

1.2024

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

1.2024

Главный редактор

М.Н. Алехин

Зам. главного редактора

В.В. Митьков
М.Д. Митькова
В.А. Сандриков

Редакторы

Т.В. Балахонова
М.Н. Буланов
Н.Н. Ветшева
В.П. Куликов

М.И. Пыков
М.К. Рыбакова
Е.В. Федорова

Редакционный совет

Абухамад А., США
Бощенко А.А., Россия
Бурков С.Г., Россия
Ватолин К.В., Россия
Верзакова И.В., Россия
Воеводин С.М., Россия
Глазун Л.О., Россия
Гус А.И., Россия
Дворяковский И.В., Россия
Дворяковская Г.М., Россия
Демидов В.Н., Россия
Дитрих К., Германия
Заболотская Н.В., Россия
Зубарева Е.А., Россия
Игнашин Н.С., Россия

Кадрев А.В., Россия
Кинзерский А.Ю., Россия
Лелюк В.Г., Россия
Лелюк С.Э., Россия
Липман А.Д., Россия
Михайлов А.В., Россия
Надточий А.Г., Россия
Озерская И.А., Россия
Орлова Л.П., Россия
Паршин В.С., Россия
Полухина Е.В., Россия
Поморцев А.В., Россия
Ридэн Т.В., Россия
Салтыкова В.Г., Россия
Сафонов Д.В., Россия

Сенча А.Н., Россия
Синьковская Е.С., США
Синюкова Г.Т., Россия
Стыгар А.М., Россия
Трофимова Е.Ю., Россия
Тутчек Б., Швейцария
Тухбатуллин М.Г., Россия
Фазылов А.А., Узбекистан
Феоктистова Е.В., Россия
Хитрова А.Н., Россия
Чекалова М.А., Россия
Швырев С.Л., Россия
Шолохов В.Н., Россия
Ярыгина Т.А., Россия

Зав. редакцией
Научный редактор переводов

Капустина А.Ю.
Пеняева Э.И.

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Официальный журнал Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине

ВИДАР-М

Выпускается 4 раза в год

Издается с 1995 года

109028 г. Москва, а/я 16, ООО "Видар-М"

Тел. +7 495 589-86-60

ПИ № ФС77-21266 от 22.06.2005 года

2000 экз.

ISSN 1607-0771 (Print)
ISSN 2408-9494 (Online)

Ultrasound & Functional Diagnostics

Ультразвуковая и функциональная диагностика

1.2024

Editor-in-Chief

M.N. Alekhin

Deputy Editor-in-Chief

V.V. Mitkov
M.D. Mitkova
V.A. Sandrikov

Editors

T.V. Balakhonova
M.N. Bulanov
N.N. Vetsheva
V.P. Kulikov

M.I. Pykov
M.K. Rybakova
E.V. Fedorova

Editorial Board

Abuhamad A., USA
Boshchenko A.A., Russia
Burkov S.G., Russia
Vatolin K.V., Russia
Verzakova I.V., Russia
Voevodin S.M., Russia
Glazun L.O., Russia
Gus A.I., Russia
Dvoryakovskij I.V., Russia
Dvoryakovskaya G.M., Russia
Demidov V.N., Russia
Dietrich Ch., Germany
Zabolotskaya N.V., Russia
Zubareva E.A., Russia
Ignashin N.S., Russia

Kadrev A.V., Russia
Kinzerskij A.Yu., Russia
Lelyuk V.G., Russia
Lelyuk S.Eh., Russia
Lipman A.D., Russia
Mikhajlov A.V., Russia
Nadtochij A.G., Russia
Ozerskaya I.A., Russia
Orlova L.P., Russia
Parshin V.S., Russia
Polukhina E.V., Russia
Pomortsev A.V., Russia
Riden T.V., Russia
Saltykova V.G., Russia
Safonov D.V., Russia

Sencha A.N., Russia
Sinkovskaya E.S., USA
Sinyukova G.T., Russia
Stygar A.M., Russia
Trofimova E.Yu., Russia
Tutschek B., Switzerland
Tukhbatullin M.G., Russia
Fazylov A.A., Uzbekistan
Feoktistova E.V., Russia
Khitrova A.N., Russia
Chekalova M.A., Russia
Shvyrev S.L., Russia
Sholokhov V.N., Russia
Yarygina T.A., Russia

Chief of office
Scientific editor of translation

Kapustina A.Yu.
Penyaeva E.I.

Official Journal of Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine

VIDAR-M

Issues per year: 4

www.usfd.vidar.ru

E-mail: amn_usfd@mail.ru

Published since 1995

Tel: +7 495 589-86-60

содержание

Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов

Сравнение полуавтоматического и ручного способов анализа деформации правого желудочка при спекл-трекинг-эхокардиографии Матвеева М.Г., Заренкова Т.А., Скрипникова А.В., Гришин А.М., Алехин М.Н.	10
Клиническое наблюдение амилоидоза сердца: значение эхокардиографии на пути к диагнозу Глазун Л.О., Полухина Е.В., Канин Е.С., Лойфман В.М., Пашковская Т.В.	22
Как быстро растёт миксома левого предсердия по данным ультразвукового исследования. Клиническое наблюдение и обзор литературы Алехин М.Н., Молочков А.В., Гришин А.М., Рафаэлова О.Г.	35

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

Практические рекомендации ISUOG (обновленные): ультразвуковое скрининговое исследование сердца плода Carvalho J.S., Axt-Fliedner R., Chaoui R., Copel J.A., Cuneo B.F., Goff D., Gordin Kopylov L., Hecher K., Lee W., Moon-Grady A.J., Mousa H.A., Munoz H., Paladini D., Prefumo F., Quarello E., Rychik J., Tutschek B., Wiehac M., Yagel S.	44
Сравнение волюметрии матки и эндометрия при использовании 2D- и 3D-режимов Озерская И.А., Казарян Г.Г., Минашкина Е.В.	71
Классификация #Enzian для ультразвуковой диагностики эндометриоза: описание и разъяснение классификации с использованием собственных клинических наблюдений Борисова Е.А., Буланов М.Н., Макаренко Т.А.	88
Письмо главному редактору	
Возможна ли ультразвуковая классификация Node-RADS? Фисенко Е.П.	113

Подписаться на наш журнал вы можете в любом отделении связи
(каталог Роспечати, раздел “Здравоохранение. Медицина”),
а также в ООО “Видар-М”

Художники О.А. Рыченкова, А.И. Морозова
Выпускающий редактор Ю.А. Кушель
Редактирование Т.И. Луковская
Верстка Ю.А. Кушель

Читайте о нашем журнале в сети Интернет www.usfd.vidar.ru
Адрес для связи с редакцией amn_usfd@mail.ru

contents

Cardiovascular Ultrasound

A comparison of semi-automatic and manual analysis of right ventricular strain in speckle tracking echocardiography <i>Matveeva M.G., Zarenkova T.A., Skripnikova A.V., Grishin A.M., Alekhin M.N.</i>	10
Clinical case of cardiac amyloidosis: the value of echocardiography on the path to diagnosis <i>Glazun L.O., Polukhina E.V., Kanin E.S., Loifman V.M., Pashkovskaya T.V.</i>	22
Growth rates of left atrial myxoma according to ultrasound data. Clinical case and literature review <i>Alekhin M.N., Molochkov A.V., Grishin A.M., Rafaelova O.G.</i>	35

Obstetrics and Gynecology Ultrasound

ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening (translation into Russian) <i>Carvalho J.S., Axt-Fliedner R., Chaoui R., Copel J.A., Cuneo B.F., Goff D., Gordin Kopylov L., Hecher K., Lee W., Moon-Grady A.J., Mousa H.A., Munoz H., Paladini D., Prefumo F., Quarello E., Rychik J., Tutschek B., Wiechec M., Yagel S.</i>	44
A comparison of uterine corpus and endometrium volumes measured in 2D and 3D modes <i>Ozerskaya I.A., Kazaryan G.G., Minashkina E.V.</i>	71
The #Enzian classification for ultrasound diagnosis of endometriosis: description and explanation of the classification using our own clinical cases <i>Borisova E.A., Bulanov M.N., Makarenko T.A.</i>	88

Letter to the editor-in-chief

Is Node-RADS ultrasound classification possible? <i>Fisenko E.P.</i>	113
--	-----

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-075>

Сравнение полуавтоматического и ручного способов анализа деформации правого желудочка при спекл-трекинг-эхокардиографии

М.Г. Матвеева*, Т.А. Заренкова, А.В. Скрипникова,
А.М. Гришин, М.Н. Алехин

ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой”
Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва,
ул. Маршала Тимошенко, д. 15, Российская Федерация

Цель исследования: сравнить воспроизводимость традиционного ручного способа оценки деформации правого желудочка (ПЖ) с полуавтоматическим (т.е. автоматический с возможностью корректировки) способом анализа деформации ПЖ при спекл-трекинг-эхокардиографии (СТЭхоКГ).

Материал и методы. Анализ деформации миокарда ПЖ с применением технологии СТЭхоКГ был выполнен у 71 пациента двумя способами – ручным (Q-Analysis) и полуавтоматическим (AutoStrainRV). Сравнивались такие показатели, как глобальная продольная систолическая деформация ПЖ (ГПСД ПЖ), продольная систолическая деформация свободной стенки ПЖ (ПСД ССПЖ), продольная сегментарная деформация свободной стенки ПЖ и амплитуда движения кольца трикуспидального клапана (tricuspid annular plane systolic excursion – TAPSE).

Результаты. Между ручным и полуавтоматическим способами анализа деформации не наблюдалось существенных различий значений ГПСД ПЖ ($21,9 \pm 4,7\%$ против $21,6 \pm 3,6\%$, $p = 0,488$) и ПСД ССПЖ ($24,6 \pm 5,1\%$ против $25,3 \pm 4,6\%$, $p = 0,212$). Значения деформации базальных и средних отделов свободной стенки ПЖ, оцененные полуавтоматическим способом, статистически значимо отличались от значений, полученных ручным способом анализа деформации ПЖ ($22,6 \pm 7,1\%$ против $27,0 \pm 10,1\%$, $p < 0,002$ и $23,8 \pm 5,9\%$ против $25,8 \pm 8,0\%$, $p < 0,05$ соответственно). При анализе Блэнда–Альтмана среднее смещение для ГПСД ПЖ составило $-0,31$ (95% ДИ $-7,62-7,00$, $p = 0,488$), для ПСД ССПЖ – $0,70$ (95% ДИ $-8,44-9,83$, $p = 0,212$).

Матвеева Марина Георгиевна – канд. мед. наук, врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6056-835X>

Заренкова Татьяна Анатольевна – врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0009-0004-1901-5728>

Скрипникова Анна Вячеславовна – врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0009-0007-3541-0834>

Гришин Алексей Михайлович – канд. мед. наук, врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0009-0001-7102-5614>

Алехин Михаил Николаевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Контактная информация*: Матвеева Марина Георгиевна – mgmatveeva@yandex.ru

Значения TAPSE, полученные при полуавтоматическом анализе, были ниже и статистически значимо отличались от значений, рассчитанных в М-режиме ($22,6 \pm 3,8$ мм против $24,9 \pm 4,5$ мм, $p < 0,001$). Для полуавтоматического анализа деформации ПЖ требуется значительно меньше времени по сравнению с ручным ($22,9 \pm 4,5$ с против $38,9 \pm 7,8$ с, $p < 0,05$).

Выводы. Выбор способов оценки деформации ПЖ (ручного или полуавтоматического) не оказывает существенного влияния на измерения значений глобальной деформации ПЖ, но может повлиять на оценку значений сегментарной деформации ПЖ в базальных и средних отделах. Полуавтоматический способ анализа деформации ПЖ обеспечивает более быструю и воспроизводимую оценку функции ПЖ. Значения TAPSE, полученные при полуавтоматическом анализе деформации, статистически значимо меньше по сравнению со значениями TAPSE в М-режиме.

Ключевые слова: спекл-трекинг-эхокардиография; правый желудочек; деформация; полуавтоматический

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Матвеева М.Г., Заренкова Т.А., Скрипникова А.В., Гришин А.М., Алехин М.Н. Сравнение полуавтоматического и ручного способов анализа деформации правого желудочка при спекл-трекинг-эхокардиографии. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 10–21. [https://doi.org/ 10.24835/1607-0771-075](https://doi.org/10.24835/1607-0771-075)

ВВЕДЕНИЕ

Двухмерная спекл-трекинг-эхокардиография (СТЭхоКГ) в настоящее время является основным ультразвуковым способом оценки деформации миокарда. Анализ деформации миокарда с помощью СТЭхоКГ в меньшей степени зависит от угла сканирования по сравнению с тканевым доплером, имеет низкую внутри- и межисследовательскую вариабельность и обладает хорошей выполнимостью. Несмотря на ряд ограничений, связанных с геометрией и формой правого желудочка (ПЖ), двухмерная СТЭхоКГ является эффективным инструментом в оценке дисфункции ПЖ [1].

Изначально двухмерная СТЭхоКГ была разработана как инструмент для измерения деформации левого желудочка (ЛЖ), но впоследствии этот способ был применен для анализа деформации ПЖ, левого и правого предсердий [2, 3]. Анализ деформации ПЖ можно провести двумя способами. Первый – это традиционный ручной, при котором используется обычное программное обеспечение для анализа деформации ЛЖ (Q-analysis). Этот подход сопряжен с рядом трудностей. С одной стороны, ПЖ имеет иное строение по сравнению с ЛЖ, поэтому использование одного способа для оценки разных камер сердца остается спорным вопросом [3]. С другой стороны,

ручная трассировка эндокарда отнимает много времени, что ограничивает его применение на практике. Второй способ – полуавтоматический (т.е. автоматический с возможностью корректировки) с использованием нового автоматического программного обеспечения AutoStrain для конкретной камеры сердца [4]. При этом подходе уменьшается время исследования и снижается необходимость вмешательства со стороны врача [5].

Цель исследования: сравнить воспроизводимость традиционного ручного способа оценки деформации ПЖ (Q-Analysis) с новым полуавтоматическим (т.е. автоматический с возможностью корректировки) анализом деформации ПЖ (AutoStrainRV).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С ноября по декабрь 2023 г. при прохождении планового обследования в стационаре у 113 пациентов была применена технология СТЭхоКГ для оценки деформации миокарда. У 71 пациента был проведен анализ деформации миокарда ПЖ с использованием двух способов – ручного и полуавтоматического. У всех пациентов было получено письменное информированное согласие.

Трансторакальное ЭхоКГ-исследование проводилось на ультразвуковой системе GE

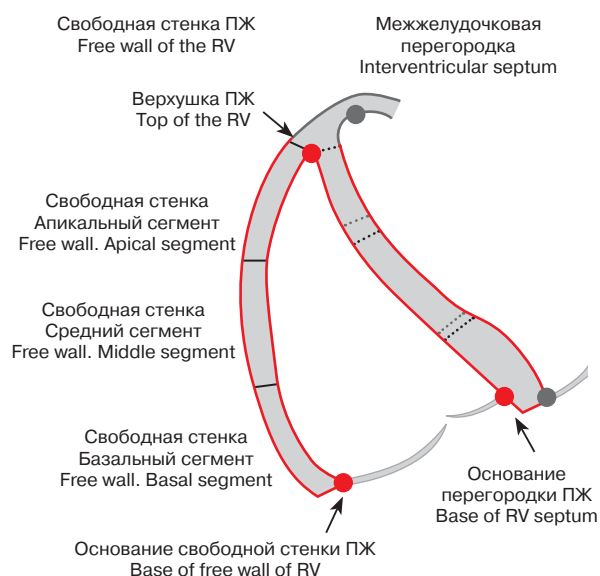


Рис. 1. Деление на сегменты ПЖ. Свободная стенка ПЖ разделена на три равных (черная линия) сегмента. Аналогичным образом делится межжелудочковая перегородка (черная пунктирная линия). Сегменты межжелудочковой перегородки несовместимы со стандартной сегментацией ЛЖ (серая пунктирная линия) [7].

Fig. 1. Segmentation of the RV. The free wall of the RV is divided into three equal (black line) segments. The interventricular septum is divided in a similar way (black dotted line). Segments of the interventricular septum are incompatible with standard LV segmentation (gray dotted line).

Vivid E9 с мультисекторным фазированным датчиком M5S (2,0–5,0 МГц) с одно-временной записью электрокардиограммы. Все линейные и объемные измерения, оценку систолической функции ЛЖ проводили в соответствии со стандартным ЭхоКГ-протоколом, рекомендованным Американским обществом по эхокардиографии и Европейской ассоциацией по сердечно-сосудистой визуализации [6].

Для оценки деформации ПЖ были зарегистрированы клипы апикальной четырехкамерной позиции, ориентированной на ПЖ, с частотой кадров не менее 50 в секунду. Дальнейший анализ деформации ПЖ проводился на рабочей станции EchoPAC GE с использованием программного обеспечения Q-Analysis и AutoStrainRV. Оценивались такие показатели, как глобальная продольная систолическая деформация ПЖ (ГПСД ПЖ), продольная систолическая деформация свободной стенки ПЖ (ПСД ССПЖ), продольная сегментарная деформация свободной стенки ПЖ и амплитуда движения кольца трикуспидального клапана (tricuspid annular plane systolic excursion – TAPSE). Для оценки сегментарной деформации свободная стенка ПЖ от основания до точки соединения с левым желудочком (верхушка ПЖ) делилась на

три сегмента, имеющих одинаковую длину в конце диастолы, – базальный, средний и верхушечный [7] (рис. 1). Для каждого из этих сегментов определялся показатель деформации.

Ручной анализ деформации ПЖ

Анализ деформации ПЖ проводился на рабочей станции EchoPAC GE с использованием программного обеспечения Q-Analysis (рис. 2а–г). На корректно зарегистрированном изображении врач последовательно методом “точка–щелчок” трассировал по внутреннему эндокардиальному контуру миокард ПЖ, определяя область интереса. Для получения показателя ГПСД ПЖ трассировка проводилась от латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана (ФКТК) через верхушку ПЖ до медиальной части ФКТК. Для получения показателя ПСД ССПЖ трассировался эндокард свободной стенки ПЖ от латеральной части ФКТК до верхушки ПЖ. Далее программное обеспечение отслеживало движение миокарда с определением кривых деформации сегментарных и средних значений ГПСД ПЖ и ПСД ССПЖ. Одновременно результаты трассировки визуально сравнивались с движением стенок ПЖ. В случае если область интереса какого-либо сегмента

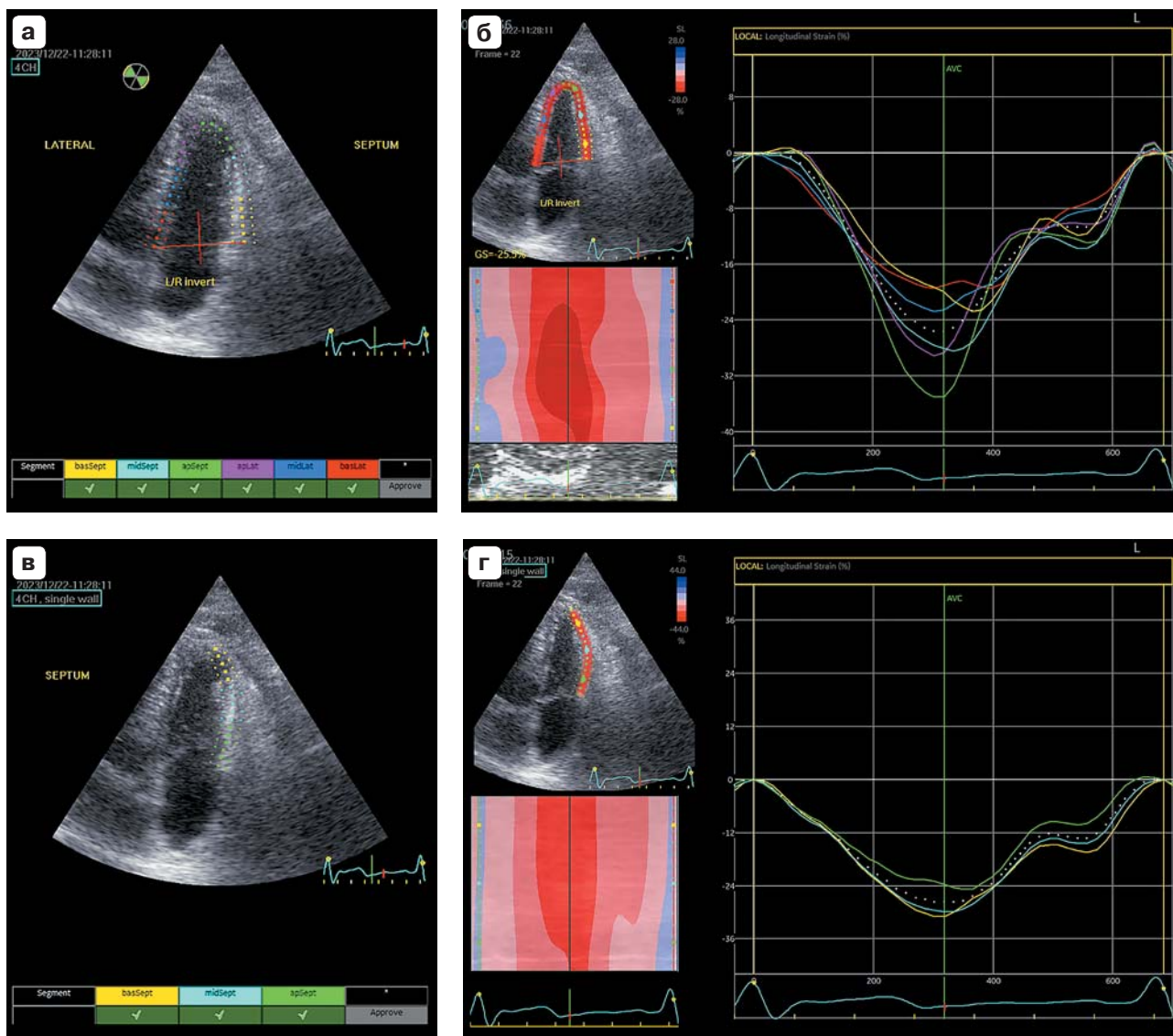


Рис. 2. Оценка деформации ПЖ с использованием программного обеспечения Q-Analysis. **а, б** – определение глобальной продольной систолической деформации ПЖ (ГПСД ПЖ); **в, г** – определение продольной систолической деформации свободной стенки правого желудочка (ПСД ССПЖ).

Fig. 2. Evaluation of RV longitudinal strain by Q-Analysis software for strain analysis: **а, б** – assessment of the RV global longitudinal strain (RV GLS); **в, г** – assessment of the RV longitudinal free wall strain (RVLFWS).

отклонялась от движения стенки ПЖ, то выполнялась его корректировка. Если отслеживание более двух сегментов на одной кинопетле было неудовлетворительным, то выбирался другой клип для анализа. Толщина области интереса не превышала 5 мм [7].

Полуавтоматический анализ деформации ПЖ

Анализ деформации ПЖ проводился на рабочей станции EchoPAC GE с использованием программного обеспечения AutoStrainRV (рис. 3). На зарегистрированном изображении врач выставляет три реперные точки: две – на латеральной и медиальной частях ФКТК и одну – на вершине ПЖ. Затем программа AutoStrainRV генерирует область интереса и отслеживает эндокард на протяжении всего сердечного цикла с определением кривых деформации сегментарных и средних значений ГПСД ПЖ,

ПСД ССПЖ и TAPSE. После автоматического анализа деформации врач проверяет качество отслеживания для каждого сегмента. При необходимости врач мог вручную скорректировать область интереса для получения адекватного, по его мнению, очерчивания стенки ПЖ.

Продольная систолическая деформация ПЖ в норме имеет отрицательное значение (например, «-20%»). Во избежание сложностей интерпретации результатов в статье будут использоваться модули абсолютных значений продольной деформации ПЖ (например, «20%» вместо «-20%») [6].

Время анализа деформации

У 10 случайно выбранных пациентов было рассчитано время, необходимое для измерения деформации ПЖ с помощью двух способов анализа. Время измерения деформации определялось как время от на-

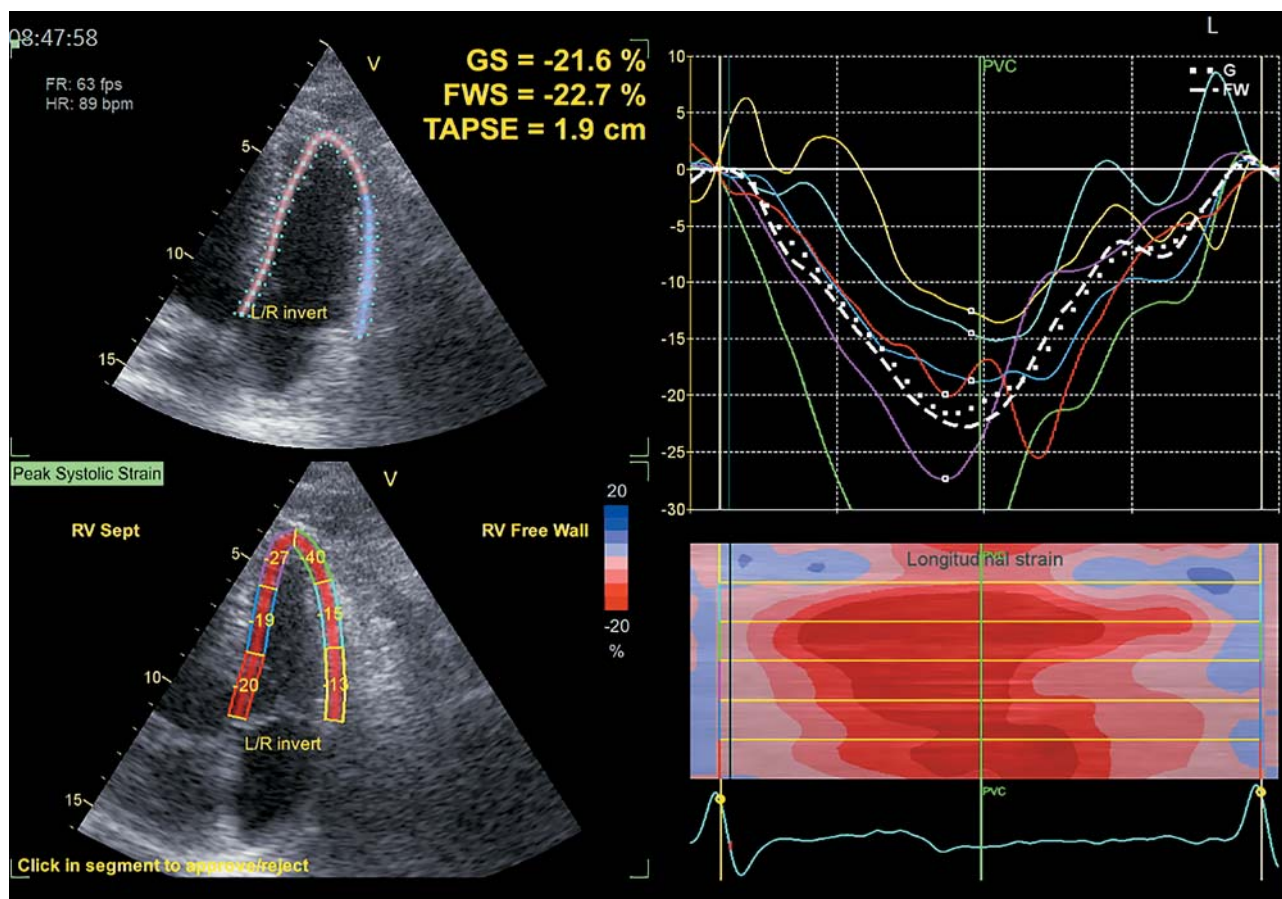


Рис. 3. Оценка деформации ПЖ с использованием программного обеспечения AutoStrainRV.

Fig. 3. Evaluation of RV longitudinal strain by AutoStrainRV software for strain analysis.

чала анализа выбранного эхокардиографического изображения до завершения расчета деформации.

Внутриисследовательская и межисследовательская воспроизводимость

Для определения внутриисследовательской воспроизводимости каждого из способов расчета деформации ПЖ у 20 случайно выбранных пациентов один и тот же исследователь выполнял все измерения дважды с временным промежутком 30 дней. Для определения межисследовательской воспроизводимости два опытных врача выполняли измерения показателей каждым из способов расчета деформации ПЖ, и они сопоставлялись с данными, полученными другим врачом. При этом каждый врач не имел данных предыдущих измерений.

Статистический анализ

Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического анализа. Накопление, корректировка, систематизация исходной информации, визуализация полученных результатов и статистический анализ осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel.

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному гауссовскому распределению.

При определении количественных показателей, имеющих нормальное распределение, проводился расчет средних значений (M) и стандартных отклонений (σ), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ). Категориальные переменные представлены как числа и проценты.

Парный t -критерий Стьюдента и линейный корреляционный анализ использовались для сравнения и корреляции деформаций, измеренных двумя различными методами. Анализ Блэнда–Альтмана использовался для оценки соответствия между двумя методами – ручным и полуавтоматическим. Вариабельность внутри- и межисследовательских измерений оценивалась с использованием коэффициента корреляции и анализа Блэнда–Альтмана, сила корреляции – по шкале Чеддока. При анализе

Блэнда–Альтмана были рассчитаны среднее смещение и доверительные интервалы, или пределы согласия (среднее смещение $\pm 1,96 \times$ стандартное отклонение). Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из 113 пациентов, которым выполнялось ЭхоКГ-исследование с применением СТЭхоКГ, было исключено 42 пациента из-за неоптимальной визуализации правых отделов сердца. В итоге анализ деформации ПЖ с использованием двух способов был успешно выполнен у 71 (62,8%) пациента (средний возраст 59,3 года): у 42 (59,1%) мужчин и у 29 (40,9%) женщин. Клиническая характеристика пациентов представлена в табл. 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов

Table 1. Clinical characteristics of patients

Показатель	Значения
Возраст, годы	59,3 $\pm$ 13,9
ППТ, м ²	2,0 $\pm$ 0,2
ИМТ, кг/м ²	28,1 $\pm$ 4,5
ИБС	16 (22,5%)
ГБ:	
I стадия	5 (7,1%)
II стадия	30 (42,2%)
III стадия	2 (2,8%)
СН, NYHA:	
I класс	3 (4,2%)
II класс	16 (22,5%)
III класс	2 (2,8%)
СД	7 (9,8%)
ХОБЛ	2 (2,8%)
НРС (в том числе фибрилляция предсердий)	17 (23,9%)

Примечание. ППТ – площадь поверхности тела, ИМТ – индекс массы тела, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ГБ – гипертоническая болезнь, СН – сердечная недостаточность, СД – сахарный диабет, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, НРС – нарушения ритма сердца.

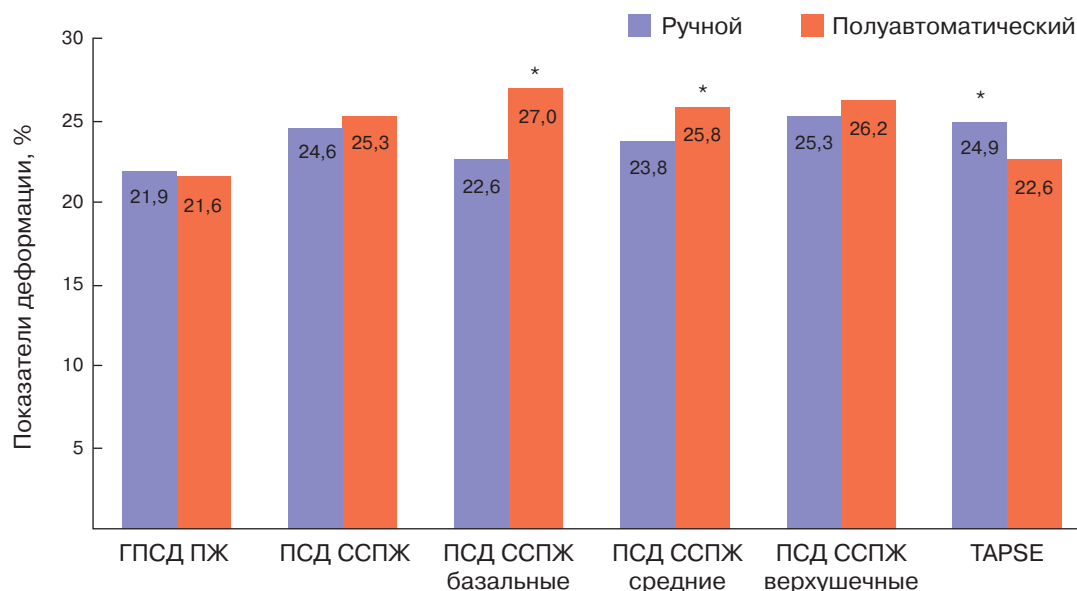


Рис. 4. Сравнение показателей деформации, измеренных ручным и полуавтоматическим способами. * – различия статистически значимые.

Fig. 4. Comparison of strains values assessed by manual and semi-automatic methods: * – the statistically significant differences.

Анализ деформации правого желудочка

При полуавтоматическом способе анализа деформации в 64,8% случаев (46/71) потребовалась корректировка области интереса, тогда как при ручном способе только в 36,6% случаев (26/71).

На рис. 4 представлена диаграмма сравнения показателей деформации, измеренных двумя способами.

При использовании двух способов анализа деформации не было обнаружено статистически значимой разницы в значениях показателей ГПСД ПЖ ($21,9 \pm 4,7\%$ против $21,6 \pm 3,6\%$, $p = 0,488$) и ПСД ССПЖ ($24,6 \pm 5,1\%$ против $25,3 \pm 4,6\%$, $p = 0,212$) (табл. 2). Однако при использовании полуавтоматического способа значения показателей деформации были выше. Корреляция

Таблица 2. Сравнение показателей, измеренных ручным и полуавтоматическим способами

Table 2. Comparison of values obtained by manual and semi-automatic approaches

Показатели деформации	Ручной	Полуавтоматический	p	r	Среднее смещение (95% ДИ)
ГПСД ПЖ, %	$21,9 \pm 4,7$	$21,6 \pm 3,6$	0,488	0,62	-0,31 (-7,62-7,00)
ПСД ССПЖ, %	$24,6 \pm 5,1$	$25,3 \pm 4,6$	0,212	0,54	0,70 (-8,44-9,83)
ПСД ССПЖ, %					
базальные сегменты	$22,6 \pm 7,1$	$27,0 \pm 1,0$	<0,002*	0,23	4,39 (-16,97-25,76)
средние сегменты	$23,8 \pm 5,9$	$25,8 \pm 8,0$	<0,05*	0,50	2,01 (-12,03-16,04)
верхушечные сегменты	$25,3 \pm 6,4$	$26,2 \pm 10,4$	0,549	0,07	0,84 (-12,03-16,04)
TAPSE, мм	$24,9 \pm 4,5$	$22,6 \pm 3,8$	<0,001*	0,40	-2,25 (-11,28-6,77)

Примечание. p – парный t-тест, сравнивающий полуавтоматические и ручные измерения; r – показатель корреляции; * – различия статистически значимые; ДИ – доверительный интервал.

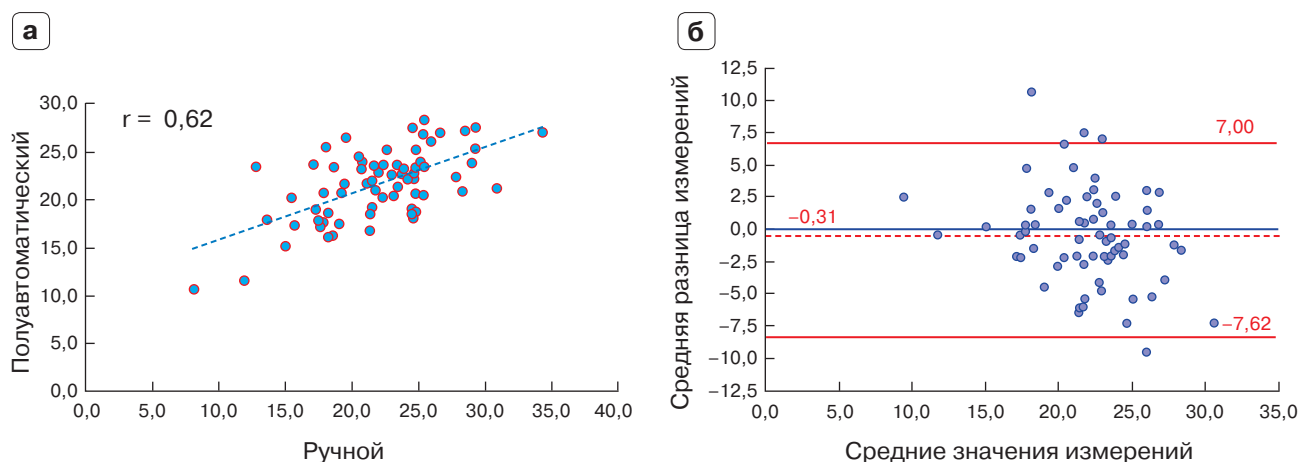


Рис. 5. Линейная корреляция (а) и анализ Блэнда-Альтмана (б) измерений ГПСД ПЖ, полученных с использованием полуавтоматического и ручного способов.

Fig. 5. Linear correlation (a) and Bland-Altman analysis (б) of RVGLS measurements obtained using the semi-automatic and manual methods.

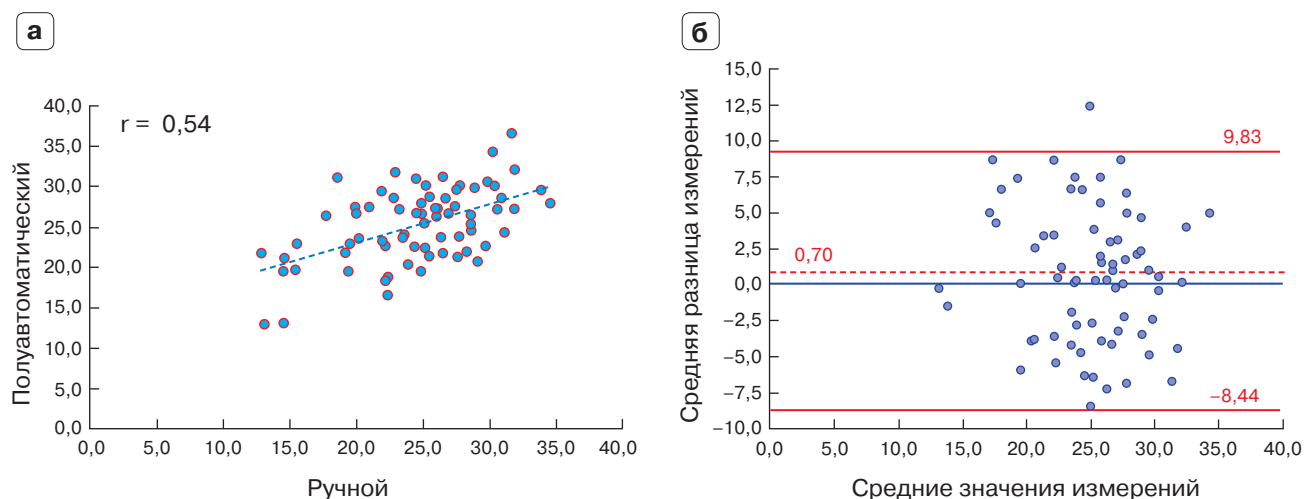


Рис. 6. Линейная корреляция (а) и анализ Блэнда-Альтмана (б) измерений ПСД ССПЖ, полученных с использованием полуавтоматического и ручного способов.

Fig. 6. Linear correlation (a) and Bland-Altman analysis (б) of RVFWS measurements obtained by semi-automatic and manual methods.

между двумя способами была умеренная: для ГПСД ПЖ – $r = 0,62$, для ПСД ССПЖ – $r = 0,54$. При анализе Блэнда-Альтмана среднее смещение для ГПСД ПЖ составило $-0,31$ (95% ДИ $-7,62-7,0$, $p = 0,488$), для ПСД ССПЖ – $0,70$ (95% ДИ $-8,44-9,83$, $p = 0,212$) (рис. 5, 6).

При анализе сегментарной деформации свободной стенки ПЖ значения показателей, полученных полуавтоматическим способом, статистически значимо отличались от значений показателей, полученных руч-

ным способом в базальных ($22,6 \pm 7,1\%$ против $27,0 \pm 10,1\%$, $p < 0,002$) и средних ($23,8 \pm 5,9\%$ против $25,8 \pm 8,0\%$, $p < 0,05$) сегментах. Статически значимых различий в значениях показателей деформации верхушечных сегментов получено не было (см. табл. 2). Корреляция между двумя методами была очень слабой ($r = 0,07$) в верхушечных, слабой ($r = 0,23$) в базальных и умеренной в средних ($r = 0,50$) сегментах. Результаты анализа Блэнда-Альтмана представлены в табл. 2.

Таблица 3. Сравнение внутриисследовательской и межисследовательской вариабельности ручного и полуавтоматического анализа деформации**Table 3.** Comparison of intra- and interobserver variability of manual and semi-automatic strain analysis

Показатели	Внутриисследовательская вариабельность, ВКК		Межисследовательская вариабельность, ВКК	
	ручной	полуавтомат	ручной	полуавтомат
ГПСД ПЖ Среднее смещение (95% ДИ)	0,72 0,27 (-5,59–6,13)	0,77 0,68 (-4,58–5,93)	0,53 2,27 (-5,23–9,77)	0,83 0,49 (-3,82–4,80)
ПСД ССПЖ Среднее смещение (95% ДИ)	0,83 0,09 (-6,03–6,20)	0,78 0,34 (-6,46–7,13)	0,66 1,15 (-7,27–9,57)	0,82 1,03 (-5,09–7,15)
ПСД ССПЖ баз. Среднее смещение (95% ДИ)	0,65 -1,25 (-12,46–9,96)	0,67 -0,15 (-13,54–13,24)	0,46 0,95 (-13,61–13,50)	0,67 4,9 (-8,15–17,95)
ПСД ССПЖ ср. Среднее смещение (95% ДИ)	0,82 0,45 (-6,28–7,18)	0,78 0,95 (-9,23–11,13)	0,67 2,51 (-6,37–11,38)	0,75 0,25 (-10,24–10,74)
ПСД ССПЖ вер. Среднее смещение (95% ДИ)	0,76 1,13 (-6,28–7,18)	0,7 -0,5 (-14,83–13,83)	0,45 2,19 (-11,12–15,50)	0,74 -3,35 (-17,84– 11,14)
TAPSE Среднее смещение (95% ДИ)		0,85 0,45 (-3,65–4,55)		0,77 -0,05 (-5,04–4,94)

Примечание. ВКК – внутриклассовый коэффициент корреляции; ДИ – доверительный интервал.

Использование программного обеспечения AutoStrain позволяет дополнительно оценить параметр TAPSE. Результаты сравнения измерений параметра TAPSE, полученного при полуавтоматическом способе с измерением в М-режиме, показали статистически значимые различия ($22,6 \pm 3,8$ против $24,9 \pm 4,5$, $p < 0,001$ соответственно).

Сравнение времени анализа

При использовании полуавтоматического способа анализа деформации врачу потребовалось значительно меньше времени ($22,9 \pm 4,5$ с), чем при ручном ($38,9 \pm 7,8$ с) ($p < 0,05$).

Анализ воспроизводимости

Для полуавтоматического способа анализа деформации ПЖ внутриклассовый

коэффициент корреляции внутри- и межисследовательской воспроизводимости был сильным и составил 0,77 и 0,83 для ГПСД ПЖ и 0,78 и 0,82 для ПСД ССПЖ соответственно.

При анализе Блэнда–Альтмана среднее смещение и ДИ внутриисследовательской воспроизводимости при полуавтоматическом методе составили 0,68 (95% ДИ -4,58–5,93, $p = 0,274$) для ГПСД ПЖ и 0,34 (95% ДИ -6,46–7,13, $p = 0,67$) для ПСД ССПЖ. Среднее смещение и ДИ между наблюдателями составили 0,49 (95% ДИ -3,82–4,80, $p = 0,33$) для ГПСД ПЖ и 1,03 (95% ДИ -5,09–7,15, $p = 0,155$) для ПСД ССПЖ.

Для ручного анализа деформаций коэффициент корреляции для ГПСД ПЖ и ПСД ССПЖ, а также среднее смещение и ДИ при анализе Блэнда–Альтмана представлены в табл. 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ внутри- и межисследовательской воспроизводимости показал более высокие значения внутриклассового коэффициента корреляции полуавтоматического способа анализа деформации ПЖ по сравнению с ручным.

Использование программного обеспечения AutoStrain для отслеживания деформации ПЖ сокращает время анализа деформации [8, 9]. По результатам нашего исследования оценка деформации ПЖ полуавтоматическим способом также требует меньше времени (22,9 с) по сравнению с ручным (38,9 с), даже несмотря на то что в большинстве случаев требовалась корректировка сгенерированной программой области интереса (64,8%). Таким образом, использование специализированного программного обеспечения для анализа ПЖ позволяет ускорить оценку функции ПЖ в рутинной работе врача ультразвуковой диагностики.

В нашей работе значения показателей ПСД ССПЖ, полученные при полуавтоматическом способе, были немного выше, чем при ручном. Статистически значимых различий в измерениях деформации ПЖ (ГПСД ПЖ и ПСД ССПЖ) при использовании обоих способов получено не было. Анализ Блэнда–Альтмана показал небольшое среднее смещение (ГПСД ПЖ $-(-0,31)$; ПСД ССПЖ $-0,7$) и узкие пределы доверительного интервала для обоих показателей (для ГПСД ПЖ от $-7,62$ до $7,00$; для ПСД ССПЖ от $-8,44$ до $9,83$). Отсутствие значимых различий в значениях показателей деформации ПЖ при сравнении двух способов, продемонстрировано в работе О. Mirea и соавт., хотя в его работе значения показателей ГПСД ПЖ при полуавтоматическом способе измерения были ниже [9]. Наши результаты также подтверждают предположение О. Mirea и соавт., что выбор программного обеспечения для оценки деформации не оказывает существенного влияния на измерения деформации ПЖ [9]. В то же время в исследовании G.L. Peng и соавт. были получены другие результаты: показатели ПСД ССПЖ, измеренные полуавтоматическим способом, были ниже и значи-

тельно отличались от ручного ($26,4 \pm 4,8\%$ против $31,3 \pm 5,8\%$, $p < 0,001$) [10]. Таким образом, не так много работ, в которых сравниваются различные способы измерения деформации ПЖ, результаты их противоречивы, поэтому необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

При анализе сегментарной деформации свободной стенки ПЖ при полуавтоматическом анализе показатели деформации базальных ($22,6 \pm 7,1\%$ против $27,0 \pm 10,1\%$, $p < 0,002$) и средних ($23,8 \pm 5,9\%$ против $25,8 \pm 8,0\%$, $p < 0,05$) сегментов статистически значимо отличались от ручного анализа. Подобных сравнений в доступной нам литературе мы не нашли. Вероятно, эти различия можно объяснить большей амплитудой движения свободной стенки, особенно ее базального отдела. Ее можно более аккуратно проследить при ручной трассировке, тогда как при полуавтоматическом отслеживании вероятность смещения области интереса по отношению к собственно стенке желудочка выше. Это может повлиять на значения показателей деформации.

Использование нового полуавтоматического программного обеспечения позволяет определять показатель TAPSE. Результаты исследования показали, что значения TAPSE, полученные при полуавтоматическом анализе, значительно ниже ($22,6 \pm 3,8$ мм против $24,9 \pm 4,5$ мм, $p < 0,001$) значений, получаемых в М-режиме в стандартной апикальной четырехкамерной позиции, и имеют слабую внутриклассовую корреляцию. Такая разница в значениях данного параметра может быть объяснена тем, что TAPSE представляет собой линейное измерение продольной функции ПЖ и является параметром, зависящим от угла сканирования, поэтому он может быть недооценен при наличии угла между направлением движения и направлением измерения. В нашем случае измерение TAPSE проводилось в разных эхокардиографических позициях: при ручном измерении использовалась стандартная четырехкамерная позиция, при полуавтоматическом – апикальная четырехкамерная позиция, ориентированная на правый желудочек. Внутри- и межисследовательская воспроиз-

водимость измерений TAPSE полуавтоматическим методом была высокая. Таким образом, разные значения TAPSE при проведении полуавтоматического анализа деформации и двухмерной ЭхоКГ в М-режиме указывают на необходимость определения референсных значений этого показателя при использовании нового программного обеспечения для оценки функции ПЖ. При отсутствии референсных значений TAPSE для полуавтоматического анализа деформации следует использовать двухмерную ЭхоКГ с последующей регистрацией систолической экскурсии латерального кольца трикуспидального клапана в М-режиме для оценки TAPSE.

Таким образом, анализ полученных показателей деформации ПЖ и проведенный статистический анализ в ходе сравнения двух методов оценки деформации позволяет признать полуавтоматический метод способным оптимизировать процедуру оценки функции ПЖ при СТЭхоКГ.

ВЫВОДЫ

1. Выбор способов оценки деформации ПЖ (ручного или полуавтоматического) не оказывает существенного влияния на измерения значений глобальной деформации ПЖ, но может повлиять на оценку значения сегментарной деформации ПЖ в базальных и средних отделах.

2. Значения TAPSE, полученные при проведении полуавтоматического анализа деформации, статистически значимо меньше по сравнению со значениями TAPSE в М-режиме.

3. Специализированное программное обеспечение для анализа деформации ПЖ полуавтоматическим способом обеспечивает более быструю и воспроизводимую оценку функции ПЖ по сравнению с ручным анализом.

Ограничения

Ограничением исследования явилась небольшая выборка пациентов для анализа деформации правого желудочка, что обусловлено сложностью выведения нестандартной позиции для визуализации правого желудочка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Longobardo L., Suma V., Jain R. et al. Role of Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography Strain in the Assessment of Right Ventricular Systolic Function and Comparison with Conventional Parameters. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2017; 30 (10): 937–946.e6. <http://doi:10.1016/j.echo.2017.06.016>
2. Mirea O., Berceanu M., Donoiu I. et al. Variability of right ventricular global and segmental longitudinal strain measurements. *Echocardiography.* 2019; 36 (1): 102–109. <http://doi:10.1111/echo.14218>
3. Donal E., Behagel A., Feneon D. Value of left atrial strain: a highly promising field of investigation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015; 16 (4): 356–357. <http://doi:10.1093/ehjci/jeu230>
4. Kitano T., Nabeshima Y., Negishi K., Takeuchi M. Prognostic value of automated longitudinal strain measurements in asymptomatic aortic stenosis. *Heart.* 2020; 12 (14). <http://doi:10.1136/heartjnl-2020-318256>
5. Badano L.P., Muraru D., Parati G. et al. How to do right ventricular strain. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 21 (8): 825–827. <http://doi:10.1093/ehjci/jeaa126>
6. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28: 1–39. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
7. Badano L.P., Kolas T.J., Muraru D. et al; Industry representatives; Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2018; 19 (6): 591–600. <https://doi:10.1093/ehjci/jey042>
8. Li Y., Sun C., Zhang L. et al. Feasibility, Reproducibility, and Prognostic Value of Fully Automated Measurement of Right Ventricular Longitudinal Strain. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2022; 35 (6): 609–619. <https://doi:10.1016/j.echo.2022.01.016>
9. Mirea O., Duchenne J., Voigt J.U. Comparison between Nondedicated and Novel Dedicated Tracking Tool for Right Ventricular and Left Atrial Strain. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2022; 35 (4): 419–425. <https://doi:10.1016/j.echo.2021.11.011>
10. Peng G.J., Luo S.Y., Zhong X.F. et al. Feasibility and reproducibility of semi-automated longitudinal strain analysis: a comparative study with conventional manual strain analysis. *Cardiovasc Ultrasound.* 2023; 21 (1): 12. Published 2023 Jul 19. <https://doi:10.1186/s12947-023-00309-5>

A comparison of semi-automatic and manual analysis of right ventricular strain in speckle tracking echocardiography

M.G. Matveeva*, T.A. Zarenkova, A.V. Skripnikova, A.M. Grishin, M.N. Alekhin

Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation;
15, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

Marina G. Matveeva – Cand. Sci. (Med.), doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital with Outpatient Clinic of Department of Presidential Affairs. <https://orcid.org/0000-0001-6056-835X>

Tatyana A. Zarenkova – doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital with Outpatient Clinic of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0009-0004-1901-5728>

Anna V. Skripnikova – doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital with Outpatient Clinic of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0009-0007-3541-0834>

Aleksey M. Grishin – Cand. Sci. (Med.), doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital with Outpatient Clinic of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0009-0001-7102-5614>

Mikhail N. Alekhin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Correspondence* to Dr. Marina G. Matveeva – mgmatveeva@yandex.ru

The aim was to compare the reproducibility of the traditional manual analysis of the right ventricle (RV) strain with a semi-automatic analysis (an automatic method with the possibility of adjustment) in speckle-tracking echocardiography (STE).

Materials and methods. Evaluation of RV by speckle-tracking echocardiography was performed in 71 patients with two approaches: manual (Q-Analysis) and semi-automatic (AutoStrainRV). Such parameters as RV global longitudinal strain (RVGLS), RV longitudinal free wall strain (RVLFWS), RV longitudinal free wall segmental strain, and the amplitude of movement of the tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE) were compared.

Results. There were no significant differences between the values of RVGLS ($21.9 \pm 4.7\%$ vs. $21.6 \pm 3.6\%$, $p = 0.488$, respectively) and RVLFWS ($24.6 \pm 5.1\%$ vs. $25.3 \pm 4.6\%$, $p = 0.212$, respectively) obtained by manual and semi-automatic strain analysis. The significant differences were revealed in the values of RVLFWS in the basal and middle segments estimated by a semi-automatic method and by a manual method ($22.6 \pm 7.1\%$ vs. $27.0 \pm 10.1\%$, $p < 0.002$, and $23.8 \pm 5.9\%$ vs. $25.8 \pm 8.0\%$, $p < 0.05$, respectively). Bland-Altman analysis showed mean bias for RVGLS -0.31 (95% CI: $-7.62-7.00$) and for RVLFWS -0.70 (95% CI: $-8.44-9.83$). The values of the TAPSE obtained by semi-automatic analysis were lower and significantly different from the values calculated in the M-mode (22.6 ± 3.8 mm vs. 24.9 ± 4.5 mm, $p < 0.001$). Strain analysis by the semi-automatic method requires less time than the manual method (22.9 ± 4.5 seconds vs. 38.9 ± 7.8 seconds, $p < 0.05$).

Conclusions. The choice of approach for RV strain assessment (manual or semi-automatic) does not significantly affect the values of RV strain but may affect the result of segmental RV strain in the basal and middle segments. The semi-automatic strain analysis of RV provides a faster and more reproducible assessment of RV function. The values of the TAPSE by semi-automatic strain analysis are significantly lower compared to the values of the TAPSE in M-mode.

Keywords: speckle-tracking echocardiography; right ventricle; strain; semi-automatic

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Matveeva M.G., Zarenkova T.A., Skripnikova A.V., Grishin A.M., Alekhin M.N. A comparison of semi-automatic and manual analysis of right ventricular strain in speckle tracking echocardiography. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 1: 10–21. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-075> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-077>

Клиническое наблюдение амилоидоза сердца: значение эхокардиографии на пути к диагнозу

Л.О. Глазун^{1*}, Е.В. Полухина¹, Е.С. Канин²,
В.М. Лойфман², Т.В. Пашковская²

¹ КГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации специалистов
здравоохранения” Министерства здравоохранения Хабаровского края;
680009 Хабаровск, ул. Краснодарская, д. 9, Российская Федерация

² КГБУЗ “Краевая клиническая больница” имени профессора С.И. Сергеева
Министерства здравоохранения Хабаровского края; 680009 Хабаровск,
ул. Краснодарская, д. 9, Российская Федерация

Представлено клиническое наблюдение тяжелого амилоидоза сердца, подтвержденного прижизненным гистологическим исследованием и данными патологоанатомического вскрытия. Приведены данные клинического, инструментального и полного эхокардиографического обследования пациента. В обсуждении на примере данного клинического наблюдения разобраны этапы алгоритма мультимодальной диагностики амилоидоза: определение критериев, позволяющих заподозрить амилоидоз сердца; подтверждение амилоидоза данными биопсии; определение типа амилоидоза как средства обоснования патогенетической терапии, различной для основных типов амилоидоза AL- и ATTR. Основное внимание уделено несоответствию между собой ряда клинических проявлений заболевания и данных инструментальных исследований, вызывающих подозрение на амилоидоз сердца. Приведены критерии дифференциальной диагностики с гипертрофической кардиомиопатией и констриктивным перикардитом по данным эхокардиографии, позволяющие выделить амилоидоз среди других нозологических форм с сердечной недостаточностью. Эхокардиография играет решающую роль на первом этапе диагностического поиска и является основным ключом трудной диагностики амилоидоза.

Глазун Людмила Олеговна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой и функциональной диагностики КГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения” Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0000-0002-1618-9368>

Полухина Елена Владимировна – доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры лучевой и функциональной диагностики КГБОУ ДПО “Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения” Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0000-0002-8760-4880>

Канин Евгений Сергеевич – заведующий патологоанатомическим отделением КГБУЗ “Краевая клиническая больница” имени профессора С.И. Сергеева Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0009-0005-2975-293X>

Лойфман Виталий Михайлович – заведующий кардиологическим отделением КГБУЗ “Краевая клиническая больница” имени профессора С.И. Сергеева Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0009-0006-4626-8477>

Пашковская Татьяна Витальевна – врач кардиологического отделения КГБУЗ “Краевая клиническая больница” имени профессора С.И. Сергеева Министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск. <https://orcid.org/0009-0007-3531-3989>

Контактная информация*: Глазун Людмила Олеговна – e-mail: loglazun@mail.ru

Ключевые слова: эхокардиография; амилоидоз сердца; рестриктивная кардиомиопатия; гипертрофическая кардиомиопатия; диастолическая дисфункция; хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса левого желудочка

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Глазун Л.О., Полухина Е.В., Канин Е.С., Лойфман В.М., Пашковская Т.В. Клиническое наблюдение амилоидоза сердца: значение эхокардиографии на пути к диагнозу. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 22–34.
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-077>

ВВЕДЕНИЕ

Амилоидоз – группа заболеваний, отличительным признаком которых является отложение в тканях и органах специфического нерастворимого фибриллярного белка амилоида. Амилоид формируется из белка-предшественника, тип которого лежит в основе классификации системного амилоидоза и определяет фенотип заболевания. В настоящее время известно 42 различных белка-предшественника амилоидных фибрилл человека. Современная классификация амилоидоза использует для определения типа амилоидоза название белков-предшественников амилоидных фибрилл в сокращенной форме, которой предшествует буква А для обозначения амилоида – AL (L – легкие цепи иммуноглобулинов), AH (H – тяжелые цепи иммуноглобулинов), ATTR (TTR – транстиретин), AA (сывороточный амилоид A) и др. [1].

