

4.2024

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

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

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

4.2024

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

4.2024

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 внутренних органов

- Использование программы автоматического обнаружения и анализа образований щитовидной железы на основе искусственных нейронных сетей S-Detect Thyroid
М.Н. Буланов, О.И. Верховская 9

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

- Динамический ультразвуковой контроль во втором периоде родов
А.В. Михайлов, А.А. Чернов, В.В. Шман, А.Н. Максименко, А.Б. Ескараева 41

- Ультразвуковая диагностика добавочного полостного внутриматочного образования: клинические наблюдения и обзор литературы
И.А. Есипова, М.Н. Буланов, И.А. Краснова 53

- Практические рекомендации ISUOG (обновленные): ультразвуковое исследование центральной нервной системы плода. Часть 2: проведение таргетной нейросонографии (перевод с англ. под ред. Р.С. Батаевой, Е.С. Некрасовой)
D. Paladini, G. Malinger, R. Birnbaum, A. Monteagudo, G. Pilu, L.J. Salomon, I.E. Timor-Tritsch 64

Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов

- Исследование функции левого предсердия и диастолической функции левого желудочка во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой у пациентов с различными типами фибрилляции предсердий
Е.С. Калинина, О. Ханджикова, И.Б. Бегидова, А.В. Загата 82

- Ультразвуковое исследование артериовенозной фистулы для гемодиализа
Е.В. Полухина 93

Рекомендации, стандарты, правила

- Стандартизация протокола ультразвукового исследования поверхностных лимфатических узлов. Консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ)
Е.П. Фисенко, Г.Ф. Аллавердиева, М.Н. Буланов, Е.А. Бусько, Н.Н. Ветшева, О.В. Возгомент, В.Е. Гажонова, Т.Ю. Данзанова, Н.В. Заболотская, В.В. Капустин, А.Н. Катрич, Е.В. Костромина, П.И. Лепэдату, А.Г. Надточий, А.Н. Рябинов, А.Н. Сенча, Г.Т. Синюкова, Ф.Т. Хамзина, В.Н. Шолохов 115

Письмо главному редактору

- Проблемы выполнения трансторакальной эхокардиографии: от организации исследования до формирования заключения
А.Л. Бобров 132

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

General Ultrasound

- Practical use of S-Detect Thyroid artificial intelligence-based program for automatic detection and characterization of thyroid nodules**
M.N. Bulanov, O.I. Verkhovskaya 9

Obstetrics and Gynecology Ultrasound

- Dynamic ultrasound control in the second stage of labor**
A.V. Mikhailov, A.A. Chernov, V.V. Shman, A.N. Maksimenko, A.B. Yaskarayeva 41
- Ultrasound of accessory and cavitated uterine mass (ACUM): clinical cases and literature review**
I.A. Esipova, M.N. Bulanov, I.A. Krasnova 53
- ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography (translation into Russ. by R. Bataeva, E. Nekrasova)**
D. Paladini, G. Malinger, R. Birnbaum, A. Monteagudo, G. Pilu, L.J. Salomon, I.E. Timor-Tritsch 64

Cardiovascular Ultrasound

- Evaluation of left atrial function and left ventricular diastolic function during exercise stress echocardiography in patients with different types of atrial fibrillation**
E.S. Kalinina, O. Hanjyкова, I.B. Begidova, A.V. Zagatina 82
- Ultrasound evaluation of arteriovenous fistula for hemodialysis**
E.V. Polukhina 93

Guidelines, Standards, Protocols

- Standardization of the protocol of superficial lymph node ultrasound. Consensus of experts of the Russian association of specialists of ultrasound in medicine (RASUDM)**
E.P. Fisenko, G.F. Allahverdieva, M.N. Bulanov, E.A. Busko, N.N. Vetsheva, O.V. Vozgoment, V.E. Gagonova, T.Yu. Danzanova, N.V. Zabolotskaya, V.V. Kapustin, A.N. Katrich, E.V. Kostromina, P.I. Lepedatu, A.G. Nadtochiy, A.N. Ryabikov, A.N. Sencha, G.T. Sinyukova, F.T. Khamzina, V.N. Sholokhov 115

Letter to the editor-in-chief

- The problems of performing transthoracic echocardiography: from organizing to the report of examination**
A.L. Bobrov 132

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-289>

Использование программы автоматического обнаружения и анализа образований щитовидной железы на основе искусственных нейронных сетей S-Detect Thyroid

М.Н. Буланов^{1, 2}, О.И. Верховская¹*

¹ ГБУЗ Владимирской области “Областная клиническая больница”;
600023 Владимир, Судогодское шоссе, д. 41, Российская Федерация

² ФГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”; 173003 Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41,
Российская Федерация

С целью оценки практической эффективности программы автоматического обнаружения и анализа образований щитовидной железы на основе искусственного интеллекта S-Detect Thyroid проспективно оценено 84 очаговых образования щитовидной железы. Одновременно проводилась стратификация риска злокачественного процесса с использованием системы EU-TI-RADS. При выявлении узлов с категорией EU-TI-RADS 3–5 диаметром ≥ 10 мм проводилась тонкоигольная пункционная биопсия очаговых образований под ультразвуковым контролем. Цитологическое исследование пункционного материала проводилось с использованием классификации Bethesda. Пациенты разделены на 2 группы в соответствии с данными цитологического исследования: 73 пациента с доброкачественными узлами щитовидной железы (Bethesda II) и 11 пациентов со злокачественными узлами (Bethesda V). Пациенты с “неопределенными” категориями Bethesda I, III, а также IV были исключены из исследования. Результаты проведенного исследования показали, что использование программы S-Detect на основе искусственного интеллекта позволяет проводить дифференциальную диагностику доброкачественных (Bethesda II) и злокачественных (Bethesda V) узлов щитовидной железы с чувствительностью 90,9%, специфичностью 94,5%, прогностической ценностью положительного и отрицательного результатов 71,4 и 98,6%, точностью 94%, AUC 0,941. Из существующих настроек программы лучшие, на наш взгляд, результаты демонстрирует режим S-Detect “Высокая точность”, который мы и рекомендуем к практическому использованию. В некоторых случаях имели место противоречия между программой и врачом в характеристике структуры и эхогенности узлов, а также в определении наличия макро- и микрокальцинатов. С нашей точки зрения, использование критериев доброкачественности/злокачественности программы S-Detect в качестве показаний к пункционной аспирационной биопсии, возможно, позволило бы избежать излишних инвазивных диагностических вмешательств у ряда пациентов с узлами щитовидной железы, получивших категорию EU TI-RADS 3–5. Однако

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>

Верховская Ольга Иосифовна – врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ ВО “Областная клиническая больница”, Владимир. <https://orcid.org/0009-0007-5595-226X>

Контактная информация*: Буланов Михаил Николаевич – e-mail: doctorbulanov@gmail.com

программа S-Detect на основе искусственного интеллекта в настоящее время не может полностью заменить интеллект, эрудицию и опыт врача.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика; щитовидная железа; EU TI-RADS; искусственный интеллект; S-Detect

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Буланов М.Н., Верховская О.И. Использование программы автоматического обнаружения и анализа образований щитовидной железы на основе искусственных нейронных сетей S-Detect Thyroid. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 9–40.
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-289>

ВВЕДЕНИЕ

По данным метаанализа К. Wolinski и соавт. (2017), очаговые образования щитовидной железы (ЩЖ) обнаруживаются у 68% населения, из них до 3–10% составляют злокачественные опухоли [1]. Хорошо известно, что ультразвуковое исследование играет первостепенную роль в дифференциации доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ, а также для осуществления навигации при тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ) [2]. Это обеспечивает значительное сокращение количества ненужных хирургических вмешательств, поскольку при доброкачественных узловых образованиях ЩЖ в большинстве случаев допускается консервативная либо малоинвазивная тактика [3].

В связи с вышеизложенным очень большое практическое значение приобретает стратификация ультразвуковых признаков очаговых образований ЩЖ с точки зрения онконастороженности. Так, в публикации Е.П. Фисенко и соавт. (2016) показано, что высокоспецифичными ультразвуковыми признаками рака ЩЖ можно считать: неровный контур образования (бугристый, макро/микродольчатый, спикурообразный), нечеткие границы, значительное снижение эхогенности узла, гиперэхогенные микровключения, вертикальную пространственную ориентацию. К дополнительным ультразвуковым признакам, переводящим образование в разряд сомнительных, авторы относят макрокальцинаты, дорсальное ослабление ультразвукового сигнала, неопределенную пространственную ориентацию [4]. С целью стандартизации процесса стратификации риска злокачественных новообразований ЩЖ было предложено несколько

ко систем ультразвуковой стратификации риска рака ЩЖ. К наиболее распространенным относятся EU TI-RADS (European Thyroid Imaging Reporting and Data System), ACR TI-RADS (American college of radiology TI-RADS), ATA (American Thyroid Association), K-TI-RADS (Korean TI-RADS) [5–8]. В действующих клинических рекомендациях “Дифференцированный рак щитовидной железы” для врачей нашей страны рекомендовано использование EU TI-RADS [9].

В последние годы также стали разрабатываться системы компьютерной диагностики, в том числе на основе использования искусственного интеллекта, которые могли бы помочь врачу-диагносту в интерпретации изображений для ускорения диагностического процесса, а также улучшения воспроизводимости исследований. Так, в 2016 г. была представлена первая коммерчески доступная система для оценки очаговых образований ЩЖ S-Detect for Thyroid (Samsung Medical Imaging, Корея). Программа S-Detect for Thyroid (S-Detect) по замыслу разработчиков направлена на то, чтобы помочь врачам повысить уверенность в диагностике с помощью четких последовательных рекомендаций, а также увеличить пропускную способность пациентов за счет внедрения функции автоматического отчета. В ходе исследования врач ставит точку или выделяет область в зоне интереса, после чего система выполняет автоматическое оконтуривание, предлагает на выбор несколько изображений-шаблонов, наиболее схожих с выделенным образованием, а затем дает заключение о вероятной доброкачественности или злокачественности исследуемого образования.

Заключения, генерируемые программой S-Detect, делаются в соответствии с международной системой описания и обработки данных TI-RADS. По выбору пользователя это может быть EU TI-RADS, K-TI-RADS, ATA, а также заключение по дихотомическому принципу (предположительно доброкачественное или предположительно злокачественное) [10].

Результаты первого исследования возможностей S-Detect Th были опубликованы Y. Chang и соавт. (2016). Авторы обнаружили, что точность (Ac) S-Detect Th для дифференциации злокачественных и доброкачественных образований оказалась сходной с Ac заключений, даваемых врачами, проводящими ультразвуковое исследование (площадь под кривой (AUC) 0,986 и 0,979 соответственно, $p > 0,05$) [10]. Вместе с тем, по данным S. Gitto и соавт. (2018), при сравнении заключений о наличии доброкачественного или злокачественного процесса, сделанных S-Detect Th и врачом, оказалось, что человеческая оценка продемонстрировала значительно более высокую чувствительность (Se) по сравнению с программой (78,6 и 21,4%; $p = 0,008$), тогда как специфичность (Sp) была несколько выше уже у S-Detect Th, хотя эта разница оказалась статистически недостоверной (66,7 и 81,3%; $p = 0,065$). Вывод авторов: S-Detect Th – это инновационный инструмент с хорошим потенциалом, но необходимы дополнительные усилия для улучшения его диагностической эффективности. Оценивая результаты проведенного исследования, считаем необходимым обратить внимание на то, что авторы включили в группу злокачественных опухолей узлы, получившие после тонкоигльной пункционной биопсии категорию не только Bethesda V (подозрение на малигнизацию) и Bethesda VI (малигнизация), но также Bethesda IV (фолликулярная неоплазия) и Bethesda III (атипия неясного значения) [11]. Вместе с тем в исследовании H. Kim и соавт. (2019) в группу злокачественных опухолей были включены только подтвержденные гистологически после оперативного лечения, а в группу доброкачественных – также подтвержденные гистологически либо цитологически, получившие категорию Bethesda II. При этом были исключены из исследования все узлы, получившие

после ТАБ категории Bethesda III–V. Показатели Se и Sp двух имеющихся на тот момент модификаций S-Detect Th составили 80,2–81,4% и 82,6–68,2% соответственно, что, по мнению авторов, свидетельствует о пока еще недостаточной Sp метода [12].

В исследовании Q. Wei и соавт. (2020) была сопоставлена диагностическая значимость S-Detect и врачей с различным опытом (в исследование включены только гистологически подтвержденные после оперативного лечения доброкачественные и злокачественные образования). В результате Ac, Se, Sp, положительная и отрицательная прогностическая ценность (PPV и PNV) S-Detect составили 77,0, 91,3, 65,2, 68,3 и 90,1% соответственно. При этом по сравнению с менее опытными врачами (1–4 года) S-Detect имела более высокие показатели AUC, Ac и Sp и, наоборот, более низкие соответствующие показатели по сравнению с врачом, имеющим стаж работы 20 лет ($p < 0,05$). При сочетанном использовании собственного опыта и S-Detect показатели диагностической точности значительно улучшились у врачей с опытом 1–4 года ($p < 0,05$), тогда как у опытных врачей (9–20 лет) такого значимого улучшения диагностической точности не произошло ($p > 0,05$). Авторы пришли к выводу, что S-Detect целесообразно использовать для повышения эффективности работы менее опытных врачей-диагностов [13]. В исходном исследовании M. Barczyński и соавт. (2020) сравнили диагностические результаты использующего S-Detect хирурга с базовыми навыками ультразвукового исследования ЩЖ и врача-эксперта в ультразвуковой диагностике, не использующего эту программу. Оказалось, что Ac диагностики врача-хирурга без использования и с использованием S-Detect составила 76 и 82% соответственно (прибавка точности 6%, $p < 0,001$). Вместе с тем она все равно значительно уступала показателям диагностической точности врача-эксперта, не использовавшего S-Detect (94%, $p < 0,001$), чьи Sp и PPV также были значимо выше ($p < 0,05$). Нужно отметить, что морфологические критерии включения в исследование узлов ЩЖ отличались от предыдущих авторов. В данном исследовании в группу доброкачественных были включены узлы, получившие по данным цитологического исследова-

ния категорию Bethesda II, а в группу злокачественных – категории Bethesda V и VI. Узлы с категориями Bethesda I, III, IV были исключены из исследования [14].

В исследовании М. Han и соавт. (2021) сравнивались возможности S-Detect в трех режимах настройки (в исследование включены только гистологически подтвержденные после оперативного лечения доброкачественные и злокачественные образования): в соответствии с K-TI-RADS Кореянского общества радиологии (лучевой диагностики) ЩЖ (Korean Society of Thyroid Radiology), Американской ассоциации ЩЖ (American Thyroid Association – ATA), а также по дихотомическому принципу. При этом Se, Sp, PPV, PNV, Ac при использовании S-Detect для диагностики рака ЩЖ составили соответственно 97,6, 21,6, 42,0, 93,9 и 49,6% для K-TI-RADS; 94,6, 29,6, 43,9, 90,4 и 53,5% для ATA-TI-RADS и 81,4, 81,9, 72,3, 88,3 и 81,7% для дихотомических результатов. При сравнении с результатами опытных врачей-диагностов (10–14 лет), не использовавших S-Detect, оказалось, что показатели Se между S-Detect и врачом почти не отличались (97,6 и 97,6%, $p > 0,999$ для K-TI-RADS; 94,6 и 89,8%, $p > 0,077$ для ATA-TI-RADS; 81,4 и 82,0%, $p > 0,999$ для дихотомического результата). Вместе с тем Sp и Ac у S-Detect оказались достоверно хуже, чем у врача (Sp 21,6 и 36,2%; 29,6 и 44,3%; 81,9 и 95,8%, везде $p < 0,001$; Ac 49,6 и 58,8%; 53,5 и 61,0%; 81,7 и 90,7%, везде $p < 0,001$) [15].

В метаанализе 17 исследований, проведенном L. Zhong и C. Wang (2022) проанализированы возможности S-Detect для 1595 доброкачественных и 1118 новообразований ЩЖ. При этом совокупные Se и Sp, а также AUC составили 0,87, 0,74 и 0,89 соответственно. Авторы сделали вывод, что диагностическая точность S-Detect при дифференцировании доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ относительно высока [16].

Последующие версии программы S-Detect разрабатывались с целью дальнейшего повышения точности диагностики. В исследовании Y. Li и соавт. (2023) использование S-Detect проводилось одним опытным лучевым диагностом вместе с видеозаписью ультразвукового исследования в реальном времени. Затем для постановки

“доброкачественного или злокачественного диагноза” на основе видеозаписи были приглашены 9 резидентов (клинических ординаторов) и 3 опытных лучевых диагноста. В результате Se, Ac и AUC программы S-Detect составили 0,95, 0,84 и 0,753 соответственно, статистически не отличались от показателей опытных врачей, но превосходили показатели резидентов ($p < 0,01$). При использовании S-Detect резидентами значительно повысилась Ac и Se для узлов $\leq 1,5$ см ($p < 0,01$), одновременно на 27,7% снизилась частота ненужных биопсий для узлов $> 1,5$ см ($p = 0,034$). Таким образом, по мнению авторов, производительность S-Detect стала сравнимой с производительностью опытного диагноста, а диагностическая стратегия с использованием S-Detect может значительно улучшить общую диагностическую эффективность для менее опытных диагностов, одновременно увеличивая частоту обнаружения рака ЩЖ $\leq 1,5$ см и сокращая ненужные биопсии для узлов $> 1,5$ см [17].

В исследовании P. Cong и соавт. (2024) показано, что использование S-Detect имело значительно лучшую Se по сравнению с ACR-TI-RADS (98,1 и 84,6%, $p = 0,036$), однако Sp S-Detect была намного ниже (19,0 и 40,5%, $p = 0,032$). Точность S-Detect и ACR-TI-RADS достоверно не различалась (62,8 и 64,9%; $p = 0,761$). В исследование были включены подтвержденные морфологически узлы: доброкачественные по данным гистологического или цитологического исследования (Bethesda II); злокачественные по данным гистологического или цитологического исследования (Bethesda V и VI). Узлы с неопределенными результатами Bethesda (I, III, IV) были исключены из исследования. Авторы считают, что в настоящее время S-Detect пока еще не может заменить “полностью человеческую” диагностику [18].

Нами не обнаружено отечественных публикаций об опыте использования программы S-Detect для ЩЖ. В связи с вышеизложенным нами принято решение провести собственное проспективное исследование для оценки практической эффективности программы автоматического обнаружения и анализа образований ЩЖ на основе искусственного интеллекта S-Detect Thyroid.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование проведено на базе ГБУЗ Владимирской области “Областная клиническая больница”. За период с мая по август 2024 г. проспективно обследовано 84 пациента с очаговыми образованиями ЩЖ. При ультразвуковом исследовании было оценено 84 очаговых образования ЩЖ. Стратификация риска злокачественного процесса проводилась с использованием системы EU-TI-RADS врачом М.Н. Булановым: EU-TI-RADS 2 (доброкачественные): анэхогенные (кисты) и губчатые узлы; EU-TI-RADS 3 (низкого риска): изо- и гиперэхогенные, округлой и овальной формы, с четкими контурами, при отсутствии любых подозрительных признаков; EU-TI-RADS 4 (среднего риска): умеренно гипоэхогенные, округлой и овальной формы, с четкими контурами, при отсутствии любых подозрительных признаков. В случае гетерогенности узла наличие любого гипоэхогенного участка относило узел к группе среднего риска; EU-TI-RADS 5 (высокого риска): хотя бы с одним признаком: гипоэхогенный узел, неправильная форма, нечеткие контуры, микрокальцинаты (точечные гиперэхогенные включения), переднезадний размер узла больше его ширины [9]. При выявлении узлов с категорией EU-TI-RADS 3–5 диаметром ≥ 10 мм в соответствии с клиническими рекомендациями “Дифференцированный рак щитовидной железы” [9] проводилась ТАБ очаговых образований под ультразвуковым контролем врачом О.И. Верховской. Цитологическое исследование пункционного материала с использованием классификации Bethesda выполнялось врачом Л.К. Комиссаровым. Параллельно со стратификацией риска малигнизации по EU TI-RADS врачом М.Н. Булановым проводилась проспективная оценка риска малигнизации с помощью программы автоматического обнаружения и анализа образований ЩЖ на основе искусственного интеллекта S-Detect Thyroid.

Исследования выполнялись с использованием ультразвукового сканера HERA W10 (Samsung Medison, Республика Корея) с линейным монокристалльным датчиком LA2-14A (2–14 МГц). Для проспективной оценки риска малигнизации узлов ЩЖ использовалась ультразвуковая диагностическая система EU TI-RADS. Несмотря на то

что для всех трех категорий EU-TI-RADS 3–5 с низким, средним и высоким риском злокачественности, согласно действующим клиническим рекомендациям, предусмотрена одинаковая тактика, а именно ТАБ при размере узла ≥ 10 мм, мы сочли целесообразным рассчитать показатели диагностической ценности по отдельности для пороговых значений вероятной малигнизации EU-TI-RADS ≥ 3 , EU-TI-RADS ≥ 4 , а также EU-TI-RADS 5. Такой отдельный анализ был предпринят для оценки количества предположительно неоправданных ТАБ, в результате которых получено цитологическое заключение Bethesda II.

Одновременно со стратификацией риска малигнизации по EU-TI-RADS проводилась проспективная оценка риска малигнизации с помощью программы автоматического обнаружения и анализа образований ЩЖ на основе искусственного интеллекта S-Detect Thyroid. Программа S-Detect установлена на используемом ультразвуковом сканере. Оценка риска малигнизации в программе может проводиться на основе стратификационных классификаций ATA, EU-TI-RADS (в программе она названа RUSS по имени одного из авторов G. Russ), а также K-TI-RADS. Нами был выбран расчет на основе EU-TI-RADS. При этом прогноз риска малигнизации осуществляется программой S-Detect не путем выставления категории EU-TI-RADS, а дихотомично, то есть в виде одного из двух заключений: “Вероятная доброкачественность” или “Вероятная злокачественность”. Программа S-Detect может быть настроена в трех режимах чувствительности: “Высокая чувствительность”, “Высокая точность”, “Высокая специфичность” (рис. 1). Для всесторонней оценки диагностической значимости программы одно и то же изображение каждого очагового образования было оценено нами во всех трех режимах (настройках). Методика применения S-Detect: после получения статичного изображения и нажатия на кнопку запуска программы врач вручную определял область использования программы в виде рамки, размеры и размещение которой определялись произвольно. Разработчики программы рекомендуют размещать рамку максимально близко к наружным краям оцениваемого очагового образования (рис. 2). В табл. 1 и на рис. 3 представлены

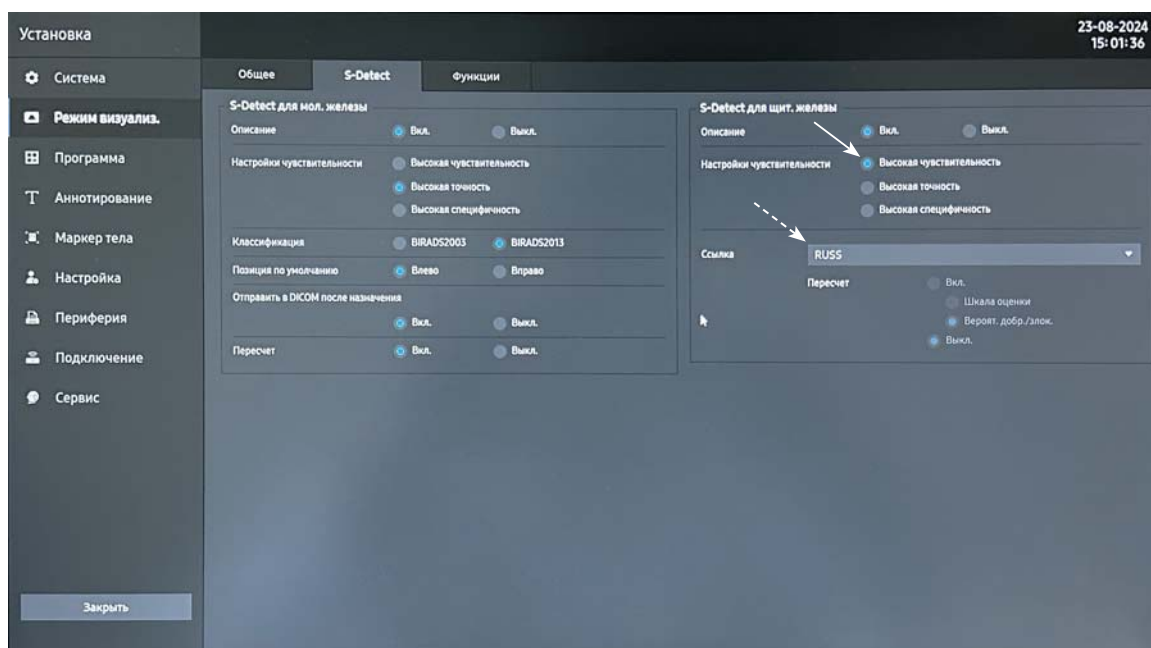


Рис. 1. Страница настройки программы S-Detect в ультразвуковом приборе. Программа настроена в режиме “Высокая чувствительность” (стрелка). Используется расчет риска малигнизации на основе EU-TI-RADS (RUSS) – пунктирная стрелка.

Fig. 1. The S-Detect program settings page in the ultrasound device. The program is set to the “High sensitivity” mode (arrow). The risk of malignancy is calculated based on EU-TIRADS (RUSS) – dotted arrow.



Рис. 2. При использовании программы S-Detect врач вручную устанавливает место и размеры области использования программы в виде рамки вокруг оцениваемого образования.

Fig. 2. The localization and size of region of interest in S-Detect presented by a frame around the target nodule is manually set by sonographer.

Таблица 1. Описательные критерии, используемые в программе S-Detect для щитовидной железы
Table 1. Descriptive criteria used in the S-Detect program for the thyroid

Структура Structure	Солидная / Solid Смешанная / Mixed Смешанная, преимущественно солидная / Mixed, predominantly solid Смешанная, преимущественно кистозная / Mixed, predominantly cystic Кистозная / Cystic
Эхогенность Echogenicity	Гипер/изоэхогенная / Hyper/isoechogenic Гипоэхогенная / Hypoechogenic Выраженная гипоэхогенность / Marked hypoechogenicity
Ориентация Orientation	Параллельная (горизонтальная) / Parallel (horizontal) Непараллельная (вертикальная) / Non-parallel (vertical)
Контур Contours	Четкие ровные / Clear smooth Микродольчатая/со спикулами / Microlobed/spiculated Нечеткие / Indistinct
Губчатость Spongy	Определяется / Defined Не определяется / Not determined
Форма Shape	Овальная/округлая / Oval/rounded Неправильная / Irregular
Кальцинаты Calcifications	Макрокальцинаты / Macrocalcifications Микрокальцинаты / Microcalcifications Нет кальцинатов / No calcifications
Эластичность* Elasticity*	Не выбрана / Not selected Жесткое образование / Hard formation Мягкое (эластичное) образование / Soft (elastic) formation
Центральная* (внутренняя) васкуляризация Central* (internal) vascularization	Не выбрано / Not selected Определяется / Defined Не определяется / Not determined

* Значение признака по умолчанию “Не выбрано”. То есть признак по умолчанию не используется. Вероятно, это связано с тем, что в системах TI-RADS показатели эластичности и васкуляризации в настоящее время не применяются. Пользователь по желанию может выбрать режим использования этих критериев. В нашем исследовании критерии эластичности и васкуляризации не использовались.

* The default value of the feature is “Not selected”. That is, the default feature is not used. This is probably due to the fact that elasticity and vascularity criteria are not currently used in TI-RADS systems. The user can optionally select the mode of using these criteria. In our study, elasticity and vascularity criteria were not used.

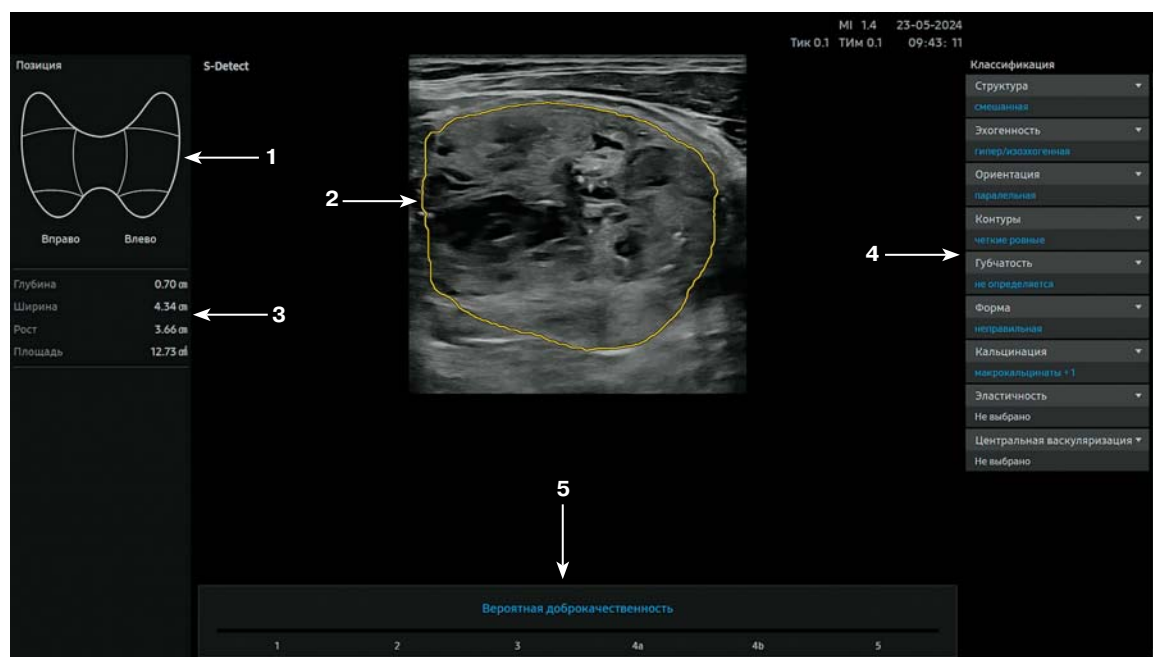


Рис. 3. Описательные критерии, используемые в программе S-Detect для щитовидной железы. Врач может вручную указать локализацию узла на схематическом изображении щитовидной железы (1). Программа автоматически обводит границы узла (2). На выбор может быть предложено несколько вариантов оконтуривания. Программа автоматически определяет глубину расположения узла (расстояние от поверхности кожи), ширину, высоту, а также площадь узла (3). Также автоматически определяются описательные критерии (4). Одновременно программа дает заключение о предположительной доброкачественности или злокачественности узла (5).

Fig. 3. Descriptive criteria used in the S-Detect program for the thyroid. The sonographer can manually indicate the location of the nodule on the schematic image of the thyroid (1). The program automatically outlines the borders of the nodule (2). Several variants of contouring are offered to choose from. The program automatically assess the depth of the nodule location (distance from the skin surface), width, height, and area of the nodule (3). Descriptive criteria are also automatically assessed (4). At the same time, the program provides a conclusion on the presumed benignity or malignancy of the nodule (5).

описательные критерии, используемые в программе S-Detect для ЩЖ.

Цитологическое исследование материала, полученного при ТАБ, проводилось с использованием классификации Bethesda (третье обновление, 2023). Важной особенностью этого обновления является присвоение единого названия каждой из 6 диагностических категорий. В табл. 2 представлены единые названия, риск малигнизации, а также рекомендуемая тактика для каждой категории [19].

На момент подготовки материала к публикации большинство пациентов с категориями Bethesda III, IV и V еще не были прооперированы. С учетом опыта других авторов [11, 14, 18], использовавших данные цитологического исследования в качестве

морфологического подтверждения доброкачественности или злокачественности узлов ЩЖ, мы сочли возможным разделить исследуемых на 2 группы в соответствии с данными цитологического исследования: 73 пациента с доброкачественными узлами ЩЖ (Bethesda II) и 11 пациентов со злокачественными узлами (Bethesda V). Пациенты с “неопределенными” категориями Bethesda I (отсутствие диагностического материала: жидкость, практическое отсутствие клеток для анализа, элементы крови), III (атипия неопределенного значения), а также IV (фолликулярная неоплазия) были исключены из исследования, поскольку наблюдаемые при этих категориях цитологические признаки могут давать основания как для установления фолликулярного

Таблица 2. Риски малигнизации и рекомендуемая тактика в зависимости от категории Bethesda при цитологическом исследовании материала ТАБ узлов щитовидной железы [19]**Table 2.** Risks of malignancy and recommended tactics depending on the Bethesda category by the thyroid nodule cytology [19]

Категория Bethesda Bethesda Category	Риск малигнизации (%), средняя (диапазон) Risk of Malignancy (%), intermediate (range)	Рекомендуемая тактика Recommended Management
(I) Неинформативная (I) Inconclusive	13 (5–20)	Повторная ТАБ под ультразвуковой навигацией Repeat FNA under ultrasound guidance
(II) Доброкачественная (II) Benign	4 (2–7)	Наблюдение, контрольные УЗИ Observation, follow-up ultrasound
(III) Атипия неопределенного значения (III) Atypia of undetermined significance	22 (13–20)	Повторная ТАБ, молекулярная диагностика, диагностическая лобэктомия Repeat FNA, molecular testing, diagnostic lobectomy
(IV) Фолликулярная неоплазия (IV) Follicular neoplasia	30 (23–34)	Молекулярная диагностика, диагностическая лобэктомия Molecular testing, diagnostic lobectomy
(V) Подозрение на злокачественность (V) Suspected of malignancy	74 (67–83)	Молекулярная диагностика, лобэктомия или субтотальная тиреоидэктомия Molecular testing, lobectomy, or subtotal thyroidectomy
(VI) Злокачественная (VI) Malignant	97 (97–100)	Лобэктомия или субтотальная тиреоидэктомия Lobectomy, or subtotal thyroidectomy

варианта папиллярного рака, так и для неинвазивной фолликулярной опухоли ЩЖ [19]. В дальнейшем мы планируем провести второй этап данного исследования с включением в исследуемые группы пациентов уже только на основании гистологического исследования после оперативного лечения.

Статистическая обработка материала производилась с использованием стандартных статистических методов. Все количественные данные не подчинялись закону нормального распределения и представлялись в виде медианы (М), интерквартильного размаха (IQR), минимального–максимального значений (min–max). В качестве параметров, характеризующих диагностическую ценность различных методов диагностики и их комбинаций, рассчитывались следующие показатели: Se, Sp и Ac методов, PPV и PNV. Сравнение полученных показателей проводилось с использованием

U-критерия Манна–Уитни. Статистическая значимость различий предполагалась при $p < 0,05$ для всех сравнений.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В табл. 3 представлены демографические показатели пациентов в обследуемых группах. Средний возраст группы со злокачественными узлами был незначительно меньше ($p > 0,05$). Соотношение мужчин и женщин в группах также достоверно не различалось ($p > 0,05$).

В табл. 4 представлены результаты цитологического исследования в обследуемых группах. Доброкачественные узлы представляли собой в основном фолликулярный/паренхиматозный зоб либо ткань с дегенеративными изменениями, тогда как злокачественные – преимущественно папиллярный, реже фолликулярный рак.

Таблица 3. Демографические характеристики пациентов в обследуемых группах
Table 3. Demographic characteristics of patients in the groups of study

Показатель Patients	Bethesda II			Bethesda V		
	вся группа all group	мужчины men	женщины women	вся группа all group	мужчины men	женщины women
Количество пациентов Number of patients	73	9	64	11	2	9
Возраст M (IQR), годы Age M (IQR), years	64 (23,5)	65 (22,5)	63,5 (23,5)	59 (11)	–	59 (9,5)
Возраст min–max, годы Age min–max, years	28–83	28–73	29–83	39–75	39–75	50–66

Таблица 4. Результаты цитологического исследования в обследуемых группах
Table 4. Cytology data in the groups

Цитологическое заключение Cytological report	Bethesda II, n	Bethesda V, n
Дегенеративные изменения / Degenerative changes	19	
Зоб коллоидный / Colloid goiter	25	
Зоб паренхиматозный / Parenchymatous goiter	29	
Рак папиллярный / Papillary cancer		9
Рак фолликулярный / Follicular cancer		2

Таблица 5. Размеры узлов щитовидной железы в исследуемых группах
Table 5. Sizes of thyroid nodules in the groups

	Количество пациентов Number of patients		p
	Bethesda II (n = 73)	Bethesda V (n = 11)	
Наибольший диаметр M (IQR), мм Largest diameter M (IQR), mm	18 (10,5)	17 (11)	>0,05
Наибольший диаметр min–max, мм Largest diameter min–max, mm	10–43	11–34	

В табл. 5 представлены размеры узлов ЩЖ в исследуемых группах. Как видно из этой таблицы, достоверных отличий между размерами доброкачественных и злокачественных узлов не было ($p > 0,05$). Наибольший диаметр узлов колебался в пределах 10–43 мм.

В табл. 6, 7 продемонстрированы результаты оценки особенностей ультразвукового изображения узлов ЩЖ, проведенные параллельно программой S-Detect в настройке “Высокая точность” и врачом. Чтобы избежать загромождения статьи обилием табличного материала, мы решили не представлять аналогичные данные для режимов

настройки “Высокая чувствительность” и “Высокая специфичность”. Расчитанные показатели диагностической точности представлены ниже для всех трех режимов настройки программы.

Результаты оценки особенностей ультразвукового изображения доброкачественных узлов ЩЖ (Bethesda II), сделанные программой S-Detect и врачом, представлены в табл. 6 и на рис. 4–16. Как видно из табл. 6, при оценке структуры, эхогенности узлов, их ориентации, характера контуров, наличия губчатости, а также формы узлов достоверной разницы в оценке между программой и врачом не было ($p > 0,05$).