Амилоидная инфильтрация сердца наиболее характерна для системных форм амилоидоза AL- и ATTR-типов, составляя до 95% поражений [2]. Формирование амилоидных фибрилл при этих формах имеет различное происхождение, что существенно определяет не только особенности поражения органов, но и тактику лечения пациентов. При амилоидозе AL наблюдается нарушение структуры и функционирования плазмочитов костного мозга. Они производят аномальное количество белков – легких цепей иммуноглобулинов. Эти легкие цепи циркулируют в крови и разрушаются, образуя амилоидные отложения в различных тканях организма. Амилоидоз TTR возникает в результате неправильно свернутой агрегации транстиретина, белка плазмы, преимущественно продуцируемого в печени, который отвечает за транспорт тироксина и ретинола. Амилоидоз TTR имеет

2 формы: генетическая, вариантная форма ATTRv, связанная с мутациями генов транстиретина, и ATTRwt – приобретенная форма амилоидоза, развивающаяся на фоне аномального накопления транстиретина дикого типа, не обусловленного мутациями, у лиц преимущественно старческого возраста и долгожителей [1, 3].

Распространенность амилоидоза в настоящее время изучена недостаточно. Заболеваемость AL-амилоидозом составляет приблизительно 12 случаев на миллион человек в год, а распространенность оценивается от 30 000 до 45 000 случаев. Заболеваемость вариантным амилоидозом ATTR оценивается в 0,3 случая в год на миллион человек с оценкой распространенности 5,2 случая на миллион человек, распространенность амилоидоза ATTR дикого типа составляет от 155 до 191 случая на миллион человек [4]. Последний тип амилоидоза наблюдается у лиц старше 65 лет с выраженным ростом распространенности с возрастом пациентов, поражая по данным аутопсии до 25% лиц старше 80 лет [5, 6].

Прогноз амилоидоза остается неблагоприятным: 25% пациентов с AL-амилоидозом умирают в течение 6 мес после постановки диагноза, а 25% пациентов с ATTR-амилоидозом умирают в течение 24 мес после постановки диагноза [4].

Поражение сердца является основным фактором, определяющим выживаемость пациентов с системным амилоидозом. Средняя выживаемость пациентов после установления диагноза с запущенным заболеванием сердца составляет всего 4 мес и около 2 лет среди пациентов с менее тяжелым поражением сердца [7, 8].

В последние годы с развитием новых методов диагностики выявляемость амилоидоза улучшается и заболевание представля-

ется не таким редким, как казалось ранее. Тем не менее широкая осведомленность клиницистов и специалистов инструментальной диагностики о типичном сочетании диагностических признаков амилоидоза сердца и его распознавание имеют жизненно важное значение для эффективной терапии заболевания.

Клиническое наблюдение

Пациент В., 56 лет, госпитализирован в кардиологическое отделение КГБУЗ “Краевая клиническая больница имени профессора С.И. Сергеева” 23.11.23 в плановом порядке с жалобами на одышку при минимальной активности, усиливающуюся в горизонтальном положении, отеки нижних конечностей, ощущение учащенного сердцебиения. Из анамнеза известно, что пациент длительно страдал гипертонической болезнью с максимальными цифрами артериального давления (АД) до 160/100 мм рт.ст. С 2019 г. отмечалась клиническая картина стенокардии. Наблюдался у кардиолога по месту жительства, принимал рекомендованную терапию. Из ранее перенесенных заболеваний отмечал подагру. Ухудшение самочувствия с апреля 2023 г. Нарастание вышеописанных жалоб связывал с перенесенным острым респираторным заболеванием. По данным эхокардиографии (ЭхоКГ) на догоспитальном уровне выявлена выраженная асимметричная гипертрофия миокарда левого желудочка (ЛЖ) без обструкции выводного тракта: межжелудочковая перегородка (МЖП) – 23 мм, задняя стенка ЛЖ (ЗСЛЖ) – 16 мм. Фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) – 65%. Систolicеское давление в легочной артерии 42 мм рт.ст. Гидроперикард. Ухудшение состояния около 3 нед – нарастание одышки, отекающего синдрома. В связи с неэффективностью амбулаторного лечения направлен на госпитализацию в кардиологическое отделение.

Данные объективного осмотра. Индекс массы тела 27,8 кг/м². Площадь поверхности тела 2,03 м². Состояние средней степени тяжести. Периферические отеки стоп, голеней до уровня нижней трети. Число дыхательных движений в покое 20 в минуту. Дыхание везикулярное, ослаблено в нижних отделах, хрипов нет. Тоны сердца приглушены, ритмичные, ЧСС 85 в минуту, АД 100/60 мм рт.ст. Печень увеличена, пальпируется на 8 см ниже края реберной дуги. Селезенка и почки не пальпируются.

Проведенные лабораторные исследования. В общем анализе крови незначительный лейко-

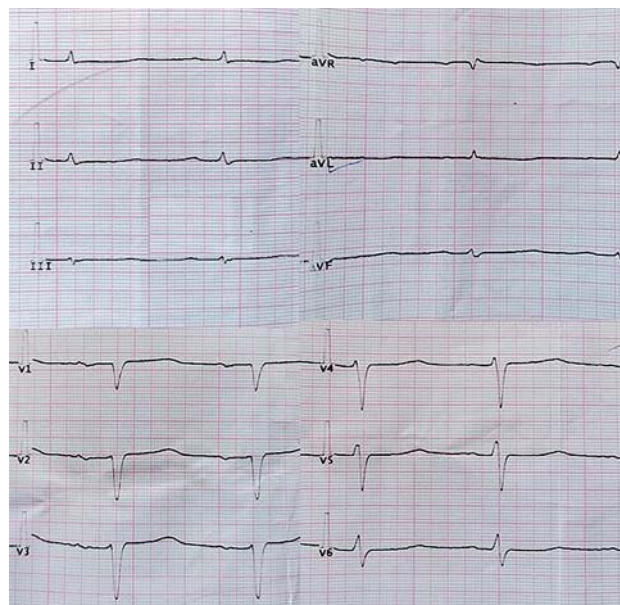


Рис. 1. ЭКГ больного В., 56 лет.

Fig. 1. ECG in patient V., 56 years old.

цитоз – $10,8 \cdot 10^9$ /л, за счет лимфоцитов – 46%. Показатели красной крови в пределах референсных значений. Стабильно высокие показатели азотемии – мочевина – 16,09 ммоль/л, креатинин – 189,1 мкмоль/л (референсные значения 70,0–115,0 мкмоль/л). Скорость клубочковой фильтрации – 35 мл/мин/1,73 м². Повышен уровень мочевой кислоты – 529,3 мкмоль/л. Диспротеинемия со снижением общего белка – 55 г/л (референсные значения 66,0–83,0 г/л), альбумин – 38,1 г/л (референсные значения 35,0–153,0 г/л). В анализах мочи протеинурия. Суточная потеря белка – 1,27 г/сут.

Рентгенограмма органов грудной клетки: признаки застоя по малому кругу кровообращения, небольшого гидроторакса справа.

На ЭКГ: ритм синусовый. Снижение вольтажа QRS. Преобладание зубца S во всех грудных отведениях. Диффузные изменения процессов реполяризации (рис. 1).

Суточное мониторирование ЭКГ: на фоне синусового ритма с частотой от 68 до 83 в минуту документировано: 7 одиночных полиморфных желудочковых экстрасистол, 128 одиночных наджелудочковых экстрасистол, 1 эпизод наджелудочковой бигеминии, 1 эпизод ускоренного предсердного ритма с частотой 99 в минуту (11 комплексов). Пауз не выявлено. Ишемические изменения сегмента ST не выявлены. Вариабельность синусового ритма снижена.

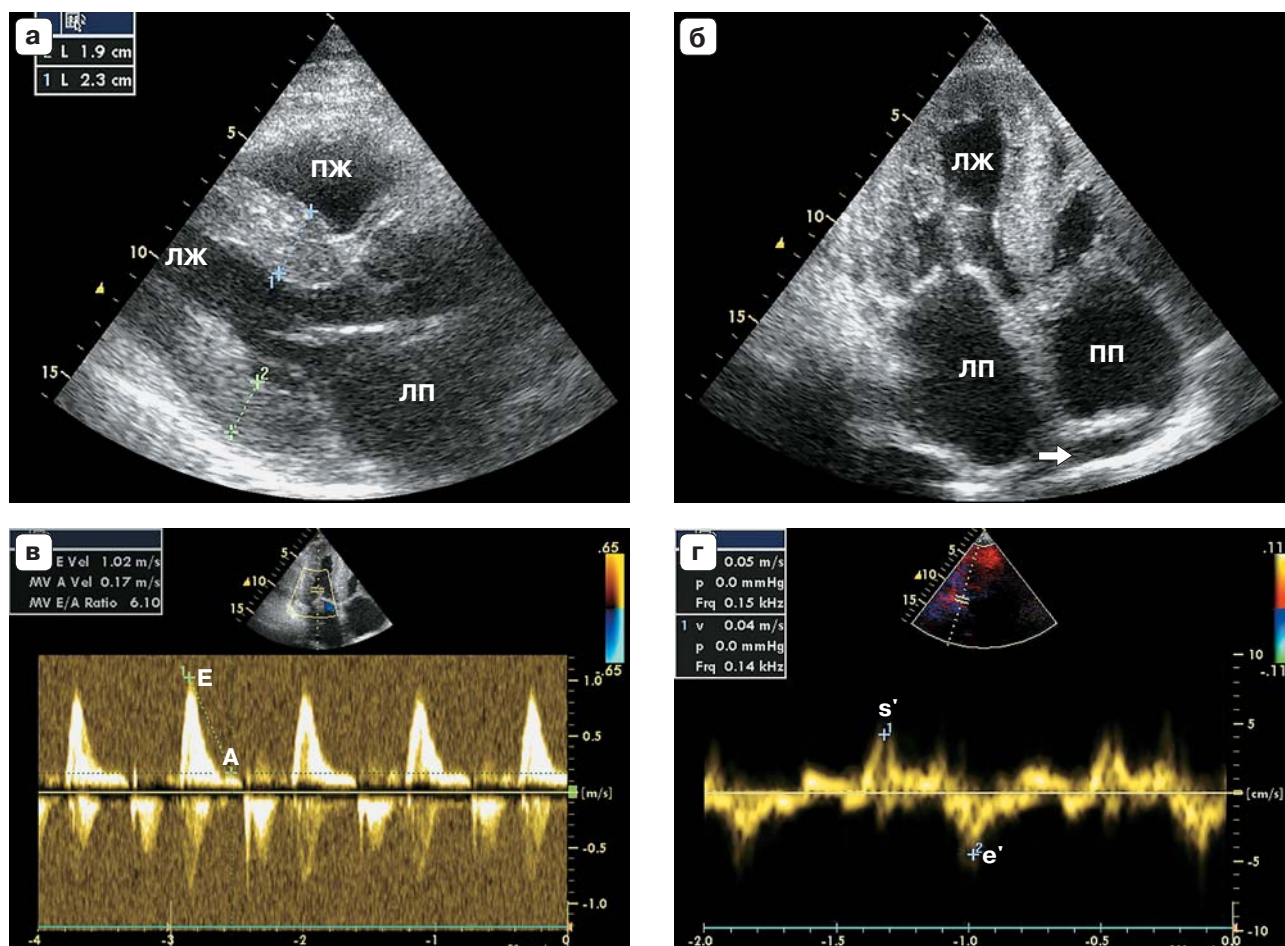


Рис. 2. ЭхоКГ больного В. а – двухмерный режим, парастеральный доступ, позиция по длинной оси левого желудочка. Выраженное утолщение стенок ЛЖ с уменьшением полости. Утолщена стенка ЛЖ; б – четырехкамерная апикальная позиция. Увеличены полости обоих предсердий. Утолщены стенки желудочков, створки атриовентрикулярных клапанов, межпредсердная перегородка. Жидкость в полости перикарда указана стрелкой; в – режим импульсно-волнового доплера. Трансмитральный кровоток рестриктивного типа; г – тканевой доплеровский режим. Резкое снижение систолической скорости s' и ранней диастолической скорости e' движения латеральной части ФК МК.

Fig. 2. Echocardiography in patient V. а – B-mode, parasternal view, long axis of the left ventricle. The LV wall is markedly thickened with a decrease in the cavity volume. The RV wall is thickened; б – four-chamber apical view. The dilatation of both atria cavities. The walls of the ventricles, the leaflets of the atrioventricular valves, and the interatrial septum are thickened. The pericardial effusion is indicated by the arrow; в – pulse-wave Doppler imaging. The restrictive transmitral flow pattern; г – Tissue Doppler imaging. A sharp decrease in the systolic velocity s' and early diastolic velocity e' of the movement of the lateral part of the mitral annulus.

Клинический диагноз на 4-й день госпитализации: гипертрофическая кардиомиопатия, необструктивный вариант. Осложнение: хроническая сердечная недостаточность IIБ, функциональный класс IV по NYHA. Гидроперикард, двусторонний гидроторакс. Относительная недостаточность митрального клапана II степени, трикуспидального клапана I степени. Легочная гипертензия умеренная. Фоновый диагноз: гипертоническая болезнь III стадии, риск 4, гипотония. Хрони-

ческая болезнь почек 3Б стадии. Сопутствующий диагноз: подагрический артрит, вне обострения.

В рамках дифференциальной диагностики между гипертрофической кардиомиопатией и рестриктивной кардиомиопатией (болезнь Фабри, амилоидоз с преимущественным поражением сердца и почек) больной направлен на экспертное ЭхоКГ-исследование.

ЭхоКГ от 28.11.23 на 5-й день госпитализации (рис. 2).

Аорта не расширена в восходящем отделе (3,7 см), уплотнена. Створки аортального клапана умеренно утолщены. Аортальная регургитация не выявлена.

Створки митрального клапана (МК) утолщены, движение разнонаправленное. Митральная регургитация I степени, *vena contracta* 1 мм.

Створки трикуспидального клапана (ТК) утолщены. Регургитация на ТК I степени. Скорость регургитации 2,7 м/с. Градиент давления по трикуспидальной регургитации 29 мм рт.ст.

Легочная артерия: умеренно расширена, турбулентный отдел до 3,0 см. Створки пульмонального клапана тонкие. Регургитация I степени с градиентом давления в начале диастолы 18 мм рт.ст., в конце диастолы 10 мм рт.ст.

Левое предсердие значительно расширено. Выраженное увеличение объема (153 мл) и индекса объема левого предсердия в пересчете на поверхность тела (75 мл/м²).

Полость ЛЖ уменьшена в поперечных размерах, максимальный размер 3,7 см. Выводной тракт свободен, скорость кровотока 1,23 м/с, что соответствует градиенту давления 6,1 мм рт.ст. КДО – 58 мл, КСО – 24 мл, минутный объем кровообращения резко снижен – 2,4 л/мин. ФВ – 59%, в пределах нормы. Выраженное утолщение всех стенок: МЖП – 2,0–2,3 см, ЗСЛЖ – 1,9 см. Повышение эхогенности МЖП с наличием множественных мелких гиперэхогенных включений. Масса миокарда (292 г) и индекс массы миокарда (143 г/м²) увеличены. Признаки выраженного снижения продольной сократимости миокарда ЛЖ. Экскурсия фиброзных колец (ФК) МК в М-режиме (MAPSE) – 5 мм. Тканевой доплеровский режим: скорость *s'* движения латеральной части ФК МК – 4 см/с. Зон локального нарушения кинеза стенок не выявлено. Трансмитральный кровоток в режиме импульсного доплера: пик Е трансмитрального кровотока – 102 см/с, пик А – 17 см/с, Е/А – 6,0. Тканевой доплеровский режим: скорость *e'* движения латеральной части ФК МК – 5 см/с, скорость *e'* движения медиальной части ФК МК – 3 см/с, гибридный показатель Е/*e'* – 25. Деформация миокарда не оценена вследствие отсутствия программы.

Правое предсердие расширено. Выраженное увеличение объема (143 мл) и индекса объема правого предсердия в пересчете на поверхность тела (70 мл/м²). Выявляется утолщение межпредсердной перегородки до 0,9 см. Полость правого желудочка (ПЖ) не расширена. Стенки ПЖ утолщены до 0,9 см, утолщен модератор-

ный тяж. Систолическая функция ПЖ нарушена. Экскурсия ФК ТК в М-режиме (TAPSE) – 11 мм.

Просвет нижней полой вены – 2,8 см, коллабирование на вдохе отсутствует. Расширены печеночные вены. Определяется увеличение реверсивных фаз кровотока в печеночных венах на вдохе. Расчетное давление в легочной артерии 49/30 мм рт.ст. Среднее давление по легочной регургитации 38 мм рт.ст.

Анэхогенное пространство полости перикарда незначительно расширено до 0,9 см. Незначительное количество жидкости в левой плевральной полости до 2,5 см в синусе, справа значительное количество жидкости с мелкодисперсными включениями в плевральной полости (ориентировочное количество жидкости 1400 мл).

Заключение. ЭхоКГ-признаки рестриктивной кардиомиопатии. Неспецифические признаки амилоидоза: выраженное утолщение стенок ЛЖ с повышением эхогенности МЖП, утолщение стенок ПЖ, модераторного тяжа, створок атриовентрикулярных клапанов, наличие жидкости в полости перикарда. Выраженное увеличение обоих предсердий. Диастолическая дисфункция III степени. Умеренная легочная гипертензия. Выраженный правосторонний гидроторакс.

Подозрение на амилоидоз сердца требовало подтверждения диагноза неинвазивными и инвазивными методиками. Такие методики первого плана, как анализ крови и мочи на электрофорез с иммунофиксацией белков (легкие цепи) и скintiграфия для исключения ТТР-амилоидоза, в условиях нашей больницы были недоступны.

Проведена биопсия слизистой двенадцатиперстной кишки с захватом подслизистого слоя с окраской биоптата конго красным (рис. 3).

Из протокола исследования биопсийного материала за 30.11.23. В биоптате ворсины слизистой оболочки уплощены, выстланы цилиндрическим каемчатым эпителием. В собственной пластинке слизистой оболочки, прилежащей к подслизистой основе, и в стенках кровеносных сосудов эозинофильные массы, которые при окрашивании конго красным имеют красно-кирпичный цвет. **Заключение:** амилоидоз двенадцатиперстной кишки.

При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости и почек 01.12.23 выявлено увеличение размеров печени (косой вертикальный размер правой доли 16,5 см, левая

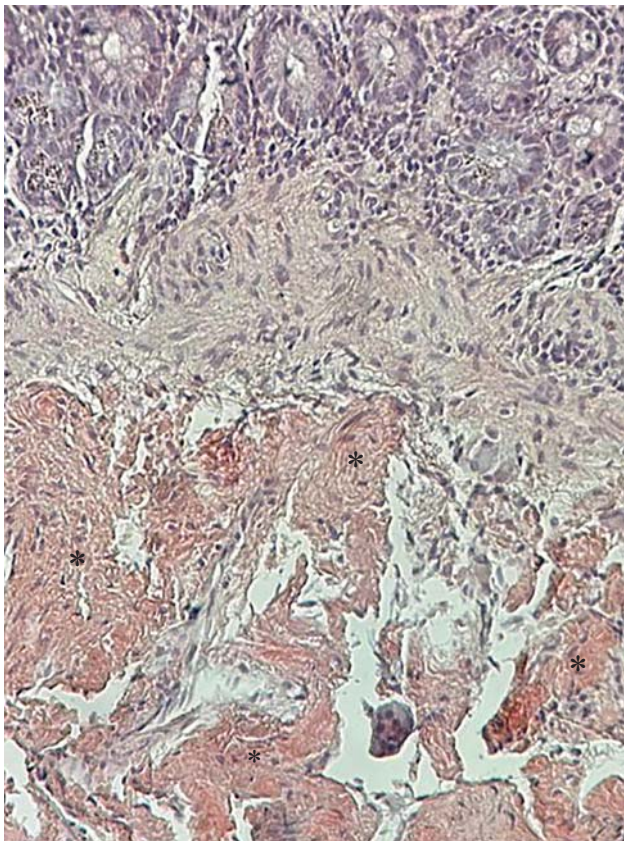


Рис. 3. Гистологическое исследование биоптата слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки. $\times 200$. Окраска конго красным. Отложения амилоида окрашены кирпично-красным цветом (*).

Fig. 3. Histological examination of a biopsy specimen of the duodenal mucosa. Magnification $\times 200$. Staining with Congo Red. * indicate the brick-red color of the structures.

доля 6,9 см). Эхогенность повышена, структура диффузно неоднородна, повышена эхогенность паренхимы поджелудочной железы, почек (до I степени). Размеры почек в пределах нормы. Киста правой почки до 2,5 см.

Исследование крови 29.11.23 выявило высокий уровень N-концевого пронатрийуретического пептида В-типа (NT-proBNP) – 27931 пг/мл при референсном значении <386 пг/мл.

Взята кровь на исследование мутаций гена TTR с дальнейшей дистанционной консультацией в Федеральном телемедицинском консультативном центре НМИЦ им. В.А. Алмазова Минздрава России.

Проведенные исследования послужили основанием к изменению диагноза. **Основной диаг-**

ноз: первичный амилоидоз с преимущественным поражением сердца, почек. Осложнение основного диагноза: рестриктивная кардиомиопатия. Хроническая сердечная недостаточность с сохранной фракцией выброса, III ст., IV функциональный класс по NYHA. Нефротический синдром. Хроническая болезнь почек 3Б стадии. Гидроперикард. Двусторонний гидроторакс. Относительная недостаточность митрального клапана I степени, трикуспидального клапана I степени. Легочная гипертензия. **Сопутствующее заболевание:** гипертоническая болезнь III стадии, риск 4, гипотония. Хроническая ишемическая болезнь головного мозга: дисциркуляторная энцефалопатия 2-й степени, субкомпенсация. Подагра. Подагрический артрит, вне обострения. Киста правой почки. Гидроторакс с обеих сторон.

Результат теста “Диагностика TTR-амилоидоза (ген TTR)” от 08.12.23: не обнаружено патогенных вариантов в экзонах 1–4 гена TTR.

Больной получал лечение ингибиторами АПФ, бета-адреноблокаторами, мочегонными, статинами. Состояние больного на протяжении госпитализации оставалось средней тяжести. Сохранялась гипотония с цифрами систолического давления 90–100 мм рт.ст., общая слабость. Одышка несколько уменьшилась. Купированы периферические отеки. На 16-й день пребывания в стационаре остро произошло ухудшение состояния. 09.12.23 в 13:06 произошла остановка кровообращения. Реанимационные мероприятия в течение 30 мин неэффективны, констатирована биологическая смерть.

Из протокола патологоанатомического вскрытия

Размеры сердца $14 \times 12 \times 10$ см, масса сердца 570 г, консистенция сердечной мышцы очень плотная, толщина стенки ЛЖ 1,9 см, МЖП 1,8 см. Миокард светло-коричневого цвета, очень плотный, неравномерно полнокровен. Клапаны сердца: створки плотные. Венечные артерии уплотнены, просвет на площади около 40% сужен до 50% за счет атеросклеротических бляшек со стадии кальцинатов. Легочные артерии проходимы, в их просвете жидкая кровь. Печень массой 1800 г, плотноватой консистенции. Вид на разрезе коричневого цвета с мускатным рисунком. Почки: размеры левой $10 \times 5,5 \times 2$ см, правой $11,5 \times 5,2 \times 2$ см, консистенция плотная, в правой почке в верхнем сегменте киста до 2,5 см, поверхность почек гладкая с единичными втяжениями, вид на разрезе

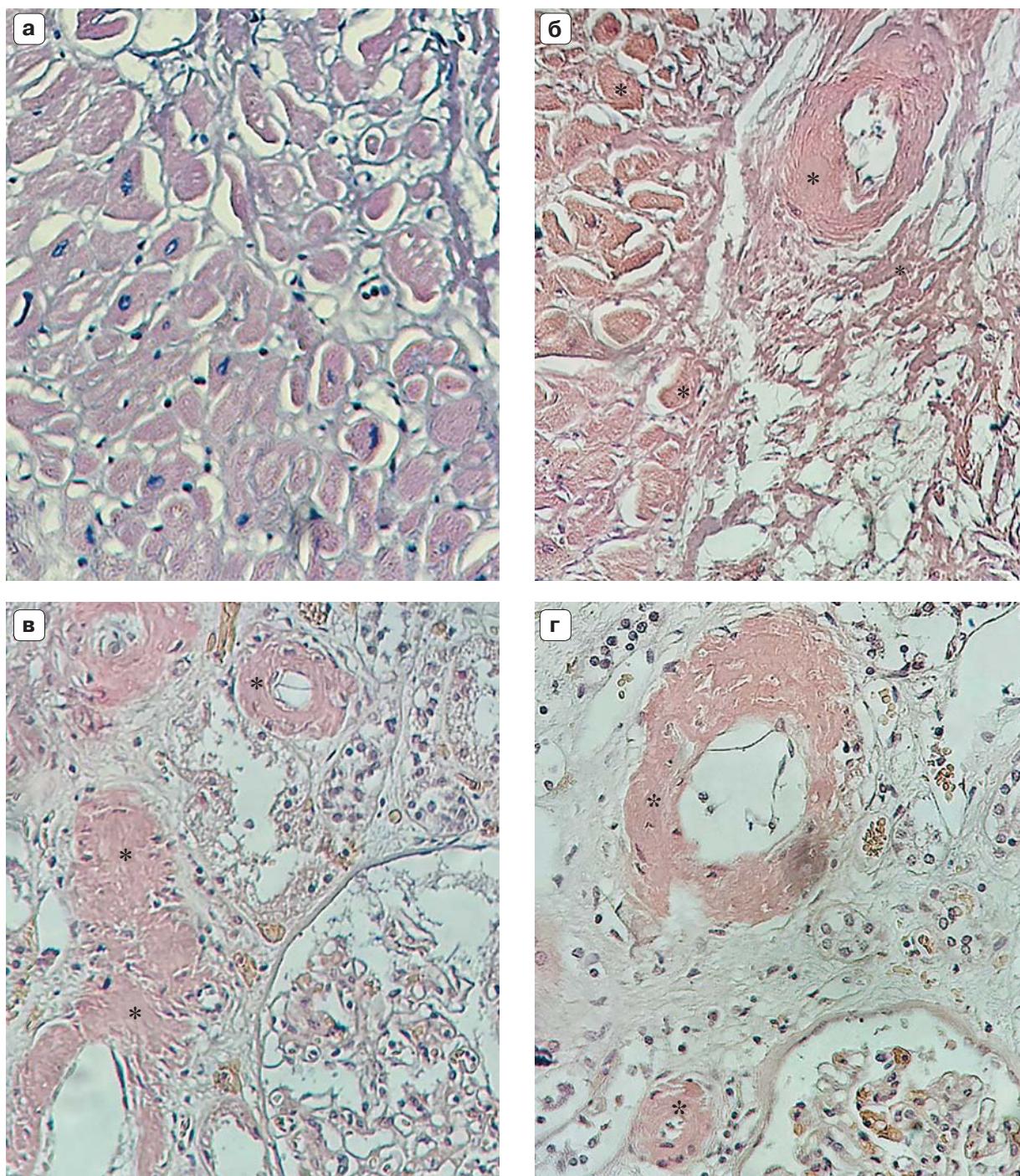


Рис. 4. Гистологическое исследование тканей. **а** – дистрофические изменения и очаговая фрагментация кардиомиоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. $\times 200$; **б** – отложения амилоида кирпично-красного цвета в миокарде и сосудистой стенке (*). Окраска конго красным. $\times 200$; **в** – отложения амилоида в почке в виде включений кирпично-красного цвета. Окраска конго красным. $\times 200$; **г** – отложения амилоида в стенке сосудов почки. Окраска конго красным. $\times 200$.

Fig. 4. Tissues histological examination. **a** – dystrophy and focal fragmentation of cardiomyocytes. Hematoxylin and eosin staining. Magnification $\times 200$; **б** – brick-red amyloid deposits in the myocardium and vascular wall (*). Staining with Congo Red. Magnification $\times 200$. **в** – amyloid deposits in the kidney as the brick-red formations. Staining with Congo Red. Magnification $\times 200$. **г** – amyloid deposits in the wall of the kidney vessels. Staining with Congo Red. Magnification $\times 200$.

с четким разделением на корковый и мозговой слой, толщина коркового слоя 0,7 см.

Данные гистологического исследования: миокард: межуточный отек, дистрофия кардиомиоцитов, морфологическая картина амилоидоза. В почках венозное полнокровие, артериолонефросклероз, дистрофия, морфологическая картина амилоидоза, очаговый некронефроз (рис. 4).

Патологоанатомический диагноз: первичный амилоидоз с преимущественным поражением сердца, почек, двенадцатиперстной кишки. Осложнения: рестриктивная кардиомиопатия. Гидроперикард. Двусторонний гидроторакс. Периферические отеки. Хроническое венозное полнокровие. Мускатный фиброз печени. Некротический нефроз. Отек легких и головного мозга. Сопутствующие заболевания: атеросклероз аорты (2-я степень, III стадия). Хроническая ишемия головного мозга. Кистозно-глиозные изменения в левой теменно-височной области. Стенозирующий атеросклероз артерий головного мозга. Гипертоническая болезнь III стадии. Концентрическая гипертрофия миокарда. Артериолонефросклероз. Подагра, подагрический артрит вне обострения. Непосредственная причина смерти – отек легких и головного мозга. Наблюдение трактуется как совпадение клинического и патологоанатомического диагнозов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современный алгоритм диагностики амилоидоза состоит из трех этапов диагностического поиска [7, 9].

Первый этап: определение критериев, позволяющих заподозрить амилоидоз

Характерным для амилоидоза сердца является несоответствие между тяжестью сердечной недостаточности и показателями ФВ, что не осталось незамеченным клиницистами в нашем наблюдении и направило диагностический поиск на выявление причин этого несоответствия, прежде всего, на дифференциальную диагностику между гипертрофической кардиомиопатией и рестриктивной кардиомиопатией различного генеза.

Другим несоответствием явились данные электрокардиографии о низком вольтаже, в особенности в стандартных отведениях от конечностей, со степенью утолщения

миокарда, что объясняется замещением миофибрилл амилоидными отложениями. Более корректно в данном случае говорить не о гипертрофии миокарда, а об увеличении толщины и массы миокарда. У нашего пациента изменения очень характерны для амилоидоза с наличием псевдоинфарктных изменений в виде отсутствия зубца R в правых грудных отведениях и медленным последующим его нарастанием, смещение переходной зоны влево.

У данного пациента настораживала также стойкая гипотония после длительного анамнеза гипертонической болезни, что можно объяснить резким снижением сердечного выброса с уменьшением минутного объема кровообращения. На серьезное поражение сердечной мышцы указывает и высокий уровень N-концевого предшественника мозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP).

Основные типы амилоидоза, вызывающие поражение сердца, являются системными и наличие симптомов поражения внутренних органов (почек, печени, желудочно-кишечного тракта), прогрессирующей симметричной дистальной сенсомоторной полинейропатии, двустороннего синдрома карпального канала, спонтанного разрыва сухожилия бицепса, макроглоссии, периорбитальной пурпурой могут служить клиническими экстракардиальными указателями возможности амилоидоза, порой появляющимися раньше симптомов кардиомиопатии [2, 10, 11]. Проявление амилоидной инфильтрации почек с развитием нефротического синдрома при AL-амилоидозе наблюдается в 60% случаев и является в совокупности с кардиомиопатией наиболее типичным сочетанием поражения внутренних органов, что и имело место в нашем клиническом наблюдении.

Несмотря на наличие указанных типичных сочетаний клинических и инструментальных признаков при данном заболевании, пациентам с амилоидозом сердца, осложненным хронической сердечной недостаточностью, редко удается своевременно поставить правильный диагноз.

ЭхоКГ как доступное и информативное исследование является ключевым этапом диагностического скрининга в выявлении подозрительных на амилоидоз признаков. В большинстве случаев амилоидоза сердца

выявляется утолщение стенок ЛЖ с наличием множественных гиперэхогенных включений в виде своеобразной сверкающей зернистости. Вызывает подозрение на амилоидоз утолщение стенок свыше 1,2 см без причин для развития гипертрофии, а при наличии артериальной гипертензии – свыше 1,5 см [10]. Характерным признаком амилоидоза является также наблюдаемое у нашего пациента увеличение толщины стенок ПЖ, утолщение модераторного тяжа ПЖ, межпредсердной перегородки и створок клапанов сердца. У половины пациентов наблюдается небольшой выпот в полости перикарда [10].

Утолщение стенок желудочков сердца и других сердечных структур у пациентов с амилоидозом сопровождается уменьшением полости желудочков и выраженным расширением предсердий, являясь характерным проявлением рестриктивного типа наполнения полостей желудочков. Тяжелое нарушение диастолической функции по рестриктивному типу проявляется нарушением соотношения пиков Е и А трансмитрального кровотока более 2,0. В нашем наблюдении соотношение скоростей составило 6,1, что в дифференциальном плане совершенно не характерно для гипертрофической кардиомиопатии и указывает на рестриктивный характер наполнения полости ЛЖ. Сложней в этом плане диагностировать проявления ранних стадий инфильтрации миокарда амилоидом, когда еще нет тяжелой степени диастолической дисфункции и выявляются нарушение релаксации миокарда или псевдонормализационный тип диастолической дисфункции [12, 13].

Более информативными показателями нарушений систолической и диастолической функций являются критерии тканевого доплера. Использование данной методики показывает резкое снижение скорости пика e' движения как латеральной, так медиальной части ФК МК с выраженным увеличением доплеровского показателя – E/e' . Тканевой доплер позволяет провести и дифференциальную диагностику с констриктивным перикардитом, для которого, так же как и для рестриктивной кардиомиопатии, характерен рестриктивный тип наполнения желудочков с типичным изменением камер сердца: уменьшенные и нор-

мальные желудочки при значительно увеличенных предсердиях. Но при констриктивном перикардите пик e' не только не снижается при прогрессировании констрикции, но и повышается, особенно на уровне медиальной части фиброзного кольца. Указанные различия объясняются вовлечением в процесс различных слоев миокарда. При констриктивном перикардите страдает в большей степени субэпикардиальный слой миокарда и сращение листков перикарда, вызывая нарушение циркулярной и радиальной деформации и, в ряде случаев, локальные нарушения продольной деформации [14].

При амилоидозе типичными являются нарушения продольной деформации миокарда, особенно базальных сегментов ЛЖ, с сохранением ее значений в области верхушки, что демонстративно выявляется при технологии спекл-трекинг и является наиболее специфичным критерием амилоидоза в дифференциальной диагностике с другими причинами рестриктивной кардиомиопатии [7, 15, 16]. При отсутствии данной технологии проявления нарушений продольной сократимости миокарда можно выявить в импульсном режиме тканевого доплера при оценке скорости систолического движения ФК МК s' , которая в нашем наблюдении составила 4 см/с при норме более 8 см/с. Еще более доступный способ оценки продольной сократимости – определение экскурсии ФК МК и ТК. В нашем наблюдении экскурсия ФК МК в М-режиме (MAPSE) составила 5 мм, а экскурсия ФК ТК (TAPSE) – 11 мм, что указывало на значительные нарушения систолической функции не только левого, но и правого желудочка.

Характерные изменения миокарда при амилоидозе выявляются и при проведении магнитно-резонансной томографии в виде диффузного или субэндокардиального позднего усиления сигнала от ЛЖ и предсердий при контрастировании гадолинием. Еще более специфичным для амилоидоза признаком является выявление увеличения внеклеточного объема на основании T1-картирования, которое может ускорить постановку диагноза амилоидоза сердца еще до появления явного позднего усиления гадолинием ЛЖ [17, 18].

**Второй этап:
подтверждение амилоидоза биопсией
пораженного органа или тканей
с возможным поражением**

“Золотым стандартом” для подтверждения амилоидоза является биопсия пораженного органа с гистологическим исследованием с окраской препарата конго красным и последующим исследованием в поляризованном свете. Окраска конго красным дает окраску амилоида в красно-кирпичный цвет, а в поляризованном свете – зеленое свечение за счет эффекта двойного лучепреломления, что свидетельствует об отложении масс амилоида.

Чувствительность биопсии миокарда приближается к 100%, однако, учитывая инвазивность и возможность тяжелых осложнений при системных формах амилоидоза, возможна биопсия других часто поражаемых тканей (абдоминальной подкожной жировой клетчатки, подслизистого слоя). Мы применили метод биопсии слизистой с захватом подслизистого слоя двенадцатиперстной кишки и получили положительный результат.

**Третий этап:
определение типа амилоидоза**

Определение типа белка-предшественника амилоида является обязательным условием для проведения специфической терапии, различной в зависимости от типа амилоидоза.

Предварительное представление о типе белка могут дать лабораторные показатели, характеризующие плазмоклеточную дискразию, характерную для AL-амилоидоза: наличие моноклонального белка сыворотки крови и мочи и повышение уровня свободных легких цепей иммуноглобулинов по соотношению каппа/лямбда в сыворотке крови, увеличение количества плазматических клеток в миелограмме [15].

Для выявления ATTR-амилоидоза рекомендуется использование сцинтиграфии с ^{99m}Tc -пирофосфатом и ^{99m}Tc -3,3-дифосфоно-1,2-пропанодикарбоновой кислотой (^{99m}Tc -DPD), при которой при наличии амилоидоза определяется диффузное и интенсивное поглощение радиоизотопа миокардом, равное или большее по интенсивности, чем поглощение ребрами [2, 15]. Тем не менее в дифференцировании типов амилоидоза этот метод диагностики не абсолютен,

поскольку 5–10% положительных результатов сцинтиграфии (накопление 2–3-й степени) обусловлены AL-амилоидозом [2, 19].

Нами было проведено исследование на мутацию гена транстиретина (диагностика TTR-амилоидоза), которая дала отрицательный результат. Ценность этой методики заключается в дифференциации типа ATTR-амилоидоза (генетическая, вариантная форма ATTRv или дикий ATTRwt), а также она используется как инструмент прогнозирования течения заболевания и генетического прогноза относительно кровных родственников пациентов.

Учитывая анализ течения заболевания, сочетание с поражением почек, относительно молодой возраст пациента в сравнении с типичным проявлением ATTR-амилоидоза дикого типа, наиболее возможным типом амилоидоза в нашем клиническом наблюдении был AL-амилоидоз. Гистологическая картина также более типична для AL-амилоидоза, для которого характерно диффузное отложение амилоидных масс в интерстиции и в стенке сосудов, в то время как для ATTR-амилоидоза характерен очаговый вариант отложения амилоида в интерстиции без депозитов в сосудистой стенке. Кроме того, было обнаружено, что больные с AL-амилоидозом имеют большее количество амилоида в сравнении с ATTR. Описанная морфологическая структура может объяснить гораздо лучший прогноз у больных с транстиретиновым амилоидозом по сравнению с AL-амилоидозом [20–22].

Наиболее точными методами типирования амилоидоза являются иммуногистохимический с применением антисывороток к основным типам амилоидного белка и, особенно, масс-спектрометрия [7]. Данные методики нам были недоступны, и планировалось консультирование по определению типа амилоидоза и по лечению пациента в специализированном центре, которое мы не успели провести из-за смерти пациента. К сожалению, мы имели дело с поздней диагностикой быстро прогрессирующего тяжелого амилоидоза сердца. Данное заболевание имеет множество масок других нозологических форм с сердечной недостаточностью и трудно диагностируется. От появления первых симптомов поражения сердца при AL-амилоидозе до летального

исхода проходит от полугода до года [9]. При опросе 530 пациентов с амилоидозом сердца оказалось, что у 37,1% респондентов диагноз амилоидоза был установлен не ранее чем через год после появления начальных симптомов [12].

Отсутствие изначальной настороженности врачей в отношении амилоидоза сердца приводит к его достаточно быстрому прогрессированию и существенно ухудшает прогноз.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЭхоКГ, находясь на первой линии клинического обследования пациентов с амилоидозом сердца, обладает возможностью выявлять как общие для рестриктивных кардиомиопатий признаки тяжелой диастолической дисфункции, так ряд неспецифических, но очень характерных признаков, позволяющих заподозрить амилоидоз и стимулировать дальнейшее обследование пациента. Важен комплексный и мульти-модальный подход к диагностике амилоидоза, при котором оцениваются не отдельные диагностические критерии, а проводятся анализ и сопоставление клинико-лабораторных данных, ЭхоКГ и других инструментальных исследований. Представленное клиническое наблюдение еще раз демонстрирует необходимость повышения информированности и настороженности врачей различных специальностей в отношении амилоидоза и ведущую роль ЭхоКГ на начальном этапе диагностического поиска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buxbaum J.N., Dispenzieri A., Eisenberg D.S. et al. Amyloid nomenclature 2022: update, novel proteins, and recommendations by the International Society of Amyloidosis (ISA) Nomenclature Committee. *Amyloid*. 2022; 29 (4): 213–219. <https://doi.org/10.1080/13506129.2022.2147636>
2. Стрелкова И.Е. Новая эра в лечении амилоидоза сердца: обзор конгресса кардиологов. *Лечащий Врач*. 2021; 12 (24): 90–94. <https://doi.org/10.51793/OS.2021.24.12.013>
3. Garcia-Pavia P., Dominguez F., Gonzalez-Lopez E. Transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Medical Clinic (Barc)*. 2021; 156 (3): 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.06.064>
4. Hertz M.A., Dispensieri A. Recognition, prognosis and therapy of systemic amyloidosis: a systematic review. *JAMA*. 2020; 324 (1): 79–89. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.5493>
5. Tanskanen M., Peuralinna T., Polvikoski T. et al. Senile systemic amyloidosis affects 25% of the very aged and associates with genetic variation in alpha2-macroglobulin and tau: A population-based autopsy study. *Ann. Med.* 2008; 40 (3): 232–239. <https://doi.org/10.1080/07853890701842988>
6. Cornwell G.G. 3rd, Murdock V.L., Kyle R.A. et al. Frequency and distribution of senile cardiovascular amyloid: clinicopathological correlation. *Am. J. Med.* 1983; 75 (4): 618–623. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(83\)90443-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(83)90443-6)
7. Wechalekar A.D., Fontana M., Quarta C.C., Liedtke M. AL Amyloidosis for Cardiologists: Awareness, Diagnosis, and Future Prospects: JACC: CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC: CardioOncol.* 2022; 4: 427–441. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.009>
8. Manwani R., Cohen O., Sharpley F. et al. A prospective observational study of 915 patients with systemic AL amyloidosis treated with upfront bortezomib. *Blood*. 2019; 134 (25): 2271–2280. <https://doi.org/10.1182/blood.2019000834>
9. Гудкова А.Я., Лапекин С.В., Бежанишвили Т.Г., Трукшина М.А., Давыдова В.Г., Крутиков А.Н., Куликов А.Н., Стрельцова А.А., Андреева С.Е., Грозов Р.В., Полякова А.А., Костарева А.А., Салогуб Г.Н., Шляхто Е.В. AL-амилоидоз с преимущественным поражением сердца. Алгоритм неинвазивной диагностики амилоидной кардиомиопатии. *Терапевтический архив*. 2021; 93 (4): 487–496. <https://doi.org/10.26442/00403660.2021.04.200689>
10. Резник Е.В., Нгуен Т.Л., Степанова Е.А., Устюжанин Д.В., Никитин И.Г. Амилоидоз сердца: взгляд терапевта и кардиолога. *Архивъ внутренней медицины*. 2020; 10 (6): 430–457. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-6-430-457>
11. Терещенко С.Н., Жиров И.В., Моисеева О.М., Адашева Т.В., Аншелес А.А., Барбараш О.Л., Галевич А.С., Гудкова А.Я., Затеищikov Д.А., Костарева А.А., Насонова С.Н., Недогода С.В., Печерина Т.Б., Рыжкова Д.В., Сергиенко В.Б. Практические рекомендации по диагностике транстретиновой амилоидной кардиомиопатии (ATTR-КМП или транстретинового амилоидоза сердца). *Терапевтический архив*. 2022; 94 (4): 584–595. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.04.201465>
12. Гудкова А.Я., Полякова А.А., Амелин А.В., Моисеева О.М., Крутиков А.Н., Тишкова В.М., Грозов Р.В., Рыжкова Д.В., Макурова Т.В., Костарева А.А., Семернин Е.Н., Шляхто Е.В. Val30Met-транстретиновая амилоидная кардиомиопатия. Обзор литературы и клиническое наблюдение. *Российский кардиологический журнал*. 2018; 2 (154): 121–128. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-2-121-128>
13. Cuddy Sarah A.M., Chetrit M., Jankowski M. et al. Practical Points for Echocardiography in Cardiac Amyloidosis. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2022; 35 (9): 31A–40A. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.06.006>
14. Madeira M., Teixeira R., Costa M. et al. Two-dimensional speckle-tracking cardiac mechanics and constrictive pericarditis: a systematic review. *Echocardiography*. 2016; 33(10): 1589–1599. <https://doi.org/10.1111/echo.13293>

15. Garcia-Pavia P., Rapezzi C., Adler Y. et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (16): 1554–1568. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab072>
16. Phelan D., Collier P., Thavendiranathan P. et al. Relative apical sparing of longitudinal strain using two-dimensional speckle-tracking echocardiography is both sensitive and specific for the diagnosis of cardiac amyloidosis. *Heart.* 2012; 98 (19): 1442–1448. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2012-302353>
17. Starr N., Ioannou A., Martinez-Naharro A. Monitoring cardiac amyloidosis with multimodality imaging. *Rev. Esp. Cardiol.* 2024; 77 (1): 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2023.06.014>
18. Falk R.H., Quarta C.C., Dorbala S. How to image cardiac amyloidosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2014; 7 (3): 552–562. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.001396>
19. Bokhari S., Shahzad R., Castaño A., Maurer M.S. Nuclear imaging modalities for cardiac amyloidosis. *J. Nucl. Cardiol.* 2014; 21 (1): 175–184. <https://doi.org/10.1007/s12350-013-9803-2>
20. Kieninger B., Eriksson M., Kandolf R. et al. Amyloid in endomyocardial biopsies. *Virchows Archiv.* 2010; 456 (5): 523–532. <https://doi.org/10.1007/s00428-010-0909-5>
21. Полякова А.А., Семернин Е.Н., Ситникова М.Ю., Авагян К.Л., Грозов Р.В., Пыко С.А., Крутиков А.Н., Давыдова В.Г., Хмельницкая К.А., Шавловский М.М., Коржевский Д.Э., Гудкова А.Я. Транстиретиновый амилоидоз в когорте пациентов с хронической сердечной недостаточностью старческого возраста и долгожителей. *Кардиология.* 2018; 58 (S2): 12–18. <https://doi.org/10.18087/cardio.2390>
22. Larsen B.T., Mereuta O.M., Dasari S. et al. Correlation of histomorphological pattern of cardiac amyloid deposition with amyloid type: a histological and proteomic analysis of 108 cases. *Histopathology.* 2016; 68 (5): 648–656. <https://doi.org/10.1111/his.12793>
23. Lousada I., Comenzo R. L., Landau H. et al. Light Chain Amyloidosis: Patient Experience Survey from the Amyloidosis Research Consortium. *Adv. Ther.* 2015; 32 (10): 920–928. <https://doi.org/10.1007/s12325-015-0250-0>
1. Buxbaum J.N., Dispenzieri A., Eisenberg D.S. et al. Amyloid nomenclature 2022: update, novel proteins, and recommendations by the International Society of Amyloidosis (ISA) Nomenclature Committee. *Amyloid.* 2022; 29 (4): 213–219. <https://doi.org/10.1080/13506129.2022.2147636>
2. Strelkova I. E. New era in the treatment of cardiac amyloidosis: review of the Congress of Cardiologists. *Attending Doctor.* 2021; 12 (24): 90–94. <https://doi.org/10.51793/OS.2021.24.12.013> (In Russian)
3. Garcia-Pavia P., Dominguez F., Gonzalez-Lopez E. Transthyretin amyloid cardiomyopathy. *Medical Clinic (Barc).* 2021; 156 (3): 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2020.06.064>
4. Hertz M.A., Dispenzieri A. Recognition, prognosis and therapy of systemic amyloidosis: a systematic review. *JAMA.* 2020; 324 (1): 79–89. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.5493>
5. Tanskanen M., Peuralinna T., Polvikoski T. et al. Senile systemic amyloidosis affects 25% of the very aged and associates with genetic variation in alpha2-macroglobulin and tau: A population-based autopsy study. *Ann. Med.* 2008; 40 (3): 232–239. <https://doi.org/10.1080/07853890701842988>
6. Cornwell G.G. 3rd, Murdock V.L., Kyle R.A. et al. Frequency and distribution of senile cardiovascular amyloid: clinicopathological correlation. *Am. J. Med.* 1983; 75 (4): 618–623. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(83\)90443-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(83)90443-6)
7. Wechalekar A.D., Fontana M., Quarta C.C., Liedtke M. AL Amyloidosis for Cardiologists: Awareness, Diagnosis, and Future Prospects: JACC: CardioOncology State-of-the-Art Review. *JACC: CardioOncol.* 2022; 4: 427–441. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.009>
8. Manwani R., Cohen O., Sharpley F. et al. A prospective observational study of 915 patients with systemic AL amyloidosis treated with upfront bortezomib. *Blood.* 2019; 134 (25): 2271–2280. <https://doi.org/10.1182/blood.2019000834>
9. Gudkova A.Ya., Lapekin S.V., Bezhanishvili T.G. et al. AL amyloidosis with predominant damage to the heart. Algorithm for non-invasive diagnosis of amyloid cardiomyopathy. *Therapeutic Archive.* 2021; 93 (4): 87–496. <https://doi.org/10.26442/0403660.2021.04.200689> (In Russian)
10. Reznik E.V., Nguyen T.L., Stepanova E.A. et al. Cardiac amyloidosis: the view of a therapist and cardiologist. *Archive of Internal Medicine.* 2020; 10 (6): 430–457. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2020-10-6-430-457> (In Russian)
11. Tereshchenko S.N., Zhirov I.V., Moiseeva O.M. et al. Practical guidelines for the diagnosis of transthyretin amyloid cardiomyopathy (ATTR-CM or transthyretin cardiac amyloidosis). *Therapeutic Archive.* 2022; 94 (4): 584–595. <https://doi.org/10.26442/0403660.2022.04.201465> (In Russian)
12. Gudkova A.Ya., Polyakova A.A., Amelin A.V. et al. Val30Met-transthyretin amyloid cardiomyopathy. Literature review and clinical observation. *Russian Journal of Cardiology.* 2018; 2 (154): 121–128. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2018-2-121-128> (In Russian)
13. Cuddy Sarah A.M., Chetrit M., Jankowski M. et al. Practical Points for Echocardiography in Cardiac Amyloidosis. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2022; 35 (9): 31A–40A. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2022.06.006>
14. Madeira M., Teixeira R., Costa M. et al. Two-dimensional speckle-tracking cardiac mechanics and constrictive pericarditis: a systematic review. *Echocardiography.* 2016; 33(10): 1589–1599. <https://doi.org/10.1111/echo.13293>
15. Garcia-Pavia P., Rapezzi C., Adler Y. et al. Diagnosis and treatment of cardiac amyloidosis: a position statement of the ESC Working Group on Myocardial and Pericardial Diseases. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (16): 1554–1568. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab072>
16. Phelan D., Collier P., Thavendiranathan P. et al. Relative apical sparing of longitudinal strain using two-dimensional speckle-tracking echocardiography is both sensitive and specific for the diagnosis of cardiac amyloidosis. *Heart.* 2012;

REFERENCES

- 98 (19): 1442–1448. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2012-302353>
17. Starr N., Ioannou A., Martinez-Naharro A. Monitoring cardiac amyloidosis with multimodality imaging. *Rev. Esp. Cardiol.* 2024; 77 (1): 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2023.06.014>
 18. Falk R.H., Quarta C.C., Dorbala S. How to image cardiac amyloidosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2014; 7 (3): 552–562. <https://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.113.001396>
 19. Bokhari S., Shahzad R., Castaño A., Maurer M.S. Nuclear imaging modalities for cardiac amyloidosis. *J. Nucl. Cardiol.* 2014; 21 (1): 175–184. <https://doi.org/10.1007/s12350-013-9803-2>
 20. Kieninger B., Eriksson M., Kandolf R. et al. Amyloid in endomyocardial biopsies. *Virchows Archiv.* 2010; 456 (5): 523–532. <https://doi.org/10.1007/s00428-010-0909-5>
 21. Polyakova A.A., Semernin E.N., Sitnikova M.Yu. et al. Transthyretin amyloidosis in a cohort of elderly and long-livers patients with chronic heart failure. *Cardiology.* 2018; 58(S2): 12–18. <https://doi.org/10.18087/cardio.2390> (In Russian)
 22. Larsen B.T., Mereuta O.M., Dasari S. et al. Correlation of histomorphological pattern of cardiac amyloid deposition with amyloid type: a histological and proteomic analysis of 108 cases. *Histopathology.* 2016; 68 (5): 648–656. <https://doi.org/10.1111/his.12793>
 23. Lousada I., Comenzo R. L., Landau H. et al. Light Chain Amyloidosis: Patient Experience Survey from the Amyloidosis Research Consortium. *Adv. Ther.* 2015; 32 (10): 920–928. <https://doi.org/10.1007/s12325-015-0250-0>

Clinical case of cardiac amyloidosis: the value of echocardiography on the path to diagnosis

L.O. Glazun^{1*}, E.V. Polukhina¹, E.S. Kanin², V.M. Loifman², T.V. Pashkovskaya²

¹ Postgraduate Institute for Public Health Workers; 9, Krasnodarskaya str.,
Khabarovsk 680009, Russian Federation

² Regional Clinical Hospital named after Professor S.I. Sergeev;
9, Krasnodarskaya str., Khabarovsk 680009, Russian Federation

Lyudmila O. Glazun – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Division of Radiology and Functional Diagnostics, Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk. <https://orcid.org/0000-0002-1618-9368>

Elena V. Polukhina – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of Division of Radiology and Functional Diagnostics, Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk. <https://orcid.org/0000-0002-8760-4880>

Evgeniy S. Kanin – M.D., Head of the Pathology department, Regional Clinical Hospital named after Professor S.I. Sergeev, Khabarovsk. <https://orcid.org/0009-0005-2975-293X>

Vitaly M. Loifman – M.D., Head of the Cardiology Department, Regional Clinical Hospital named after Professor S.I. Sergeev, Khabarovsk. <https://orcid.org/0009-0006-4626-8477>

Tatyana V. Pashkovskaya – M.D., Cardiology Department, Regional Clinical Hospital named after Professor S.I. Sergeev, Khabarovsk. <https://orcid.org/0009-0007-3531-3989>

Correspondence* to Dr. Lyudmila O. Glazun – e-mail: loglazun@mail.ru

The article presents a clinical case of severe cardiac amyloidosis, confirmed by life-time histological examination and autopsy data. Data from the clinical, instrumental, and complete echocardiographic examinations of the patient are presented. The stages of the multimodal algorithm of amyloidosis diagnosis are discussed in this example: the criteria suspicious for cardiac amyloidosis; histological examination for diagnosis confirmation; and the and the determination of the amyloidosis type in the aspect of pathogenetic therapy, which is different for the main (AL- and ATTR) types of amyloidosis. The main attention is paid to the discrepancy between some clinical manifestations and the results of instrumental examinations suspicious for cardiac amyloidosis. The echocardiographic criteria for differential diagnosis of amyloidosis and other conditions associated with heart failure, hypertrophic cardiomyopathy, and constrictive pericarditis are described. Echocardiography is the main key to the difficult diagnosis of amyloidosis and plays a decisive role in the first stage of the diagnostic search.

Keywords: echocardiography; cardiac amyloidosis; restrictive cardiomyopathy; hypertrophic cardiomyopathy; diastolic dysfunction; chronic heart failure with preserved left ventricular ejection fraction

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Glazun L.O., Polukhina E.V., Kanin E.S., Loifman V.M., Pashkovskaya T.V. Clinical case of cardiac amyloidosis: the value of echocardiography on the path to diagnosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2024; 1: 22–34. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-077> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-083>

Как быстро растет миксома левого предсердия по данным ультразвукового исследования. Клиническое наблюдение и обзор литературы

М.Н. Алехин, А.В. Молочков, А.М. Гришин, О.Г. Рафаэлова*

ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой”

Управления делами Президента Российской Федерации;

121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 15, Российская Федерация

Эхокардиография представляет собой основной способ диагностики первичных опухолей сердца, среди которых самыми частыми являются миксомы. Вслед за обнаружением миксомы сердца обычно следует ее хирургическое удаление для того, чтобы избежать эмболических осложнений. В связи с этим сообщений о документированном наблюдении за ростом миксом в литературе немного. В статье представлено наблюдение за пациентом с миксомой левого предсердия, которая на протяжении 2 лет и 5 мес выросла до гигантских размеров с развитием обструкции левого атриовентрикулярного отверстия и была успешно удалена хирургически. Скорость роста миксомы в представленном наблюдении составила 2,3 мм в месяц и была близка к медиане скорости роста миксом по данным литературы, которая составляет около 3 мм в месяц.

Ключевые слова: миксома сердца; левое предсердие; эхокардиография; скорость роста

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Алехин М.Н., Молочков А.В., Гришин А.М., Рафаэлова О.Г. Как быстро растет миксома левого предсердия по данным ультразвукового исследования. Клиническое наблюдение и обзор литературы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 35–43. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-083>

Алехин Михаил Николаевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Молочков Анатолий Владимирович – доктор мед. наук, заведующий отделением кардиохирургии ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1213-0940>

Гришин Алексей Михайлович – канд. мед. наук, врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0009-0001-7102-5614>

Рафаэлова Оксана Гарриевна – врач отделения функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0009-0007-5061-7788>

Контактная информация*: Рафаэлова Оксана Гарриевна – e-mail: rafaelo04@yandex.ru

Эхокардиография (ЭхоКГ) кардинально изменила диагностику такой редкой патологии сердца, как первичные опухоли. Самыми частыми первичными опухолями сердца являются миксомы, представляющие собой обычно внутрисердечные, гистологически доброкачественные опухоли сердца, зачастую расположенные в левом предсердии с прикреплением в области овальной ямки межпредсердной перегородки [1–3]. Эхокардиографическая диагностика миксом обычно не представляет сложностей и описания как отдельных случаев, так и серий наблюдений постоянно встречаются в литературе [4–7].

Несмотря на доброкачественный характер, при нераспознанном диагнозе возможно клинически злокачественное течение миксом вплоть до фатальных исходов вследствие массивной эмболии или обструкции кровотока, в основном на уровне левого атриовентрикулярного отверстия [1–3]. Радикальным способом лечения миксом является их хирургическое удаление. В связи с этим относительно немного известно о скорости роста миксом при их естественном развитии. За последние 10 лет нам не удалось найти ни одной отечественной публикации по этому вопросу. Однако в некоторых случаях оперативное лечение не может быть выполнено по разным причинам и у таких пациентов с помощью ЭхоКГ или других методов визуальной диагностики становится возможным оценить скорость роста опухоли.

Цель данной статьи: представление клинического наблюдения пациента с миксомой левого предсердия, которая росла на протяжении 2 лет и 5 мес.

Клиническое наблюдение

Пациент С., 67 лет, обратился в ЦКБП УДП РФ с жалобами на слабость, одышку при небольшой нагрузке (ходьба до 100 м). Вышеуказанные жалобы начали беспокоить последний год с постепенным увеличением одышки. Пациент длительное время наблюдается по поводу ИБС со стенозирующим атеросклерозом коронарных артерий. В 2020 г. были выполнены баллонная ангиопластика и стентирование ствола левой коронарной артерии и передней нисходящей артерии двумя стентами и еще один стент был установлен в правую коронарную артерию. С сентября 2020 г. по данным

ЭхоКГ во время госпитализации в левом предсердии регистрируется малоподвижное эхопозитивное образование, прикрепленное к межпредсердной перегородке, размерами $22 \times 15 \times 17$ мм, не препятствующее нормальному кровотоку (рис. 1–3). Была заподозрена миксома левого предсердия на основе типичной локализации и места прикрепления выявленного образования. В связи с этим пациенту неоднократно предлагалось оперативное лечение с целью удаления образования, от выполнения которого пациент каждый раз отказывался. Через год в сентябре 2021 г. пациент перенес преходящее нарушение мозгового кровообращения, был выполнен тромболизис с хорошим восстановлением. При контрольном эхокардиографическом обследовании в этот период также регистрировалось вышеуказанное образование в левом предсердии.

Наблюдалось ухудшение самочувствия пациента в течение последнего года из-за увеличения слабости и выраженности одышки. При исследовании функции внешнего дыхания были выявлены обструктивные нарушения легкой степени без снижения жизненной емкости легких. При ЭхоКГ выявлены дилатация левого предсердия, увеличение размеров образования левого предсердия до 49×24 мм, в диастолу образование пролабирует в полость левого желудочка, увеличение выраженности трикуспидальной регургитации до II степени, систолическое давление в легочной артерии 45 мм рт.ст. После согласия на проведение хирургического лечения пациент был госпитализирован в отделение кардиохирургии ЦКБ УДП РФ для выполнения операции удаления дополнительного образования. По данным ЭхоКГ перед хирургическим вмешательством: локальная и глобальная сократимость сохранена, в дилатированном левом предсердии (объем до 98 мл (индекс объема левого предсердия 48 мл/м^2)) регистрировалось подвижное образование овальной формы, больших размеров. Образование занимает большую часть левого предсердия и препятствует нормальному кровотоку через левое атриовентрикулярное отверстие, пролабируя в диастолу через атриовентрикулярное отверстие (рис. 4, 5). Выраженность обструкции кровотока значительная (максимальный градиент через левое атриовентрикулярное отверстие – около 22 мм рт.ст., средний градиент давления 14 мм рт.ст.) (рис. 6). Максимальные размеры образования в диастолу желудочков составили 84×30 мм (рис. 7). Также регистрировались небольшие



Рис. 1. Двухмерная эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции в систолу желудочков. В левом предсердии визуализируется дополнительное округлое эхопозитивное образование (показано стрелкой).

Fig. 1. Two-dimensional echocardiogram, apical four-chamber view in ventricular systole. An additional round echo-positive mass is visible in the left atrium (indicated by an arrow).

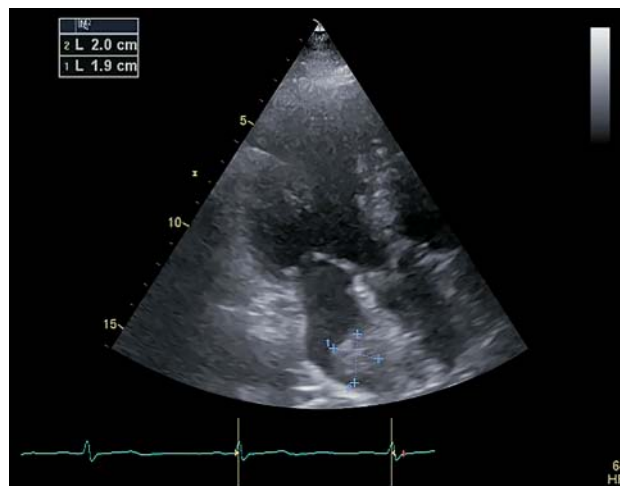


Рис. 2. Двухмерная эхокардиограмма в апикальной пятикамерной позиции в систолу желудочков. В левом предсердии визуализируется дополнительное округлое эхопозитивное образование диаметром 2,0 см.

Fig. 2. Two-dimensional echocardiogram, apical five-chamber view in ventricular systole. An additional round echo-positive mass with a diameter of 2.0 cm is visible in the left atrium.

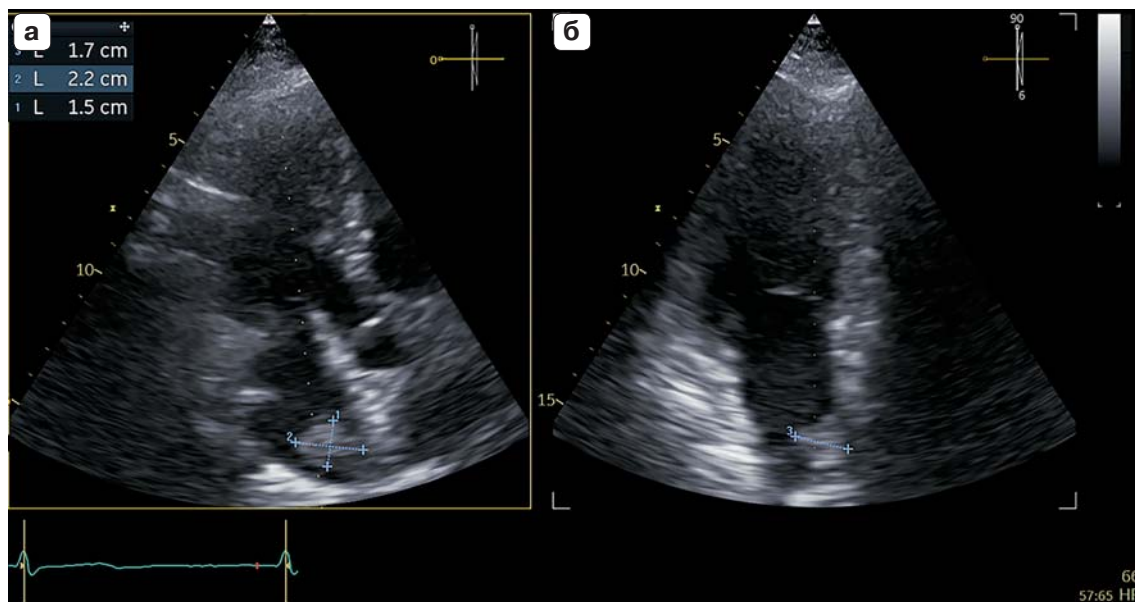


Рис. 3. Трехмерная эхокардиограмма из верхушечного доступа, биплановое сканирование. **а** – апикальная пятикамерная позиция в диастолу желудочков (опорная плоскость), отчетливо визуализируется дополнительное эхопозитивное образование в левом предсердии размерами 1,5 × 2,2 см. Курсор перпендикулярной плоскости позиционируется на дополнительном образовании в левом предсердии; **б** – перпендикулярная опорной плоскости соответствует апикальной двухкамерной позиции. Размер образования в этой плоскости равен 1,7 см.

Fig. 3. Three-dimensional echocardiogram, apical view, biplane imaging. **a** – apical five-chamber view in ventricular diastole (reference view), an additional echo-positive mass measuring 1.5 × 2.2 cm is clearly visible in the left atrium. The cursor of the perpendicular plane is set on the additional mass in the left atrium; **б** – the perpendicular reference plane corresponds to the apical two-chamber view. The mass dimension in this plane is 1.7 cm.



Рис. 4. Двухмерная эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции в систолу желудочков. В левом предсердии визуализируется дополнительное эхопозитивное образование больших размеров (стрелка), занимающее практически всю полость левого предсердия.

Fig. 4. Two-dimensional echocardiogram, the apical four-chamber view in ventricular systole. The additional echo-positive large mass (arrow) fills almost the entire cavity of the left atrium.



Рис. 5. Двухмерная эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции в диастолу желудочков. Образование выполняет всю полость левого предсердия (стрелка) и пролабирует в левый желудочек через левое атрио-вентрикулярное отверстие, приводя к его обструкции.

Fig. 5. Two-dimensional echocardiogram, the apical four-chamber view in ventricular diastole. The mass fills the entire cavity of the left atrium (arrow) and prolapses into the left ventricle through the left atrioventricular orifice, leading to its obstruction.

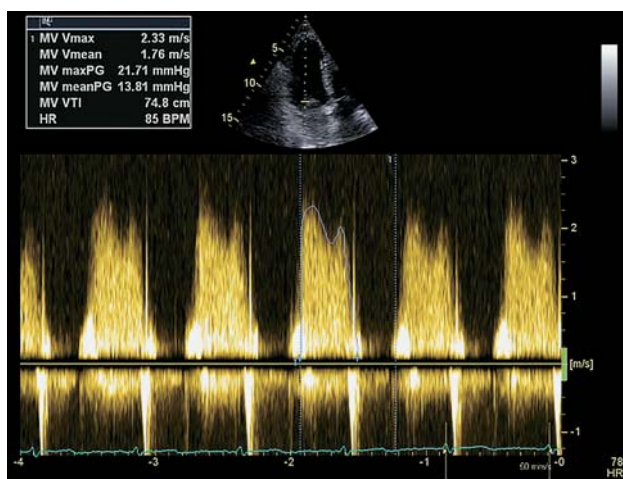


Рис. 6. Трансмитральный кровоток в импульсно-волновом доплеровском режиме из апикальной четырехкамерной позиции с признаками обструкции кровотока: максимальная скорость трансмитрального кровотока 2,3 м/с, максимальный трансмитральный градиент давления 21,7 мм рт.ст., средний трансмитральный градиент давления 13,8 мм рт.ст.

Fig. 6. Transmitral blood flow in pulsed wave Doppler in the apical four-chamber view with signs of blood flow obstruction: maximum transmitral blood flow velocity of 2.3 m/s, maximum transmitral pressure gradient of 21.7 mm Hg, and average transmitral pressure gradient of 13.8 mm Hg.



Рис. 7. Двухмерная эхокардиограмма в апикальной четырехкамерной позиции в диастолу желудочков в режиме увеличения. Размеры образования 8,4 × 3,0 см.

Fig. 7. Two-dimensional echocardiogram, the apical four-chamber view in ventricular diastole in zoom mode. The mass dimensions are 8.4 × 3.0 cm.

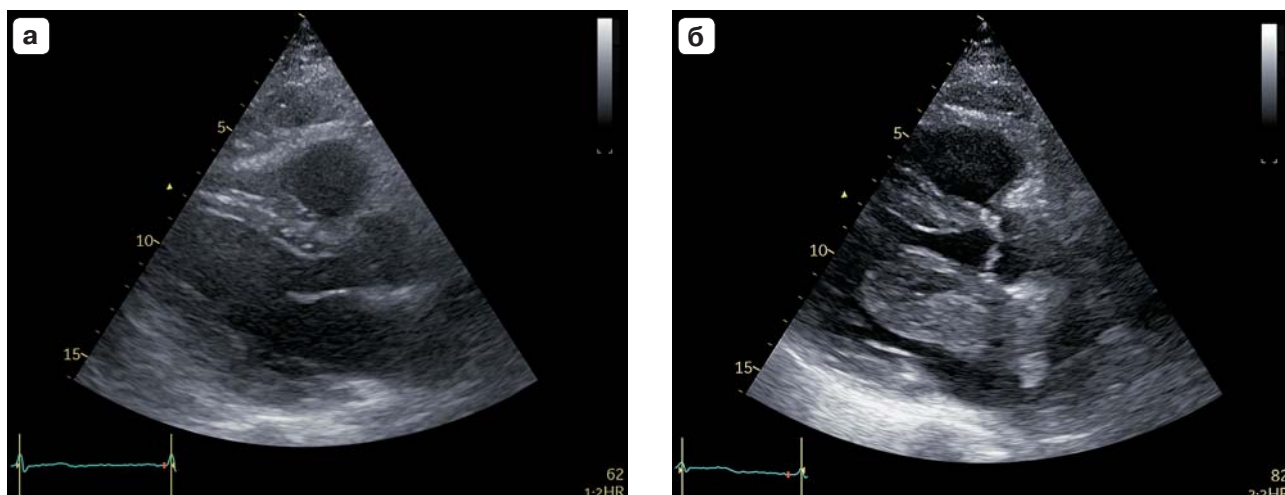


Рис. 8. Двухмерная эхокардиограмма в парастеральной позиции по длинной оси левого желудочка в диастолу. **а** – в сентябре 2020 г.; **б** – в марте 2023 г.

Fig. 8. Two-dimensional echocardiogram, parasternal long-axis view of LV in diastole. **a** – in September 2020; **b** – in March 2023.



Рис. 9. Миксома левого предсердия после удаления.

Fig. 9. Myxoma of the left atrium after removal.

митральная и аортальная регургитации (I степени), трикуспидальная регургитация II степени. Створки митрального клапана не утолщены, без ограничения их подвижности, диаметр фиброзного кольца митрального клапана составил 38 мм из парастерального доступа по длинной оси. Систolicеское давление в легочной артерии составило 60 мм рт.ст. При сравнении

с ЭхоКГ от 18.09.2020: увеличение размеров дополнительного образования с признаками обструкции левого атриовентрикулярного отверстия; увеличение левых камер сердца, правого предсердия (рис. 8). По данным коронароангиографии ранее установленные стенты проходимы, имеются устьевой стеноз (80%) крупной диагональной ветви и значимое сужение (70%) устья огибающей артерии, заднебоковая ветвь огибающей артерии окклюзирована от устья. Пациенту выполнено удаление новообразования левого предсердия, коронарное шунтирование: секвенциальное маммарокоронарное шунтирование (левой внутренней грудной артерией) диагональной ветви передней нисходящей артерии, ветви тупого края огибающей артерии. На рис. 9 представлена удаленная миксома. Размеры ее составляли 8 × 3 см, местом прикрепления была площадка площадью до 2,0 см² к межпредсердной перегородке.

По результатам гистологического исследования была подтверждена миксома: новообразование представлено миксоидной стромой с группами рыхло расположенных полигональных или биполярных клеток с мономорфными ядрами и эозинофильной цитоплазмой, обилием капилляров, кровоизлияниями и отложениями фибрина. Послеоперационный период протекал без осложнений, и пациент был выписан в удовлетворительном состоянии.

Таким образом, с момента регистрации миксомы у нашего пациента 18.09.2020 до момента оперативного ее удаления 10.03.2023 прошло

2 года 5 мес 20 дней. Максимальный размер миксомы увеличился на 62 мм и скорость роста миксомы составила около 2,3 мм в месяц.

ОБСУЖДЕНИЕ

С целью сопоставления скорости роста миксомы левого предсердия у нашего пациента с данными литературы мы выполнили поиск с использованием следующих ключевых слов: “миксома левого предсердия и рост опухоли” в базе научной электронной библиотеки elibrary.ru и “cardiac myxoma left atrium and tumor growth” в библиографической базе статей по медицинским наукам MEDLINE. По результатам поиска было найдено 5 русскоязычных

статей и 88 статей на английском языке. Мы включили в наш анализ только статьи, которые были посвящены росту впервые выявленных и ранее не оперированных миксом. Описание опухолей другого генеза, повторные миксомы, обзорные статьи и исследования без документированной скорости роста миксомы мы не включали в наш анализ.

В таблице приводятся расчетные значения роста миксом по данным публикаций.

Как представлено в таблице, по данным литературы скорость роста миксом левого предсердия существенно варьирует. Миксомы порой достигают очень больших размеров. Медиана скорости роста миксом составляет 3 мм в месяц и варьирует от 0 до

Таблица. Данные литературы по скорости роста миксом левого предсердия

Table. Literature data on the growth rate of left atrium myxomas

Авторы	Год	Возраст, годы	Пол м/ж	Размеры при первом исследовании, мм	Размеры при последнем исследовании, мм	Интервал между исследованиями, мес	Скорость роста миксомы по максимальному размеру, мм/мес
K.I. Marinissen et al. [8]	1987	65	м	Отсутствует	60 × 40	18	3,3
R. Roudaut et al. [9]	1987	45	м	Отсутствует	55 × 40	8	6,9
T. Ahern et al. [10]	1989	76	м	Отсутствует	25 × 40	17	2,3
W.T. Pochis et al. [11]	1991	62	ж	Отсутствует	75 × 50 × 35	17	4,4
M.J. Rey et al. [12]	1993	74	ж	Отсутствует	45 × 29 × 39	27	1,6
G.E. Lane et al. [13]	1994	72	м	25 × 20	25 × 20	21	Нет роста
K. Iga et al. [14]	1997	57	м	15 × 13	38 × 36	18	1,3
J.F. Kay, W.H. Chow [15]	2002	71	м	40 × 46	40 × 47	15 лет	Нет роста
E. Karlof et al. [16]	2006	58	м	Отсутствует	150 × 30	11	13,6
J. Walpot et al. [17]	2010	65	ж	Отсутствует	44 × 40	12	3,75
A. Vazir, H. Douthwaite [18]	2011	62	ж	Отсутствует	26,7 × 10	12	2,2
Е.А. Захарьян [7]	2012	25	ж	50 × 28 × 32	52 × 29 × 34	1	2
Rubio Alvarez J. et al. [19]	2013	60	м	10 × 10	20 × 20	3	3
Е.В. Брюхина и соавт. [20]	2014	37	ж	40 × 27	50	2 мес 3 нед	3,6
T.Y. Kim, K.H. Kim [21]	2019	75	ж	Отсутствует	38 × 27	3	12,6
L. Abdulmajid et al. [22]	2021	71	м	0,88 см ³	5,91 см ³	77	0,14
Собственные данные	2024	67	м	22 × 15 × 17	84 × 30 × 35	27	2,3

13,6 мм в месяц. Е. Karlof и соавт. [16] исходя из собственного наблюдения предположили линейный рост миксомы. Однако, по мнению Т. Kato и соавт. [23], рост миксомы может носить экспоненциальный характер, что в значительной степени зависит от того, когда был поставлен диагноз. R. Alvares и соавт. [19] на основе собственного наблюдения отметили, что начальный период роста опухоли может быть очень быстрым. Напротив, G.E. Lane и соавт. [13] заявили, что миксома левого предсердия может находиться в стабильном состоянии или скорость роста может быть неоднородной. На длительное стабильное состояние миксомы, особенно у пожилых людей, указывали и J.F. Кау и W.H. Chow [15]. Заслуживает внимания недавняя публикация Т. Kato и соавт. [23] об очень редком наблюдении чрезвычайно быстрого увеличения размеров миксомы за счет массивных неоднократных внутренних кровоизлияний в ней. В этом случае речь не идет о собственном росте миксомы, однако кровоизлияния критично изменяли размеры, форму и хрупкость миксомы. Здесь уместно отметить, что и в нашем случае имелись кровоизлияния в опухоли при морфологическом исследовании, а при эхокардиографическом исследовании опухоль имела неоднородную эхогенность с наличием гипоэхогенных участков (см. рис. 5, 7, 8б).

У описанного нами пациента скорость роста миксомы была близка к значению медианы по данным литературы и составила около 2,3 мм в месяц. Следует обратить внимание, что несмотря на хорошее восстановление после тромбоза во время эпизода острого нарушения мозгового кровообращения, которое произошло через год после обнаружения миксомы, мы не можем исключить эмболический характер этого события. Это еще раз подчеркивает важность своевременного хирургического лечения таких пациентов.

Таким образом, ЭхоКГ играет ведущую роль прежде всего в выявлении миксом сердца, а также в процессе наблюдения за такими пациентами в ситуациях, когда не удастся сразу же выполнить удаление миксомы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровский Б.В., Константинов Б.А., Нечаенко М.А. Первичные опухоли сердца. М.: Медицина, 1997. 152 с.
2. Цукерман Г.И., Малащенко А.И., Кавсадзе В.Э. Опухоли сердца (клиника, диагностика и результаты хирургического лечения). М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 1999. 269 с.
3. Ильинский И.М., Луговский М.К., Иванов А.С., Можейко Н.П., Куренкова Л.Г. Морфологическая характеристика миксом сердца: 25-летний опыт операций в ФНЦ трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2017; 19 (2): 104–113. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2017-2-104-113>
4. Буланова Е.Ю. Случай миксомы левого предсердия. *Кардиология*. 2016; 1: 99–100. <https://doi.org/10.18565/cardio.2016.1.99-100>.
5. Балахонова Н.П., Драпкина О.М. Миксома левого предсердия. *Российские медицинские вести*. 2007; 12 (3): 80–84.
6. Алехин М.Н., Гогин Г.Е., Воробьева А.А., Беляев А.А., Сидоренко Б.А. Миксома трехпредсердного сердца. *Кардиология*. 2008; 10: 71–73.
7. Захарьян Е.А. Клинические случаи миксомы левого предсердия: особенности клинического течения, диагностики, лечения. *Таврический медико-биологический вестник*. 2012; 15 (4): 389–393.
8. Marinissen K.I., Essed C., de Groot C. et al. Growth rate of left atrial myxoma. Development of a symptomatic left atrial myxoma less than two years after coronary artery bypass grafting. *Chest*. 1987; 92 (5): 941–942. <https://doi.org/10.1378/chest.92.5.941>
9. Roudaut R., Gosse P., Dallochio M. Rapid growth of a left atrial myxoma shown by echocardiography. *Br. Heart J*. 1987; 58 (4): 413–416. <https://doi.org/10.1136/hrt.58.4.413>
10. Ahern T., Chandrasekaran K., Mintz G.S., Ross J. Detection of growth of an atrial myxoma after aortic valve replacement. *Am. Heart J*. 1989; 118 (5, Pt 1): 1062–1063. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(89\)90247-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(89)90247-0)
11. Pochis W.T., Wingo M.W., Cinquegrani M.P., Sagar K.B. Echocardiographic demonstration of rapid growth of a left atrial myxoma. *Am. Heart J*. 1991; 122 (6): 1781–1784. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(91\)90303-y](https://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90303-y)
12. Rey M.J., Tamm C., Faidutti B. et al. Growth rate of primary left atrial myxoma. *Eur. Heart J*. 1993; 14 (8): 1146–1147. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/14.8.1146>
13. Lane G.E., Kapples E.J., Thompson R.C. et al. Quiescent left atrial myxoma. *Am. Heart J*. 1994; 127(6):1629–1631. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(94\)90398-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(94)90398-0)
14. Iga K., Izumi C., Konishi T. Rapid growth of a left atrial myxoma. Serial two-dimensional echocardiographic observation over eighteen months. *Int. J. Cardiol*. 1997; 61 (1): 85–87. [https://doi.org/10.1016/s0167-5273\(97\)00109-5](https://doi.org/10.1016/s0167-5273(97)00109-5)

15. Kay J.F., Chow W.H. Long-term survival of quiescent left atrial myxoma in an elderly patient. *Am. J. Geriatr. Cardiol.* 2002; 11 (3): 165–168. <https://doi.org/10.1111/j.1076-7460.2002.00831.x>
16. Karlof E., Salzberg S.P., Anyanwu A.C. et al. How fast does an atrial myxoma grow? *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (4): 1510–1512. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.11.014>
17. Walpot J., Shivalkar B., Rodrigues I. et al. Atrial myxomas grow faster than we think. *Echocardiography*. 2010; 27 (10): E128–131. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2010.01186.x>
18. Vazir A., Douthwaite H. Rapidly growing left atrial myxoma: a case report. *J. Med. Case Rep.* 2011; 5: 417. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-5-417>
19. Alvarez R.J., de Alegria M.A., Quiroga S.J. et al. Rapid growth of left atrial myxoma after radiofrequency ablation. *Tex. Heart Inst. J.* 2013; 40 (4): 459–461.
20. Брюхина Е.В., Ищенко Л.С., Ломова Е.С., Уланова Д.С. Миксома левого предсердия у беременной: особенности клинического течения, тактика. *Акушерство и гинекология*. 2014; 9: 114–116.
21. Kim T.Y., Kim K.H. Rapidly Growing Intra-Cardiac Mass Mimicking a Local Recurrence of Lung Cancer or a Thrombus in the Left Atrium. *Heart Surg. Forum*. 2019; 22 (5): E317–E318. <https://doi.org/10.1532/hsf.2479>
22. Abdulmajid L., El Addouli H., Paelinck B., De Bock D. Natural Growth of Left Atrial Myxoma. *Ann. Thorac. Surg.* 2021; 111 (4): e275–e277. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.088>
23. Kato T., Umeda E., Suzui N. et al. Rapid expansion of a left atrial myxoma caused by acute multiple internal hemorrhages: a case report and literature review. *J. Cardiothorac. Surg.* 2024; 19 (1): 13. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02495-3>
6. Alekhin M.N., Gogin G.E., Vorobyova A.A. et al. Myxoma of the triatrial heart. *Cardiology*. 2008; 10: 71–73. (In Russian)
7. Zakharyan E.A. Clinical cases of left atrium myxoma: features of clinical course, diagnosis, treatment. *Tauride Medical and Biological Bulletin*. 2012; 15 (4): 389–393. (In Russian)
8. Marinissen K.I., Essed C., de Groot C. et al. Growth rate of left atrial myxoma. Development of a symptomatic left atrial myxoma less than two years after coronary artery bypass grafting. *Chest*. 1987; 92 (5): 941–942. <https://doi.org/10.1378/chest.92.5.941>
9. Roudaut R., Gosse P., Dallochio M. Rapid growth of a left atrial myxoma shown by echocardiography. *Br. Heart J.* 1987; 58 (4): 413–416. <https://doi.org/10.1136/hrt.58.4.413>
10. Ahern T., Chandrasekaran K., Mintz G.S., Ross J. Detection of growth of an atrial myxoma after aortic valve replacement. *Am. Heart J.* 1989; 118 (5, Pt 1): 1062–1063. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(89\)90247-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(89)90247-0)
11. Pochis W.T., Wingo M.W., Cinquegrani M.P., Sagar K.B. Echocardiographic demonstration of rapid growth of a left atrial myxoma. *Am. Heart J.* 1991; 122 (6): 1781–1784. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(91\)90303-y](https://doi.org/10.1016/0002-8703(91)90303-y)
12. Rey M.J., Tamm C., Faidutti B. et al. Growth rate of primary left atrial myxoma. *Eur. Heart J.* 1993; 14 (8): 1146–1147. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/14.8.1146>
13. Lane G.E., Kapples E.J., Thompson R.C. et al. Quiescent left atrial myxoma. *Am. Heart J.* 1994; 127(6): 1629–1631. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(94\)90398-0](https://doi.org/10.1016/0002-8703(94)90398-0)
14. Iga K., Izumi C., Konishi T. Rapid growth of a left atrial myxoma. Serial two-dimensional echocardiographic observation over eighteen months. *Int. J. Cardiol.* 1997; 61 (1): 85–87. [https://doi.org/10.1016/s0167-5273\(97\)00109-5](https://doi.org/10.1016/s0167-5273(97)00109-5)
15. Kay J.F., Chow W.H. Long-term survival of quiescent left atrial myxoma in an elderly patient. *Am. J. Geriatr. Cardiol.* 2002; 11 (3): 165–168. <https://doi.org/10.1111/j.1076-7460.2002.00831.x>
16. Karlof E., Salzberg S.P., Anyanwu A.C. et al. How fast does an atrial myxoma grow? *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (4): 1510–1512. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2005.11.014>
17. Walpot J., Shivalkar B., Rodrigues I. et al. Atrial myxomas grow faster than we think. *Echocardiography*. 2010; 27 (10): E128–131. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8175.2010.01186.x>
18. Vazir A., Douthwaite H. Rapidly growing left atrial myxoma: a case report. *J. Med. Case Rep.* 2011; 5: 417. <https://doi.org/10.1186/1752-1947-5-417>
19. Alvarez R.J., de Alegria M.A., Quiroga S.J. et al. Rapid growth of left atrial myxoma after radiofrequency ablation. *Tex. Heart Inst. J.* 2013; 40 (4): 459–461.
20. Bryukhina E.V., Ishchenko L.S., Lomova E.S., Ulanova D.S. Myxoma of the left atrium in a pregnant woman: features of the clinical course, tactics. *Obstetrics and Gynecology*. 2014; 9: 114–116. (In Russian)

REFERENCES

1. Petrovsky B.V., Konstantinov B.A., Nechaenko M.A. Primary heart tumors. M.: Medicine, 1997. 152 p. (In Russian)
2. Tsukerman G.I., Malashenkov A.I., Kavsadze V.E. Heart tumors (clinic, diagnosis and results of surgical treatment). M.: SCSSKh A.N. Bakuleva RAMS, 1999. 269 p. (In Russian)
3. Iljinsky I.M., Lugovsky M.K., Ivanov A.S., Mozheiko N.P., Kurenkova L.G. Morphological characteristic of surgically removed cardiac myxomas: 25-year experience in V.I. Shumakov federal research center of transplantology and artificial organs. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2017; 19 (2): 104–113. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2017-2-104-113> (In Russian)
4. Bulanova E.Y. Left Atrial Myxoma. *Kardiologiya*. 2016; 56 (1): 99–100. <https://doi.org/10.18565/cardio.2016.1.99-100>. (In Russian)
5. Balakhonova N.P., Drapkina O.M. Myxoma of the left atrium. *Russian Medical News*. 2007; 12 (3): 80–84. (In Russian)

21. Kim T.Y., Kim K.H. Rapidly Growing Intra-Cardiac Mass Mimicking a Local Recurrence of Lung Cancer or a Thrombus in the Left Atrium. *Heart Surg. Forum.* 2019; 22 (5): E317–E318. <https://doi.org/10.1532/hcf.2479>
22. Abdulmajid L., El Addouli H., Paelinck B., De Bock D. Natural Growth of Left Atrial Myxoma. *Ann. Thorac. Surg.* 2021; 111 (4): e275–e277. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.088>
23. Kato T., Umeda E., Suzui N. et al. Rapid expansion of a left atrial myxoma caused by acute multiple internal hemorrhages: a case report and literature review. *J. Cardiothorac. Surg.* 2024; 19 (1): 13. <https://doi.org/10.1186/s13019-024-02495-3>

Growth rates of left atrial myxoma according to ultrasound data. Clinical case and literature review

M.N. Alekhin, A.V. Molochkov, A.M. Grishin, O.G. Rafaelova*

*Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation;
15, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation*

Mikhail N. Alekhin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Anatoly V. Molochkov – Doct. of Sci. (Med.), Head of Cardiac Surgery Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1213-0940>

Aleksey M. Grishin – Cand. Sci. (Med.), doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital with Outpatient Clinic of Department of Presidential Affairs. <https://orcid.org/0009-0001-7102-5614>

Oxana G. Rafaelova – doctor of Functional Diagnostics Department, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0009-0007-5061-7788>

Correspondence* to Dr. Oxana G. Rafaelova – e-mail: rafaelo04@yandex.ru

Echocardiography is the main diagnostic modality for primary cardiac tumors, of which the most common are myxomas. Revealing a cardiac myxoma is usually followed by surgical removal to avoid embolic complications. In this regard, there are only a few reports on myxomas growth evaluation in the literature. This article presents a clinical case of follow-up of a patient with a left atrial myxoma, which grew to a gigantic size within 2 years and 5 months, resulting in the obstruction of the left atrio-ventricular orifice, and was successfully surgically removed. The myxoma growth rate in the presented case was 2.3 mm per month and was close to the median myxoma growth rate according to the literature data, which is about 3 mm per month.

Keywords: cardiac myxoma; left atrium; echocardiography; growth rate

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Alekhin M.N., Molochkov A.V., Grishin A.M., Rafaelova O.G. Growth rates of left atrial myxoma according to ultrasound data. Clinical case and literature review. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2024; 1: 35–43. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-083> (In Russian)

Ultrasound Obstet Gynecol 2023; 61: 788–803

Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/uog.26224

Это публикация с открытым доступом, распространяемая на условиях лицензии Creative Commons Attribution License, которая разрешает использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии цитирования оригинальной работы



GUIDELINES

Практические рекомендации ISUOG (обновленные): ультразвуковое скрининговое исследование сердца плода

Комитет клинических стандартов

Международное общество ультразвука в акушерстве и гинекологии (the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG)) является научной организацией, которая поддерживает и обеспечивает безопасное медицинское обслуживание, преподавание и научно-исследовательскую работу на высоком уровне в обла-

сти диагностической визуализации в сфере здравоохранения женщин. Комитету клинических стандартов (CSC) ISUOG предоставлены полномочия для разработки Практических рекомендаций (Practice Guidelines) и Консенсусных заявлений (Consensus Statements) в качестве практических рекомендаций, которые предлагают работникам здравоохранения подходы, ос-

Оригинальный текст руководства “ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening” опубликован в журнале “Ultrasound in Obstetrics & Gynecology” (2023; 61: 788–803) и на сайте <http://www.isuog.org>

Disclaimer. *These guidelines may have been translated, from the originals published by ISUOG, by recognized experts in the field and have been independently verified by reviewers with a relevant first language. Although all reasonable endeavors have been made to ensure that no fundamental meaning has been changed the process of translation may naturally result in small variations in words or terminology and so ISUOG makes no claim that translated guidelines can be considered to be an exact copy of the original and accepts no liability for the consequence of any variations. The guidelines are only officially approved by the ISUOG in their English published form.*

Примечание. Данное руководство является переводом оригинальной версии, опубликованной ISUOG. Перевод был выполнен экспертами в этой области и отредактирован независимыми рецензентами, владеющими соответствующим языком. Несмотря на то что сделано все возможное, чтобы не допустить искажения основного смысла, процесс перевода мог привести к небольшим вариациям смысловых оттенков при использовании некоторых слов или терминов. Таким образом, ISUOG подчеркивает, что переведенное руководство не может рассматриваться как абсолютно точная копия оригинала и не несет ответственности за какие-либо несоответствия, поскольку текст руководства прошел процедуру официального одобрения ISUOG только в его оригинальной печатной версии на английском языке.

нованные на согласованных мнениях ведущих экспертов в сфере диагностической визуализации. В них описываются практические методы, которые, по мнению ISUOG, являются передовыми на момент издания. Несмотря на то что специалистами ISUOG были предприняты максимальные усилия для обеспечения точности текста Рекомендаций при их издании, тем не менее ни само Общество, ни кто-либо из его сотрудников или членов не несут юридической ответственности за последствия какой-либо неточной или вводящей в заблуждение информации, мнений или утверждений, опубликованных Комитетом клинических стандартов. Документы Комитета клинических стандартов ISUOG не предназначены для установления правового стандарта оказания медицинской помощи, поскольку на интерпретацию доказательств, которые лежат в основе Рекомендаций, могут оказывать влияние индивидуальные факторы, местные протоколы и доступность ресурсов. Утвержденные Рекомендации могут свободно распространяться с разрешения ISUOG (info@isuog.org).

ВВЕДЕНИЕ

Эффективный скрининг сердца плода разработан для повышения выявляемости структурных аномалий сердца (с учетом имеющегося опыта и ресурсов), а также нарушений функции и сердечного ритма в рамках рутинного пренатального исследования. Настоящий документ представляет собой обновленную версию ранее опубликованных Рекомендаций [1] по проведению ультразвукового скринингового исследования сердца плода с низким риском во II триместре беременности. Также рассматривается практическое применение скринингового исследования сердца плода в конце I и начале II триместра беременности, если это технически возможно. В настоящих Рекомендациях подчеркивается необходимость использования цветового доплеровского картирования (ЦДК) и представлены новые разделы, посвященные обеспечению качества исследования и применения контрольного перечня для скринингового ис-

следования сердца плода (Приложение 1). Работники здравоохранения также могут использовать настоящие Рекомендации для выявления плодов с высокими рисками генетических заболеваний [2] и своевременного консультирования пациенток, определения тактики ведения беременности и обеспечения мультидисциплинарной помощи. В случае подозрения на порок сердца плода и/или высокий риска его наличия требуется проведение эхокардиографии плода [3–6].

Врожденные пороки сердца (ВПС) являются основной причиной младенческой смертности с заболеваемостью около 8,2 на 1000 живорожденных младенцев [7]. Пренатальная диагностика ВПС может улучшить исход родов до хирургического вмешательства [8], особенно у плодов с определенными видами ВПС [9–15]. Информирование о ВПС в пренатальном периоде и просвещение родителей позволяют подготовиться к рождению младенца, которому потребуются специализированный уход и помощь. Пренатальная диагностика ВПС может также иметь значение для долгосрочных прогнозов психомоторного развития ребенка [16, 17] и максимально расширяет выбор, который может сделать семья. Однако пренатальная диагностика ВПС сильно различается в разных географических регионах и для разных видов ВПС, и до рождения выявляется менее половины аномалий развития сердца [7, 18, 19]. Данные различия объясняются такими причинами, как уровень компетентности врача, частота используемого датчика, особенности телосложения беременной, тип, наличие рубцов на передней брюшной стенке, срок беременности, объем околоплодных вод и положение плода [20–23]. Постоянное обучение специалистов на основе обратной связи, широкий спектр показаний к проведению эхокардиографии плода, стандартизированный протокол ультразвукового исследования сердца и доступность специалиста по фетальной эхокардиографии помогут улучшить проведение скрининговой программы [14, 24–26].

Подробная информация об уровне рекомендаций и степени убедительности дока-

зательств, используемых в Рекомендациях ISUOG, приведена в Приложении 2.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Несмотря на доказанную ценность оценки 4-камерного среза и срезов на уровне выносящих отделов, каждый специалист должен быть ознакомлен с потенциальными диагностическими “ловушками”, которые могут помешать своевременному выявлению ВПС [27–29]. Диагностическую точность исследования можно оптимизировать путем детального скринингового исследования сердца плода, понимая, что оценка 4-камерного среза и среза на уровне трех сосудов требует от специалистов намного больше, чем простой подсчет структур сердца, осознавая, что некоторые кардиальные пороки могут быть выявлены только на поздних сроках беременности, и быть знакомыми с тем, что определенные пороки развития сердца плода (такие, как, например, транспозиция магистральных сосудов и коарктация аорты) могут не проявляться на уровне 4-камерного среза сердца. Внедрение в скрининговое исследование сердца плода дополнительных срезов на уровне выносящих отделов и срезов на уровне магистральных сосудов сыграло важную роль в повышении выявляемости ВПС [24, 30, 31].

Срок беременности

Оптимальными сроками для проведения скринингового исследования сердца плода считаются 18–22 нед беременности (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ). Проведение скрининга в 20–22 нед беременности вряд ли потребует дополнительного сканирования для окончательной оценки по сравнению со скринингом в 18–20 нед, тем не менее многие пациентки предпочли бы знать об основных пороках как можно ранее в период беременности [32]. Многие анатомические структуры сердца могут быть удовлетворительно визуализированы после 22 нед, а некоторые основные пороки сердца могут быть диагностированы в конце I и начале II триместра беременности, особенно если

увеличение толщины воротникового пространства вызывает подозрение или если были предприняты попытки визуализировать сердце плода во время сканирования на ранних сроках [33–39].

Технические факторы

Ультразвуковой датчик

Высокочастотные датчики могут увеличить вероятность обнаружения мелких дефектов, но при этом уменьшают акустическую пенетрацию. Следует использовать максимально возможную частоту датчика при всех исследованиях, добиваясь компромисса между проникновением и разрешением. Режим тканевой гармоник может улучшить полученное изображение, особенно у пациенток с выраженной подкожно-жировой клетчаткой и при сканировании в III триместре беременности [40] (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ).

Параметры визуализации

Поперечные срезы, полученные в режиме серошкального изображения, являются основным методом сканирования сердца плода. В системных аппаратных настройках следует выбирать высокую частоту кадров с повышенной контрастностью и высоким разрешением. Также при сканировании сердца плода должны применяться низкая персистенция, один фокус и узкий сектор изображения, которые инкорпорируются в кардиологические настройки оборудования по умолчанию. В современные ультразвуковые системы сегодня также внедрена постпроцессинговая обработка полученных изображений, которая способствует улучшению качества изображения на мониторе (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ).

Увеличение изображения, функция кинопетли и хранение изображений

Изображение следует увеличивать до тех пор, пока сердце не будет занимать, по крайней мере, от одной трети до половины экрана. Функция кинопетли должна применяться для оценки сердца плода в режиме реального времени, например для того, что-

бы подтвердить и оценить движение створок клапанов во время всего сердечного цикла. Увеличение изображения и функция кинопетли могут помочь в выявлении кардиальных аномалий (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ).

Мы рекомендуем архивировать ультразвуковые изображения структур и срезов, указанных в этих Практических рекомендациях, в виде статических изображений и в виде кинопетли с учетом местных/национальных стандартов. Исследование должно быть записано таким образом, чтобы при последующем просмотре можно было убедиться в его диагностической адекватности, с указанием на нем, при необходимости, личных данных пациентки и с обозначением латеральности сторон и ориентации изображения (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ).

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА

Скрининговое исследование сердца плода должно включать в себя оценку situs (взаиморасположение органов грудной и брюшной полостей плода), 4-камерного среза сердца, срезов на уровне выносящих отделов и магистральных сосудов [30, 31, 41–49]. Такое исследование сердца плода повышает диагностику основных пороков фетального сердца помимо тех, которые можно выявить только при оценке 4-камерного среза сердца [24, 30, 31, 50, 51]. Включение проекций выносящих отделов и магистральных сосудов позволяет выявить такие пороки сердца, как тетрада Фалло, транспозиция магистральных сосудов, двойное отхождение магистральных сосудов от правого желудочка и общий артериальный ствол (*truncus arteriosus*) [44–47, 52–57]. Данный стандартизированный метод исследования (Приложение 1) также позволяет выявить такие аномалии полулунных клапанов, как аортальный и легочный стеноз, степень которых может нарастать по мере развития беременности [58, 59] (УРОВЕНЬ УБЕДИТЕЛЬНОСТИ РЕКОМЕНДАЦИЙ: С).

Расположение внутренних органов (*situs*) и 4-камерная проекция

Техника сканирования

Для оценки кардиального situs необходимо, прежде всего, определить латеральность сторон плода, т.е. идентифицировать его правую и левую стороны на основании положения плода в утробе матери, а потом только определить левостороннее расположение [48, 60–62] желудка и сердца плода. Во II триместре сердце располагается в горизонтальной плоскости внутри грудной клетки, удерживается печенью плода, которая доходит до левой стороны брюшной стенки плода [63, 64]. Поперечное плавное перемещение датчика по направлению к голове плода от уровня брюшной полости к грудной клетке позволяет визуализировать абдоминальный situs и 4-камерный срез сердца (рис. 1, 2).

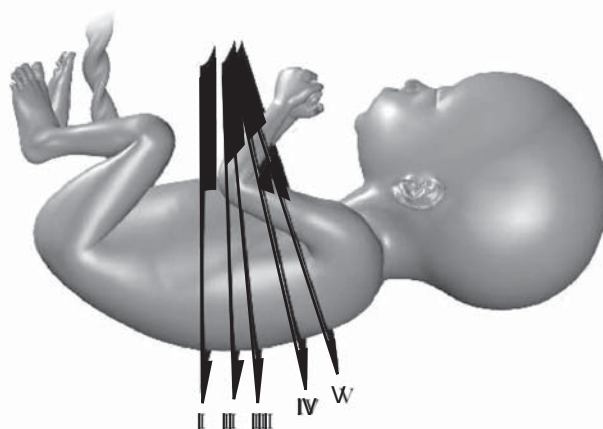


Рис. 1. Техника сканирования сердца плода посредством серии срезов. (I) Сначала визуализируется поперечный срез на уровне верхнего живота. (II) Путем скольжения и наклона датчика по направлению к голове плода получают 4-камерный срез при сканировании через грудную клетку плода. При дальнейшем движении датчика в краниальном направлении с уровня 4-камерного среза последовательно получают срезы выносящих отделов и магистральных сосудов: (III) срез выносящего отдела левого желудочка; (IV) срез выносящего отдела правого желудочка и варианты среза через 3 сосуда; (V) срез через 3 сосуда и трахею.

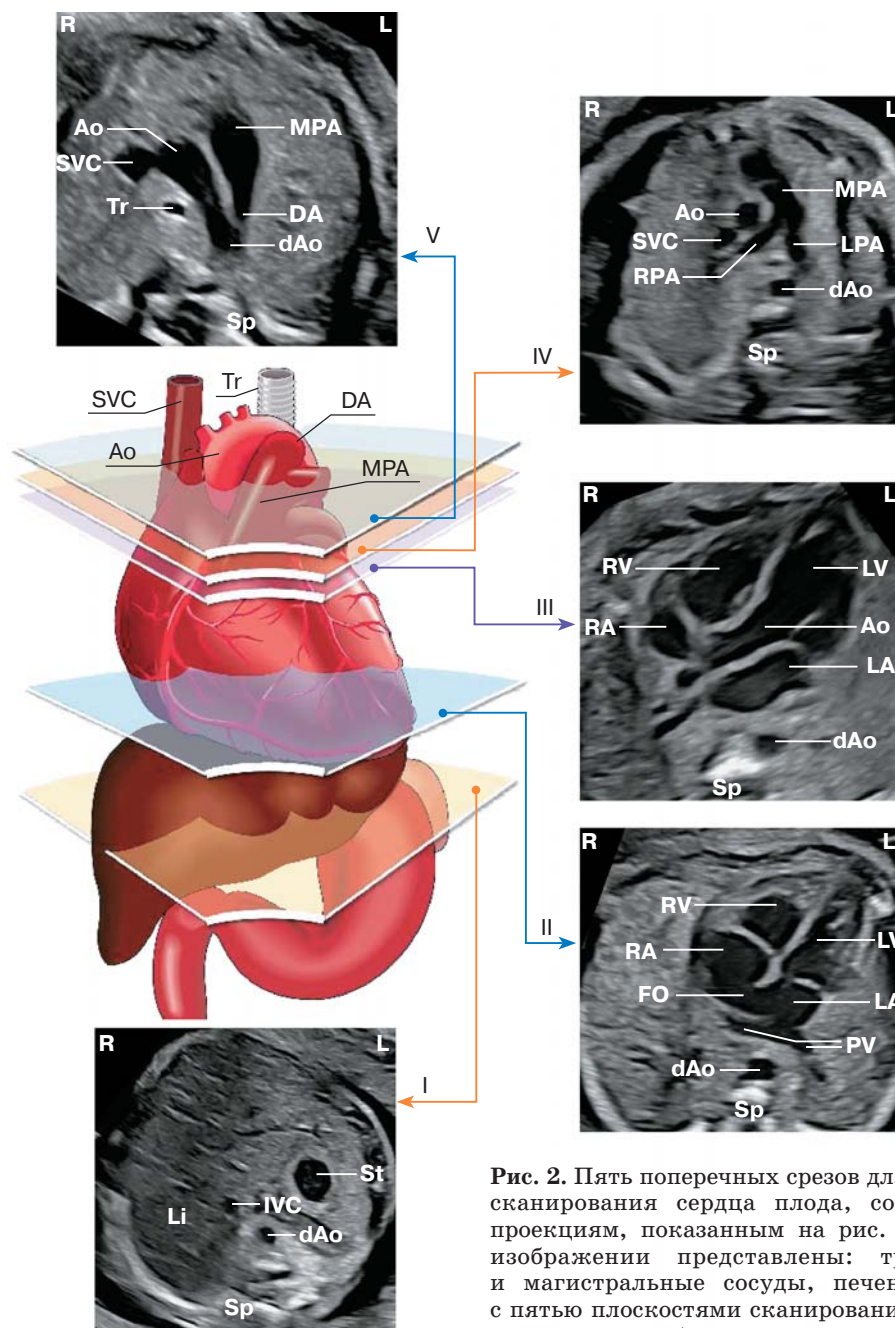


Рис. 2. Пять поперечных срезов для оптимального сканирования сердца плода, соответствующие проекциям, показанным на рис. 1. На цветном изображении представлены: трахея, сердце и магистральные сосуды, печень и желудок, с пятью плоскостями сканирования в серошкальном режиме, обозначенными соответствующими многоугольниками. (I) наиболее каудальный срез,

на котором представлены желудок (St), поперечный срез нисходящей аорты (dAo) и нижней полой вены (IVC), позвоночник (Sp), печень (Li). (II) 4-камерный срез сердца, представленный правым желудочком и левым желудочком (RV, LV) и предсердиями (RA, LA), овальное окно (FO), легочные вены (PV) справа и слева от dAo. (III) Выносящий отдел левого желудочка: проксимальный участок восходящей аорты (Ao), LV, RV, LA, RA и поперечное сечение Ao. (IV) Немного сместив датчик к головке плода (выносящий отдел правого желудочка), выявляются главный ствол легочной артерии (MPA), бифуркация на правую (PPA) и левую (LPA) легочные артерии и поперечное сечение восходящей аорты (Ao) и dAo. (V) Срез через 3 сосуда и трахею демонстрирует верхнюю полую вену (SVC), ствол легочной артерии (MPA), артериальный проток (DA), поперечный срез дуги аорты (от проксимальной Ao к dAo) и трахею (Tr). L – лево, R – право. Изменено с разрешения S. Yagel et al. [99].

Расположение внутренних органов

Абдоминальный situs определяется на уровне стандартного среза, на котором измеряется окружность живота плода, при этом желудок должен визуализироваться с левой стороны. Кроме того, поперечные срезы нисходящей аорты и нижней полой вены определяют слева и справа от позвоночника соответственно (рис. 3). Определение нормального абдоминального situs является косвенным показателем нормального атриального situs (*situs solitus*, т.е. правое предсердие справа, левое предсердие слева).

4-камерный срез

Оценка 4-камерного среза сердца плода включает в себя тщательную оценку определенных критериев. Основные структуры, которые необходимо оценить на уровне 4-камерного среза, представлены в табл. 1 и на рис. 4, 5. Сердце в норме не занимает больше одной трети всей площади грудной клетки. Небольшое количество перикардиальной жидкости (толщина ≤ 2 мм, в конце систолы) часто определяется во II и III триместрах и является нормой [65]. В некоторых проекциях может визуализироваться гипоэхогенный ободок вокруг сердца пло-

да, который ошибочно можно принять за перикардиальный выпот [66].

Сердце преимущественно располагается в левой стороне грудной клетки и его длинная ось в норме направлена влево под углом около $45 \pm 20^\circ$ (2 SD) [67] относительно переднезадней оси грудной клетки (рис. 4). Особое внимание следует уделять оси сердца и положению сердца, которые легко оценить, даже если 4-камерный срез сердца четко не визуализируется [68]. Аномалии situs должны быть заподозрены в случае, если желудок и сердце плода не определяются с левой стороны. Отклонение оси сердца увеличивает риск ВПС, особенно аномалии выносящих отделов [69]. Такая находка может также ассоциироваться с хромосомными аномалиями. Смещение сердца от его нормального переднелевого положения может быть вызвано диафрагмальной грыжей или образованием грудной клетки, таким как кистозная аденоматозная мальформация легких. Изменение положения сердца плода также может быть вторичным при гипоплазии или агенезии [70] легких. Девияция оси сердца влево может также быть следствием гастрошизиса или омфалоцеле.

Необходимо подтвердить нормальную частоту сердечных сокращений (ЧСС) и ре-

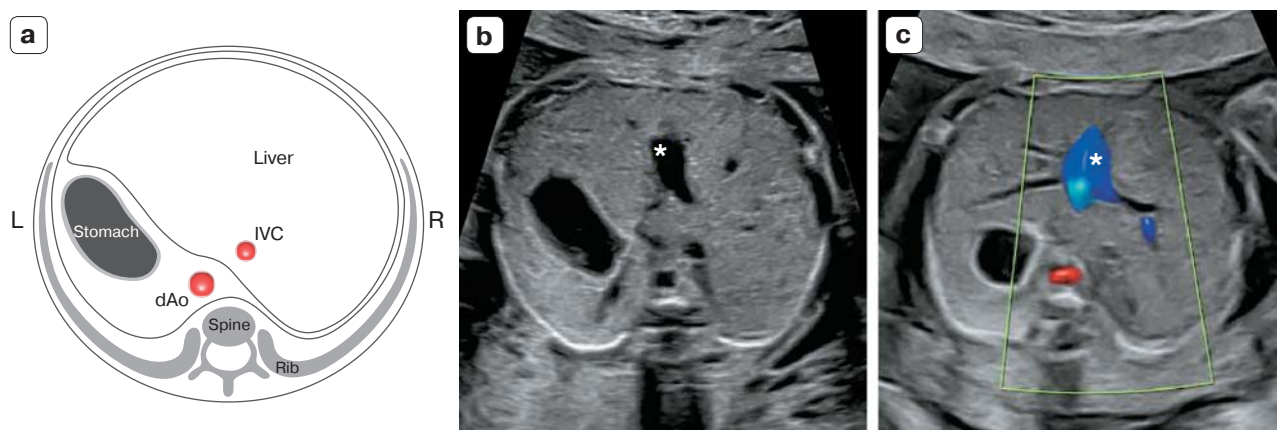


Рис. 3. Схематическое изображение (а) и соответствующие ультразвуковые изображения поперечного среза верхней части брюшной полости плода в режиме серошкального изображения (b) и в режиме ЦДК (c). (а) Положение желудка определяется в поперечном срезе брюшной полости плода. После определения латеральности сторон плода по его положению внутри утробы матери желудок должен определяться в левой части плода, а нисходящая аорта (dAo) и нижняя полая вена (IVC) – слева и справа от позвоночника соответственно. (b, c) Короткий сегмент пупочной вены (*) виден в центре печени. L – слева, R – справа.

Таблица 1. Оценка латеральности сторон плода/ситуса и 4-камерного среза**Ситус и общий вид:**

Латеральность плода (определить правую и левую стороны плода)
 Желудок* и сердце находятся слева
 Нисходящая аорта слева и нижняя полая вена справа от позвоночника*
 Сердце занимает 1/3 площади грудной клетки
 Большая часть сердца находится слева
 Ось сердца направлена влево на $45 \pm 20^\circ$
 Определяются 4 камеры сердца
 Нормальный сердечный ритм
 Отсутствие перикардального выпота

Камеры предсердий:

Два предсердия, примерно одинаковые по размеру
 Заслонка овального окна определяется в левом предсердии
 Первичная перегородка (*septum primum*) (прилегающая к “кресту”) определяется
 Хотя бы одна легочная вена входит в левое предсердие

Камеры желудочков:

Два желудочка, примерно одинаковые по размеру
 Отсутствие гипертрофии стенок желудочков
 Модераторный пучок определяется у верхушки правого желудочка
 Интактная межжелудочковая перегородка (от верхушки к “кресту”)

Атриовентрикулярное соединение и клапаны:

Интактный “крест” сердца

Дифференциальное смещение (off-set): более апикальное прикрепление створки трикуспидального клапана к межжелудочковой перегородке по сравнению с местом прикрепления створки митрального клапана

* Нормальное расположение желудка: подразумевает нормальное положение предсердных камер (т.е. *situs solitus*).

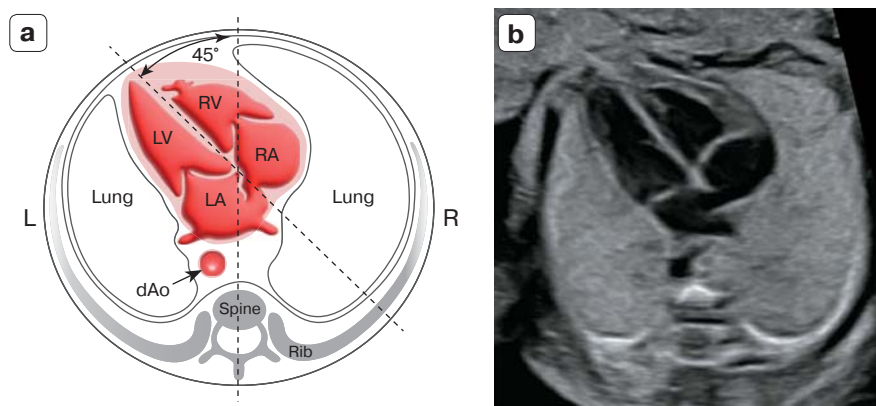


Рис. 4. Определение положения и оси сердца, представленное на схематическом рисунке (а) и соответствующее ультразвуковое изображение в серошкальном режиме (б). Воображаемая линия, проведенная от позвоночника сзади до грудины спереди, делит грудную клетку на две равные части – левую (L) и правую (R). В норме сердце плода располагается преимущественно слева, верхушка сердца направлена влево под углом около $45 \pm 20^\circ$ относительно переднезадней оси грудной клетки. dAo – нисходящая аорта; LA – левое предсердие; LV – левый желудочек; RA – правое предсердие; RV – правый желудочек.