Таблица 6. Особенности ультразвукового изображения доброкачественных узлов щитовидной железы (Bethesda II), обнаруженные программой S-Detect и врачом, проводящим исследование**Table 6.** Ultrasound features of benign thyroid nodules (Bethesda II) as detected by S-Detect and the sonographer

Ультразвуковой признак Ultrasound imaging features		S-Detect		Врач / Doctor		p
		n	%	n	%	
Структура Structure	Солидная / Solid	25	34,2	21	28,8	>0,05
	Смешанная / Mixed	47	64,4	51	69,8	>0,05
	Смешанная, преимущественно солидная / Mixed, predominantly Cystic	0	0,0	0	0,0	
	Кистозная / Cystic	1	1,4	1	1,4	>0,05
Эхогенность Echogenicity	Гипер/изоэхогенная Hyper/isoechogetic	58	79,5	54	74,0	>0,05
	Гипоэхогенная / Hypoechogetic	15	20,5	17	23,3	>0,05
	Выраженная гипоэхогенность / Marked hypoechogeticity	0	0,0	2	2,7	>0,05
Ориентация Orientation	Параллельная (горизонтальная) / Parallel (horizontal)	62	84,9	67	91,8	>0,05
	Непараллельная (вертикальная) / Non-parallel (vertical)	11	15,1	6	8,2	>0,05
Контур Contours	Четкие ровные / Clear smooth	67	91,8	69	94,5	>0,05
	Микродолевчатая/со спикулами / Microlobed/spiculated	1	1,4	0	0,0	>0,05
	Нечеткие / Indistinct	5	6,8	4	5,5	>0,05
Губчатость Spongy	Определяется / Defined	1	1,4	1	1,4	>0,05
	Не определяется / Not determined	72	98,6	72	98,6	>0,05
Форма Shape	Овальная/округлая / Oval/rounded	66	90,4	55	75,3	<0,05
	Неправильная / Irregular	7	9,6	18	24,7	<0,05
Кальцинаты Calcifications	Только макрокальцинаты / Macrocalcifications only	25	34,2	17	23,3	<0,05
	Только микрокальцинаты* / Microcalcifications only*	4	5,5	2	2,7	>0,05
	Макрокальцинаты + микрокальцинаты** / Macrocalcifications + microcalcifications**	1	1,4	0	0,0	>0,05
	Микрокальцинаты всего (*+**) / Total microcalcifications (*+**)	5	6,9	2	2,7	>0,05
	Нет кальцинатов / No calcifications	43	58,9	54	74,0	<0,05

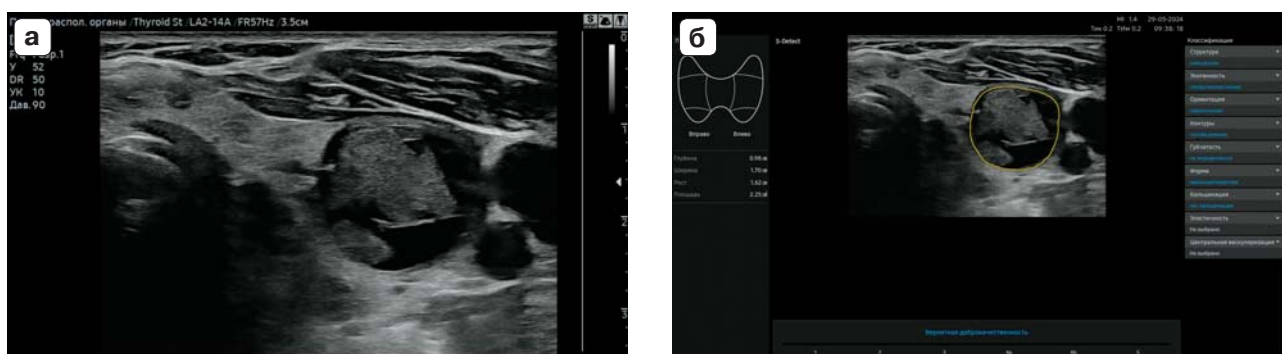


Рис. 4. Мужчина, 73 года. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел в правой доле смешанной структуры. Наибольший диаметр 17 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 4. Male, 73 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – a nodule in the right thyroid lobe of mixed structure. The largest diameter is 17 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign. S-Detect (High sensitivity): probably benign. S-Detect (High specificity): probably benign.

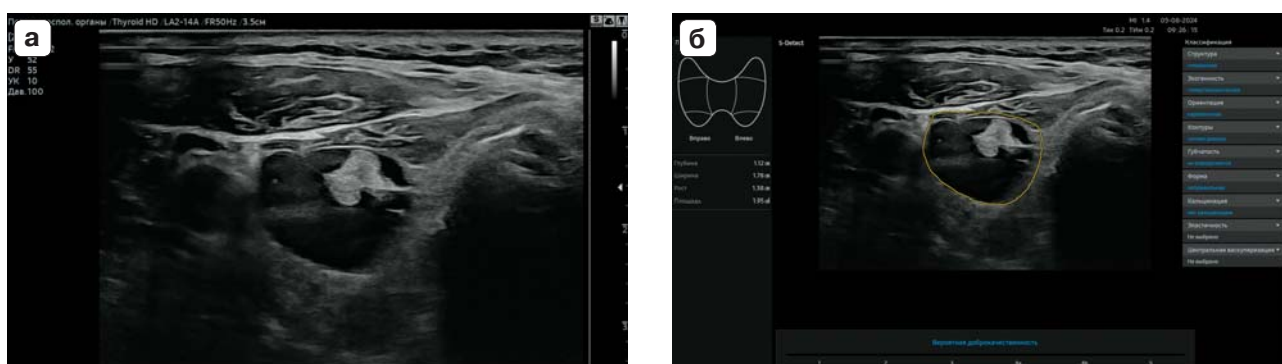


Рис. 5. Женщина, 81 год. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел смешанной структуры в правой доле. Наибольший диаметр 18 мм. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 5. Female, 81 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – a nodule of mixed structure in the right thyroid lobe. The largest diameter is 18 mm. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign. S-Detect (High sensitivity): probably benign. S-Detect (High specificity): probably benign.

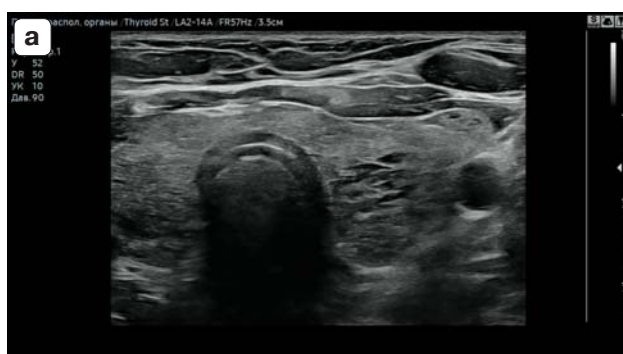


Рис. 6. Женщина, 33 года. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – губчатый узел в левой доле с неровным контуром, переднезадний размер почти равен ширине. Наибольший диаметр 16 мм. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 6. Female, 33 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – a spongiform nodule in the left thyroid lobe with an irregular border, the anteroposterior dimension is almost equal to the width. The largest diameter is 16 mm. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign. S-Detect (High sensitivity): probably benign. S-Detect (High specificity): probably benign.

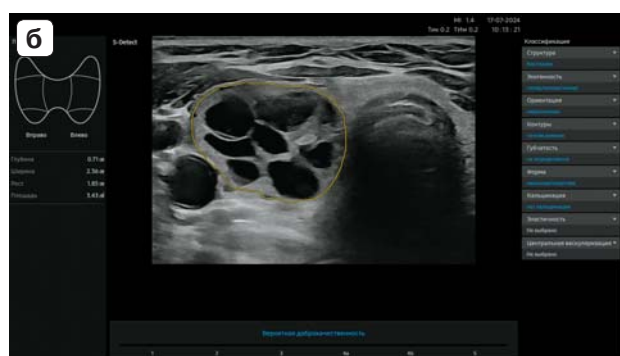
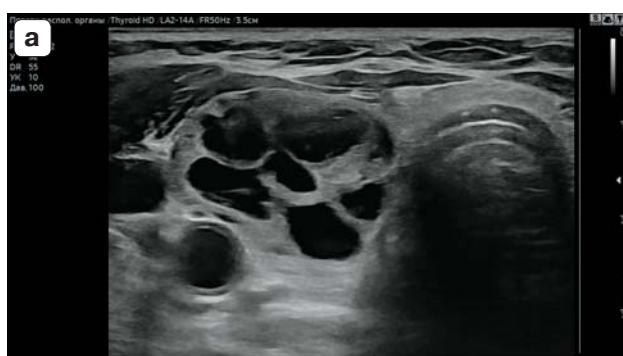


Рис. 7. Женщина, 71 год. Цитологическое исследование: кистозные дегенеративные изменения. Bethesda II. **а** – узел смешанной эхогенности в правой доле. Наибольший диаметр 24 мм. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 7. Female, 71 years old. Cytology: cystic degenerative changes. Bethesda II. **a** – a nodule of mixed echogenicity in the right thyroid lobe. The largest diameter is 24 mm. EU TI-RADS 3; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign. S-Detect (High sensitivity): probably benign. S-Detect (High specificity): probably benign.



Рис. 8. Женщина, 72 года. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел в правой доле смешанной структуры. Наибольший диаметр 16 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 8. Female, 72 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – nodule in the right thyroid lobe of mixed structure. Largest diameter is 16 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable benign. S-Detect (High specificity): probable benign.

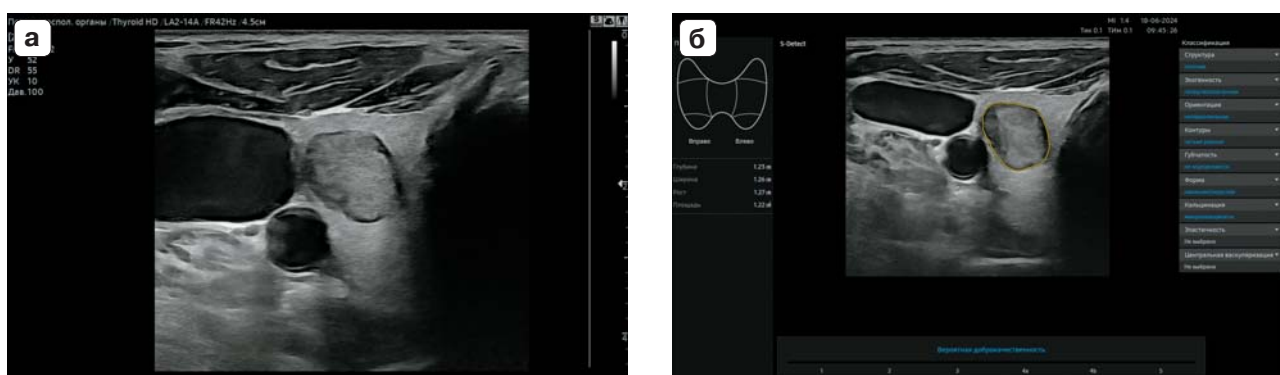


Рис. 9. Мужчина, 69 лет. Цитологическое исследование: паренхиматозный зоб. Bethesda II. **а** – узел в правой доле с вертикальной ориентацией. Наибольший диаметр 13 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 9. Male, 69 years old. Cytology: parenchymatous goiter. Bethesda II. **a** – nodule in the right thyroid lobe with vertical orientation. Largest diameter is 13 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable benign. S-Detect (High specificity): probably benign.



Рис. 10. Женщина, 43 года. Цитологическое исследование: паренхиматозный зоб с дегенеративными изменениями. Bethesda II. **а** – узел в левой доле средней эхогенности с мелкими кистами и макрокальцинатом. Наибольший диаметр 19 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 10. Female, 43 years old. Cytology: parenchymatous goiter with degenerative changes. Bethesda II. **a** – a nodule in the left thyroid lobe of medium echogenicity with small cysts and macrocalcification. The largest diameter is 19 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign. S-Detect (High sensitivity): probably benign. S-Detect (High specificity): probably benign.



Рис. 11. Мужчина, 47 лет. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел в правой доле с кистами и гиперэхогенными включениями (кальцинаты или артефакты “хвост кометы”). Наибольший диаметр 34 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 11. Male, 47 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – nodule in the right thyroid lobe with cysts and hyperechoic foci (calcifications or comet tail artifacts). Largest diameter 34 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable benign. S-Detect (High specificity): probable benign.



Рис. 12. Мужчина, 65 лет. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел смешанной структуры с множественными артефактами “хвост кометы”. Наибольший диаметр 43 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. Программой описаны макро- и микрокальцинаты. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 12. Male, 65 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – nodule of mixed structure with multiple comet tail artifacts. Largest diameter is 43 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. The program detects macro- and microcalcifications. S-Detect (High specificity): probable benign.

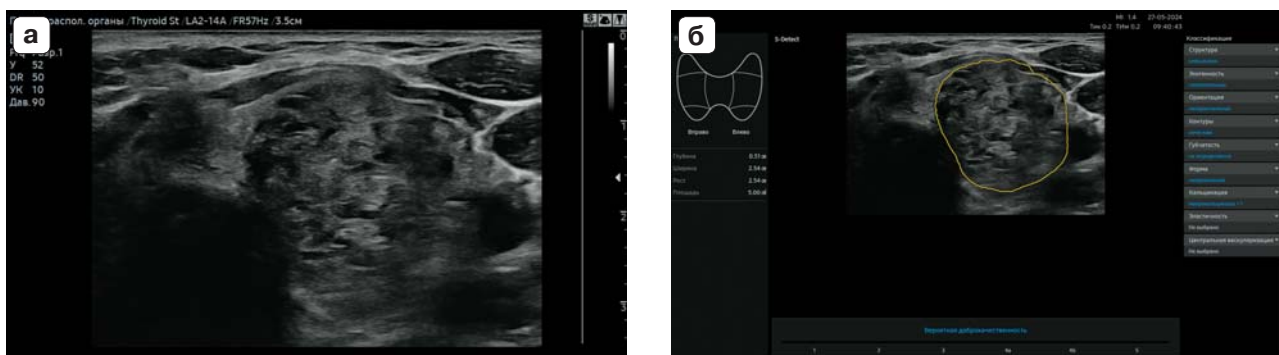


Рис. 13. Женщина, 60 лет. Цитологическое исследование: коллоидный зоб. Bethesda II. **а** – узел в левой доле вертикальной ориентации с неровным контуром, смешанной структуры, с участками пониженной эхогенности. Наибольший диаметр 25 мм. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 13. Female, 60 years old. Cytology: colloid goiter. Bethesda II. **a** – a node in the left thyroid lobe of vertical orientation with an irregular border, mixed structure, with areas of hypoechogenicity. The largest diameter is 25 mm. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.



Рис. 14. Женщина, 68 лет. Цитологическое исследование: паренхиматозный зоб. Bethesda II. **а** – узел в правой доле с неровным контуром, средней эхогенности с мелкими кистами. Наибольший диаметр 31 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 14. Female, 68 years old. Cytology: parenchymatous goiter. Bethesda II. **a** – a nodule in the right thyroid lobe with an irregular border, medium echogenicity with small cysts. The largest diameter is 31 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.

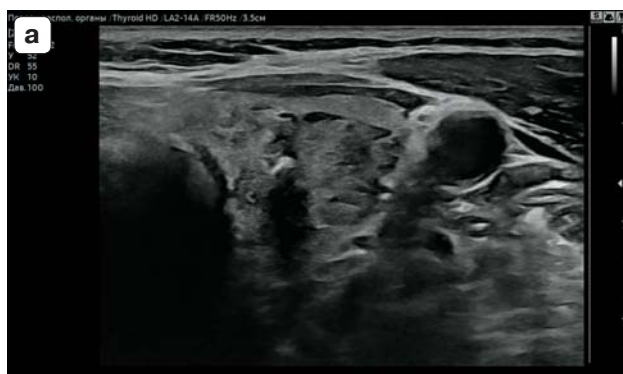


Рис. 15. Женщина, 43 года. Цитологическое исследование: паренхиматозный зоб с дегенеративными изменениями. Bethesda II. **а** – узел в левой доле с неровным контуром, средней эхогенности с мелкими кистами и макрокальцинатом. Наибольший диаметр 16 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 15. Female, 43 years old. Cytology: parenchymatous goiter with degenerative changes. Bethesda II. **a** – a nodule in the left thyroid lobe with an irregular border, medium echogenicity with small cysts and macrocalcification. The largest diameter is 16 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probable benign. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probably benign.

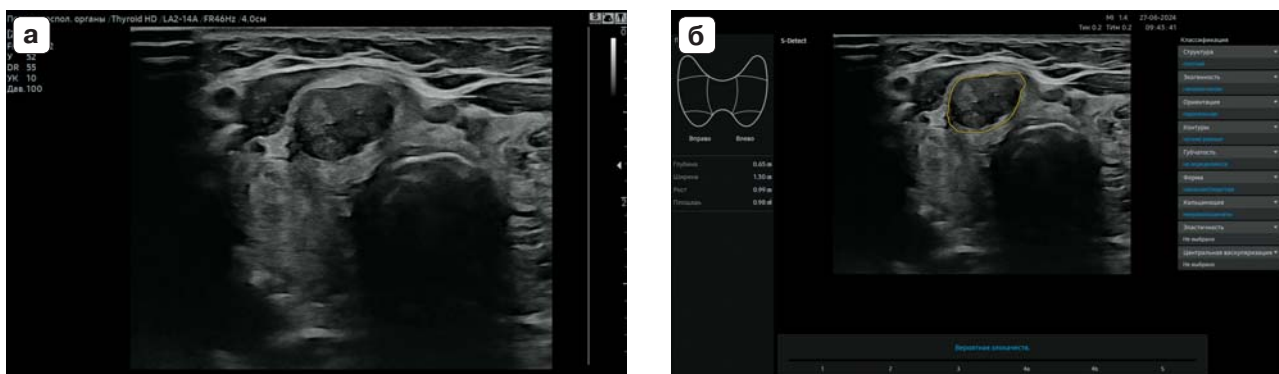


Рис. 16. Женщина, 73 года. Цитологическое исследование: дегенеративные изменения. Bethesda II. **а** – узел в области перешейка справа с участками значительно сниженной эхогенности. Наибольший диаметр 13 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 16. Female, 73 years old. Cytology: degenerative changes. Bethesda II. **a** – a nodule in the isthmus on the right with areas of marked hypoechogenicity. The largest diameter is 13 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probably malignant. S-Detect (High sensitivity): probably malignant. S-Detect (High specificity): probably benign.

Вместе с тем обнаружены достоверные отличия при оценке наличия в узлах макрокальцинатов: программа давала заключения о наличии макрокальцинатов значительно чаще, чем врач ($p < 0,05$). Также программа почти в 3 раза чаще врача дала заключение о наличии микрокальцинатов (5 и 2 узла соответственно), однако вероятно ввиду небольшого количества этих случаев различия оказались статистически незначимыми ($p > 0,05$).

Результаты оценки особенностей ультразвукового изображения злокачественных узлов ЩЖ (Bethesda V), сделанные программой S-Detect и врачом, представлены в табл. 7 и на рис. 17–28. Как видно из табл. 7, программа и врач почти одинаково расценивали структуру, ориентацию, наличие/отсутствие губчатости, а также форму злокачественных узлов ($p > 0,05$). В оценке наличия микрокальцинатов между программой и врачом также не обнаружено значимых отличий ($p > 0,05$). Вместе с тем при оценке эхогенности узлов различия между программой и врачом были существенны. Программа в 2 раза чаще расценивала узлы как гипер/изоэхогенные ($p < 0,05$). При этом программа не дала ни одного заключения о наличии выраженной гипоехогенности узлов, тогда как врач сделал такое заключение для 36,4% злокачественных узлов ($p < 0,05$). Также обнаруже-

на статистически достоверная разница в оценке характера контура узлов: программа чаще характеризовала контуры злокачественных узлов как ровные/четкие, а врач – как нечеткие ($p < 0,05$).

Для изучения диагностической точности программы S-Detect при оценке риска малигнизации узлов ЩЖ нами было проведено сравнение заключений о доброкачественности/злокачественности узлов, сделанных программой S-Detect (в трех различных настройках), и заключений, сделанных врачом на основании использования различных категорий EU-TI-RADS в качестве пороговых значений. Были использованы 3 пороговых значения EU-TI-RADS: EU-TI-RADS ≥ 3 , EU-TI-RADS ≥ 4 , EU-TI-RADS 5, на основании которых давалось предположение о вероятной злокачественности опухоли. Таким образом, мы сравнили между собой 6 критериев злокачественности – 3 программных и 3 врачебных.

Распределение положительных и отрицательных результатов исследования при оценке доброкачественности/злокачественности узлов ЩЖ, полученных врачом, использующим пороговые значения EU-TI-RADS, а также программой S-Detect, представлены в табл. 8. На основании этих данных рассчитаны показатели диагностической точности представленных критериев (табл. 9, рис. 29, 30, 31).

Таблица 7. Особенности ультразвукового изображения доброкачественных узлов щитовидной железы (Bethesda II), обнаруженные программой S-Detect и врачом, проводящим исследование**Table 7.** Ultrasound Features of malignant thyroid nodules (Bethesda V) detected by the S-Detect and the sonographer

Ультразвуковой признак Ultrasound imaging features		S-Detect		Врач / Doctor		p
		n	%	n	%	
Структура Structure	Солидная / Solid	6	54,5	7	63,6	>0,05
	Смешанная / Mixed	4	36,4	3	27,3	>0,05
	Смешанная, преимущественно солидная / Mixed, predominantly Cystic	1	9,1	1	9,1	>0,05
	Кистозная / Cystic	0	0,0	0	0,0	>0,05
Эхогенность Echogenicity	Гипер/изоэхогенная Hyper/isoechogetic	6	54,5	3	27,3	<0,05
	Гипоэхогенная / Нупоеchogenic	5	45,5	4	36,4	>0,05
	Выраженная гипоэхогенность / Marked hypoechogenicity	0	0,0	4	36,4	>0,05
Ориентация Orientation	Параллельная (горизонтальная) / Parallel (horizontal)	6	54,5	6	54,5	>0,05
	Непараллельная (вертикальная) / Non-parallel (vertical)	5	45,5	5	45,5	>0,05
Контур Contours	Четкие ровные / Clear smooth	9	81,8	7	63,6	<0,05
	Микродольчатая/со спикулами / Microlobed/spiculated	0	0,0	0	0,0	–
	Нечеткие / Indistinct	2	18,2	4	36,4	<0,05
Губчатость Spongy	Определяется / Defined	0	0	0	0	
	Не определяется / Not determined	11	100	11	100	>0,05
Форма Shape	Овальная/округлая / Oval/rounded	6	54,5	6	54,5	>0,05
	Неправильная / Irregular	5	45,5	5	45,5	>0,05
Кальцинаты Calcifications	Только макрокальцинаты / Macrocalcifications only	3	27,3	2	18,2	<0,05
	Только микрокальцинаты* / Microcalcifications only*	1	9,1	0	0,0	>0,05
	Макрокальцинаты + микрокальцинаты** / Macrocalcifications + microcalcifications**	5	45,5	6	54,5	>0,05
	Микрокальцинаты всего (*+**) / Total microcalcifications (*+**)	6	54,5	6	54,5	>0,05
	Нет кальцинов / No calcifications	2	18,2	3	27,3	<0,05



Рис. 17. Мужчина, 75 лет. Цитологическое исследование: подозрение на фолликулярный рак. Bethesda V. **а** – узел левой доли. Наибольший диаметр 34 мм. Гетерогенная структура узла. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность; **в** – S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 17. Male, 75 years old. Cytology: suspected follicular carcinoma. Bethesda V. **a** – a nodule in the left thyroid lobe. The largest diameter is 34 mm. Heterogeneous structure of the nodule. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High accuracy): probably benign; **в** – S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.

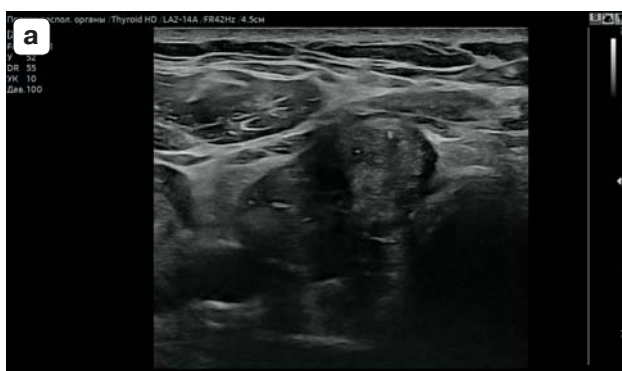


Рис. 18. Мужчина, 39 лет. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **а** – узел правой доли. Наибольший диаметр 25 мм. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 18. Male, 39 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – right lobe nodule. Greatest diameter 25 mm. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High accuracy): probable malignant. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.

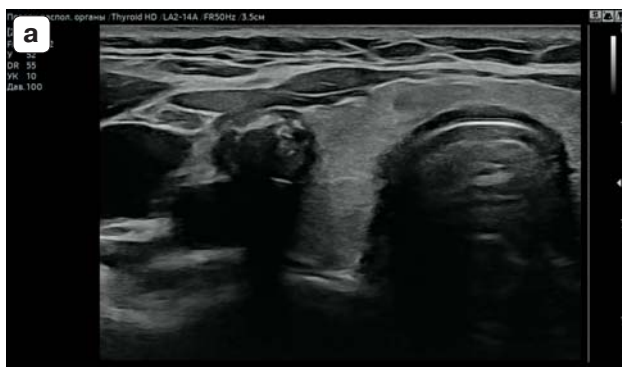


Рис. 19. Женщина, 62 года. Узел правой доли. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **а** – наибольший диаметр 12 мм. Неправильная форма. Гипозохогенность. Макрокальцинаты. Микрокальцинаты. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 19. Female, 62 years old. Right thyroid lobe nodule. Cytology: Suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – greatest diameter 12 mm. Irregular shape. Hypoechogenicity. Macrocalcifications. Microcalcifications. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.



Рис. 20. Женщина, 61 год. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. а – узел левой доли. Наибольший диаметр 22 мм. Неправильная форма. Гетерогенность. Макрокальцинаты. Микрокальцинаты. EU TI-RADS 5; б – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 20. Female, 61 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – left lobe nodule. Greatest dimension is 22 mm. Irregular shape. Heterogeneous structure. Macrocalcifications. Microcalcifications. EU TI-RADS 5; **6** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): Probable benign.

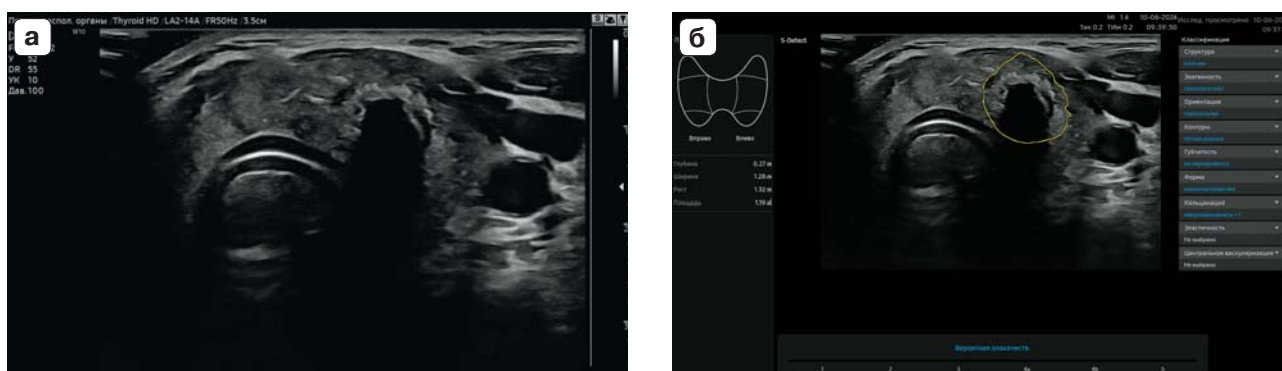


Рис. 21. Женщина, 51 год. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **а** – узел левой доли ближе к перешейку. Наибольший диаметр 16 мм. Неправильная форма. Переднезадний размер больше ширины. Макрокальцинаты. Микрокальцинаты. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 21. Female, 51 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – nodule in left thyroid lobe close to the isthmus. Greatest diameter is 16 mm. Irregular shape. Taller-than-wide shape. Macrocalcifications. Microcalcifications. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable benign.



Рис. 22. Женщина, 58 лет. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **а** – узел правой доли. Наибольший диаметр 12 мм. Неправильная форма. Переднезадний размер больше ширины. Гипоэхогенность. Макрокальцинаты. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 22. Female, 58 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – right lobe nodule. Largest diameter 12 mm. Irregular shape. Taller-than-wide shape. Hypoechogenicity. Macrocalcifications. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable benign.

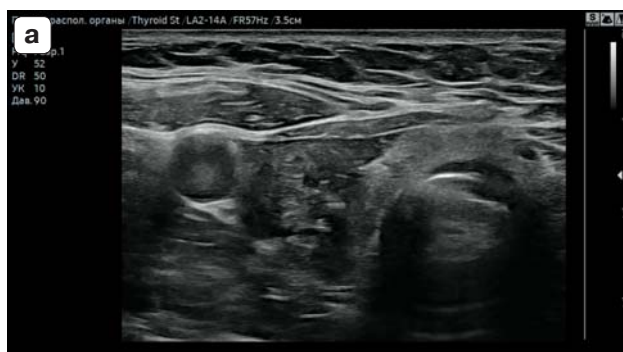


Рис. 23. Женщина, 53 года. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **a** – узел правой доли, выходит за пределы капсулы железы. Наибольший диаметр 17 мм. Неправильная форма. Переднезадний размер больше ширины. Гипоэхогенность. EU TI-RADS 5; **6** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 23. Female, 53 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – right lobe nodule, extends beyond the thyroid capsule. Largest diameter is 17 mm. Irregular shape. Taller-than-wide shape. Hypoechogenicity. EU TI-RADS 5; **6** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable benign.

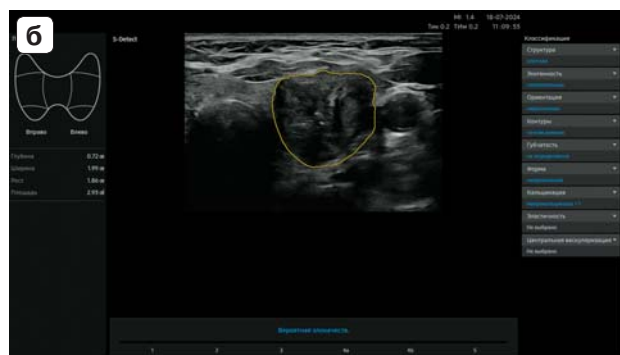
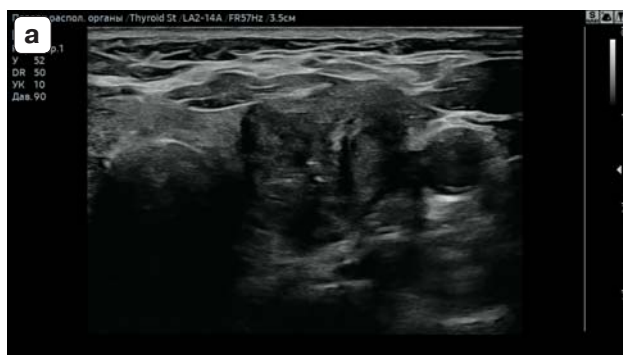


Рис. 24. Женщина, 66 лет. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **a** – узел левой доли, выходит за пределы капсулы. Наибольший диаметр 20 мм. Неправильная форма. Гипоэхогенное. Макрокальцинаты. Микрокальцинаты. EU TI-RADS 5; **6** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 24. Female, 66 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – left lobe nodule, extends beyond the capsule. Greatest diameter is 20 mm. Irregular shape. Hypoechoic. Macrocalcifications. Microcalcifications. EU TI-RADS 5; **6** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable benign.



Рис. 25. Женщина, 59 лет. Узел правой доли. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda 5. **а** – наибольший диаметр 23 мм. Изоэхогенное. Мелкие гипоэхогенные участки. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 25. Female, 59 years old. Right lobe nodule. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda 5. **a** – greatest diameter is 23 mm. Isoechoic. Small hypoechoic areas. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.



Рис. 26. Женщина, 59 лет. Узел правой доли. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda 5. **а** – наибольший диаметр 16 мм. Неправильная форма. Переднезадний размер больше ширины. Гипоэхогенность. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.

Fig. 26. Female, 59 years old. Right lobe nodule. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda 5. **a** – the greatest diameter is 16 mm. Irregular shape. Taller-than-wide shape. Hypoechoic. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High accuracy): probable malignant. S-Detect (High sensitivity): probable malignant. S-Detect (High specificity): probable benign.

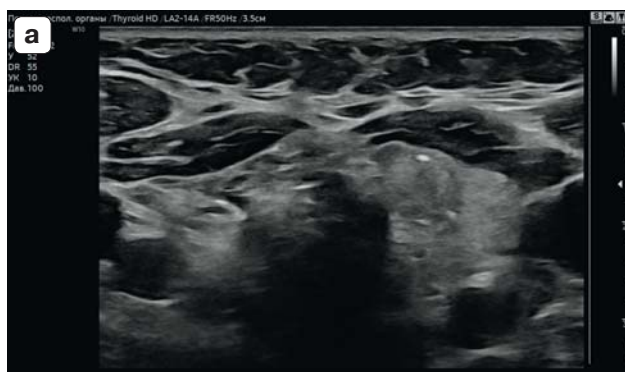


Рис. 27. Женщина, 62 года. Цитологическое исследование: подозрение на папиллярный рак. Bethesda V. **а** – узел левой доли ближе к перешейку. Наибольший диаметр 12 мм. Переднезадний размер больше ширины. Умеренно гипоехогенное. Макрокальцинаты. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная злокачественность.

Fig. 27. Female, 62 years old. Cytology: suspected papillary carcinoma. Bethesda V. **a** – nodule in left thyroid lobe close to the isthmus. The greatest diameter is 12 mm. Taller-than-wide shape. Marked hypoechogenicity. Macrocalcifications. EU TI-RADS 5; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable malignant. S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable malignant.

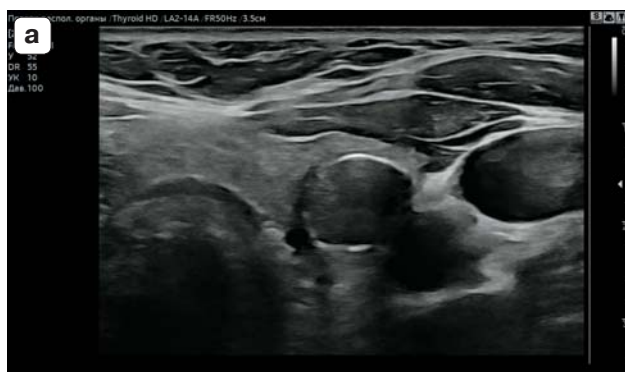


Рис. 28. Клинический случай, не включенный в настоящее исследование. Женщина, 62 года. Цитологическое исследование: подозрение на фолликулярную неоплазию. Bethesda IV. Гистологическое заключение после трепано-биопсии: медуллярный рак. **а** – узел левой доли с признаками массивного обызвествления по типу яичной скорлупы. Оценка внутренней структуры затруднена. Наибольший диаметр 12 мм. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (Высокая точность): вероятная доброкачественность. **в** – S-Detect (Высокая чувствительность): вероятная злокачественность. S-Detect (Высокая специфичность): вероятная доброкачественность.



Fig. 28. A clinical case, which was not included in this study. Female, 62 years old. Cytology: suspected follicular neoplasia. Bethesda IV. Histology after core biopsy: medullary carcinoma. **a** – Left lobe nodule with signs of eggshell type calcification. Assessment of the internal structure is difficult. The largest diameter is 12 mm. EU TI-RADS 4; **б** – S-Detect (High Accuracy): probable benign. **в** – S-Detect (High Sensitivity): probable malignant. S-Detect (High Specificity): probable benign.

Таблица 8. Распределение положительных и отрицательных результатов исследования при оценке доброкачественности/злокачественности узлов щитовидной железы, полученных врачом, использующим пороговые значения EU-TI-RADS, а также программой S-Detect

Table 8. Distribution of positive and negative test results in assessing the benignity/malignancy of thyroid nodules obtained by a doctor according to the EU-TIRADS and the S-Detect program

	ИП / TP	ЛО / FN	ИО / TN	ЛП / FP
S-Detect Точность / S-Detect Accuracy (1)	10	1	69	4
S-Detect Чувствительность / S-Detect Sensivity (2)	11	0	58	15
S-Detect Специфичность / S-Detect (3) Specificity	3	8	73	0
EU-TI-RADS 3+4+5 / EU-TI-RADS 3+4+5	11	0	0	73
EU-TI-RADS 4+5 / EU-TI-RADS 4+5	11	0	31	42
EU-TI-RADS 5 / EU-TI-RADS 5	9	2	67	6

Примечание. ИП – истинно положительный, ЛО – ложноотрицательный, ИО – истинно отрицательный, ЛП – ложноположительный.

Таблица 9. Показатели диагностической точности S-Detect, а также пороговых значений EU-TI-RADS при проспективной ультразвуковой диагностике очаговых образований щитовидной железы

Table 9. The diagnostic value of S-Detect and EU-TIRADS criteria in prospective ultrasound diagnosis of thyroid lesions

	Se	Sp	PPV	PNV	Ac	AUC
S-Detect Точность (1)	90,9	94,5	71,4	98,6	94,0	0,941
S-Detect Accuracy (1)						(0,839–1,000)
S-Detect Чувствительность (2)	100,0	79,5	42,3	100,0	82,1	0,897
S-Detect Sensivity (2)						(0,831–0,964)
S-Detect Специфичность (3)	27,3	100,0	100,0	90,1	90,5	0,636
S-Detect (3) Specificity						(0,433–0,839)
EU TI-RADS 3+4+5 (4)	100,0	0,0	13,1	0,0	13,1	0,725
						(0,412–0,847)
EU TI-RADS 4+5 (5)	100,0	42,5	20,8	100,0	50,0	0,854
						(0,567–0,912)
EU TI-RADS 5 (6)	81,8	93,2	64,3	97,1	91,7	0,934
						(0,852–1,000)
P _{1/2}	>0,05	0,007	>0,05	>0,05	0,018	0,018
P _{1/3}	0,004	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
P _{1/4}	>0,05	0,000001	0,0015	0,0002	0,0001	0,0001
P _{1/5}	>0,05	0,000002	0,024	>0,05	0,0001	0,0001
P _{1/6}	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
P _{2/3}	0,0005	0,0003	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
P _{2/4}	>0,05	0,000001	0,018	>0,05	0,00001	0,00001
P _{2/5}	>0,05	0,000002	>0,05	>0,05	0,00002	0,00002
P _{2/6}	>0,05	0,037	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
P _{3/4}	0,0005	0,000001	>0,05	>0,05	0,00001	0,00001
P _{3/5}	0,0005	0,000001	>0,05	>0,05	0,00001	0,00001
P _{3/6}	0,015	0,014	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
P _{4/5}	>0,05	0,00001	>0,05	>0,05	0,00001	0,00001
P _{4/6}	>0,05	0,00001	0,005	>0,05	0,00001	0,00001
P _{5/6}	>0,05	0,00001	0,051	>0,05	0,00001	0,00001

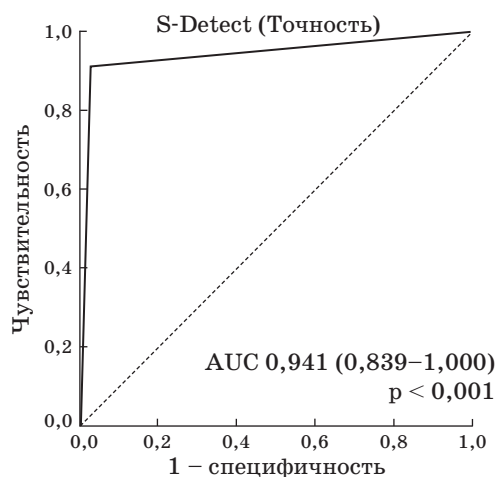


Рис. 29. AUC для S-Detect (Точность).

Fig. 29. AUC for S-Detect (Accuracy).