Рис. 5. Схематический рисунок (a) и соответствующие ультразвуковые изображения 4-камерного среза в серошкальном режиме (b) и в режиме ЦДК (c). Ключевые элементы нормального 4-камерного среза включают площадь сердца не более трети площади грудной клетки, право- и левосторонние структуры примерно равны (по размеру камер и толщине стенок), открытое овальное окно (FO) с заслонкой в левом предсердии (LA), интактный сердечный “крест” с нормальным расположением двух атриовентрикулярных клапанов и интактной межжелудочковой перегородкой (IVS). На изображениях (a) и (b) морфологическая картина правого желудочка (RV) определяется наличием модераторного пучка (MB) и трикуспидального клапана (TV), причем септальная створка трикуспидального клапана прикрепляется к межжелудочковой перегородке более апикально по сравнению с местом прикрепления митрального клапана (MV) (нормальный off-set). Легочные вены (PV) также впадают в левое предсердие (LA). В цветокодированном доплеровском режиме (c) можно увидеть два отдельных притока крови в желудочки во время диастолы. dAo – нисходящая аорта; IAS – межпредсердная перегородка; L – левый; LV – левый желудочек; R – правый; RA – правое предсердие.

гулярный ритм сердцебиения плода. Нормальная ЧСС у плода колеблется от 120 до 160 в минуту. Внеочередные сокращения сердца (экстрасистолы) являются наиболее распространенным нарушением ритма. Как правило, они являются доброкачественными и проходят спонтанно. В популяциях с низким риском они не связаны с повышенным риском развития структурных аномалий сердца у плода [71, 72]. Тем не менее частые эпизоды (чаще, чем каждые 3–5 ударов) или постоянное нарушение сердечного ритма (>1–2 нед) являются показанием к дальнейшему обследованию [5, 6, 71, 73–75]. Брадикардия, часто вызванная давлением датчика на живот, является транзиторным явлением при сканировании нормальных плодов во II триместре. Постоянная брадикардия (≤ 110 ударов в минуту) у здорового плода требует своевременной консультации кардиолога [76, 77]. К возможным причинам относятся частые блокированные предсердные экстрасистолы, атриовентрикулярная блокада и синусовая брадикардия

[78, 79]. Повторяющиеся децелерации в III триместре могут быть вызваны гипоксией плода. Легкая транзиторная тахикардия (160–180 ударов в минуту) может быть обычной реакцией плода во время его двигательной активности. При постоянной тахикардии (≥ 180 ударов в минуту) [78, 80] необходимо более тщательное исследование для исключения более серьезной тахикардии или гипоксии плода.

Оба предсердия в норме должны быть одинаковыми по размерам, и заслонка овального окна должна открываться в левое предсердие. Нижний край межпредсердной перегородки, называемый первичной перегородкой (*septum primum*), должен быть визуализирован и является частью “креста” сердца (cardiac “crux”) – места, где нижняя часть межпредсердной перегородки соединяется с верхней частью межжелудочковой перегородки, куда прикрепляются атриовентрикулярные клапаны. Обычно можно увидеть, как легочные вены впадают в левое предсердие, и, если технически

возможно, рекомендуется визуализация по крайней мере одной из этих вен в В-режиме. Хотя цветовое картирование может облегчить визуализацию легочных вен, применение режима ЦДК не должно считаться обязательным при оценке легочных вен. При использовании режима ЦДК полученные этим методом изображения легочных вен должны оцениваться вместе с их изображениями в В-режиме, чтобы избежать ложноотрицательных результатов [81].

Модераторный пучок – это явно видимый мышечный пучок, который пересекает полость правого желудочка и виден вблизи верхушки желудочка. Он помогает в морфологической идентификации правого желудочка. Верхушка левого желудочка выглядит более гладкой и формирует верхушку сердца. Оба желудочка должны быть одинаковыми по размерам и не иметь утолщенных стенок. Хотя легкая диспропорция желудочков может в норме наблюдаться в III триместре беременности, явная право-левосторонняя асимметрия в середине беременности требует дальнейшего обследования [82]. Серьезными причинами этой диспропорции [83–85] могут быть коарктация аорты, развивающийся синдром гипоплазии левых отделов сердца и аномальный дренаж легочных вен.

Межжелудочковая перегородка должна быть внимательно обследована на наличие ее дефектов от верхушки до креста сердца, и, если возможно, следует получить изображение от самой задней части перегородки к выносящим отделам. Дефекты межжелудочковой перегородки могут быть сложно выявляемыми. Межжелудочковую перегородку лучше всего видно, когда угол инсонации перпендикулярен ей. Когда ультразвуковой луч идет прямо параллельно стенке желудочка, дефект рядом с “крестом” сердца может быть ложно заподозрен ввиду акустического артефакта “выпадения”. Небольшие дефекты перегородки (1–2 мм) часто очень сложно верифицировать, когда ультразвуковой аппарат не обеспечивает достаточную степень бокового разрешения, особенно если размер и положение плода не являются благоприятными. Однако в большинстве случаев они не имеют большого

клинического значения и даже могут спонтанно закрываться внутриутробно [86, 87].

Два отдельных атриовентрикулярных клапана (правосторонний трикуспидальный клапан; левосторонний митральный клапан) должны визуализироваться со свободно открывающимися и самостоятельно двигающимися створками. Септальная створка трикуспидального клапана прикреплена к перегородке ближе к верхушке по сравнению со створкой митрального клапана (т.е. нормальное смещение). Аномальное прикрепление атриовентрикулярных клапанов к межжелудочковой перегородке может быть ключевой ультразвуковой находкой для диагностики пороков сердца, таких как дефекты атриовентрикулярной перегородки.

Срезы через выносящие отделы, на уровне трех сосудов, трех сосудов и трахеи

Срезы через выносящий отдел левого желудочка (LVOT) и выносящий отдел правого желудочка (RVOT), а также срезы через 3 сосуда (3VV) и 3 сосуда и трахею (3VTV) в настоящее время считаются неотъемлемой частью скринингового обследования сердца плода. Важно убедиться в отсутствии аномалий двух магистральных сосудов, включая их соединение с соответствующим желудочком, их размер и положение относительно друг друга, а также в том, что полулунные клапаны имеют нормальный вид и открываются правильно. Было проведено масштабное ультразвуковое исследование, включающее более 18 000 плодов [88], в котором рутинное 30-минутное ультразвуковое исследование плода во II триместре включало оценку 4-камерного среза сердца и, при технической возможности, оценку выносящих отделов. Большинство ультразвуковых исследований (93%) включало в себя не только адекватную визуализацию и оценку 4-камерного среза, но также и удовлетворительную оценку срезов на уровне выносящих отделов. Не удалось визуализировать левый выносящий отдел в 4,2% случаев, правый выносящий отдел в 1,6% случаев, и в 1,3% случаев не удалось получить и оценить оба выносящих отдела.

Исследование выносящих отделов желудочков и сосудов как минимум необходимо для того, чтобы убедиться в том, что магистральные сосуды имеют примерно одинаковый размер. При любой значительной диссоциации в их размерах проводится дополнительное обследование.

При отхождении их от соответствующих желудочков необходимо подтвердить три фактора. Во-первых, при нормальном выносящем отделе левого желудочка первая магистральная артерия выходит из левого желудочка, и ее передняя стенка переходит в межжелудочковую перегородку. Она не разветвляется, что указывает на то, что это аорта. Во-вторых, при нормальном выносящем отделе правого желудочка большая артерия, выходящая из правого желудочка, разветвляется (дает бифуркацию), что указывает на то, что это легочная артерия. В-третьих, две большие артерии должны пересекать друг друга (нормальное пересечение).

В дополнение к срезам на уровне выносящих отделов следует применять срезы на уровне трех сосудов и трех сосудов и трахеи для выявления аномалий выносящих отделов [52, 54, 56, 89], дуги аорты [45, 54, 56, 90] и системных вен [91], включая персистирующую левую верхнюю полую вену [92–94] и аномалии тимуса [95–97].

Среди аномалий, которые могут быть обнаружены, – транспозиция магистральных артерий, тетрада Фалло, стеноз аорты и легочной артерии.

Более краниально расположенный и ко-сой срез на уровне трех сосудов и трахеи позволяет произвести более детальную оценку положения дуги аорты и артериального протока, а также их взаимоотношение с трахеей [55]. Этот срез особенно полезен для диагностики аномалий дуги аорты, таких как коарктация аорты, сосудистые кольца и aberrantная правая подключичная артерия [98].

Техника сканирования

Поперечное сканирование сердца плода в краниальном направлении от уровня 4-камерного среза сердца к верхней части грудной клетки позволяет последовательно оценить структуры сердца и получить сечения,

на уровне которых можно установить нормальное строение выносящих отделов и сосудов: левый и правый выносящие отделы, срезы на уровне трех сосудов и трех сосудов и трахеи [99] (рис. 1, 2) (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ). В оптимальном случае получить это сечение относительно легко. При неоптимальном положении плода может потребоваться дополнительное время на обследование или повторное обследование.

Как правило, проекции выносящих отделов и магистральных сосудов получают путем параллельного перемещения датчика по направлению к головке плода (техника сканирования) с небольшими изменениями угла инсонации, начиная с 4-камерного среза, чтобы визуализировать нормальное пересечение аорты и ствола легочной артерии у их выходов. Элементы бифуркации легочной артерии могут быть видны. Как альтернатива был описан и другой способ оценки выносящих отделов у плода: методом ротации [43]. Начинают с 4-камерного среза сердца, при этом датчик сначала разворачивают к правому плечу плода. Эта техника выполняется легче, когда межжелудочковая перегородка перпендикулярна по отношению к ультразвуковому лучу. Она требует немного больше ультразвуковых навыков, но обеспечивает оптимальную визуализацию выносящего отдела левого желудочка и особенно отточной части межжелудочковой перегородки, которая переходит в переднюю стенку аорты. Это также позволяет визуализировать восходящую аорту. При использовании обоих методов после выведения левого выносящего отдела датчик поворачивается по направлению к головке плода, пока не появляется легочная артерия, которая будет почти перпендикулярной по отношению к аорте. Относительные взаимоотношения выносящих отделов левого и правого желудочков лучше всего демонстрируют видеоизображения, а не неподвижные кадры.

Срез через 3 сосуда и срез через 3 сосуда и трахею являются дополнительными проекциями аорты и легочной артерии, позволяющими оценить их взаимоотношение с верхней полую вену и трахеей. Эти срезы

получают при дальнейшем перемещении датчика по направлению к головке плода от выносящего отдела правого желудочка с небольшими изменениями угла инсонации для получения наилучшего разрешения различных структур в каждой проекции. Поперечная дуга аорты, как и артериальный проток, также могут визуализироваться на этих уровнях [52–55].

*Срез на уровне выносящего отдела
левого желудочка*

Проекция выносящего отдела левого желудочка (ВОЛЖ) подтверждает выход магистрального сосуда из морфологически левого желудочка (рис. 6) и из центра сердца. Необходимо проследить непрерывность перехода межжелудочковой перегородки в переднюю стенку этого сосуда, чтобы продемонстрировать целостность отточной части перегородки. Однако только наличие отходящих от него брахиоцефальных сосудов подтверждает, что этот сосуд является аортой. Клапан аорты должен свободно двигаться и не должен быть утолщен. Возможно проследить переход аорты в дугу, от которой к шее отходят три артерии. Однако сагитальные сечения на уровне дуги аорты и артериального протока, а также оценка брахиоцефальных сосудов в настоящее время не являются частью скринингового исследования сердца (рис. S1). Проекция ВОЛЖ помогает определить отточные дефекты межжелудочковой перегородки и пороки конотрункуса, а также аномалии клапана аорты, которые не видны при исследовании одного только 4-камерного среза сердца.

*Срезы на уровне выносящего отдела
правого желудочка, трех сосудов
и трех сосудов и трахеи*

Описание взаимоотношений между различными структурами в проекциях выносящего отдела правого желудочка (ВОПЖ), трех сосудов и трех сосудов и трахеи (рис. 7–9) является эффективным средством характеристики многих пороков сердца. Хотя первоначально они описывались как конкретные статические изображения, сейчас признано, что проекция в аксиальной плоскости ВОПЖ, ветвей легочных ар-

терий, дуги артериального протока и дуги аорты представляет собой продолжение сечений, которые могут немного отличаться в зависимости от ориентации датчика, положения плода и точности сечения, запечатленного в неподвижном кадре (рис. 8). Вероятно, эта оценка будет более надежной во время сканирования в режиме реального времени или при просмотре кинопетли, чем на основе статических изображений [6].

Проекция ВОПЖ подтверждает выход магистрального сосуда (легочной артерии) из морфологически правого желудочка (рис. 7, 8) и разветвление после короткого хода. Клапан легочной артерии должен свободно двигаться и не быть утолщенным. В норме легочная артерия проходит слева от более задней части восходящей аорты, которая видна в поперечном сечении. Как правило, у плода она немного больше восходящей аорты и пересекает восходящую аорту спереди и краниальнее к проекции ВОЛЖ почти под прямым углом. На этом уровне справа от аорты видна верхняя полая вена. Изначально срезы на уровне трех сосудов и трех сосудов и трахеи были описаны как дополнение к 4-камерному срезу сердца с целью повышения чувствительности ультразвукового исследования сердца. S. Yoo et al. [52] описали проекцию трех сосудов для оценки состояния легочной артерии, восходящей аорты и верхней полой вены, определения их относительных размеров и их взаимоотношения (рис. 8). Оценка среза трех сосудов включает в себя определение количества сосудов, их размера и их взаиморасположения. Слева направо определяются легочная артерия, аорта и правая верхняя полая вена. Легочная артерия располагается более спереди, а верхняя полая вена расположена более сзади. Их относительный диаметр уменьшается слева направо. Такие пороки сердца, при которых 4-камерный срез выглядит нормальным, как, например, транспозиция магистральных артерий, тетрада Фалло, двойное отхождение сосудов от правого желудочка, общий артериальный ствол и легочная атрезия с ДМЖП, скорее всего, будут иметь нарушения на уровне среза трех сосудов [100, 101].

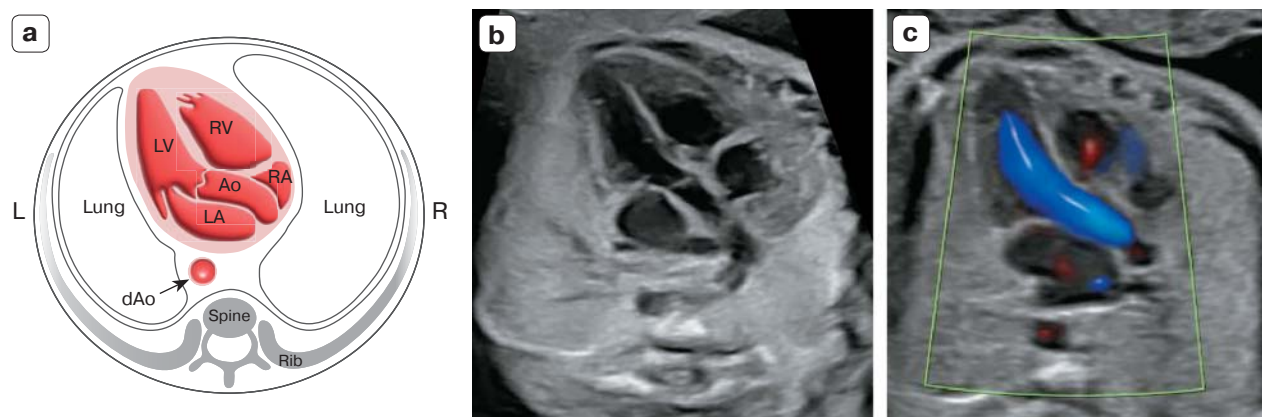


Рис. 6. Схематический рисунок (а) и соответствующие ультразвуковые изображения среза выносящего отдела левого желудочка в серошкальном режиме (b) и в режиме ЦДК (с), полученные на уровне апикального доступа. В этой проекции виден сосуд, соединенный с левым желудочком (LV). Важно продемонстрировать непрерывность перехода межжелудочковой перегородки в переднюю стенку этого сосуда, который, если сердце плода не имеет аномалий, соответствует проксимальной восходящей аорте (Ao). Аортальный клапан не должен быть утолщенным и должен свободно открываться. (с) Режим ЦДК во время систолы демонстрирует ламинарный поток через Ao и вдоль непрерывного перехода перегородки в аорту. dAo – нисходящая аорта; L – левый; LA – левое предсердие; R – правый; RA – правое предсердие; RV – правый желудочек.

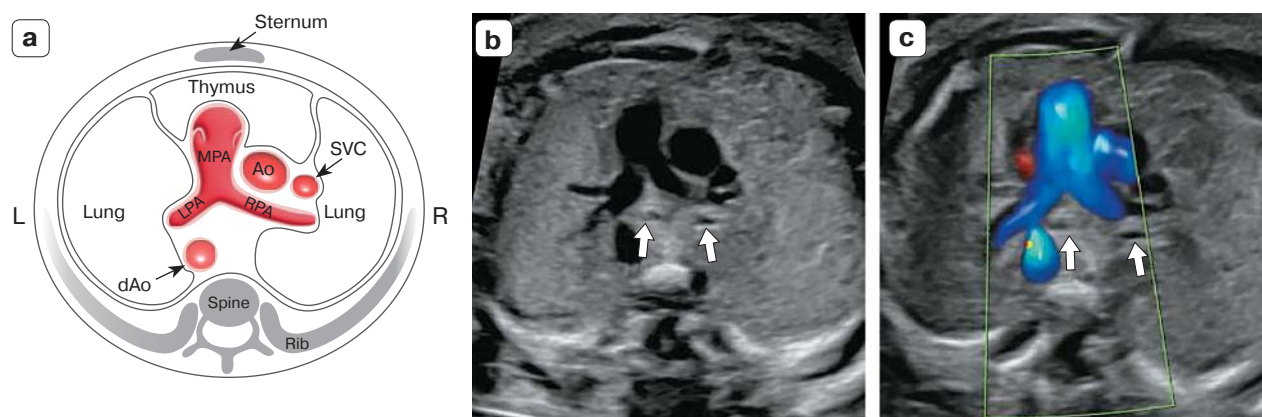


Рис. 7. Схематический рисунок (а) и соответствующие ультразвуковые изображения среза выносящего отдела правого желудочка, который тесно связан со срезом через три сосуда, в серошкальном режиме (b) и в режиме ЦДК. (с) Это сечение демонстрирует не только ствол легочной артерии (MPA), соединенный с правым желудочком, но и восходящую аорту (Ao) и верхнюю полую вену (SVC). Легочный клапан не должен быть утолщенным и должен свободно открываться. Визуализируется бифуркация легочного ствола (MPA) на две легочные ветви (левую (LPA) и правую (RPA)). Важно отметить правильное положение и взаиморасположение трех сосудов, а также их относительный размер. Легочной ствол (MPA), слева – самый крупный сосуд из всех трех и самый передний, в то время как верхняя полая вена (SVC) – самый маленький и самый задний сосуд. На изображениях (b) и (с) видны бронхи (стрелки). На изображении (с) цветовой доплер демонстрирует ствол легочного ствола (MPA) во время систолы с его бифуркацией на левую (LPA) и правые легочные артерии (RPA). Обратите внимание, что между сосудами и передней грудной стенкой можно определить тимус как гипоэхогенную область. dAo – нисходящая аорта; L – левый; R – правый.

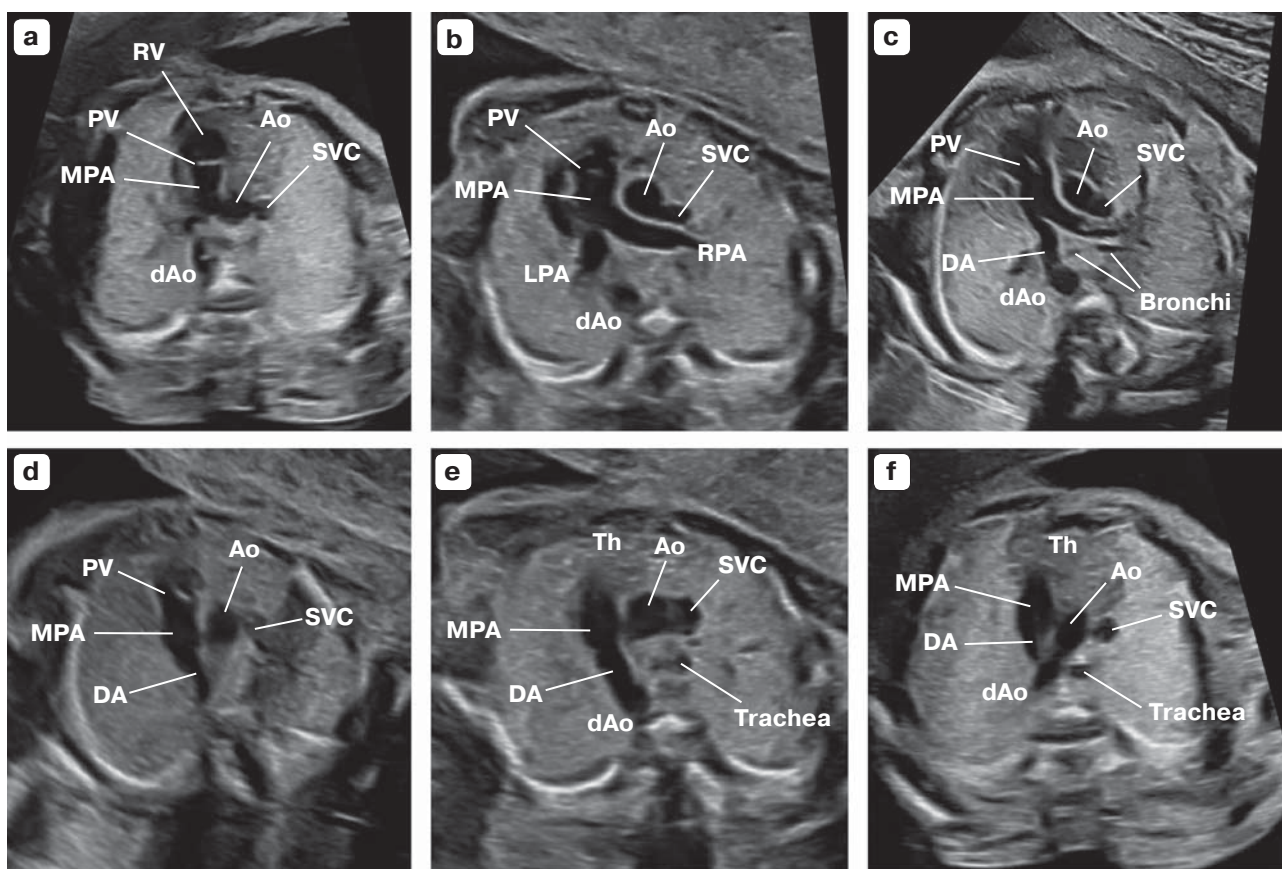


Рис. 8. Варианты срезов на уровне выносящего отдела правого желудочка и проекции трех сосудов. На изображении (a) виден правый желудочек (RV) с легочным клапаном (PV) и стволом легочной артерии (МРА), а также восходящая аорта (Ao) и верхняя полая вена (SVC). На изображении (b) в более краниальной плоскости видна бифуркация легочного ствола (МРА) в левую (LPA) и правую (RPA) легочные артерии. На изображении (c) в еще более краниальной плоскости видно, что легочный ствол (МРА) непрерывно переходит в артериальный проток (DA). На изображении (d) артериальный проток (DA) визуализируется вместе с клапаном легочной артерии (PV), в то время как на изображении (e) артериальный проток (DA) виден в более краниальной плоскости, без клапана легочной артерии (PV), и начинает визуализироваться тимус (Th). Также становится видна трахея, где в нижних плоскостях (c) визуализируются бронхи. На изображении (f) в проекции трех сосудов и трахеи видны поперечная дуга аорты и артериальный проток слева от трахеи, а также тимус (Th) перед магистральными сосудами. dAo – нисходящая аорта.

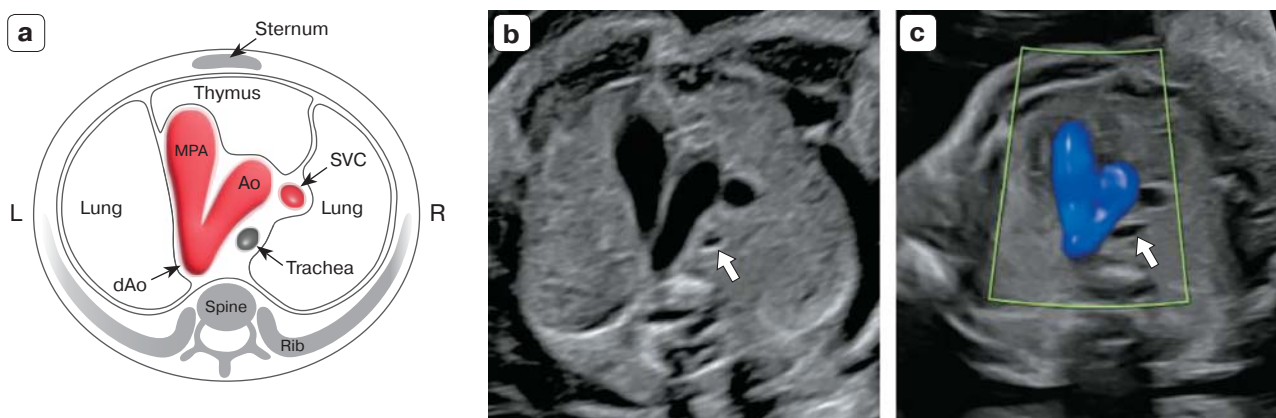


Рис. 9. Схематический рисунок (а) и соответствующие ультразвуковые изображения среза через три сосуда и трахею в серовальном режиме (b) и в режиме ЦДК (c). В норме дуга аорты (Ao) и артериальный проток, который соединяет ствол легочной артерии (МРА) с нисходящей аортой (dAo), расположены слева от трахеи в форме буквы «V». На изображениях (b) и (c) показана взаимосвязь между поперечной Ao и трахеей (стрелка). На изображении (c) цветовой доплер во время систолы демонстрирует антеградный поток в дуге аорты и в артериальном протоке. Обратите внимание, что между сосудами и передней грудной стенкой можно определить тимус как гипоехогенную область. L – левый; R – правый, SVC – верхняя полая вена.

S. Yagel et al. [55] впоследствии описали проекцию трех сосудов и трахеи, которая является более краниальным срезом по отношению к проекции трех сосудов. В этой проекции трех сосудов и трахеи определяется поперечная дуга аорты (срез на уровне дуги аорты) и лучше видно ее взаиморасположение по отношению к трахее (рис. 9).

Эта проекция включает в себя слегка косой поперечный срез, который показывает ствол легочной артерии и его прямое сообщение с артериальным протоком.

В норме поперечная дуга аорты располагается чуть правее ствола легочной артерии/дуги артериального протока. Трахея идентифицируется как гиперэхогенное кольцо, окружающее маленькое жидкостное пространство. Артериальный проток и дуга аорты находятся слева от трахеи и образуют острый угол (V-образную форму). В норме в этой плоскости также видны правая верхняя полая вена и тимус. Дуга аорты расположена более краниально, поэтому для одновременной визуализации и дуги аорты, и артериального протока потребуется некоторый наклон датчика на уровне истинной аксиальной плоскости. Проекция трех сосудов и трахеи дает возможность обнаружить такие пороки сердца

плода, как коарктация аорты, правосторонняя дуга аорты и двойная дуга аорты.

Аномалии, диагностированные на уровне срезов трех сосудов и трех сосудов и трахеи, влияют на проведение консультации и определение тактики ведения беременности (например, являются показанием к пренатальной диагностике на микроделецию 22q11), на определение места родов (например, при полной транспозиции магистральных артерий) и экстренной помощи в постнатальном периоде (например, необходимость инфузии простагландинов), а также позволяя предвидеть потенциальные проблемы с дыхательными путями из-за компрессии сосудов [102].

ЦВЕТОВОЕ ДОПЛЕРОВОЕ КАРТИРОВАНИЕ КРОВОТОКА

Несмотря на то что применение режима ЦДК не считается обязательным в настоящих Рекомендациях, мы призываем ознакомиться с правилами его проведения и использовать его при рутинном скрининговом исследовании сердца [103]. ЦДК является неотъемлемой частью эхокардиографии плода и его роль в диагностике ВПС нельзя недооценивать. ЦДК можно использовать

во время планового скрининга сердца, если врач компетентен в его использовании.

В нормальном сердце цветовой картирование кровотока покажет антеградный кровоток через атриовентрикулярный и полулунный клапаны и магистральные сосуды. ЦДК может облегчить визуализацию различных структур сердца. Например, визуализация кровотока в дуге аорты и артериальном протоке помогает получить “знак V”, а также выявить патологические типы кровотока, такие как регургитация на уровне атриовентрикулярного клапана и реверсный кровоток в артериальном протоке и дуге аорты. Режим ЦДК также может представлять собой ценный метод визуализации в оценке анатомии сердца у пациенток с высоким индексом массы тела [104, 105] и может улучшить диагностику основных ВПС в группе беременных низкого риска [47, 106]. Оптимальные настройки ЦДК включают в себя: использование узкого цветового окна, расположенного только над зоной интереса для оценки, а не охватывающего все двухмерное изображение сердца. Цветовое окно вокруг зоны интереса малого размера повышает частоту кадров и качество цветового изображения, что позволяет отображать кровоток через клапаны и сосуды без подвисаний изображения или задержек в режиме реального времени. Во время рутинного скринингового исследования сердца плода во II триместре беременности для оценки внутрисердечных структур и сосудов шкала скорости кровотока в режиме ЦДК должна быть установлена на значении около 50–70 см/с. Такая настройка и низкая персистенция цветового потока обычно заложены в кардиальные настройки ультразвуковых аппаратов по умолчанию. Однако при исследовании венозных структур значения в шкале скоростей должны быть установлены на более низких уровнях (около 15–25 см/с) (рис. S2).

ЭХОКАРДИОГРАФИЯ ПЛОДА

Плоды, у которых при скрининговом ультразвуковом обследовании сердца выявлены ВПС или подозреваются ВПС, являются кандидатами на проведение эхокардио-

графии плода [5, 6] (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ). Для плодов с высоким фактором риска ВПС, т.е. когда их риск выше, чем в общей популяции, в дополнение к рутинному скрининговому исследованию сердца показано проведение эхокардиографии плода, что зависит от таких факторов, как местные ресурсы, клинические условия, наличие специалистов и результаты скрининга (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ). Тем не менее значительная часть случаев ВПС, выявляемых в пренатальном периоде, приходится на пациенток без каких-либо факторов риска или экстракардиальных пороков, поэтому важно проводить качественное скрининговое исследование, чтобы в случае выявления порока сердца своевременно обратиться к специалисту.

Однако медицинские работники должны знать общие показания к направлению на расширенное кардиологическое обследование плода методом эхокардиографии [5, 6, 107]. Хотя точная оценка риска выходит за рамки настоящих Рекомендаций, неполный список наиболее распространенных состояний плода и пациенток, связанных с повышенным риском ВПС, представлен в табл. 2 [6]. Например, увеличение толщины воротникового пространства (ТВП) $\geq 3,5$ мм на сроке 11–14 нед является показанием к более детальной оценке сердца [108–110], даже если при последующих ультразвуковых исследованиях измерение этого же ТВП попадает в диапазон нормы.

Эхокардиография плода должна выполняться специалистами, которые компетентны в сфере пренатальной диагностики ВПС, постнатального течения, тактики ведения беременности и прогноза [3]. Цель заключается в детальном исследовании сердца плода и в случае обнаружения аномалии консультировании родителей о диагнозе, долгосрочных последствиях, прогнозе и обсуждении вариантов дальнейшей тактики ведения беременности. При консультировании пациенток в дородовом периоде после обнаружения ВПС также необходимо учитывать высокий уровень психологического стресса у матери [111], обусловленного обнаружением ВПС у плода.

Таблица 2. Общие показания к эхокардиографии плода

Фетальный фактор Подозрение на ВПС Экстракардиальные пороки развития, сочетающиеся с ВПС* Подозрение на аномалию функции сердца или кардиомегалию Водянка плода (<i>Hydrops fetalis</i>) Постоянная тахикардия плода (ЧСС ≥ 180 в минуту) Подозрение на блокаду сердца или постоянная брадикардия плода (ЧСС ≤ 110 в минуту) Частые эпизоды или постоянно нерегулярный сердечный ритм Толщина воротникового пространства $\geq 3,5$ мм Подтвержденное генетическое заболевание или подозрение на него Монохориальная двойня† Фактор со стороны пациента или семейный фактор, или факторы воздействия окружающей среды Родственники первой степени родства плода с ВПС (родители, братья, сестры, сводные братья и сестры) Родственник первой или второй степени родства с менделевским наследованием и проявлением болезней сердца в детстве Прегестационный диабет независимо от уровня HbA1c Антитела к антигену SS-A(RO) Фенилкетонурия (неизвестный статус или преконцепционный уровень фенилаланина >10 мг/дл) Воздействие ретиноидов Подтвержденная внутриутробная инфекция (TORCH- и парвовирус-B19-положительный) Другие показания, которые могут быть рассмотрены к эхокардиографии плода Родственник второй степени родства плода с ВПС Гестационный диабет, диагностированный в I или начале II триместра Толщина воротникового пространства от 3,0 до 3,4 мм Воздействие тератогенов (например, пароксетина, карбамазепина, лития, вальпроата натрия) Зачатие с помощью ЭКО, включая ИКСИ Применение ингибиторов АПФ (антигипертензивных препаратов) Прочие факторы Хотя данные прошлых лет могут свидетельствовать об обратном, существует недостаточно доказательств того, что риск ВПС значительно превышает исходный уровень при определенных факторах, зависящих от пациентки и плода, включая ожирение пациентки (ИМТ ≥ 35 кг/м²), прием антидепрессантов СИОЗС, кроме пароксетина, экстракардиальные “мягкие маркеры” анеуплоидии, аномальные уровни некоторых веществ в сыворотке (например, уровень альфа-фетопротеина), изолированная ЕАП, гестационный диабет, диагностированный после II триместра, воздействие варфарина, злоупотребление алкоголем, гиперэхогенный фокус сердца, пренатальная лихорадка или вирусная инфекция только с сероконверсией, изолированный ВПС у родственника, находящегося дальше второй степени родства с плодом.

* Например, экзомфалос (пупочная грыжа), врожденная диафрагмальная грыжа, подозрение на атрезию пищевода/желудочно-кишечную непроходимость [124]. †Если позволяют ресурсы (близнецы также наблюдаются специалистами по пренатальной диагностике). АПФ – ангиотензинпревращающий фермент; SS-A(RO) – антиген А, связанный с синдромом Шегрена; ИМТ – индекс массы тела; ВПС – врожденный порок сердца; HbA1c – гемоглобин A1c; ИКСИ – интрацитоплазматическая инъекция сперматозоида; ЭКО – экстракорпоральное оплодотворение; СИОЗС – селективный ингибитор обратного захвата серотонина; ЕАП – единственная артерия пуповины.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

При оценке качества важно проверить различные аспекты скринингового обследования сердца, чтобы обеспечить полноту информации, включая качество изображения, получение стандартных диагностических срезов, соответствующую интерпретацию рекомендованных проекций сканирования и полноту документации [112, 113].

Высокотехническое изображение сердца зависит от оптимальных настроек ультразвукового оборудования, включая использование кардиологических настроек и соответствующего увеличения изображения. Это повышает качество изображения и помогает специалисту, проводящему ультразвуковое исследование, четко распознавать анатомические ориентиры в различных рекомендованных плоскостях сканирования. При использовании режима ЦДК необходимо оптимизировать настройки и установить шкалу скорости в соответствии с исследуемыми кардиальными структурами (рис. S1 и S2). Одно ретроспективное исследование по пренатальной диагностике ВПС показало, что несоблюдение технических критериев способствовало пропуску около 50% ВПС плода [23]. К тому же неспособность специалиста распознать аномалию в анатомии сердца на изображении, выполненном надлежащим образом с технической точки зрения, стала причиной еще 31% пропущенных случаев.

Постоянный контроль качества чрезвычайно важен для ультразвукового сканирования в пренатальной диагностике и скрининговом исследовании сердца плода. Политика аудита, основанная на заданных критериях качества изображения для интерпретации и оценки статичных и видеоультразвуковых изображений, является важным инструментом, использование которого поощряется и может снизить количество ошибок в пренатальной диагностике, тем самым повышая своевременность выявления ВПС [114–117]. Международное общество ультразвуковой диагностики в акушерстве и гинекологии (ISUOG) призывает каждое учреждение, занимающееся диагностической визуализацией, ежегодно анали-

зировать местные показатели выявляемости и точности диагностики ВПС и при необходимости проводить дальнейшее обучение.

СКРИНИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА ПЛОДА НА РАННИХ СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ

Скрининг на ВПС в I триместре беременности показал свою эффективность в группах с низким риском [118]. Тем не менее он не проводится рутинно и не считается обязательным. В странах или учреждениях, где это представляется возможным, ранний кардиальный скрининг может проводиться во время раннего пренатального скрининга I триместра, при котором производится оценка толщины воротникового пространства. К минимальным требованиям для раннего скрининга относятся визуализация сердца в грудной клетке и установление регулярности ритма [39]. Следует иметь в виду, что из-за небольшого размера сердца плода на ранних сроках беременности успешность визуализации структур сердца при детальном анатомическом обследовании значительно повышается после 12⁺³ нед беременности [36, 119, 120].

Хотя допускается использование трансвагинальных датчиков, рекомендуемая методика, помимо визуализации в серошкальном режиме, включает применение высокочастотных трансабдоминальных датчиков из-за их более высокой разрешающей способности и использование цветовой и/или высококачественной энергетической доплерографии (направленное картирование кровотока). Оценка сердца плода в режимах цветовой и энергетической доплерографии должна быть приоритетной в сравнении с исследованием сердца в режиме серошкального изображения для того, чтобы улучшить визуализацию кровотока в мелких структурах сердца плода в I триместре. Допплер следует применять, прежде всего, для скрининга 4-камерного среза и среза на уровне трех сосудов и трахеи по соображениям безопасности. Согласно последнему заявлению ISUOG о безопасности, различные методы доплерографии могут ис-

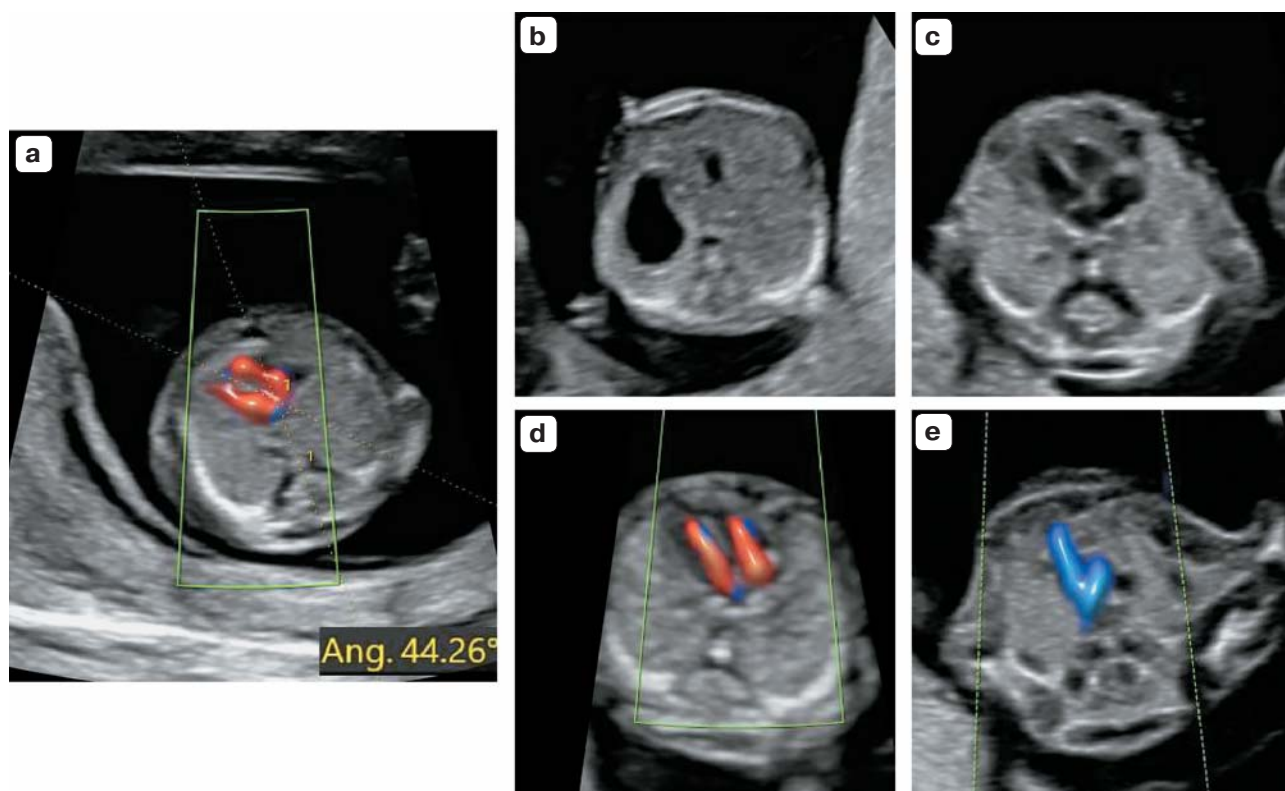


Рис. 10. Исследование сердца на ранних сроках беременности должно быть сосредоточено на этих выбранных плоскостях, так же как в исследовании во II триместре: (а) демонстрация оси сердца (калиперы), (b) проекция живота с демонстрацией желудка с левой стороны, (с) 4-камерная проекция (серая шкала), (d) 4-камерная проекция (цветовой доплер) во время диастолы, (е) проекция трех сосудов и трахеи (цветовой доплер) во время систолы.

пользоваться при рутинном ультразвуковом исследовании на сроках 11^{+0} – 13^{+6} нед по определенным клиническим показаниям, включая скрининг на аномалии сердца. Тем не менее при проведении ультразвукового исследования важно следить за показателями термального индекса на мониторе ультразвукового аппарата, который должен быть $\leq 1,0$, а время воздействия должно быть как можно короче (обычно не более 5–10 мин) [121].

При проведении детального скринингового исследования сердца плода на ранних сроках беременности рекомендуется оценка следующих моментов [39] (рис. 10) (СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ).

1. Ситус, расположение внутренних органов, которое определяется при исследова-

нии в режиме серошкального изображения. Ситус определяется для того, чтобы установить нормальное положение желудка и сердца, которые должны находиться с левой стороны плода. Также важно оценить направление оси сердца плода, которая является важным маркером ВПС [122].

2. 4-камерный срез сердца, полученный в режимах серошкального изображения, в режиме ЦДК и в режиме энергетической направленной доплерографии. Оптимальным для адекватной демонстрации наполнения обоих желудочков является положение плода с позвоночником внизу.

3. Срез на уровне трех сосудов и трахеи, полученный в режимах ЦДК и/или в режиме энергетического направленного доплера, для демонстрации левосторонней дуги аорты и артериального протока.

Визуализация левого и правого выносящих отделов на таком раннем сроке беременности может быть затруднена и может привести как к ложноотрицательным, так и к ложноположительным результатам. Таким образом, если скрининг сердца проводится при раннем пренатальном скрининге, когда оценивается толщина воротникового пространства, то ультразвуковая оценка

сердца должна быть основана главным образом на определении situs (расположении внутренних органов) и получении 4-камерной проекции сердца и проекции трех сосудов и трахеи [123]. Если при проведении раннего пренатального скрининга возникает подозрение на наличие ВПС у плода, то тогда пациентку следует направить на раннюю эхокардиографию плода.

АВТОРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

J.S. Carvalho, Royal Brompton Hospital, Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust; and Fetal Medicine Unit, St George's University Hospitals NHS Foundation Trust and Cardiovascular Clinical Academic Group, Molecular and Clinical Sciences Research Institute, St George's, University of London, London, UK

R. Axt-Fliedner, Division of Prenatal Medicine & Fetal Therapy, Department of Obstetrics & Gynecology, Justus-Liebig-University Giessen, University Hospital Giessen & Marburg, Giessen, Germany

R. Chaoui, Center of Prenatal Diagnosis and Human Genetics, Berlin, Germany

J.A. Copel, Departments of Obstetrics, Gynecology & Reproductive Sciences, and Pediatrics, Yale School of Medicine, New Haven, CT, USA

B.F. Cuneo, Children's Hospital Colorado, The Heart Institute, Aurora, CO, USA D. Goff, Pediatric Cardiology of Houston and Loma

D. Goff, Pediatric Cardiology of Houston and Loma Linda University School of Medicine, Houston, TX, USA

L. Gordin Kopylov, Obstetrical Unit, Shamir Medical Center (formerly Assaf Harofeh Medical Center), Zerifin, Israel; and Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel K. Hecher, Department of Obstetrics and Fetal Medicine, University Medical Center Hamburg-Eppendorf, Hamburg, Germany

W. Lee, Department of Obstetrics and Gynecology, Baylor College of Medicine and Texas Children's Hospital, Houston, TX, USA

A.J. Moon-Grady, Clinical Pediatrics, UC San Francisco, San Francisco, CA, USA

H.A. Mousa, Fetal Medicine Unit, University of Leicester, Leicester, UK

H. Munoz, Obstetrics and Gynecology, Universidad de Chile and Clinica Las Condes, Santiago, Chile

D. Paladini, Fetal Medicine and Surgery Unit, IRCCS Istituto G. Gaslini, Genoa, Italy

F. Prefumo, Obstetrics and Gynecology Unit, IRCCS Istituto G. Gaslini, Genoa, Italy

E. Quarello, Image 2 Center, Obstetrics and Gynecologic Department, St Joseph Hospital, Marseille, France

J. Rychik, Fetal Heart Program at Children's Hospital of Philadelphia, and Perelman School of Medicine at University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA

B. Tutschek, Pränatal Zürich, Zürich, Switzerland; and Medical Faculty, Heinrich Heine University, Düsseldorf, Germany

M. Wiechec, Department of Gynecology and Obstetrics, Jagiellonian University in Krakow, Krakow, Poland

S. Yagel, Department of Obstetrics and Gynecology, Hadassah Medical Center, Mt. Scopus and the Faculty of Medicine, Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, Israel

ЦИТИРОВАНИЕ

Данные Практические рекомендации должны цитироваться как: Carvalho JS, Axt-Flidner R, Chaoui R, Copel JA, Cuneo BF, Goff D, Gordin Kopylov L, Hecher K, Lee W, Moon-Grady AJ, Mousa HA, Munoz H, Paladini D, Prefumo F, Quarello E, Rychik J, Tutschek B, Wiechec M, Yagel S. ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2023; 61: 788–803.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность Dr. Frantisek Grochal (from Martin-Slovakia) за его время и опыт при создании сердечных диаграмм для настоящих Рекомендаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carvalho JS, Allan LD, Chaoui R, Copel JA, DeVore GR, Hecher K, Lee W, Munoz H, Paladini D, Tutschek B, Yagel S. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 348–359.
2. De Groote K, Vanhie E, Roets E, Ramaekers P, De Wilde H, Panzer J, Vandekerckhove K, Bove T, Francois K, Van Herck K, De Wolf D. Outcome after prenatal and postnatal diagnosis of complex congenital heart defects and the influence of genetic anomalies. *Prenat Diagn* 2017; 37: 983–991.
3. Lee W, Allan L, Carvalho JS, Chaoui R, Copel J, Devore G, Hecher K, Munoz H, Nelson T, Paladini D, Yagel S. ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2008; 32: 239–242.
4. Rychik J, Ayres N, Cuneo B, Gotteiner N, Hornberger L, Spevak PJ, Van DV. American Society of Echocardiography guidelines and standards for performance of the fetal echocardiogram. *J Am Soc Echocardiogr* 2004; 17: 803–810.
5. Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, Copel JA, Sklansky MS, Abuhamad A, Cuneo BF, Huhta JC, Jonas RA, Krishnan A, Lacey S, Lee W, Michelfelder EC, Rempel GR, Silverman NH, Spray TL, Strasburger JF, Tworetzky W, Rychik J. Diagnosis and Treatment of Fetal Cardiac Disease: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2014; 129: 2183–2242.
6. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. *J Ultrasound Med* 2020; 39: E5–E16.
7. Liu Y, Chen S, Zuhlke L, Black GC, Choy MK, Li N, Keavney BD. Global birth prevalence of congenital heart defects 1970–2017: updated systematic review and meta-analysis of 260 studies. *Int J Epidemiol* 2019; 48: 455–463.
8. Holland BJ, Myers JA, Woods CR, Jr. Prenatal diagnosis of critical congenital heart disease reduces risk of death from cardiovascular compromise prior to planned neonatal cardiac surgery: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 45: 631–638.
9. Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation* 2001; 103: 1269–1273.
10. Franklin O, Burch M, Manning N, Sleeman K, Gould S, Archer N. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart* 2002; 87: 67–69.
11. Blyth M, Howe D, Gnanapragasam J, Wellesley D. The hidden mortality of transposition of the great arteries and survival advantage provided by prenatal diagnosis. *BJOG* 2008; 115: 1096–1100.
12. Kipps AK, Feuille C, Azakie A, Hoffman JI, Tabbutt S, Brook MM, Moon-Grady AJ. Prenatal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome in current era. *Am J Cardiol* 2011; 108: 421–427.
13. van Velzen CL, Haak MC, Reijnders G, Rijlaarsdam ME, Bax CJ, Pajkrt E, Hruda J, Galindo-Garre F, Bilardo CM, de Groot CJ, Blom NA, Clur SA. Prenatal detection of transposition of the great arteries reduces mortality and morbidity. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 45: 320–325.
14. van Velzen CL, Clur SA, Rijlaarsdam ME, Bax CJ, Pajkrt E, Heymans MW, Bekker MN, Hruda J, de Groot CJ, Blom NA, Haak MC. Prenatal detection of congenital heart disease—results of a national screening programme. *BJOG* 2016; 123: 400–407.
15. Bonnet D, Coltri A, Butera G, Fermont L, Le Bidois J, Kachaner J, Sidi D. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation* 1999; 99: 916–918.
16. Peyvandi S, De Santiago V, Chakkarapani E, Chau V, Campbell A, Poskitt KJ, Xu D, Barkovich AJ, Miller S, McQuillen P. Association of Prenatal Diagnosis of Critical Congenital Heart Disease With Postnatal Brain Development and the Risk of Brain Injury. *JAMA Pediatr* 2016; 170: e154450.
17. Khoshnood B, Lelong N, Houyel L, Bonnet D, Ballon M, Jouannic JM, Goffinet F, EPICARD Study group. Impact of prenatal diagnosis on sur-

- vival of newborns with four congenital heart defects: a prospective, population-based cohort study in France (the EPICARD Study). *BMJ Open* 2017; 7: e018285.
18. Dolk H, Loane M, Garne E, European Surveillance of Congenital Anomalies Working Group. Congenital heart defects in Europe: prevalence and perinatal mortality, 2000 to 2005. *Circulation* 2011; 123: 841–849.
 19. Quartermain MD, Pasquali SK, Hill KD, Goldberg DJ, Huhta JC, Jacobs JP, Jacobs ML, Kim S, Ungerleider RM. Variation in Prenatal Diagnosis of Congenital Heart Disease in Infants. *Pediatrics* 2015; 136: e378–385.
 20. Sharland GK, Allan LD. Screening for congenital heart disease prenatally. Results of a 2 1/2-year study in the South East Thames Region. *BJOG* 1992; 99: 220–225.
 21. DeVore GR, Medearis AL, Bear MB, Horenstein J, Platt LD. Fetal echocardiography: factors that influence imaging of the fetal heart during the second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 1993; 12: 659–663.
 22. Tegnander E, Williams W, Johansen OJ, Blaas HG, Eik-Nes SH. Prenatal detection of heart defects in a non-selected population of 30,149 fetuses—detection rates and outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 252–265.
 23. van Nisselrooij AEL, Teunissen AKK, Clur SA, Rozendaal L, Pajkrt E, Linskens IH, Rammeloo L, van Lith JMM, Blom NA, Haak MC. Why are congenital heart defects being missed? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 55: 747–757.
 24. Carvalho JS, Mavrides E, Shinebourne EA, Campbell S, Thilaganathan B. Improving the effectiveness of routine prenatal screening for major congenital heart defects. *Heart* 2002; 88: 387–391.
 25. Cuneo BF, Olson CA, Haxel C, Howley L, Gagnon A, Benson DW, Kaizer AM, Thomas JF. Risk Stratification of Fetal Cardiac Anomalies in an Underserved Population Using Telecardiology. *Obstet Gynecol* 2019; 134: 1096–1103.
 26. Hautala J, Gissler M, Ritvanen A, Tekay A, Pitkanen-Argillander O, Stefanovic V, Sarkola T, Helle E, Pihkala J, Patila T, Mattila IP, Jokinen E, Rasanen J, Ojala T. The implementation of a nationwide anomaly screening programme improves prenatal detection of major cardiac defects: an 11-year national population-based cohort study. *BJOG* 2019; 126: 864–873.
 27. Tegnander E, Eik-Nes SH, Johansen OJ, Linker DT. Prenatal detection of heart defects at the routine fetal examination at 18 weeks in a non-selected population. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1995; 5: 372–380.
 28. Chaoui R. The four-chamber view: four reasons why it seems to fail in screening for cardiac abnormalities and suggestions to improve detection rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 3–10.
 29. Tegnander E, Eik-Nes SH, Linker DT. Incorporating the four-chamber view of the fetal heart into the second-trimester routine fetal examination. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1994; 4: 24–28.
 30. Kirk JS, Riggs TW, Comstock CH, Lee W, Yang SS, Weinhouse E. Prenatal screening for cardiac anomalies: the value of routine addition of the aortic root to the four-chamber view. *Obstet Gynecol* 1994; 84: 427–431.
 31. Achiron R, Glaser J, Gelernter I, Hegesh J, Yagel S. Extended fetal echocardiographic examination for detecting cardiac malformations in low risk pregnancies. *BMJ* 1992; 304: 671–674.
 32. Schwarzler P, Senat MV, Holden D, Bernard JP, Masroor T, Ville Y. Feasibility of the second-trimester fetal ultrasound examination in an unselected population at 18, 20 or 22 weeks of pregnancy: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1999; 14: 92–97.
 33. Achiron R, Rotstein Z, Lipitz S, Mashlach S, Hegesh J. First-trimester diagnosis of fetal congenital heart disease by transvaginal ultrasonography. *Obstet Gynecol* 1994; 84: 69–72.
 34. Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, Manor M, Hegesh J, Anteby E, Lipitz S, Achiron R. Congenital heart defects: natural course and in utero development. *Circulation* 1997; 96: 550–555.
 35. Rustico MA, Benettoni A, D'Ottavio G, Fischer-Tamaro L, Conoscenti GC, Meir Y, Natale R, Bussani R, Mandruzzato GP. Early screening for fetal cardiac anomalies by transvaginal echocardiography in an unselected population: the role of operator experience. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 614–619.
 36. Carvalho JS. Fetal heart scanning in the first trimester. *Prenat Diagn* 2004; 24: 1060–1067.
 37. Carvalho JS, Moscoso G, Tekay A, Campbell S, Thilaganathan B, Shinebourne EA. Clinical impact of first and early second trimester fetal echocardiography on high risk pregnancies. *Heart* 2004; 90: 921–926.
 38. Hugon IC, Ghi T, Cook AC, Zosmer N, Allan LD, Nicolaides KH. Fetal cardiac abnormalities identified prior to 14 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 22–29.
 39. International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology; Bilardo CM, Chaoui R, Hyett JA, Kagan KO, Karim JN, Papageorgiou AT, Poon LC, Salomon LJ, Syngelaki A, Nicolaides KH. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of 11–14-week ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2023; 61: 127–143.
 40. Paladini D, Vassallo M, Tartaglione A, Lapadula C, Martinelli P. The role of tissue harmonic imaging in fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 159–164.
 41. Allan LD, Crawford DC, Chita SK, Tynan MJ. Prenatal screening for congenital heart disease. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1986; 292: 1717–1719.
 42. Copel JA, Pilu G, Green J, Hobbins JC, Kleinman CS. Fetal echocardiographic screening for congenital heart disease: the importance of the four-chamber view. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 157: 648–655.

43. DeVore GR. The aortic and pulmonary outflow tract screening examination in the human fetus. *J Ultrasound Med* 1992; 11: 345–348.
44. Achiron R, Rotstein Z, Heggesh J, Bronshtein M, Zimand S, Lipitz S, Yagel S. Anomalies of the fetal aortic arch: a novel sonographic approach to in-utero diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 553–557.
45. Yoo SJ, Min JY, Lee YH, Roman K, Jaeggi E, Smallhorn J. Fetal sonographic diagnosis of aortic arch anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 535–546.
46. Barboza JM, Dajani NK, Glenn LG, Angtuaco TL. Prenatal diagnosis of congenital cardiac anomalies: a practical approach using two basic views. *Radiographics* 2002; 22: 1125–1137; discussion 1137–1138.
47. Del BA, Russo S, Lacerenza N, Rinaldi M, Rinaldi G, Nappi L, Greco P. Four chamber view plus three-vessel and trachea view for a complete evaluation of the fetal heart during the second trimester. *J Perinat Med* 2006; 34: 309–312.
48. Carvalho JS, Doya E, Freeman J, Clough A. Identification of fetal laterality and visceral situs should be part of routine fetal anomaly scans. In World Congress of Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery. Momma K, Imai Y (eds). Futura Pub. Co.: Honolulu, Hawaii, 1997; 117.
49. Salomon LJ, Alfievic Z, Berghella V, Bilardo CM, Chalouhi GE, Da Silva Costa F, Hernandez-Andrade E, Malinger G, Munoz H, Paladini D, Prefumo F, Sotiriadis A, Toi A, Lee W. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022; 59: 840–856.
50. Bromley B, Estroff JA, Sanders SP, Parad R, Roberts D, Frigoletto FD, Jr., Benacerraf BR. Fetal echocardiography: accuracy and limitations in a population at high and low risk for heart defects. *Am J Obstet Gynecol* 1992; 166: 1473–1481.
51. Stumpflen I, Stumpflen A, Wimmer M, Bernaschek G. Effect of detailed fetal echocardiography as part of routine prenatal ultrasonographic screening on detection of congenital heart disease. *Lancet* 1996; 348: 854–857.
52. Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, Ryu HM, Kim MY, Choi HK, Cho KS, Kim A. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 173–182.
53. Yoo SJ, Lee YH, Cho KS. Abnormal three-vessel view on sonography: a clue to the diagnosis of congenital heart disease in the fetus. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 825–830.
54. Vinals F, Heredia F, Giuliano A. The role of the three vessels and trachea view (3VT) in the diagnosis of congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 22: 358–367.
55. Yagel S, Arbel R, Anteby EY, Raveh D, Achiron R. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002; 20: 340–345.
56. Tongsong T, Tongprasert F, Srisupundit K, Luewan S. The complete three-vessel view in prenatal detection of congenital heart defects. *Prenat Diagn* 2010; 30: 23–29.
57. Berg C, Gembruch U, Geipel A. Outflow tract views in two-dimensional fetal echocardiography – part ii. *Ultraschall Med* 2009; 30: 230–251.
58. Freud LR, Moon-Grady A, Escobar-Diaz MC, Gotteiner NL, Young LT, McElhinney DB, Tworetzky W. Low rate of prenatal diagnosis among neonates with critical aortic stenosis: insight into the natural history in utero. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2015; 45: 326–332.
59. Yamamoto Y, Hornberger LK. Progression of outflow tract obstruction in the fetus. *Early Hum Dev* 2012; 88: 279–285.
60. Bronshtein M, Gover A, Zimmer EZ. Sonographic definition of the fetal situs. *Obstet Gynecol* 2002; 99: 1129–1130.
61. Carvalho JS, Kyle PM. Images in cardiovascular medicine. Situs inversus with complete transposition in the fetus: diagnostic antenatal sequential segmental analysis. *Circulation* 1997; 96: 4432–4433.
62. Cordes TM, O’Leary PW, Seward JB, Hagler DJ. Distinguishing right from left: a standardized technique for fetal echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr* 1994; 7: 47–53.
63. Allan LD, Tynan MJ, Campbell S, Wilkinson JL, Anderson RH. Echocardiographic and anatomical correlates in the fetus. *Br Heart J* 1980; 44: 444–451.
64. Cook AC, Yates RW, Anderson RH. Normal and abnormal fetal cardiac anatomy. *Prenat Diagn* 2004; 24: 1032–1048.
65. Yoo SJ, Min JY, Lee YH. Normal pericardial fluid in the fetus: color and spectral Doppler analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 248–252.
66. Brown DL, Cartier MS, Emerson DS, Shanklin DR, Smith WC, Felker RE. The peripheral hypoechoic rim of the fetal heart. *J Ultrasound Med* 1989; 8: 603–608.
67. Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol* 1987; 70: 255–259.
68. Smith RS, Comstock CH, Kirk JS, Lee W. Ultrasonographic left cardiac axis deviation: a marker for fetal anomalies. *Obstet Gynecol* 1995; 85: 187–191.
69. Shipp TD, Bromley B, Hornberger LK, Nadel A, Benacerraf BR. Levorotation of the fetal cardiac axis: a clue for the presence of congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1995; 85: 97–102.
70. Abdullah MM, Lacro RV, Smallhorn J, Chitayat D, van der Velde ME, Yoo SJ, Oman-Ganes L, Hornberger LK. Fetal cardiac dextroposition in the absence of an intrathoracic mass: sign of significant right lung hypoplasia. *J Ultrasound Med* 2000; 19: 669–676.

71. Copel JA, Liang RI, Demasio K, Ozeren S, Kleinman CS. The clinical significance of the irregular fetal heart rhythm. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 182: 813–817.
72. Bet BB, de Vries JM, Limpens J, van Wely M, van Leeuwen E, Clur SA, Pajkrt E. Implications of fetal premature atrial contractions: systematic review. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022; 60: 721–730.
73. Simpson JL, Yates RW, Sharland GK. Irregular heart rate in the fetus: not always benign. *Cardiol Young* 1996; 6: 28–31.
74. Cuneo BF, Strasburger JF, Wakai RT, Ovadia M. Conduction system disease in fetuses evaluated for irregular cardiac rhythm. *Fetal Diagn Ther* 2006; 21: 307–313.
75. Carvalho JS. Risk stratification for irregular fetal heart rhythm: practical approach to management. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022; 60: 717–720.
76. American College of Obstetricians and Gynecologists. ACOG Practice Bulletin No. 106: Intrapartum fetal heart rate monitoring: nomenclature, interpretation, and general management principles. *Obstet Gynecol* 2009; 114: 192–202.
77. Carvalho JS. Primary bradycardia: keys and pitfalls in diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 44: 125–130.
78. Carvalho JS. Fetal dysrhythmias. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol* 2019; 58: 28–41.
79. Mitchell JL, Cuneo BF, Etheridge SP, Horigome H, Weng HY, Benson DW. Fetal heart rate predictors of long QT syndrome. *Circulation* 2012; 126: 2688–2695.
80. Srinivasan S, Strasburger J. Overview of fetal arrhythmias. *Curr Opin Pediatr* 2008; 20: 522–531.
81. Hazelzet T, Durand I, David N. [Total isolated anomalous pulmonary venous return: Are there any clues for prenatal screening?]. *Gynecol Obstet Fertil* 2015; 43: 541–548.
82. Kirk JS, Comstock CH, Lee W, Smith RS, Riggs TW, Weinhouse E. Fetal cardiac asymmetry: a marker for congenital heart disease. *Obstet Gynecol* 1999; 93: 189–192.
83. Sharland GK, Chan KY, Allan LD. Coarctation of the aorta: difficulties in prenatal diagnosis. *Br Heart J* 1994; 71: 70–75.
84. Hornberger LK, Sanders SP, Rein AJ, Spevak PJ, Parness IA, Colan SD. Left heart obstructive lesions and left ventricular growth in the midtrimester fetus. A longitudinal study. *Circulation* 1995; 92: 1531–1538.
85. Paladini D, Pistorio A, Wu LH, Meccariello G, Lei T, Tuo G, Donarini G, Marasini M, Xie HN. Prenatal diagnosis of total and partial anomalous pulmonary venous connection: multicenter cohort study and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2018; 52: 24–34.
86. Paladini D, Palmieri S, Lamberti A, Teodoro A, Martinelli P, Nappi C. Characterization and natural history of ventricular septal defects in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 118–122.
87. Axt-Flidner R, Schwarze A, Smrcek J, Germer U, Krapp M, Gembruch U. Isolated ventricular septal defects detected by color Doppler imaging: evolution during fetal and first year of postnatal life. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 266–273.
88. Vettrains IM, Lee W, Bronsteen RA, Comstock CH. Sonographic evaluation of the ventricular cardiac outflow tracts. *J Ultrasound Med* 2005; 24: 566.
89. Everwijn SMP, van Nisselrooij AEL, Rozendaal L, Clur SB, Pajkrt E, Hrudá J, Linskens IH, van Lith JM, Blom NA, Haak MC. The effect of the introduction of the three-vessel view on the detection rate of transposition of the great arteries and tetralogy of Fallot. *Prenat Diagn* 2018; 38: 951–957.
90. Bravo C, Gamez F, Perez R, Alvarez T, De Leon-Luis J. Fetal Aortic Arch Anomalies: Key Sonographic Views for Their Differential Diagnosis and Clinical Implications Using the Cardiovascular System Sonographic Evaluation Protocol. *J Ultrasound Med* 2016; 35: 237–251.
91. Karl K, Sinkovskaya E, Abuhamad A, Chaoui R. Intrathymic and other anomalous courses of the left brachiocephalic vein in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 48: 464–469.
92. Galindo A, Gutierrez-Larraya F, Escribano D, Arbues J, Velasco JM. Clinical significance of persistent left superior vena cava diagnosed in fetal life. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30: 152–161.
93. Durand I, Hazelzet T, Gillibert A, Parrod C, David N, El Youssef F, Brehin AC, Barre E. Outcomes following prenatal diagnosis of isolated persistent left superior vena cava. *Arch Cardiovasc Dis* 2022; 115: 335–347.
94. Lopes KRM, Bartsota M, Doughty V, Carvalho JS. Single left superior vena cava: antenatal diagnosis, associated anomalies and outcomes. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022; 60: 640–645.
95. Chaoui R, Heling KS, Lopez AS, Thiel G, Karl K. The thymic-thoracic ratio in fetal heart defects: a simple way to identify fetuses at high risk for microdeletion 22q11. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 397–403.
96. Paladini D. How to identify the thymus in the fetus: the thy-box. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 488–492.
97. Karl K, Heling KS, Sarut Lopez A, Thiel G, Chaoui R. Thymic-thoracic ratio in fetuses with trisomy 21, 18 or 13. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 40: 412–417.
98. Anton T, Sklansky MS, Perez M, Pretorius DH. The Fetal 3-Vessel Views: An Illustrative Case-Based Tutorial. *J Ultrasound Med* 2019; 38: 3335–3347.
99. Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 367–369.

100. Sun HY, Proudfoot JA, McCandless RT. Prenatal detection of critical cardiac outflow tract anomalies remains suboptimal despite revised obstetrical imaging guidelines. *Congenit Heart Dis* 2018; 13: 748–756.
101. Sklansky MS, Berman DP, Pruetz JD, Chang RK. Prenatal screening for major congenital heart disease: superiority of outflow tracts over the 4-chamber view. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 889–899.
102. Jain S, Kleiner B, Moon-Grady A, Hornberger LK. Prenatal diagnosis of vascular rings. *J Ultrasound Med* 2010; 29: 287–294.
103. Chaoui R, McEwing R. Three cross-sectional planes for fetal color Doppler echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003; 21: 81–93.
104. Paladini D. Sonography in obese and overweight pregnant women: clinical, medicolegal and technical issues. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 720–729.
105. Sklansky M, Afshar Y, Anton T, DeVore GR, Platt L, Satou G. Guidance for fetal cardiac imaging in patients with degraded acoustic windows. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2022; 59: 709–712.
106. Nadel AS. Addition of color Doppler to the routine obstetric sonographic survey aids in the detection of pulmonic stenosis. *Fetal Diagn Ther* 2010; 28: 175–179.
107. Small M, Copel JA. Indications for fetal echocardiography. *Pediatr Cardiol* 2004; 25: 210–222.
108. Mavrides E, Cobian-Sanchez F, Tekay A, Moscoso G, Campbell S, Thilaganathan B, Carvalho JS. Limitations of using first-trimester nuchal translucency measurement in routine screening for major congenital heart defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17: 106–110.
109. Ghi T, Huggon IC, Zosmer N, Nicolaides KH. Incidence of major structural cardiac defects associated with increased nuchal translucency but normal karyotype. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 18: 610–614.
110. Hyett JA, Perdu M, Sharland GK, Snijders RS, Nicolaides KH. Increased nuchal translucency at 10–14 weeks of gestation as a marker for major cardiac defects. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 10: 242–246.
111. Rychik J, Donaghue DD, Levy S, Fajardo C, Combs J, Zhang X, Szwasz A, Diamond GS. Maternal psychological stress after prenatal diagnosis of congenital heart disease. *J Pediatr* 2013; 162: 302–307.e1.
112. Cabana MD, Rand CS, Powe NR, Wu AW, Wilson MH, Abboud PA, Rubin HR. Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement. *JAMA* 1999; 282: 1458–1465.
113. Sklansky M, DeVore GR. Fetal Cardiac Screening: What Are We (and Our Guidelines) Doing Wrong? *J Ultrasound Med* 2016; 35: 679–681.
114. Salomon LJ, Winer N, Bernard JP, Ville Y. A score-based method for quality control of fetal images at routine second-trimester ultrasound examination. *Prenat Diagn* 2008; 28: 822–827.
115. Sairam S, Awadh AM, Cook K, Papageorgiou AT, Carvalho JS. Impact of audit of routine second-trimester cardiac images using a novel image-scoring method. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 33: 545–551.
116. Quarello E, Lafouge A, Fries N, Salomon LJ, CFEF. Basic heart examination: feasibility study of first-trimester systematic simplified fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 49: 224–230.
117. Letourneau KM, Horne D, Soni RN, McDonald KR, Karlicki FC, Fransoo RR. Advancing Prenatal Detection of Congenital Heart Disease: A Novel Screening Protocol Improves Early Diagnosis of Complex Congenital Heart Disease. *J Ultrasound Med* 2018; 37: 1073–1079.
118. Volpe P, Ubaldino P, Volpe N, Campobasso G, De Robertis V, Tempesta A, Volpe G, Rembouskos G. Fetal cardiac evaluation at 11–14 weeks by experienced obstetricians in a low-risk population. *Prenat Diagn* 2011; 31: 1054–1061.
119. Smrcek JM, Berg C, Geipel A, Fimmers R, Diedrich K, Gembruch U. Early fetal echocardiography: heart biometry and visualization of cardiac structures between 10 and 15 weeks' gestation. *J Ultrasound Med* 2006; 25: 173–182.
120. Yagel S, Cohen SM, Porat S, Daum H, Lipschuetz M, Amsalem H, Messing B, Valsky DV. Detailed transabdominal fetal anatomic scanning in the late first trimester versus the early second trimester of pregnancy. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 143–149.
121. Salvesen K, Abramowicz J, Ter Haar G, Miloro P, Sinkovskaya E, Dall'Asta A, Marsal K, Lees C, Board of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. ISUOG statement on the safe use of Doppler for fetal ultrasound examination in the first 13 + 6 weeks of pregnancy (updated). *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021; 57: 1020.
122. Sinkovskaya ES, Chaoui R, Karl K, Andreeva E, Zhuchenko L, Abuhamad AZ. Fetal cardiac axis and congenital heart defects in early gestation. *Obstet Gynecol* 2015; 125: 453–460.
123. Wiehac M, Knafel A, Nocun A. Prenatal detection of congenital heart defects at the 11- to 13-week scan using a simple color Doppler protocol including the 4-chamber and 3-vessel and trachea views. *J Ultrasound Med* 2015; 34: 585–594.
124. Ghimire LV, Chou FS, Moon-Grady AJ. Risk of congenital heart disease is increased among newborns with non-cardiac congenital anomalies: survey-based analysis using 2016 Kids' Inpatient Database. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021; 57: 841–842.

Приложение 1. Чек-лист для скринингового исследования сердца

Срез на уровне верхнего живота			
	Желудок слева	☐ Да	☐ Нет
4-камерный срез			
Общая	Сердце слева, ось ~45°	☐ Да	☐ Нет
	Площадь сердца ≤1/3 площади грудной клетки	☐ Да	☐ Нет
	Регулярный ритм, частота 120–160 в минуту	☐ Да	☐ Нет
Предсердия	Примерно одинаковые по размеру	☐ Да	☐ Нет
	Открытое овальное окно; заслонка овального окна в левом предсердии	☐ Да	☐ Нет
	По крайней мере, одна легочная вена входит в левое предсердие	☐ Да	☐ Нет
Атрио-вентрикулярное соединение	Два отдельных клапана, свободно открываются и закрываются	☐ Да	☐ Нет
	Трехстворчатый клапан расположен более апикально, чем митральный (нормальное смещение клапана)	☐ Да	☐ Нет
Желудочки сердца	Примерно одинаковые по размеру	☐ Да	☐ Нет
	Модераторный пучок в области верхушки правого желудочка	☐ Да	☐ Нет
	Перегородка выглядит интактной	☐ Да	☐ Нет
Срез на уровне выносящего отдела левого желудочка			
	Сосуд непрерывно переходит в межжелудочковую перегородку и не разветвляется	☐ Да	☐ Нет
	Створки клапана аорты не утолщены, открываются и закрываются свободно	☐ Да	☐ Нет
Срез на уровне выносящего отдела правого желудочка/проекция трех сосудов			
	Сосуд, выходящий из правого желудочка, проходит перед аортой и разветвляется	☐ Да	☐ Нет
	Пересечение магистральных сосудов	☐ Да	☐ Нет
	Створки легочного клапана не утолщены, свободно открываются и закрываются	☐ Да	☐ Нет
Срез на уровне трех сосудов и трахеи			
	V-соединение (дуги артериального протока и аорты слева от трахеи)	☐ Да	☐ Нет
	Артериальный проток и дуга аорты одинаковые по размеру	☐ Да	☐ Нет

Приложение 2. Уровни достоверности доказательств и убедительности рекомендаций, используемые в настоящих Практических рекомендациях

Уровни достоверности доказательств	
1++	Метаанализы высокого качества, систематические обзоры рандомизированных контролируемых исследований или рандомизированные контролируемые исследования с очень низким риском систематических ошибок
1+	Метаанализы хорошего качества, систематические обзоры рандомизированных контролируемых исследований или рандомизированные контролируемые исследования с низким риском систематических ошибок
1–	Метаанализы, систематические обзоры рандомизированных контролируемых исследований или рандомизированные контролируемые исследования с высоким риском систематических ошибок
2++	Систематические обзоры высокого качества работ с дизайном случай–контроль/когортных исследований или высокого качества работы с дизайном случай–контроль/когортные исследования с очень низким риском наличия искажающих факторов, систематических и случайных ошибок и высокой вероятностью причинно-следственных связей
2+	Хорошего качества работы с дизайном случай–контроль или когортные исследования с низким риском наличия искажающих факторов, систематических и случайных ошибок и умеренной вероятностью причинно-следственных связей
2–	Работы с дизайном случай–контроль или когортные исследования с высоким риском наличия искажающих факторов, систематических и случайных ошибок и значительным риском, что связи не являются причинно-следственными
3	Неаналитические исследования, такие как отдельные клинические наблюдения или серии клинических наблюдений
4	Мнение эксперта
Уровни убедительности рекомендаций	
A	Не менее одного метаанализа, систематического обзора или рандомизированного контролируемого исследования, ранжированного как 1++ и примененного непосредственно к целевой популяции; или систематический обзор рандомизированных контролируемых исследований/совокупность доказательств, основанная преимущественно на исследованиях, ранжированных как 1+, применимых непосредственно к целевой популяции и демонстрирующих общую согласованность результатов
B	Совокупность доказательств, включающая исследования, ранжированные как 2++, применимые непосредственно к целевой популяции и демонстрирующие общую согласованность результатов; или экстраполированные доказательства из исследований, ранжированных как 1++ или 1+
C	Совокупность доказательств, включающая исследования, ранжированные как 2+, применимые непосредственно к целевой популяции и демонстрирующие общую согласованность результатов; или экстраполированные доказательства из исследований, ранжированных как 2++
D	Уровень достоверности доказательств 3 или 4 или экстраполированные доказательства из исследований, ранжированных как 2+
Стандарты надлежащей клинической практики	Лучшие практические рекомендации, основанные на клиническом опыте экспертов из группы составителей настоящих Практических рекомендаций

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ ИЗ ИНТЕРНЕТА

В онлайн-версии данной статьи представлена следующая дополнительная информация:



Рис. S1. Сагиттальные срезы дуги аорты являются частью эхокардиографии плода, но в некоторых медицинских учреждениях получение данных сечений обязательно или рекомендуется в рамках скринингового акушерского обследования. Эти сечения можно получить как в серошкальном режиме (а), так и в режимах ЦДК или направленного энергетического доплера (b). В этой проекции видны три ветви аорты: брахиоцефальная артерия (1), левая общая сонная артерия (2) и левая подключичная артерия (3).

Рис. S2. 4-камерный срез можно использовать для визуализации двух из четырех легочных вен (стрелки), соединяющихся с левым предсердием (LA). Специалисты, имеющие опыт работы с цветовым доплером, могут дополнительно визуализировать впадение этих вен в левое предсердие с помощью ЦДК или направленного энергетического доплера. Обратите внимание, что расстояние между аортой и левым предсердием небольшое. dAo – нисходящая аорта.

Перевод на русский язык: **Батаева Р.С.**

Рецензент перевода на русский язык: **Гасанова Р.М.**

Translation by **Dr. Roza Bataeva**

Review by **Dr. Rena Gasanova**

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-073>

Сравнение волюметрии матки и эндометрия при использовании 2D- и 3D-режимов

И.А. Озерская^{1}, Г.Г. Казарян², Е.В. Минашкина³*

¹ ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России; 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, Российская Федерация

² ООО “Медскан”, отделение ультразвуковой диагностики; 119421 Москва, ул. Обручева, д. 21А, Российская Федерация

³ Центр репродукции и генетики “Нова клиник” ООО “МедИнСервис”; 119048 Москва, ул. Усачева, д. 33, стр. 4, Российская Федерация

Цель исследования: сопоставить результаты измерения тела матки и эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

Материал и методы. Проведено обсервационное ретроспективное когортное исследование 154 женщин репродуктивного возраста без патологии миометрия и эндометрия. Для обследования органов малого таза использовали ультразвуковую систему Affiniti70 (Philips, Нидерланды) с мультимастотным 3D-полостным датчиком. Измеряли объем тела матки и объем эндометрия как в 2D-, так в 3D-режиме с последующим расчетом процентного отношения объема эндометрия к объему тела матки (скорректированный объем эндометрия).

Результаты. Волюметрия тела матки в 3D-режиме имеет большие цифровые значения, чем при 2D-измерении, а относительная погрешность измерения составила 7,2%. Сила корреляционной связи оказалась весьма высокой: $r = 0,91$, $p = 0,458$. Согласно диаграмме Блэнда–Альтмана, почти все значения разницы показателей при парных измерениях попали в интервал $\pm 1,96$ SD 95%, низкий показатель средней разности свидетельствует о незначительном систематическом расхождении измерений, степень разброса показателей вполне допустимая. Объем эндометрия в 3D-режиме меньше, чем при 2D-режиме, относительная погрешность в 2D-режиме вне зависимости от фазы цикла составила –35,3%. Корреляция между двумя методами измерений высокая ($r = 0,81$), однако существенность различий между распределениями оказалась значимой ($p < 0,05$).

Заключение. В практической работе допустимо применять значения объема тела матки, полученные в 2D-режиме, как аналогию волюметрии при 3D-реконструкции, в то время как объем эндометрия и скорректированный объем не могут использоваться как взаимно заменяемые методы измерения и расчета.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика; объем матки; объем эндометрия; измерения

Озерская Ирина Аркадиевна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры ультразвуковой диагностики факультета непрерывного медицинского образования медицинского института ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-8929-6001>

Казарян Гаяне Геворковна – канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ООО “Медскан”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1198-8187>

Минашкина Елена Владимировна – врач ультразвуковой диагностики Центра репродукции и генетики “Нова клиник” ООО “МедИнСервис”, Москва. <https://orcid.org/0009-0004-3548-7944>

Контактная информация*: Озерская Ирина Аркадиевна – e-mail: ozerskaya_usd@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Озерская И.А., Казарян Г.Г., Минашкина Е.В. Сравнение волюметрии матки и эндометрия при использовании 2D- и 3D-режимов. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 71–87. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-073>

ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковое исследование органов малого таза у женщин включает биометрию матки и яичников. Традиционно измерение проводят в 2D-режиме в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, получая линейные размеры. Для расчета объема используют формулу эллипсоида [1], которая заложена как заводская настройка в гинекологический протокол ультразвукового прибора.

Стандартизация ультразвуковых исследований затронула и проблему органометрии. По консенсусу Международной группы экспертов по анализу опухолей эндометрия (IETA, 2010 г.) при описании эндометрия измеряется его толщина [2]. Опубликованная стандартизация исследования миометрия (MUSA, 2015 г.) включает объем матки как инструмент органометрии [3].

Первое упоминание, которое удалось найти, о применении 3D-исследования в медицине относится к 1969 г. и именно измерениям была посвящена эта публикация [4]. Однако активное использование как 2D-, так и 3D-технологии в гинекологии приходится на 90-е годы прошлого века, а также начало XXI столетия с внедрения полостного сканирования и совершенствования методик объемной визуализации.

На основании многочисленных работ сопоставления фантомов с известным объемом с их 3D-измерениями было доказано, что волюметрия является точным методом [5–8], существенно превосходящим измерениям по формуле эллипсоида [9–11].

Использование прикладной программы VOCAL позволяет получать практически идентичные с реальными расчетные объемы объектов неправильной формы [12–14]. Кроме того, 3D-волюметрия показала минимальную вариабельность между исследователями, а также высокую воспроизводимость [15, 16].

Волюметрия с использованием 3D-метода применяется для диагностики аденомиоза [17], аномалий развития матки [18, 19],

рака эндометрия [20], гиперплазии эндометрия [21], бесплодия [22–24].

При двухмерном ультразвуковом исследовании получить срез, проходящий через оба трубных угла и истмическую часть полости матки, в большинстве случаев невозможно, что связано с особенностями расположения матки. При трансвагинальной эхографии для визуализации доступны лишь сагиттальная и фронтальная плоскости сканирования с определенными углами отклонения. В то же время полость матки, т.е. корональный срез, при физиологической флексии органа располагается в горизонтальной плоскости, которая перпендикулярна распространению ультразвуковой волны, а значит, при ультразвуковом исследовании определяется лишь в виде линейной структуры. Исключением являются крайне редкие случаи, когда корпороцервикальный угол отсутствует, и тело матки (по отношению к стоящей пациентке) направлено вертикально вверх. В этой ситуации на фронтальных срезах можно получить изображение маточной полости от области перешейка до трубных углов, что встречается только у 1–4% женщин [25]. Попытки контурировать полость матки при трансабдоминальном исследовании также в большинстве случаев обречены на неудачу: наполненный мочевой пузырь отклоняет тело матки кзади и переводит фронтальный срез матки из горизонтальной во фронтальную плоскость, в то время как датчик расположен на передней брюшной стенке. Кроме того, качество изображений, полученных трансабдоминально, заметно уступает таковому при трансвагинальной эхографии.

Эти недостатки двухмерного исследования нивелируются применением 3D-сканирования, при котором возможно получить любую плоскость, в том числе корональную, у любой пациентки.

Как было доказано ранее [25], применение 3D-реконструкции позволяет наблю-

дать изменение формы полости матки вследствие нарастания эндометриальной ткани в течение менструального цикла: в секреторной фазе происходит округление в проекции устьев маточных труб, а также полость по боковым стенкам становится более прямолинейной, чем в пролиферативной фазе. Данные изменения, безусловно, влияют на объем эндометрия.

Результаты исследований свидетельствуют о большей значимости определения объема эндометриальной ткани, чем толщины срединного комплекса для диагностики доброкачественных и злокачественных гиперпластических процессов [21, 26, 27], хронического эндометрита [28], для оценки рецептивности эндометрия при лечении бесплодия [24, 29–31].

Малоизученным прогностическим параметром патологии эндометрия является отношение объема эндометрия к объему тела матки, который R.S. Martins и соавт. (2020) назвали скорректированным объемом эндометрия [30]. Этот параметр существенно снижает потенциальную разницу объема эндометриальной ткани в зависимости от объема матки у каждой конкретной женщины, что позволяет не только выбрать более адекватные пороговые значения для оценки рецептивности эндометрия, но и определить степень миометриальной инвазии карциномы [27], а также выявить морфологический тип хронического эндометрита [32].

Поиск новых, более точных методов оценки объема матки и особенно эндометрия продолжает привлекать внимание специалистов. Однако остаются невыясненными вопросы возможности использования 2D-режима по сравнению с 3D по точности волюметрии, учитывая, что в нашей стране отмечается как дефицит приборов с опцией 3D-сканирования, так и отсутствие соответствующих полостных датчиков. Ни в отечественной, ни в зарубежной литературе не встречено ни одной статьи по данной тематике.

Цель исследования: сопоставить результаты волюметрии тела матки и эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено обсервационное когортное исследование 154 женщин репродуктивного возраста (средний возраст $33,8 \pm 6,7$ года)

без гинекологических жалоб, с регулярным менструальным циклом 26 ± 30 дней. Было сформировано 2 группы в зависимости от фазы менструального цикла. Первая группа состояла из 87 пациенток со средним возрастом $33,6 \pm 7,0$ года, находящихся в пролиферативной фазе от 4-го до 12-го дня ($7,3 \pm 2,0$ -й день цикла), вторая группа – из 67 пациенток со средним возрастом $34,0 \pm 6,3$ года, находящихся во II фазе цикла от 13-го до 28-го дня ($20,5 \pm 4,1$ -й день цикла). Из исследования исключались пациентки с миомой матки, эндометриозом, аномалиями развития миометрия (за исключением седловидной формы полости) и патологией эндометрия, а также принимающих гормональную терапию.

Для обследования органов малого таза использовали ультразвуковую систему Affiniti70 (Philips, Нидерланды) с мультичастотным 3D-полостным датчиком трансвагинальным доступом. Всем пациенткам проведена волюметрия тела матки и эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

При измерении матки в 2D-режиме применяли общепринятую в нашей стране и многократно описанную во всех руководствах по ультразвуковой диагностике в гинекологии методику. Матка выводится в сагиттальной плоскости, длина измеряется от области внутреннего зева до наиболее удаленной точки дна, в этом же сечении измеряется толщина по наиболее удаленным точкам передней и задней стенки. Далее датчик поворачивают на 90° в перпендикулярную фронтальную плоскость и качательными движениями вверх-вниз с небольшой амплитудой выводят область дна, где проводится измерение ширины в наиболее широком месте. Объем вычисляется автоматически по формуле эллипсоида, заложенной в программное обеспечение ультразвукового прибора:

$$V (\text{см}^3) = 0,523 \times L \times W \times H,$$

где L, W и H – длина, толщина и ширина тела матки (см).

Для измерения объема эндометрия использовали следующую методику: матку на большом увеличении выводили в строго сагиттальном сечении с изображением эндометрия, максимально близком к 90° к сканирующей поверхности датчика. Длинной эндометрия считали максимальный размер,

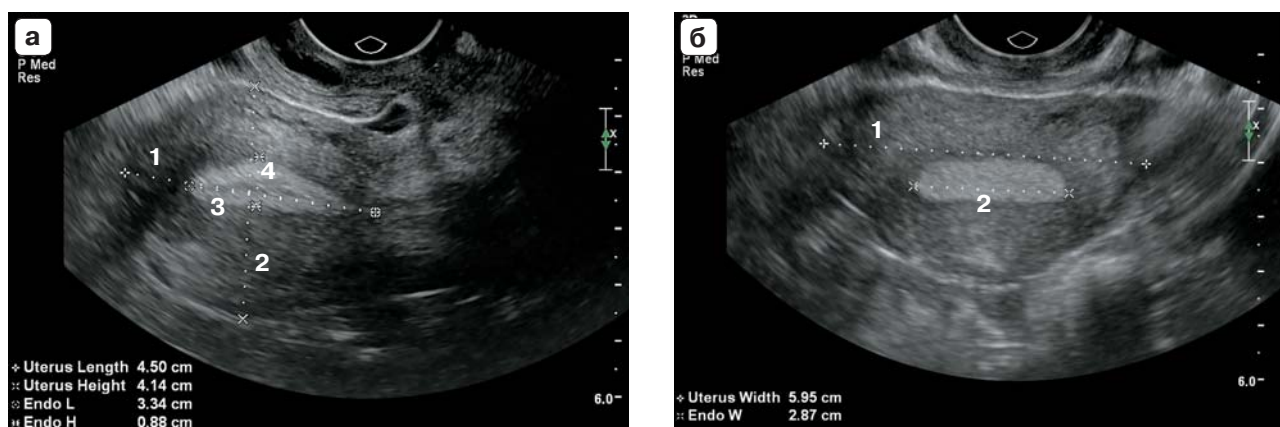


Рис. 1. Измерение объема тела матки и эндометрия в 2D-режиме. **а** – сагиттальная плоскость. 1 – длина тела матки, 2 – толщина тела матки, 3 – длина эндометрия, 4 – толщина эндометрия; **б** – фронтальная плоскость. 1 – ширина полости матки, 2 – ширина эндометрия.

Fig. 1. Measurement of the volume of the uterine body and endometrium in 2D-mode. **a** – sagittal plane. 1 – length of the uterine body, 2 – thickness of the uterine body, 3 – endometrial length, 4 – endometrial thickness; **б** – frontal plane. 1 – width of the uterine cavity, 2 – width of the endometrium.

полученный от области внутреннего зева до наиболее удаленной точки дна полости. Толщину измеряли перпендикулярно срединной линии в наиболее утолщенном месте, что в полной мере совпадает с методикой, используемой как в нашей стране, так и предложенной консенсусом группы IETA [2]. Далее изменяли плоскость сканирования на 90°, получая фронтальный срез матки, и, совершая покачивающие движения с малой амплитудой в вертикальной плоскости, выводили изображение дна матки, где визуализировался эндометрий в его наиболее широкой части от правого до левого трубного угла; в этом месте измеряли ширину эндометрия, причем калиперы при всех измерениях располагали в проекции базального слоя без захвата прилежащего миометрия. Таким образом, плоскости измерения объема тела матки и эндометрия в подавляющем большинстве случаев совпадали (рис. 1). Получив 3 взаимно перпендикулярных размера, высчитывали объем по формуле эллипсоида:

$$V_{\text{эндометрия}} = L \times W \times H \times 0,523,$$

где $V_{\text{эндометрия}}$ – объем эндометрия в см³, L – длина эндометрия, W – ширина эндометрия, H – толщина эндометрия, измеренные в сантиметрах с учетом десятых долей, 0,523 – постоянный коэффициент.

После этого рассчитывали процентное отношение объема эндометрия к объему

тела матки, так называемый скорректированный объем эндометрия, по формуле:

$$V_{\text{эндометрия}} : V_{\text{матки}} \times 100\%.$$

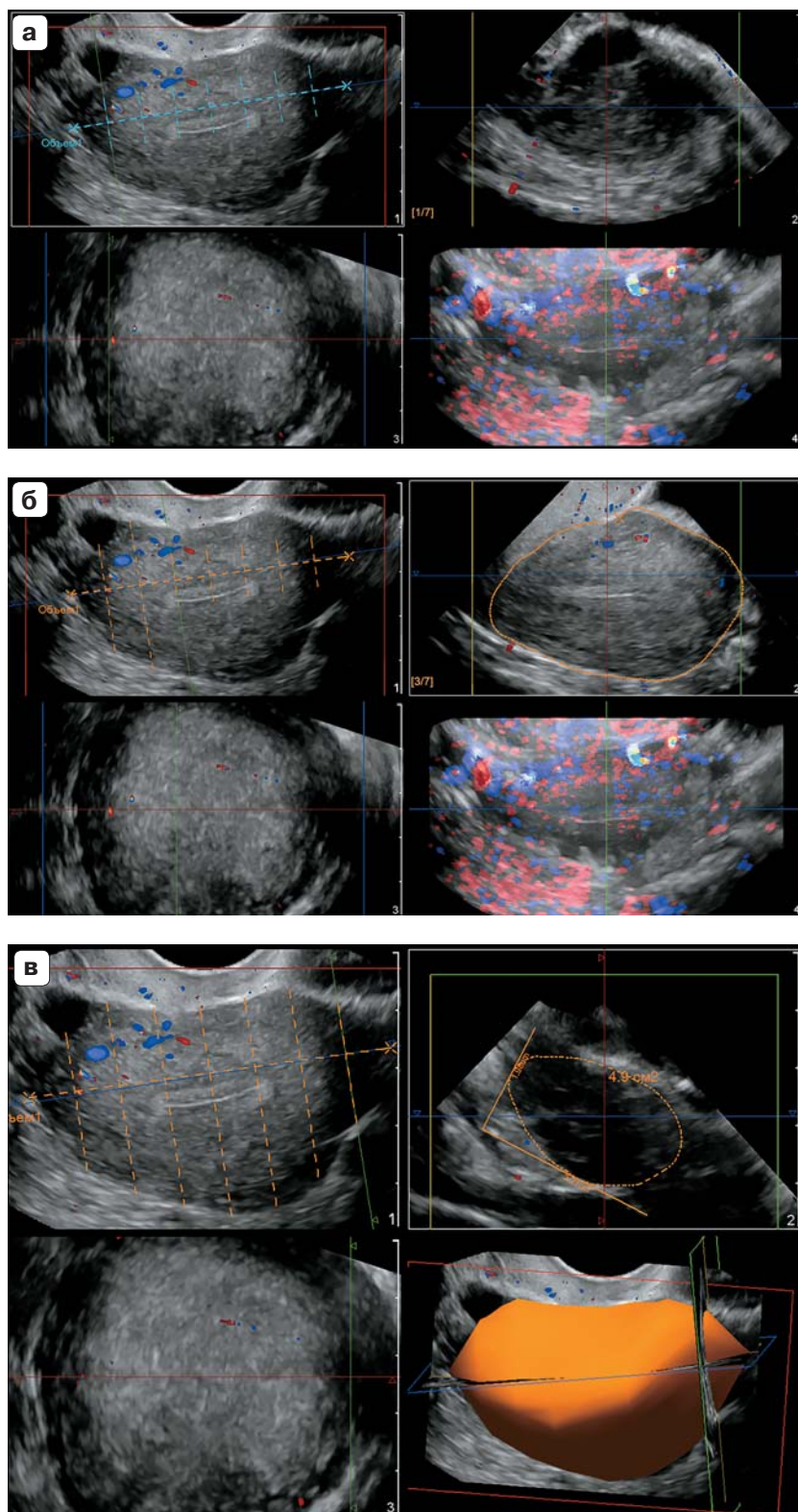
Волюметрию в 3D-режиме начинали с установления окна объемной реконструкции так, чтобы вся матка вошла в зону интереса с углом построения 85°. Постобработку проводили с помощью прикладной программы QLab (Quality Laboratory). На одном из изображений, обычно во фронтальной плоскости, прямой линией соединяли наиболее удаленные точки. Линия имела разметку на 7–10 уровней, по которым проводилась ручная обводка контура матки или эндометрия в перпендикулярной плоскости. По окончании обводки на экране монитора автоматически отражался объем интересующего объекта, а также его пространственное изображение (рис. 2, 3). Как и при 2D-режиме, в завершение волюметрии рассчитывали скорректированный объем эндометрия.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась стандартными методами. Возраст женщин и день менструального цикла проведения ультразвукового исследования представлены в виде среднего значения (M) и стандартного отклонения (σ).

Все цифровые значения волюметрии представлены в виде медианы (Me), 5–95-го процентилей, а также минимального и максимального значения. Ошибка измерения

Рис. 2. Измерение объема тела матки в 3D-режиме. **а** – разметка матки на плоскости, по которым будет проводиться обводка по ее контуру; **б** – процесс обводки по контуру тела матки в одной из плоскостей; **в** – окончание обводки, сформирован макет тела матки.

Fig. 2. Measuring the volume of the uterine body in 3D mode. **a** – marking the uterus on the plane along which the outline will be drawn; **б** – the process of tracing along the contour of the body of the uterus in one of the planes; **в** – at the end of the outline, a model of the uterine body is formed.



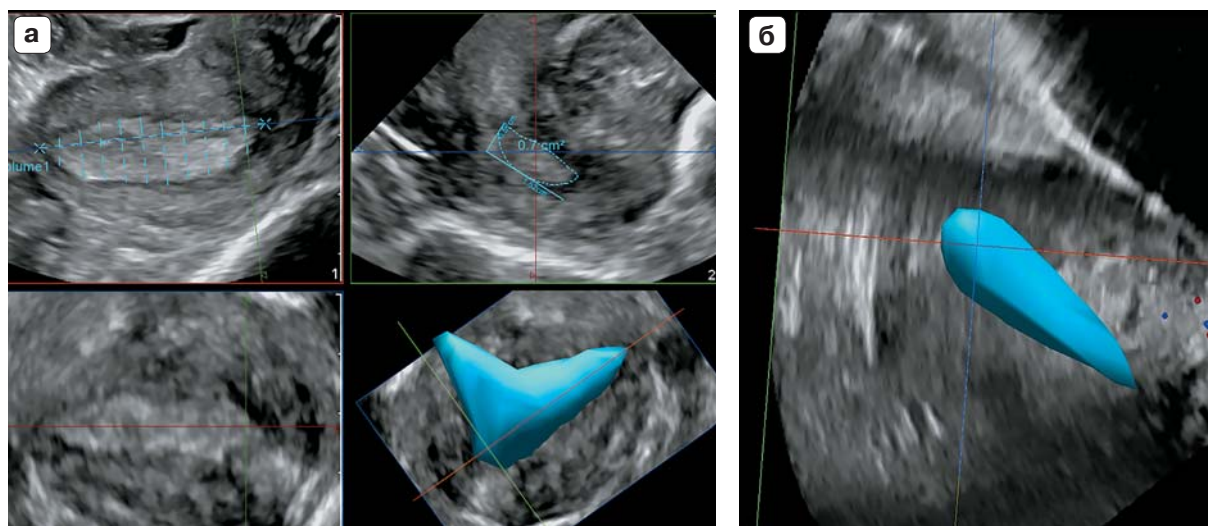


Рис. 3. Измерение объема эндометрия в 3D-режиме. **а** – по всем плоскостям произведена обводка по контуру эндометрия с построением его макета в корональной плоскости; **б** – макет эндометрия в сагиттальной плоскости.

Fig. 3. Measuring the volume of the endometrium in 3D mode. **a** – all planes are outlined along the contour of the endometrium with the construction of its layout in the coronal plane; **b** – model of the endometrium in the sagittal plane.

3D/2D выражена в процентах. Для описания тесноты связи между измерениями использовался корреляционный анализ по методу Спирмена с применением шкалы Чеддока. Оценку существенности различий между распределениями двух выборок проводили с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Для оценки смещения и пределов согласия между двумя методами измерения применялся метод Блэнда–Альтмана [33] с использованием проекта R для статистических вычислений, версия R 4.3.2 (Eye Holes) [34], рассчитывались стандартное отклонение разности и его 95% доверительный интервал (95% ДИ) по формуле: среднее значение разностей $\pm (1,96 \times \text{стандартное отклонение разностей})$; средняя разность между измерениями (смещение, Bias) и ее 95% ДИ. Статистические гипотезы считались подтвержденными при уровне значимости $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Объем матки, измеренный в 2D-режиме, увеличивался во II фазу цикла на 10,1%, измерения, проведенные во II фазу в режиме 3D, отличались от I фазы на 9,2%; статистически значимой разницы волюметрии тела матки как в зависимости от фазы цик-

ла, так и между методами сканирования не получено ($p > 0,05$) (см. таблицу). Если принять, что средняя ошибка 3D-измерения от истинного, измеренного на фантоме, объема не превышает 2% [5–7, 11, 16], то можно с некоторым допущением считать, что объем, полученный путем измерения в прикладных программах 3D-реконструкции, является истинным.

Интересные работы были проведены по сравнению предоперационной волюметрии матки с измерением ее объема после экстирпации. Так, С. Yaman и соавт. (2003) получили среднюю ошибку 7,4–7,9% [35]. В аналогичном исследовании I. Casikar и соавт. (2015) средняя ошибка составляла 18,0% при $p < 0,001$ [36].

Как по данным литературы [9, 35, 36], так и в проведенной нами работе волюметрия в 3D-режиме имеет большие цифровые значения, чем при 2D-измерении, а относительная погрешность измерения между методами составила 7,2% (рис. 4). Сила корреляционной связи оказалась весьма высокой, $r = 0,91$, $p = 0,458$ (рис. 5). Показатели волюметрии, полученные как в 3D-, так и в 2D-режиме, могут быть сравнимы. Однако для оценки меры согласия этого недостаточно, поэтому был использован метод Блэнда–Альтмана (рис. 6).

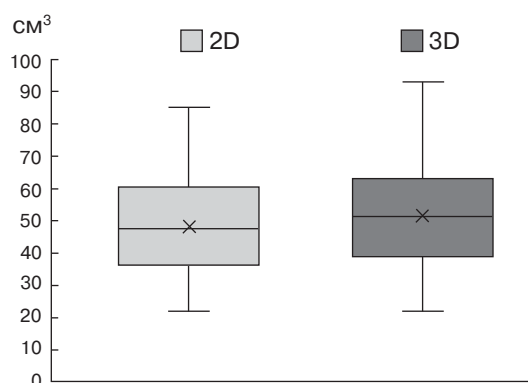


Рис. 4. Объем тела матки в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 4. Uterine corpus volume in 2D and 3D modes.

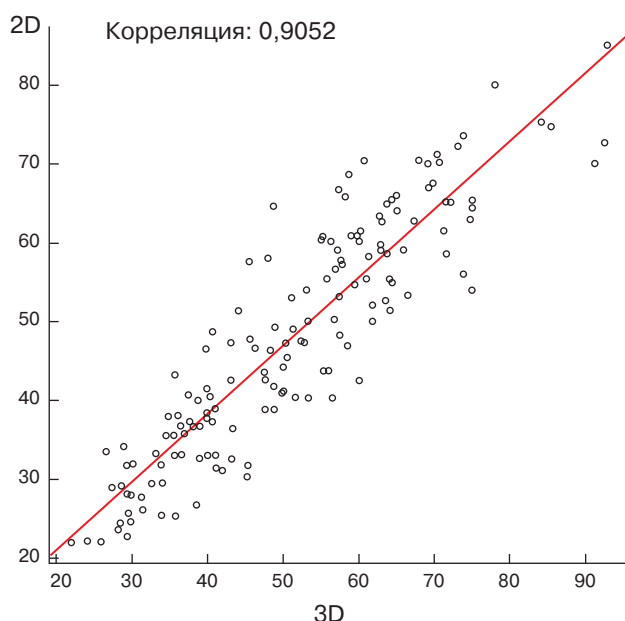


Рис. 5. Корреляция объема тела матки в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 5. Correlation of uterine corpus volume in 2D and 3D modes.

Среднее значение разности (Bias), измеренное с помощью этих двух методов, составило $3,31 \text{ см}^3$. Нижний и верхний пределы 95% ДИ для средней разности измерений составили $-9,70$ и $16,31 \text{ см}^3$ соответственно. Низкий показатель средней разности свидетельствует о незначительном систематическом расхождении измерений, полученных двумя методами. Стандартное отклонение разностей не слишком велико по сравнению с самими значениями, т.е. степень

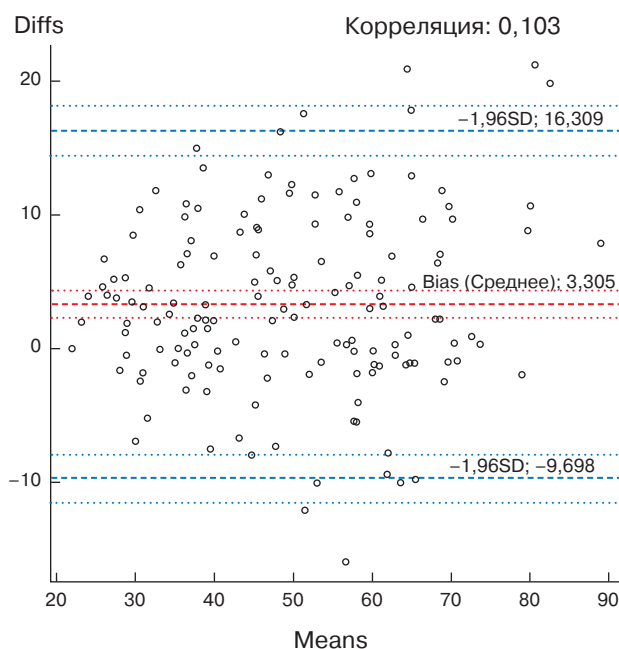


Рис. 6. Анализ Блэнда–Альтмана.

Низкий показатель средней разности свидетельствует о незначительном систематическом расхождении измерений, полученных двумя методами. Степень разброса показателей вполне допустимая. Почти все значения разницы показателей при парных измерениях попали в интервал $\pm 1,96 \text{ SD } 95\%$. Волюметрия матки, полученная обоими способами, хорошо согласовывалась друг с другом.

Fig. 6. Bland–Altman plot.

A low mean difference indicates a low systematic discrepancy between the measurements obtained by the two methods. The degree of value dispersion is quite acceptable. Almost all values of the difference obtained in pairwise measurements are within the interval $\pm 1.96 \text{ SD } 95\%$. There is good agreement between both methods in uterine corpus volume measurement.

разброса показателей вполне допустимая. Согласно диаграмме Блэнда–Альтмана, почти все значения разницы показателей при парных измерениях попали в интервал $\pm 1,96 \text{ SD } 95\%$. Таким образом, волюметрия матки, полученная обоими способами, хорошо согласовывалась друг с другом.

Общепризнанной методики измерения объема эндометрия в 2D-режиме нет. В небольшом количестве работ, которые удалось найти [27, 35, 37], волюметрию в 2D-режиме

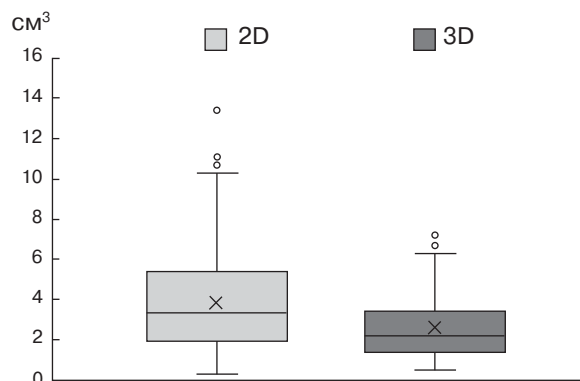


Рис. 7. Объем эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 7. Endometrium volume in 2D and 3D modes.

проводили на основании метода эллипсоида. Таким же способом был измерен объем эндометриальной ткани в данном исследовании.

Во II фазу цикла при 2D-режиме объем слизистой оболочки полости матки увеличивался на 76,0% (рис. 7) по сравнению с пролиферативной фазой, в то время как при 3D – на 66,7% (см. таблицу). Вероятно,

это связано с изменением формы полости, когда несколько выпрямляется ее граница по боковым поверхностям и округляется контур трубных углов [25]. На форму полости матки, которая имеет выраженную индивидуальность, может оказывать возраст женщины, так как, по данным Y. Feng и соавт. (2022), по мере его увеличения дно полости сужается и меняет свою форму [23]. В любом случае в коронарной плоскости, полученной при 3D-реконструкции, отчетливо видно, что форма полости матки далека от эллипсоидной (рис. 8). Исключение может составить только цилиндрическая полость, которая встречается редко (рис. 9).

Режим 3D позволяет вывести коронарную плоскость, которую редко удается получить при 2D-сканировании (рис. 10). Объем, полученный при 3D-реконструкции, меньше, чем при 2D-режиме, при этом разница объема, измеренного в 3D, между I и II фазами цикла составляет 66,7%, в то время как при 2D – 76,0%, что свидетельствует об активном нарастании эндометриальной ткани в фазу пролиферации.

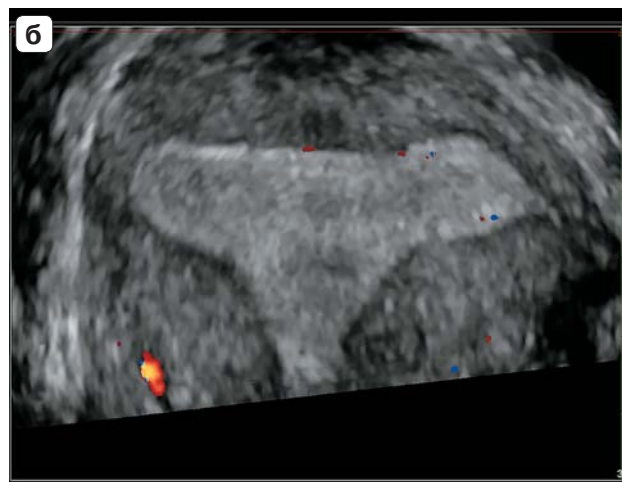
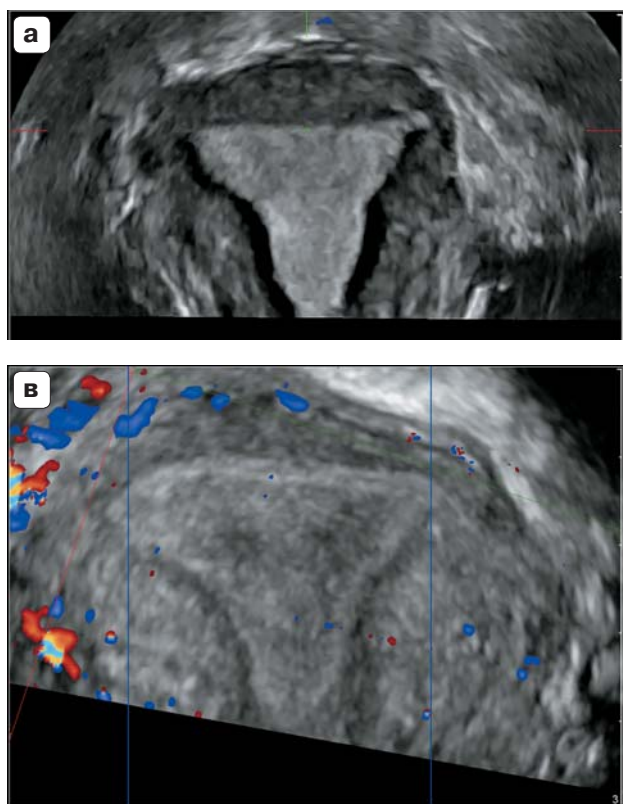


Рис. 8. Варианты формы эндометрия в 3D-режиме, корональное сечение (а–ж).

Fig. 8. Options for the shape of the endometrium in 3D mode, coronal section (a–ж).

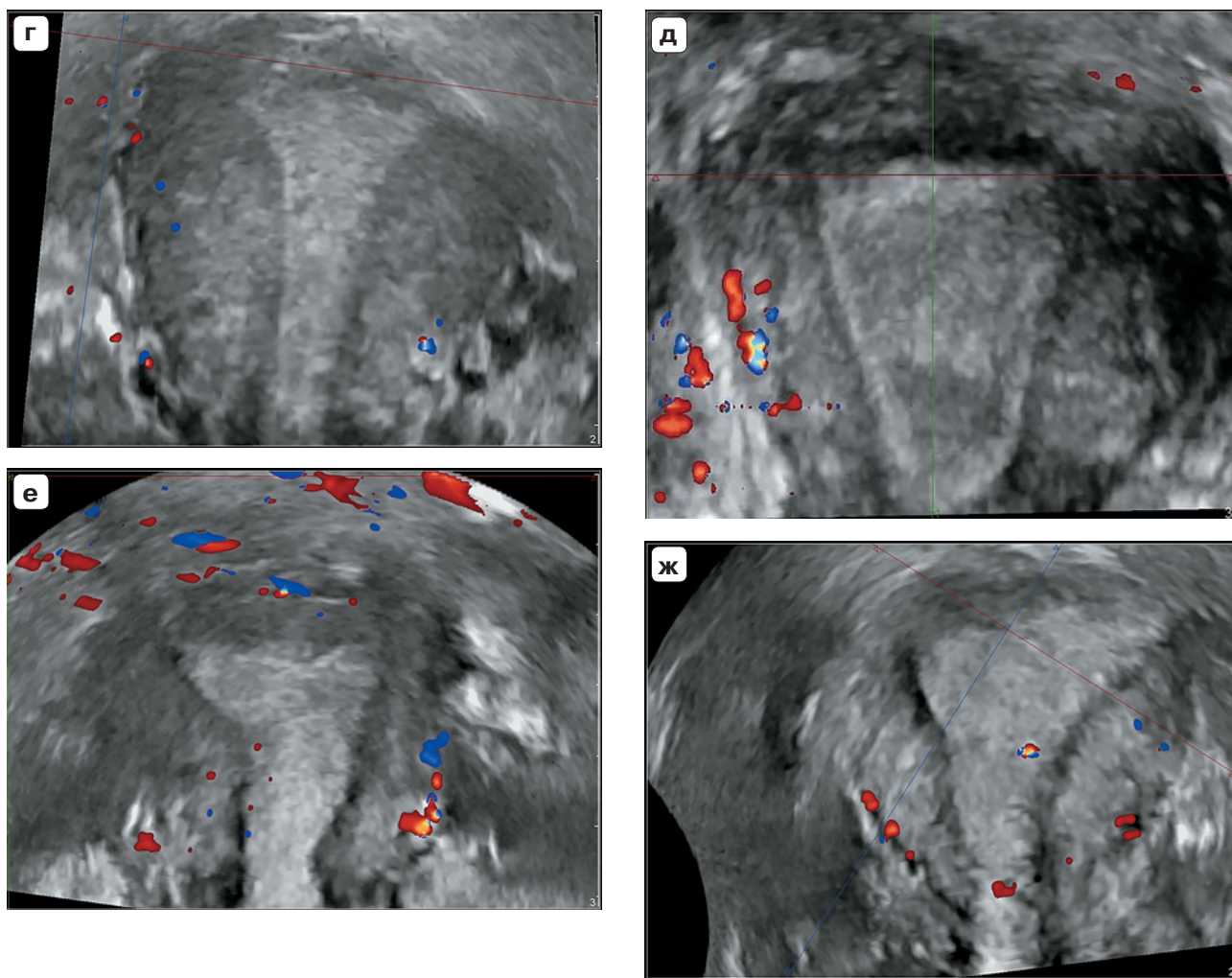


Рис. 8 (окончание).

Fig. 8 (end).

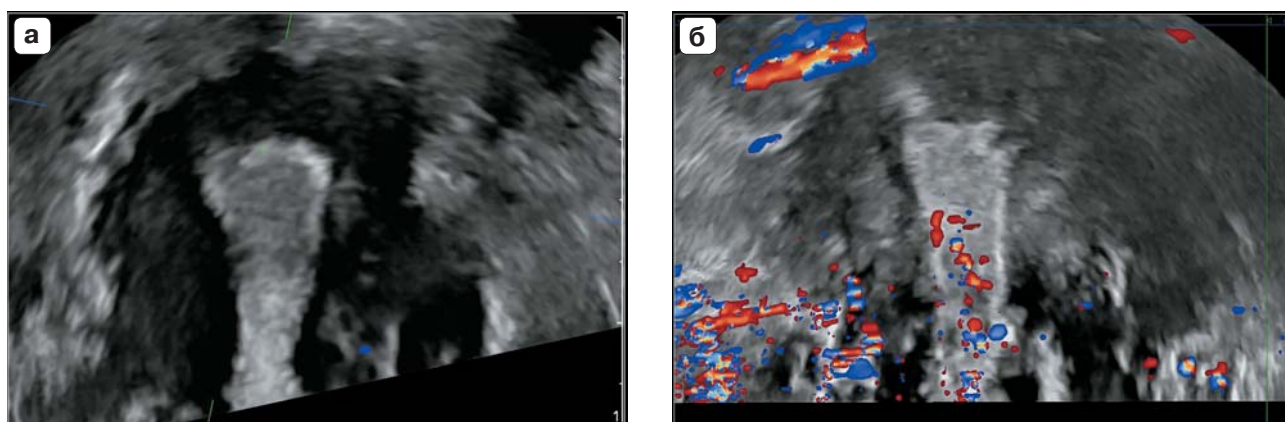


Рис. 9. Цилиндрическая форма эндометрия. а – незначительное расширение полости в области правого трубного угла; б – отсутствие расширения полости в дне.