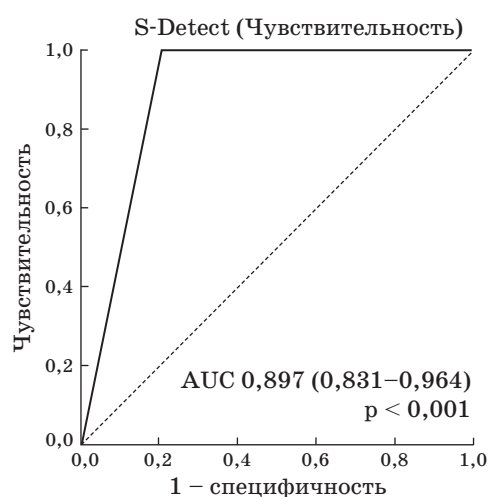


Рис. 30. AUC для S-Detect (Чувствительность).

Fig. 30. AUC for S-Detect (Sensitivity).

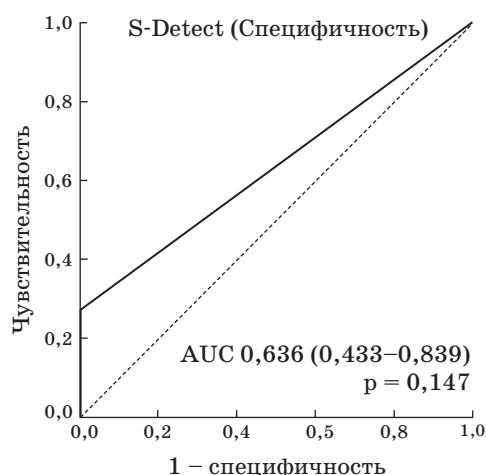


Рис. 31. AUC для S-Detect (Специфичность).

Fig. 31. AUC for S-Detect (Specificity).

Как видно из табл. 9, самые высокие показатели чувствительности оказались у трех критериев: S-Detect “Высокая чувствительность”, а также EU-TI-RADS ≥ 3 и ≥ 4 . При их использовании не был “пропущен” ни один случай Bethesda V. Чувствительность S-Detect “Высокая специфичность” оказалось самой низкой, проспективно были определены только 3 из 11 случаев рака. Вместе с тем эта настройка программы показала самую высокую специфичность, дав заключение о доброкачественности всем 73 узлам с Bethesda II. Высокую специфичность также продемонстрировали S-Detect “Высокая точность” и EU-TI-RADS 5. Прогностическая ценность положительного результата была наибольшей у S-Detect “Высокая специфичность”, а отрицательного – у S-Detect “Высокая чувствительность” и EU-TI-RADS ≥ 4 . Самую высокую точность и AUC при проспективной дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ продемонстрировали S-Detect “Высокая точность” и TI-RADS 5, при этом различия между этими двумя критериями были статистически незначимыми.

ОБСУЖДЕНИЕ

С методологической целью нами было принято решение представить и прокомментировать наиболее показательные ультразвуковые изображения доброкачественных узлов ЩЖ, а также всех злокачественных узлов. Изображения были распределены и сгруппированы в соответствии с заключениями S-Detect. При этом на каждом ультразвуковом изображении представлены количественные показатели результатов использования EU-TI-RADS и всех трех режимов настройки программы S-Detect. Особое внимание уделено разнице в интерпретации изображения узлов между врачом и программой.

Сначала рассмотрим несколько наиболее показательных клинических случаев доброкачественных узлов (Bethesda II), которые были расценены как доброкачественные всеми режимами настройки S-Detect. На рис. 4–6 изображения коллоидного зоба смешанной структуры с кистозным компонентом, а также губчатой структуры не вызвали сомнений в их доброкачественности

как у врача, так у всех режимов программы. На рис. 7 изображение узла с кистозными дегенеративными изменениями тоже позволило сделать уверенный вывод о доброкачественности как врачу, так и программе во всех режимах настройки. Следует отметить, что при оценке структуры всех этих узлов интерпретация особенностей их изображения врачом и программой была практически одинаковой. Вместе с тем эти образования имели признаки EU TI-RADS 4 и имели размеры ≥ 10 мм, следовательно, подлежали ТАБ.

На рис. 8 нечеткие контуры коллоидного узла расценены программой как микро-дольчатые, хотя во всех трех настройках и дано подтвердившееся цитологически заключение о доброкачественности.

На рис. 9 узел паренхиматозного зоба имел, на наш взгляд, все характерные признаки доброкачественности, за исключением вертикальной ориентации. Программа также отметила наличие вертикальной ориентации, что не помешало ей во всех трех режимах настройки не усомниться в доброкачественности узла, подтвержденной цитологически.

На рис. 10 паренхиматозный зоб с макрокальцинатом был соответственно классифицирован врачом как EU TI-RADS 4, тогда как программа во всех режимах настройки дала заключение о доброкачественности, подтвердившееся цитологически. В то же время парадоксальным образом программа “не заметила” макрокальцинат с акустической тенью, дав заключение об отсутствии кальцинатов. Как бы то ни было, в конечном счете программа дала трижды правильное заключение о доброкачественности узла. На рис. 11 программа не расценила точечные экзогенные включения в верхнем полюсе коллоидного узла как кальцинаты, хотя врач затруднился дать окончательное заключение об их наличии или отсутствии. Но в конечном счете программа опять-таки трижды дала правильное заключение о доброкачественности этого узла.

Таким образом в ряде случаев программа в итоге стратифицировала узлы как доброкачественные, хотя при этом давала заключения о наличии таких типичных для EU-TI-RADS 5 признаков, как вертикальная ориентация, микро-дольчатые контуры,

а также микрокальцинаты. Нам трудно объяснить такое парадоксальное поведение программы, хотя если следовать принципу “победителей не судят”, то для всех описанных выше узлов, несмотря на противоречивые промежуточные выводы, окончательное заключение S-Detect о доброкачественности оказалось верным.

Далее представлен анализ клинических случаев доброкачественных узлов (Bethesda II), которые, однако, были расценены программой S-Detect как злокачественные. На рис. 12 множественные, с нашей точки зрения, артефакты “хвост кометы” были интерпретированы программой как макро- и микрокальцинаты и соответственно в режиме “Высокая чувствительность” дано заключение о злокачественности. Вместе с тем 2 других режима настройки дали заключение о подтвердившемся цитологически доброкачественном процессе.

На рис. 13 коллоидный зоб, имеющий неровные контуры, смешанную структуру с участками пониженной эхогенности, был расценен врачом как злокачественный узел (EU TI-RADS 5). Сходное заключение сделано программой в режиме “Высокая чувствительность”, тогда как в двух других настройках дано заключение о доброкачественности, подтвердившееся цитологически. Следует отметить, что программа также отметила наличие в узле макро- и микрокальцинатов.

На рис. 14 большой паренхиматозный зоб, имеющий четкие, хотя неровные контуры, а также вертикальную ориентацию, был расценен программой как злокачественный в режиме “Высокая чувствительность”, но как доброкачественный в остальных режимах. Также программа отметила наличие в узле макро- и микрокальцинатов, хотя, на наш взгляд, их там нет.

На рис. 15 паренхиматозный зоб с дегенеративными изменениями и макрокальцинатом расценен программой как злокачественный в режиме “Высокая чувствительность”, но как доброкачественный в остальных режимах. Также программа отметила наличие в узле макро- и микрокальцинатов, хотя, на наш взгляд, микрокальцинатов в нем также не видно.

На рис. 16 узел с дегенеративными изменениями имел множественные участки значительно сниженной эхогенности, при этом

программа сделала заключение о просто пониженной эхогенности. Также программа сделала вывод о наличии макрокальцинатов, хотя на наш взгляд, эти не очень отчетливые точечные эхогенные включения скорее можно отнести к микрокальцинам, хотя, полной уверенности в этом у нас не было. Следует подчеркнуть, что программа сделала заключение о злокачественности узла в двух режимах настройки: “Высокая точность” и “Высокая чувствительность”.

Из всех злокачественных узлов, включенных в исследование, единственным узлом, расцененным программой как доброкачественный в режиме “Высокая точность”, оказался фолликулярный рак, имеющий гетерогенную структуру с множественными кистозными включениями неправильной формы. Этот же узел оказался единственным злокачественным узлом, получившим при оценке врачом категорию EU TI-RADS-4. Вместе с тем программа дала заключение о наличии в узле макро- и микрокальцинатов, хотя у врача такого впечатления не сложилось (рис. 17).

Почти все остальные злокачественные узлы были расценены как злокачественные программой S-Detect в двух режимах из трех – “Высокая точность” и “Высокая чувствительность” (рис. 18–26). При этом и программа, и врач расценили в качестве критериев злокачественности одни и те же признаки.

Единственным злокачественным узлом, расцененным как злокачественный программой S-Detect во всех трех режимах, оказался папиллярный рак, имевший вертикальную ориентацию и кальцинаты (рис. 27). При этом программа расценила их как макрокальцинаты, хотя у врача сложилось впечатление о наличии как макро-, так и микрокальцинатов.

С целью объективности хотим представить еще один клинический случай, не включенный нами в исследование, поскольку после ТАБ было получено цитологическое заключение Bethesda IV. Однако после трепанобиопсии узла было получено гистологическое заключение “медуллярный рак”. Программа расценила узел как злокачественный только в режиме “Высокая чувствительность”, а в остальных двух режимах как доброкачественный. Врач также

дал оценку EU-TI-RADS 4. Ультразвуковое изображение узла легко объясняет затруднения в интерпретации как со стороны врача, так и программы. У узла определяется полностью обызвествленная капсула типа яичной скорлупы с выраженным затуханием внутреннего эхосигнала, что и не дало возможность оценить внутреннюю структуру (рис. 28). Этот случай еще раз подчеркивает сложность диагностики медуллярного рака ЩЖ [9].

На основе представленных результатов исследования хорошо видно, что программа S-Detect “Высокая точность” смогла правильно интерпретировать большинство доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ. При этом в некоторых случаях имели место противоречия между программой и врачом в характеристике структуры и эхогенности узлов, а также в определении наличия макро- и микрокальцинатов. Вместе с тем при определении вероятной доброкачественности/злокачественности узла программа S-Detect “Высокая точность” продемонстрировала показатели диагностической точности, очень близкие к соответствующим показателям врача, использовавшего в качестве порогового значения EU TI-RADS 5.

Завершая обсуждение анализа оценки программой S-Detect доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ, нам хочется подчеркнуть, что при использовании S-Detect “Высокая точность” и TI-RADS 5 были правильно определены как доброкачественные соответственно 69 (94,5%) и 67 (91,8%) узлов Bethesda II. Очевидно, что ТАБ всех этих узлов была проведена обоснованно, поскольку делалась в соответствии с действующими клиническими рекомендациями [9]. Вместе с тем мы хотели бы высказать предположение, что если бы показания к ТАБ определялись на основе критериев доброкачественности/злокачественности, используемых в нашем исследовании, это, возможно, позволило бы избежать излишних инвазивных диагностических вмешательств.

Хотим обратить особое внимание на опубликованный в 2022 г. проект клинических рекомендаций по диагностике и лечению дифференцированного рака ЩЖ у взрослых пациентов, в котором показания к проведению ТАБ значительно отличаются от показаний в действующих клинических ре-

комендациях. Так, авторами рекомендуется проводить ТАБ в следующих случаях: узловые образования ЩЖ EU-TI-RADS 3 $\geq 2,0$ см в диаметре; узловые образования ЩЖ EU-TI-RADS 4 $\geq 1,5$ см в диаметре; узловые образования ЩЖ EU-TI-RADS 5 $\geq 1,0$ см в диаметре; узловые образования ЩЖ EU-TI-RADS 5 или других категорий EU-TI-RADS < 1 см при наличии ряда клинико-лабораторных факторов [20]. Очевидно, что если этот проект будет реализован в качестве актуальных клинических рекомендаций, количество необоснованных инвазивных вмешательств существенно уменьшится.

Таким образом, по нашему мнению, программа на основе использования искусственного интеллекта S-Detect может стать подспорьем для врача ультразвуковой диагностики при интерпретации изображений и, соответственно, поможет ускорить диагностический процесс. Более того, мы полагаем, что врачу, не имеющему большого опыта работы, программа S-Detect может помочь при затруднениях в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных узлов ЩЖ.

Но при этом с учетом представленных клинических случаев мы уверены, что в ряде сложных диагностических ситуаций программа на основе искусственного интеллекта в настоящее время не может заменить интеллект, эрудицию и опыт врача. К тому же опыт применения S-Detect показал, что опыт врача, использующего программу, также имеет значение, поскольку в конечном счете именно человек делает выбор, какой конкретно ультразвуковой срез очагового образования выбрать для дальнейшего анализа с использованием искусственного интеллекта.

ВЫВОДЫ

1. Использование программы S-Detect на основе искусственного интеллекта позволяет проводить дифференциальную диагностику доброкачественных и злокачественных узлов щитовидной железы с чувствительностью 90,9%, специфичностью 94,5%, прогностической ценностью положительного и отрицательного результатов 71,4 и 98,6%, точностью 94%, AUC 0,941.

2. Из существующих настроек программы лучшие, на наш взгляд, результаты демонстрирует режим S-Detect “Высокая точность”, который мы и рекомендуем к практическому использованию.

3. В некоторых случаях имели место противоречия между программой и врачом в характеристике структуры и экзогенности узлов, а также в определении наличия макро- и микрокальцинатов.

4. При определении вероятной доброкачественности/злокачественности узла программа S-Detect “Высокая точность” продемонстрировала показатели диагностической точности, очень близкие к соответствующим показателям врача, использовавшего в качестве порогового значения EU TI-RADS 5.

5. С нашей точки зрения, использование критериев доброкачественности/злокачественности программы S-Detect в качестве показаний к пункционной аспирационной биопсии позволило бы уменьшить количество излишних инвазивных диагностических вмешательств у пациентов с узлами щитовидной железы, получившими категорию EU TI-RADS 3–5.

6. Однако программа S-Detect на основе искусственного интеллекта в настоящее время не может полностью заменить интеллект, эрудицию и опыт врача.

Благодарности

Авторы выражают глубокую благодарность доценту кафедры внутренних, профессиональных болезней и ревматологии Первого МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), канд. мед. наук Н.М. Буланову за помощь в статистической обработке результатов настоящего исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Wolinski K, Stangierski A, Ruchala M. Comparison of diagnostic yield of core-needle and fine-needle aspiration biopsies of thyroid lesions: Systematic review and meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2017; 27 (1): 431–436. <http://doi.org/10.1007/s00330-016-4356-9>
2. Mittendorf E.A., Tamarkin S.W., McHenry C.R. The results of ultrasound-guided fine-needle aspiration biopsy for evaluation of nodular thyroid disease. *Surgery.* 2002; 132 (4): 648–653; discussion 653–654. <http://doi.org/10.1067/msy.2002.127549>

3. Mainini A.P., Monaco C., Pescatori L.C. et al. Image-guided thermal ablation of benign thyroid nodules. *J. Ultrasound*. 2016; 20 (1): 11–22. <http://doi.org/10.1007/s40477-016-0221-6>
4. Фисенко Е.П., Сыч Ю.П., Захарова С.М. Стратификация ультразвуковых признаков узловых образований щитовидной железы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2016; 4: 18–25. Fisenko E.P., Sych Yu.P., Zakharova S.M. Stratification of ultrasound signs of nodular formations of the thyroid gland. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2016; 4: 18–25. (In Russian)
5. Russ G., Bonnema S.J., Erdogan M.F. et al. European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS. *Eur. Thyroid J*. 2017; 6 (5): 225–237. <http://doi.org/10.1159/000478927>
6. Tessler F.N., Middleton W.D., Grant E.G., Hoang J.K. Re: ACR Thyroid Imaging, Reporting and Data System (TI-RADS): White Paper of the ACR TI-RADS Committee. *J. Am. Coll. Radiol*. 2018; 15 (3 Pt A): 381–382. <http://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.12.035>
7. Haugen B.R., Alexander E.K., Bible K.C. et al. 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: The American Thyroid Association Guidelines Task Force on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer. *Thyroid*. 2016; 26 (1): 1–133. <http://doi.org/10.1089/thy.2015.0020>
8. Ha E.J., Chung S.R., Na D.G. et al. 2021 Korean Thyroid Imaging Reporting and Data System and Imaging-Based Management of Thyroid Nodules: Korean Society of Thyroid Radiology Consensus Statement and Recommendations. *Korean J. Radiol*. 2021; 22 (12): 2094–2123. <http://doi.org/10.3348/kjr.2021.0713>
9. Клинические рекомендации. Дифференцированный рак щитовидной железы. Разработчик: Ассоциация онкологов России. Одобрено Научно-практическим советом Минздрава РФ. М., 2020. https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/differencirovanny_rak_shchitovidnoy_zhelezy.pdf?ysclid=m3fny89h4e819507340 Clinical guidelines. Differentiated thyroid cancer. Association of Oncologists of Russia. Approved by the Scientific and Practical Council of the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2020. https://www.endocrincentr.ru/sites/default/files/specialists/science/clinic-recomendations/differencirovanny_rak_shchitovidnoy_zhelezy.pdf?ysclid=m3fny89h4e819507340 (In Russian)
10. Chang Y., Paul A.K., Kim N. et al. Computer-aided diagnosis for classifying benign versus malignant thyroid nodules based on ultrasound images: A comparison with radiologist-based assessments. *Med. Phys*. 2016; 43 (1): 554. <http://doi.org/10.1118/1.4939060>
11. Gitto S., Grassi G., De Angelis C. et al. A computer-aided diagnosis system for the assessment and characterization of low-to-high suspicion thyroid nodules on ultrasound. *Radiol. Med*. 2019; 124 (2): 118–125. <http://doi.org/10.1007/s11547-018-0942-z>
12. Kim H.L., Ha E.J., Han M. Real-World Performance of Computer-Aided Diagnosis System for Thyroid Nodules Using Ultrasonography. *Ultrasound Med. Biol*. 2019; 45 (10): 2672–2678. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2019.05.032>
13. Wei Q., Zeng S.E., Wang L.P. et al. The value of S-Detect in improving the diagnostic performance of radiologists for the differential diagnosis of thyroid nodules. *Med. Ultrason*. 2020; 22 (4): 415–423. <http://doi.org/10.11152/mu-2501>
14. Barczyński M., Stopa-Barczyńska M., Wojtczak B. et al. Clinical validation of S-DetectTM mode in semi-automated ultrasound classification of thyroid lesions in surgical office. *Gland. Surg*. 2020; 9 (Suppl. 2): S77–S85. <http://doi.org/10.21037/gs.2019.12.23>
15. Han M., Ha E.J., Park J.H. Computer-Aided Diagnostic System for Thyroid Nodules on Ultrasonography: Diagnostic Performance Based on the Thyroid Imaging Reporting and Data System Classification and Dichotomous Outcomes. *Am. J. Neuroradiol*. 2021; 42 (3): 559–565. <http://doi.org/10.3174/ajnr.A6922>
16. Zhong L., Wang C. Diagnostic accuracy of S-Detect in distinguishing benign and malignant thyroid nodules: A meta-analysis. *PLoS One*. 2022; 17 (8): e0272149. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0272149>
17. Li Y., Liu Y., Xiao J. et al. Clinical value of artificial intelligence in thyroid ultrasound: a prospective study from the real world. *Eur. Radiol*. 2023; 33 (7): 4513–4523. <http://doi.org/10.1007/s00330-022-09378-y>
18. Cong P., Wang X.M., Zhang Y.F. Comparison of artificial intelligence, elastic imaging, and the thyroid imaging reporting and data system in the differential diagnosis of suspicious nodules. *Quant. Imaging Med. Surg*. 2024; 14 (1): 711–721. <http://doi.org/10.21037/qims-23-788>
19. Ali S.Z., Baloch Z.W., Cochand-Priollet B. et al. The 2023 Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. *Thyroid*. 2023; 33 (9): 1039–1044. <http://doi.org/10.1089/thy.2023.0141>
20. 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., Владимирова 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>

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)

Practical use of S-Detect Thyroid artificial intelligence-based program for automatic detection and characterization of thyroid nodules

M.N. Bulanov^{1,2}, O.I. Verkhovskaya¹*

¹ *Regional Clinical Hospital; 21, Sudogodskoye shosse, Vladimir 600023, Russian Federation*

² *Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; 41, Bolshaya St. Petersburgskaya str., Veliky Novgorod 173003, Russian Federation*

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>

Olga I. Verkhovskaya – Doctor of Ultrasound Diagnostics Department, Regional Clinical Hospital, Vladimir. <https://orcid.org/0009-0007-5595-226X>

Correspondence* to Dr. Mikhail N. Bulanov – e-mail: doctorbulanov@gmail.com

In order to assess the practical efficacy of the S-Detect Thyroid artificial intelligence-based program for automatic detection and analysis of thyroid lesions, the prospective assessment of 84 focal thyroid lesions was carried out. The risk of malignancy was stratified according to the EU-TIRADS at the same time. A fine-needle aspiration biopsy was performed for all detected nodules of EU-TIRADS 3–5 category and a diameter ≥ 10 mm. Cytological examination was performed using the Bethesda classification. According to the cytology data, all patients were divided into two groups: 73 patients with benign thyroid nodules (Bethesda II) and 11 patients with malignant nodules (Bethesda V). Patients with “uncertain” Bethesda categories “I”, “III”, and “IV” were excluded from the study. The results of the study showed that the use of the S-Detect program based on artificial intelligence allows for differential diagnostics of benign (Bethesda II) and malignant (Bethesda V) thyroid nodules with a sensitivity of 90.9%, specificity of 94.5%, positive and negative predictive value of 71.4% and 98.6%, accuracy of 94%, and AUC 0.941. In our opinion, the best results of all program settings show the S-Detect “High Accuracy” mode, which we recommend for practical use. In some cases, there was disagreement between the S-Detect and the doctor’s opinion in characterizing the nodule structure and echogenicity, as well as in determining the presence of macro- and microcalcifications. In our opinion, the use of the S-Detect benign/malignant criteria as indications for needle aspiration biopsy would avoid obviously unnecessary diagnostic interventions in some patients with thyroid nodules classified as EU TIRADS 3–5. However, the S-Detect artificial intelligence program cannot currently fully replace the doctor’s intellect, erudition, and experience.

Keywords: ultrasound; thyroid; EU TI-RADS; Artificial intelligence; S-Detect

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Bulanov M.N., Verkhovskaya O.I. Practical use of S-Detect Thyroid artificial intelligence-based program for automatic detection and characterization of thyroid nodules. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 9–40. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-289> (In Russian)

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-285>

Динамический ультразвуковой контроль во втором периоде родов

А.В. Михайлов^{1, 2, 3, 4*}, А.А. Чернов¹, В.В. Шман^{1, 2},А.Н. Максименко¹, А.Б. Ескараева⁵

¹ СПб ГБУЗ “Родильный дом №17”; 192131 Санкт-Петербург,
ул. Леснозаводская, д. 4/1, Российская Федерация

² ФГБНУ “НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта”;
199034 Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО “Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский
университет имени академика И.П. Павлова” Минздрава России;
197022 Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВО “Северо-Западный государственный медицинский университет
имени И.И. Мечникова” Минздрава России; 195067 Санкт-Петербург,
Пискаревский пр., д. 47, Российская Федерация

⁵ Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави;
161200 Туркестан, ул. Саттарханова, 1/ 29, Республика Казахстан

Цель исследования: установить ультразвуковые характеристики динамики продвижения головки плода по родовому каналу при неосложненном течении второго периода родов в переднем и заднем виде затылочного предлежания.

Материал и методы. В проспективное исследование вошло 198 рожениц, у 180 произошли самопроизвольные роды без применения родостимуляции или оперативных методов. 18 рожениц были исключены из исследования ввиду применения родостимуляции или оперативного родоразрешения. Средние показатели составили для срока беременности 39 3/7 нед, массы тела новорожденных – 3394 г, их оценка по шкале Апгар на 5-й минуте 8 баллов и более. Всем пациенткам во втором периоде родов каждый час проводилось трансперинеальное ультразвуковое исследование с определением угла прогрессии (УП) и дельты угла прогрессии (ДУП). На основании величин УП составлены группы: 1-я – УП менее 120°, что соответствует расположению головки плода на параллельной плоскости –1–2 см; 2-я – УП 120–144°, параллельная плоскость 0–+2; 3-я – 145–170°,

Михайлов Антон Валерьевич – доктор мед. наук, профессор, главный врач СПб ГБУЗ “Родильный дом №17”; главный научный сотрудник ФГБНУ “НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта”; профессор кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии ПСПбГМУ имени академика И.П. Павлова Минздрава России; профессор кафедры акушерства, гинекологии и репродуктологии ФГБОУ ВО “СЗГМУ имени И.И. Мечникова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-0343-8820>. E-mail: mav080960@gmail.com

Чернов Андрей Александрович – врач акушер-гинеколог, врач ультразвуковой диагностики СПб ГБУЗ “Родильный дом №17”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0006-1116-861X>

Шман Вера Валерьевна – заведующая родильным отделением СПб ГБУЗ “Родильный дом №17”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0000-6312-8667>

Максименко Алексей Николаевич – заведующий акушерским физиологическим отделением СПб ГБУЗ “Родильный дом №17”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0001-0682-0208>

Ескараева Асселия Боранбаевна – врач акушер-гинеколог Международного казахско-турецкого университета имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан. <https://orcid.org/0000-0002-5439-2236>

Контактная информация*: Михайлов Антон Валерьевич – e-mail: mav080960@gmail.com

параллельная плоскость от +2 до +5 см, 4-я – УП более 170°, параллельная плоскость >+5 см. Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программ IBM SPSS Statistics 27, достоверность различий между группами подтверждалась Long Rank-тестом ($p < 0,001$) и критерием Краскела–Уоллиса ($p < 0,005$).

Результаты. При родах в переднем виде затылочного вставления в 1-й группе время до рождения плода составило 177 (177–250) мин, во 2-й – 100 (35–240) мин, в 3-й – 75 (30–170) мин, в 4-й – 35 (15–75) мин. ΔУП в группах не различалась и составила $16,6 \pm 8,5^\circ$ (10,1–27,1°). При родах в заднем виде в 1-й группе ни у одной пациентки при УП <120° самопроизвольных родов не было, во 2-й группе время до рождения составило 110 (45–240) мин, в 3-й группе – 75 (110–170) мин, в 4-й – 65 (18–110) мин. ΔУП составила $12,5 \pm 8,5^\circ$ (11–15,6°).

Заключение. Таким образом, динамический ультразвуковой контроль позволяет получать объективные критерии течения второго периода неосложненных родов, улучшить качество и достоверность получаемой информации, что предоставляет возможность исключить необоснованные вмешательства, уменьшить количество влагалищных исследований в родах, положительно влиять на перинатальные исходы, снизить риск гнойно-септических осложнений у матери и повысить чувство удовлетворенности в родах.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование в родах; второй период родов; угол прогрессии; дельта угла прогрессии; ультразвуковые параметры родов

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Михайлов А.В., Чернов А.А., Шман В.В., Максименко А.Н., Ескараева А.Б. Динамический ультразвуковой контроль во втором периоде родов. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 41–52. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-285>

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время влагалищное исследование во втором периоде родов остается основным методом оценки расположения головки плода в полости таза и динамики ее продвижения по родовому каналу.

Работы последних лет показали, что частота ошибок при определении уровня расположения головки плода в полости малого таза и оценки темпа ее продвижения по родовому каналу на основании данных влагалищного осмотра может превышать 30%, при этом частота таких ошибок не зависит от опыта конкретного врача, ведущего роды. Высокая степень субъективности в оценке расположения головки плода негативно влияет на обоснованность определения тактики ведения второго периода родов и при возникновении показаний на выбор оптимального времени и метода оперативного родоразрешения, что, в свою очередь, может приводить к неблагоприятным перинатальным исходам [1].

В последние годы показана возможность применения ультразвукового исследования (УЗИ) как в целях визуализации членора-

сположения плода в полости матки в первом периоде родов, так и в определении при головном предлежании положения его головки в полости таза матери, что открывает возможность как объективной оценки целого ряда ультразвуковых параметров при нормальном течении второго периода родов, так и при возникновении клинических осложнений его течения в целях выбора наиболее эффективного и безопасного метода оперативного родоразрешения [2–4].

Применение данных УЗИ во втором периоде родов позволяет прогнозировать успешность родоразрешения через естественные родовые пути [5–9], а динамическая регистрация ультразвуковых параметров продвижения головки плода по родовому каналу во втором периоде родов дает возможность графического изображения этой динамики в виде сонопартограммы [10, 11].

На сегодняшний день УЗИ в родах не является обязательным методом контроля за течением родового процесса, хотя возможность ведения второго периода родов с использованием ультразвукового контро-

ля предусмотрена в комментариях действующих клинических рекомендаций “Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение в затылочном предлежании (нормальные роды)” 2021 г. [12]. Кроме того, в клинических рекомендациях “Оперативные влагалищные роды” отмечено, что использование объективных ультразвуковых показателей во втором периоде родов, таких как расстояние от промежности до головки плода, угол прогрессии, дельта угла прогрессии, позволяет определить наличие условий для оперативного влагалищного родоразрешения [13]. Как в зарубежных, так и в отечественных источниках литературы результаты УЗИ в родах для определения нормальной продолжительности второго периода родов и характера изменений ультразвуковых показателей при развитии слабости родовой деятельности во втором периоде родов представлены недостаточно. Отсутствие ультразвуковых критериев нормального темпа продвижения головки плода по родовому каналу не позволяет объективизировать диагностику развития слабости родовой деятельности и оценить эффективность медикаментозной коррекции последней [14–18].

Цель исследования: установление ультразвуковых характеристик динамики продвижения головки плода по родовому каналу и продолжительности второго периода при неосложненном течении родов в переднем и заднем видах затылочного предлежания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено проспективное исследование, в которое вошло 198 рожениц.

Критериями включения в исследование являлись:

- многоплодная беременность;
- головное предлежание плода;
- доношенный срок беременности;
- достижение второго периода родов;
- отсутствие слабости родовой деятельности на момент регистрации второго периода родов;
- информированное согласие женщины на ведение родов через естественные родовые пути с использованием ультразвукового контроля за продвижением головки плода.

Критерии невключения в исследование:

- многоплодная беременность;
- тазовое предлежание плода;
- преждевременные роды;
- слабость родовой деятельности в первом периоде родов.

Критериями исключения из исследования являлись:

- развитие слабости родовой деятельности во втором периоде родов, потребовавшей медикаментозной коррекции и/или оперативного родоразрешения;
- оперативные влагалищные или абдоминальные роды вне зависимости от показаний к ним.

У 180 из 198 пациенток произошли самопроизвольные роды без применения родостимуляции и/или оперативных методов родоразрешения. 18 рожениц были исключены из исследования ввиду применения во втором периоде родов родостимуляции, у 14 пациенток и/или оперативного родоразрешения путем вакуум-экстракции либо кесарева сечения у 5 и 4 соответственно. Среди вошедших в исследование пациенток 120 рожениц были первородящими, 60 – повторнородящими. Средний возраст рожениц составил 31 (19–41) год. Средний срок беременности на момент родов равнялся 39 3/7 (37 0/7–41 6/7) нед, средняя масса тела новорожденных составила 3394 (2600–4310) г. Все дети родились в удовлетворительном состоянии с оценкой по шкале Апгар на 5-й минуте 8 баллов и более и не требовали респираторной поддержки или других методов интенсивной терапии и реанимации в родильном зале.

Всем пациенткам, включенным в исследование, с момента регистрации полного раскрытия шейки матки каждый час вплоть до родоразрешения выполняли трансперинеальное ультразвуковое исследование с использованием конвексного датчика 3,5–5,5 МГц. Этим пациенткам в зависимости от продолжительности второго периода родов было проведено от 1 до 5 УЗИ. Исследование проводили при нахождении пациентки в положении литотомии с согнутыми в коленных и тазобедренных суставах и разведенными ногами, как при проведении стандартного влагалищного осмотра.

Ультразвуковой датчик при исследовании располагали на промежности в сагиттальной плоскости, при этом достигалась визуализация лонного сочленения и кост-

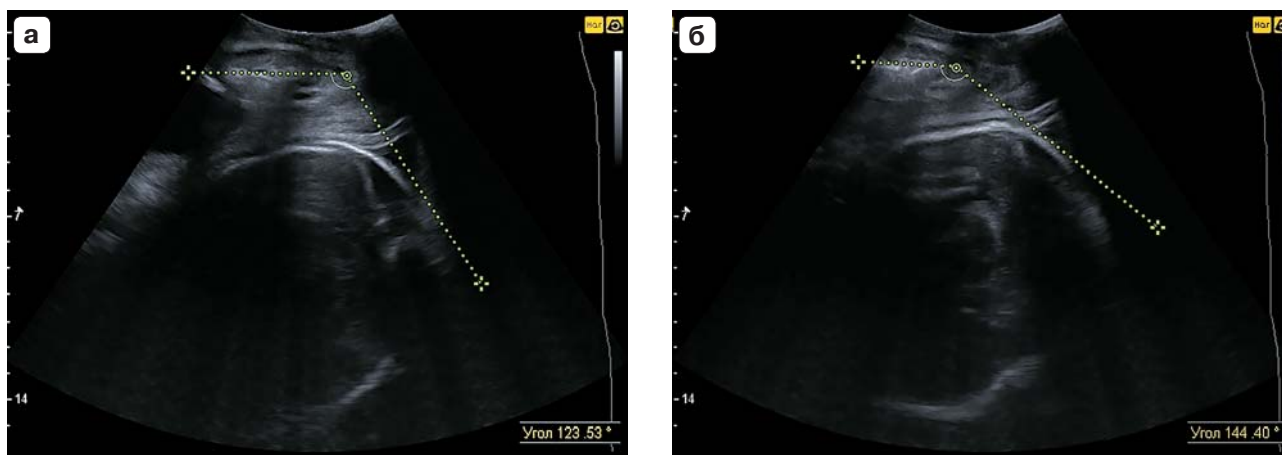


Рис. 1. Угол прогрессии вне схватки (а) и на пике схватки (б).
Fig. 1. Angle of progression outside the bout (a) and at the peak of the bout (б).

ных структур головки плода таким образом, чтобы ось симфиза на эхографическом изображении находилась в горизонтальной плоскости, и одновременно визуализировались костные структуры свода черепа плода (рис. 1а).

Для определения положения головки плода в полости таза и оценки ее продвижения по родовому каналу в настоящее время предложен ряд различных ультразвуковых критериев. Из них, с нашей точки зрения, наиболее информативными, воспроизводимыми и имеющими наибольшее прогностическое значение для определения исхода родов являются угол прогрессии (УП) и дельта угла прогрессии (ДУП) [5, 15, 19].

Величину УП определяли как значение угла между линией, проведенной через ось гиперэхогенного ядра симфиза, и линией, проведенной от нижнего края гипоехогенной передней связки симфиза, по касательной к наружному контуру нижнего полюса костных структур головки плода (рис. 1) [5].

Величину ДУП определяли как разность между величинами УП при последовательных измерениях вне схватки и на пике схватки независимо от уровня расположения головки по отношению к интерспинальной плоскости.

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием программы IBM SPSS Statistics 27. При анализе был применен метод построения кривых Каплана–Мейера для каждой из исследованных групп пациенток с исполь-

зованием Long Rank-теста для проверки достоверности различий между группами. Исходя из того, что данные в группах не имели нормального распределения, также был использован непараметрический критерий для сравнения нескольких групп – критерий Краскела–Уоллиса с поправкой Бонферрони для множественных сравнений.

Достоверность различий между группами считали достигнутой при $p < 0,005$ при использовании критерия Краскела–Уоллиса и $p < 0,001$ при использовании Long Rank-теста.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У 135 пациенток в начале второго периода родов плод находился в переднем виде затылочного предлежания, а у 45 пациенток – в заднем виде затылочного предлежания.

В зависимости от величины УП при диагностировании второго периода родов как при переднем, так и при заднем виде затылочного предлежания все пациентки были разделены на 4 группы по величине УП на момент исследования: 1-я группа – величина УП менее 120° , что соответствует расположению нижнего полюса головки плода на 1 см и выше интерспинальной плоскости, 2-я группа – $120\text{--}144^\circ$, соответствует положению головки на уровне или до 2 см ниже интерспинальной плоскости, 3-я группа – $145\text{--}170^\circ$, соответствует положению головки от 2 до 5 см ниже интерспинальной пло-

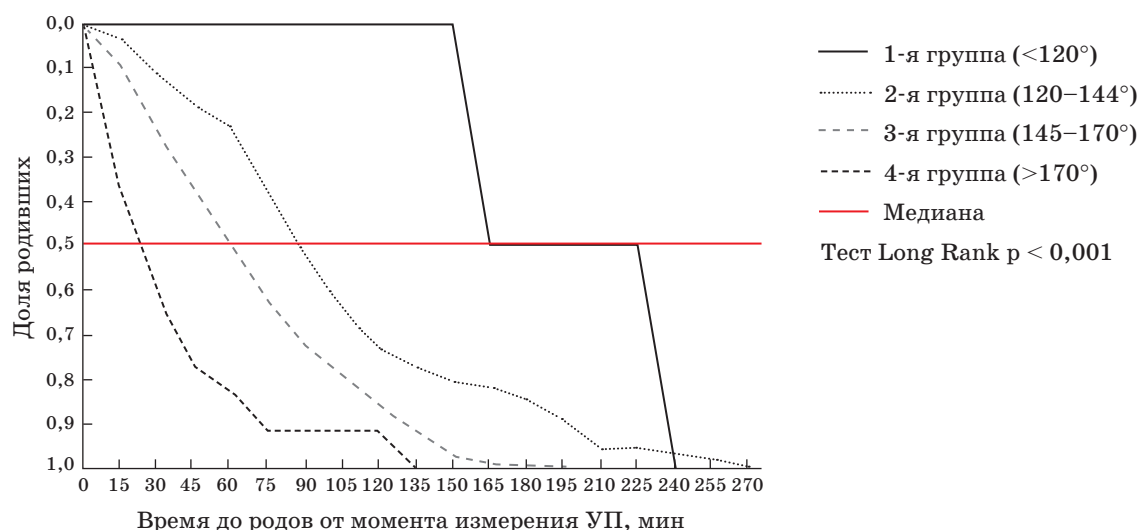


Рис. 2. Зависимость времени (мин) до родоразрешения от величины УП при самопроизвольных родах в переднем виде затылочного предлежания – график Каплана–Мейера.

Fig. 2. Dependence of the time (min) before delivery on AoP in spontaneous labor in occiput anterior position – Kaplan–Meier curves.

скости, 4-я группа – УП более 170°, соответствует положению головки плода на 5 см и ниже уровня интерспинальной плоскости.

Зависимость времени до родоразрешения от величины УП при переднем виде затылочного предлежания представлена на графике в виде кривых, построенных на основании полученных результатов с использованием метода Каплана–Мейера.

Установлены достоверные различия интервалов времени до родоразрешения в зависимости от величины УП (рис. 2).

При самопроизвольных родах в переднем виде затылочного предлежания в 1-й группе медиана времени до рождения плода составила 177 (177–250) мин, во 2-й – 100 (35–240) мин, в 3-й – 75 (30–170) мин, в 4-й – 35 (15–75) мин (табл. 1).

Таблица 1. Время до родоразрешения (мин) в зависимости от величины УП при неосложненных родах в переднем виде затылочного предлежания

Table 1. Time to delivery depending on the AoP in spontaneous labor in the occiput anterior position

Группа	УП	Перцентили, мин					p
		90%	75%	50% медиана времени до родов	25%	10%	
1-я	<120°	178	177	177	250	250	<0,005
2-я	120–144°	35	77	100	147	240	<0,005
3-я	145–170°	30	45	75	110	170	<0,005
4-я	>170°	15	25	35	60	75	<0,005

Примечание. p – достоверность различий между группами 1, 2, 3, 4 ($p < 0,005$).

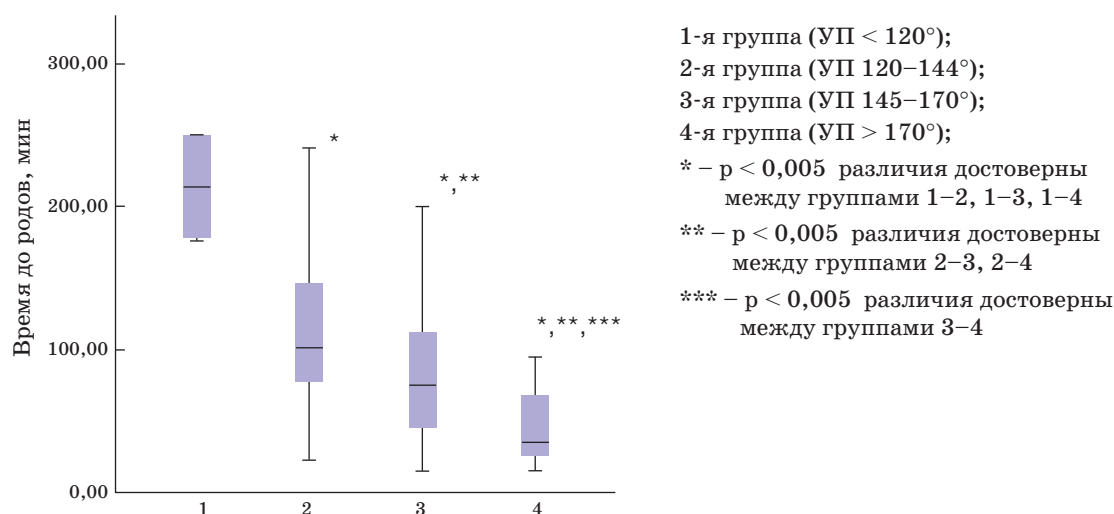


Рис. 3. Время до родов в зависимости от величины УП при неосложненных родах в переднем виде затылочного предлежания.

Fig. 3. Time to delivery depending on the AoP in uncomplicated labor in the occiput anterior position.

Достоверность различий значений времени до родов между группами подтверждена с использованием непараметрического критерия Краскела–Уолиса с поправкой Бонферрони для множественных сравнений ($p < 0,005$) (рис. 3).

Величины медиан Δ УП во втором периоде родов при переднем виде затылочного предлежания, свидетельствующих о “маят-

никообразном” продвижении головки плода на всем протяжении второго периода родов, составили $16,6 \pm 8,5$ ($10,1-27,1^\circ$) и не имели статистически значимых различий в группах сравнения (табл. 2).

Зависимость времени до родоразрешения от величины УП при заднем виде затылочного предлежания представлена на графике в виде кривых, построенных на осно-

Таблица 2. Величина Δ УП в группах сравнения во втором периоде родов в переднем виде затылочного предлежания

Table 2. Δ AoP in the groups of comparison in the second stage of labor in the occiput anterior position

Группа	Δ УП	Перцентили, °			p
		25%	50% медиана	75%	
1-я	Менее 120°	14,5	16	18,75	>0,05
2-я	120–144°	11	16	27	>0,05
3-я	145–170°	14	20	27,5	>0,05
4-я	Более 170°	14,5	16	22	>0,05

Примечание. Различия величин Δ УП между группами 1, 2, 3, 4 недостоверны ($p > 0,05$).

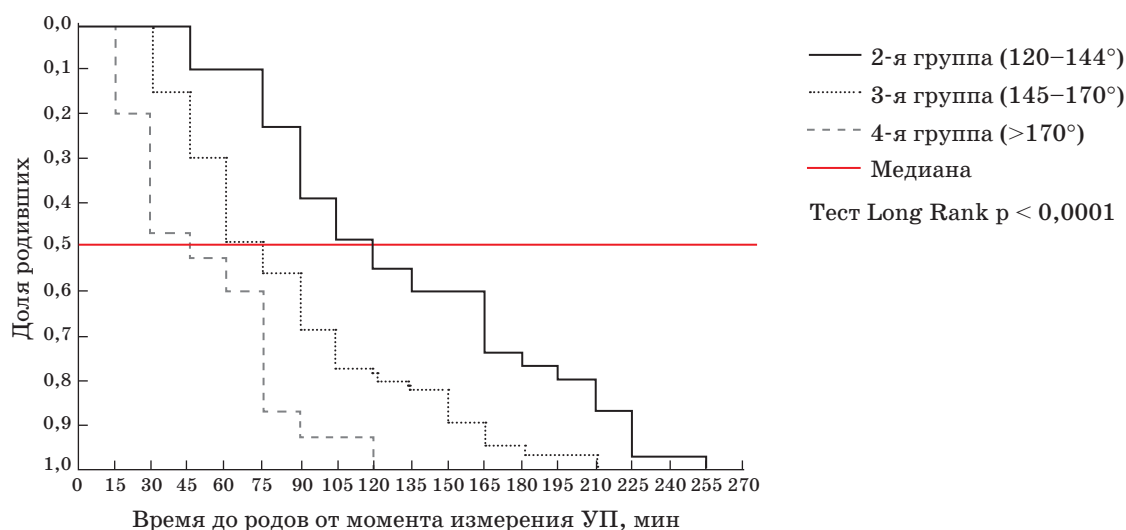


Рис. 4. Зависимость времени до родоразрешения (мин) от величины УП при неосложненных родах в заднем виде затылочного предлежания – график Каплана–Мейера.

Fig. 4. Dependence of the time (minutes) before delivery on AoP during spontaneous labor in occiput posterior position – Kaplan–Meier curves.

вании полученных результатов с использованием метода Каплана–Мейера (рис. 4). Ни у одной пациентки роды в заднем виде затылочного предлежания при величине УП $<120^\circ$ в начале второго периода не завершились самопроизвольно.

Медина времени до рождения плода при заднем виде затылочного предлежания от

момента определения УП в среднем составила во 2-й группе 110 (45–240) мин, в 3-й группе – 75 (30–170) мин, в 4-й – 65 (18–110) мин (табл. 3). Установлены достоверные различия интервалов времени до родоразрешения в зависимости от величины УП (см. табл. 3).

Длительность времени до родов при заднем виде затылочного предлежания плода,

Таблица 3. Время до родоразрешения (мин) в зависимости от величины УП при неосложненных родах в заднем виде затылочного предлежания

Table 3. Time to delivery depending on the AoP in uncomplicated labor in the occiput anterior position

Группа	УП	Перцентили, мин					p
		90%	75%	50% медiana времени до родов	25%	10%	
1-я	–	–	–	–	–	–	
2-я	120–144°	45	77	110	167	240	<0,005
3-я	145–170°	30	45	75	110	170	<0,005
4-я	>170°	18	30	65	72	110	<0,005

Примечание. p – достоверность различий между группами 2, 3, 4 (p < 0,005).

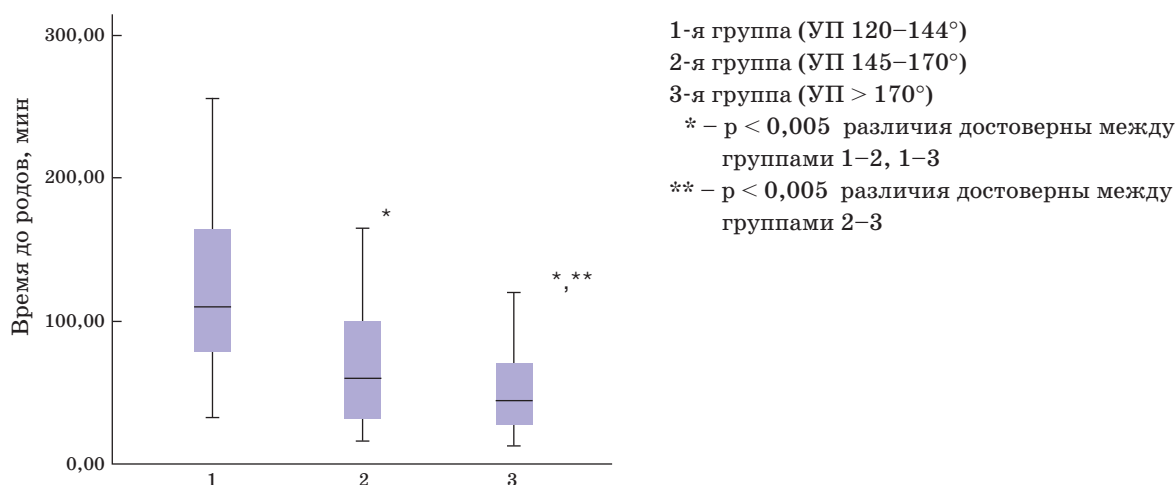


Рис. 5. Время до родов в зависимости от величины УП при неосложненных родах в заднем виде затылочного предлежания.

Fig. 5. Time to delivery depending on the AoP in uncomplicated labor in the occiput posterior position.

так же как и при переднем виде, достоверно различалась во всех группах сравнения (рис. 5).

Значение медианы ΔУП при самопроизвольных родах в заднем виде затылочного предлежания составило $12,5^\circ \pm 8,5$ ($11–15,6^\circ$). При этом, в отличие от родов в переднем виде затылочного предлежания, ее величина в группах достоверно возрастала с увеличением УП на протяжении всего второго периода родов (табл. 4).

Подобная динамика свидетельствует об увеличении амплитуды “маятникообразного” движения головки плода при заднем виде затылочного предлежания в течение второго периода родов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Наружные методы классического акушерства с использованием мануального определения членорасположения плода и его предлежащей части в сочетании с внутренним пальцевым влагалищным исследованием для определения степени раскрытия шейки матки, уровня нахождения нижнего полюса головки, установления взаиморасположения швов и родничков черепа плода остаются основными методами оценки характера и прогнозирования родового процесса.

Диагностическая точность классических методов акушерского исследования лишена возможности объективизации результатов,

Таблица 4. Величина ΔУП в группах сравнения во втором периоде родов в заднем виде затылочного предлежания

Table 4. Δ AoP in the groups of comparison in the second stage of labor in the occiput posterior position

Группа	ΔУП	Перцентили, °			p
		25%	50% медиана	75%	
1-я	Менее 120°	–	–	–	
2-я	120–144°	11	12,5	17	<0,05
3-я	145–170°	12	14	20,5	<0,05
4-я	Более 170°	17	18	23	<0,05

Примечание. Различия величины ΔУП между группами 1, 2, 3, 4 достоверны ($p < 0,05$).

имеет значительную меж- и внутриисследовательскую вариабельность, что отражается на безопасности и эффективности медикаментозных и оперативных вмешательств при родоразрешении. Неоднократные влагалищные исследования как в первом, так и во втором периоде родов потенцируют увеличение риска инфекционных осложнений в родах и послеродовом периоде, сопровождаются физическим и эмоциональным дискомфортом у рожениц [20–22].

Результаты клинического применения УЗИ во втором периоде родов в целях оценки расположения и динамики продвижения головки плода по родовому каналу показали наличие достоверной зависимости между продолжительностью второго периода родов и величиной УП, определение которого в динамике второго периода родов позволяет осуществлять объективный контроль за темпом продвижения предлежащей части плода по родовому каналу как в переднем, так и в заднем виде затылочного предлежания [19]. Трансперинеальное ультразвуковое определение значений УП в целях оценки расположения и продвижения плода по родовому каналу показало, что этот параметр имеет высокую воспроизводимость, менее подвержен влиянию таких факторов, как гестационный возраст плода, паритет и избыток массы тела у матери, метод индукции родов, и ввиду этого по сравнению с другими способами оценки характера продвижения головки в полости таза матери имеет значительные преимущества [23]. Кроме того, определение УП исключает ложноположительные результаты влагалищного определения расположения головки плода в полости таза за счет конфигурации и деформации костей черепа плода и образование родовой опухоли при ее прохождении по родовому каналу [24].

В данной работе из трех основных назначений трансперинеального УЗИ во втором периоде родов, к которым относятся определение времени до родоразрешения в зависимости от значений УП, выбор метода экстренного родоразрешения при возникновении осложнений со стороны матери или плода и оценка эффективности предполагаемого оперативного влагалищного родоразрешения, мы уделили основное внимание первому из них. Использование динамического УЗИ во втором периоде неос-

ложненных родов, закончившихся рождением плодов в удовлетворительном состоянии, меняет наши представления о границах нормальной динамики прохождения головки плода по родовым путям. Так, даже при УП $>170^\circ$, что соответствует нахождению головки плода на тазовом дне, величина медианы времени до рождения плода составила 35 (15–75) мин при переднем виде и 60 (18–110) мин при заднем виде затылочного предлежания, что существенно превышает клинические представления о нормальной длительности фазы активных потуг во втором периоде родов.

Важным представляется установленный факт того, что в заднем виде затылочного предлежания плода при величине УП $<120^\circ$ в начале второго периода родов ни у одной пациентки роды не завершились самопроизвольно. Эти данные позволяют рассматривать УП менее 120° при данном виде затылочного предлежания плода как неблагоприятный фактор в отношении самопроизвольного завершения родов через естественные родовые пути. Величина УП 120° и более в большинстве работ оценивается как положительный предиктор в отношении самопроизвольных родов вне зависимости от паритета пациентки и предполагает успех при выполнении вакуум-экстракции при возникновении показаний [5, 25, 26].

Результаты динамического ультразвукового наблюдения во втором периоде родов показали, что при сохранении нормальных значений Δ УП роды завершались без необходимости применения родостимулирующей терапии. Весьма вероятно, что величина Δ УП является ультразвуковым параметром, характеризующим эффективность схваток, обеспечивающих успешное завершение родоразрешения спонтанными родами через естественные родовые пути.

В связи с этим можно полагать, что наличие “маятникообразного” движения предлежащей части при отсутствии уменьшения величины Δ УП свидетельствует о нормальном течении родов и позволяет исключить развитие слабости родовой деятельности и необходимость ее коррекции. При этом установленное “маятникообразное” продвижение головки плода по родовому каналу вступает в объективное противоречие с устоявшимся представлением о непрерывном поступательном движении головки плода

в полость таза матери при нормальном течении второго периода родов.

Затяжной второй период родов с применением по сей день до конца неизжитого метода механического давления на дно матки, сопровождающийся многочисленными влагалищными осмотрами и часто необоснованной родостимуляцией, может приводить, с одной стороны, к развитию осложнений у матери в виде травм родовых путей, послеродовых кровотечений, гнойно-септических заболеваний [22], с другой стороны – к повышению частоты травматических осложнений со стороны плода и новорожденного, развитию у него асфиксии и повышению частоты госпитализаций в ОРИТ [3]. Использование объективных легковоспроизводимых ультразвуковых критериев для контроля за нормальным течением родов позволяет получить полную, клинически значимую информацию о расположении и динамике продвижения головки плода по родовому каналу, об уровне нахождения головки плода в полости таза в реальном времени, мониторируя тем самым нормальный темп родов [5, 15, 19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ультразвуковой динамической контроль позволяет в режиме реального времени получать объективные критерии нормального течения и продолжительности второго периода родов, улучшить качество и достоверность получаемой информации, уменьшить количество влагалищных исследований в родах, что потенциально позволит снизить риск перинатальных и гнойно-септических осложнений и повысить чувство удовлетворенности в родах у матери.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ REFERENCES

1. Dupuis O., Silveira R., Zentner A. et al. Birth simulator: Reliability of transvaginal assessment of fetal head station as defined by the American College of Obstetricians and Gynecologists classification. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2005; 192 (3): 868–874. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ajog.2004.09.028>
2. Hadad S., Oberman M., Ben-Arie A. et al. Intrapartum ultrasound at the initiation of the active second stage of labor predicts spontaneous vaginal delivery. *Am. J. Obstet Gynecol. MFM.* 2021; 3 (1): 100249. <http://doi.org/10.1016/j.ajogmf.2020.100249>
3. Sandström A., Altman M., Cnattingius S. et al. Durations of second stage of labor and pushing, and adverse neonatal outcomes: a population-based cohort study. *J. Perinatol.* 2017; 37 (3): 236–242. <http://doi.org/10.1038/jp.2016.214>
4. Eggebo T.M., Hassan W.A., Salvesen K.Å. et al. Sonographic prediction of vaginal delivery in prolonged labor: a two-center study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2014; 43 (2): 195–201. <http://doi.org/10.1002/uog.13210>
5. Barbera A.F., Pombar X., Peruginio G. et al. A new method to assess fetal head descent in labor with transperineal ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 33 (3): 313–319. <http://doi.org/10.1002/uog.6329>
6. Mongelli M., Benzie R. Prediction of delivery mode with transperineal ultrasound in women with prolonged first stage of labor. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 38 (4): 481–482; author reply 482–483. <http://doi.org/10.1002/uog.10066>
7. Torkildsen E.A., Salvesen K.Å., Eggebo T.M. Prediction of delivery mode with transperineal ultrasound in women with prolonged first stage of labor. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 37 (6): 702–708. <http://doi.org/10.1002/uog.8951>
8. Ghi T., Eggebo T., Lees C. et al. ISUOG Practice Guidelines: intrapartum ultrasound. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 52 (1): 128–139. <http://doi.org/10.1002/uog.19072>
9. Rizzo G., Ghi T., Henrich W. et al. Ultrasound in labor: clinical practice guideline and recommendation by the WAPM-World Association of Perinatal Medicine and the PMF-Perinatal Medicine Foundation. *J. Perinatal Med.* 2022; 50 (8): 1007–1029. <https://doi.org/10.1515/jpm-2020-0160>
10. Usman S., Hanidu A., Kovalenko M. et al. The sonopartogram. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2023; 228 (5S): S997–S1016. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2022.06.027>
11. Chaemsaitong P., Kwan A.H.W., Tse A.W.T. et al. “Sonopartogram: factors that affect labor progress in women undergoing induction of labor”. 17th World Congress in Fetal Medicine, abstract. Athens, 2018.
12. Клинические рекомендации “Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение в затылочном предлежании (нормальные роды)”. М., 2021. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics
Russian Society of Obstetricians and Gynecologists. Clinical guidelines: Singleton birth, spontaneous delivery in the occipital presentation (normal delivery). Moscow, 2021. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics (In Russian)
13. Клинические рекомендации “Оперативные влагалищные роды (роды одноплодные, родоразрешение с наложением щипцов или с применением вакуум-экстрактора)”. М., 2023. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics
Clinical guidelines: Operative vaginal delivery (singleton delivery, delivery with forceps or with the use of a vacuum extractor). Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2023. https://roag-portal.ru/recommendations_obstetrics (In Russian)

14. Dall'Asta A., Angeli L., Masturzo B. et al. Prediction of spontaneous vaginal delivery in nulliparous women with a prolonged second stage of labor: the value of intrapartum ultrasound. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2019; 221 (6): 642.e1–642.e13. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.09.045>
15. Dückelmann A.M., Bamberg C., Michaelis S.A. et al. Measurement of fetal head descent using the 'angle of progression' on transperineal ultrasound imaging is reliable regardless of fetal head station or ultrasound expertise. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 35 (2): 216–222. <http://doi.org/10.1002/uog.7521>
16. Мифтахутдинова Д.К., Терегулова Л.Е., Галимова И.Р., Губайдуллина С.В. Значение угла прогрессии для оценки продвижения головки плода во втором периоде родов при трансперинальном ультразвуковом исследовании. *Практическая медицина.* 2013; 1–2 (69): 108–111. Miftakhutdinova D.K., Tregulova L.E., Galimova I.R., Gubaydullina S.V. Value of progression angle for assessment of a fetal head movement in the second labor stage at transperineal ultrasound investigation. *Prakticheskaya Medicina.* 2013; 1–2 (69). 108–111. (In Russian)
17. Приходько А.М., Романов А.Ю., Баев О.Р. Ультразвуковая оценка положения головки плода в родах. *Акушерство и гинекология.* 2019; 3: 5–9. <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2019.3.5-9>
18. Приходько А.М., Романов А.Ю., Баев О.Р. Ультразвуковые критерии оценки продолжительности самопроизвольных родов через естественные родовые пути. *Акушерство и гинекология.* 2020; 10: 135–140. <http://doi.org/10.18565/aig.2020.10.135-140>
19. Михайлов А.В., Чернов А.А., Новикова А.В., Шман В.В., Максименко А.Н. Клиническое значение ультразвукового исследования во втором период родов: Материалы XXIV Всероссийского научно-образовательного форума "Мать и Дитя" и VII съезда акушеров-гинекологов России, 27–29 сентября 2023 г., Москва. *Акушерство и гинекология.* 2023; 38–39.
20. Buchmann E., Libhaber E. Interobserver agreement in intrapartum estimation of fetal head station. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2008; 101: 285–289. <http://doi.org/10.1016/j.ijgo.2007.11.020>
21. Rozenberg P., Porcher R., Salomon L.J. et al. Comparison of the learning curves of digital examination and transabdominal sonography for the determination of fetal head position during labor. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 31: 332–337. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2007.11.020>
22. Gluck O., Mizrachi Y., Ganer Herman H. et al. The correlation between the number of vaginal examinations during active labor and febrile morbidity, a retrospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth.* 2020; 20: 246. <http://doi.org/10.1186/s12884-020-02925-9>
23. Chaemsathong P., Kwan A.H.W., Tse W.T. et al. Factors that affect ultrasound-determined labor progress in women undergoing induction of labor. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2019; 220: 592. e1–15. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2019.01.236>
24. Dupuis O., Ruimark S., Corinne D. et al. Fetal head position during the second stage of labor: comparison of digital vaginal examination and transabdominal ultrasonographic examination. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2005; 123: 193–197. <http://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2005.04.009>
25. Nassr A.A., Berghella V., Hessami K. et al. Intrapartum ultrasound measurement of angle of progression at the onset of the second stage of labor for prediction of spontaneous vaginal delivery in term singleton pregnancies: a systematic review and meta-analysis. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2022; 226 (2): 205–214.e2. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2021.07.031>
26. Kalache K.D., Dückelmann A.M., Michaelis S.A. et al. Transperineal ultrasound imaging in prolonged second stage of labor with occipitoanterior presenting fetuses: how well does the 'angle of progression' predict the mode of delivery? *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2009; 33: 326–330. <http://doi.org/10.1002/uog.6294>

Dynamic ultrasound control in the second stage of labor

A.V. Mikhailov^{1, 2, 3, 4*}, A.A. Chernov¹, V.V. Shman^{1, 2}, A.N. Maksimenko¹, A.B. Yaskarayeva⁵

¹ Maternity Hospital No17; 4/1, Lesnozavodskaya str., St. Petersburg 192131, Russian Federation

² D.O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; 3, Mendelevskaya line, 199034 St. Petersburg, Russian Federation

³ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russian Federation; 6-8, L'va Tolstogo str., St. Petersburg 197022, Russian Federation

⁴ I.I. Mechnikov NorthWestern State Medical University; 47, Piskarevskiy prospect, St. Petersburg 195067, Russian Federation

⁵ Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University; 29, Sattarkhanov str., Turkistan 161200, Kazakhstan

Anton V. Mikhailov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief physician of the Maternity Hospital No.17; Chief Researcher, of D.O. Ott Research Institute of Obstetrics, Gynecology and Reproductology; Professor of the Department of Obstetrics, Gynecology and Reproduction of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov; Professor of the Department of Obstetrics, Gynecology and Reproduction of Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-0343-8820>. E-mail: mav080960@gmail.com

Andrei A. Chernov – obstetrician-gynecologist, ultrasound diagnostics doctor of of the Maternity Hospital No. 17, St. Petersburg. <https://orcid.org/0009-0006-1116-861X>

Vera V. Shman – obstetrician-gynecologist, Head of the Maternity Ward of the Maternity Hospital No. 17, St. Petersburg. <https://orcid.org/0009-0000-6312-8667>

Aleksei N. Maksimenko – Obstetrician-gynecologist, Head of the Obstetric Physiology Department of the Maternity Hospital No. 17, St. Petersburg. <https://orcid.org/0009-0001-0682-0208>

Asselya B. Yeskarayeva – Obstetrician-gynecologist, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkistan, Kazakhstan. <https://orcid.org/0000-0002-5439-2236>

Correspondence* to Prof. Anton V. Mikhailov – e-mail: mav080960@gmail.com

Objective. To establish ultrasound characteristics of the dynamics of the fetal head descent along the birth canal during the uncomplicated second stage of labor in the occiput anterior and posterior positions.

Materials and methods. The prospective study included 198 women in labor. Spontaneous birth occurred in 180 of them, without the use of augmentation of labor or operative delivery. The remaining 18 women were excluded from the final analysis due to the use of augmentation of labor or operative delivery. The average gestational age was 39 3/7 weeks. The average weight of newborns was 3394 grams; all children were born with an Apgar score of 8 points or more at 5 minutes. All patients in the second stage of labor underwent hourly transperineal ultrasound to assess the angle of progression (AoP) and the delta angle of progression (Δ AoP). According to the AoP values, the following groups were formed: Group 1 – AoP less than 120°, which corresponds to the fetal head station on the parallel plane –1 to –2 cm; Group 2 – AoP 120–144°, parallel plane 0 to +2; Group 3 – 145–170°, parallel plane from +2 to +5 cm, Group 4 – AoP more than 170°, parallel plane > +5 cm. Statistical analyses were carried out with the use of IBM SPSS Statistics 27 software; the significance of differences between the groups was confirmed by the Long Rank test ($p < 0.001$) and the Kruskal–Wallis criterion ($p < 0.005$).

Results. In cases of delivery with occiput anterior position, the time to birth was 177 (177–250) min in group 1, 100 (35–240) min in group 2, 75 (30–170) min in group 3, and 35 (15–75) min in group 4. There was no significant difference in Δ AoP between the groups — 16.6 ± 8.5 (10.1–27.1°). In the cases of delivery with posterior occipital position, no patient in group 1 had spontaneous labor with AoP <120°, while the time to birth was 110 (45–240) min in group 2, 75 (110–170) min in group 3, and 65 (18–110) min in group 4. Δ AoP was 12.5 ± 8.5 (11–15.6°).

Conclusion. The management of labor with dynamic ultrasound control provides the possibility to obtain objective criteria for the normal course of the second stage of labor, to improve the quality and reliability of the information received, to eliminate unnecessary interventions, and to reduce the number of vaginal digital examinations during childbirth, which has a positive effect on perinatal outcomes, reduces the risk of purulent-septic complications in the mothers, and increases the patients comfort during childbirth.

Keywords: ultrasound in labor; second stage of labor; angle of progression; delta angle of progression; ultrasound parameters of labor

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Mikhailov A.V., Chernov A.A., Shman V.V., Maksimenko A.N., Yaskarayeva A.B. Dynamic ultrasound control in the second stage of labor. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 41–52. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-285> (In Russian)

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-276>

Ультразвуковая диагностика добавочного полостного внутриматочного образования: клинические наблюдения и обзор литературы

И.А. Есипова^{1*}, М.Н. Буланов^{2, 3}, И.А. Краснова¹

¹ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

² ГБУЗ Владимирской области “Областная клиническая больница”; 600023 Владимир, Судогодское шоссе, д. 41, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”; 173003 Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, Российская Федерация

Цель исследования: обзор литературы и собственного опыта диагностики аномалии развития мюллерова протока ACUM (accessory cavitated uterine mass) – добавочного полостного внутриматочного образования. Отсутствие единых данных относительно названия, классификации, методов диагностики и лечения делает данную аномалию актуальной для мультидисциплинарного изучения.

Ключевые слова: аномалии мюллерова протока; добавочное полостное внутриматочное образование; ACUM; трехмерная эхография; эхографические признаки

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Есипова И.А., Буланов М.Н., Краснова И.А. Ультразвуковая диагностика добавочного полостного внутриматочного образования: клинические наблюдения и обзор литературы. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 53–63. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-276>

Есипова Ирина Андреевна – канд. мед. наук, доцент кафедры акушерства и гинекологии им. академика Г.М. Савельевой педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-2130-5431>. E-mail: esipova.ira@inbox.ru

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>

Краснова Ирина Алексеевна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры акушерства и гинекологии им. академика Г.М. Савельевой педиатрического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6765-4127>. E-mail: krasnovairina@mail.ru

Контактная информация*: Есипова Ирина Андреевна – e-mail: esipova.ira@inbox.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Частота встречаемости аномалий мюллера протока (АМП) крайне низка [1–3]. Кроме того, далеко не все акушеры-гинекологи и врачи ультразвуковой диагностики знают о многообразии данной патологии и различиях в существующих классификациях, возможностях ее диагностики и хирургической коррекции. К сожалению, до сих пор многие виды АМП диагностируются на этапе проведения urgentных или плановых хирургических вмешательств, что не позволяет правильно трактовать и классифицировать порок. Клинически АМП проявляются в виде нарушения менструального цикла по типу аменореи или альгодисменореи, бесплодия, привычного невынашивания беременности, а также синдрома хронических тазовых болей, снижающего качество жизни и порой даже приводящего к инвалидизации [4, 5]. Своевременная диагностика позволяет определить оптимальную тактику ведения пациенток с редкими формами АМП, при которых данные стандартного гинекологического или трансцервикального эндоскопического исследования, как правило, являются малоинформативными, а абдоминальная эндоскопическая картина также может не давать полного представления о наличии и характере порока. Наиболее доступным и эффективным методом диагностики редких форм АМП является ультразвуковое исследование [3, 6, 7].

МАТЕРИАЛ (ДАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ)

Современные классификации АМП, такие как CUME (Congenital Uterine Malformation by Experts) и Американского сообщества репродуктивной медицины (ASRM 1988/2021), в основном включают в себя наиболее распространенные виды пороков развития. Совместная классификация Европейского общества репродукции человека и эмбриологии и Европейского общества гинекологической эндоскопии ESHRE (2013/2014) впервые предложила подход к классификации пороков тела матки (основной класс U) с учетом их сочетания с пороками шейки матки (подкласс C) и влагалища (подкласс V). Каждый класс пороков развития тела матки включает различные вариан-

ты ее строения, отличные от нормальной анатомии. Так, класс U1 включает в себя морфологические изменения матки, U2 – внутриматочные перегородки, U3 – различные виды удвоения матки. Анатомические варианты однорогой матки и ее аплазии включены в классы U4 и U5. В клинической практике встречаются наблюдения, не подходящие под описание основных классов пороков развития матки, но имеющие столь же важное клиническое и социальное значение [8, 9]. Классификация ESHRE впервые выделила их в отдельную категорию “не классифицируемых” (класс U6). Именно к этому классу относится добавочное полостное внутриматочное образование (accessory cavitated uterine mass, ACUM).

ACUM является одной из разновидностей редких АМП и характеризуется наличием нормальной формы основной полости матки с четко определяемыми устьями маточных труб и типично расположенными маточными трубами, не имеющими топографической девиации [10–12], а также наличием добавочной изолированной функционирующей полости в миометрии. Эхогенность содержимого добавочной полости соответствует эхогенности основной. Для большинства видов АМП, представленных в классификациях ESHRE/ESGE или ASRM 2021, характерно изменение формы полости матки, обусловленное нарушением эмбриогенеза. ACUM является исключением, что затрудняет диагностику данного порока развития [13].

ACUM формируется в результате удвоения или персистенции ткани мюллера протока (предположительно из-за дисфункции gubernaculum) в структуре миометрия основной матки в проекции места фиксации к ней круглой связки, что обусловлено соответствующей локализацией критической точки мюллера протока [7, 14, 15]. В пользу данной теории также свидетельствуют отсутствие сообщения с основной полостью матки, единичный характер очага, наличие у некоторых пациенток сопутствующих пороков мочевыделительной системы или желудочно-кишечного тракта [11, 16].

Прежние названия ACUM – “ювенильная кистозная аденомиома” и “кавитированная аденомиома”, трактовавшие процесс как эндометриоз, акцентировали внимание на основных клинических проявлениях

в виде альгодисменореи и синдрома хронических тазовых болей. В качестве основного метода лечения рассматривалась гормональная терапия, которая не приводила к клинически значимому улучшению состояния пациенток. Кроме того, наличие добавочного полостного внутриматочного образования может быть причиной снижения фертильности, требующего хирургического лечения [10–12, 17–20].

Кистозные трансформации миометрия встречаются редко и представлены двумя основными патогенетическими группами: врожденные и приобретенные. К числу врожденных трансформаций относятся матка Робертса, редкие варианты однорогой матки и АСУМ. Приобретенные трансформации могут быть следствием вторичных изменений миомы матки, кистозной формы аденомиоза, а также наличия ятрогенных свищевых полостей [21, 22]. Представленные трансформации миометрия имеют различную клиническую картину, возникающую остро или с нарастанием, однако могут быть и бессимптомными [18]. При наличии нарушения менструального пассажа отмечается связь с менархе и продолжительностью репродуктивного периода.

АСУМ обычно диагностируется у молодых менструирующих пациенток (до 30 лет) с жалобами на интенсивную дисменорею с дебютом в период менархе или в близкие к нему временные отрезки [7, 18]. Характер и сила хронических тазовых болей зависят от объема замкнутой полости, скорости формирования гематометры, а также индивидуального болевого порога.

В последние годы происходит накопление опыта визуализации, постановки диагноза и лечения данной патологии. Поиск публикаций, посвященных АСУМ, затруднен тем, что порок часто интерпретируется как проявление эндометриоза, при этом авторы используют различную терминологию: ювенильная кистозная аденомиома, аденомиотическая киста, кистозная аденомиома и кистозный аденомиоз. В ряде источников представлены результаты хирургического лечения АСУМ, однако наблюдения представлены без корреляции с ультразвуковой картиной и данными магнитно-резонансной томографии (МРТ) и без гистологической верификации [11, 12, 22, 23].

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

В доступных нам источниках мы обнаружили несколько статей, суммарно описывающих опыт диагностики 115 случаев АСУМ [3, 5, 24]. Поисковый запрос содержал различные варианты терминологии, такие как “дополнительное замкнутое образование матки”, “аденомиотические кисты”, “кистозное поражение миометрия”, “ювенильный кистозный аденомиоз”, “миометриальная киста”, “мюллерианоз”, “несообщающийся рог матки”. На сегодняшний день именно термин “добавочное полостное внутриматочное образование” (АСУМ) является предпочтительным для данного вида патологии [11, 14], поскольку отражает ее доброкачественную природу, постоянство внешнего вида и локализации, динамику клинической симптоматики, сопутствующие аномалии развития. Средний возраст начала клинических проявлений составил 17 лет, у 16% пациенток были роды в анамнезе. Оперативное лечение АСУМ проведено в 83% наблюдений. Хирургическая коррекция устраняет основные симптомы, однако достоверно оценить ее влияние на репродуктивную функцию на сегодняшний день не представляется возможным, так как для этого требуется долгосрочное наблюдение, а сообщения о наступивших беременностях единичны [3, 24].

Данные ультразвукового исследования представлены в 60% из 115 диагностированных АСУМ [3, 7, 10, 11]. В качестве основного эхографического признака отмечается наличие объемного образования в миометрии, соответствующего по эхогенности “матовому стеклу”, с гладкой внутренней капсулой. J. Naftalin и соавт. [11] обратили внимание на то, что периферическая васкуляризация образования соответствует таковой в окружающем миометрии.

Результаты МРТ приведены в 61% наблюдений. При этом акцент сделан на градировании интенсивности сигнала от содержимого образования [22, 24]. Кровь, для которой характерна высокая интенсивность сигнала как на T2-, так и на T1-взвешенных (T1W) последовательностях, присутствовала в 96% наблюдений. Показаний к проведению исследования с контрастированием у пациенток с АСУМ не было [25, 26].

По данным S. Timmerman и соавт. [3], M. Strug и соавт. [5], наличие нормальной полости матки с двусторонними устьями было подтверждено гистероскопией или гистеросальпингографией в 33% наблюдений. В исследовании В. Расков лишь у 25% обследованных по данным эхографии были выявлены сопутствующие гинекологические заболевания в виде наружного генитального эндометриоза или аденомиоза, миомы матки, малой врожденной аномалии урогенитального тракта (урогенитального синуса), контралатерального гидросальпинкса [27]. Лапароскопия не имела преимуществ в качестве метода диагностики ACUM, хотя и позволяла определить расположение изолированной полости относительно круглой связки матки [5, 7, 28–31].

В настоящее время не достигнут консенсус в отношении тактики ведения пациентов с ACUM. В представленных наблюдениях приведены результаты как хирургической коррекции порока (83%), так и консервативного лечения с применением склеротерапии, в том числе с использованием лауромакроглола, алкоголизации изолированной полости, дренажа под ультразвуковым контролем, а также гормональной терапии с использованием комбинированных оральных контрацептивов или только прогестеронсодержащих препаратов, левоноргестрелсодержащей спирали. Однако лишь у 45% пациенток отмечался положительный эффект от консервативной терапии, а в 25% было проведено последующее хирургическое лечение, которое во многих случаях ACUM является наиболее обоснованным.

Оперативное лечение ACUM осуществлялось лапароскопическим, робот-ассистированным или лапаротомическим доступами. Эксцизия изолированной полости была проведена в 93,7% наблюдений, иссечение угла матки вместе с ACUM – в 2,1%. Расширенный объем хирургического вмешательства в виде тотальной гистерэктомии имел место в 4,2% случаев. В результате длительного послеоперационного наблюдения полное исчезновение симптомов было отмечено у 80% пациенток, частичное исчезновение дисменореи или хронических тазовых болей – у 20% [3, 7, 15, 28, 32–36].

Важное значение имеет гистологическое подтверждение ACUM, которое имеет ха-

рактерную картину в виде полости, выстланной эндометриальным эпителием. Стромальные клетки морфологически сходны с клетками эндометрия, как и при эндометриозе, а перерастянутая и истонченная подэпителиальная строма расположена по всему периметру образования. Содержимое представлено эритроцитами, макрофагами и скоплениями гемосидерина. Полость окружена толстой миофибробластической стенкой, соответствующей воспалительной реакции миометрия на менструальное кровотечение и формирование локальной гематомы [3, 5, 10, 15]. Корректная интерпретация гистологической картины позволяет избежать неоправданного назначения гормональной терапии в послеоперационном периоде в случае трактовки полости как очага эндометриоза.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Мы располагаем собственным опытом диагностики ACUM у 13 пациенток с выраженным болевым синдромом в возрасте от 15 до 32 лет. Исследование проводилось на аппаратах Canon Aplio 500 и General Electric Voluson 730 Expert с использованием внутрископических объемных датчиков мощностью 5–10 и 3–10 МГц соответственно. Оперативное вмешательство проводилось с использованием стандартной стойки Shtorz в сочетании с гармоническим скальпелем Harmonic. На рис. 1–8 представлены ультразвуковые изображения и интраоперационная картина гистологически подтвержденных клинических наблюдений. Как видно из эхограмм, у всех пациенток при ультразвуковом исследовании отмечались нормальная треугольная форма полости матки с адекватной визуализацией устьев обеих маточных труб, наличие объемного образования кистозной структуры в миометрии (FIGO 2–7), локализованного либо по боковой стенке матки в предполагаемой точке фиксации круглой связки при небольших размерах, либо занимающего несколько зон. Увеличение размера ACUM сопровождается деформацией наружного контура миометрия за счет выбухания в брюшную полость. Содержимое образования может различаться, зависит от фазы менструального цикла и может соответство-



Рис. 1. Двухмерная эхограмма справа расположенного ACUM небольшого размера (стрелка).
Fig. 1. Two-dimensional ultrasound image of a small ACUM located on the right (arrow).