Fig. 9. Cylindrical shape of the endometrium. а – slight expansion of the cavity in the area of the right tubal angle; б – no expansion of the cavity in the bottom.

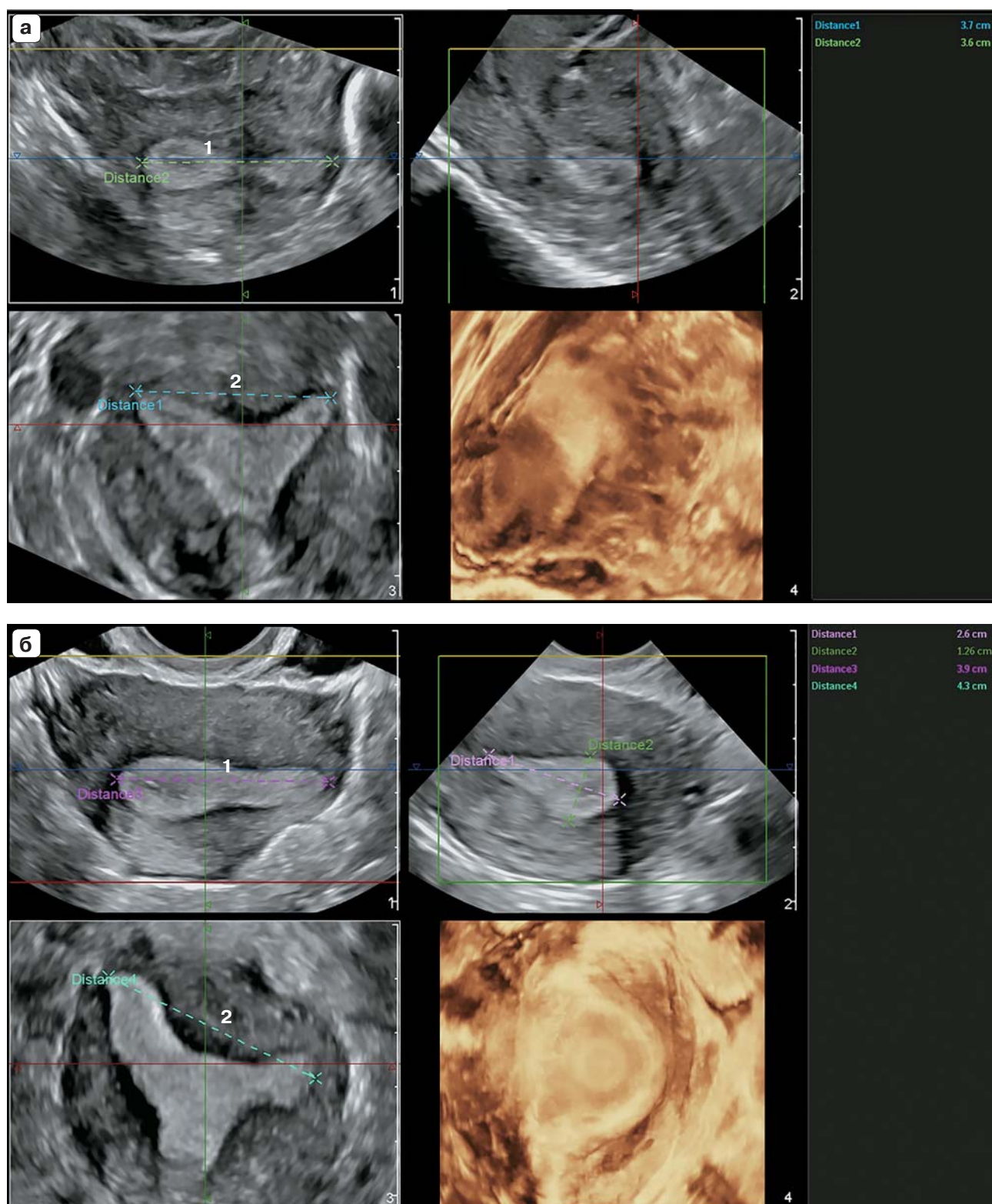


Рис. 10. Сравнение измерения ширины эндометрия при различной форме полости матки. **а** – во фронтальной плоскости ширина эндометрия составляет 36 мм (1), в корональной плоскости – 37 мм (2); **б** – во фронтальной плоскости ширина эндометрия составляет 39 мм (1), в корональной плоскости – 43 мм (2).

Fig. 10. Comparison of endometrial width measurements for different shapes of the uterine cavity. **a** – in the frontal plane, the endometrial width is 36 mm (1), in the coronal plane – 37 mm (2); **б** – in the frontal plane the width of the endometrium is 39 mm (1), in the coronal plane – 43 mm (2).

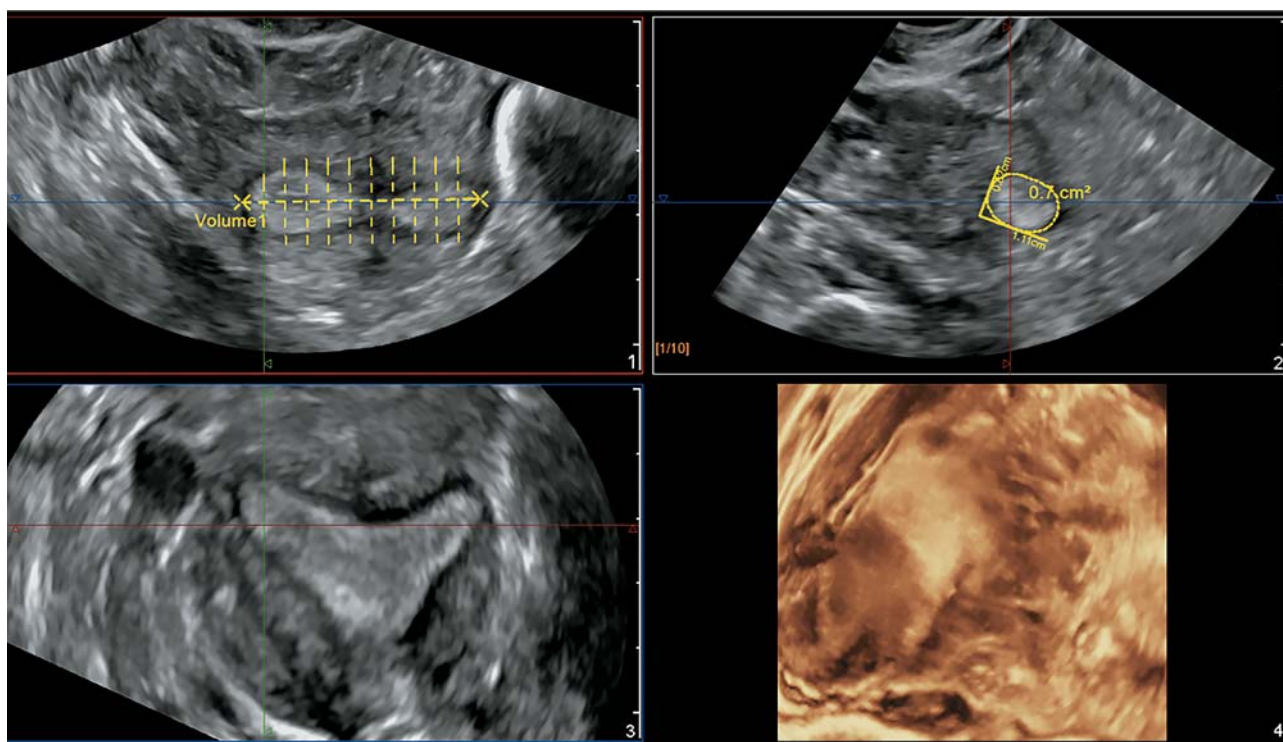


Рис. 11. Для корректного измерения объема эндометрия обводка по его контуру проводится по 10 плоскостям.

Pic. 11. To correctly measure the volume of the endometrium, tracing along its contour is carried out along 10 planes.

На точность измерения при объемной реконструкции существенно влияет количество срезов, по которым проводится обводка ткани, имеющей сложную пространственную форму (рис. 11). В исследовании Т. Farrell и соавт. (2001) наибольшая наблюдаемая средняя разница была получена при измерениях с использованием 5 ультразвуковых срезов, а наименьшее значение – 15 срезов [15]. Авторы, анализируя свои результаты, пришли к выводу, что двухмерное ультразвуковое измерение объема дало наибольший диапазон между пределами согласия, тогда как наименьший диапазон был получен с помощью 3D-реконструкции.

Выяснилось, что корреляция между двумя методами измерений была высокой ($r = 0,81$), однако существенность различий между распределениями оказалась достоверной ($p < 0,05$) при $D = 0,253$ (рис. 12), в связи с чем оценка согласия по методу Блэнда–Альтмана не проводилась.

Малораспространенным критерием морфометрии является скорректированный объем эндометрия, который показывает

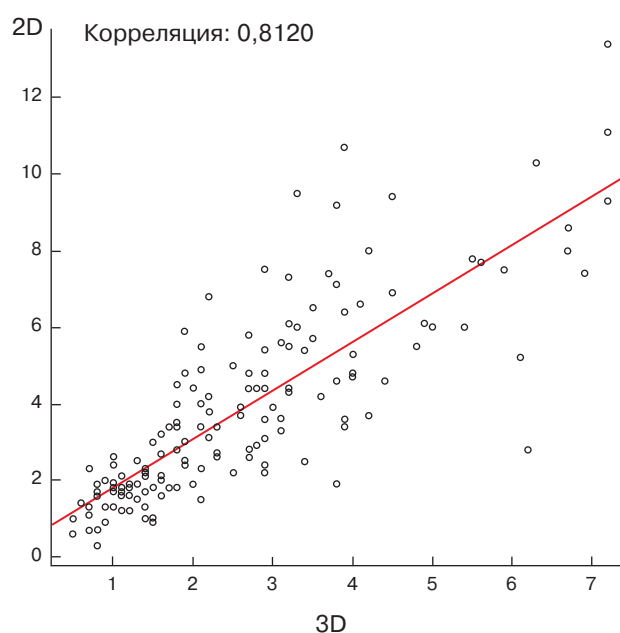


Рис. 12. Корреляция объема эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 12. Correlation of endometrium volume in 2D and 3D modes.

Таблица. Сравнение объема тела матки, эндометрия и скорректированного объема эндометрия при использовании 2D- и 3D-режимов

Table. Comparison of the volume of the uterine corpus, endometrium, and EV/UCV using 2D and 3D modes

	Объем матки, см ³ Uterus volume, cm ³		Объем эндометрия, см ³ Endometrial volume, cm ³		Скорректированный объем, % Adjusted volume, %	
	2D	3D	2D	3D	2D	3D
I фаза Phase I	45,4 24,5–69,6 21,9–85,0	48,8 28,3–74,6 21,9–92,9	2,5 0,9–7,2 0,3–9,3	1,8 0,8–5,4 0,5–7,2	6,0 2,2–12,6 1,1–14,8	3,9 1,6–7,5 1,0–10,7
II фаза Phase II	50,0 25,8–72,0 22,7–75,3	53,3 30,1–74,8 26,6–92,5	4,4 1,2–10,1 0,7–13,4	3,0 0,8–6,6 0,5–7,2	8,9 2,9–17,9 2,0–21,7	5,5 2,0–10,9 1,3–12,5
P I–II фаза P I–II phase	0,296	0,329	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
P 3D–2D I фаза P 3D–2D phase I	0,154		<0,001		<0,001	
P 3D–2D II фаза P 3D–2D phase II	0,207		<0,001		<0,001	
Вне зависимости от фазы цикла Regardless of the phase of the cycle	47,5 25,4–70,7 21,9–85,0	51,2 28,8–74,9 21,9–92,9	3,4 1,0–8,8 0,3–13,4	2,2 0,8–6,1 0,5–7,2	7,1 2,5–16,0 1,1–21,7	4,6 1,7–9,9 1,0–12,5
P 3D–2D	0,056		<0,001		<0,001	
Отношение объема 3D/2D 3D/2D volume ratio	1,07		0,67		0,62	

процентное отношение объема эндометрия к объему тела матки. Данный параметр в некоторых клинических ситуациях оказывается более значимым, чем количество эндометриальной ткани. Так, выявлена закономерность скорректированного объема эндометрия и морфологического типа хронического эндометрита [32]. Б.А. Минько и соавт. (2022) данное соотношение использовали для оценки степени инвазии опухоли, что позволило более точно стадировать рак эндометрия на предоперационном этапе [27].

Скорректированный объем эндометрия, измеренный в 3D-режиме, так же как объем эндометриальной ткани, оказался меньше, чем при 2D-измерении (см. таблицу) и относительная погрешность составила –35,0% (рис. 13). Разница данного показателя, измеренного в 2D-режиме, во II фазу цикла оказалась на 48,3% больше, чем в I фазу, а в 3D – на 41,0%.

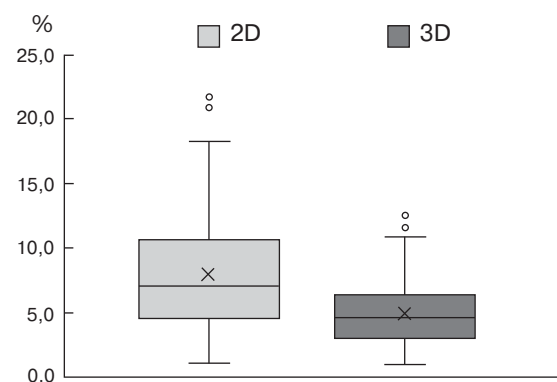


Рис. 13. Скорректированный объем эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 13. Endometrial/uterine corporeal volume ratio (EV/UCV) in 2D and 3D modes.

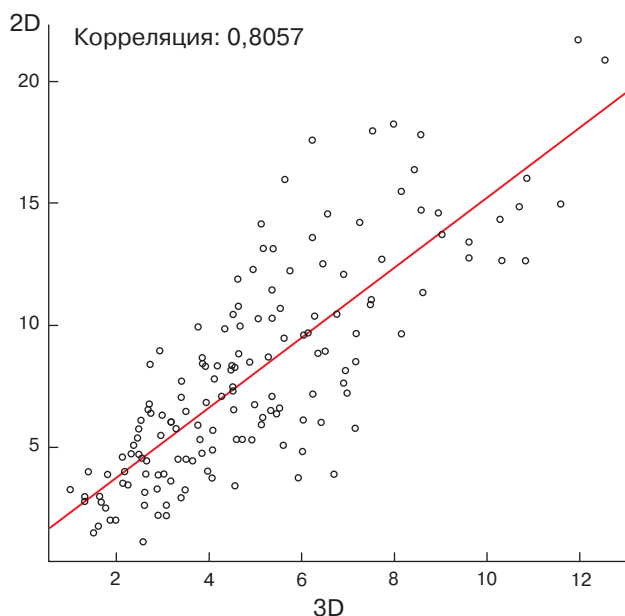


Рис. 14. Корреляция скорректированного объема эндометрия в 2D- и 3D-режимах.

Fig. 14. Correlation of endometrial/uterine corporeal volume ratio (EV/UCV) in 2D and 3D modes.

Корреляция между двумя методами расчета соотношения эндометриальной ткани к объему тела матки была высокой ($r = 0,81$), но существенность различий между распределениями оказалась значимой ($p < 0,05$) при $D = 0,344$ (рис. 14); такая ситуация свидетельствует о нецелесообразности проведения анализа согласия по методу Блэнда–Альтмана.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного исследования выявлено, что волюметрия тела матки, полученная в 3D-режиме, в 1,07 раза превышает измерения, выполненные в 2D-режиме, погрешность измерения составляет 7,2% ($p > 0,05$).

2. Объем эндометрия и скорректированный объем эндометрия в 3D-режиме имеют абсолютные значения меньше, чем полученные в 2D-режиме, с относительной погрешностью $-35,3\%$ и $-35,0\%$ соответственно, и существенность различий этих методов измерений объема эндометрия, а также расчет скорректированного объема являются значимыми ($p < 0,05$).

3. В практической работе допустимо применять значения объема тела матки, полу-

ченные в 2D-режиме, как аналогию волюметрии при 3D-реконструкции.

4. Учитывая, что объем и скорректированный объем эндометрия существенно отличаются в зависимости от режима, в котором проведены измерения, то соответственно эти объемы, рассчитанные в 2D- и 3D-режимах, не могут использоваться как взаимно заменяемые.

5. Для практического применения показателя объема эндометрия и скорректированного объема, полученного в 2D- или в 3D-режиме, следует использовать нормативные параметры соответствующего метода сканирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Goldstuck N.D. Dimensional analysis of the endometrial cavity: how many dimensions should the ideal intrauterine device or system have? *Int. J. Womens Health*. 2018; 10: 165–168. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S158281>
2. Leone F.P.G., Timmerman D., Bourne T. et al. Terms, definitions and measurements to describe the sonographic features of the endometrium and intrauterine lesions: a consensus opinion from the International Endometrial Tumor Analysis (IETA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 35: 103–112. <https://doi.org/10.1002/uog.7487>
3. Van Den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P.G. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 284–298. <https://doi.org/10.1002/uog.14806>
4. Gordon D. Zwei- und dreidimensionale Ultraschalltechniken in der medizinischen Diagnostik [Two- and three dimensional ultrasonic technics in medical diagnosis]. *Schweiz. Med. Wochenschr.* 1969; 99 (27): 976–984. German. PMID: 4895631.
5. King D.L., King D.L.Jr., Shao M.Y. Evaluation of in vitro measurement accuracy of a three-dimensional ultrasound scanner. *J. Ultrasound Med.* 1991; 10 (2): 77–82. <https://doi.org/10.7863/jum.1991.10.2.77>
6. Riccabona M., Nelson T.R., Pretorius D.H., Davidson T.E. Distance and volume measurement using three-dimensional ultrasonography. *J. Ultrasound Med.* 1995; 14 (12): 881–886. <https://doi.org/10.7863/jum.1995.14.12.881>
7. Hösli I.M., Tercanli S., Herman A. et al. In vitro volume measurement by three-dimensional ultrasound: comparison of two different systems. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1998; 11: 17–22. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1998.11010017.x>
8. Linney A.D., Deng J. Three-dimensional morphometry in ultrasound. *Proceedings of the Institution*

- of Mechanical Engineers, Part H: *J. Engineer. Medicine*. 1999; 213 (3): 235–245. <https://doi.org/10.1243/0954411991534942>
9. Riccabona M., Nelson T.R., Pretorius D.H. Three-dimensional ultrasound: accuracy of distance and volume measurements. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1996; 7: 429–434. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1996.07060429.x>
 10. Gilja O.H., Hausken T., Berstad A., Odegaard S. Measurements of organ volume by ultrasonography. *Proc. Inst. Mech. Eng. H*. 1999; 213 (3): 247–259. <https://doi.org/10.1243/0954411991534951>
 11. Митьков В.В., Черешнева Ю.Н., Митькова М.Д., Батаева М.Д. Сравнение возможностей двумерной и трехмерной эхографии при волюметрических исследованиях in vitro. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2003; 4: 114–120.
 12. Pang B.S., Kot B.C., Ying M. Three-dimensional ultrasound volumetric measurements: is the largest number of image planes necessary for outlining the region-of-interest? *Ultrasound Med. Biol.* 2006; 32 (8): 1193–1202. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2006.04.012>
 13. Barreto E.Q., Milani H.J., Araujo Júnior E. et al. Reliability and validity of in vitro volume calculations by 3-dimensional ultrasonography using the multiplanar, virtual organ computer-aided analysis (VOCAL), and extended imaging VOCAL methods. *J. Ultrasound Med.* 2010; 29 (5): 767–774. <https://doi.org/10.7863/jum.2010.29.5.767>
 14. Smeets N.A., Winkens B., Oei S.G. Volume-related measurement error by three-dimensional ultrasound with a rotational multiplanar technique. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2013; 75 (1): 28–33. <https://doi.org/10.1159/000343006>
 15. Farrell T., Leslie J.R., Chien P.F., Agustsson P. The reliability and validity of three dimensional ultrasound volumetric measurements using an in vitro balloon and in vivo uterine model. *BJOG*. 2001; 108 (6): 573–582. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2001.00148.x>
 16. Батаева Р.С., Митьков В.В., Митькова М.Д. Оценка воспроизводимости результатов ультразвуковой волюметрии щитовидной железы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2006; 1: 37–42.
 17. Rasmussen C.K., Hansen E.S., Dueholm M. Inter-rater agreement in the diagnosis of adenomyosis by 2- and 3-dimensional transvaginal ultrasonography. *J. Ultrasound Med.* 2019; 38 (3): 657–666. <https://doi.org/10.1002/jum.14735>
 18. Jurkovic D., Gruboeck K., Taylor A., Nicolaidis K.H. Ultrasound screening for congenital uterine anomalies. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1997; 104 (11): 1320–1321. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1997.tb10982.x>
 19. Аракелян А.С., Гус А.И., Адамян Л.В., Попрадухин А.Ю., Бойкова Ю.В. Роль 3D-эхографической диагностики в выборе тактики реконструктивно-пластических операций при аномалиях развития матки и влагалища. *Проблемы репродукции*. 2021; 27 (4): 32–42. <https://doi.org/10.17116/repro20212704132>
 20. Xydias E.M., Kalantzi S., Tsakos E. et al. Comparison of 3D ultrasound, 2D ultrasound and 3D Doppler in the diagnosis of endometrial carcinoma in patients with uterine bleeding: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2022; 277: 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.08.005>
 21. Лысенко О.В., Рождественская Т.А. Измерение объема эндометрия в диагностике гиперпластических процессов эндометрия у женщин репродуктивного возраста. *Вестник ВГМУ*. 2013; 12 (1). https://core.ac.uk/display/53876199?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1. Дата доступа 19.01.2024
 22. Рабаданова А.К., Шалина Р.И., Гугушвили Н.А. Гемодинамика матки и состояние овариального резерва в оценке эффективности экстракорпорального оплодотворения. *Вестник РГМУ*. 2018; 2: 52–59. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2018.015>
 23. Feng Y., Zhang S., Zhou Y. et al. Three-dimensional measurement and analysis of morphological parameters of the uterus in infertile women. *Quant. Imaging Med. Surg.* 2022; 12 (4): 2224–2237. <https://doi.org/10.21037/qims-21-812>
 24. Liu Y., Yue Q., Wang L. et al. Using 2D/3D ultrasound observation of endometrial thickness, endometrial volume, and blood flow changes to predict the outcome of frozen embryo transfer cycles: a prospective study. *Quant. Imaging Med. Surg.* 2023; 13 (6): 3915–3926. <https://doi.org/10.21037/qims-22-705>
 25. Белоусов М.А., Озерская И.А., Гаврилов А.В., Зайцев П.В. Трехмерная эхография полости матки. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2003; 1: 36–40.
 26. Gruboeck K., Jurkovic D., Lawton F. et al. The diagnostic value of endometrial thickness and volume measurements by three-dimensional ultrasound in patients with postmenopausal bleeding. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1996; 8 (4): 272–276. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1996.08040272.x>
 27. Минько Б.А., Сальникова М.В., Гелбутовская С.М., Строгонов Е.А. Возможности комплексного ультразвукового исследования с применением современных методик в диагностике рака эндометрия. *Лучевая диагностика и терапия*. 2022; 13 (1): 58–69. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-58-69>
 28. Озерская И.А., Семилетова А.А., Казарян Г.Г. Ультразвуковая диагностика эндометрита (В-режим). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2017; 6: 36–52.
 29. Maged A.M., Kamel A.M., Abu-Hamila F. et al. The measurement of endometrial volume and sub-endometrial vascularity to replace the traditional endometrial thickness as predictors of in-vitro fertilization success. *Gynecol. Endocrinol.* 2019; 35 (11): 949–954. <https://doi.org/10.1080/09513590.2019.1604660>
 30. Martins R.S., Oliani A.H., Oliani D.V., de Oliveira J.M. Continuous endometrial volumetric analysis for endometrial receptivity assessment on assisted reproductive technology cycles. *BMC*

- Pregnancy Childbirth*. 2020; 20: 663. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-03372-2>
31. Озерская И.А., Гус А.И., Казарян Г.Г. Ультразвуковая оценка рецессивности эндометрия. Методические рекомендации. М.: МЕДпресс-информ, 2024. 80 с.
 32. Озерская И.А., Иванов В.А., Казарян Г.Г. Ультразвуковая диагностика эндометрита: особенности морфологических типов в В-режиме. *Вестник последипломного медицинского образования*. 2019; 1: 95–104.
 33. Bland J.M., Altman D.G. Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *J. Biopharm Stat.* 2007; 17 (4): 571–582. <https://doi.org/10.1080/10543400701329422>
 34. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
 35. Yaman C., Jesacher K., Pölz W. Accuracy of three-dimensional transvaginal ultrasound in uterus volume measurements; comparison with two-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med. Biol.* 2003; 29 (12): 1681–1684. [https://doi.org/10.1016/s0301-5629\(03\)01070-6](https://doi.org/10.1016/s0301-5629(03)01070-6)
 36. Casikar I., Mongelli M., Reid S., Condous G. Estimation of uterine volume: A comparison between Viewpoint and 3D ultrasound estimation in women undergoing laparoscopic hysterectomy. *Australas J. Ultrasound Med.* 2015; 18 (1): 27–32. <https://doi.org/10.1002/j.2205-0140.2015.tb00020.x>
 37. Nabil H., Elrefaie W. Endometrial Volume as a Predictor of Endometrial Pathology in Perimenopausal Uterine Bleeding. <https://ichgcp.net/ru/clinical-trials-registry/NCT03351673>.
- ## REFERENCES
1. Goldstuck N.D. Dimensional analysis of the endometrial cavity: how many dimensions should the ideal intrauterine device or system have? *Int. J. Womens Health*. 2018; 10: 165–168. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S158281>
 2. Leone F.P.G., Timmerman D., Bourne T. et al. Terms, definitions and measurements to describe the sonographic features of the endometrium and intrauterine lesions: a consensus opinion from the International Endometrial Tumor Analysis (IETA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 35: 103–112. <https://doi.org/10.1002/uog.7487>
 3. Van Den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P.G. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46: 284–298. <https://doi.org/10.1002/uog.14806>
 4. Gordon D. Zwei- und dreidimensionale Ultraschalltechniken in der medizinischen Diagnostik [Two- and three dimensional ultrasonic technics in medical diagnosis]. *Schweiz. Med. Wochenschr.* 1969; 99 (27): 976–984. German. PMID: 4895631.
 5. King D.L., King D.L.Jr., Shao M.Y. Evaluation of in vitro measurement accuracy of a three-dimensional ultrasound scanner. *J. Ultrasound Med.* 1991; 10 (2): 77–82. <https://doi.org/10.7863/jum.1991.10.2.77>
 6. Riccabona M., Nelson T.R., Pretorius D.H., Davidson T.E. Distance and volume measurement using three-dimensional ultrasonography. *J. Ultrasound Med.* 1995; 14 (12): 881–886. <https://doi.org/10.7863/jum.1995.14.12.881>
 7. Hösli I.M., Tercanli S., Herman A. et al. In vitro volume measurement by three-dimensional ultrasound: comparison of two different systems. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1998; 11: 17–22. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1998.11010017.x>
 8. Linney A.D., Deng J. Three-dimensional morphometry in ultrasound. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: *J. Engineer. Medicine*. 1999; 213 (3): 235–245. <https://doi.org/10.1243/0954411991534942>
 9. Riccabona M., Nelson T.R., Pretorius D.H. Three-dimensional ultrasound: accuracy of distance and volume measurements. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1996; 7: 429–434. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1996.07060429.x>
 10. Gilja O.H., Hausken T., Berstad A., Odegaard S. Measurements of organ volume by ultrasonography. *Proc. Inst. Mech. Eng. H.* 1999; 213 (3): 247–259. <https://doi.org/10.1243/0954411991534951>
 11. Mitkov V.V., Cheresheva Yu.N., Mitkova M.D., Bataeva R.S. Comparison of the capabilities of two-dimensional and three-dimensional echography for in vitro volumetric studies. *Ultrasound and functional diagnostics*. 2003; 4: 114–120 (In Russian)
 12. Pang B.S., Kot B.C., Ying M. Three-dimensional ultrasound volumetric measurements: is the largest number of image planes necessary for outlining the region-of-interest? *Ultrasound Med. Biol.* 2006; 32 (8): 1193–1202. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2006.04.012>
 13. Barreto E.Q., Milani H.J., Araujo Júnior E. et al. Reliability and validity of in vitro volume calculations by 3-dimensional ultrasonography using the multiplanar, virtual organ computer-aided analysis (VOCAL), and extended imaging VOCAL methods. *J. Ultrasound Med.* 2010; 29 (5): 767–774. <https://doi.org/10.7863/jum.2010.29.5.767>
 14. Smeets N.A., Winkens B., Oei S.G. Volume-related measurement error by three-dimensional ultrasound with a rotational multiplanar technique. *Gynecol. Obstet. Invest.* 2013; 75 (1): 28–33. <https://doi.org/10.1159/000343006>
 15. Farrell T., Leslie J.R., Chien P.F., Agustsson P. The reliability and validity of three dimensional ultrasound volumetric measurements using an in vitro balloon and in vivo uterine model. *BJOG*. 2001; 108 (6): 573–582. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2001.00148.x>
 16. Bataeva R.S., Mitkov V.V., Mitkova M.D. Evaluation of the reproducibility of the results of ultrasound volumetry of the thyroid gland. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2006; 1: 37–42 (In Russian)
 17. Rasmussen C.K., Hansen E.S., Dueholm M. Inter-rater agreement in the diagnosis of adenomyosis by 2- and 3-dimensional transvaginal ultrasonogra-

- phy. *J. Ultrasound Med.* 2019; 38 (3): 657–666. <https://doi.org/10.1002/jum.14735>
18. Jurkovic D., Gruboeck K., Taylor A., Nicolaides K.H. Ultrasound screening for congenital uterine anomalies. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1997; 104 (11): 1320–1321. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1997.tb10982.x>
19. Arakelyan A.S., Gus A.I., Adamyan L.V., Popryadukhin A.Yu., Boykova Yu.V. The role of 3D echographic diagnostics in the choice of tactics for reconstructive plastic surgery for anomalies of the uterus and vagina. *Reproduction Problems.* 2021; 27(4): 32–42. <https://doi.org/10.17116/repro20212704132> (In Russian)
20. Xydias E.M., Kalantzi S., Tsakos E. et al. Comparison of 3D ultrasound, 2D ultrasound and 3D Doppler in the diagnosis of endometrial carcinoma in patients with uterine bleeding: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2022; 277: 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2022.08.005>
21. Lysenko O.V., Rozhdestvenskaya T.A. Measuring endometrial volume in the diagnosis of endometrial hyperplastic processes in women of reproductive age. *VSMU Bulletin.* 2013; 12 (1). https://core.ac.uk/display/53876199?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1. Access date 01/19/2024 (In Russian)
22. Rabadanova A.K., Shalina R.I., Gugushvili N.A. Hemodynamics of the uterus and the state of the ovarian reserve in assessing the effectiveness of in vitro fertilization. *Bulletin of RGMU.* 2018; 2: 52–59. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2018.015> (In Russian)
23. Feng Y., Zhang S., Zhou Y. et al. Three-dimensional measurement and analysis of morphological parameters of the uterus in infertile women. *Quant. Imaging Med. Surg.* 2022; 12 (4): 2224–2237. <https://doi.org/10.21037/qims-21-812>
24. Liu Y., Yue Q., Wang L. et al. Using 2D/3D ultrasound observation of endometrial thickness, endometrial volume, and blood flow changes to predict the outcome of frozen embryo transfer cycles: a prospective study. *Quant. Imaging Med. Surg.* 2023; 13 (6): 3915–3926. <https://doi.org/10.21037/qims-22-705>
25. Belousov M.A., Ozerskaya I.A., Gavrilov A.V., Zaitsev P.V. Three-dimensional echography of the uterine cavity. *Ultrasound and functional diagnostics.* 2003; 1: 36–40 (In Russian)
26. Gruboeck K., Jurkovic D., Lawton F. et al. The diagnostic value of endometrial thickness and volume measurements by three-dimensional ultrasound in patients with postmenopausal bleeding. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 1996; 8 (4): 272–276. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1996.08040272.x>
27. Minko B.A., Salnikova M.V., Gelbutovskaya S.M., Stroganov E.A. Possibilities of complex ultrasound examination using modern techniques in the diagnosis of endometrial cancer. *Radiation diagnostics and therapy.* 2022; 13(1): 58–69. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2022-13-1-58-69> (In Russian)
28. Ozerskaya I.A., Semiletova A.A., Kazaryan G.G. Ultrasound diagnosis of endometritis (B-mode). *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2017; 6: 36–52 (In Russian)
29. Maged A.M., Kamel A.M., Abu-Hamila F. et al. The measurement of endometrial volume and sub-endometrial vascularity to replace the traditional endometrial thickness as predictors of in-vitro fertilization success. *Gynecol. Endocrinol.* 2019; 35 (11): 949–954. <https://doi.org/10.1080/09513590.2019.1604660>
30. Martins R.S., Olini A.H., Olini D.V., de Oliveira J.M. Continuous endometrial volumetric analysis for endometrial receptivity assessment on assisted reproductive technology cycles. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2020; 20: 663. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-03372-2>
31. Ozerskaya I.A., Gus A.I., Kazaryan G.G. Ultrasound assessment of endometrial receptivity. Guidelines. M.: MEDpress-inform, 2024. 80 p. (In Russian)
32. Ozerskaya I.A., Ivanov V.A., Kazaryan G.G. Ultrasound diagnosis of endometritis: features of morphological types in B-mode. *Bulletin of Postgraduate Medical Education.* 2019; 1: 95–104 (In Russian)
33. Bland J.M., Altman D.G. Agreement between methods of measurement with multiple observations per individual. *J. Biopharm Stat.* 2007; 17 (4): 571–582. <https://doi.org/10.1080/10543400701329422>
34. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
35. Yaman C., Jesacher K., Pölz W. Accuracy of three-dimensional transvaginal ultrasound in uterus volume measurements; comparison with two-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med. Biol.* 2003; 29 (12): 1681–1684. [https://doi.org/10.1016/s0301-5629\(03\)01070-6](https://doi.org/10.1016/s0301-5629(03)01070-6)
36. Casikar I., Mongelli M., Reid S., Condous G. Estimation of uterine volume: A comparison between Viewpoint and 3D ultrasound estimation in women undergoing laparoscopic hysterectomy. *Australas J. Ultrasound Med.* 2015; 18 (1): 27–32. <https://doi.org/10.1002/j.2205-0140.2015.tb00020.x>
37. Nabil H., Elrefaie W. Endometrial Volume as a Predictor of Endometrial Pathology in Perimenopausal Uterine Bleeding. <https://ichgcp.net/ru/clinical-trials-registry/NCT03351673>

A comparison of uterine corpus and endometrium volumes measured in 2D and 3D modes

I.A. Ozerskaya^{1*}, G.G. Kazaryan², E.V. Minashkina³

¹ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba;
6, Miklukho-Maklay str., Moscow 117198, Russian Federation

² LLC "Medskan"; 21A, Obrucheva str., Moscow 119421, Russian Federation

³ Center for Reproduction and Genetics "Nova Clinic" LLC "MedInService";
33/4, Usacheva str., Moscow 119048, Russian Federation

Irina A. Ozerskaya – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics of the Faculty of Continuing Medical Education of the Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-8929-6001>

Gayane G. Kazaryan – Cand. of Sci. (Med.), Head of the department of ultrasound, LLC "Medskan", Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1198-8187>

Elena V. Minashkina – ultrasound diagnostic doctor of Center for Reproduction and Genetics "Nova Clinic" LLC "MedInService", Moscow. <https://orcid.org/0009-0004-3548-7944>

Correspondence* to Dr. Irina A. Ozerskaya – e-mail: ozerskaya_usd@mail.ru

Objective: to compare the uterine corpus and endometrium volumes measured in 2D and 3D modes.

Material and methods. The observational retrospective cohort study included 154 women of reproductive age with no myometrial or endometrial pathology. Pelvic ultrasound was performed with the use of the Affiniti70 (Philips, Netherlands) with a multifrequency 3D intracavitary probe. The uterine corpus volume and endometrial volume were measured both in 2D and 3D modes, followed by a calculation of the percentage ratio of endometrial volume to uterine corpus volume (endometrial/uterine corporeal volume ratio (EV/UCV)).

Results. The values of uterine corpus volume measured in 3D mode were higher than in 2D mode, with a relative measurement error of 7.2%. The strength of the correlation turned out to be very high ($r = 0.91$, $p = 0.458$). According to the Bland-Altman plot, almost all values of the volume difference in pairwise measurements fell within the interval ± 1.96 SD 95%; a low average difference indicates a low systematic discrepancy in measurements, and the degree of value scatter is quite acceptable. The values of endometrium volume in 3D mode were lower than in 2D mode; the relative error in 2D mode, regardless of the cycle phase, was -35.3% . There was a strong correlation between the two measurement methods ($r = 0.81$), but the differences in allocations were significant ($p < 0.05$).

Conclusion. It is permissible to use the values of the uterine corpus volume obtained in 2D mode as an analogue of 3D mode volume in routine practice, while it is not acceptable in the assessment of endometrium volume and EV/UCV.

Keywords: ultrasound; uterine volume; endometrial volume; measurements

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Ozerskaya I.A., Kazaryan G.G., Minashkina E.V. A comparison of uterine corpus and endometrium volumes measured in 2D and 3D modes. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 1: 71–87. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-073> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-091>

Классификация #Enzian для ультразвуковой диагностики эндометриоза: описание и разъяснение классификации с использованием собственных клинических наблюдений

Е.А. Борисова^{1, 2*}, М.Н. Буланов^{3, 4}, Т.А. Макаренко¹

¹ ФГБОУ ВО “Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого” Минздрава России; 660022 Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1, Российская Федерация

² ООО “МедикоПрофи” – “Лечебно-диагностическая клиника Борисовых”; 660022 Красноярск, ул. Аэровокзальная, д. 8, Российская Федерация

³ ГБУЗ Владимирской области “Областная клиническая больница”; 600023 Владимир, Судогодское шоссе, д. 41, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”; 173003 Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, Российская Федерация

При распространенном глубоком эндометриозе, как правило, требуется сложное и трудоемкое хирургическое лечение, нередко с формированием мультидисциплинарных операционных бригад. Задача ультразвуковой диагностики заключается в том, чтобы в деталях визуализировать и описать по возможности все эти поражения на дооперационном этапе. Для подробного описания всех очагов тазового и внетазового эндометриоза необходима структурированная классификация, которая была бы понятна и врачу-диагносту, и оперирующему гинекологу. Действующая версия классификации #Enzian создана совместными усилиями группы ученых из 11 стран, имеющих большой опыт в диагностике и лечении эндометриоза. В основе данной классификации лежит описание расположения эндометриоидных очагов, глубина их инвазии в органы и ткани малого таза, а также наличие инфильтрации в смежные органы брюшной полости и нарушение их функ-

Борисова Елена Анатольевна – канд. мед. наук, ассистент кафедры оперативной гинекологии Института последиplomного образования ФГБОУ ВО “Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого” Минздрава России; врач ультразвуковой диагностики ООО “Медико-Профи” – “Лечебно-диагностическая клиника Борисовых”, Красноярск. <http://orcid.org/0000-0002-4667-6298>

Буланов Михаил Николаевич – доктор мед. наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ ВО “Областная клиническая больница”, Владимир; профессор кафедры внутренних болезней Института медицинского образования ФГБОУ ВО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”, Великий Новгород. <https://orcid.org/0000-0001-8295-768X>

Макаренко Татьяна Александровна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой оперативной гинекологии Института последиplomного образования ФГБОУ ВО “Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого” Минздрава России, Красноярск. <http://orcid.org/0000-0002-2899-8103>

Контактная информация*: Борисова Елена Анатольевна – email: borisova2209@rambler.ru

ций. Классификация обеспечивает преемственность между предоперационной визуализирующей (трасвагинальное ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография) и хирургической оценкой степени тяжести эндометриоза. В настоящей статье мы постарались подробно описать и прокомментировать ультразвуковой вариант этой классификации, сопроводив ее демонстрацией собственных клинических наблюдений. Использование классификации #Enzian предоставляет врачам единый “язык” для всестороннего и легковоспроизводимого описания эндометриоза. Авторы данной статьи уже более двух лет используют в своей работе классификацию #Enzian. На основании уже имеющегося опыта мы считаем классификацию #Enzian не только удобной и полезной, но и отвечающей всем требованиям как врача-диагноста, так и хирурга.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика; акушерство и гинекология; глубокий эндометриоз; #Enzian

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Борисова Е.А., Буланов М.Н., Макаренко Т.А. Классификация #Enzian для ультразвуковой диагностики эндометриоза: описание и разъяснение классификации с использованием собственных клинических наблюдений. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 88–112. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-091>

ВВЕДЕНИЕ

При распространенном глубоком эндометриозе с большими очагами в крестцово-маточных связках, вовлечением параметральной клетчатки малого таза, мочеточников, нервных волокон нижнего подчревного сплетения, а также соматических нервов, как правило, требуется сложное и трудоемкое хирургическое лечение, нередко с формированием мультидисциплинарных операционных бригад. Такие вмешательства могут быть сопряжены с послеоперационной дисфункцией тазовых органов (мочевой пузырь, прямая кишка) и прочими осложнениями. Задача именно ультразвуковой диагностики заключается в том, чтобы в деталях визуализировать и описать по возможности все эти поражения на дооперационном этапе. Результаты многолетних исследований таких авторитетных авторов, как А. Di Giovanni и соавт. (2022) [1], J. Keckstein и соавт. (2023) [2], а также наш собственный опыт показывают, что правильное ультразвуковое заключение при вышеописанных патологических изменениях это в итоге правильный план оперативного вмешательства, правильный подбор членов хирургической бригады, правильный лечебный эффект от операции с минимальной травматизацией органов и тканей и, конечно, минимизация риска ранних и отдаленных послеоперационных осложнений.

Сегодняшнее состояние развития ультразвуковой диагностики позволяет с большим успехом использовать этот метод при выявлении многочисленных вариантов глубокого эндометриоза (ГЭ). В обновленном и, вероятно, наиболее обширном и наиболее цитируемом сегодня руководстве по эндометриозу Европейского общества репродукции человека (ESHRE) отмечается, что улучшение качества и доступности методов визуализации для некоторых форм эндометриоза, с одной стороны, операционный риск и ограниченный доступ к высококвалифицированным хирургам, финансовые последствия, с другой стороны, обуславливают настоятельную необходимость исключить диагностическую лапароскопию как рекомендуемый “золотой стандарт” диагностики эндометриоза в тех случаях, когда находки визуализационных методов диагностики показывают изменения, подозрительные на эндометриоз [3].

Совершенно очевидно, что для подробного описания всех очагов тазового и внетазового эндометриоза необходима структурированная система или классификация, которая была бы понятна и врачу-диагносту, и оперирующему гинекологу, и врачу, решающему репродуктивные проблемы. Так, еще в 1951 г. J.W. Huffman представил классификацию эндометриоза и попытался связать распространенность процесса

с необходимостью проведения консервативной терапии у пациенток, планирующих беременность [4]. Как отмечают в своем обзоре Э.К. Айламазян и соавт. (2017), в последующие годы было предложено еще более 30 различных классификаций эндометриоза [5].

В 2003 г. Научный фонд эндометриоза из Германии и Австрии SEF (Stiftung Endometriose Forschung) впервые опубликовал классификацию Enzian [6]. Это не аббревиатура, а производное одновременно и от слова эндометриоз, и от названия цветка, распространенного в Австрии, Германии, да и в России. В последующем классификация неоднократно пересматривалась. Действующая версия #Enzian (авторское написание) создана в 2021 г. совместными усилиями группы ученых из 11 стран, имеющих большой опыт в диагностике и лечении эндометриоза [7].

В основе данной классификации лежит описание расположения эндометриoidных очагов, глубина их инвазии в органы и ткани малого таза, а также наличие инфильтрации в смежные органы брюшной полости и нарушение их функций. Классификация обеспечивает преемственность между предоперационной визуализирующей (трасвагинальное ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография) и хирургической оценкой степени тяжести эндометриоза.

В настоящей статье мы постарались подробно описать и прокомментировать ультразвуковой вариант этой классификации, сопроводив ее демонстрацией собственных клинических наблюдений. Все представленные ультразвуковые изображения сделаны в ходе исследований, проведенных Е.А. Борисовой. Во всех представленных клинических случаях выставленный проспективно код классификации #Enzian был подтвержден в ходе последующего оперативного лечения.

Классификация #Enzian: общая характеристика

С целью детальной оценки поражения ГЭ органов и систем классификация #Enzian выделяет в малом тазу так называемые компартменты [7]. Английское слово compartment переводится как отсек, отделение. Ввиду отсутствия общепринятых правил употребления этого термина в рус-

скоязычной медицинской литературе мы посчитали допустимым употреблять слово компартмент, также существующее в русском языке.

Компартмент А включает в себя влагалище и ректовагинальное пространство. Компартмент В – крестцово-маточные связки, кардинальные (широкие) связки, а также стенки таза. Компартмент С – прямую кишку.

Помимо этих трех компартментов малого таза, выделяется условный компартмент F (F – far locations) для отдаленных от малого таза локализаций ГЭ. Компартмент F включает в себя эндометриоз матки (FA – F Adenomyosis), мочевого пузыря (FB – F Bladder), кишечника (FI – F Intestinum), мочеточников (FU – F ureters), а также прочие отдаленные локализации (FL – F Location), такие как диафрагма, легкие, нервные пучки и пр.

Также выделяются дополнительные (индивидуальные) компартменты для описания поражения придатков матки и брюшины. Компартмент P (Peritoneum) – поражение брюшины. Компартмент O (Ovary) – поражение яичников. Компартмент T (Tube) – поражение маточных труб, в том числе опционально оценка их проходимости.

Для оценки степени распространенности эндометриоза к букве компартментов P, O, T, A, B, C добавляются цифры 1, 2, 3.

При оценке поражения компартментов O, T, B отдельно учитываются поражение и степень поражения парных органов, которая пишется соответственно через косую черту для левой и правой стороны.

Удаленные или не визуализируемые яичники и трубы описываются с помощью суффиксов m (missing – удаленный) и x (не визуализируемые).

В случае поражения мочеточников в скобках добавляется (r) или (l) при поражении правого или левого мочеточника соответственно.

Таким образом, для оценки эндометриoidного поражения органов и систем классификацией #Enzian выделяется 7 компартментов: P, O, T, A, B, C, F [7].

Поражение брюшины (P)

Для оценки поражения брюшины классификация #Enzian учитывает все поверхностные (подбрюшинная инвазия <5 мм)

перитонеальные очаги, расположенные в малом тазу, а также расположенные в брюшной полости выше границы малого таза. Подчеркивается, что все эти очаги не относятся к ГЭ. Для оценки степени выраженности перитонеального поверхностного эндометриоза подсчитывается диаметр виртуального круга, являющегося суммой наибольших диаметров всех обнаруженных очагов перитонеального эндометриоза. Выделяются три степени выраженности перитонеального эндометриоза: P1 (сумма диаметров всех очагов <3 см); P2 (сумма диаметров всех очагов 3–7 см), P3 (сумма диаметров всех очагов >7 см) [7].

Авторы классификации #Enzian подчеркивают, что поражение брюшины (P) может быть зарегистрировано только во время оперативного вмешательства, и что его нельзя непосредственно диагностировать с помощью визуализирующего оборудования.

Вместе с тем ряд авторов считают, что ультразвуковое исследование может быть достаточно высокоспецифичным при выявлении очагов поверхностного перитонеального эндометриоза. Так, М. Leonardi и соавт. (2020) использовали для этого методику соноподографии (SonoPODography – сонография дугласова пространства), заключающуюся в исследовании на фоне жидкости в дугласовом пространстве, введенной туда с помощью баллонного катетера, установленного в полости матки. Авторы смогли визуализировать очаги поверхностного эндометриоза в дугласовом пространстве с точностью 69,1%, чувствительностью 64,9% и специфичностью 100% [8]. В свою очередь, F. Bailey и соавт. (2024) также смогли визуализировать поверхностные перитонеальные очаги эндометриоза в ходе рутинного трансвагинального ультразвукового исследования в виде точечных гиперэхогенных включений, мелких кист, гипозэхогенных мелких имплантов на связках и брюшине, а также пленочных спаек и перитонеальных карманов свободной жидкости. При этом чувствительность и специфичность метода были лишь немногим хуже по сравнению с результатами соноподографии, составив 51,5 и 94% соответственно [9].

Нами представлены собственные клинические наблюдения ультразвуковой визуализации поверхностных перитонеальных поражений эндометриозом, подтвержден-

ных при последующих оперативных вмешательствах (рис. 1–4).

Эндометриоз яичников (O)

Все эндометриомы, а также инфильтрирующие поверхность яичника эндометриозные очаги (≥ 5 мм) считаются эндометриозом яичников. Для оценки степени выраженности эндометриоза яичников рассчитывается сумма максимального диаметра всех эндометриом на каждой стороне. Если в сумме диаметр всех эндометриом с одной стороны <3 см, то это обозначается как O1 и указывается сторона л (левая) / п (правая). Аналогично при размере 3–7 см в сумме всех эндометриом с одной стороны будет O2; и, наконец, >7 см обозначается как O3 [7].

Для описания эндометриом используются критерии Международной группы анализа опухолей яичников IOTA. Авторы #Enzian подчеркивают, что вышеприведенные критерии могут быть использованы как при визуализирующей диагностике, так и в ходе оперативного вмешательства [7].

На рис. 5, 6 представлены наши собственные клинические наблюдения оценки распространенности эндометриоза яичников с помощью #Enzian.

Оценка состояния тубоовариального комплекса (T)

Основная задача при оценке состояния тубоовариального комплекса с точки зрения его поражения эндометриозом это определение наличия или отсутствия спаечного процесса в проекции придатков матки с каждой стороны, а также по возможности оценка самой маточной трубы, в том числе ее проходимости с использованием эхогистеросальпингографии [7]. Выявление адгезии в области придатков, а также сактосальпинкса имеет большое значение при планировании беременности.

Оценка проводится следующим образом: T1 – это спаечный процесс между яичником и стенкой таза +/- спайки между яичником и трубой; T2 – это T1 + спаечный процесс между придатками и телом матки либо изолированные спайки между маткой и придатками; T3 – это T2 + спаечный процесс с крестцово-маточной связкой и/или кишечником или изолированные спайки между придатками и крестцово-маточной связкой и/или стенкой кишечника [7].

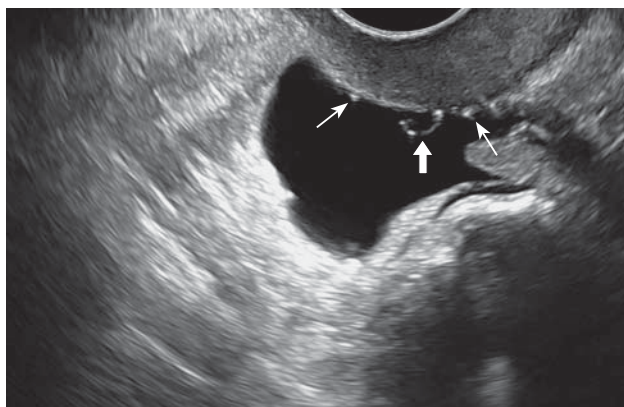


Рис. 1. #Enzian (u) P1. В дугласовом пространстве незначительное количество свободной жидкости. Пузырьковые (мелкокистозные) наложения на брюшине дугласова пространства (стрелка). Точечные гиперэхогенные включения на брюшине дугласова пространства (тонкие стрелки).

Fig. 1. #Enzian (u) P1. A small amount of free fluid in the pouch of Douglas. Bubble-like (small cystic) deposits on the peritoneum in the pouch of Douglas (arrow). Dotted hyperechoic foci on the peritoneum in the pouch of Douglas (thin arrows).

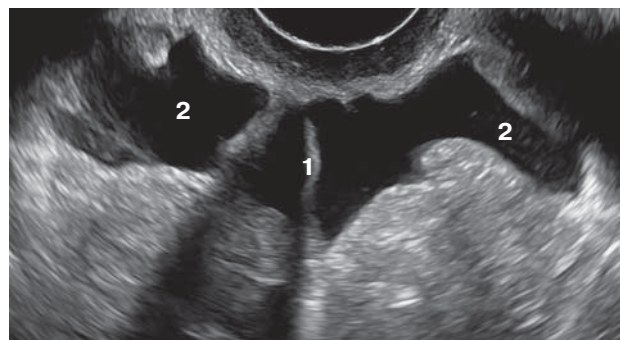


Рис. 2. #Enzian (u) P1. В дугласовом пространстве незначительное количество свободной жидкости. Пленочные спайки (1) и перитонеальные карманы жидкости (2).

Fig. 2. #Enzian (u) P1. A small amount of free fluid in the pouch of Douglas. Membranous adhesions (1) and peritoneal fluid pockets (2).

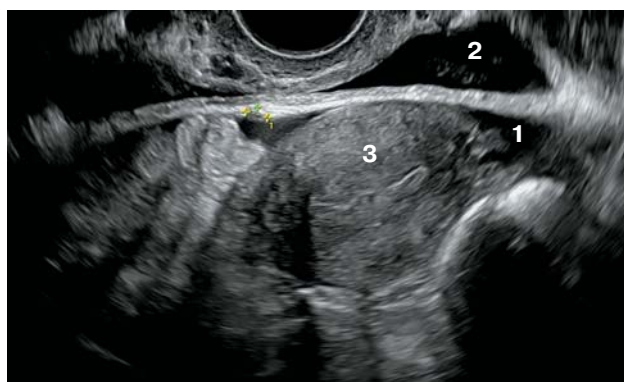


Рис. 3. #Enzian (u) P1. В малом тазу незначительное количество свободной жидкости (1). Мелкие гипоехогенные очаги (в измерительных крестиках) на брюшине под мочевым пузырем. 2 – мочевого пузырь, 3 – матка.

Fig. 3. #Enzian (u) P1. A small amount of free fluid in the pelvis (1). Small hypoechoic foci (between the calipers) on the peritoneum under the bladder. 2 – bladder, 3 – uterus.

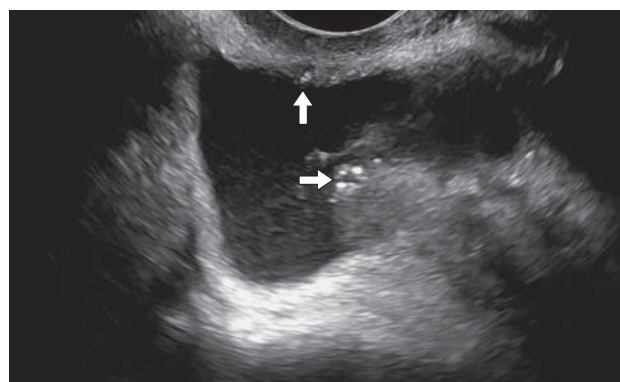


Рис. 4. #Enzian (u) P1. В малом тазу незначительное количество свободной жидкости. Гиперэхогенные включения на брюшине (стрелки).

Fig. 4. #Enzian (u) P1. A small amount of free fluid in the pelvis. Hyperechoic foci on the peritoneum (arrow).

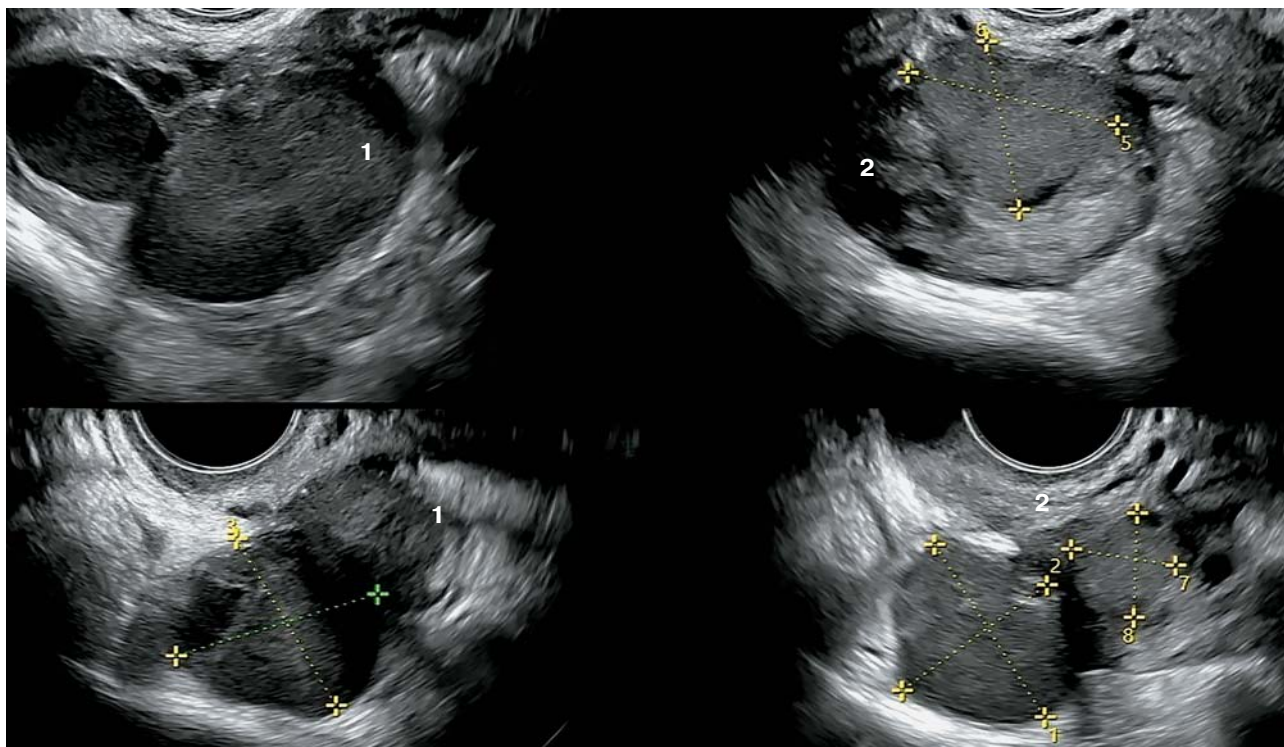


Рис. 5. #Enzian (u) O2/2. Сумма диаметров всех эндометриом как справа, так и слева более 3 см, но менее 7 см. В правом яичнике (1) определяются 2 эндометриомы диаметром 2,1 и 2,4 см ($\Sigma = 4,5$ см), в левом яичнике (2) – 3 эндометриомы диаметром 1,5, 2,3 и 2,6 см ($\Sigma = 6,4$ см).