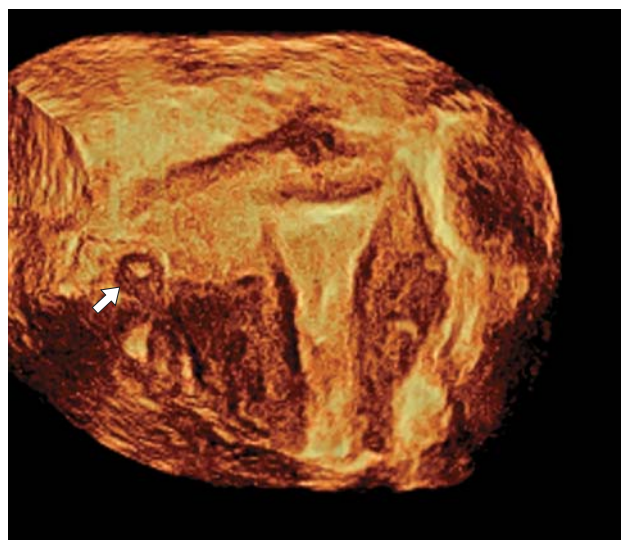


Рис. 2. Трехмерная эхограмма (фронтальный срез) справа расположенного ACUM минимального размера (стрелка).
Fig. 2. Three-dimensional ultrasound image (frontal plane) of a minimal size ACUM located on the right (arrow).



Рис. 3. Двухмерная эхограмма – оценка расстояния от ACUM до полости матки (стрелка).
Fig. 3. Two-dimensional ultrasound image. Distance measurement from ACUM to the uterine cavity (arrow).

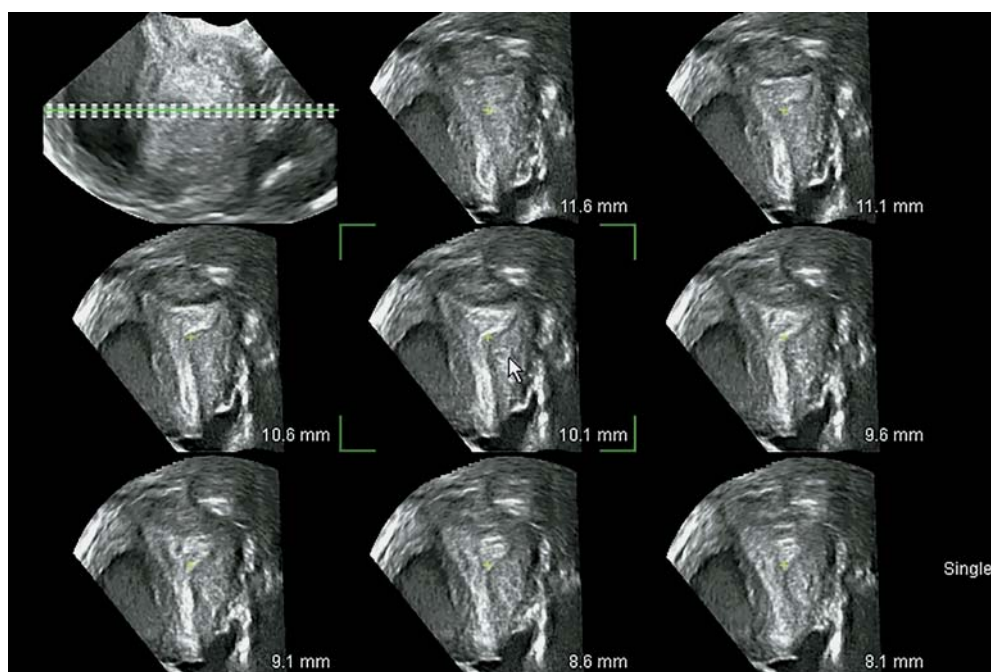


Рис. 4. Трехмерные эхограммы (фронтальный срез в режиме TUI) справа расположенного ACUM – оценка близости ACUM к полости матки.

Fig. 4. 3D ultrasound image (frontal plane in TUI mode) of an ACUM located on the right – assessment of the proximity of ACUM to the uterine cavity.

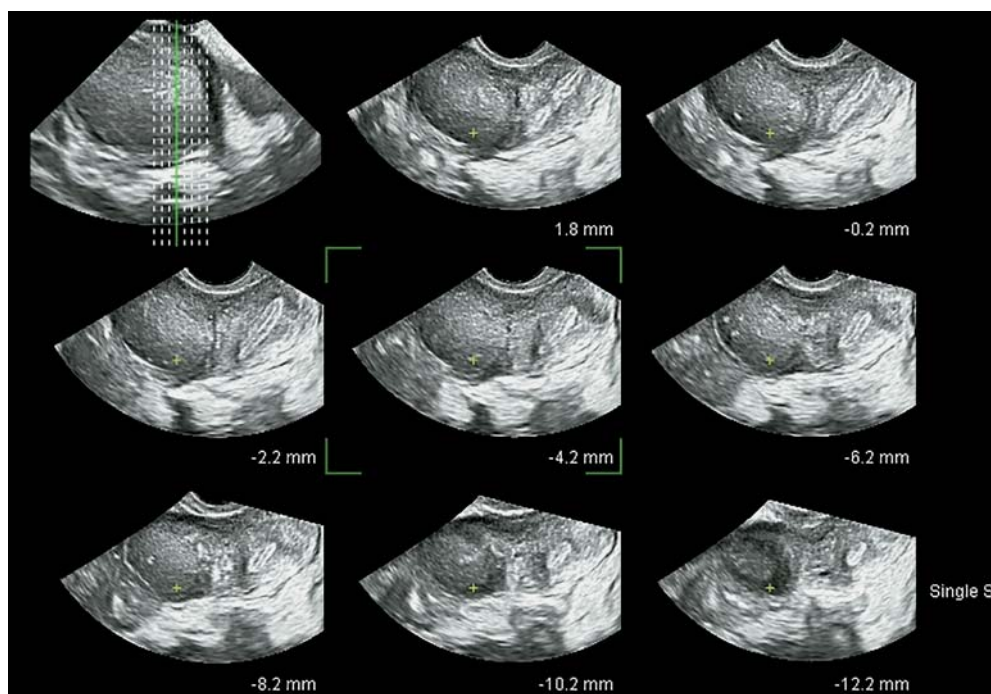


Рис. 5. Трехмерные эхограммы (фронтальный срез в режиме TUI) справа расположенного ACUM – оценка расстояния в 25 мм от ACUM до полости матки.

Fig. 5. 3D ultrasound image (frontal plane in TUI mode) of an ACUM located on the right. Assessment of the distance from ACUM to the uterine cavity (25 mm).

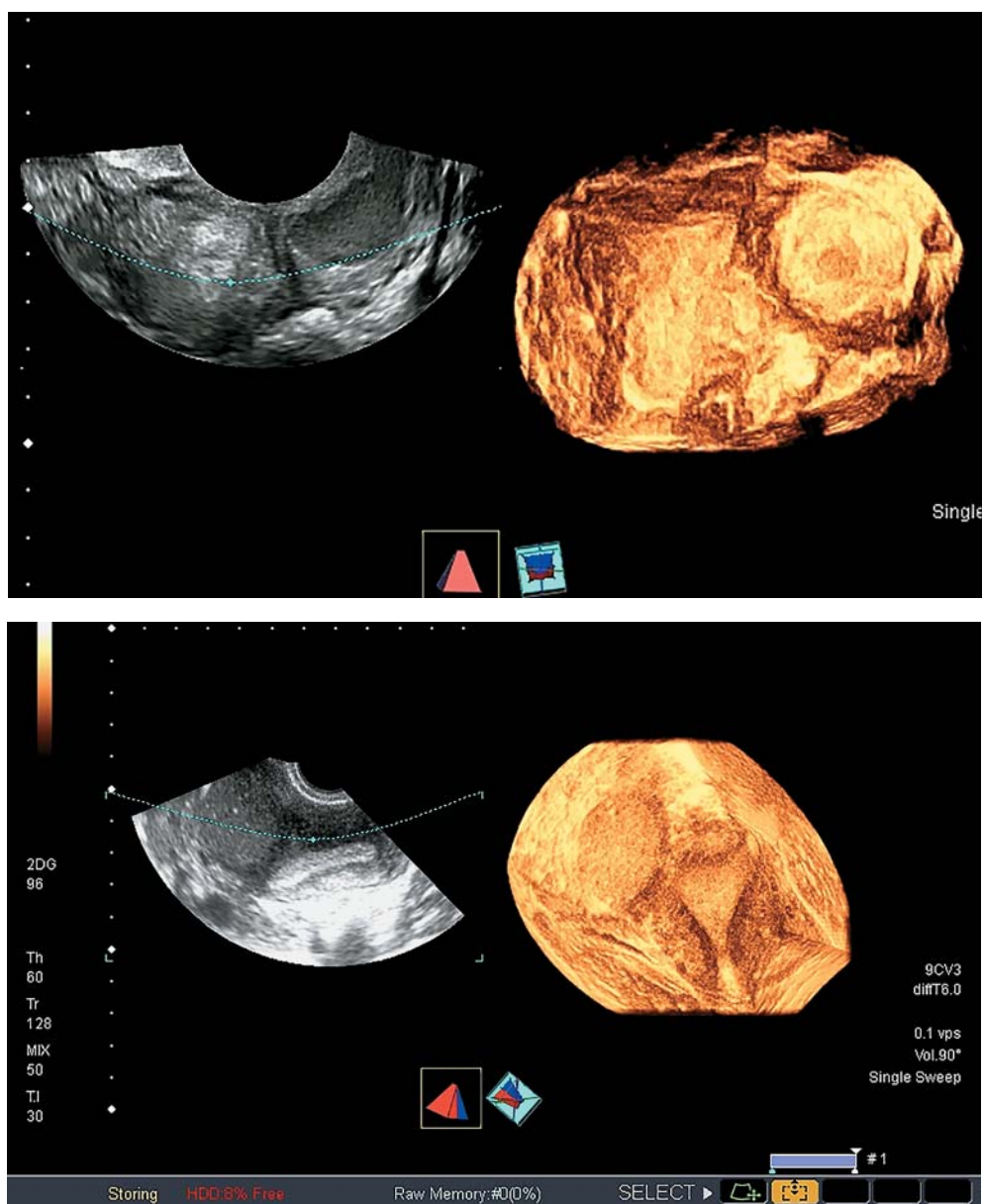


Рис. 6. Трехмерные эхограммы (фронтальный срез) ACUM – с типичной характеристикой содержимого в виде “матового стекла”.

Fig. 6. 3D ultrasound image (frontal plane) of ACUM with a typical “ground glass” feature of the contents.

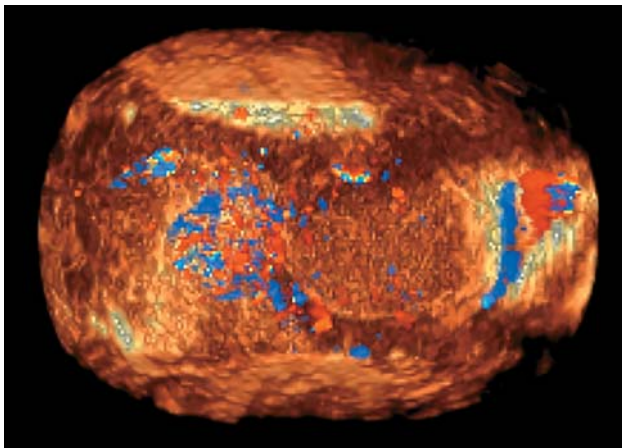


Рис. 7. Трехмерная эхограмма ACUM в режиме GLASS BODY – с типичной характеристикой периферического кровотока без наличия дополнительного источника кровоснабжения.

Fig. 7. 3D ultrasound image of ACUM in GLASS BODY mode – with typical signs of peripheral blood flow with absence of additional blood supply.

вать эндометриальной ткани основной полости или иметь вид “матового стекла” той или иной степени выраженности. Обращают на себя внимание отсутствие четкой капсулы ACUM, размытые границы миометрия без дополнительной гиперваскуляризации, отсутствие дополнительного источника

кровоснабжения. Эффективность ультразвуковой диагностики была выше при использовании объемной реконструкции фронтального среза матки. Для получения дополнительных данных мы использовали режимы мультипланарного сканирования и ультразвуковой томографии (TUI или MultiView), а также сосудистые режимы “GLASS BODY” или трехмерную реконструкцию в сочетании с режимом цветового картирования в зависимости от используемого аппарата. Вышеперечисленные технологии, помимо возможности неинвазивной постановки диагноза, позволили получить дополнительную информацию об отношении ACUM к полости матки или цервикальному каналу. Данная информация позволяет оптимизировать доступ при планировании хирургической коррекции порока, чтобы избежать неоправданного вскрытия основной полости матки. Применение трехмерной эхографии позволяет провести дифференциальную диагностику ACUM с миомой матки и очаговой формой аденомиоза, интерстициальной формой внематочной беременности, а также с другими АМП (матка Робертса или однорогая матка). Кроме того, трехмерная эхография является более доступным и менее дорогостоящим методом диагностики по сравнению с МРТ.

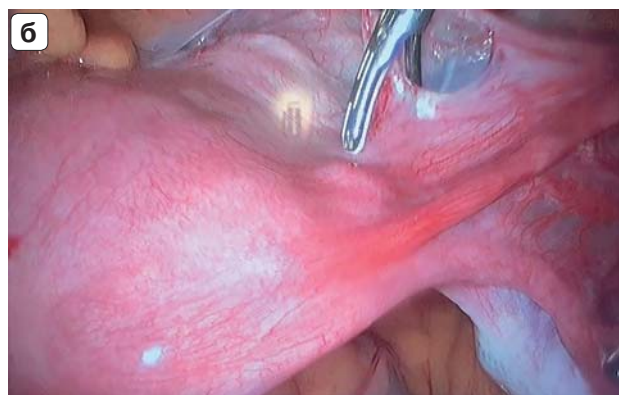
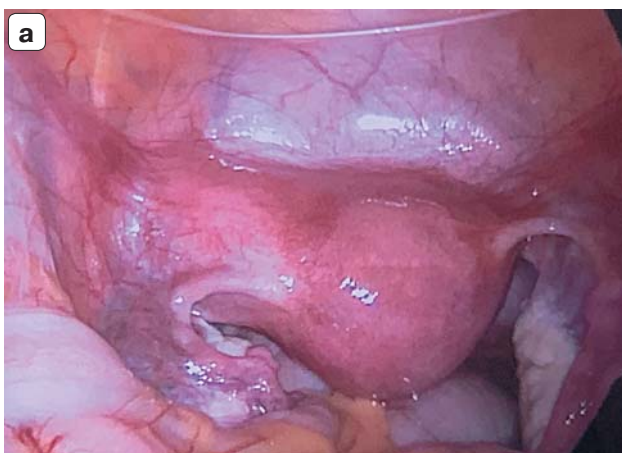


Рис. 8. Интраоперационная картина лево- (а) и праворасположенного (б) ACUM с визуализацией пениетрации в круглую связку матки.

Fig. 8. Intraoperative image of left- (a) and right- (b) located ACUM with penetration into the round ligament of the uterus.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Добавочное полостное внутриматочное образование (АСУМ) относится к числу редких аномалий мюллерова протока, однако представляет значительный клинический интерес, так как существенно влияет на качество жизни пациенток и приводит к снижению фертильности.

При этом АСУМ является относительно новым понятием, поэтому далеко не все акушеры-гинекологи, врачи ультразвуковой диагностики, хирурги и морфологи в достаточной мере информированы о данном виде патологии. Дифференциальная диагностика АСУМ представляет определенные трудности из-за визуального сходства с другими изменениями миометрия: отдельными видами пороков развития матки, аденомиотическими кистами, миомой матки с вторичными изменениями. Однако она важна для определения оптимальной тактики ведения пациенток. Отсутствие правильного диагноза приводит к отдалению сроков хирургической коррекции и неоправданному назначению гормональной терапии, целесообразному при эндометриозе, но не эффективному при АСУМ.

Ультразвуковое исследование является доступным и информативным методом диагностики пороков развития матки. На сегодняшний день выработаны ультразвуковые критерии АСУМ, основным из которых является наличие объемного образования в миометрии, по экзогенности соответствующего «матовому стеклу». При этом определяется нормальная треугольная форма полости матки с визуализацией устьев обеих маточных труб. Данные признаки прослеживались во всех наших наблюдениях. Эффективность ультразвуковой диагностики была выше при использовании трехмерной эхографии и объемной реконструкции фронтального среза матки.

Использование единой терминологии, накопление наблюдений верифицированных случаев АСУМ, дальнейшее формирование четких ультразвуковых критериев, использование новых диагностических технологий позволят повысить выявляемость порока и своевременно предложить пациенткам адекватный объем лечения, имеющего целью не только нивелировать клинические проявления, но и улучшить фертильность и репродуктивные исходы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Acien P., Acien M., Fernández F. et al. The cavitated accessory uterine mass: a Müllerian anomaly in women with an otherwise normal uterus. *Obstet. Gynecol.* 2010; 116 (5):1101–1109. <http://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3181f7e735>
2. Acien P., Acien M. The presentation and management of complex female genital malformations. *Human Reprod. Update.* 2016; 22 (1): 48–69. <http://doi.org/10.1093/humupd/dmw048>
3. Timmerman S., Stubbe L., Bosch T. et al. Accessory cavitated uterine malformation (ACUM): A scoping review. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 2024; 103 (6): 1036–1045. <http://doi.org/10.1111/aogs.14801>
4. Mondal R., Bhav P. Accessory cavitated uterine malformation: Enhancing awareness about this unexplored perpetrator of dysmenorrhea. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2023; 162 (2): 409–432. <http://doi.org/10.1002/ijgo.14681>
5. Strug M., Christmas A., Schoonover A. et al. Impact of an accessory cavitated uterine mass on fertility: case presentation and review of the literature. *F&S Reports.* 2023; 4 (4): 402–409. <http://doi.org/10.1016/j.xfre.2023.09.001>
6. Bazot M., Daraï E. Role of transvaginal sonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of uterine adenomyosis. *Fertil. Steril.* 2018; 109 (3): 389–397. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2018.01.024>
7. Merviel P., Lelievre C., Cambier T. et al. The first ethanol sclerotherapy of an accessory cavitated uterine mass. *Clin. Case Rep.* 2020; 9 (1): 19–22. <http://doi.org/10.1002/ccr3.3371>
8. Grimbizis G., Gordts S., Sardo A. et al. The ESHRE-ESGE consensus on the classification of female genital tract congenital anomalies. *Gynecol. Surg.* 2013; 10 (3): 199–212. <http://doi.org/10.1007/s10397-013-0800-x>
9. Pfeifer S., Attaran M., Goldstein J. et al. ASRM müllerian anomalies classification 2021. *Fertil. Steril.* 2021; 116 (5): 1238–1252. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2021.09.025>
10. Acien P., Acien M. Accessory and cavitated uterine mass versus juvenile cystic adenomyoma. *F&S Reports.* 2021; 2 (3): 357–358. <http://doi.org/10.1016/j.xfre.2021.06.006>
11. Naftalin J., Bean E., Saridogan E. et al. Imaging in gynecological disease (21): clinical and ultrasound characteristics of accessory cavitated uterine malformations. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 57 (5): 821–828. <http://doi.org/10.1002/uog.22173>
12. Takeuchi H., Kitade M., Kikuchi I. et al. Diagnosis, laparoscopic management, and histopathologic findings of juvenile cystic adenomyoma: a review of nine cases. *Fertil. Steril.* 2010; 94 (3): 862–868. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.05.010>
13. Rackow B. Accessory cavitated uterine mass: a new müllerian anomaly? *Fertil. Steril.* 2022; 117 (3): 649–650. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.01.006>
14. Acien P., Bataller A., Fernández F. et al. New cases of accessory and cavitated uterine masses (ACUM): a significant cause of severe dysmenorrhea and recurrent pelvic pain in young women. *Hum.*

- Reprod.* 2012; 27 (3): 683–694.
<http://doi.org/10.1093/humrep/der471>
15. Dekkiche S., Dubruc E., Kanbar M. et al. Accessory and cavitated uterine masses: a case series and review of the literature. *Front. Reprod. Health.* 2023; 5: 1197931.
<http://doi.org/10.3389/frph.2023.1197931>
 16. Takeuchi H., Kitade M., Kikuchi I. et al. Diagnosis, laparoscopic management, and histopathologic findings of juvenile cystic adenomyoma: a review of nine cases. *Fertil. Steril.* 2010; 94 (3): 862–868.
<http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2009.05.010>
 17. Arya S., Burks H. Juvenile cystic adenomyoma, a rare diagnostic challenge: Case Reports and literature review. *F&S Reports.* 2021; 2 (2): 166–171.
<http://doi.org/10.1016/j.xfre.2021.02.002>
 18. Mondal R., Bhave P. Accessory cavitated uterine malformation: Enhancing awareness about this unexplored perpetrator of dysmenorrhea. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2023; 162 (2): 409–432.
<http://doi.org/10.1002/ijgo.14681>
 19. Macer M., Taylor H. Endometriosis and infertility: a review of the pathogenesis and treatment of endometriosis-associated infertility. *Obstet Gynecol. Clin. N. Am.* 2012; 39 (4): 535–549.
<http://doi.org/10.1016/j.ogc.2012.10.002>
 20. Ahmed A., Swan R., Owen A. et al. Uterus-like mass arising in the broad ligament: a metaplasia or mullerian duct anomaly? *Int. J. Gynecol. Pathol.* 1997; 16 (3): 279–281. <http://doi.org/10.1097/00004347-199707000-00015>
 21. Tokgoz V., Tekin A. A rare case of the new entity of müllerian anomalies mimicking the noncommunicating rudimentary cavity with hemi-uterus: accessory cavitated uterine mass. *Fertil. Steril.* 2022; 117 (3): 646–648. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2021.11.028>
 22. Nishiuchi K., Uotani K., Kobayashi D. et al. Uterine diverticulum mimicking endometriotic cyst of the ovary. *Radiol. Case Rep.* 2023; 19 (3): 934–938.
<http://doi.org/10.1016/j.radcr.2023.11.023>
 23. Stockwell E. Decidualized juvenile cystic adenomyoma mimicking a cornual heterotopic pregnancy. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2021; 28 (11): 6726.
<http://doi.org/10.1016/j.jmig.2021.09.121>
 24. Dekkiche S., Dubruc E., Kanbar M. et al. Accessory and cavitated uterine masses: a case series and review of the literature. *Front. Reprod. Health.* 2023; 5: 1197931. <http://doi.org/10.3389/frph.2023.1197931>
 25. Peyron N., Jacquemier E., Charlot M. et al. Accessory cavitated uterine mass: MRI features and surgical correlations of a rare but under-recognised entity. *Eur. Radiol.* 2019; 29 (3): 1144–1152.
<http://doi.org/10.1007/s00330-018-5686-6>
 26. Mollion M., Host A., Faller E. et al. Report of two cases of Accessory Cavitated Uterine Mass (ACUM): Diagnostic challenge for MRI. *Radiol. Case Rep.* 2021; 16 (11): 3465–3469.
<http://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.07.071>
 27. Rackow B. Accessory cavitated uterine mass: a new müllerian anomaly? *Fertil. Steril.* 2022; 117 (3): 649–650. <http://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.01.006>
 28. Peters A., Rindos N., Guido R., Donnellan N. Uterine-sparing Laparoscopic Resection of Accessory Cavitated Uterine Masses. *J. Minim. Invasive Gynecol.* 2018; 25 (1): 24–25.
<http://doi.org/10.1016/j.jmig.2017.06.001>
 29. Strelec M., Banović M., Banović V., Sirovec A. Juvenile cystic adenomyoma mimicking a Mullerian uterine anomaly successfully treated by laparoscopic excision. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2019; 146 (2): 265–266. <http://doi.org/10.1002/ijgo.12880>
 30. Park J., Kim D. Successful laparoscopic surgery of accessory cavitated uterine mass in young women with severe dysmenorrhea. *Yeungnam Univ. J. Med.* 2021; 38 (3): 235–239.
<http://doi.org/10.12701/yujm.2020.00696>
 31. Protopapas A., Kypriotis K., Chatzipapas I. et al. Juvenile Cystic Adenomyoma vs Blind Uterine Horn: Challenges in the Diagnosis and Surgical Management. *J. Pediatr. Adolesc. Gynecol.* 2020; 33 (6): 735–738.
<http://doi.org/10.1016/j.jpag.2020.08.010>
 32. Bakshi N., Dhawan S. Extrapelvic “Uterus Like Mass” Following Laparoscopic Morcellation Hysterectomy – a Consequence of Iatrogenic Implantation? *Int. J. Surg. Pathol.* 2023; 31 (5): 791–794.
<http://doi.org/10.1177/10668969221133350>
 33. Supermaniam S., Thye W. Diagnosis and laparoscopic excision of accessory cavitated uterine mass in young women: Two case reports. *Case Rep. Womens Health.* 2020; 26: e00187.
<http://doi.org/10.1016/j.crwh.2020.e00187>
 34. Strug M., Christmas A., Schoonover A. et al. Impact of an accessory cavitated uterine mass on fertility: case presentation and review of the literature. *F&S Reports.* 2023; 4 (4): 402–409.
<http://doi.org/10.1016/j.xfre.2023.09.001>
 35. Hu Y., Wang A., Chen J. Diagnosis and laparoscopic excision of accessory cavitated uterine mass in a young woman: A case report. *Wld J. Clin. Cases.* 2021; 9 (30): 9122–9128.
<http://doi.org/10.12998/wjcc.v9.i30.9122>
 36. Bakshi N., Dhawan S. Extrapelvic “Uterus Like Mass” Following Laparoscopic Morcellation Hysterectomy – a Consequence of Iatrogenic Implantation? *Int. J. Surg. Pathol.* 2023; 31 (5): 791–794.
<http://doi.org/10.1177/10668969221133350>

Ultrasound of accessory and cavitated uterine mass (ACUM): clinical cases and literature review

I.A. Esipova^{1}, M.N. Bulanov^{2,3}, I.A. Krasnova¹*

¹ Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

² Regional Clinical Hospital; 21, Sudogodskoye shosse, Vladimir 600023, Russian Federation

³ Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; 41, Bolshaya St. Petersburgskaya str., Veliky Novgorod 173003, Russian Federation

Irina A. Esipova – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology named after Academician G.M. Savelyeva, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-2130-5431>

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>

Irina A. Krasnova – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology named after Academician G.M. Savelyeva, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6765-4127>

Correspondence* to Dr. Irina A. Esipova – e-mail: esipova.ira@inbox.ru

The purpose of this article is a review of literature and our own experience in diagnosing of Müllerian duct anomaly – accessory and cavitated uterine mass (ACUM). The lack of uniform approach to the terminology, classification, methods of diagnosis and treatment makes this anomaly relevant for a multidisciplinary evaluation.

Keywords: mullerian duct anomalies; ACUM; three-dimensional ultrasound; ultrasound features

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Esipova I.A., Bulanov M.N., Krasnova I.A. Ultrasound of accessory and cavitated uterine mass (ACUM): clinical cases and literature review. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 53–63. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-276> (In Russian)

Ultrasound Obstet Gynecol 2021; 57: 661–671

Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/uog.23616



GUIDELINES

Практические рекомендации ISUOG (обновленные): ультразвуковое исследование центральной нервной системы плода. Часть 2: проведение таргетной нейросонографии

Оригинальный текст руководства “ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography” опубликован в журнале “Ultrasound in Obstetrics & Gynecology” (2021; 57: 661–671) 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.

Комитет клинических стандартов

Международное общество ультразвуковых исследований в акушерстве и гинекологии (International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology – ISUOG) является научной организацией, которая содействует развитию надлежащей клинической практики, обучению специалистов и проведению научных исследований в области диагностической визуализации в сфере здравоохранения женщины. Комитет по клиническим стандартам (ККС) ISUOG создан для разработки Практических рекомендаций и Консенсусных заявлений в качестве учебных рекомендаций, которые предлагают врачам единый экспертный подход к диагностической визуализации. Они представляют методики и подходы, проанализированные ISUOG и признанные передовой практикой на момент публикации. Несмотря на то что специалистами ISUOG были предприняты максимальные усилия для обеспечения точности текста Практических рекомендаций при его издании, тем не менее ни само ISUOG, ни кто-либо из его сотрудников или членов не несут юридической ответственности за последствия публикации какой-либо неточной или вводящей в заблуждение информации, методик или утверждений. Документы ККС ISUOG не предназначены для установления правовых стандартов оказания помощи, поскольку на интерпретацию данных, лежащих в основе Практических рекомендаций, могут влиять индивидуальные обстоятельства, местные протоколы и доступные ресурсы. Допускается свободное распространение утвержденных Практических рекомендаций по разрешению ISUOG (info@isuog.org). Подробная информация об уровнях убедительности рекомендаций и уровнях достоверности доказательств, используемых в Практических рекомендациях ISUOG, приведена в Приложении 1.

ВВЕДЕНИЕ

Врожденные пороки развития центральной нервной системы (ЦНС) относятся к одним из наиболее распространенных

аномалий развития плода и обнаруживаются с частотой 14 на 10 000 новорожденных [1]. Дефекты зарощения нервной трубки являются самыми частыми пороками развития ЦНС. Частота их выявления в период беременности составляет 52/100 000 [2]. Встречаемость интракраниальных пороков развития при нормальном строении нервной трубки остается неопределенной, так как многие из них не распознаются при рождении и проявляются позже. Однако, согласно данным долгосрочных катамнестических исследований, частота встречаемости таких пороков может достигать 1 на 100 новорожденных [3]. Во время беременности ультразвуковое исследование на выявление врожденных пороков развития ЦНС проводится в основном во II триместре [4] и предусматривает визуализацию 3 аксиальных плоскостей: трансвентрикулярной, трансталамической и трансцеребеллярной. Базисное исследование позвоночника плода также проводится в рамках 2-го скрининга, и оно описано в Части 1 настоящего руководства [5]. Следует отметить, что некоторые пороки развития плода ЦНС плода могут быть выявлены уже в I триместре беременности.

Целью данного Руководства является описание протокола диагностического ультразвукового исследования, которое должно проводиться при любом случае, когда имеется высокий риск формирования порока развития ЦНС. Подробные показания к проведению таргетной нейросонографии плода приведены подробно в Части 1 настоящего Руководства [5]. Общеизвестным является тот факт, что специализированное нейросонографическое исследование плода имеет значительно больший диагностический потенциал по сравнению с базисным скрининговым исследованием и особенно эффективно при диагностике сложных пороков развития [6, 7]. Специализированное исследование ЦНС плода требует высокого уровня квалификации исследователя, что не всегда возможно во многих медицинских учреждениях ультразвуковой диагностики, поскольку данный метод диагностики пока не используется повсеместно.

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Рекомендации

- Трансвагинальный доступ является предпочтительным методом специализированного нейросонографического исследования ввиду его высокого разрешения. Если применение трансвагинального сканирования головного мозга плода технически невозможно (например, при тазовом предлежании плода, многоплодной беременности), исследование проводится трансабдоминально (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

- Если трансвагинальный доступ технически невозможен, рекомендуется использовать высокоразрешающий линейный или микроконвексный датчик (т.е. мультисекторный датчик с максимальной частотой до 8–9 МГц), поскольку такие датчики обеспечивают более высокое разрешение, чем стандартные конвексные датчики (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

Мультипланарный подход является основой ультразвукового исследования головного мозга плода, который обеспечивается путем расположения датчика вдоль швов и родничков головки плода [8–10].

При головном предлежании плода всегда следует использовать трансвагинальный доступ, поскольку такой подход имеет много преимуществ по сравнению с трансабдоминальным методом визуализации. В частности, трансвагинальный доступ позволяет получить изображения более высокого разрешения благодаря более высокой частоте трансвагинального датчика, а также более четко сагиттальный и коронарный срезы благодаря обходу акустической тени, идущей от костей свода черепа. Для исследования плодов в ягодичном предлежании используется трансфундальный доступ, при котором датчик располагается на дне матки параллельно, а не перпендикулярно брюшной полости. Тем не менее аккуратный наружный акушерский поворот может быть проведен в ходе ультразвукового исследования при наличии технической возможности на сроках до начала III триместра [11].

Обследование позвоночника также является частью нейросонографии и проводится в аксиальной, коронарной и сагиттальной плоскостях, как описано в Части 1 настоящего Руководства [5]. Во время нейросонографии позвоночника в сагиттальной плоскости оценивается положение конуса спинного мозга.

При нейросонографии плода проводятся те же измерения, что и при базисном исследовании, включая измерение бипариетального размера головы, окружности головы, диаметра боковых желудочков на уровне атриума и поперечного диаметра мозжечка. Измерение переднезаднего размера большой цистерны головного мозга плода не нужно проводить рутинно, его рекомендуется измерять только при подозрении на расширение большой цистерны (*mega cisterna magna*). Существует множество программ различных структур головного мозга плода, которые можно использовать при необходимости [10, 12]. Размеры могут различаться в зависимости от срока беременности и клинической ситуации.

МЕТОДИКА НЕЙРОСОНОГРАФИИ

Головной мозг плода

И при трансабдоминальном, и при трансвагинальном сканировании необходимо правильно расположить датчик вдоль той или иной плоскости головного мозга, что, как правило, требует аккуратных манипуляций с плодом. В зависимости от положения плода могут быть использованы различные плоскости сканирования [10]. Систематическое исследование головного мозга плода обычно включает в себя визуализацию четырех коронарных сечений и трех сагиттальных. Далее приводится описание различных интракраниальных структур, которые могут визуализироваться на уровне этих срезов во II и III триместрах беременности. Кроме оценки анатомических структур, нейросонография плода должна также включать в себя оценку борозд и извилин головного мозга, формирование которых происходит в течение беременности [13–17].

Рекомендация

• Целенаправленная оценка анатомии головного мозга плода предполагает изучение структур мозга в различных сагиттальных и коронарных плоскостях. Основные плоскости описаны далее, но обученный специалист должен уметь выбрать и описать именно те плоскости, которые позволяют более информативно показать нормальную анатомию и патологию головного мозга (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

Коронарные плоскости (рис. 1)

Трансфронтальная плоскость (рис. 1а). Визуализация данной плоскости осуществляется путем сканирования через передний родничок головки плода. Данная плоскость позволяет оценивать срединную межполушарную щель и лобные доли головного мозга. Трансфронтальная плоскость располагается кпереди от колена мозолистого тела, что объясняет непрерывность межполушарной щели в данном сечении. Также в данном срезе визуализируются

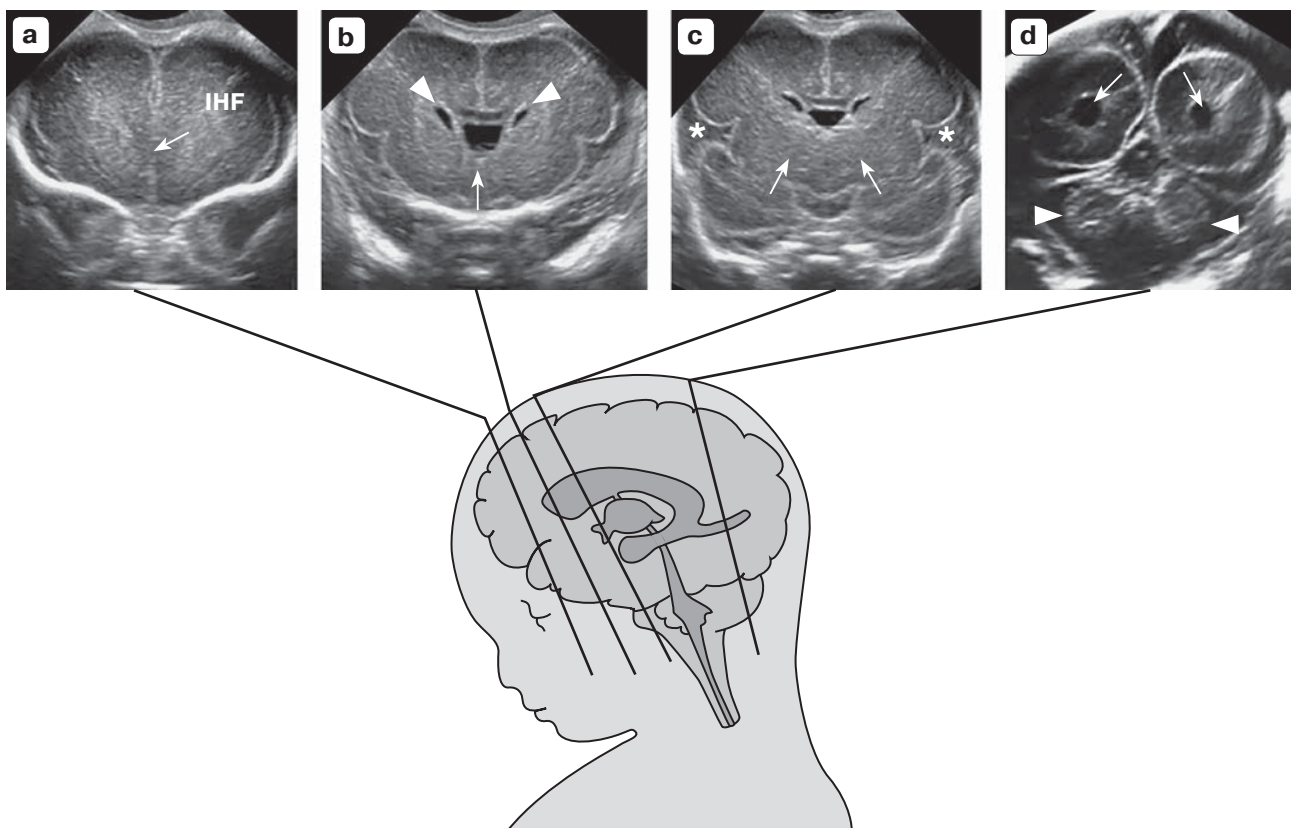


Рис. 1. Коронарные сечения головки плода. (а) Трансфронтальная плоскость. Межполушарная щель (ИHF) видна между двумя лобными долями (стрелка). Также видны клиновидная кость, формирующая верхнюю стенку глазниц, и сами глазницы. (б) Транскаудальная плоскость. По обе стороны от полости прозрачной перегородки (стрелка) определяются лобные рога боковых желудочков (2 рога) (наконечники стрелок). Поперечный срез передней части корпуса мозолистого тела визуализируется в виде едва заметной гипоэхогенной полосы над полостью прозрачной перегородки между лобными рогами. Ганглиозные бугорки видны ниже и латеральнее передних лобных рогов. (с) Трансталамическая плоскость. Визуализируются таламусы (стрелки) и островки (*). (d) Трансцеребеллярная плоскость. Визуализируются затылочные рога боковых желудочков (стрелки) и мозжечок (наконечники стрелок).

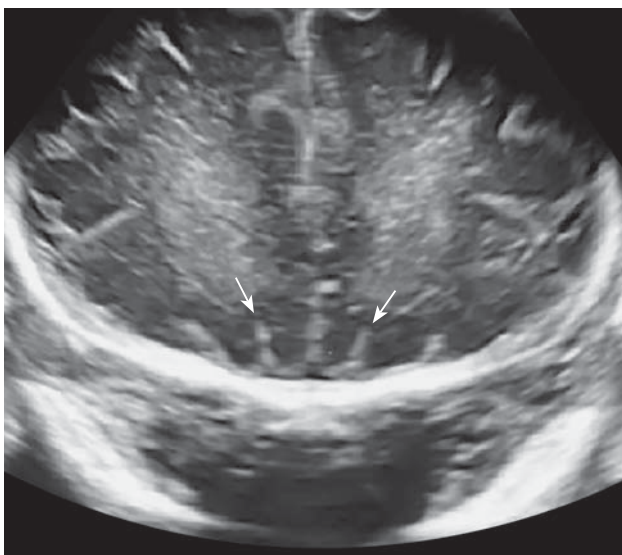


Рис. 2. Трансфронтальная плоскость головки плода. После 26 нед беременности чуть выше клиновидной кости могут определяться обонятельные борозды (стрелки).

клиновидная кость и иногда глазницы. На поздних сроках беременности также видны обонятельные борозды [15, 18] (рис. 2).

Транскаудальная плоскость. Транскаудальная плоскость (рис. 1b) выводится при сканировании через самый задний доступ на уровне переднего родничка путем наклона и (или) скольжения датчика к заднему краю переднего родничка. Данная плоскость является одной из самых важных в нейросонографии плода. Данное сечение демонстрирует: передние рога боковых желудочков и полость прозрачной перегородки (в виде треугольной/трапециевидной структуры, располагающейся под мозолистым телом между двумя передними рогами); поперечный срез передней части корпуса мозолистого тела, представляющий собой гипэхогенную полосу над полостью прозрачной перегородки и между лобными рогами; серп головного мозга плода; ганглионарный бугорок и хвостатые ядра.

Трансталамическая плоскость (рис. 1c). Трансталамическая плоскость располагается достаточно близко к транскаудальной плоскости. В одних случаях данная плоскость выводится через передний родничок путем наклона датчика, в других через от-

крытый сагиттальный шов. Оба таламуса прилегают близко друг к другу. По срединной линии может определяться III желудочек с межжелудочковым отверстием Монро. Чуть позади с каждой стороны визуализируются атриумы (преддверия) задних рогов боковых желудочков с расположенными внутри сосудистыми сплетениями. Ближе к основанию черепа по срединной линии визуализируется базальная цистерна, содержащая сосуды виллизиева круга и септооптическая хиазма. В этой плоскости также отчетливо визуализируются силвиевы борозды. Исследование этого последнего анатомического ориентира имеет крайне важное значение. Для получения изображения силвиевой борозды помогает аккуратное и мягкое надавливание на передний родничок, иначе боковая тень от теменных костей будет мешать визуализации островка и силвиевой зоны.

Трансцеребеллярная плоскость (рис. 1d). Трансцеребеллярная плоскость — это единственная коронарная плоскость, которая выводится через задний родничок и позволяет визуализировать затылочные рога боковых желудочков и межполушарную щель. В зависимости от срока беременности в этом сечении можно также увидеть шпорную борозду (рис. 3) и более глубоко расположенную теменно-затылочную борозду. Оба полушария мозжечка и червь мозжечка в поперечном срезе также визуализируются на уровне данной плоскости. Червь мозжечка является более эхогенной структурой, чем полушария мозжечка.

Сагиттальные плоскости (рис. 4)

Рекомендации

- Срединносагиттальная или срединная плоскость является основным диагностическим срезом для оценки срединных структур мозга и их аномалий. Для точной оценки супра- и инфратенториальной анатомии данную плоскость следует выводить через передний или задний родничок или даже через сагиттальный неоссифицированный шов в зависимости от конкретной исследуемой структуры. Визуализации данной плоскости можно достичь путем осторожной манипуляции головкой плода свободной

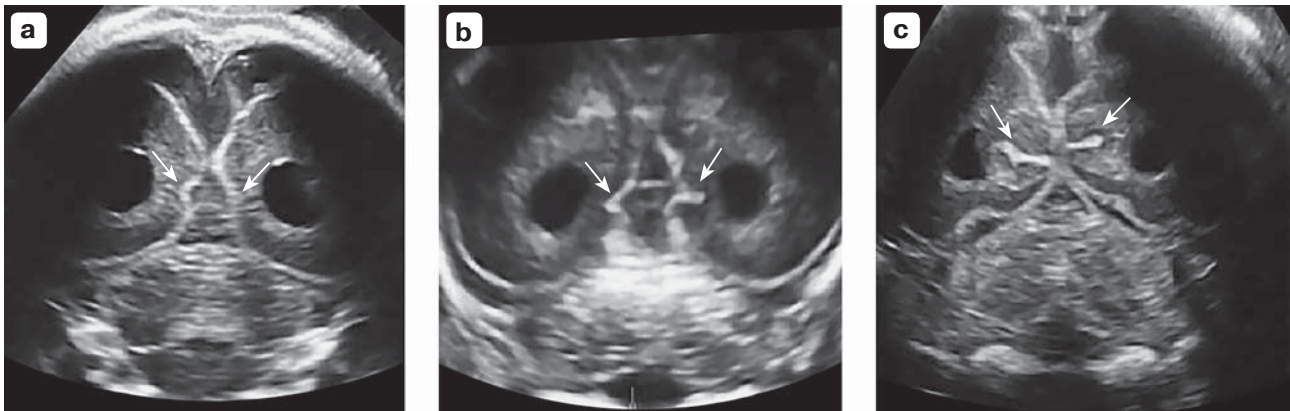


Рис. 3. На уровне транскеребеллярного сечения головки плода можно увидеть прогрессивное развитие шпорных борозд (стрелки). (a) 21 нед беременности; (b) 26 нед беременности; (c) 31 нед беременности.

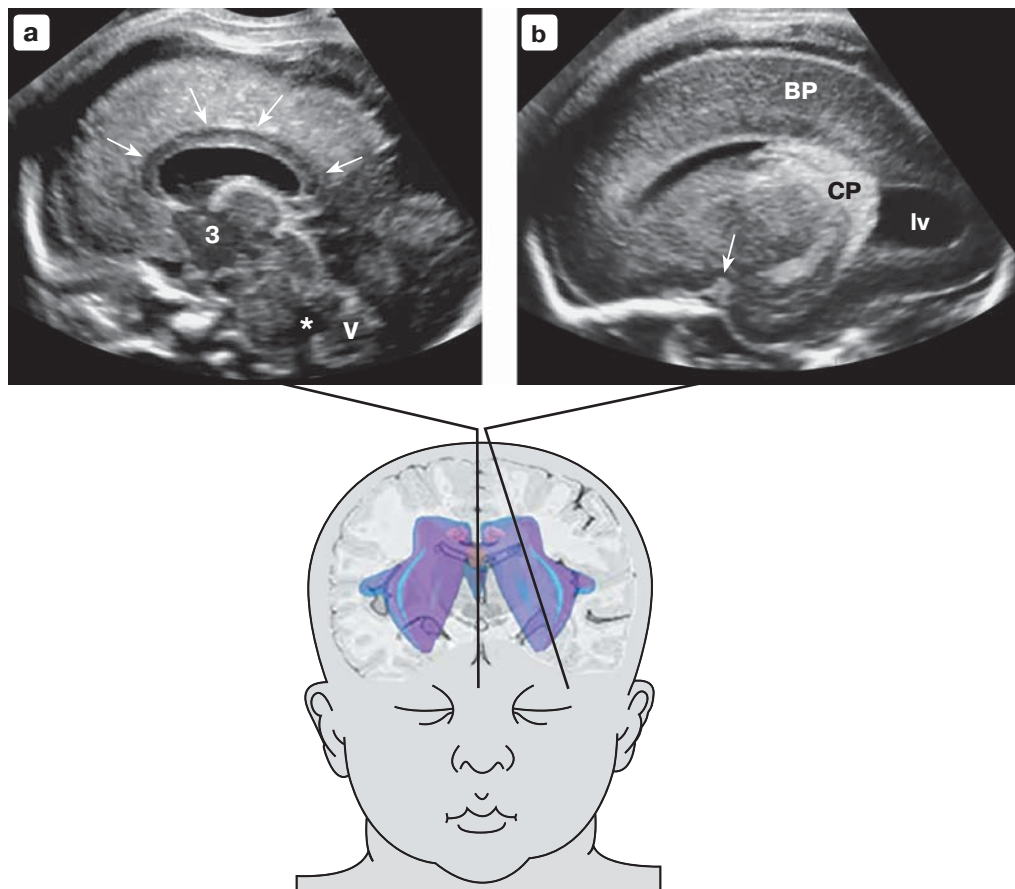


Рис. 4. Сагиттальные плоскости головки плода. (a) Среднесагиттальная передняя плоскость. Анатомические ориентиры, визуализируемые в этой плоскости: срединный срез мозолистого тела (стрелки); под мозолистым телом полость прозрачной перегородки и полость Верге (если присутствует); III желудочек (3); IV желудочек (*); червь мозжечка (V). Также может быть визуализирован Sylvian водопровод. (b) Парасагиттальная плоскость. Анатомические ориентиры, визуализируемые в этой плоскости: паренхима мозга (BP); боковой желудочек (IV) с сосудистым сплетением (CP); височный рог; в зависимости от срока беременности и степени формирования латерального угла может быть визуализирована небольшая часть Sylvian борозды (стрелка).

рукой и перемещения ее в оптимальное положение (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

• При проведении биометрии мозолистого тела при диагностике гипоплазии мозолистого тела следует учитывать тот факт, что короткое, тонкое или толстое мозолистое тело не всегда является синонимом аномалии данной анатомической структуры. Поэтому качественная оценка в данном случае гораздо важнее количественной, т.е. при ультразвуковом исследовании мозолистого тела необходимо убедиться, что все четыре компонента мозолистого тела определяются и что все они имеют нормальное строение (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

Срединная или среднесагиттальная передняя плоскость (рис. 4а).

Срединный сагиттальный передний срез достигается путем сканирования через передний родничок плода и обеспечивает хорошую визуализацию срединной линии головного мозга. Для того чтобы исследовать инфратенториальные структуры, предпочтителен доступ через задний родничок (см. далее). На срединном сагиттальном срезе видны все компоненты мозолистого тела. В частности, должны быть визуализированы четыре части мозолистого тела – клюв, колено, тело и валик – и их взаимосвязь с полостью прозрачной перегородки и полостью Верге, если она присутствует. Ниже полости прозрачной перегородки III желудочек может определяться как гипоэхогенная структура, но его краниальная часть гиперэхогенна из-за сосудистого сплетения III желудочка. В данной плоскости также визуализируются инфратенториальные структуры, особенно червь мозжечка и IV желудочек. Тем не менее для адекватной визуализации и оценки этих структур рекомендуется использовать задний доступ (срединная или среднесагиттальная задняя плоскость. См. далее). В режиме цветового доплеровского картирования могут быть видны передняя мозговая артерия, перикаллезные артерии и их ветви, а также вена Галена, но их роль в оценке мозолистого тела невелика.

Срединная или среднесагиттальная задняя плоскость (рис. 5). Среднесагиттальная задняя плоскость выводится через сагиттальный шов, но лучше выводить ее через задний родничок. При сканировании необходимо избегать наложения тени от затылочной кости на область задней черепной

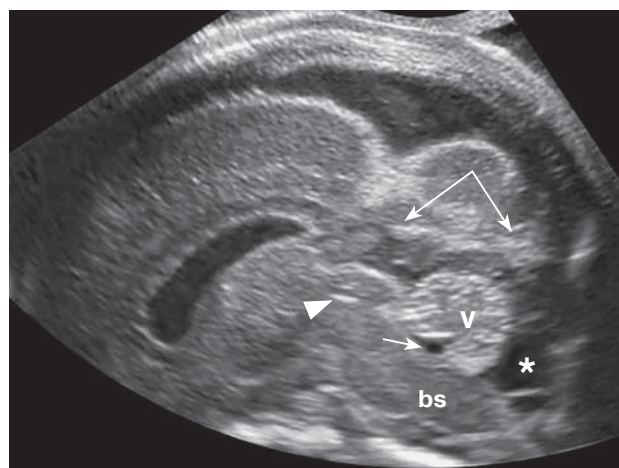
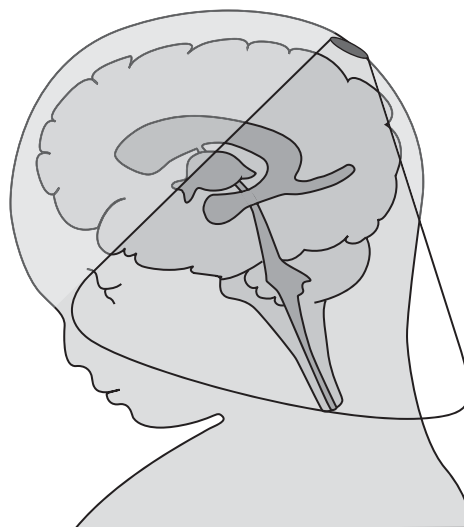


Рис. 5. Срединная сагиттальная или срединная задняя плоскость выводится путем надавливания на задний родничок и больше всего подходит для оценки задней черепной ямки. Анатомические ориентиры, визуализируемые в этой плоскости: червь мозжечка (V) с шатром и IV желудочком (стрелка); большая цистерна (*); намет мозжечка (двойная стрелка); ствол мозга (bs) с мостом. На уровне этого среза может также визуализироваться силвиев водопровод (наконечник стрелки).

ямки и большой цистерны, поскольку такая тень может ограничить возможность или сделать невозможной клиническую интерпретацию полученного изображения. При таком заднем доступе ультразвуковой луч идет сверху по отношению к червю мозжечка и под углом 90° по отношению к стволу мозга, что создает наиболее оптимальные условия для визуализации этой части головного мозга плода, ультразвуковое изображение которой затруднено. При таком доступе можно тщательно изучить все анатомические ориентиры срединного среза червя и задней черепной ямки. Они включают: срединную плоскость всего червя мозжечка и его шатер, первичную борозду (а также вторичную борозду, появляющуюся на поздних сроках беременности), доли червя мозжечка, IV желудочек треугольной формы, большую цистерну, ствол мозга со средним мозгом, мост и продолговатый мозг. Верхняя граница задней черепной ямки, представленная наметом мозжечка, также может быть видна. На этом срединном срезе часто можно визуализировать ликвор в синусовом водопроводе, особенно во II триместре.

Парасагиттальные плоскости (рис. 4b). Парасагиттальные плоскости выводятся путем перемещения или наклона датчика в любую из сторон немного латеральнее от среднесагиттальной плоскости. В данных плоскостях визуализируются боковые желудочки, сосудистые сплетения, перивентрикулярная паренхима мозга и, в основном в III триместре, извилины коры на выпуклой поверхности мозга, а также различные участки островка/синусовой борозды. Более латеральная проекция позволяет визуализировать височные рога желудочков и островков.

Дополнительные плоскости. Описанные выше плоскости представляют собой основные плоскости, которые необходимо получать и оценивать при каждом таргетном нейросонографическом исследовании плода. Однако в зависимости от направленности исследования возможно выведение и других промежуточных сагиттальных и коронарных плоскостей, которые в некоторых случаях могут быть полезны. В част-

ности, например, для более тщательного исследования задней черепной ямки могут потребоваться дополнительные коронарные плоскости с визуализацией поперечного среза червя.

Позвоночник плода

Рекомендация

- Возможность визуализации медуллярного конуса, расположенного на вентральной границе позвоночного канала рядом с телами позвонков, является хорошим признаком, позволяющим определить нормальную анатомию пояснично-крестцового отдела позвоночника (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЕЯ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

Для оценки анатомии позвоночника при сканировании могут использоваться три типа плоскостей. Выбор плоскости зависит от положения плода. Обычно в каждом конкретном случае удается получить только две из трех возможных плоскостей, но при необходимости посредством манипуляций с плодом или ультразвукового исследования в 3D-режиме может быть получена и третья плоскость.

Поперечная или аксиальная плоскость. Исследование позвоночника в поперечной или аксиальной плоскости – это динамичный процесс, оценка позвоночника осуществляется путем постепенного смещения датчика вдоль всего позвоночного столба, сохраняя при этом аксиальную плоскость сканирования (рис. 6). Позвонки имеют различное анатомическое строение в зависимости от уровня их расположения: в грудном и поясничном отделах позвонки имеют треугольный вид с центрами оссификации, расположенными вокруг позвоночного канала; шейные позвонки имеют четырехугольную форму; позвонки в крестцовом отделе отличаются уплощенной формой.

Сагиттальные плоскости. В сагиттальной плоскости центры оссификации тел позвонков и их дужек формируют две параллельные линии, которые сходятся в районе крестца. Когда плод находится в переднем виде, сагиттальное сечение можно получить, направляя ультразвуковой луч через область неоссифицированных остистых от-

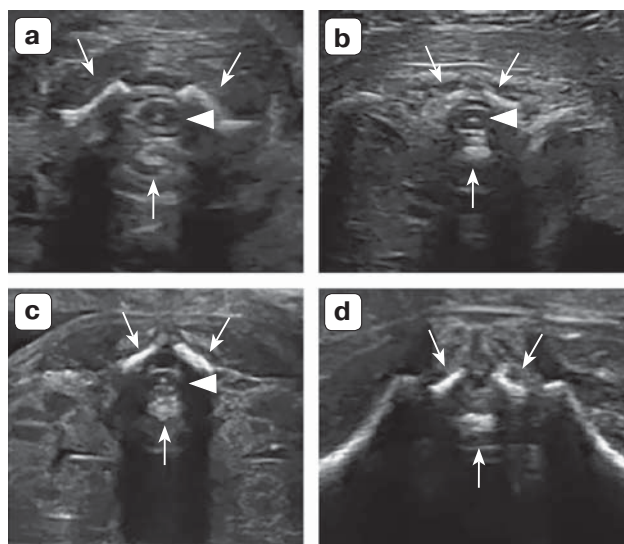


Рис. 6. Аксиальное сечение позвоночника плода на разных уровнях: (а) шейный; (б) грудной; (с) поясничный; (д) крестцовый. Стрелки указывают на три центра оссификации позвонка. Следует обратить внимание на интактность кожных покровов, покрывающих позвоночник. На рисунках (а–с) спинной мозг определяется в виде гипэхогенной овальной структуры с белой точкой в центре (наконечники стрелок).

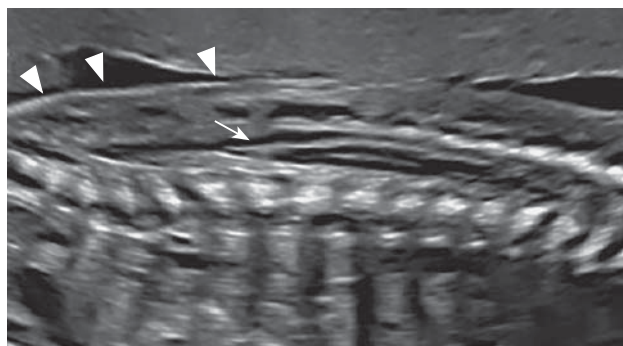


Рис. 7. Сагиттальное сечение позвоночника плода. Используя неоссифицированные остистые отростки позвонков в качестве акустического окна, можно визуализировать содержимое спинномозгового канала. После 20 нед беременности медуллярный конус (стрелка) обычно располагается на уровне II/III поясничного позвонка (L_{II} – L_{III}), оставляя дорсально участок треугольной формы, заполненный спинномозговым ликвором. Следует обратить внимание на непрерывность кожного покрова (наконечники стрелок).

ростков. Данный доступ позволяет визуализировать позвоночный канал и спинной мозг, располагающийся внутри него (рис. 7). В позднем II и III триместрах беременности мозговой конус обычно определяется на уровне II/III поясничного позвонка (L_{II} – L_{III}) [19–21]. Целостность спинномозгового канала определяется регулярным расположением центров оссификации и наличием мягких тканей, покрывающих позвоночник. Если правильный сагиттальный срез позвоночника может быть получен, то визуализация медуллярного конуса на обычном уровне еще больше подтверждает нормальное строение позвоночника (рис. 7).

Рекомендация

- Использование высокочастотного транс-абдоминального линейного/микроконвексного датчика улучшает ультразвуковую оценку спинного мозга и мозгового конуса в срединном сагиттальном сечении позвоночника (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

Коронарные плоскости. В коронарных плоскостях позвоночника видны одна, две или три параллельные линии в зависимости от ориентации ультразвукового луча. Эти линии соответствуют плоскостям сечения в вентрально-дорсальном направлении через тела позвонков (одна линия), тела позвонков и задние дуги (три линии) или задние дуги (две линии) (рис. 8). Все эти плоскости легче продемонстрировать в 3D-режиме, который будет рассмотрен далее.

Ультразвуковое исследование в 3D-режиме

Рекомендация

- При проведении таргетной нейросонографии рекомендуется использовать 3D-режим, особенно в случае, когда сложно получить качественное двухмерное изображение позвоночника. Преимуществами исследования позвоночника в 3D-режиме являются более высокое разрешение изображения, а также возможность проведения мультипланарного сопоставления изображений (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

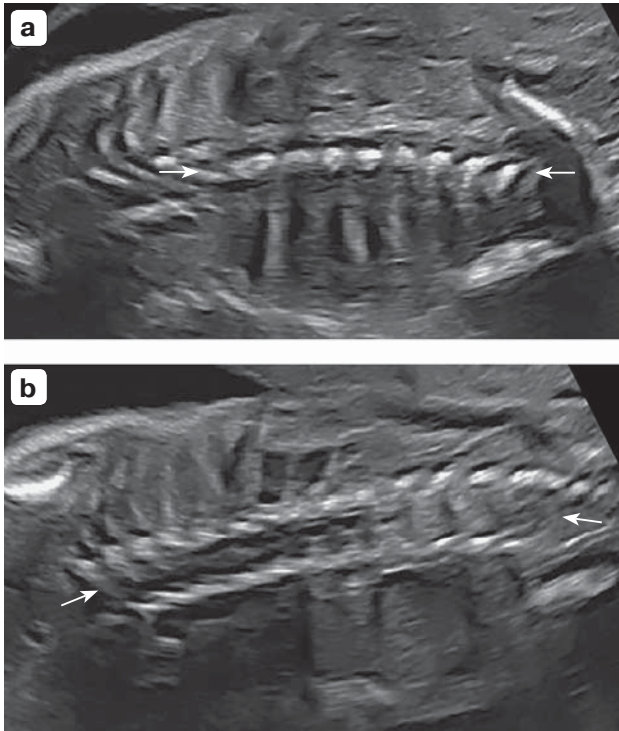


Рис. 8. Коронарное сечение позвоночника плода (стрелки). Данный срез является информативным срезом для исключения полупозвонков и диастематомии. Он может быть получен на уровне тел позвонков (а) или при заднем доступе на уровне дуг (б). Цель – исключить аномальный угол оси позвоночника.

Несмотря на ряд полезных ориентиров, указывающих на правильность получения срединносагиттальной/срединной плоскости головного мозга плода (например, мозолистое тело и червь мозжечка), незначительные отклонения от идеального средне-сагиттального сечения нередко остаются незамеченными исследователем, что, в свою очередь, влияет не только на измерения, но и на качественную оценку мозга и ствола мозга. Поэтому, учитывая 2 основных преимущества 3D-режима, применение его в таргетной нейросонографии может быть особенно полезным. Во-первых, возможность осуществлять сопоставление ультразвуковых изображений на мультипланарных срезах позволяет получить анатомически соответствующие срезы в трех взаимно перпендикулярных плоскостях (рис. 9). Во-вторых, возможность получения более

толстых “срезов” головного мозга увеличивает соотношение сигнал–шум во всех трех срезах, что значительно улучшает качество ультразвукового изображения. Эти преимущества подтверждают обоснованность нашей рекомендации использовать 3D-режим в нейросонографии [7, 22, 23].

Кроме того, при оценке позвоночника плода полезно использовать 3D-rendering и реконструкцию коронарных плоскостей на уровне тел и (или) задних дужек позвонков [24] (рис. 10).

Нейросонография в 13–17 нед беременности

Внедрение в клиническую практику высокочастотных датчиков [25–28], растущая тенденция оценивать анатомию плода на более ранних сроках, рекомендованная также и ISUOG, среди всего прочего [29–31] привели к тому, что беременных при подозрении на пороки развития головного или спинного мозга плода стали направлять на ультразвуковое исследование на более ранних сроках.

Однако детальная оценка мозга плода в 13–14 нед беременности несколько отличается от оценки мозга на сроке 15–17 нед, что связано со значительными изменениями ЦНС плода в эти сроки беременности.

Рекомендуемый метод ультразвукового исследования – трансвагинальный. Хотя новые высокочастотные трансабдоминальные датчики позволяют проводить нейросонографию на ранних сроках, особенно если индекс массы тела матери составляет $\leq 25 \text{ кг/м}^2$, а объектом исследования является не задняя черепная ямка, применение более высокочастотных трансвагинальных датчиков (6–12 МГц) позволяет существенно улучшить изображение анатомии головного плода на ранних сроках, что позволяет более тщательно изучить эту анатомическую область. При оценке головного мозга плода на сроках 13–14 нед беременности предпочтительными являются аксиальные трансвентрикулярный (рис. 11а) и трансталамический (рис. 11b) срезы в сочетании со срединным сагиттальным срезом (рис. 11с), реконструированным из 3D-объемного изображения, полученного, в отличие от более

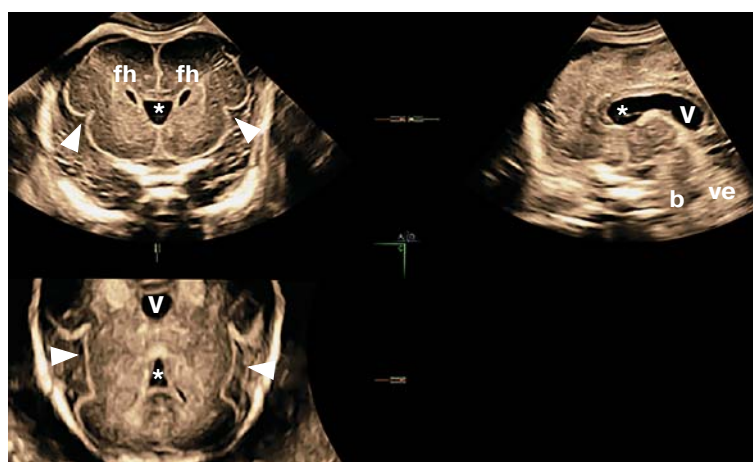


Рис. 9. Сопоставление изображений на уровне трехмерных мультипланарных срезов (3D-режим) существенно помогает в оценке головного мозга плода. На этом изображении головного мозга плода на сроке 26 нед идеальное ортогональное позиционирование позволило визуализировать все основные структуры головного мозга на всех трех плоскостях. В коронарной транскраниальной плоскости (плоскость А) видны передние рога (fh) боковых желудочков по обе стороны от полости прозрачной перегородки (*) и передние участки островков (наконечники стрелок). В срединной сагиттальной плоскости (плоскость В) видны мозолистое тело, полость прозрачной перегородки (*) и полость Верге (V), а также червь мозжечка (ve) и в меньшей степени (из за угла инсонации) ствол мозга (b). В реконструированной аксиальной плоскости (плоскость С) отчетливо видны островки (наконечники стрелок) вместе с полостью прозрачной перегородки (*) и полость Верге (V).

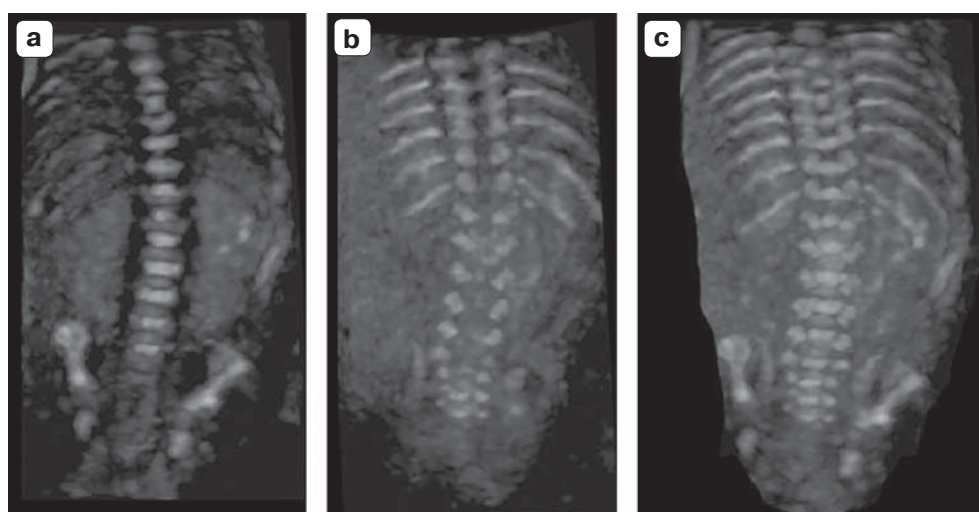


Рис. 10. 3D-rendering позвоночника плода на сроке 22 нед: коронарные сечения. Данные изображения были получены при помощи 3D-режима из одного ультразвукового объема путем изменения угла наклона и толщины ультразвукового среза. (a) Тонкий ультразвуковой срез направлен через тела позвонков. (b) Тот же ультразвуковой срез смещен чуть кзади для визуализации дуг позвонков. (c) Толстый ультразвуковой срез используется для одновременной демонстрации трех центров оссификации.

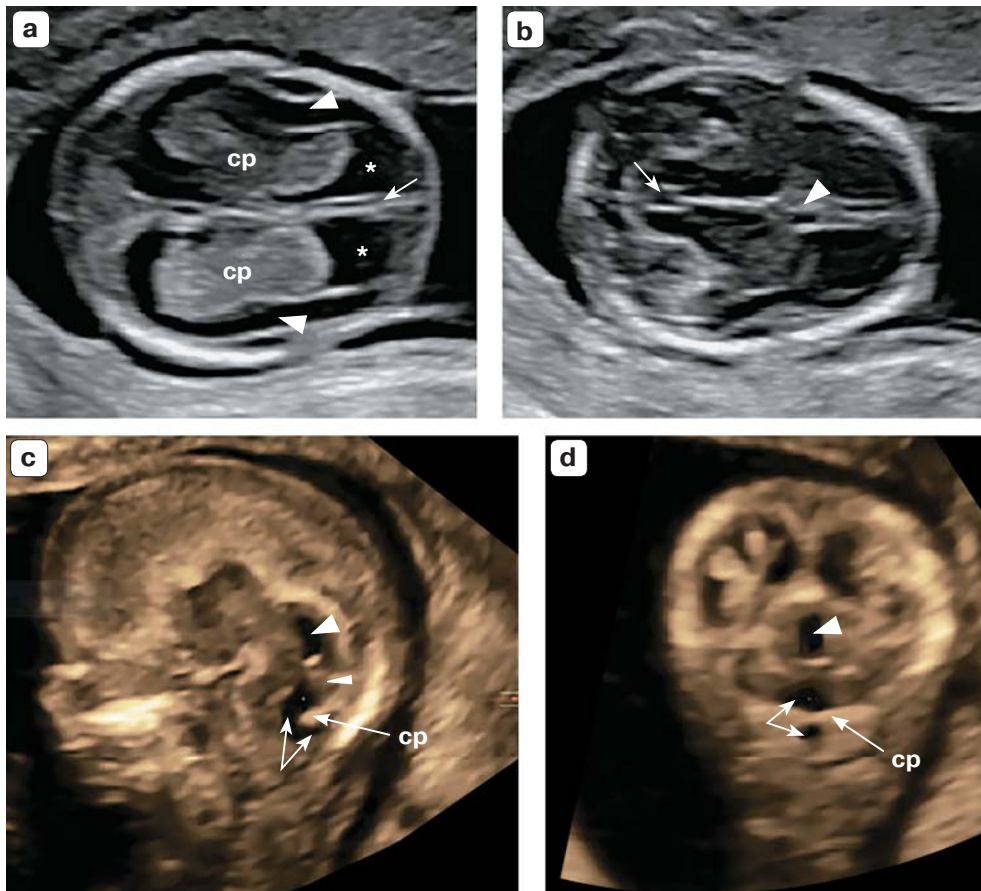


Рис. 11. Нейросонография на сроке 13 нед беременности. (а) Трансвентрикулярная аксиальная плоскость, на уровне которой видны серп по срединной линии (стрелка), “бабочка”, образованная большими сосудистыми сплетениями (ср), и явные признаки спинномозгового ликвора (*). Также виден тонкий ободок развивающейся паренхимы мозга в виде практически анэхогенной полоски ткани (наконечники стрелок), ограниченной мозговыми оболочками повышенной эхогенности по внешнему контуру и похожими гиперэхогенными линиями эпендимы медиальнее. (b) Трансталамическая аксиальная плоскость. Плоскость пересекает диэнцефалон и выраженный сильвиев водопровод (стрелка). Серп также определяется спереди, как и первый признак полости прозрачной перегородки (ППП), проявляющийся в виде неровности серпа (наконечник стрелки). Следует отметить, что ППП визуализируется только в некоторых случаях при использовании высокочастотных датчиков. (с, d) Срединная сагиттальная и задняя коронарная плоскости лучше визуализируются при реконструкции из трехмерного объемного изображения (3D-режим), полученного при трансвагинальном доступе, ввиду явной необходимости сопоставления мультипланарных изображений. (с) Структуры, которые можно выявить на уровне реконструированной срединной сагиттальной плоскости: выраженный сильвиев водопровод (длинная стрелка), типичный для данного срока гестации; гипоэхогенный диэнцефалон, спереди от сильвиева водопровода; задняя черепная ямка в виде IV желудочка, сообщающегося с физиологическим карманом Блейка (двойная стрелка). Гиперэхогенное сосудистое сплетение (ср) IV желудочка визуализируется между IV желудочком и карманом Блейка, над которым определяется червь мозжечка (маленький наконечник стрелки). (d) На реконструированной задней коронарной плоскости на уровне сильвиева водопровода четко виден водопровод (наконечник стрелки). Ниже IV желудочек и карман Блейка (двойная стрелка) разделены сосудистым сплетением IV желудочка (ср).

позднего срока беременности, на уровне аксиального сечения головки плода. Применение таких доступов возможно благодаря значительно меньшей степени оксификации костей черепа плода на раннем сроке беременности. Использование такого подхода в сочетании с мультипланарной визуализацией позволяет получить идеальные срединные сагиттальные и коронарные изображения вентрикулярной системы и всего мозга, хотя на этом сроке беременности внимание уделяется в основном промежуточному мозгу и задней черепной ямке (рис. 11с, d) [31]. Необходимость оценки аксиальных плоскостей связана с поиском более очевидных ультразвуковых признаков, подтверждающих диагностику *spina bifida* на ранних сроках беременности [32, 33]. Все эти ультразвуковые признаки обусловлены утечкой спинномозговой жидкости через открытый дизрафизм. Основными срезами, на которых определяются ультразвуковые признаки при *spina bifida*, являются трансвентрикулярный срез [34, 35] (рис. 11а) и задний срединный сагиттальный срез [29, 32] (рис. 11с). Задняя срединная сагиттальная плоскость также является ключевой плоскостью для ранней диагностики кистозных аномалий в черве мозжечка [31, 36]; однако эта диагностика должна проводиться с осторожностью, особенно когда такие аномалии кажутся изолированными, так как имеется высокий риск ложноположительной диагностики [37]. При подозрении на открытую форму *spina bifida* необходимо получить прямые ультразвуковые признаки порока развития путем сканирования позвоночника плода трансвагинальным датчиком с высоким разрешением.

На сроке 15–17 нед беременности по-прежнему рекомендуется использовать трансвагинальный доступ, позволяющий исследовать структуры, не видимые в более ранние сроки [10, 38, 39]. Предпочтительными для визуализации плоскостями являются коронарная и сагиттальная плоскости, поскольку положение головки позволяет использовать чрезродничковый доступ/доступ через сагиттальный шов (рис. 12). Аксиальные плоскости выводятся

путем трансабдоминального доступа, трансвагинального доступа с манипуляцией головкой плода или с помощью 3D-режима.

Трансвентрикулярная плоскость. На сроке 13–14 нед беременности на уровне трансвентрикулярной плоскости можно оценить количество спинномозговой жидкости вокруг сосудистых сплетений, срединную линию и тонкий слой развивающейся паренхимы мозга вокруг бокового желудочка (рис. 11а). На сроке 15–17 нед беременности можно собрать больше информации о паренхиме мозга и вентрикулярной системе. Следует также отметить, что на этом сроке беременности нередко визуализируется овальная анэхогенная структура, расположенная на срединной линии (рис. 12а). Недавно было подтверждено, что данная структура, ранее считавшаяся III желудочком, в действительности является цистерной промежуточного паруса (рис. 12) и что это обычная находка, поскольку визуализируется почти у половины плодов на сроке 13–17 нед беременности [38].