Fig. 5. #Enzian (u) O2/2. The sum of the diameters of all endometriomas, both on the right and on the left, is greater than 3 cm but less than 7 cm. There are 2 endometriomas with a diameter of 2.1 cm and 2.4 cm ($\Sigma = 4.5$ cm) in the right ovary (1), and 3 endometriomas with a diameter of 1.5 cm, 2.3 cm, and 2.6 cm ($\Sigma = 6.4$ cm) in the left ovary (2).

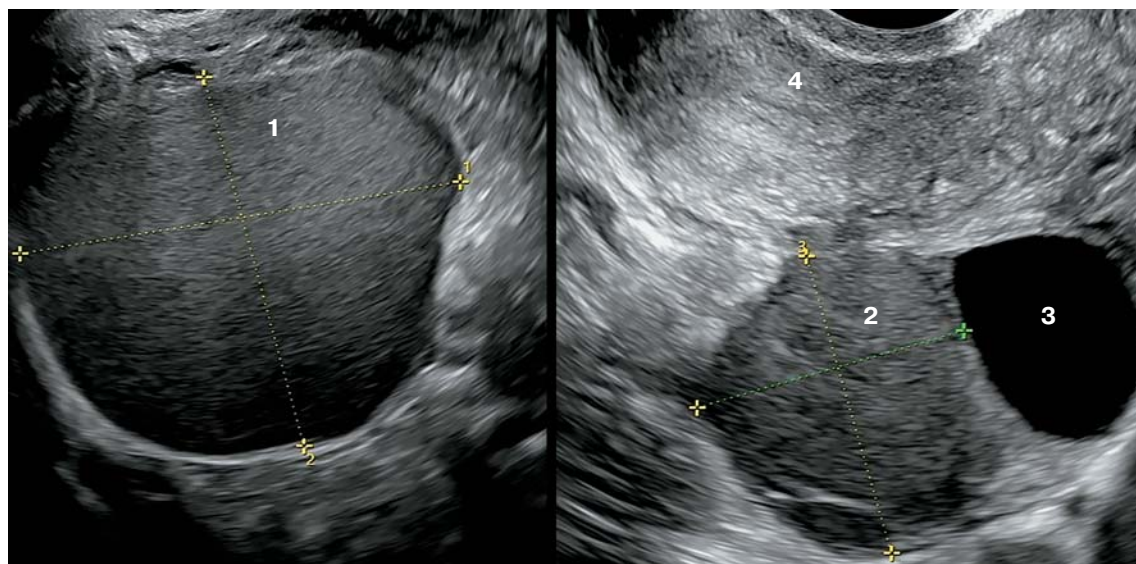


Рис. 6. #Enzian (u) O2/3. Диаметр эндометриомы правого яичника (1) более 7,5 см ($\Sigma = 7,5$ см), диаметр эндометриомы левого (2) яичника 4,2 см ($\Sigma = 4,2$ см). 3 – функциональная киста, 4 – матка.

Fig. 6. #Enzian (u) O2/3. The diameter of the right ovary (1) endometrioma is more than 7.5 cm ($\Sigma = 7.5$ cm), and the diameter of the left ovary (2) endometrioma is 4.2 cm ($\Sigma = 4.2$ cm). 3. Functional cyst. 4. Uterus.



Рис. 7. #Enzian (u) T3/T0. Левая маточная труба (в измерительных крестиках) спаяна с яичником, стенкой таза, яичник спаян с левой крестцово-маточной связкой и со стенкой толстой кишки. Просвет левой маточной трубы расширен, в нем неоднородная эхогенная взвесь. Правые придатки визуальны, но не изменены.

Fig. 7. #Enzian (u) T3/T0. The left fallopian tube (between the calipers) is adhered to the ovary and the pelvic wall; the ovary is adhered to the left uterosacral ligament and to the wall of the colon. The lumen of the left fallopian tube is distended and filled with echogenic heterogeneous contents. The image of the right adnexa is normal.

Для оценки наличия всех этих вариантов спаечного процесса особое значение приобретает демонстрация подвижности всех вышеперечисленных структур относительно друг друга. В ряде случаев только отсутствие смещения позволяет сделать вывод о спаечном процессе и, следовательно, эндометриозе в этой области.

Стороны обозначаются через «/» — сначала левая, затем правая. Если во время ультразвукового исследования проверяли проходимость маточных труб и труба проходима, то рядом ставится знак «+», и знак «-», если маточная труба не проходима. Если труба удалена, то используется обозначение «m», если была операция — но результат неизвестен, то «x» и в этом случае необходима только хирургическая оценка.

На рис. 7, 8 представлены клинические наблюдения оценки состояния тубоовариального комплекса с использованием классификации #Enzian.

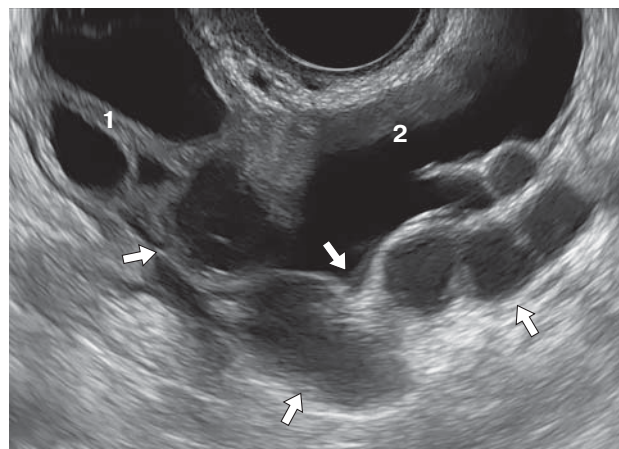


Рис. 8. #Enzian (u) T3/T3. Левая маточная труба с геморрагическим содержимым (в стрелках), спаяна со стенкой таза и левым яичником (1), фиксированным за маткой. 2 — жидкость в малом тазу. Правая маточная труба также спаяна с окружающими органами и тканями, на данной эхограмме не визуализируется.

Fig. 8. #Enzian (u) T3/T3. The left fallopian tube with hemorrhagic contents (between the arrows) is fixed to the pelvic wall and the left ovary (1), which is fixed behind the uterus. 2 — fluid in the pelvis. The right fallopian tube is also fixed to the surrounding organs and tissues and is out of field of view on this scan.

Глубокий эндометриоз

Все эндометриоидные очаги с подбрюшинной инфильтрацией >5 мм классифицируются как ГЭ. Хорошо известно консенсусное предложение Международной группы экспертов по анализу ГЭ IDEA [10]. В декабре 2023 г. опубликованы дополнения к консенсусу IDEA, которые структурируют понятия клетчаточных пространств с хирургической и анатомической точек зрения и объясняют методику их ультразвуковой визуализации [11], но, с нашей точки зрения, эти дополнения принципиально не влияют на стадирование эндометриоза с использованием классификации #Enzian.

В этом разделе классификации учтена различная степень выраженности ГЭ с учетом размеров и локализации очагов, а также поражения различных органов. Для оценки ГЭ выделены 3 компартмента, соответствующих трем плоскостям малого таза:

А (краниокаудальная), В (медиолатеральная) и С (вентродорсальная). Для описания аденомиоза и различных других экстрагенитальных локализаций предусмотрен компартмент (F): аденомиоз (FA); поражение мочевого пузыря (FB); наружное и/или внутреннее поражение мочеточников с признаками обструкции (FU); кишечник (FI) выше ректосигмоидного соединения (>16 см от анальной складки), верхние отделы сигмовидной кишки, поперечная ободочная кишка, слепая кишка, аппендикс, тонкая кишка, а также другие отдаленные локализации (FO): брюшная стенка, диафрагма, нервные пучки [7].

Компартмент А (влагалище, ректовагинальное пространство)

Этот компартмент оценивается в сагиттальной и краниокаудальной плоскости. Оценивается поражение заднего свода влагалища и вовлечение ректовагинального пространства (РВП) (существует два термина, обозначающих одну и ту же анатомическую область: РВП и ректовагинальная перегородка; авторы классификации #Enzian

используют первый из них). В этот компартмент также входит ретроцервикальная область. Измеряется максимальный диаметр (см) поражения в сагиттальной плоскости. В случаях сочетанного поражения влагалища и РВП измеряется также максимальный диаметр всего поражения (влагалища и РВП) в сагиттальной плоскости. Аналогично проводится измерение при сочетанном поражении влагалища, РВП, стенки прямой кишки. Это несколько отличается от рекомендаций группы IDEA, предлагающей измерять размеры очага ГЭ в трех ортогональных плоскостях [10]. Мы считаем, что при написании протокола исследования целесообразно выполнять рекомендации обеих научных групп, поскольку все эти данные в дальнейшем могут иметь значение как для формирования плана оперативного вмешательства, так и для динамического наблюдения.

Степень поражения классифицируется следующим образом: A1 < 1 см, A2 1–3 см, A3 > 3 см [7]. На рис. 9–15 представлены клинические наблюдения различных вариантов оценки компартмента А (норма и поражение).

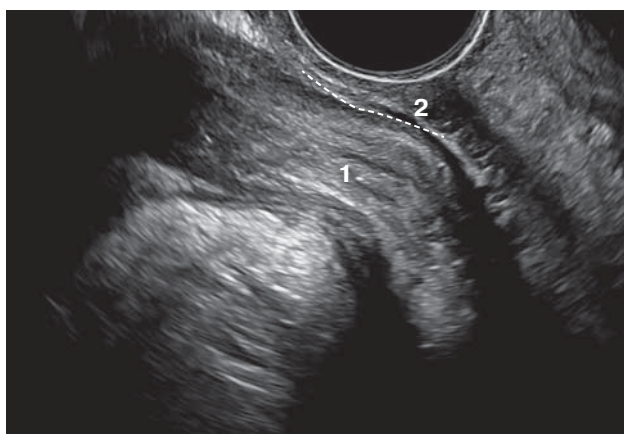


Рис. 9. Ректовагинальное пространство (перегородка) не изменено. 1 – прямая кишка, 2 – стенка влагалища. Проекция ректовагинального пространства (перегородки) обозначена пунктиром.

Fig. 9. The normal rectovaginal space (septum). 1 – rectum, 2 – vaginal wall. A dotted line indicates the area of the recto-vaginal space (septum).

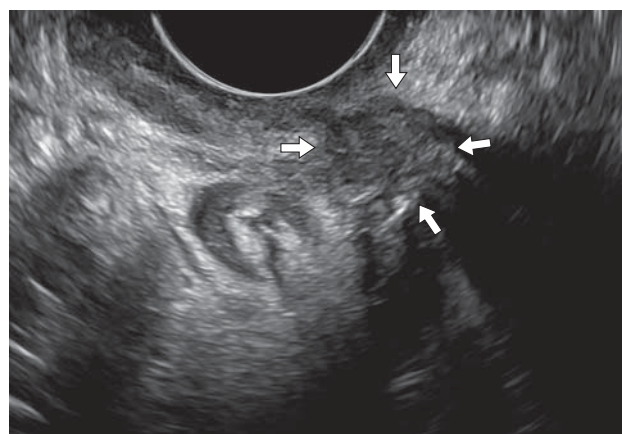


Рис. 10. #Enzian (u): A2. Эндометриотический инфильтрат в ректовагинальном пространстве (перегородке) (в стрелках).

Fig. 10. #Enzian (u): A2. Endometriotic lesion (infiltrate) in the rectovaginal space (septum) (arrows).

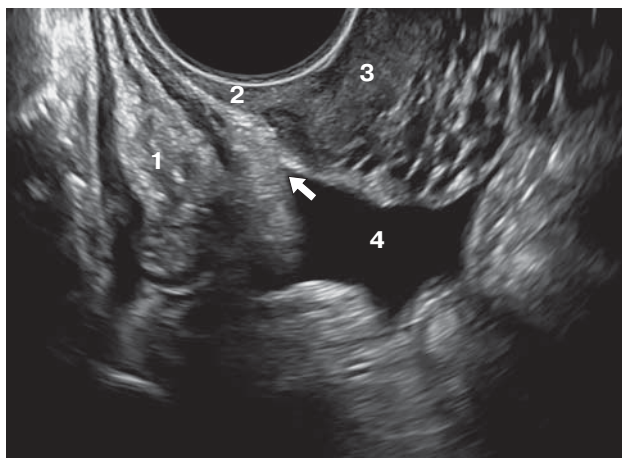


Рис. 11. Стенка влагалища в проекции его заднего свода. 1 – прямая кишка, 2 – стенка влагалища, 3 – шейка матки, 4 – жидкость в дугласовом пространстве. Стрелкой указана проекция заднего свода влагалища.

Fig. 11. The vaginal wall at the level of the posterior fornix. 1 – rectum, 2 – vaginal wall, 3 – cervix, 4 – free fluid in the pouch of Douglas. The arrow indicates the area of the posterior vaginal fornix.

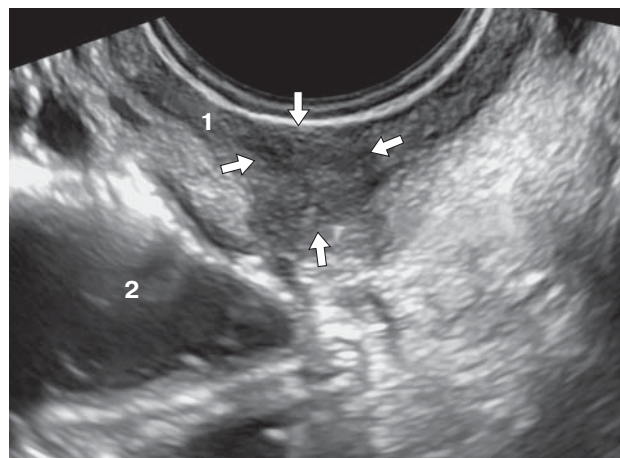


Рис. 12. #Enzian (u): A2. Эндометриоидный инфильтрат (в стрелках) на брюшине в проекции заднего свода влагалища с вовлечением стенки влагалища, размеры $11 \times 6 \times 10$ мм. Для классификации учитывается наибольший размер в сагиттальной плоскости – 11 мм. 1 – стенка влагалища, 2 – кишка.

Fig. 12. #Enzian (u): A2. Endometriotic lesion $11 \times 6 \times 10$ mm (arrows) on the peritoneum at the level of the posterior vaginal fornix. The lesion involves the vaginal wall. The maximal size in the sagittal plane (11 mm) is taken into account for the classification. 1 – vaginal wall, 2 – bowel.

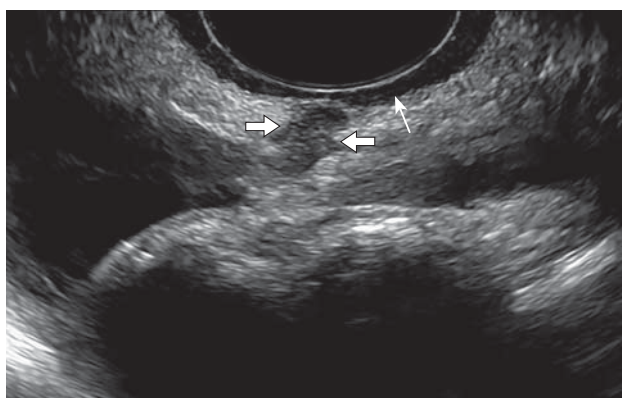


Рис. 13. #Enzian (u): A1 ($4 \times 6 \times 4$). Эндометриоидный инфильтрат (в стрелках) на брюшине в проекции заднего свода влагалища без вовлечения стенки влагалища (тонкая стрелка). Отчетливо видно, что между эндометриоидным инфильтратом и стенкой влагалища есть небольшое пространство неизменной брюшины.

Fig. 13. #Enzian (u): A1 ($4 \times 6 \times 4$). Endometriotic lesion (arrows) on the peritoneum in the area of the posterior vaginal fornix without involvement of the vaginal wall (thin arrow). The thin space of the normal peritoneum is clearly visible between the endometriotic lesion and the vaginal wall.

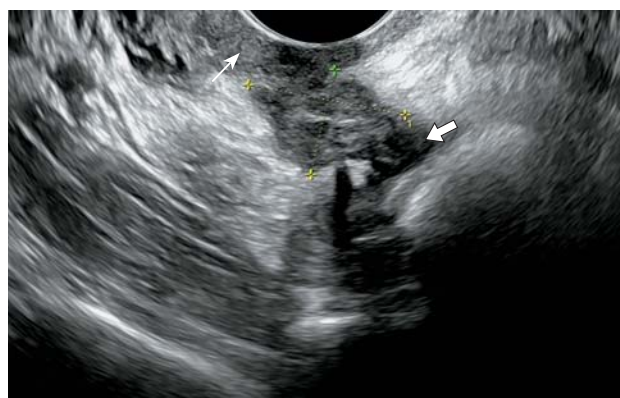


Рис. 14. #Enzian (u): A2, C2. Эндометриоидный инфильтрат в компартменте А, вовлечены стенка влагалища, брюшина и стенка прямой кишки (наибольший диаметр в сагиттальной плоскости 18 мм): эндометриоидный инфильтрат между измерительными крестиками, стенка прямой кишки – стрелка, стенка влагалища – тонкая стрелка.

Fig. 14. #Enzian (u): A2, C2. Endometriotic lesion (indicated by calipers) in compartment A. The vaginal wall (thin arrow), peritoneum, and rectal wall (arrow) are involved in the lesion (the maximal diameter in the sagittal plane is 18 mm).

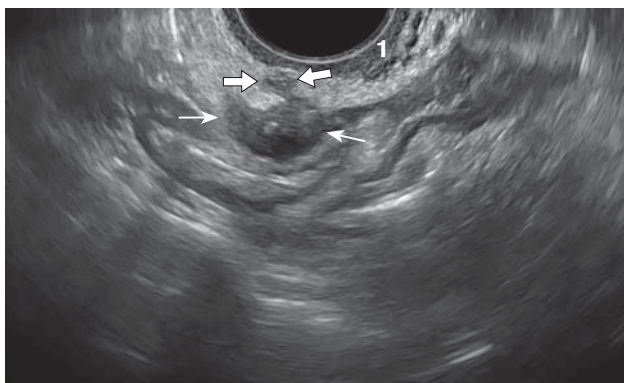


Рис. 15. #Enzian (u): A1, C2. Эндометриоидный инфильтрат на брюшине дугласова пространства в проекции заднего свода влагалища диаметром 8 мм в сагиттальной плоскости (в стрелках) с вовлечением стенки прямой кишки (в тонких стрелках). Стенка влагалища (1) не вовлечена.

Fig. 15. #Enzian (u): A1, C2. Endometriotic lesion on the peritoneum in the pouch of Douglas at the level of the posterior vaginal fornix with a sagittal plane diameter of 8 mm (arrows), involving the wall of the rectum (thin arrows). The vaginal wall (1) is not involved.

Компартмент В (крестцово-маточные и кардинальные связки, стенки таза)

Данный компартмент представляет собой медиолатеральную плоскость, которая также распространяется слегка дорсолатерально. Именно в нем располагается область параметрия и крестцово-маточных связок. Измерения проводятся соответственно по форме анатомических структур. Изменения справа и слева отражаются в протоколе по отдельности. Эндометриоидные очаги, вызывающие наружное (латеральное) или внутреннее (медиальное) сдавление мочеточника с формированием гидроуретера или гидронефроза, классифицируются как поражения в компартменте FU (эндометриоз мочеточника). Оценка степени распространенности следующая: B1 = максимальный диаметр <1 см, B2 1–3 см, B3 >3 см. Данные по состоянию левой (l) и правой (r) сторон разделяется косой чертой (/). При нескольких очагах ГЭ с одной стороны их диаметры суммируются [7].

Для правильной оценки компартмента В трансвагинальный датчик сначала вводится в задний свод влагалища, при этом достигается визуализация шейки матки и

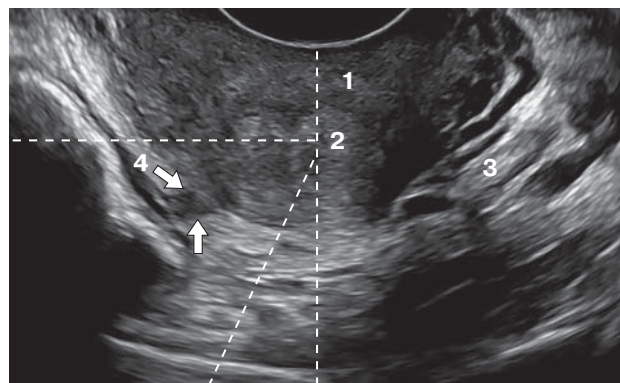


Рис. 16. Поперечное сканирование на уровне внутреннего зева. 1 – шейка матки, 2 – цервикальный канал, 3 – эхогенная левая крестцово-маточная связка (не изменена), 4 – правая крестцово-маточная связка с очагом ГЭ (в стрелках). Вертикальная пунктирная линия проведена через сагиттальную плоскость. Очаги ГЭ позади перешейки и в пределах границ конуса до 20° вправо (косая пунктирная линия) и влево от сагиттальной плоскости относятся к компартменту А, далее до горизонтальной пунктирной линии зона изменений, соответствующая компартменту В – инфильтраты в крестцово-маточных связках, кардинальных связках, параметрии.

Fig. 16. Transverse view at the level of the isthmus. 1 – cervix, 2 – cervical canal, 3 – echo-genic left uterosacral ligament (normal), 4 – right uterosacral ligament with a focus of DE (arrows). A vertical dotted line is drawn through the sagittal plane. Foci of DE behind the isthmus and within the sector up to 20° to the right (oblique dotted line) and to the left of the sagittal plane belong to compartment A. The next area to the horizontal dotted line is compartment B, where the lesions of the uterosacral ligaments, cardinal ligaments, and parametrium are located.

цервикального канала в сагиттальной плоскости. Затем достигается визуализация крестцово-маточных связок путем горизонтального смещения датчика на 20° латерально. При этом может потребоваться вращение датчика, поскольку крестцово-маточные и кардинальные связки не параллельны к сагиттальной оси матки (рис. 16). Выявление любого очага ГЭ в пределах полученного таким образом поля этой визуализации следует измерять в его наибольшем латеральном распространении [7]. Это немного отличается от рекомендаций IDEA, согласно которым следует проводить линейные измерения в трех плоскостях [10].

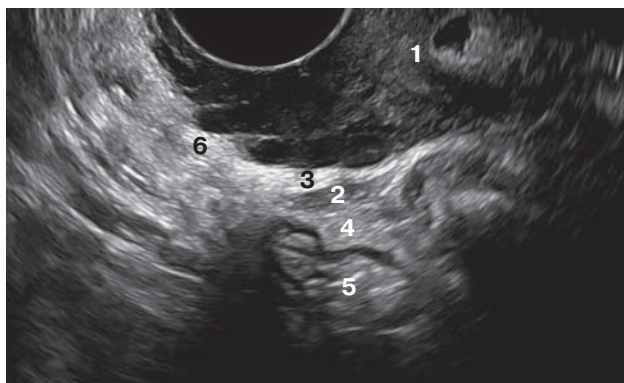


Рис. 17. Поперечное сканирование на уровне перешейка матки. 1 – шейка матки с маленькой ретенционной кистой в эндоцервиксе, 2 – параметрий, 3 – экзогенная крестцово-маточная связка справа, 4 – мезоректум, 5 – прямая кишка, 6 – парацервикс.

Fig. 17. Transverse view at the level of the uterine isthmus. 1 – cervix with a small retention cyst in the endocervix, 2 – parametrium, 3 – right uterosacral ligament, 4 – mesorectum, 5 – rectum, 6 – paracervix.

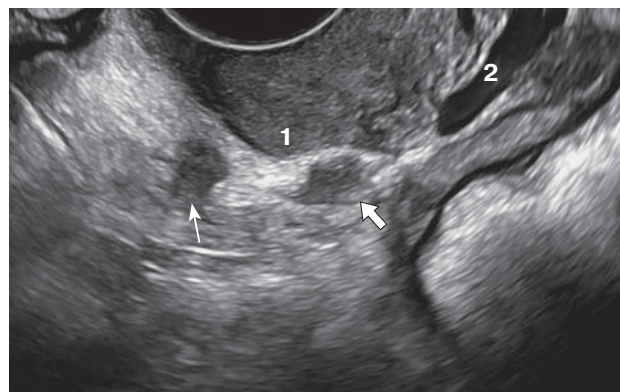


Рис. 18. #Enzian (u): A1, B0/1. Эндометриоидные инфильтраты на брюшине позади перешейка матки. Стрелкой указан очаг ГЭ в компартменте А ($7 \times 6 \times 7$ мм). Тонкой стрелкой указан очаг ГЭ в компартменте В, в проекции правой крестцово-маточной связки ($6 \times 7 \times 7$ мм). 1 – шейка матки, 2 – вена.

Fig. 18. #Enzian (u): A1, B0\1. Endometriotic lesions on the peritoneum behind the isthmus of the uterus. The arrow indicates the focus of DE in compartment A ($7 \times 6 \times 7$ mm). The thin arrow indicates the focus of DE in compartment B, in the projection of the right uterosacral ligament ($6 \times 7 \times 7$ mm). 1 – cervix, 2 – vein.



Рис. 19. #Enzian (u): B2/0. Очаг ГЭ (в измерительных крестиках) в левой крестцово-маточной связке с вовлечением параметрия, размеры $18 \times 9 \times 13$ мм. 1 – перешеек матки.

Fig. 19. #Enzian (u): B2/0. The focus of DE (in calipers) in the left uterosacral ligament involving the parametrium, dimensions of $18 \times 9 \times 13$ mm. 1 – isthmus of the uterus.

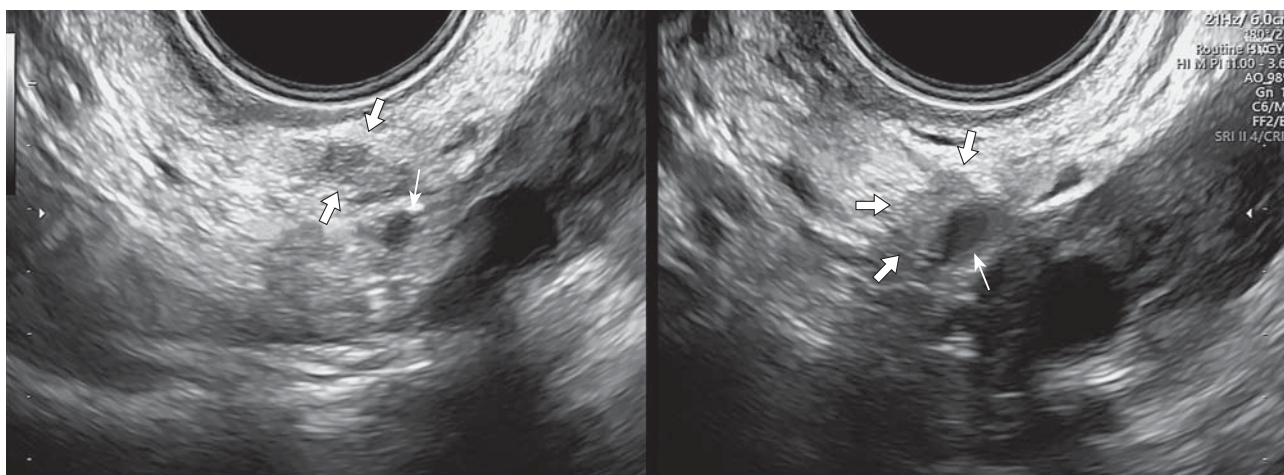


Рис. 20. #Enzian (u): B2/0. Ful (левый мочеточник). Поперечное сканирование. Эндометриоидный инфильтрат (в стрелках) боковой стенки таза с внешним сдавлением левого мочеточника. Тонкой стрелкой указана дилатация мочеточника выше его сдавления эндометриоидным инфильтратом.

Fig. 20. #Enzian (u): B2/0. Ful (left ureter). Transverse view. Endometriotic lesion (arrows) of the lateral wall of the pelvis with entrapment of the left ureter. The thin arrow indicates dilatation of the ureter, above the zone of compression by the endometriotic lesion.

Визуализация крестцово-маточных связок требует навыка (рис. 17). Напомним, что уверенно предположить их поражение в ряде случаев можно и на основании косвенных признаков. Так, наши исследования показали, что симптом “целующихся яичников” при двусторонних эндометриозах можно рассматривать как абсолютно надежный маркер поражения крестцово-маточных связок [12].

На рис. 18–20 представлены очаги ГЭ в различных отделах компартмента В.

Компартмент С (прямая кишка)

Этот компартмент проходит в вентродорсальном направлении и используется для оценки протяженности поражения передней стенки прямой кишки. Все очаги ГЭ, расположенные на расстоянии до 16 см от анального отверстия, относятся к компартменту С, если поражение расположено выше, то оно классифицируется как #Enzian Fi. Степень тяжести определяется по максимальному диаметру поражения, измеренному в сагиттальной плоскости: C1 <1 см; C2 1–3 см и C3 >3 см [7].

Измерение эндометриоидных инфильтратов проводится в соответствии с рекомендациями IDEA. В случаях мультифокальных поражений ГЭ в кишечнике следует измерить общую длину суммы пора-

жений (рис. 21, 22). Измерения проводят в трех ортогональных плоскостях: длина и толщина – в сагиттальной плоскости, ширина – в поперечной плоскости. Необходимо также указать расстояние между нижним краем наиболее каудального поражения и анальным отверстием. Важно помнить, что ретракция стенки кишечника в месте эндометриоидного поражения создает иллюзию большего, чем на самом деле, размера очага, и, следовательно, может привести к переоценке истинной толщины поражения, а также к недооценке истинной длины поражения (рис. 23) [10, 13].

Для планирования хирургического лечения необходимо особо тщательное измерение протяженности и глубины поражения стенки кишечника, также обязательно нужно указать степень вовлечения окружности кишки (в процентном соотношении), так как от этого может зависеть хирургическая тактика (шейвинг, дисковидная или сегментарная резекция кишки) (рис. 24). По мнению М.К. Aas-Eng и соавт. (2021), наиболее важными критериями считаются длина поражения и расстояние от края анального отверстия, а не форма инфильтрата [14].

Современные ультразвуковые приборы дают возможность четко определить все слои кишечной стенки (рис. 25) и, соответственно, поражения ГЭ каждого слоя.

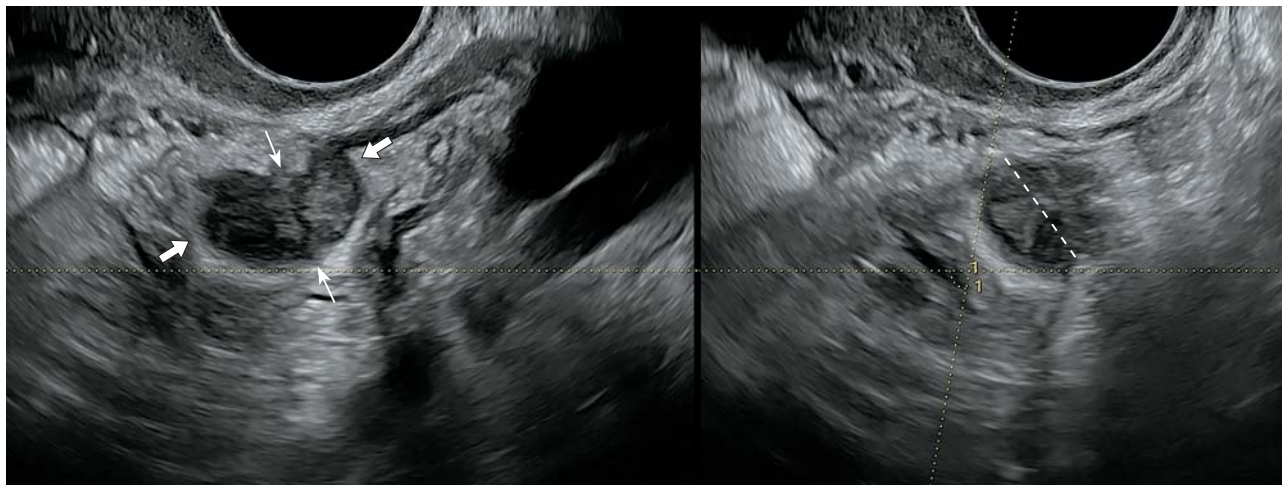


Рис. 21. Эндометриоидный инфильтрат в стенке прямой кишки, протяженность 34 мм (в стрелках), глубина инвазии 8 мм (в тонких стрелках), видно вовлечение в процесс серозной и мышечной оболочки, ширина инфильтрата 12 мм (пунктир), нижний (каудальный) край очага ГЭ в 10 см от анального отверстия. #Enzian (u): C3.

Fig. 21. Endometriotic lesion (arrows) in the wall of the rectum, length of 34 mm, depth of invasion 8 mm (thin arrows), note the serous and muscular involvement, width of the lesion 12 mm (dotted line), lower (caudal) edge of the focus of DE is 10 cm far from the anus. #Enzian (u): C3.

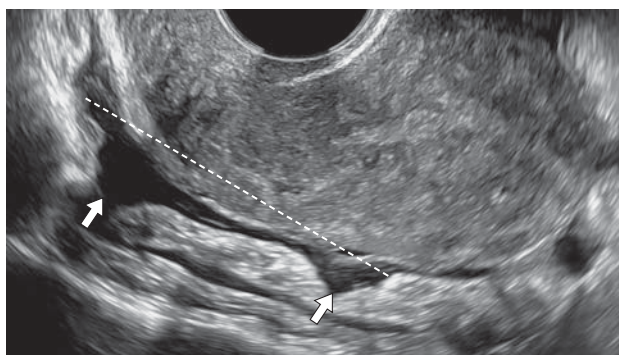


Рис. 22. Мультифокальное поражение прямой кишки, 2 эндометриоидных инфильтрата (стрелки), длина (протяженность) измеряются вместе (пунктир): 68 мм, каудальный край инфильтрата расположен на 7 см от анального отверстия. #Enzian (u): C3.

Fig. 22. Multifocal lesion of the rectum, two endometriotic foci (arrows), the total length (68 mm) of both foci lesions is measured (dotted line), the caudal edge of the lesion is located 7 cm far from the anus. #Enzian (u): C3.

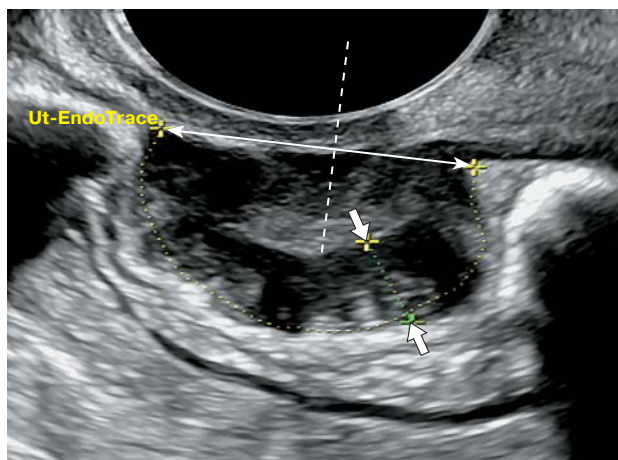


Рис. 23. Эндометриоидный инфильтрат в форме “перевернутой шляпки гриба”. Линейное измерение длины неизбежно приводит к недооценке истинной его протяженности (двухнаправленная стрелка, длина при этом измерении составляет 20 мм), а складчатость за счет ретракции стенки кишки – к переоценке глубины поражения (вертикальный пунктир). Поэтому в данном наблюдении следует проводить измерения не линейно, а огибающей линией и тогда длина его составляет уже 42 мм (пунктирная кривая), то есть в 2 раза больше. Между стрелками – истинная глубина поражения. #Enzian (u): C3.

Fig. 23. Endometriotic lesion in the shape of an “inverted mushroom cap.” Linear length measurement leads to an underestimation of its true extent (double-headed arrow; the length in this measurement is 20 mm), and folding due to retraction of the bowel wall leads to an overestimation of the invasion depth (vertical dotted line). The real length measured by tracing is 42 mm (dashed curve), which is twice as long as in linear measurement. That is why tracing should be used for measurements in this case. Arrows indicate the real depth of the invasion. #Enzian (u): C3.



Рис. 24. Циркулярный инфильтрат верхнеампулярного отдела прямой кишки, вовлечено 80% окружности кишки, поражение до слизистой оболочки (глубина инвазии 11 мм, протяженность более 30 мм) #Enzian (u): C3.

Fig. 24. Circular lesion of the upper part of the rectal ampula; 80% of the wall circumference is involved; invasion up to the mucosa (depth of invasion 11 mm, length more than 30 mm) #Enzian (u): C3.

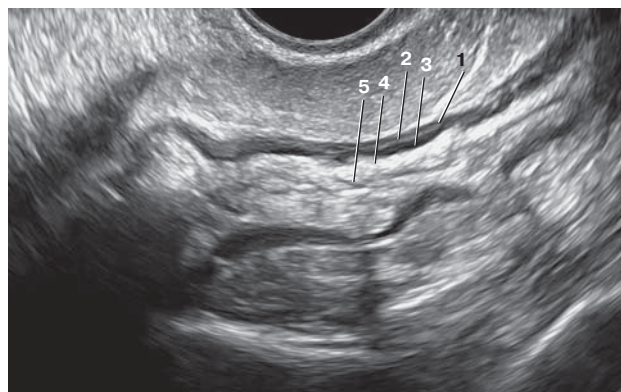


Рис. 25. Слои стенки кишечника, норма. Серозный слой (1), наружный продольный мышечный слой (2), внутренний циркулярный мышечный слой (3), подслизистый слой (4), слизистый слой (5).

Fig. 25. Layers of the intestinal wall are normal. Serosa (1), external longitudinal muscular layer (2), internal circular muscular layer (3), submucosa (4), mucosa (5).

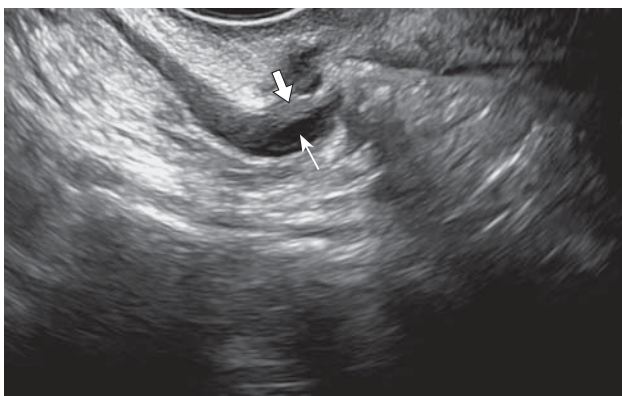


Рис. 26. Поражение ГЭ серозного слоя (стрелка) и наружного продольного мышечного слоя (тонкая стрелка) прямой кишки. #Enzian (u): C1.

Fig. 26. Deep endometriosis lesion in the serosa (arrow) and outer longitudinal muscular layer (thin arrow) of the rectum. #Enzian (u): C1.

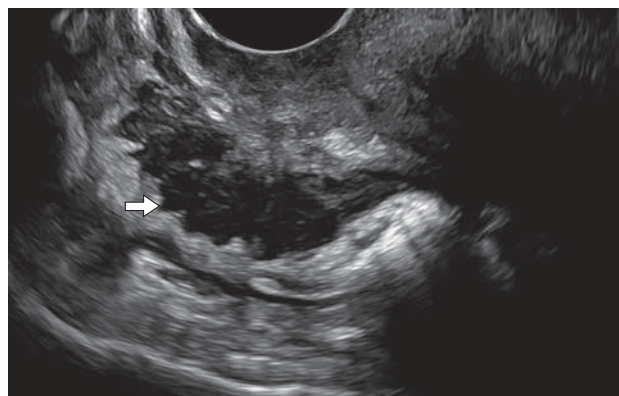


Рис. 27. Поражение стенки прямой кишки до слизистой оболочки (край слизистой указан стрелкой). #Enzian (u): C3.

Fig. 27. Endometriotic invasion of the rectum wall up to the mucosa (the border of the mucosa is indicated by the arrow). #Enzian (u): C3.

Это особенно важно, если, например, глубина инвазии достигает слизистой оболочки, что, следовательно, может повлиять на хирургическую тактику и подбор операционной бригады (рис. 26, 27). Поражение толстой кишки выше 16 см, тонкой кишки и аппендикулярного отростка кодируется как F1. Измерения также производятся в трех ортогональных плоскостях, при этом следует указать количество всех очагов. Наличие стеноза является важным и должно быть задокументировано перед операцией. На рис. 28–31 представлены клинические наблюдения диагностики в компартменте F1.

Аденомиоз и прочие отдаленные локализации глубокого эндометриоза (F)

Аденомиоз, а также экстрагенитальный ГЭ обозначается как Fa (аденомиоз), Fb (мочевой пузырь), Ful/r (вовлечение в процесс мочеточников), Fo (мягкие ткани послеоперационного рубца, диафрагма, сакральное сплетение, нервы и т.д.) [7].

Ультразвуковые признаки аденомиоза оцениваются с использованием критериев консенсуса ультразвуковой оценки морфологии матки MUSA (Morphological Uterus Sonographic Assessment) [15, 16]. На рис. 32 представлено клиническое наблюдение аденомиоза.

Размеры эндометриоидного очага мочевого пузыря следует измерять в трех ортогональных плоскостях. ГЭ мочевого пузыря диагностируют только при поражении мышечной стенки мочевого пузыря (рис. 33–35). Поражения, затрагивающие только серозную оболочку, представляют собой поверхностные формы эндометриоза.

Об оценке вовлечения в процесс мочеточников было написано выше при характеристике очагов эндометриоза в компартменте В. Следует добавить, что в случаях эндометриоза мочеточников важно измерить расстояние между дистальным отверстием мочеточника и очагом ГЭ, вызывающим стриктуру мочеточника. При этом стриктура может быть вызвана как внешней компрессией, так и внутренней инфильтрацией [10]. Также имеет значение измерение расстояния от дистального края очага ГЭ в компартменте В до мочеточника в поперечном его сечении (рис. 36, 37). Измерения диаметра мочеточника в покое и на пике перистальтики производятся в проекции его пересечения с маточными сосудами и максимальным считается ширина 5,9–6,0 мм (рис. 38, 39), а при его стенозе с дилатацией – диаметр краниально и каудально отдела от стеноза (см. рис. 20). Обязательным является осмотр почек и верхнего отдела мочеточников трансабдоминальным доступом [10, 17].



Рис. 28. Двусторонняя стрелка и курсоры показывают измерения длины и глубины инфильтрата подвздошной кишки, стрелкой указано отсутствие вовлечения в процесс слизистой оболочки. #Enzian (u) Fi.

Fig. 28. A double-headed arrow and calipers show measurements of the length and depth of the ileum lesion; the arrow indicates the absence of mucosal involvement. #Enzian(u)Fi.

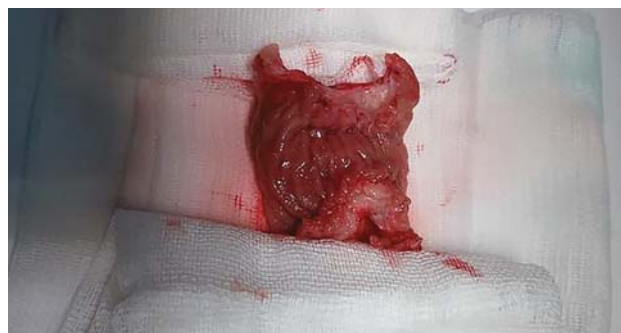


Рис. 29. Интраоперационное подтверждение поражения стенки подвздошной кишки. #Enzian (s) Fi. Снимок из операционной, хирурги Макаренко Т.А и Кузнецов М.Н.

Fig. 29. Intraoperative confirmation of the ileum wall invasion. #Enzian(s)Fi. Photo from the operating room, surgeons T.A. Makarenko and M.N. Kuznetsov.

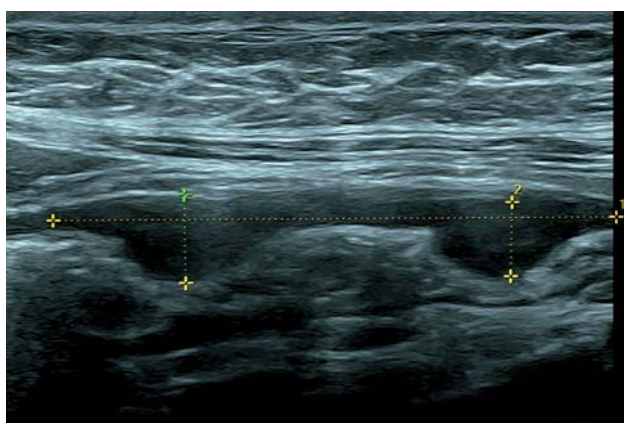


Рис. 30. Эндометриоидные инфильтраты в стенке сигмовидной кишки. Протяженность (длина) поражения измеряется вместе. Толщина каждого очага измеряется по отдельности. #Enzian (u) Fi.

Fig. 30. Endometriotic lesion in the sigmoid wall. The length of the lesions is measured together, while the thickness of each lesion is measured separately. #Enzian(u)Fi.



Рис. 31. Интраоперационное подтверждение поражения ГЭ стенки толстой кишки. #Enzian (s) Fi. Снимок из операционной, хирурги Макаренко Т.А и Кузнецов М.Н.

Fig. 31. Intraoperative confirmation of DE focus in the colon wall. #Enzian(s)Fi. Photo from the operating room, surgeons T.A. Makarenko and M.N. Kuznetsov.

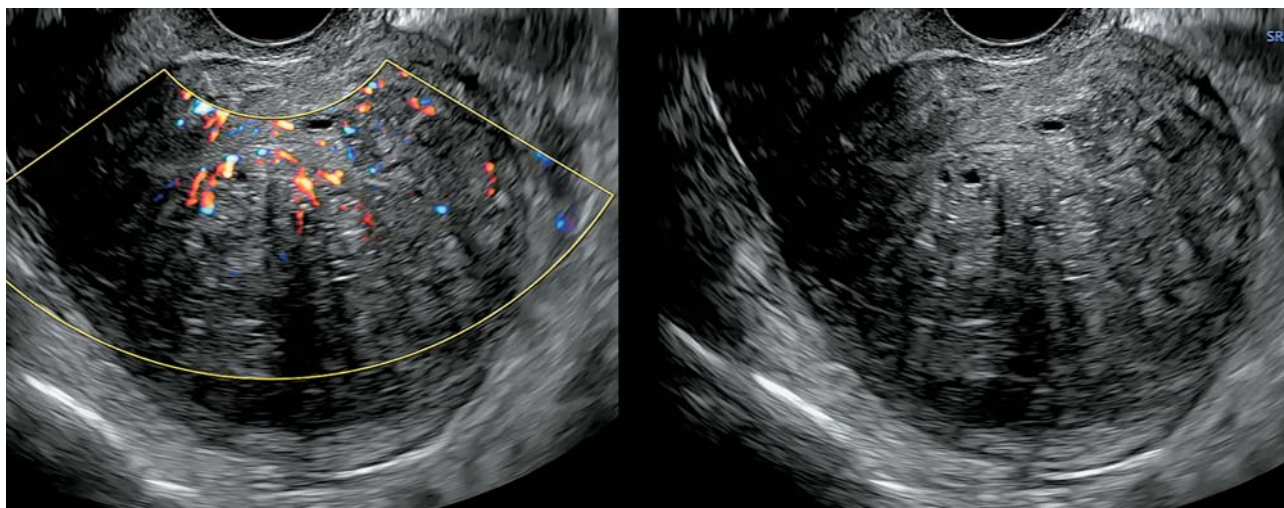


Рис. 32. Диффузный аденомиоз: кистозные включения, вертикальные акустические тени, асимметрия стенок и увеличение объема матки. #Enzian (u)Fa.

Fig. 32. Diffuse adenomyosis: cystic foci, vertical acoustic shadows, asymmetry of the walls, and increase of uterus volume. #Enzian (u)Fa.



Рис. 33. Эндометриоидный инфильтрат стенки мочевого пузыря при трансабдоминальном сканировании в сагиттальной плоскости. Между курсорами обозначены размеры инфильтрата. Поражение локализуется в области дна мочевого пузыря. #Enzian (u)Fb.

Fig. 33. Endometriotic lesion of the bladder wall in transabdominal imaging in the sagittal view. The dimensions of the lesion are indicated by the calipers. The lesion is localized in the dome of the bladder. #Enzian (u)Fb.

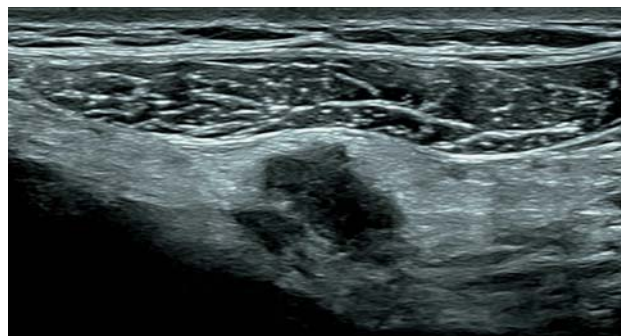


Рис. 34. Та же пациентка, что и на рис. 33. Трансабдоминальное сканирование линейным высокочастотным датчиком. Определяется эндометриоидный инфильтрат неправильной формы и пониженной эхогенности с инвазией в мышечный слой. #Enzian (u) Fb.

Fig. 34. The same patient as in Fig. 33. Transabdominal imaging with a linear high-frequency probe. You can see the hypoechoic endometriotic lesion with an irregular shape that invades the muscular layer. #Enzian (u) Fb.

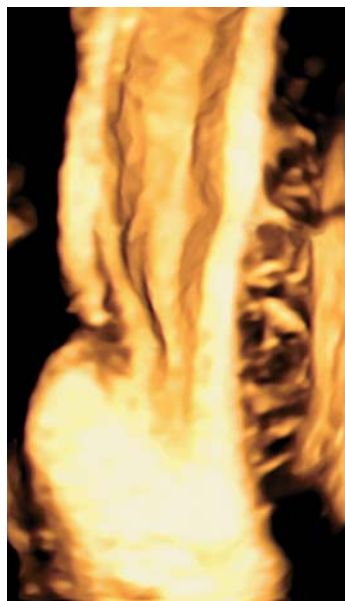


Рис. 35. Та же пациентка, что на рис. 33. Трансвагинальное исследование, использование объемной реконструкции позволяет точно определить глубину инвазии в стенку мочевого пузыря и убедиться, что слизистая интактна.

Fig. 35. The same patient as in Fig. 33 TVUS, 3D mode imaging allows for an accurate assessment of the bladder wall invasion depth and to make sure that the mucosa is intact.



Рис. 36. Эндометриоидный инфильтрат не примыкает к мочеточнику. Мочеточник (стрелка), эндометриоидный инфильтрат в компартменте В (тонкая стрелка), мочеточник не расширен, нет признаков его вовлечения в процесс. В измерительных крестиках ткань между мочеточником и инфильтратом. #Enzian (u) B1/0.

Fig. 36. Endometriotic lesion is not adjacent to the ureter. Ureter (arrow), endometriotic lesion in compartment B (thin arrow), the ureter is not dilated with no signs of invasion. The calipers indicate the tissue between the ureter and the lesion. #Enzian (u) B1/0.

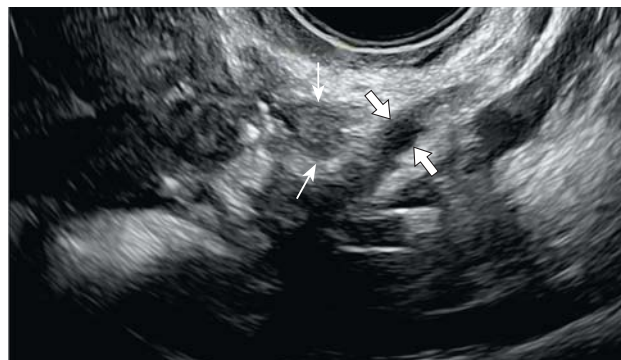


Рис. 37. Левый мочеточник (между стрелок) расположен близко к эндометриоидному инфильтрату (между тонких стрелок) в компартменте В, но не вовлечен в процесс.

Fig. 37. The left ureter (between the arrows) is located close to the endometriotic lesion (between the thin arrows) in compartment B, but is not involved in the lesion.



Рис. 38. Диаметр мочеочника 6,8 мм на уровне маточных сосудов. #Enzian (u) Ful.

Fig. 38. The diameter of the ureter is 6.8 mm at the level of the uterine vessels. #Enzian(u)Ful.

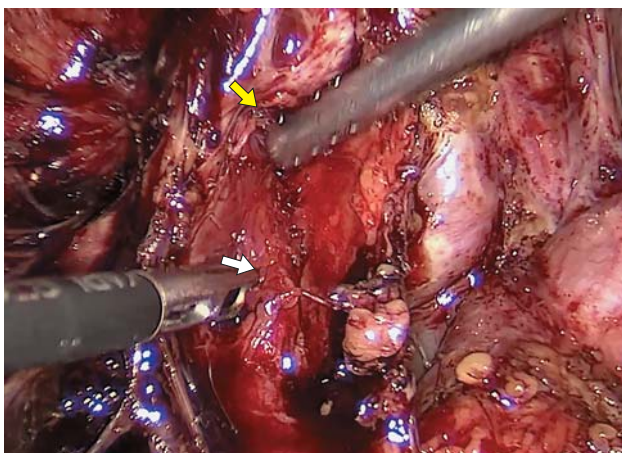


Рис. 39. Та же пациентка, что на рис. 20. Диаметр мочеочника 6,8 мм на уровне маточных сосудов. Интраоперационно доказано внешнее сдавление левого мочеочника (белая стрелка – мочеочник, желтая стрелка – распространение инфильтрата в крестцово-маточную связку и параметрий). #Enzian (u) Ful. Хирург Кабешов А.М.

Fig. 39. The same patient as in Fig. 20. The diameter of the ureter is 6.8 mm at the level of the uterine vessels. The entrapment of the left ureter was confirmed intraoperatively (white arrow - the ureter, yellow arrow – invasion of the uterosacral ligament and parametrium. #Enzian (u) Ful. Surgeon A.M. Kabeshov.

К внетазовому или экстрагенитальному эндометриозу также относятся: брюшной эндометриоз: париетальный эндометриоз, поражающий брюшную стенку (эндометриоз рубца, узел Виллара – эндометриоз пупка, эндометриоз прямой мышцы живота), пах (эндометриоз канала Нука, круглой связки (рис. 40)) и промежность; висцеральный эндометриоз, поражающий кишечник выше 16 см от анального отверстия, печень, поджелудочную железу, почки и желчный пузырь, тонкую кишку, аппендикс, слепую кишку; эндометриоз грудной клетки (поражение диафрагмы, плевры и легких). Другие локализации: сосудистая, лимфатическая, центральная и периферическая нервные системы [18].

У пациенток с подозрением на эндометриоз следует осматривать переднюю брюшную стенку, паховые области, обзорно органы брюшной полости и забрюшинного пространства, используя конвексный и линейный датчики. Заподозрить внетазовые очаги эндометриоза помогает тщательный сбор анамнеза; предшествующие операции на органах малого таза являются фактором риска развития эндометриоза. Жалобы пациентки на боль любого характера также являются поводом для более тщательного обследования (локализация, интенсивность, связь с менструацией). На рис. 41, 42 представлен эндометриоидный инфильтрат мягких тканей промежности после эпизиотомии, причем в процесс оказались вовлечены кожа, мышцы промежности, фасциальные листки.

Кодирование заключения с помощью классификации #Enzian

В конце исследования при формировании ультразвукового заключения врач выносит резюме в виде кода #ENZIAN (u) (u – ultrasound). Представим пример заключения ультразвукового исследования пациентки с подозрением на эндометриоз без кодирования и с кодированием #Enzian (u). Пациентка N, 35 лет. Дата исследования: 02.08.2022. Заключение по результату ультразвукового обследования без использования #Enzian: диффузный аденомиоз (тяжелая степень). Глубокий генитальный эндометриоз в заднем и латеральных ком-

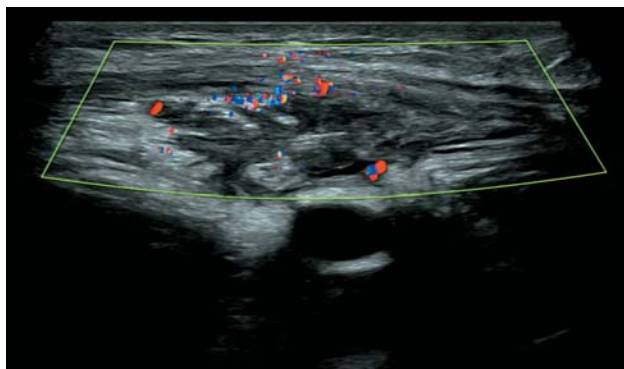


Рис. 40. Эндометриоидный инфильтрат (рецидив) внебрюшной части правой круглой маточной связки. #Enzian (u) Fo (внебрюшная часть круглой связки).

Fig. 40. Endometriotic lesion (recurrence) of the right extra-pelvic round ligament. #Enzian (u) Fo (extra-pelvic round ligament).