Срединное сагиттальное/срединное сечение. В 13–14 нед беременности визуализация реконструированной среднесагиттальной/срединной плоскости позволяет полностью оценить вентрикулярную систему ввиду того, что силвиев водопровод более выражен на этих сроках, чем на более поздних сроках беременности (рис. 11с). Кроме того, такой подход наиболее предпочтителен для оценки инфратенториальной анатомии в тех случаях, когда при раннем пренатальном скрининге выявляется “кистозная задняя черепная ямка” (чаще всего норма, как правило, связанная именно с развитием данных структур) [31]. В некоторых случаях, начиная с 14–17 нед беременности, можно визуализировать начальные признаки формирующейся полости прозрачной перегородки [38] и передние части мозолистого тела [39] (рис. 12d). В области задней черепной ямки можно оценить анатомию развивающегося червя мозжечка и ствола мозга. Врач, проводящий ультразвуковое исследование, должен знать, что на данном сроке беременности внешний вид мозжечка полностью отличается от того мозжечка,

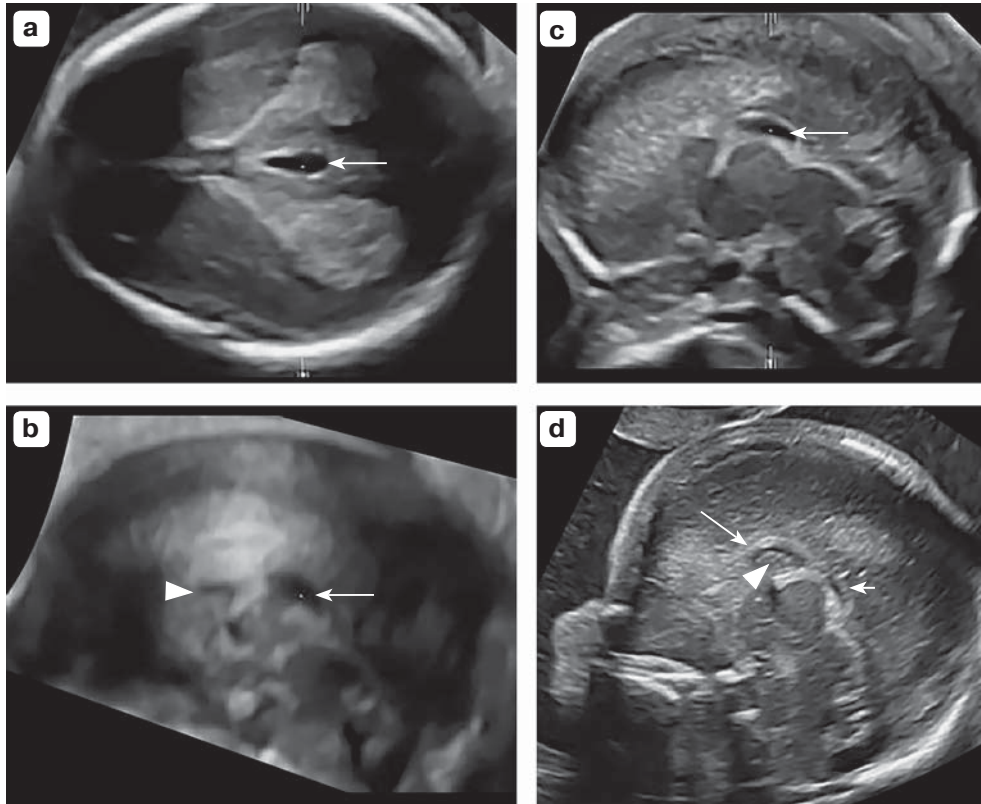


Рис. 12 (а–с). Нейросонография на сроке 15 нед беременности. (а) В аксиальной трансвентрикулярной плоскости по срединной линии визуализируется анэхогенная структура овальной формы (стрелка). (б) Соответствующая срединная сагиттальная плоскость, реконструированная из объемного изображения на рис (а), на которой видно, что данная структура, исходя из ее расположения, является цистерной промежуточного паруса (CVI) (стрелка). В данной плоскости также виден зачаток мозолистого тела в начальной фазе формирования (наконечник стрелки). (с) Двухмерное изображение в срединном сагиттальном срезе того же плода, отображающее те же структуры, что и на (б), но с более высоким разрешением. (d) На сроке 16 нед беременности зачаток мозолистого тела в начальной фазе формирования (длинная стрелка) и маленькая полость прозрачной перегородки (наконечник стрелки) могут определяться при проведении ультразвукового исследования трансвагинальным высокочастотным датчиком. Также можно заметить регрессию цистерны промежуточного паруса (маленькая стрелка).

который мы привыкли видеть на сроке 18–23 нед. В качестве примера можно привести IV желудочек, который вначале соединяется с карманом Блейка, а после разрыва кармана Блейка, в результате которого образуется отверстие Мажанди, соединяется уже с большой цистерной (рис. 11, 12) [40, 41].

Несмотря на то что возможности оценки анатомии плода на ранних сроках значи-

тельно увеличились, для диагностики большинства пороков развития ЦНС необходимо проведение повторной нейросонографии после 20-й недели беременности. Важными исключениями являются пороки развития ЦНС, диагностика которых проста и не требует повторного сканирования, – летальные или окололетальные пороки, такие как экзэнцефалия-анэнцефалия, цефалоцеле и голопроэнцефалия.

МРТ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПЛОДА*Рекомендация*

• Магнитно-резонансная томография (МРТ) головного мозга плода является дополнительным к нейросонографии методом исследования головного мозга плода, позволяет получить важную клиническую информацию, которая может помочь ответить на конкретные вопросы специалиста по нейросонографии плода, ответы на которые не были получены при проведении специализированного исследования ЦНС плода. При отсутствии возможностей для проведения нейросонографии или неадекватного уровня визуализации вместо ультразвуковой оценки ЦНС в качестве метода визуализации “второй очереди” может быть проведена МРТ головного мозга плода при условии, что специалист обладает достаточными знаниями и навыками в этой области МРТ (**СТАНДАРТЫ НАДЛЕЖАЩЕЙ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ**).

ISUOG-руководства по проведению и заключению МРТ плода доступны и содержат необходимую информацию об этом методе

[42]. Следует отметить, что при наличии соответствующих показаний и четкого запроса МРТ-исследование может значительно помочь при постановке окончательного диагноза. Однако МРТ следует проводить только после нейросонографии или дополнительно к ней, если квалифицированный специалист посчитает, что такая оценка необходима для решения вопросов, связанных с диагностикой, или других клинических вопросов. Согласно опубликованным данным, при проведении нейросонографии плода опытным специалистом и в соответствии с критериями, указанными в настоящем Руководстве, необходимость в проведении МРТ возникает лишь в 7–15% случаев [43–45]. Важно как для сохранения здоровья пациента, так и для исключения ненужных направлений на исследование не спешить выполнять МРТ [42, 46] при подозрении на порок развития ЦНС при проведении скринингового ультразвукового исследования или неоптимально проведенной таргетной нейросонографии, не соответствующей техническим требованиям, описанным в данном Практическом руководстве [42, 46].

АВТОРЫ ПРАКТИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ

This Guideline was produced on behalf of the International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) by the following authors, and peer reviewed by the Clinical Standards Committee.

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

G. Malinger, Division of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Lis Maternity Hospital, Tel Aviv Sourasky Medical Centre, Sackler School of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

R. Birnbaum, Division of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Lis Maternity Hospital, Tel Aviv Sourasky Medical Centre, Sackler School of Medicine, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

A. Monteagudo, Carnegie Imaging for Women, Obstetrics, Gynecology and Reproductive Science, Icahn School of Medicine at Mount Sinai, New York, NY, USA

G. Pilu, Obstetric Unit, Department of Medical and Surgical Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy

L.J. Salomon, Hôpital Necker Enfants Malades, AP-HP, and LUMIERE platform, EA 7328 Université de Paris, Paris, France

I.E. Timor-Tritsch, Division of Obstetrical and Gynecological Ultrasound, NYU School of Medicine, New York, NY, USA

ЦИТИРОВАНИЕ

This Guideline should be cited as: ‘Paladini D, Malinger G, Birnbaum R, Monteagudo A, Pilu G, Salomon LJ, Timor-Tritsch IE. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2021. <https://doi.org/10.1002/uog.23616>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tagliabue G, Tessandori R, Caramaschi F, Fabiano S, Maghini A, Tittarelli A, Vergani D, Bellotti M, Pisani S, Gambino ML, Frassoldi E, Costa E, Gada D, Crosignani P, Contiero P. Descriptive epidemiology of selected birth defects, areas of Lombardy, Italy, 1999. *Popul Health Metr* 2007; 5: 4.
2. Atta CA, Fiest KM, Frolkis AD, Jette N, Pringsheim T, St Germaine-Smith C, Rajapakse T, Kaplan GG, Metcalfe A. Global Birth Prevalence of Spina Bifida by Folic Acid Fortification Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Public Health* 2016; 106: e24–34.
3. Myrianthopoulos NC. Epidemiology of central nervous system malformations. In *Handbook of Clinical Neurology*. Vinken PJ, Bruyn GW (eds). Elsevier: Amsterdam, 1977; 139–171.
4. Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, Bilardo C, Hernandez-Andrade E, Johnsen SL, Kalache K, Leung KY, Malinger G, Munoz H, Prefumo F, Toi A, Lee W, Committee ICS. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2011; 37: 116–126.
5. Malinger G, Paladini D, Haratz KK, Monteagudo A, Pilu GL, Timor-Tritsch IE. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 1: performance of screening examination and indications for targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 476–484.
6. Malinger G, Birnham R, Haratz KK. Dedicated neurosonography for recognition of pathology associated with mild-to-moderate ventriculomegaly. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 319–323.
7. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE, Mayberry P. Three-dimensional transvaginal neurosonography of the fetal brain: ‘navigating’ in the volume scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2000; 16: 307–313.
8. Malinger G, Katz A, Zakut H. Transvaginal fetal neurosonography. Supratentorial structures. *Isr J Obstet Gynecol* 1993; 4: 1–5.
9. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A. Transvaginal fetal neurosonography: standardization of the planes and sections by anatomic landmarks. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1996; 8: 42–47.
10. Timor-Tritsch IE, Monteagudo A, Pilu G, Malinger G. *Ultrasonography of the fetal brain*. McGraw-Hill: New York, 2012.
11. Paladini D, Donarini G, Rossi A. Indications for MRI in fetal isolated mild ventriculomegaly ... ‘And then, there were none’. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 151–155.
12. Napolitano R, Molloholli M, Donadono V, Ohuma EO, Wanyonyi SZ, Kemp B, Yaqub MK, Ash S, Barros FC, Carvalho M, Jaffer YA, Noble JA, Oberto M, Purwar M, Pang R, Cheikh Ismail L, Lambert A, Gravett MG, Salomon LJ, Bhutta ZA, Kennedy SH, Villar J, Papageorgiou AT, International F, Newborn Growth Consortium for the 21st C. International standards for fetal brain structures based on serial ultrasound measurements from Fetal Growth Longitudinal Study of INTERGROWTH-21st Project. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 56: 359–370.
13. Droulle P, Gaillet J, Schweitzer M. [Maturation of the fetal brain. Echoanatomy: normal development, limits and value of pathology]. *J Gynecol Obstet Biol Reprod* 1984; 13: 228–236.
14. Monteagudo A, Timor-Tritsch IE. Development of fetal gyri, sulci and fissures: a transvaginal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1997; 9: 222–228.
15. Cohen-Sacher B, Lerman-Sagie T, Lev D, Malinger G. Developmental milestones of the fetal cerebral cortex. A longitudinal sonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 27: 494–502.
16. Toi A, Chitayat D, Blaser S. Abnormalities of the foetal cerebral cortex. *Prenat Diagn* 2009; 29: 355–371.
17. Poon LC, Sahota DS, Chaemsathong P, Nakamura T, Machida M, Naruse K, Wah YM, Leung TY, Pooh RK. Transvaginal three-dimensional ultrasound assessment of Sylvian fissures at 18–30 weeks’ gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 190–198.
18. Acanfora MM, Stirnemann J, Marchitelli G, Salomon LJ, Ville Y. Ultrasound evaluation of development of olfactory sulci in normal fetuses: a possible role in diagnosis of CHARGE syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2016; 48: 181–184.
19. Perlitz Y, Izhaki I, Ben-Ami M. Sonographic evaluation of the fetal conus medullaris at 20 to 24 weeks’ gestation. *Prenat Diagn* 2010; 30: 862–864.
20. Mottet N, Saada J, Jani J, Martin A, Riethmuller D, Zerah M, Benachi A. Sonographic Evaluation of Fetal Conus Medullaris and Filum Terminale. *Fetal Diagn Ther* 2016; 40: 224–230.
21. Rodriguez MA, Prats P, Rodriguez I, Comas C. Prenatal Evaluation of the Fetal Conus Medullaris on a Routine Scan. *Fetal Diagn Ther* 2016; 39: 113–116.
22. Fratelli N, Taddei F, Prefumo F, Franceschetti L, Farina G, Frusca T. Interobserver reproducibility of transabdominal 3-dimensional sonography of the fetal brain. *J Ultrasound Med* 2009; 28: 1009–1013.
23. Maiz N, Alonso I, Belar M, Burgos J, Irasari A, Molina FS, de Paco C, Pijoan JI, Plasencia W, Rodo C, Rodriguez MA, Tajada M, Tubau A. Three dimensional ultrasonography for advanced neurosonography (Neurosofe-3d). Analysis of acquisition-related factors influencing the quality of the brain volumes. *Prenat Diagn* 2016; 36: 1054–1060.
24. Buyukkurt S, Binokay F, Seydaoglu G, Gulec UK, Ozgunen FT, Evruke C, Demir C. Prenatal determination of the upper lesion level of spina bifida with three-dimensional ultrasound. *Fetal Diagn Ther* 2013; 33: 36–40.

25. Bronshtein M, Blumenfeld Z. Transvaginal sonography-detection of findings suggestive of fetal chromosomal anomalies in the first and early second trimesters. *Prenat Diagn* 1992; 12: 587–593.
26. Pooh RK. Neurosonoembryology by three-dimensional ultrasound. *Semin Fetal Neonatal Med* 2012; 17: 261–268.
27. Rottem S, Bronshtein M, Thaler I, Brandes JM. First trimester transvaginal sonographic diagnosis of fetal anomalies. *Lancet* 1989; 1: 444–445.
28. Votino C, Kacem Y, Dobrescu O, Dessy H, Cos T, Foulon W, Jani J. Use of a high-frequency linear transducer and MTI filtered color flow mapping in the assessment of fetal heart anatomy at the routine 11 to 13 + 6-week scan: a randomized trial. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 39: 145–151.
29. Chaoui R, Nicolaides KH. From nuchal translucency to intracranial translucency: towards the early detection of spina bifida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 133–138.
30. Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, Chalouhi GE, Ghi T, Kagan KO, Lau TK, Papageorgiou AT, Raine-Fenning NJ, Stirnemann J, Suresh S, Tabor A, Timor-Tritsch IE, Toi A, Yeo G. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41: 102–113.
31. Paladini D, Donarini G, Parodi S, Chaoui R. Differentiating features of posterior fossa at 12-13 weeks' gestation in fetuses with Dandy-Walker malformation and Blake's pouch cyst. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 53: 850–852.
32. Chen FC, Gerhardt J, Entezami M, Chaoui R, Henrich W. Detection of Spina Bifida by First Trimester Screening - Results of the Prospective Multicenter Berlin IT-Study. *Ultraschall Med* 2017; 38: 151–157.
33. Meller C, Aiello H, Otano L. Sonographic detection of open spina bifida in the first trimester: review of the literature. *Childs Nerv Syst* 2017; 33: 1101–1106.
34. Chaoui R, Benoit B, Entezami M, Frenzel W, Heling KS, Ladendorf B, Pietzsch V, Sarut Lopez A, Karl K. Ratio of fetal choroid plexus to head size: simple sonographic marker of open spina bifida at 11–13 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020; 55: 81–86.
35. Ushakov F, Sacco A, Andreeva E, Tudorache S, Everett T, David AL, Pandya PP. Crash sign: new first-trimester sonographic marker of spina bifida. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 740–745.
36. Volpe P, Persico N, Fanelli T, De Robertis V, D'Alessandro J, Boito S, Pilu G, Votino C. Prospective detection and differential diagnosis of cystic posterior fossa anomalies by assessing posterior brain at 11–14 weeks. *Am J Obstet Gynecol MFM* 2019; 1: 171–183.
37. Malinge G, Lev D, Lerman-Sagie T. The fetal cerebellum. Pitfalls in diagnosis and management. *Prenat Diagn* 2009; 29: 372–380.
38. Birnbaum R, Barzilay R, Brusilov M, Wolman I, Malinge G. The normal cavum veli interpositi at 14–17 weeks: three-dimensional and Doppler transvaginal neurosonographic study. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020. DOI: 10.1002/uog.22176.
39. Birnbaum R, Barzilay R, Brusilov M, Wolman I, Malinge G. The early pattern of human corpus callosum development: A transvaginal 3D neurosonographic study. *Prenat Diagn* 2020; 40: 1239–1245.
40. Babcock CJ, Chong BW, Salamat MS, Ellis WG, Goldstein RB. Sonographic anatomy of the developing cerebellum: normal embryology can resemble pathology. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 166: 427–433.
41. Contro E, Volpe P, De Musso F, Muto B, Ghi T, De Robertis V, Pilu G. Open fourth ventricle prior to 20 weeks' gestation: a benign finding? *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 43: 154–158.
42. Prayer D, Malinge G, Brugger PC, Cassady C, De Catte L, De Keersmaecker B, Fernandes GL, Glanc P, Goncalves LF, Gruber GM, Laifer-Narin S, Lee W, Millischer AE, Molho M, Neelavalli J, Platt L, Pugash D, Ramaekers P, Salomon LJ, Sanz M, Timor-Tritsch IE, Tutschek B, Twickler D, Weber M, Ximenes R, Raine-Fenning N. ISUOG Practice Guidelines: performance of fetal magnetic resonance imaging. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 49: 671–680.
43. Malinge G, Ben-Sira L, Lev D, Ben-Aroya Z, Kidron D, Lerman-Sagie T. Fetal brain imaging: a comparison between magnetic resonance imaging and dedicated neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2004; 23: 333–340.
44. Paladini D, Quarantelli M, Sglavo G, Pastore G, Cavallaro A, D'Armiento MR, Salvatore M, Nappi C. Accuracy of neurosonography and MRI in clinical management of fetuses referred with central nervous system abnormalities. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 44: 188–196.
45. Malinge G, Paladini D, Pilu G, Timor-Tritsch IE. Fetal cerebral magnetic resonance imaging, neurosonography and the brave new world of fetal medicine. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 50: 679–680.
46. Di Mascio D, Sileo FG, Khalil A, Rizzo G, Persico N, Brunelli R, Giancotti A, Panici PB, Acharya G, D'Antonio F. Role of magnetic resonance imaging in fetuses with mild or moderate ventriculomegaly in the era of fetal neurosonography: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2019; 54: 164–171.

Приложение 1. 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/когортные исследования 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 применимого 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

Перевод на русский язык: **Р.С. Батаева**^{1, 2}

Рецензенты перевода на русский язык: **Р.С. Батаева**^{1, 2}, **Е.С. Некрасова**^{1, 3}

¹ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

² Центр медицины плода МЕДИКА; 101000 Москва, ул. Мясницкая, д. 32, стр. 1, Российская Федерация

³ Центр медицины плода МЕДИКА; 199178 Санкт-Петербург, 14-я линия Васильевского острова, д. 7, Российская Федерация

Translation by **Dr. Roza Bataeva**

Review by **Dr. Roza Bataeva, Dr. Ekaterina Nekrasova**

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-281>

Исследование функции левого предсердия и диастолической функции левого желудочка во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой у пациентов с различными типами фибрилляции предсердий

Е.С. Калинина, О. Ханджыкова, И.Б. Бегидова, А.В. Загатиная*

Научно-исследовательский кардиологический центр Медика;
197110 Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, д. 13, Российская Федерация

Цель исследования: выявить пороговые значения параметров функции левого предсердия (ЛП) в покое и при физической нагрузке, характерные для пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП).

Материал и методы. В данном проспективном одноцентровом исследовании был проведен скрининг 300 пациентов, в окончательный анализ вошло 297 человек. Основная когорта пациентов была поделена на 3 группы: пациенты с синусовым ритмом без указания на наличие ФП в анамнезе, группа с пароксизмальной/персистирующей формой ФП (ПФП) в анамнезе, пациенты с постоянной формой ФП. Всем пациентам выполнялась стресс-эхокардиография по протоколу ABCDE с дополнительной оценкой в покое и на пике нагрузки индекса объема и пикового значения фазы резервуара стрейна ЛП.

Результаты. Доступность исследования функции ЛП была у 99% пациентов (95% ДИ 98–100%). Группу с синусовым ритмом составили 240 человек (1-я группа), с ПФП – 38 человек (2-я группа), с постоянной формой ФП – 19 человек (3-я группа). Определены пороговые значения параметров: объема и функции ЛП и диастолической функции левого желудочка в покое и при физической нагрузке, которые достоверно отличали группу пациентов с синусовым ритмом от пациентов с ПФП (1-ю и 2-ю группы соответственно). Наилучшими параметрами, классифицирующими принадлежность к группе ПФП, были показатели объема и сократимости ЛП. При этом количественный параметр стрейна ЛП значительно лучше классифицировал эти группы пациентов при физической нагрузке (точность – 74%, чувствительность – 89%, специфичность – 49%), чем в покое (точность – 64%, чувствительность – 74%, специфичность – 51%), при $p < 0,004$.

Выводы. Полученные пороговые величины функции и объема левого предсердия, а также E/e' в покое и во время физической нагрузке помогут точнее дифференцировать пациентов с одышкой/

Калинина Елена Сергеевна – врач функциональной диагностики, врач-кардиолог Научно-исследовательского кардиологического центра Медика, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-4007-3322>

Ханджыкова Огуллейла – врач-терапевт Научно-исследовательского кардиологического центра Медика, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0007-3010-1369>

Бегидова Ирина Беслановна – врач-терапевт Научно-исследовательского кардиологического центра Медика, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0008-8967-4605>

Загатиная Анжела Валентиновна – доктор мед. наук, врач функциональной диагностики, врач-кардиолог Научно-исследовательского кардиологического центра Медика, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-9085-4872>

Контактная информация*: Загатиная Анжела Валентиновна – e-mail: smiangela@yandex.ru

дискомфортом в грудной клетке на группы с и без пароксизмальной/персистирующей ФП, наиболее точным параметром является стрейн левого предсердия во время физической нагрузки.

Ключевые слова: стресс-эхокардиография; стрейн левого предсердия; фибрилляция предсердий; функция левого предсердия; стресс-эхо с физической нагрузкой

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Калинина Е.С., Ханджыкова О., Бегидова И.Б., Загatina А.В. Исследование функции левого предсердия и диастолической функции левого желудочка во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой у пациентов с различными типами фибрилляции предсердий. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 82–92. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-281>

ВВЕДЕНИЕ

Фибрилляция предсердий (ФП) – одно из наиболее часто встречающихся нарушений ритма во взрослой популяции, приводящее к инсультам, сердечной недостаточности, инвалидизации и другим серьезным клиническим проявлениям сердечно-сосудистых заболеваний [1]. Этим видом аритмии по подсчетам страдают 2–4% взрослых людей [1], с 1990 по 2019 г. число пациентов с ФП увеличилось более чем на 100% [2]. Пароксизмальная и персистирующая формы ФП (ПФП) чаще всего являются промежуточными между стойким синусовым ритмом и постоянной формой ФП (ПостФП). Бессимптомные и малосимптомные формы ФП часто остаются недиагностированными, в этих ситуациях первым проявлением этой патологии может стать инсульт. Около 25% криптогенных инсультов могут быть связаны со скрытыми формами ФП [3]. Учитывая широкую распространенность этой патологии, диагностика наличия персистирующих/пароксизмальных форм ФП у пациентов с синусовым ритмом остается актуальной и нерешенной задачей. Ряд исследований показали связь атриопатии: изменения структуры и функции левого предсердия (ЛП), определяемые в покое, с развитием предсердных нарушений ритма, включая ФП [4–6]. Гипотетически изменения функции ЛП, связанные с атриопатией, могут отчетливее регистрироваться при увеличении нагрузки, которую легко спровоцировать при стресс-эхокардиографии. Поэтому изменение диастолической функции левого желудочка, сократительной способности ЛП и его объема во время

стресс-эхокардиографии при различных формах ФП представляется актуальным.

Цель исследования: выявить пороговые значения параметров функции ЛП в покое и во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой для пациентов с различными типами фибрилляции предсердий (ФП).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения одноцентрового проспективного исследования был проведен скрининг 300 пациентов, последовательно направленных на стресс-эхокардиографию для дифференциальной диагностики одышки, дискомфорта или болей в грудной клетке, с сентября 2022 г. по март 2023 г.

Критерии включения:

- возраст старше 18 лет;
- возможность анализа функции ЛП во время нагрузочного теста.

Критерии исключения:

- клинически значимые клапанные и врожденные пороки сердца.

Основная когорта пациентов была поделена на 3 группы: пациенты с синусовым ритмом без указания на наличие ФП в анамнезе, группа с ПФП в анамнезе, пациенты с ПостФП.

Всем пациентам проводился осмотр, сбор анамнестических данных и опрос по основным факторам риска. Все пациенты подписали информированное согласие перед исследованием. Исследование первично одобрено комитетом по биомедицинской этике при Клинике высоких медицинских технологий им. Н.И. Пирогова СПбГУ, про-

токол от 23.01.2020, далее в клинике, в которой осуществлялся набор пациентов для исследования, в Научно-исследовательском кардиологическом центре Медика, протокол №2 от 18.03.2023.

Эхокардиография

Эхокардиографическое исследование проводили на аппарате Vivid E95 GE с использованием секторных датчиков M4S и M5S-D. Всем пациентам выполнялось эхокардиографическое исследование в покое. Все измерения выполнялись согласно действующим рекомендациям [8].

Стресс-эхокардиография

Всем пациентам проводилось стресс-эхокардиографическое исследование по протоколу ABCDE на горизонтальном велоэргометре [9]. Исследования выполнялись с отменой бета-блокаторов всем пациентам в день исследования, также не было пациентов, применявших нитраты.

Оценивались такие параметры, как регионарное нарушение сократимости стенок левого желудочка (ЛЖ); В-линии; резерв скорости коронарного кровотока в срединном сегменте передней межжелудочковой артерии (“коронарный резерв”); контрактильный резерв; резерв частоты сердечных сокращений. Петли 4- и 2-камерных изображений, полученные в покое и на пике физической нагрузки, использовались также для измерения объема и параметров функции ЛП. Анализ диастолической функции ЛЖ проводился на основании согласованного мнения экспертов [10] с использованием соотношения раннего диастолического пика трансмитрального кровотока E и усредненных скоростей e' , измеренных в медиальной и латеральной частях митрального фиброзного кольца с помощью тканевого импульсно-волнового доплеровского исследования (E/e'), максимальной скорости тока трикуспидальной недостаточности, рассчитывалось систолическое давление в легочной артерии до и на пике нагрузки. Ишемическим тестом считался тест с изменением сократимости ЛЖ в двух и более сегментах.

Оценка левого предсердия

Индекс объема ЛП измерялся в 4- и 2-камерных проекциях модифицированным

методом Симпсона (метод дисков) с индексированием к площади поверхности тела. Стрейн ЛП измерялся с помощью эхокардиографии с отслеживанием спеклов с частотой кадров от 60 до 80 в секунду.

Деформацию ЛП рассчитывали из комбинированных 4- и 2-камерных проекций (среднее значение по 12 сегментам ЛП), в случае неоптимального качества 2-камерной позиции из апикальной 4-камерной проекции (среднее по 6 сегментам ЛП), согласно рекомендациям [11]. Расчет стрейна ЛП проводился в конце диастолы ЛЖ, что на ЭКГ соответствовало вершине зубца R , которая использовалась в качестве нулевого значения на графике деформации. У пациентов с ПостФП усреднение было по трем сердечным циклам. Первый положительный пик соответствовал фазе резервуара, значения выражались в процентах. В исследовании использовалось пиковое значение фазы резервуара (далее в тексте приводятся данные этой фазы стрейн ЛП). Анализ функции проводился по петлям изображений в покое и на пике физической нагрузки автоматическим способом (AutoLA) под контролем визуального соответствия правильной трассировке и опорной точки времени на платформе EchoPAC, версия 204.

Пример измерения приведен на рис. 1.

Статистическая обработка данных проведена с помощью программы Statistica 10.0 (Stat Soft Inc., США) и MedCalc Statistical Software 14.8.1 (MedCalc Software bvba, Бельгия). Качественные данные представлены в виде встречаемости в когорте в процентах с 95% доверительным интервалом (ДИ), тогда как количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения или медианы с 25% и 75% квартилями с указанием минимального и максимального значений в зависимости от нормальности распределения. Сравнение непрерывных величин в группах осуществляли при помощи парного t -теста Стьюдента. Сопоставление пропорций проводилось с помощью теста Пирсона χ^2 и точного теста Фишера, при необходимости с поправкой Йетса. При множественных группах сравнения применялся метод ANOVA или Краскела–Уоллиса в зависимости от нормальности распределения количественных параметров. Для определения пороговых величин использовали

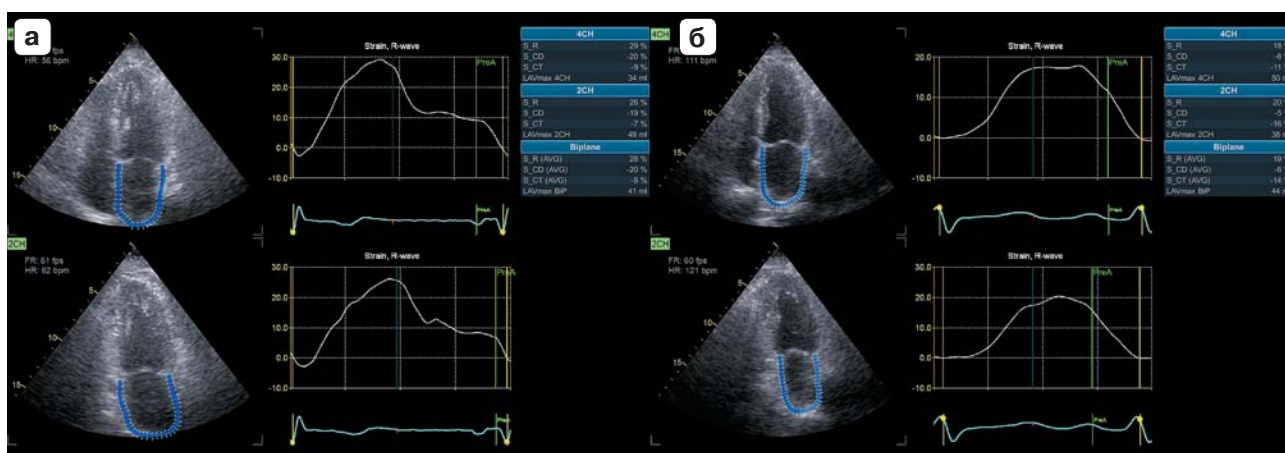


Рис. 1. Измерение стрейн левого предсердия в покое (а) и во время физической нагрузки (б). Количественные расчеты проводились по сохраненным в DICOM-формате петлям в анонимном режиме без знания анамнеза, данных пациента.

Fig. 1. Assessment of left atrial strain at rest (a) and during exercise (b). Quantitative analysis was carried out with the use of cine loops saved in DICOM format with no information on the patient's history and data.

метод бинарного классификатора (ROC-анализ). Корреляция непараметрических данных проводилась методом Спирмена. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В окончательный анализ включено 297 человек. Доступность исследования функции ЛП была у 99% пациентов (95% ДИ 98–100%). Группу с синусовым ритмом составили 240 человек, с ПФП – 38 человек, с ПостПФП – 19 человек. У пациентов группы с ПФП был синусовый ритм в момент исследования. У 19 (6%) пациентов стрейн ЛП в 2-камерной позиции был неоптимален, значение определялось по 4-камерной позиции. Основные характеристики общей когорты и групп пациентов представлены в табл. 1, 2.

Анализ данных во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой

Основные параметры общей когорты и групп пациентов теста с физической нагрузкой представлены в табл. 3. В исследовании не было пациентов с сомнительными тестами, все тесты были расценены как наличие или отсутствие ишемических изменений по сократимости ЛЖ в двух и более сегментах, обозначено термином “ишемия”.

Степень изменений диастолической функции ЛЖ, в частности отношение E/e' , коррелировало с наличием ФП, то есть с принадлежностью пациентов ко 2-й или 3-й группе: определялась значимая ранговая корреляция в покое и при физической нагрузке E/e' и принадлежность к группам ФП (2-й и 3-й группам), $\rho = 0,338$, $p < 0,0001$; $\rho = 0,296$, $p < 0,0001$. При этом показатель диастолической функции ЛЖ – E/e' статистически значимо не различался между 2-й и 3-й группами. Данные группы, несмотря на разный ритм в момент исследования, были сопоставимы по этому показателю в покое и при физической нагрузке, и с высокой статистической значимостью обе группы отличались от 1-й группы (см. табл. 2, 3).

Анализ пороговых значений между 1-й и 2-й группами

Используя метод бинарного классификатора, определены пороговые значения параметров объема и функции ЛП и диастолической функции ЛЖ в покое и при физической нагрузке, достоверно различающихся у групп пациентов на синусовом ритме с и без ФП в анамнезе (между 2-й и 1-й группами соответственно). Пороговые значения представлены в табл. 4. Наилучшими параметрами, классифицирующими принадлежность к группе ПФП, были показатели объема и сократимости ЛП. При этом

Таблица 1. Клиническая характеристика общей когорты и групп пациентов
Table 1. Clinical characteristics of the general cohort and groups of patients

Параметры	Общая когорта n = 297	Группа без ФП n = 240 (1-я группа)	Группа с ПФП n = 38 (2-я группа)	Группа с ПостФП n = 19 (3-я группа)	p
Возраст, годы	60,5 ± 11,7 25–83	58,6 ± 11,4***††† 25–82	67,6 ± 9,7 37–83	70,6 ± 7,5 55–81	0,000001
Пол, м/ж	153/144	124/116	18/20	11/8	0,751
Масса тела, кг	82,6 ± 16,0 47–125	82,7 ± 16,4 48–125	80,6 ± 13,9 47–104	84,9 ± 15,6 65–125	0,610
Индекс массы тела, кг/м ²	28,4 (25,1÷31,2) 18,6–41,8	28,0 (24,9÷31,2) 18,6–41,4	29,1 (26,1÷32,1) 21,1–38,9	28,8 (25,5÷30,8) 21,8–41,8	0,304
Площадь поверхности тела, м ²	1,97 (1,80÷2,13) 1,39–2,61	1,97 (1,81÷2,14) 1,46–2,61	1,95 (1,77÷2,07) 1,39–2,24	2,00 (1,80÷2,16) 1,72–2,45	0,149
Артериальная гипертензия	256 (86%)	200 (83%)*†	37 (97%)	19 (100%)	0,002
Сахарный диабет	45 (15,2%)	35 (14,6%)	7 (18,4%)	3 (15,8%)	0,833
Статус курения: некурящий курение бывший курильщик	238 (80,1%) 29 (9,8%) 30 (10,1)	188 (78,3%) 25 (10,4%) 27 (11,3%)	34 (89,5%) 3 (7,9%) 1 (2,6%)	16 (84,2%) 1 (5,3%) 2 (10,5%)	0,337
Дислипидемия	279 (94%)	223 (93%)	37 (97%)	19 (100%)	0,122
ХОБЛ	52 (18%)	40 (17%)	7 (18%)	5 (26%)	0,590
Предшествующий инфаркт миокарда	65 (22%)	53 (22%)	10 (26%)	2 (11%)	0,348
ЧСС, уд/мин	72 (65÷81) 46–118	72††† (64÷80) 47–110	71†† (64÷77) 46–96	88 (74÷93) 64–118	0,001
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	130 (122÷144) 90–179	130 (122÷144) 90–179	128 (124÷142) 100–164	130 (115÷140) 100–171	0,742
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	84,9 ± 12,2 60–117	84,8 ± 12,1 60–117	84,0 ± 11,1 60–109	87,5 ± 15,8 60–107	0,585

Примечание. ФП – фибрилляция предсердий, ПФП – пароксизмальная/персистирующая формы ФП, ПостФП – постоянная форма ФП, ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких, ЧСС – частота сердечных сокращений.

Здесь и в табл. 2, 3: * – p < 0,05 по отношению к группе с ПФП, ** – p < 0,005 по отношению к группе с ПФП, *** – p < 0,0005 по отношению к группе с ПФП, † – p < 0,05 по отношению к группе с ПостФП, †† – p < 0,005 по отношению к группе с ПостФП, ††† – p < 0,0005 по отношению к группе с ПостФП.

Данные представлены: среднее значение ± стандартное отклонение, минимальное–максимальное значение; медиана, квартильный размах (25÷75-й процентиля), минимальное – максимальное значение.

Таблица 2. Основные эхокардиографические параметры в покое

Table 2. Main echocardiography parameters at rest

Параметры	Общая когорта n = 297	Группа без ФП n = 240 (1-я группа)	Группа с ПФП n = 38 (2-я группа)	Группа с ПостФП n = 19 (3-я группа)	p
Пик E, см/с	85,4 ± 20,2 41–175	82,5 ± 17,8*††† 41–136	91,1 ± 22,0†† 56–158	111,9 ± 24,8 80–175	0,000001
e', см/с	9,5 (8,5÷11,5) 4,5–21,0	10,0** (8,5÷12,0) 5,0–21,0	8,5 (7,0÷11,0) 5,0–14,5	9,0 (8,5÷10,0) 4,5–11,5	0,008
E/e'	8,6 (6,7÷10,8) 3,6–26,3	8,2***††† (6,5÷10,1) 3,6–17,6	10,7 (8,5÷12,8) 4,0–26,3	12,4 (9,9÷14,4) 7,3–21,9	0,00001
Глобальная продольная функция ЛЖ, %	17,2 ± 2,8 4,7–25,5	17,6 ± 3,4††† 6,0–25,5	17,3 ± 3,7††† 9,2–22,8	11,7 ± 5,2 4,7–22,0	0,000001
Стрейн ЛП, %	26,5 ± 9,2 5–54	28,2 ± 8,0***††† 8–54	23,9 ± 9,6††† 6–52	10,1 ± 4,2 5–20	0,000001
Индекс объема ЛП, мл/м ²	23 (19÷29) 9–93	22***††† (18÷27) 9–52	29† (23÷38) 10–51	36 (28÷52) 23–93	0,00001
Фракция выброса ЛП, %	54 (46÷61) 8–74	56***††† (49÷62) 21–74	51††† (41÷57) 10–74	24 (17÷37) 8–50	0,00001
Пиковое систолическое давление в ЛА, мм рт.ст.	32,2 ± 7,9 18–63	31,5 ± 7,7† 18–63	34,0 ± 8,9 19–53	36,3 ± 6,0 27–51	0,020
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ²	45,4 (39,2÷53,6) 21,8–109,2	45,3 (39,9÷53,2) 21,8–109,2	48,4 (38,6÷56,3) 26,6–87,3	40,4 (35,4÷51,1) 34,6–74,1	0,515
Индекс КСО ЛЖ	16,5 (13,4÷19,4) 5,4–75,9	16,3 (13,5÷19,2) 5,4–75,9	16,7 (12,9÷19,0) 8,7–50,9	18,6 (12,9÷23,4) 10,3–38,5	0,437
Фракция выброса ЛЖ, %	62,8 ± 7,4 30,5–78,5	63,3 ± 6,9††† 30,5–78,5	63,0 ± 8,0† 41,7–78,4	56,5 ± 10,5 35,5–70,8	0,0006
Индекс нарушения локальной сократимости ЛЖ	1,00 (1,00÷1,12) 1,00–2,70	1,00†† (1,00÷1,12) 1,00–2,70	1,00 (1,00÷1,12) 1,00–2,35	1,12 (1,00÷1,37) 1,00–2,12	0,009

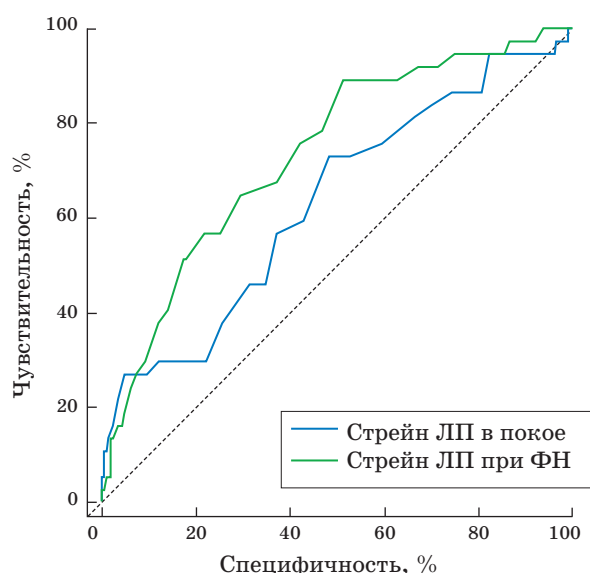
Примечание. Здесь и в табл. 3, 4: ФП – фибрилляция предсердий, ПФП – пароксизмальная/персистирующая формы ФП, ПостФП – постоянная форма ФП, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, ЛА – легочная артерия, ЛЖ – левый желудочек, ЛП – левое предсердие.