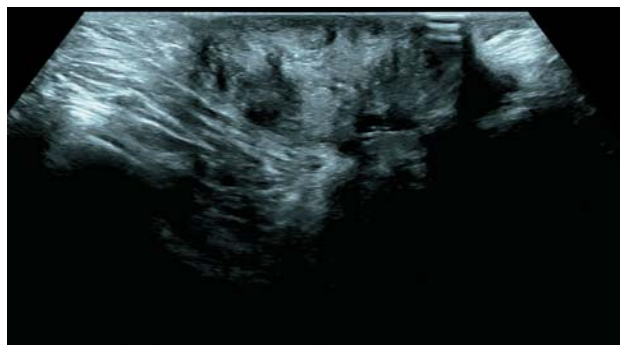


Рис. 41. Эндометриоидный инфильтрат мягких тканей промежности после эпизиотомии, в инфильтрат вовлечены кожа, мышцы промежности, фасциальные листки. #Enzian (u) Fo (мягкие ткани промежности в области послеоперационного рубца).

Fig. 41. Endometriotic lesion of perineum tissues after episiotomy; the lesion involves the skin, perineal muscles, and fascia. #Enzian (u) Fo (soft tissue of the perineum in the area of the postoperative scar).

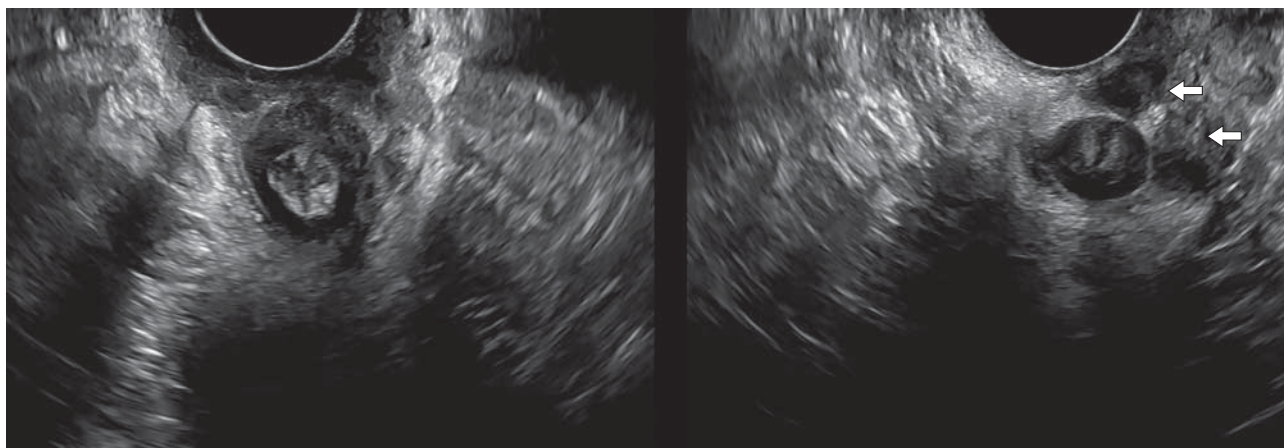


Рис. 42. Та же пациентка, что на рис. 41. Вовлечение в процесс левой ножки *m. bulbocavernosus*, *m. puborectalis*, наружного сфинктера прямой кишки, #Enzian (u) Fo, ректовагинальной перегородки. Очаг ГЭ указан стрелками. #Enzian (u): A2.

Fig. 42. The same patient as in Fig. 41. Involvement of the left *m. bulbocavernosus*, *m. puborectalis*, external sphincter of the rectum, #Enzian (u) Fo, rectovaginal septum. The focus of DE is indicated by the arrows. #Enzian (u): A2.

партментах. Внетазовый эндометриоз (тонкая кишка и ректосигмоидный отдел толстой кишки). Очаговые образования правого яичника – эндометриомы – O-RADS 2. “Замороженный” малый таз.

В этом заключении не указываются размеры образования, глубина и протяженность эндометриоидных инфильтратов, поэтому хирургу для адекватного консультирования пациентки требуется тщательное изучение всей описательной части протокола, но при использовании кода #Enzian значительно упрощается понимание всех особенностей распространения ГЭ.

Код #Enzian (u): P_x, O0/2, T2/3, A2, C3, B2/2, Fa (аденомиоз) Fi (тонкая кишка и ректосигмоидный отдел толстой кишки).

Пояснения к этому коду:

- P_x – размер поверхностных очагов неизвестен.

- O 0/2 – в левом яичнике нет эндометриоидных кист, а в правом яичнике эндометриома размером 50 мм.

- T2/3 – левый яичник спаян с инфильтратом в левом параметрии, правый спаян со стенкой таза, телом матки, правой крестцово-маточной связкой и стенкой прямой кишки.

- A2 – инфильтрат на брюшине заднего свода с интимным прилеганием к стенке влагалища размером 13 мм.

- C3 – протяженность инфильтрата стенки прямой кишки 60 мм.

- B2/2 – инфильтраты слева в проекции крестцово-маточной связки и левого параметрия в сумме 23 мм, справа инфильтрат в правой крестцово-маточной связке 15 мм.

- Fa – признаки аденомиоза.

- Fi – 2 инфильтрата в стенке ректосигмоидного и сигмовидного отделов толстой кишки и инфильтрат в проекции подвздошной кишки.

Пациентке выполнено оперативное вмешательство 24.08.2023. Лапароскопия. Энуклеация эндометриоидной кисты правого яичника. Резекция участка сигмовидной кишки и верхнеампулярного отдела прямой кишки, аппаратный сигморектальный анастомоз “конец в конец”, резекция участка подвздошной кишки с резекцией илеоцекального угла с еюнодесцендоанастомозом “бок в бок”. Иссечение эндометриоидных инфильтратов.

Хирургическая оценка с использованием кода #Enzian(s): P3, O0/2, T3/3, A3, C3, B3/3, Fa, Fi.

Таким образом, коды #Enzian при ультразвуковом исследовании и оперативном вмешательстве практически совпали. Тем не менее размеры поражений в компартментах А и В с точки зрения хирурга оказались чуть больше.

Как справедливо отмечает J. Keckstein и соавт. (2023), совершенно очевидно, что при использовании кода #Enzian на дооперационном этапе клиницист получает представление об истинных масштабах заболевания, на основании чего он выбирает целесообразную лечебную тактику, а хирург имеет возможность составить план операции и сформировать хирургическую бригаду, а также проинформировать пациентку о возможных интра- и послеоперационных осложнениях. Кроме того, с помощью классификации #Enzian наиболее точно осуществляется мониторинг за консервативной терапией эндометриоза [19].

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты использования классификации #Enzian опубликованы в ряде печатных работ. Так, в проспективное мультицентровое исследование E. Montanari и соавт. (2022) было включено 745 женщин с эндометриозом, которым было проведено предоперационное ультразвуковое обследование. Результаты сопоставления ультразвукового исследования и хирургических данных показали степень соответствия 86 и 99% для наличия или отсутствия эндометриоидных поражений/спаек в зависимости от оцениваемого компартмента #Enzian. Чувствительность метода для обнаружения эндометриоидных поражений варьировала от 50% (#Enzian Fi) до 95% (#Enzian A), специфичность – от 86% (#Enzian T слева) до 99% (#Enzian Fi) и 100% (#Enzian FB, FU и FO), прогностическая ценность положительного результата – от 90% (#Enzian T справа) до 100% (#Enzian T справа), прогностическая ценность отрицательного результата – от 74% (#Enzian B слева) до 99% (#Enzian FB и FU), точность – от 88% (#Enzian B справа) до 99% (#Enzian FB) [20].

В ретроспективном анализе А. Di Giovanni и соавт. (2023) 93 пациенток в результате использования кода #Enzian диагностика в компартменте С (прямая кишка) и компартменте О показала уровень точного соответствия в 87% случаев. Для компартментов В (крестцово-маточные связки и параметров) и А (влагалище, ректовагинальное пространство) показатели соответствия были несколько ниже. В компартменте Т (тубоовариальный комплекс) наиболее надежные результаты имели место при легком (Т1) и тяжелом (Т3) спаечном процессе. В целом было лишь несколько случаев недиагностированных поражений, а также ложноположительных результатов ультразвукового исследования: чувствительность составила 100% почти для всех компартментов, за исключением А и В слева (97%) и FВ (мочевой пузырь, 86%); специфичность составила 100% для FВ, Fі (другие локализации кишечника), FУ (мочеточники) и О справа, 86–98% для А, В справа, С, О слева и FО (другие экстрагенитальные поражения) и 70% для В слева [22].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нельзя не согласиться с мнением J. Keckstein, что использование трансвагинального ультразвукового исследования является эффективным и точным инструментом неинвазивной диагностики эндометриоза. Хотя этот метод визуализации имеет ограничения, такие как зависимость от оператора, он экономически эффективен и позволяет врачу в большинстве случаев установить точный диагноз. При этом практически полная неинвазивная диагностика эндометриоза открывает новые перспективы консервативного и хирургического лечения. Использование ультразвуковой классификации #Enzian предоставляет врачам единый “язык” для всестороннего и легковоспроизводимого описания эндометриоза [19].

Авторы данной статьи уже более 2 лет используют в своей работе классификацию #Enzian. На основании уже имеющегося опыта мы считаем классификацию #Enzian не только удобной и полезной, но и отвечающей всем требованиям как врача-диагноста, так и хирурга. Результаты нашего собственного использования классифика-

ции #Enzian будут представлены в дальнейших публикациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Di Giovanni A., Casarella L., Coppola M. et al. Ultrasound Evaluation of Retrocervical and Parametrial Deep Endometriosis on the Basis of Surgical Anatomic Landmarks. *J. Minim. Invasive. Gynecol.* 2022; 29 (10): 1140–1148. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2022.06.014>
2. Keckstein J., Hoopmann M. Endometriosis, ultrasound and #Enzian classification: the need for a common language for non-invasive diagnostics. *Ultraschall Med.* 2023; 44 (3): 233–239. English, German. <https://doi.org/10.1055/a-2055-6712>
3. Becker C.M., Bokor A., Heikinheimo O. et al.; ESHRE Endometriosis Guideline Group. ESHRE guideline: endometriosis. *Hum. Reprod. Open.* 2022; 2022 (2): hoac009. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoac009>
4. Huffman J.W. External endometriosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1951; 62 (6): 1243–1252. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(51\)90050-6](https://doi.org/10.1016/0002-9378(51)90050-6)
5. Айламазян Э.К., Ярмолинская М.И., Молотков А.С., Цицкарева Д.З. Классификация эндометриоза. *Журнал акушерства и женских болезней.* 2017; 66: 77–92.
6. Keckstein J., Ulrich U., Possover M., Schweppe K.W. ENZIAN-Klassifikation der tief infiltrierenden Endometriose. *Zentralbl. Gynäkol.* 2003; 125 291.
7. Keckstein J., Saridogan E., Ulrich U.A. et al. The #Enzian classification: a comprehensive non-invasive and surgical description system for endometriosis. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2021; 100 (7): 1165–1175. <https://doi.org/10.1111/aogs.14099>
8. Leonardi M., Robledo K.P., Espada M. et al. SonoPODography: A new diagnostic technique for visualizing superficial endometriosis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2020; 254: 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2020.08.051>
9. Bailey F., Gaughran J., Mitchell S. et al. Diagnosis of superficial endometriosis on transvaginal ultrasound by visualization of peritoneum of pouch of Douglas. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 63 (1): 105–112. <https://doi.org/10.1002/uog.27529>
10. Guerriero S., Condous G., van den Bosch T. et al. Systematic approach to sonographic evaluation of the pelvis in women with suspected endometriosis, including terms, definitions and measurements: a consensus opinion from the International Deep Endometriosis Analysis (IDEA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2016; 48 (3): 318–32. <https://doi.org/10.1002/uog.15955>
11. Guerriero S., Condous G., Rolla M. et al. Addendum to the consensus opinion from the International Deep Endometriosis Analysis (IDEA) group: sonographic evaluation of the parametrium. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2023. <https://doi.org/10.1002/uog.27558>
12. Борисова Е.А., Буланов М.Н., Макаренко Т.А. Ультразвуковое изображение эндометриоидной кисты (эндометриомы) яичника, как индикатор

- наружного генитального эндометриоза. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2023; 3: 37–49. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-3-37-49>
13. Leonardi M., Condous G. How to perform an ultrasound to diagnose endometriosis. *Australas J. Ultrasound Med.* 2018; 21 (2): 61–69. <https://doi.org/10.1002/ajum.12093>
 14. Aas-Eng M.K., Lieng M., Dauser B. et al. Transvaginal sonography determines accurately extent of infiltration of rectosigmoid deep endometriosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (6): 933–939. <https://doi.org/10.1002/uog.23728>
 15. Van den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (3): 284–298. <https://doi.org/10.1002/uog.14806>
 16. Harmsen M.J., Van den Bosch T., de Leeuw R.A. et al. Consensus on revised definitions of Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) features of adenomyosis: results of modified Delphi procedure. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 60 (1): 118–131. <https://doi.org/10.1002/uog.24786>
 17. Carfagna P., De Cicco Nardone C., De Cicco Nardone A. et al. Role of transvaginal ultrasound in evaluation of ureteral involvement in deep infiltrating endometriosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (4): 550–555. <https://doi.org/10.1002/uog.17524>
 18. Guerriero S., Conway F., Pascual M.A. et al. Ultrasonography and Atypical Sites of Endometriosis. *Diagnostics (Basel)*. 2020; 10 (6): 345. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10060345>
 19. Keckstein J., Hoopmann M., Merz E. et al. Expert opinion on the use of transvaginal sonography for presurgical staging and classification of endometriosis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023; 307 (1): 5–19. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06766-z>
 20. Montanari E., Bokor A., Szabó G. et al. Accuracy of sonography for non-invasive detection of ovarian and deep endometriosis using #Enzian classification: prospective multicenter diagnostic accuracy study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 59 (3): 385–391. <https://doi.org/10.1002/uog.24833>
 21. Di Giovanni A., Montanari E., Hudelist G. et al. Comparison Between Sonography-Based and Surgical Evaluation of Endometriotic Lesions Using the #Enzian Classification – A Retrospective Data Analysis. *Ultraschall Med.* 2023; 44 (3): 290–298. <https://doi.org/10.1055/a-1713-3573>
 - a common language for non-invasive diagnostics. *Ultraschall Med.* 2023; 44 (3): 233–239. English, German. <https://doi.org/10.1055/a-2055-6712>
 3. Becker C.M., Bokor A., Heikinheimo O. et al.; ESHRE Endometriosis Guideline Group. ESHRE guideline: endometriosis. *Hum. Reprod. Open.* 2022; 2022 (2): hoac009. <https://doi.org/10.1093/hropen/hoac009>
 4. Huffman J.W. External endometriosis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1951; 62 (6): 1243–1252. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(51\)90050-6](https://doi.org/10.1016/0002-9378(51)90050-6)
 5. Ailamazyan E.K., Yarmolinskaya M.I., Molotkov A.S., Tsitskareva D.Z. Classification of endometriosis. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2017; 66: 77–92. (In Russian)
 6. Keckstein J., Ulrich U., Possover M., Schweppe K.W. ENZIAN-Klassifikation der tief infiltrierenden Endometriose. *Zentralbl. Gynäkol.* 2003; 125 291.
 7. Keckstein J., Saridogan E., Ulrich U.A. et al. The #Enzian classification: a comprehensive non-invasive and surgical description system for endometriosis. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2021; 100 (7): 1165–1175. <https://doi.org/10.1111/aogs.14099>
 8. Leonardi M., Robledo K.P., Espada M. et al. SonoPODography: A new diagnostic technique for visualizing superficial endometriosis. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2020; 254: 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2020.08.051>
 9. Bailey F., Gaughran J., Mitchell S. et al. Diagnosis of superficial endometriosis on transvaginal ultrasound by visualization of peritoneum of pouch of Douglas. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 63 (1): 105–112. <https://doi.org/10.1002/uog.27529>
 10. Guerriero S., Condous G., van den Bosch T. et al. Systematic approach to sonographic evaluation of the pelvis in women with suspected endometriosis, including terms, definitions and measurements: a consensus opinion from the International Deep Endometriosis Analysis (IDEA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2016; 48 (3): 318–32. <https://doi.org/10.1002/uog.15955>
 11. Guerriero S., Condous G., Rolla M. et al. Addendum to the consensus opinion from the International Deep Endometriosis Analysis (IDEA) group: sonographic evaluation of the parametrium. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2023. <https://doi.org/10.1002/uog.27558>
 12. Borisova E.A., Bulanov M.N., Makarenko T.A. Ultrasound image of ovarian endometrioma as an indicator of external genital endometriosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2023; 3: 37–49. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-3-37-49> (In Russian)
 13. Leonardi M., Condous G. How to perform an ultrasound to diagnose endometriosis. *Australas J. Ultrasound Med.* 2018; 21 (2): 61–69. <https://doi.org/10.1002/ajum.12093>
 14. Aas-Eng M.K., Lieng M., Dauser B. et al. Transvaginal sonography determines accurately extent of infiltration of rectosigmoid deep endometriosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (6): 933–939. <https://doi.org/10.1002/uog.23728>
 15. Van den Bosch T., Dueholm M., Leone F.P. et al. Terms, definitions and measurements to describe

REFERENCES

1. Di Giovanni A., Casarella L., Coppola M. et al. Ultrasound Evaluation of Retrocervical and Parametrial Deep Endometriosis on the Basis of Surgical Anatomic Landmarks. *J. Minim. Invasive. Gynecol.* 2022; 29 (10): 1140–1148. <https://doi.org/10.1016/j.jmig.2022.06.014>
2. Keckstein J., Hoopmann M. Endometriosis, ultrasound and #Enzian classification: the need for

- sonographic features of myometrium and uterine masses: a consensus opinion from the Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2015; 46 (3): 284–298. <https://doi.org/10.1002/uog.14806>
16. Harmsen M.J., Van den Bosch T., de Leeuw R.A. et al. Consensus on revised definitions of Morphological Uterus Sonographic Assessment (MUSA) features of adenomyosis: results of modified Delphi procedure. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 60 (1): 118–131. <https://doi.org/10.1002/uog.24786>
 17. Carfagna P., De Cicco Nardone C., De Cicco Nardone A. et al. Role of transvaginal ultrasound in evaluation of ureteral involvement in deep infiltrating endometriosis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (4): 550–555. <https://doi.org/10.1002/uog.17524>
 18. Guerriero S., Conway F., Pascual M.A. et al. Ultrasonography and Atypical Sites of Endometriosis. *Diagnostics (Basel)*. 2020; 10 (6): 345. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10060345>
 19. Keckstein J., Hoopmann M., Merz E. et al. Expert opinion on the use of transvaginal sonography for presurgical staging and classification of endometriosis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2023; 307 (1): 5–19. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06766-z>
 20. Montanari E., Bokor A., Szabó G. et al. Accuracy of sonography for non-invasive detection of ovarian and deep endometriosis using #Enzian classification: prospective multicenter diagnostic accuracy study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 59 (3): 385–391. <https://doi.org/10.1002/uog.24833>
 21. Di Giovanni A., Montanari E., Hudelist G. et al. Comparison Between Sonography-Based and Surgical Evaluation of Endometriotic Lesions Using the #Enzian Classification – A Retrospective Data Analysis. *Ultraschall Med.* 2023; 44 (3): 290–298. <https://doi.org/10.1055/a-1713-3573>

The #Enzian classification for ultrasound diagnosis of endometriosis: description and explanation of the classification using our own clinical cases

E.A. Borisova^{1,2*}, M.N. Bulanov^{3,4}, T.A. Makarenko¹

¹ Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 1, Partozan Zheleznyak str., Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

² Limited Liability Company “MedikoProfi” – “Borisov Diagnostic and Treatment Clinic”; 8, Aerovokzalnaya str., Krasnoyarsk 660022, Russian Federation

³ Regional Clinical Hospital; 21, Sudogodskoye shosse, Vladimir 600023, Russian Federation

⁴ Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; 41, Bolshaya St. Petersburgskaya str., Veliky Novgorod 173003, Russian Federation

Elena A. Borisova – Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Department of operative gynecology of the Institute of postgraduate education of the Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; ultrasound diagnostics doctor, LLC “MedikoProfi” – “Borisov Diagnostic and Treatment Clinic”, Krasnoyarsk. <http://orcid.org/0000-0002-4667-6298>

Mikhail N. Bulanov – Doct. of Sci. (Med.), Head of Ultrasound Diagnostics Department, Regional Clinical Hospital, Vladimir; Professor, Division of Internal Medicine, Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod. <https://orcid.org/0000-0001-8295-768X>

Tatyana A. Makarenko – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of operative gynecology of the Institute of postgraduate education of the Prof. V.F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University; LLC “MedikoProfi” – “Borisov Diagnostic and Treatment Clinic”, ultrasound diagnostics doctor, Krasnoyarsk. <http://orcid.org/0000-0002-2899-8103>

Correspondence* to Dr. Elena A. Borisova – email: borisova2209@rambler.ru

An extensive deep infiltrating endometriosis usually requires complex and time-consuming surgical treatment, often with multidisciplinary surgery teams forming. The goal of ultrasound is to find and describe in detail, if possible, all endometriosis lesions at the preoperative stage. A structured classification is needed for a detailed description of all foci of pelvic and extrapelvic endometriosis that would be understandable to both the radiologists and the gynecological surgeon. The current version of the #Enzian classification was designed by an international team of scientists from 11 countries with vast experience in the diagnosis and treatment of endometriosis. This classification is based on a description of the location of endometriosis lesions, the depth of invasion into the pelvic organs and tissues, as well as the presence of invasion into adjacent abdominal organs and disruption of their functions. The classification provides continuity between preoperative imaging and surgical assessment of the severity of endometriosis. In this article, we tried to describe and comment in detail on the ultrasound version of

this classification, illustrated by our own clinical cases. Using the #Enzian classification provides clinicians with a common “language” to describe endometriosis in a comprehensive and easily reproducible manner. The authors of this article have been using the #Enzian classification in their work for more than 2 years. Based on our existing experience, we consider the #Enzian classification not only convenient and useful, but also meets all the requirements of both a diagnostician and a surgeon.

Keywords: ultrasound; obstetrics and gynecology; deep endometriosis; #Enzian

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Borisova E.A., Bulanov M.N., Makarenko T.A. The #Enzian classification for ultrasound diagnosis of endometriosis: description and explanation of the classification using our own clinical cases. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 1: 88–112. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-091> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-078>

Возможна ли ультразвуковая классификация Node-RADS?

Е.П. Фисенко

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского»;
119991 Москва, ГСП-1, Абрикосовский пер., д. 2, Российская Федерация

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является первым этапом изучения зон лимфатического оттока от поверхностно расположенных органов и тканей, вовлеченных в разнообразные патологические процессы. Оценка лимфатических узлов (ЛУ) с помощью ультразвука, в отличие от других визуализирующих методов исследования, таких как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и др., имеет свои особенности: это и выполнение срезов (осей) сканирования – есть возможность оценки ЛУ в множестве проекций, что влияет на получение итогового максимального размера, и оценка локализации выявленных ЛУ не всегда совпадает с данными КТ и МРТ; и параметры оценки изменения структуры ЛУ. Также известны особенности ультразвуковой картины ЛУ на шее, в подмышечных, паховых областях. В силу этих причин использование предложенной радиологической классификации Node-RADS невозможно при выполнении УЗИ.

В мире предложено несколько классификаций стратификации результатов УЗИ поверхностных ЛУ по различным анатомическим областям, однако единой приемлемой классификации пока не представлено. Суммируя результаты многочисленных исследований, можно представить две полярные позиции: неизменные и метастатически пораженные ЛУ. Между этими двумя полюсами остается третья очень большая и совершенно различная по характеристикам группа ЛУ, имеющая отдельные отклонения от нормы по анатомическим группам, а также изменяющаяся при воспалительных, аутоиммунных, злокачественных и других процессах, требующая также разделения на подгруппы для облегчения оценки этих изменений. Именно поэтому деление на 3 группы представляется недостаточным для оценки ЛУ.

Формулировка единой классификации стратификации результатов УЗИ поверхностных ЛУ возможна, но ее создание требует выделения особенностей ЛУ как в норме, так и при патологических состояниях, в первую очередь, по основным трем регионам (голова/шея, подмышечные и паховые области).

Ключевые слова: ультразвуковое исследование; лимфоузлы; Node-RADS

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Фисенко Е.П. Возможна ли ультразвуковая классификация Node-RADS? *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 1: 113–120.
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-078>

Фисенко Елена Полиектовна – доктор мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ «Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского» Минздрава России, Москва.
<https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Контактная информация*: Фисенко Елена Полиектовна – e-mail: e.fissenko@mail.ru

Каждый врач ультразвуковой диагностики обязательно в своей практике сталкивается с необходимостью оценки состояния зон лимфатического оттока от органов и тканей, вовлеченных в разнообразные патологические процессы.

На начальных этапах становления ультразвуковой диагностики существовало мнение, что локация лимфатических узлов (ЛУ) при ультразвуковом исследовании (УЗИ) значительно затруднена, но последующее активное развитие и совершенствование ультразвуковой диагностической аппаратуры, многочисленные исследования в этой области, особенно выполненные в начале XXI века [1–3], показали значительно расширившиеся возможности ультразвуковой диагностики в исследовании ЛУ, особенно поверхностно расположенных.

Задача современного УЗИ поверхностных ЛУ не сводится только к обнаружению самого ЛУ, но требует его оценки по определенному ряду критериев и при возможности проведения дифференциальной диагностики изменений, которые привели к тем или иным перестройкам его структуры. Сложность заключается в том, что в разных анатомических областях ЛУ даже в норме имеют несколько отличающиеся характеристики, более того, один и тот же критерий в одной зоне может указывать на доброкачественные процессы, а в другой – на злокачественные.

В мировых медицинских профессиональных сообществах идет активное внедрение в практику систем стратификации признаков злокачественности выявленной очаговой патологии различных органов визуализирующими инструментальными методами – Imaging Reporting and Data System: BI-RADS (молочная железа), TI-RADS (щитовидная железа), PI-RADS (предстательная железа), Lu-RADS (легкие), Li-RADS (печень) и др. В основе всех классификаций -RADS в первую очередь лежат поиск изучаемого объекта, его оценка по определенному набору критериев и стратификация выявленных признаков недоброкачественности/злокачественности по категориям. Основной же задачей классификаций -RADS является помощь врачам в отборе изучаемых объектов для выполнения биопсии [4, 5].

Предложен первый вариант отчетности изучения ЛУ Node-RADS, который позво-

ляет стандартизировать степень подозрительности изменений ЛУ на основе результатов КТ и МРТ, используя балльную систему, включающую оценку размеров, структуры, границ, формы и др. [6]. Авторами сделано указание на то, что данная классификация не может быть использована при оценке ЛУ с помощью УЗИ. И это верное замечание, так как изучение ЛУ с помощью УЗИ имеет свои особенности. Методика выполнения УЗИ позволяет построить иные срезы (оси) сканирования – есть возможность оценки ЛУ в множестве проекций, что влияет на получение итогового максимального размера. Кроме того, оценка локализации выявленных ЛУ не всегда совпадает с данными КТ и МРТ, так же как и параметры оценки изменения структуры ЛУ и др. В силу этих причин использование предложенной радиологической системы Node-RADS невозможно при выполнении УЗИ.

Однако желание унификации результатов УЗИ ЛУ в медицинском сообществе нарастает, тем более что врачи ультразвуковой диагностики, активно используя в своей ежедневной практике наряду с врачами клинических специальностей классификации BI-RADS и TI-RADS, оценили достоинства и возможности диагностических стандартизированных протоколов исследований. В мире предложены несколько вариантов стратификации результатов УЗИ поверхностных ЛУ по различным анатомическим областям, в том числе с использованием искусственного интеллекта для всех поверхностных ЛУ, где авторы предлагают использовать деление на 3–6 категорий [7–12].

Суммируя результаты многочисленных исследований, можно представить две полярные позиции: неизменные и метастатически пораженные ЛУ. Однако следует помнить, что в отдельных областях от абсолютного понимания нормы могут быть некие отклонения/особенности, в частности, это касается порядка измерения размеров ЛУ (рис. 1). Так, для оценки паховых ЛУ рекомендуется оценивать толщину (поперечный или переднезадний размер), который в норме не должен превышать 1,5 см [13], что совпадает с данными радиологической Node-RADS, но отдельные авторы указывают, что толщина паховых ЛУ при УЗИ в норме не превышает 0,8 см [14].

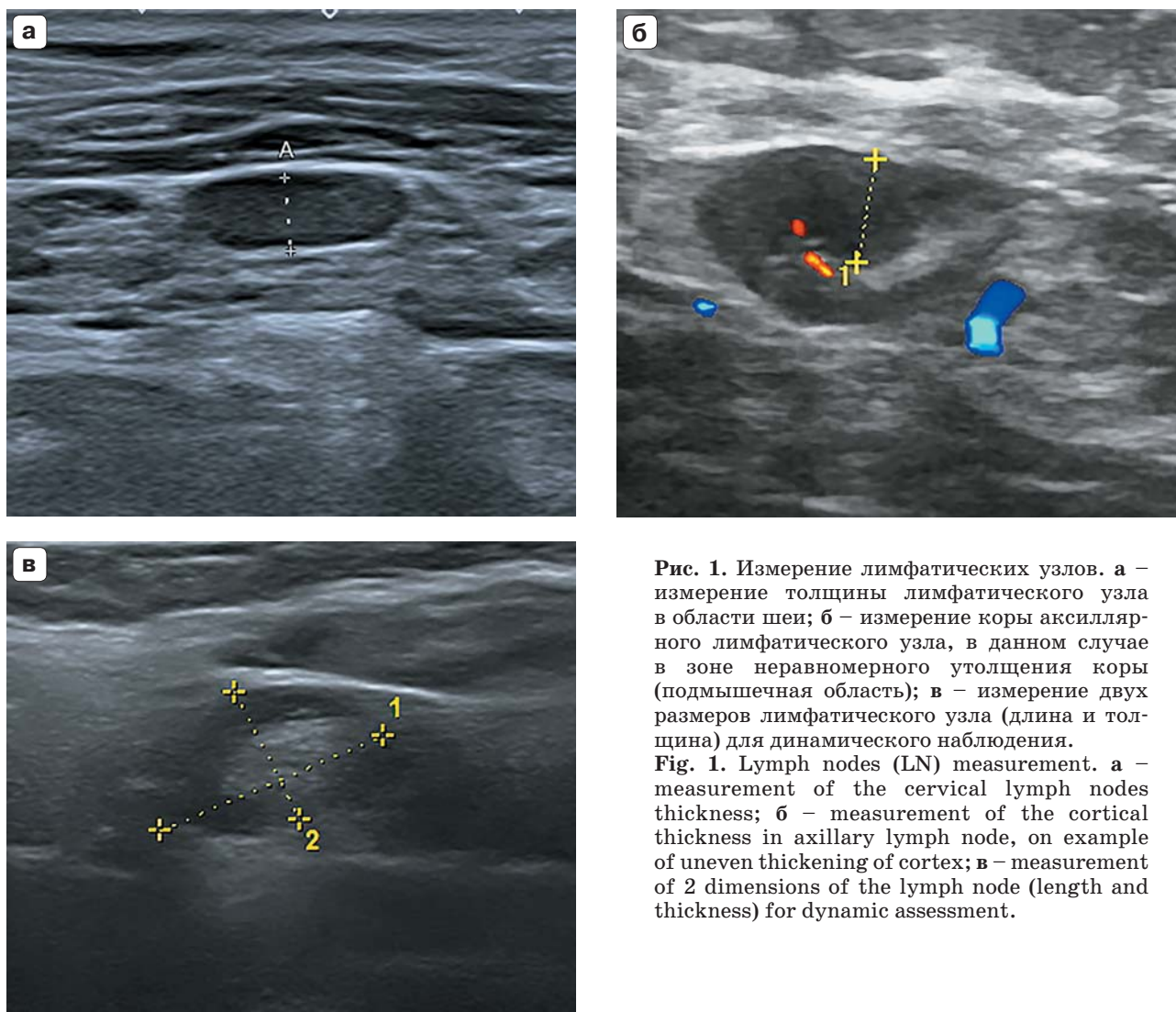


Рис. 1. Измерение лимфатических узлов. **а** – измерение толщины лимфатического узла в области шеи; **б** – измерение коры аксиллярного лимфатического узла, в данном случае в зоне неравномерного утолщения коры (подмышечная область); **в** – измерение двух размеров лимфатического узла (длина и толщина) для динамического наблюдения.

Fig. 1. Lymph nodes (LN) measurement. **а** – measurement of the cervical lymph nodes thickness; **б** – measurement of the cortical thickness in axillary lymph node, on example of uneven thickening of cortex; **в** – measurement of 2 dimensions of the lymph node (length and thickness) for dynamic assessment.

Аналогично рекомендовано оценивать толщину шейных ЛУ. Однако ультразвуковые размеры ЛУ головы/шеи разнятся по уровням шеи: III–VI уровни должны быть <6 мм, II уровень – <8 мм [15]. Что касается аксиллярных областей, оценку ЛУ рекомендуется проводить по толщине коры (в отличие от радиологической Node-RADS), которая в норме не должна превышать 3 мм [8, 10]. Для динамического наблюдения за состоянием ЛУ удобно использовать два размера (продольный и поперечный) [2].

Ультразвуковая картина неизмененных (нормальных) поверхностных ЛУ имеет следующие характеристики [16, 17] (рис. 2):

- форма овальная, плоская;

- контуры четкие, ровные;
- дифференцировка составных частей ЛУ сохранена: гипэхогенная краевая часть (кора) и гиперэхогенные центральные отделы (синус/средостение);
- васкуляризация (оценка сосудистого рисунка ЛУ в режиме ЦДК/ЭК): не усилена – ЛУ аваскулярный (сосудистые локусы не определяются)/ гиповаскулярный (с единичными сосудистыми локусами в области средостения);

- тип кровотока: воротный/хилусный.

При метастатическом поражении (рис. 3) поверхностные ЛУ имеют следующие характерные изменения [16, 17]:

- форма округлая;
- неровные, лучистые контуры;

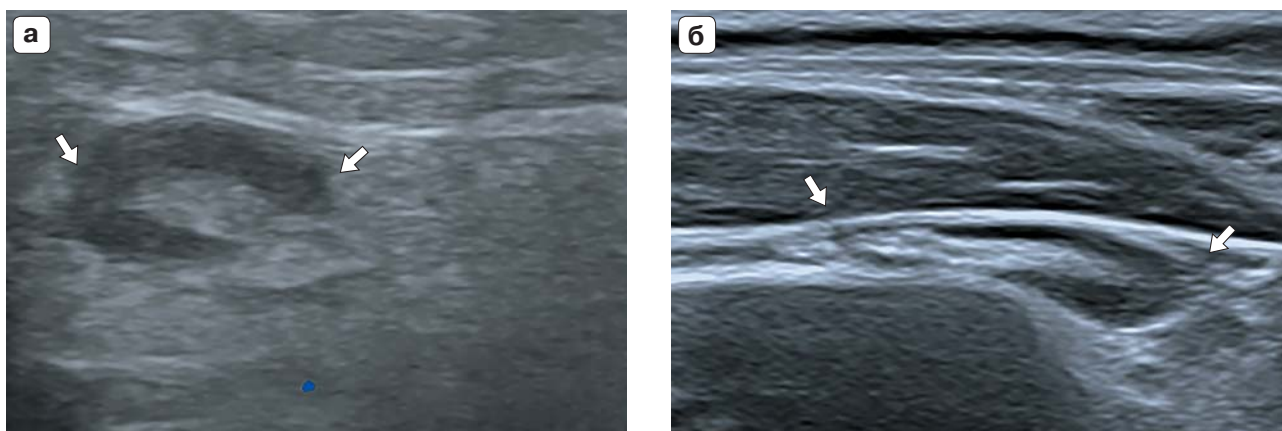


Рис. 2. Нормальная ультразвуковая картина лимфатических узлов (стрелки) с ровными и четкими контурами, с сохраненной дифференцировкой структур. **а** – овальная форма; **б** – плоская форма.

Fig. 2. Normal ultrasound features of lymph nodes (arrows) with smooth and clear contours, with preserved differentiation of structures. **a** – oval shape; **b** – flat shape.

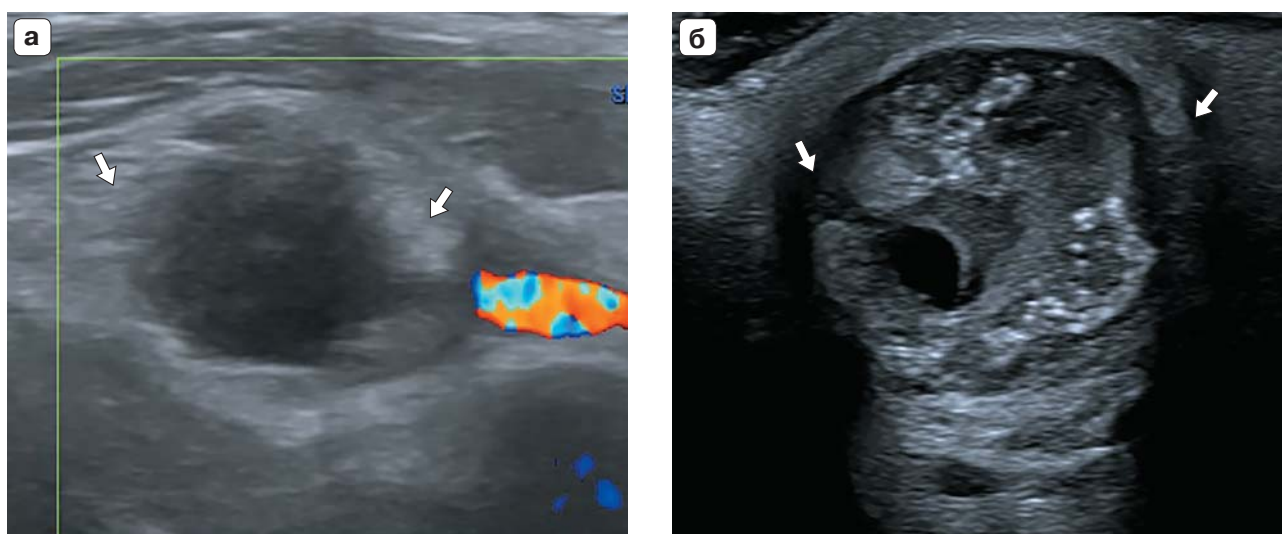


Рис. 3. Метастатическое поражение лимфатических узлов (стрелки): округлая форма, отсутствие дифференцировки. **а** – значительное снижение эхогенности, лучистые контуры, перинодальное гиперэхогенное кольцо; **б** – жидкостные включения и кальцинаты в структуре лимфатического узла.

Fig. 3. Metastatic lymph nodes (arrows): round shape, lack of differentiation. **a** – significant decrease in echogenicity, spiculated contours, perinodal hyperechoic rim; **b** – cystic areas and calcifications in the lymph node structure.

- дифференцировка составных частей ЛУ нарушена/отсутствует;
- структура неоднородная: кистозные включения, кальцинаты;
- перинодальное гиперэхогенное кольцо;
- тип кровотока: периферический или смешанный.

Между этими двумя позициями остается очень большая и совершенно различная по характеристикам третья группа ЛУ, имеющая отдельные отклонения от нормы по

анатомическим группам, а также изменяющаяся при воспалительных, аутоиммунных, лимфопролиферативных, злокачественных и других процессах, требующая также деления на подгруппы для облегчения оценки этих изменений (рис. 4). В связи с этим деление на 3 группы представляется недостаточным для оценки ЛУ. Кроме того, понимание нормы по различным анатомическим группам может различаться: нормальная позиция в одной груп-

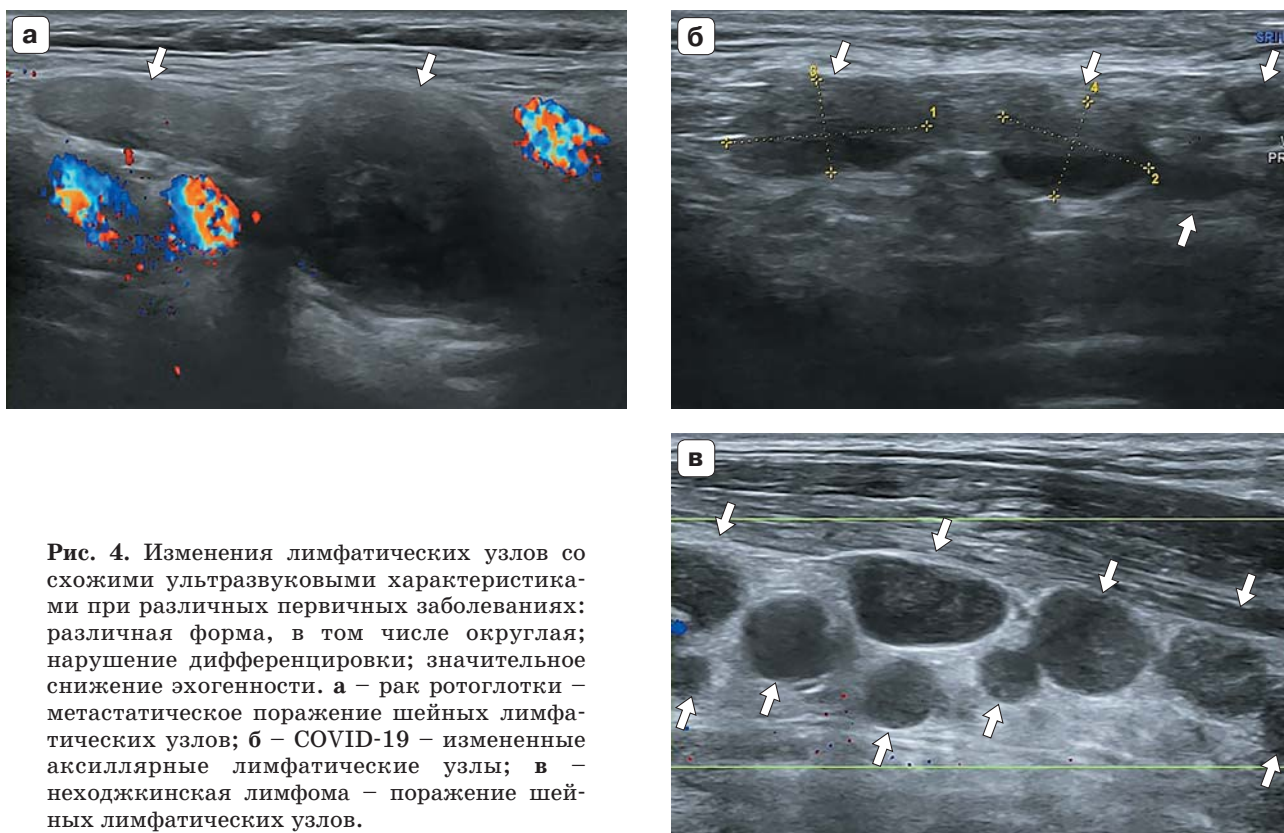


Рис. 4. Изменения лимфатических узлов со схожими ультразвуковыми характеристиками при различных первичных заболеваниях: различная форма, в том числе округлая; нарушение дифференцировки; значительное снижение эхогенности. **а** – рак ротоглотки – метастатическое поражение шейных лимфатических узлов; **б** – COVID-19 – измененные аксиллярные лимфатические узлы; **в** – неходжкинская лимфома – поражение шейных лимфатических узлов.

Fig. 4. Similar ultrasound findings in lymph nodes in various primary diseases: different shapes, incl. round; differentiation disorder; significant decrease in echogenicity. **a** – oropharyngeal cancer – metastatic cervical lymph nodes. **б** – COVID-19 – altered axillary lymph nodes. **в** – cervical lymph nodes in non-Hodgkin's lymphoma.

пе может представляться подозрительной в другой. Например, округлая форма аксиллярного ЛУ всегда подозрительна на злокачественное поражение [18]. В то же время округлые мелкие гипоэхогенные ЛУ в затылочной, подчелюстной областях встречаются и в норме [2, 7, 16]. Именно на шее даже понимание нормы требует деления ЛУ как минимум на 2 подгруппы.

При лимфопролиферативных заболеваниях ультразвуковая картина ЛУ может значительно отличаться от всех других изменений (значительное снижение эхогенности, множественность поражения) или, напротив, быть схожей с другими патологическими процессами (округлая форма, нарушение дифференцировки, кистозные включения) [11, 17] (см. рис. 4), что также должно найти свое отражение в классификации. В то же время уже подтвержденные злокачественные изменения в ЛУ (лимфопролиферация, метастатическое поражение) в ходе лечебных мероприятий требуют

динамического наблюдения за их структурой [2]. В последней работе наших коллег предложено в этом случае ЛУ определить в категорию 6 [12].

Следует учесть тот факт, что в повседневной практике врачей различных специальностей и специализаций успешно применяемые известные классификации BI-RADS и TI-RADS имеют 6 категорий, поэтому представляется оптимальным выделить также 6 категорий для оценки ЛУ по данным УЗИ:

- 1) неизмененные ЛУ;
- 2) вероятно доброкачественные изменения;
- 3) неопределенный характер изменений;
- 4) подозрительные изменения;
- 5) высокоподозрительные изменения;
- 6) динамическое наблюдение за пораженными ЛУ на фоне лечебных мероприятий (злокачественный характер изменений уже подтвержден морфологическими методами).

Следует обдумать вопрос о позиции, когда мы вообще не визуализируем ЛУ в силу тех или иных причин (трудности локации, схожая с окружающими тканями структура ЛУ, очень малые его размеры и др.). Не следует забывать о негласном правиле УЗИ: если не видим объект – не можем его описывать и оценивать, в описательной части указываем – не визуализируется! То есть, если мы не видим ЛУ, нельзя писать, что он неизменен, ведь мы его не можем никак оценить! В данном случае не изменены мягкие ткани в конкретной зоне локации, где в их толще могут располагаться ЛУ, но мы их не смогли визуализировать. Возможно, в этих ситуациях потребуется категория 0?

Подводя итог рассуждений о возможности создания классификации стратификации ультразвуковых признаков злокачественности для всех групп поверхностных ЛУ, можно с уверенностью сказать, что такая классификация возможна, более того, она необходима. Ее создание потребует выделения особенностей ЛУ как в норме, так и при патологических состояниях, в первую очередь, по основным трем регионам (голова/шея, подмышечные и паховые области).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.12.039>
2. Ahuja A.T., Ying M., Ho S.Y. et al. Ultrasound of malignant cervical lymph nodes. *Cancer Imaging.* 2008; 8 (1): 48–56. <http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.0006>
3. Савельева Н.А. Ультразвуковая диагностика злокачественного поражения периферических лимфатических узлов. *Практическая медицина.* 2014; 3: 135–138.
4. Фисенко Е.П., Постнова Н.А. Ветшева Н.Н., Батухтина Е.В. Применение классификации BI-RADS при ультразвуковой мультипараметрической оценке образований молочной железы. М.: СТРОМ, 2023. 125 с.
5. Катрич А.Н., Фисенко Е.П., Ветшева Н.Н. Применение классификации TI-RADS при ультразвуковой мультипараметрической оценке узлов щитовидной железы. М.: СТРОМ, 2023. 80 с.
6. Elsholtz F.H.J., Asbach P., Haas M. et al. Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): a concept for standardized assessment of lymph nodes in cancer. *Eur. Radiol.* 2021; 31 (8): 6116–6124. <http://doi.org/10.1007/s00330-020-07572-4>
7. Ryu K.H., Lee K.H., Ryu J. et al. Cervical Lymph Node Imaging Reporting and Data System for Ultrasound of Cervical Lymphadenopathy: A Pilot Study. *Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (6): 1286–1291. <http://doi.org/10.2214/AJR.15.15381>
8. Bedi D.G., Krishnamurthy R., Krishnamurthy S. et al. Cortical morphologic features of axillary lymph nodes as a predictor of metastasis in breast cancer: in vitro sonographic study. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (3): 646–652. <http://doi.org/10.2214/AJR.07.2460>
9. Fisherova D., Garganese G., Reina H. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of lymph nodes: consensus opinion from the Vulvar International Tumor Analysis (VITA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 57 (6): 861–879. <https://doi.org/10.1002/uog.23617>
10. Zhang M., Ahn R.W., Hayes J.C. et al. Axillary Lymphadenopathy in the COVID-19 Era: What the Radiologist Needs to Know. *RadioGraphics.* 2022; 42 (7): 1897–1911. <https://doi.org/10.1148/rg.220045>
11. Alamdarani S.A., Randian A., Rasoulani B. et al. Correlation of Sonographic Classification of Neck Adenopathy (A-RADS) and Malignancy. *Iran J. Otorhinolaryngol.* 2023; 35 (126): 39–47. <https://doi.org/10.22038/IJORL.2022.67255.3299>
12. Аллахвердиева Г.Ф., Данзанова Т.Ю., Мудунов А.М., Буланов М.Н., Шолохов В.Н., Синюкова Г.Т., Гажонова В.Е., Зубарева Е.А., Бердников С.Н., Лепэдату П.И., Гудилина Е.А., Дронова Е.Л., Бацев А.Ф. Ультразвуковая оценка состояния периферических лимфатических узлов (обзор литературы). Ультразвуковая классификация NODE-RADS (US). *Онкологический журнал.* 2023; 6 (4): 42–52. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2023-6-4-42-52>
13. Mäkelä P.J., Leminen A., Kääriäinen M., Lehtovirta P. Pretreatment sonographic evaluation of inguinal lymph nodes in patients with vulvar malignancy. *J. Ultrasound Med.* 1993; 12 (5): 255–258. <https://doi.org/10.7863/jum.1993.12.5.255>
14. Garganese G., Fragomeni S.M., Pasciuto T. et al. Ultrasound morphometric and cytologic preoperative assessment of inguinal lymph-node status in women with vulvar cancer: MorphoNode study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2020; 55 (3): 401–410. <https://doi.org/10.1002/uog.20378>
15. Чойнзонов Е.Л., Решетов И.В., Иванов С.А., Поляков А.П., Кропотов М.А., Мудунов А.М., Полькин В.В., Исаев П.А., Ильин А.А., Бельцевич Д.Г., Ванушко В.Э., Румянцев П.О., Мельниченко Г.А., Алымов Ю.В., Романов И.С., Игнатова А.В., Бородавина Е.В., Крылов В.В., Шуринов А.Ю., Северская Н.В., Раджабова З.А., Кульбакин Д.Е., Невольских А.А., Геворков А.Р., Хмелевский Е.В., Кутукова С.И., Гузь А.О., Слепцов И.В., Черников Р.А., Степанова А.М., Фалалеева Н.А., Подвязников С.О., Рубцова Н.А., Рудык А.Н., Мусин Ш.И., Гулидов И.А., Владимиров Л.Ю., Семиглазова Т.Ю., Агабабян Т.А., Костромина Е.В. Проект клинических рекомендаций по диагностике и лечению дифференцированного рака щитовидной железы у взрослых пациентов. *Эндокринная хирургия.* 2022; 16 (2): 5–29. <https://doi.org/10.14341/serg12792>

16. Leenhardt L., Erdogan M.F., Hegedus L. et al. 2013 European Thyroid Association guidelines for cervical ultrasound scan and ultrasound-guided techniques in the postoperative management of patients with thyroid cancer. *Eur. Thyroid J.* 2013; 2 (3): 147–159. <https://doi.org/10.1159/000354537>
17. Ковалева Е. В., Данзанова Т. Ю., Синюкова Г. Т., Лепэдату П.И., Гудилина Е.А., Колядина И.В., Зейналова П.А., Семенова А.А. Мультипараметрическая ультразвуковая диагностика измененных лимфатических узлов при первично-множественных злокачественных опухолях, включающих рак молочной железы и лимфому. *Злокачественные опухоли.* 2018; 8 (4): 37–41.
18. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node Management. *Radiographics.* 2021; 41 (5): 1283–1299. <https://doi.org/10.1148/rg.2021210053>
9. Fisherova D., Garganese G., Reina H. et al. Terms, definitions and measurements to describe sonographic features of lymph nodes: consensus opinion from the Vulvar International Tumor Analysis (VITA) group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 57 (6): 861–879. <https://doi.org/10.1002/uog.23617>
10. Zhang M., Ahn R.W., Hayes J.C. et al. Axillary Lymphadenopathy in the COVID-19 Era: What the Radiologist Needs to Know. *RadioGraphics.* 2022; 42 (7): 1897–1911. <https://doi.org/10.1148/rg.220045>
11. Alamdaran S.A., Randian A., Rasoulilian B. et al. Correlation of Sonographic Classification of Neck Adenopathy (A-RADS) and Malignancy. *Iran J. Otorhinolaryngol.* 2023; 35 (126): 39–47. <https://doi.org/10.22038/IJORL.2022.67255.3299>
12. Allahverdieva G.F., Danzanova T.Yu., Mudunov A.M. et al. Ultrasound assessment of the condition of peripheral lymph nodes (literature review). Ultrasound classification NODE-RADS (US). *Oncological Journal.* 2023; 6 (4): 42–52. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2023-6-4-42-52> (In Russian)
13. Mäkelä P.J., Leminen A., Kääriäinen M., Lehtovirta P. Pretreatment sonographic evaluation of inguinal lymph nodes in patients with vulvar malignancy. *J. Ultrasound Med.* 1993; 12 (5): 255–258. <https://doi.org/10.7863/jum.1993.12.5.255>
14. Garganese G., Fragomeni S.M., Pasciuto T. et al. Ultrasound morphometric and cytologic preoperative assessment of inguinal lymph-node status in women with vulvar cancer: MorphoNode study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2020; 55 (3): 401–410. <https://doi.org/10.1002/uog.20378>
15. Choinzonov E.L., Reshetov I.V., Ivanov S.A. et al. Draft of clinical guidelines for the diagnosis and treatment of differentiated thyroid cancer in adult patients. *Endocrine Surgery.* 2022; 16 (2): 5–29. <https://doi.org/10.14341/serg12792> (In Russian)
16. Leenhardt L., Erdogan M.F., Hegedus L. et al. 2013 European Thyroid Association guidelines for cervical ultrasound scan and ultrasound-guided techniques in the postoperative management of patients with thyroid cancer. *Eur. Thyroid J.* 2013; 2 (3): 147–159. <https://doi.org/10.1159/000354537>
17. Kovaleva E.V., Danzanova T.Yu., Sinyukova G.T. et al. Multiparametric ultrasound diagnosis of altered lymph nodes in primary multiple malignant tumors, including breast cancer and lymphoma. *Malignant Tumors.* 2018; 8 (4): 37–41. (In Russian)
18. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node Management. *Radiographics.* 2021; 41 (5): 1283–1299. <https://doi.org/10.1148/rg.2021210053>

REFERENCES

1. Esen G. Ultrasound of superficial lymph nodes. *Eur. J. Radiol.* 2006; 58 (3): 345–359. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.12.039>
2. Ahuja A.T., Ying M., Ho S.Y. et al. Ultrasound of malignant cervical lymph nodes. *Cancer Imaging.* 2008; 8 (1): 48–56. <http://doi.org/10.1102/1470-7330.2008.0006>
3. Savelyeva N.A. Ultrasound diagnosis of malignant lesions of peripheral lymph nodes . Practical Medicine. 2014; 3: 135–138. (In Russian)
4. Fisenko E.P., Postnova N.A. Vetsheva N.N., Batukhtina E.V. Application of the BI-RADS classification in ultrasound multiparametric assessment of breast formations. M.: STROM, 2023. 125 p. (In Russian)
5. Katrich A.N., Fisenko E.P., Vetsheva N.N. Application of the TI-RADS classification in ultrasound multiparametric assessment of thyroid nodules. M.: STROM, 2023. 80 p. (In Russian)
6. Elsholtz F.H.J., Asbach P., Haas M. et al. Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): a concept for standardized assessment of lymph nodes in cancer. *Eur. Radiol.* 2021; 31 (8): 6116–6124. <http://doi.org/10.1007/s00330-020-07572-4>
7. Ryu K.H., Lee K.H., Ryu J. et al. Cervical Lymph Node Imaging Reporting and Data System for Ultrasound of Cervical Lymphadenopathy: A Pilot Study. *Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (6): 1286–1291. <http://doi.org/10.2214/AJR.15.15381>
8. Bedi D.G., Krishnamurthy R., Krishnamurthy S. et al. Cortical morphologic features of axillary lymph nodes as a predictor of metastasis in breast cancer: in vitro sonographic study. *Am. J. Roentgenol.* 2008; 191 (3): 646–652. <http://doi.org/10.2214/AJR.07.2460>

Is Node-RADS ultrasound classification possible?

E.P. Fisenko

*Petrovsky Russian Research Center of Surgery;
2, Abrikosovsky lane, Moscow 119991, Russian Federation*

Elena P. Fisenko – Doct. of Sci. (Med.), Chief Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, of the Department of Clinical Physiology, Instrumental and Radiation Diagnostics, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Correspondence* to Dr Elena P. Fisenko – e-mail: e.fissenko@mail.ru

Ultrasound is the first imaging modality in the evaluation of lymph outflow regions in various pathologies of superficial organs and tissues. Ultrasound assessment of lymph nodes (LN) in contrast to other imaging modalities, such as computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), etc., has its own features: the ability of multiplanar imaging by different scan planes, which affects the final maximum dimensions of lymph nodes; a localization of lymph nodes, which is not always equal to CT and MRI data; and parameters for assessment of lymph node structure. Also, the ultrasound features of the cervical, axillary, and inguinal lymph nodes are known. For these reasons, the use of the proposed radiological Node-RADS classification is not possible in ultrasound.

Nowadays, we have several classifications for the stratification of the results of superficial lymph nodes ultrasound proposed for different anatomical regions, but there is no acceptable uniform classification. Summarizing the results of numerous studies, we can imagine two diametrically opposed positions: normal and metastatic lymph nodes. There are an additional large group of lymph nodes between these two that are completely different in ultrasound features, with some abnormalities according to anatomical regions that can be found in inflammatory, autoimmune, malignant, and other conditions. This requires a division into subgroups to facilitate the assessment of these changes. That is why division into three groups seems to be insufficient for LN assessment.

The development of a uniform classification for superficial lymph nodes ultrasound stratification is possible, but it requires highlighting the ultrasound features of lymph nodes, both normal and pathological, primarily in three main regions (head/neck, axillary, and inguinal regions).

Keywords: ultrasound; lymph nodes; Node-RADS

Conflict of interests. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Fisenko E.P. Is Node-RADS ultrasound classification possible? *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 1: 113–120. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-078> (In Russian)