Таблица 3. Основные эхокардиографические параметры теста стресс-эхокардиографии во время физической нагрузки**Table 3.** Main echocardiographic parameters of the exercise stress echocardiography

Параметры	Общая когорта n = 297	Группа без ФП n = 240 (1-я группа)	Группа с ПФП n = 38 (2-я группа)	Группа с ПостФП n = 19 (3-я группа)	p
Мощность нагрузки, Вт	100 (75÷125) 25–225	100*††† (75÷125) 25–225	75†† (75÷100) 50–200	50 (50÷75) 50–125	0,00001
ЧСС на пике нагрузки, уд/мин	124 ± 19 67–166	125 ± 19* 67–166	116 ± 20† 78–162	126 ± 12 100–150	0,007
Систолическое артериальное давление, мм рт.ст.	179 ± 28 107–267	182 ± 27††† 107–267	175 ± 24††† 128–255	146 ± 23 110–195	0,000001
Диастолическое артериальное давление, мм рт.ст.	93 ± 14 60–132	93 ± 14 60–132	92 ± 16 65–130	97 ± 18 60–125	0,422
Пик E, см/с	109,0 ± 25,5 50–193	106,9 ± 24,6*† 50–174	117,3 ± 28,1 72–191	119,0 ± 26,7 74–193	0,01
e' стресс, см/с	11,5 (9,5÷13,5) 4,5–22,0	12,0***† (10,0÷13,5) 5,0–22,0	10,0 (9,0÷12,5) 6,0–17,5	9,8 (9,0÷11,5) 4,5–14,5	0,0002
E/e'	9,0 (7,4÷11,2) 3,8–25,2	8,6***††† (7,1÷10,6) 3,8–19,7	11,1 (8,5÷15,1) 5,1–25,2	11,3 (10,0÷15,3) 6,7–24,1	0,00001
Стрейн ЛП, %	28,4 ± 10,3 2,0–55,0	30,9 ± 8,9***††† 9,0–55,0	23,3 ± 8,5††† 4,0–45,0	10,1 ± 5,9 2,0–27,0	0,000002
Индекс объема ЛП, мл/м ²	24 (19÷31) 10–78	23***††† (18÷28) 10–52	27†† (22÷33) 13–63	35 (30÷52) 25–78	0,00001
Фракция выброса ЛП, %	59 (49÷67) 3–90	61***††† (53÷69) 25–90	53††† (42÷59) 13–74	27 (20÷32) 3–67	0,00001
Систолическое давление в ЛА, мм рт.ст.	41,9 ± 12,3 18–96	40,6 ± 11,4*† 18–75	47,0 ± 16,2 24–96	47,2 ± 9,5 32–62	0,007
Индекс КДО ЛЖ, мл/м ²	42,4 (36,9÷48,7) 19,6–104,9	42,4 (37,2÷48,8) 19,6–104,9	44,5 (36,7÷49,5) 23,8–98,2	39,2 (29,7÷48,0) 24,6–61,8	0,181
Индекс КСО ЛЖ, мл/м ²	12,3 (9,4÷16,4) 4,4–76,5	12,0 (9,3÷15,5) 4,4–76,5	13,6 (9,9÷20,6) 5,4–51,9	15,2 (10,0÷19,6) 5,5–36,4	0,092
Фракция выброса ЛЖ, %	71,1 (64,0÷75,6) 16,5–86,8	72,1***††† (65,1÷76,1) 27,1–86,8	68,0 (56,2÷74,7) 41,3–83,5	62,6 (46,0÷68,0) 16,5–83,7	0,0003
Индекс нарушения локальной сократимости ЛЖ	1,12 (1,00÷1,41) 1,00–3,30	1,12† (1,00÷1,41) 1,00–2,77	1,18 (1,00÷1,41) 1,00–3,30	1,30 (1,12÷2,41) 1,00–3,00	0,045
В-линии	66,7%	62,5%†††	76,3%†	100,0%	0,002
Ишемия	44,7%	42,2%	54,1%	57,9%	0,199
Контрактивный резерв ЛЖ	1,89 ± 0,74 0,62–4,80	1,96 ± 0,76*†† 0,62–4,80	1,65 ± 0,64 0,77–3,07	1,47 ± 0,43 0,97–2,51	0,002
“Коронарный резерв”	2,03 ± 0,56 0,80–3,94	2,08 ± 0,56††† 0,80–3,94	1,98 ± 0,55†† 1,07–3,09	1,46 ± 0,36 1,11–2,15	0,0003

Таблица 4. Пороговые значения эхокардиографических параметров, разделяющие группы пациентов с синусовым ритмом с и без фибрилляции предсердий в анамнезе**Table 4.** Threshold values of echocardiographic parameters distinguishing groups of patients with sinus rhythm with and without a history of atrial fibrillation

Параметр	Пороговое значение	Площадь под кривой	p
Пик Е в покое, см/с	85	0,613	<0,02
е' в покое, см/с	9	0,645	<0,004
Е/е' в покое	9,7	0,698	<0,0001
Индекс объема ЛП в покое, мл/м ²	27	0,707	<0,0001
Стрейн ЛП в покое, %	27	0,638	<0,007
Фракция выброса ЛП в покое, %	41	0,653	<0,003
Систолическое давление в ЛА в покое, мм рт.ст.			0,180
Пик Е при нагрузке, см/с	116	0,604	<0,04
е' при нагрузке, см/с	10	0,652	<0,002
Е/е' при нагрузке	10,2	0,685	<0,0004
Индекс объема ЛП при нагрузке, мл/м ²	19	0,655	<0,001
Стрейн ЛП при нагрузке, %	30	0,736	<0,0001
Фракция выброса ЛП при нагрузке, %	60	0,724	<0,0001
Систолическое давление в ЛА при нагрузке, мм рт.ст.	—		0,067

**Рис. 2.** Кривая ROC-анализа для определения порогового значения стрейна левого предсердия в покое и при физической нагрузке.**Fig. 2.** ROC curve for threshold value of left atrial strain at rest and during exercise.

количественный параметр стрейна ЛП классифицировал пациентов по группам достоверно лучше при физической нагрузке (точность – 74%, чувствительность – 89%, специфичность – 49%) по сравнению с покоем (точность – 64%, чувствительность – 74%, специфичность – 51%), $p < 0,004$ (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе получены данные изменения функции и размеров ЛП в покое и при физической нагрузке в зависимости от наличия ФП. Было показано прогрессивное изменение объема и ухудшение параметров сократительной функции ЛП от 1-й к 3-й группе. Ранее параметры ЛП во время стресс-эхокардиографии также были получены в подобном исследовании, где сравнивались все 3 группы пациентов [12].

В настоящем исследовании группа с ПФП была предсказуемо старше с превалированием системной артериальной гипертензии, с наихудшими показателями диастолической (Е/е', давление в легочной

артерии) и систолической функции ЛЖ (индекс нарушения локальной сократимости ЛЖ, фракция выброса ЛЖ, глобальная продольная деформация ЛЖ, контрактильный резерв) как в покое, так и при физической нагрузке. Также изменение размеров ЛП, его функции и объективные признаки застойных явлений в легких были наиболее выражены в этой группе.

Более клинически значимым в данной работе является различие пациентов с синусовым ритмом в группах с и без ФП в анамнезе, учитывая дальнейшую перспективу диагностики малосимптомных/бесимптомных форм ФП. В покое изменение размеров ЛП и его функции было неоднократно описано как для постоянной, так и для пароксизмальной форм ФП [5–7, 13, 14]. Особенно точными являлись показатели стрейн ЛП, отображающие изменение функции ЛП, связанное с атриопатией [13]. Пороговый показатель стрейн ЛП в покое, полученный в исследовании (27%), близок к таковому, полученному в недавнем крупном проспективном многоцентровом исследовании (26%) [6]. Тем не менее ряд пациентов могут иметь нормальные значения параметров сократительной функции ЛП в покое с демаскированием во время физической активности. Работ с исследованием функции ЛП во время физической нагрузки для дифференцировки пациентов с синусовым ритмом на имеющих/не имеющих ФП в литературе не найдено. В данном пилотном исследовании были выявлены пороговые значения параметров, характеризующих дисфункцию ЛП во время стресс-эхокардиографии. Наибольшей точностью при классификации на группы с/без указаний в анамнезе ФП обладал параметр стрейн ЛП во время физической нагрузки. Точность классификации была 74% с высокой чувствительностью при приемлемой специфичности. В этом варианте акцент на чувствительность метода имеет наибольшее клиническое значение, так как теоретически таких пациентов в последующем можно выявлять для дальнейшей диагностики нарушений ритма, например с помощью безопасного и доступного метода многосуточного мониторингирования ЭКГ. Это поможет диагностировать пациентов с целью профилактики дальнейших осложнений, включая инсульт головного мозга.

Обращает на себя внимание положительная достоверная корреляция E/e' во время стресс-теста, что логично связано с изменением функции ЛП и последующими нарушениями ритма. Корреляция не является сильной, так как изменение диастолической функции ЛЖ в покое и при физической нагрузке – неспецифичный признак для различных заболеваний и синдромов.

Ограничения выполнения исследования

Несмотря на высокую доступность метода, не всем пациентам удалось выполнить исследование, 1% пациентов был исключен из-за плохого качества измерения стрейн ЛП. У 6% пациентов измерения проводились только по 4-камерной позиции, что теоретически может влиять на полученный результат. Измерение параметров у группы пациентов с постоянной формой ФП проводилось по усреднению трех циклов, так как на сегодняшний день нет доказанных данных, каким образом наиболее точно стоит определять эти параметры у таких пациентов.

Требуются дальнейшие крупные проспективные исследования для определения точности выявления ФП с помощью параметров размера и функции ЛП у пациентов без указаний в анамнезе на ФП с целью диагностики скрытых форм или развития в будущем данной аритмии.

ВЫВОДЫ

1. Нарушение функции ЛП прогрессивно ухудшается от группы пациентов с синусовым ритмом до группы пациентов с постоянной формой ФП.

2. Среди пациентов с одышкой/дискомфортом в грудной клетке, направленных на стресс-эхокардиографию, определены пороговые значения функции и объема ЛП, дифференцирующие группы пациентов с синусовым ритмом от пациентов с пароксизмальной/персистирующей ФП. Наиболее точным параметром явился стрейн ЛП при физической нагрузке при пороговом значении 30% (с точностью – 64%, чувствительностью – 74 и специфичностью – 51%, площадь под кривой – 0,736).

3. Наличие ФП коррелирует с изменением диастолической функции в покое и при физической нагрузке.

4. Изменение систолической сократимости ЛЖ и объективных признаков застойных явлений во время стресс-эхокардиографии значимо связано с наличием у пациентов фибрилляции предсердий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[REFERENCES]

- Hindricks G., Potpara T., Dagres N. et al.; ESC Scientific Document Group. 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS): The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the European Heart Rhythm Association (EHRA) of the ESC. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (5): 373–498. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa612>. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2021; 42 (5): 507. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2021; 42 (5): 546–547. Erratum in: *Eur. Heart J.* 2021; 42 (40): 4194.
- Ma Q., Zhu J., Zheng P. et al. Global burden of atrial fibrillation/flutter: Trends from 1990 to 2019 and projections until 2044. *Heliyon*. 2024; 10 (2): e24052. <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24052>.
- Healey J.S., Connolly S.J., Gold M.R. et al. ASSERT Investigators. Subclinical atrial fibrillation and the risk of stroke. *New Engl. J. Med.* 2012; 366: 120129.
- Goette A., Kalman J.M., Aguinaga L. et al. Document Reviewers: EHRA/HRS/APHRS/SOLAECE expert consensus on atrial cardiomyopathies: definition, characterization, and clinical implication. *Europace*. 2016; 18 (10): 1455–1490. <http://doi.org/10.1093/europace/euw161>
- Solberg M.G., Enger S., Berge T. et al. Left atrial function in middle-aged men and women with and without paroxysmal atrial fibrillation: Data from the Akershus Cardiac Examination (ACE) 1950 study. *Echocardiography*. 2024; 41 (6): e15852. <http://doi.org/10.1111/echo.15852>
- Gentile-Lorente D., Hernandez-Pinilla A., Satue-Gracia E. et al. Echocardiography and Electrocardiography in Detecting Atrial Cardiomyopathy: A Promising Path to Predicting Cardioembolic Strokes and Atrial Fibrillation. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (23): 7315. <http://doi.org/10.3390/jcm12237315>
- Kim J., Yum B., Palumbo M.C. et al. Left Atrial Strain Impairment Precedes Geometric Remodeling as a Marker of Post-Myocardial Infarction Diastolic Dysfunction. *J. Am. Coll. Cardiol. Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13: 2099–2113. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.05.041>
- 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. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2015; 16 (3): 233–270. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>. Erratum in: *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2016; 17 (4): 412. Erratum in: *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2016; 17 (9): 969.
- Picano E., Zagatina A., Wierzbowska-Drabik K. et al. Sustainability and Versatility of the ABCDE Protocol for Stress Echocardiography. *J. Clin. Med.* 2020; 9 (10): 3184. <http://doi.org/10.3390/jcm9103184>
- Овчинников А.Г., Агеев Ф.Т., Алехин М.Н., Беленков Ю.Н., Васюк Ю.А., Галевич А.С., Гиляревский С.Р., Лопатин Ю.М., Мареев В.Ю., Мареев Ю.В., Митьков В.В., Потехина А.В., Простакова Т.С., Рыбакова М.К., Саидова М.А., Хадзегова А.Б., Чернов М.Ю., Ющук Е.Н., Бойцов С.А. Диастолическая трансторакальная стресс-эхокардиография с дозированной физической нагрузкой в диагностике сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса: показания, методология, интерпретация результатов. *Кардиология*. 2020; 60 (12): 48–63. <http://doi.org/10.18087/cardio.2020.12.n1219>
Ovchinnikov A.G., Ageev F.T., Alekhin M.N. et al. The role of diastolic transthoracic stress echocardiography with incremental workload in the evaluation of heart failure with preserved ejection fraction: indications, methodology, interpretation. Expert consensus developed under the auspices of the National Medical Research Center of Cardiology, Society of Experts in Heart Failure (SEHF), and Russian Association of Experts in Ultrasound Diagnosis in Medicine (REUDM). *Kardiologiia*. 2020; 60 (12): 48–63. <http://doi.org/10.18087/cardio.2020.12.n1219> (In Russian)
- 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. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeu042>. Erratum in: *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2018; 19 (7): 830–833. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeu071>.
- Zagatina A., Rivadeneira Ruiz M., Ciampi Q. et al. Stress Echo 2030 Study Group. Rest and Stress Left Atrial Dysfunction in Patients with Atrial Fibrillation. *J. Clin. Med.* 2023; 12 (18): 5893. <http://doi.org/10.3390/jcm12185893>
- Lenart-Migdalska A., Kaźnica-Wiatr M., Drabik L. et al. Assessment of Left Atrial Function in Patients with Paroxysmal, Persistent, and Permanent Atrial Fibrillation using Two-Dimensional Strain. *J. Atrial Fibrillation*. 2019; 12 (3): 2148. <http://doi.org/10.4022/jafib.2148>
- Abhayaratna W.P., Seward J.B., Appleton C.P. et al. Left atrial size: physiologic determinants and clinical applications. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 47 (12): 2357–2363. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2006.02.048>

Evaluation of left atrial function and left ventricular diastolic function during exercise stress echocardiography in patients with different types of atrial fibrillation

E.S. Kalinina, O. Hanjykova, I.B. Begidova, A.V. Zagatina*

*Cardiology Department, Research Cardiology Center Medika;
13, Petrozavodskaya str., St. Petersburg 197110, Russian Federation*

Elena S. Kalinina – doctor of functional diagnostics, doctor cardiologist, Cardiology Department, Research Cardiology Center Medika, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-4007-3322>

Ogulleyla Hanjykova – therapist, Cardiology Department, Research Cardiology Center Medika, St. Petersburg. <https://orcid.org/0009-0007-3010-1369>

Irina B. Begidova – therapist, Cardiology Department, Research Cardiology Center Medika, St. Petersburg. <https://orcid.org/0009-0008-8967-4605>

Angela V. Zagatina – Doct. of Sci. (Med.) doctor of functional diagnostics, doctor cardiologist, Cardiology Department, Research Cardiology Center Medika, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-9085-4872>

Correspondence* to Dr. Angela V. Zagatina – e-mail: smiangela@yandex.ru

Objective: To determine cut-off values for left atrial function parameters at rest and during physical exercise that are specific to patients with atrial fibrillation (AF).

Materials and Methods. The prospective single-center study with screening tests of 300 patients was carried out; 297 of them were included in the final analysis. The main cohort of patients was divided into three groups: patients with sinus rhythm without a history of AF, a group with paroxysmal/persistent AF, and patients with permanent AF. Stress echocardiography was performed in all patients according to the ABCDE protocol with additional assessment of left atrial volume index and left atrial strain (reservoir phase) at rest and peak exercise.

Results. The left atrial function assessment was successful in 99% (95% CI 98–100%) of patients. The group with sinus rhythm included 240 patients (Group 1), with paroxysmal/persistent AF (PAF) – 38 patients (Group 2), with permanent AF (PermAF) – 19 patients (Group 3). The threshold values of the parameters were determined: left atrial volume and function and LV diastolic function at rest and during exercise, which reliably distinguished the group of patients with sinus rhythm from patients with paroxysmal/persistent AF (Groups 1 and 2, respectively). The best parameters for classifying belonging to the PAF group were the volume and contractility of the LA. Moreover, the quantitative parameter of LA strain classified these groups of patients significantly better during physical exercise (accuracy – 74%, sensitivity – 89%, specificity – 49%) than at rest (accuracy – 64%, sensitivity – 74%, specificity – 51%), with $p < 0.004$.

Conclusions. The obtained threshold values of the left atrial function and volume, as well as E/e' at rest and during physical exercise, provide more accurate differentiation of patients with dyspnea/chest discomfort into groups with and without paroxysmal/persistent AF. The most accurate parameter is the left atrial strain during the exercise stress test.

Keywords: stress echocardiography; left atrial strain; atrial fibrillation; left atrial function; exercise stress echo

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Kalinina E.S., Hanjykova O., Begidova I.B., Zagatina A.V. Evaluation of left atrial function and left ventricular diastolic function during exercise stress echocardiography in patients with different types of atrial fibrillation. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 82–92. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-281> (In Russian)

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-287>

Ультразвуковое исследование артериовенозной фистулы для гемодиализа

Е.В. Полухина*

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

Представлен иллюстрированный обзор литературы, посвященный ультразвуковому исследованию артериовенозной фистулы для гемодиализа у пациентов с терминальной почечной недостаточностью. Нативная артериовенозная фистула рассматривается в качестве “золотого стандарта” сосудистого доступа. Ультразвуковое исследование на сегодняшний день является методом визуализации первой линии на всех этапах ведения пациентов, получающих лечение гемодиализом. В статье освещена роль эхографии в предоперационной оценке при планировании формирования артериовенозной фистулы, оценке созревания сосудистого доступа, а также раннего выявления его дисфункции. Представлены основные осложнения артериовенозной фистулы и приведены примеры их диагностики с использованием ультразвукового метода.

Ключевые слова: артериовенозная фистула; гемодиализ; сосудистый доступ; ультразвуковое исследование

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Полухина Е.В. Ультразвуковое исследование артериовенозной фистулы для гемодиализа. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 93–114.
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-287>

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность хронической болезни почек в мире составляет около 10%, ввиду этого данная патология представляет собой важную медицинскую и социально-экономическую проблему [1]. При падении скорости клубочковой фильтрации менее 15 мл/мин необходимостью становится решение вопроса о начале заместительной почечной терапии. Ведущим методом экстракорпоральной гемокоррекции является программный гемодиализ, удельный вес

которого в Российской Федерации в структуре заместительной почечной терапии достигает 78% от общего числа больных [2]. Для проведения гемодиализа необходим доступ к сосудистому руслу пациента. В обычном состоянии поверхностные вены не могут быть использованы для проведения процедуры ввиду небольшого диаметра и низкой скорости кровотока. Поэтому необходимым является создание постоянного сосудистого доступа, в качестве которого используют нативную артериовенозную

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>

Контактная информация*: Полухина Елена Владимировна – e-mail: polukhina@inbox.ru

фистулу (АВФ), синтетический протез и центральные венозные катетеры.

Обзор литературы, выполненный инициативной группой по улучшению результатов лечения заболеваний почек (Kidney Disease Outcomes Quality Initiative, KDOQI), позволяет считать, что АВФ по сравнению с другими сосудистыми доступами имеет самую большую продолжительность функционирования и наименьшее количество осложнений [3]. “Золотым стандартом” АВФ, наиболее отвечающим требованиям оптимальности сосудистого доступа, признается нативная дистальная фистула недоминантной руки. Наиболее часто при формировании первичной фистулы используется лучевая артерия и латеральная подкожная вена в нижней трети предплечья (радиоцефалическая фистула). Дистальная часть лучевой артерии располагается поверхностно и, кроме того, является недоминантной по сравнению с локтевой артерией, что при создании АВФ в меньшей степени приводит к развитию синдрома обкрадывания. Используется два основных типа соединения артерии и вены между собой: конец вены в бок артерии (наиболее частый), бок вены в бок артерии [3].

Наличие заболеваний периферических сосудов, недостаточный диаметр артерий и вен нередко делают невозможным формирование доступа в дистальной части предплечья. В этих случаях могут использоваться сосуды в области локтевой ямки (проксимальная АВФ). Наибольшее распространение имеет вариант создания анастомоза “бок в бок” между плечевой артерией и промежуточной веной локтя или анастомоз “конец в бок” между плечевой артерией и цефалической (либо базилярной) веной [3, 4].

Если создание нативной АВФ невозможно, сосудистый доступ формируется с использованием артериовенозного протеза. Артерия соединяется с веной кондуитом из синтетического материала, который имплантируют под кожу. Протез требует меньше времени для созревания, однако по сравнению с АВФ имеет более высокий риск тромбоза, формирования псевдоаневризмы и инфекции и, как правило, работает не так долго, как нативная фистула [3].

Ультразвуковое исследование на сегодняшний день играет ведущую роль в каче-

стве метода предоперационной оценки при планировании формирования АВФ, оценки созревания сосудистого доступа, а также раннего выявления осложнений в течение его функционирования [5–11]. В клинических рекомендациях Национального почечного фонда США [3], а также европейских рекомендациях по сосудистому доступу [4] отмечена важная роль ультразвукового метода на всех этапах ведения пациентов, получающих лечение гемодиализом. По данным Американского колледжа радиологии в последней редакции 2023 г. ультразвуковое исследование наряду с фистулографией является основным методом, одобренным для оценки возможной дисфункции АВФ [8].

ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ РАЗМЕТКА

В целом ряде исследований и метаанализов было показано, что выполнение предоперационного ультразвукового исследования улучшает результаты формирования постоянного сосудистого доступа и снижает риск нарушения созревания фистулы [6, 12–14].

В первую очередь, оцениваются сосуды недоминантной руки, если нет противопоказаний к ее использованию. Предоперационная разметка может проводиться в положении пациента на спине либо в положении сидя лицом к оператору. Рука при этом вытянута и располагается на небольшом валике (рис. 1). Выполняется исследование как артерий, так и вен верхней конечности [6, 14].

Оценка артерий

Проводится исследование подключичной, подмышечной, плечевой, лучевой и локтевой артерий для исключения стено-окклюзирующих поражений. Присутствие варианта строения плечевой артерии в виде ее высокой бифуркации (до 10–20%) ассоциировано с более продолжительным периодом созревания и более высоким риском недостаточности сосудистого доступа [15], поэтому этот факт также необходимо отразить в протоколе исследования.

Оцениваются внутренний диаметр лучевой артерии в нижней трети предплечья, толщина комплекса интима-медиа, наличие и степень выраженности кальцификации



Рис. 1. Проведение ультразвукового исследования сосудов предплечья перед формированием артериовенозной фистулы.

Fig. 1. Ultrasound evaluation of the forearm vessels before the creation of an arteriovenous fistula.

стенки. Для успешного формирования сосудистого доступа артерия должна иметь достаточный просвет. Адекватным считается внутренний диаметр артерии, оцененный на уровне предполагаемого анастомоза, более 2 мм [4, 6, 14, 16]. Недостаточный диаметр не является противопоказанием к формированию доступа, однако указывается, что при диаметре менее 1,5–1,6 мм существенно снижается вероятность успешного созревания фистулы [17, 18].

Наличие выраженной кальцификации стенки лучевой артерии может быть существенным препятствием к созданию анастомоза и причиной дисфункции сосудистого доступа [14, 19] (рис. 2).

В норме кровотоки в лучевой артерии имеют трехфазный спектр, характерный для периферических артерий с высоким сопротивлением. Изменение спектра кровотока



Рис. 2. Выраженная кальцификация стенки лучевой артерии (стрелка). Поперечный срез.

Fig. 2. Severe calcification of the radial artery wall (arrow). Transverse plane.

на двухфазный или монофазный указывает на наличие патологии (хотя это не является препятствием для создания доступа). Значение пиковой систолической скорости в лучевой артерии более 50 см/с [18], объемной скорости кровотока более 50 мл/мин [20] ассоциировано с более высокой частотой состоятельности АВФ.

Проведение теста с реактивной гиперемией, заключающегося в оценке спектра кровотока в лучевой артерии после сжатия кисти в течение 1–2 мин, является полезным для прогнозирования эффективной работы сосудистого доступа [6]. В норме происходит снижение тонуса артерии (рис. 3а). Значение индекса резистентности менее 0,7 после проведения данного теста указывает на сохранность компенсаторных механизмов ауторегуляции кровотока в кисти и ассоциировано с более высокой вероятностью состоятельности АВФ [17].

Для оценки состоятельности ладонной дуги, играющей важную роль в адекватной перфузии кисти после создания сосудистого доступа, может быть использован модифицированный тест Аллена. Для выполнения теста оценивается спектр кровотока в лучевой артерии в дистальном отделе предплечья или между первой и второй пястными костями после компрессии артерии в более проксимальном отделе. Выявление реверсивного кровотока дистальнее зоны окклюзии указывает на состоятельность артериальной ладонной дуги (рис. 3б).

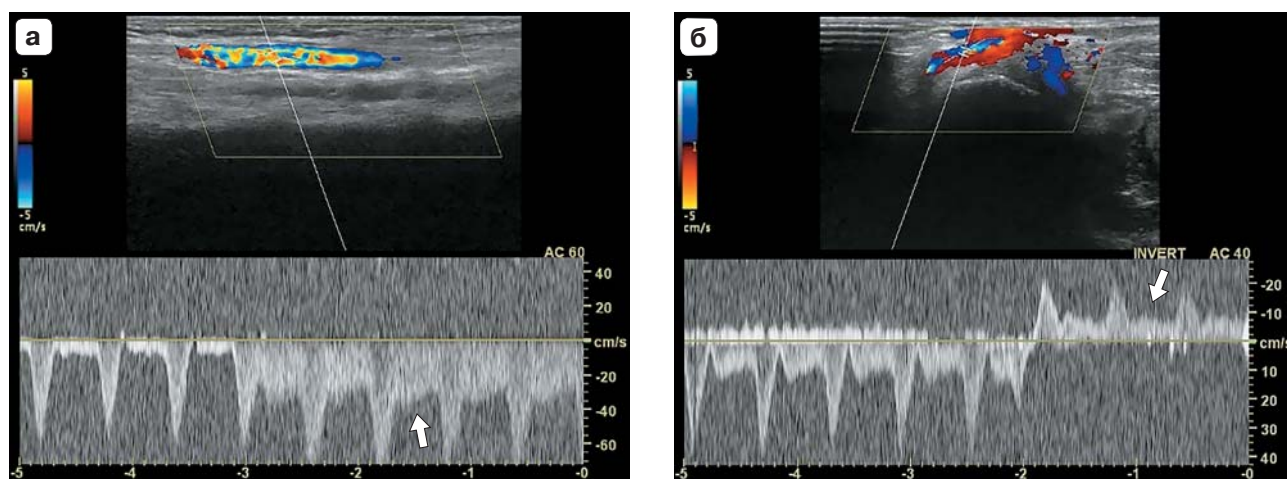


Рис. 3. Оценка кровотока в лучевой артерии перед формированием артериовенозной фистулы. **а** – проведение теста с реактивной гиперемией. Отмечается снижение циркуляторного сопротивления в лучевой артерии после проведения теста (стрелка); **б** – оценки состоятельности ладонной дуги. Появление реверсивного кровотока в дистальном отделе лучевой артерии после компрессии артерии в более проксимальном отделе (стрелка).

Fig. 3. Evaluation of the radial artery blood flow before the creation of an arteriovenous fistula. **a** – a reactive hyperemia test. A decrease in vascular resistance in the radial artery is noted after the test (arrow); **б** – evaluation of the palmar arch viability. The appearance of reversed blood flow in the distal part of the radial artery after proximal compression of the artery (arrow).

Несостоятельность кровотока в ладонной дуге предрасполагает к развитию синдрома обкрадывания, если основная артерия будет использована для формирования сосудистого доступа [21].

При необходимости диаметр, наличие кальцификации и скорость кровотока также оцениваются в плечевой артерии на уровне локтевой ямки.

Оценка вен

Предоперационная оценка венозного русла включает в себя исследование поверхностных и глубоких вен верхней конечности от кисти до центральных вен (подключичной и брахиоцефальной) для исключения наличия зон тромбоза и стеноза [6]. Непосредственная визуализация зоны стенозирования вены в проксимальном сегменте затруднена, однако такой косвенный признак, как отсутствие синхронизированной с дыханием и сердечной деятельностью фазности кровотока в подключичной и внутренней яремной венах, может указывать на наличие стенозующего поражения в проксимальном отделе, что особенно часто встречается у пациентов с предшествующим анамнезом наличия центрального венозного катетера [22].

Латеральная подкожная вена прослеживается на всем ее протяжении от кисти до зоны впадения в подключичную или подмышечную вену. Оценка вены необходимо проводить при минимальной компрессии датчиком с использованием достаточного количества геля. Обращается внимание на состояние стенки вены, анэхогенность просвета, сжимаемость при компрессии. Оптимальным является исследование вены в поперечных срезах перпендикулярно поверхности кожи. Адекватным считается диаметр вены более 2 мм [4, 14, 17].

Для успешного созревания фистулы дренирующая вена после формирования анастомоза должна увеличить свой диаметр, чтобы быть способной перенести повышенный объем крови, а также легко пунктироваться. Для оценки растяжимости вены ее диаметр оценивается до и через 2 мин после проксимальной компрессии (наложения манжеты или жгута) в нижней трети плеча. Оптимальным является диаметр вены на фоне проксимальной компрессии более 2,5 мм (для формирования сосудистого доступа с использованием протеза – 4 мм) [6, 14]. Диаметр вены измеряется в нижней, средней и верхней трети предплечья, в локтевой ямке и при необходимости на

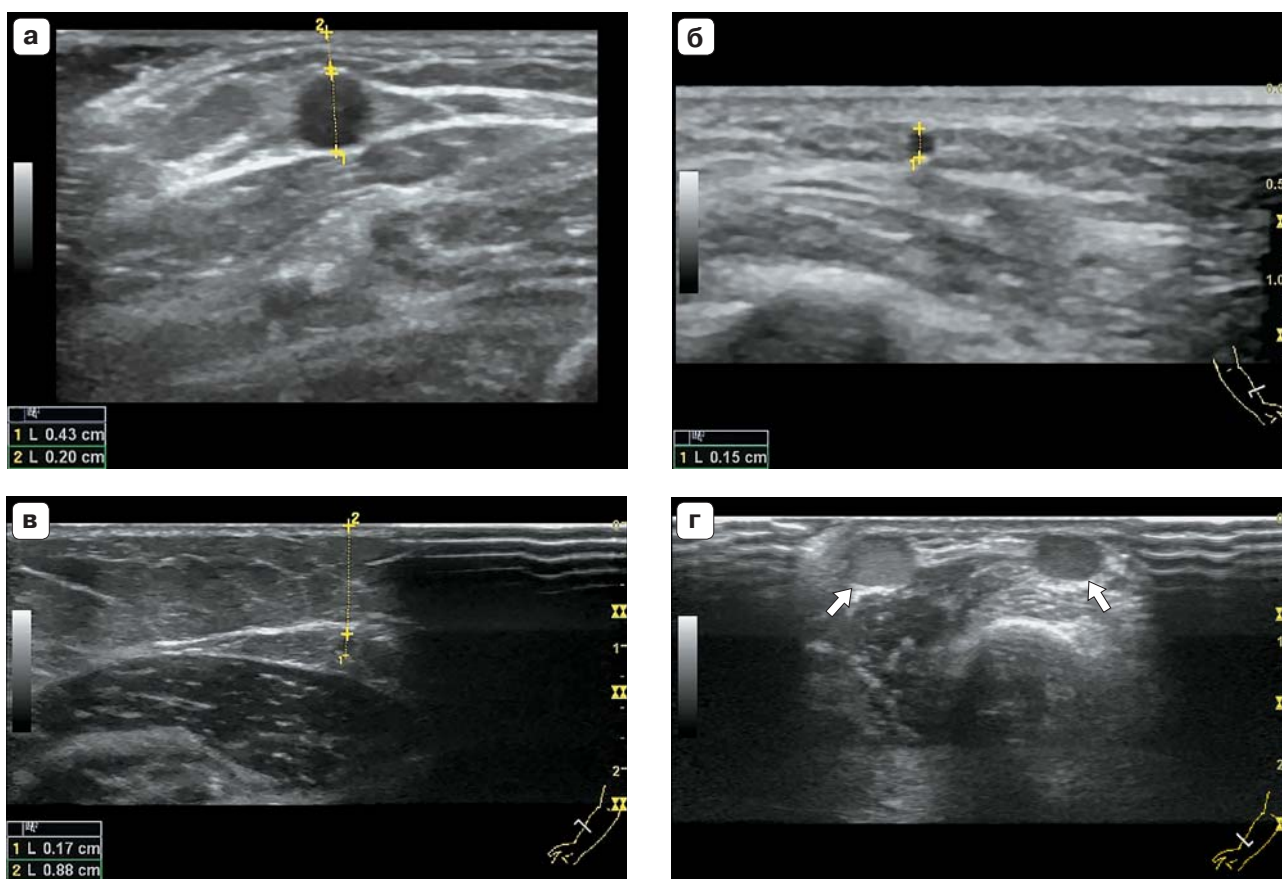


Рис. 4. Оценка латеральной подкожной вены перед формированием артериовенозной фистулы. **а** – достаточный диаметр вены, оптимальная глубина задегания; **б** – недостаточный диаметр вены на предплечье; **в** – недостаточный диаметр и избыточная глубина залегания вены; **г** – крупный приток латеральной подкожной вены в нижней трети предплечья (стрелки).

Fig. 4. Examination of the cephalic vein before the creation of an arteriovenous fistula. **a** – sufficient vein diameter, optimal location depth; **б** – insufficient vein diameter on the forearm; **в** – insufficient diameter and deep vein location; **г** – large tributary of the cephalic vein in the lower third of the forearm (arrows).

плече. Прирост диаметра вены после наложения турникета более 40% от исходного указывает на адекватную растяжимость вены и является хорошим прогностическим фактором [10, 14, 16].

Еще одним важным оцениваемым параметром является расположение вены относительно кожных покровов. Для выполнения последующих пункций глубина залегания вены оптимально не должна превышать 6 мм [6, 16, 23]. Более глубокое залегание вены может потребовать ее транспозицию. Для успешного использования сосудистого доступа должен быть прямолинейный сегмент вены достаточной длины, пригодный для пункций (не менее 8–10 см)

[3, 7]. Если вена не имеет стволового строения, указываются локализация и диаметр притоков (рис. 4). Чем большее количество притоков имеет вена, особенно в пределах 5–10 см от предполагаемой зоны формирования анастомоза, тем сложнее получить адекватный кровоток по АВФ вследствие обкрадывания потока [23].

Ультразвуковое исследование базиллярной вены проводится в случае, если цефалическая вена не является подходящей для формирования сосудистого доступа [3, 4]. При несоответствии необходимым критериям сосудов доминантной руки проводится исследование сосудов противоположной конечности.

СОЗРЕВАНИЕ

Время от момента формирования АВФ до ее первой пункции является периодом созревания. Фистула считается “зрелой”, когда она легко пальпируется, может пунктироваться двумя иглами и обеспечивать кровотоки как минимум 350–450 мл/мин при продолжительности процедуры гемодиализа 3–5 ч [3]. В идеале АВФ созревает и может быть использована в качестве сосудистого доступа уже через 4–8 нед после формирования. Полное созревание может занять от 6 до 14 нед [3, 4]. При адекватно функционирующей АВФ отмечается наличие пальпаторно определяемого дрожания в зоне сосудистого анастомоза. Однако у тучных пациентов при глубоком залегании вены, а также у пациентов с отсроченным созреванием АВФ клиническая оценка может быть затруднена [14].

Несмотря на то что АВФ является наиболее предпочтительным вариантом сосудистого доступа, от 20 до 60% фистул не созревают для проведения адекватных процедур диализа [3, 23]. Рекомендуются клиническая оценка АВФ на предмет ее зрелости через 4–6 нед после формирования и в случаях наличия признаков замедленного созревания проведение ультразвукового исследования для оценки возможных проблем [3, 4].

После формирования АВФ происходит структурное ремоделирование как питающей артерии, так и дренирующей вены. Вследствие значимого градиента давления между артерией и веной происходит выраженное увеличение скорости кровотока через созданный анастомоз с повышением нагрузки на сосудистую стенку, что инициирует процесс сосудистой адаптации и приводит к дилатации сосудов и дальнейшему увеличению объемной скорости [23, 24]. Объемный кровоток в лучевой артерии после формирования анастомоза возрастает в 10–20 раз [9].

Для тщательной оценки состояния АВФ специалисту, выполняющему ультразвуковое исследование, важно иметь представление об анатомической конфигурации сосудистого доступа. Исследование уже сформированной АВФ проводится без наложения турникета. При ультразвуковом исследовании оценивают кровоток в приводящей артерии, зоне анастомоза, а также в дрени-

рующей вене на предплечье [5, 25] (рис. 5, 6). При нормально функционирующей АВФ кровотоки в приводящей артерии, снабжающей кровью анастомоз, имеют антеградный характер и низкое периферическое сопротивление (индекс резистентности 0,4–0,6) [24, 26]. При исследовании зоны анастомоза оценивают его диаметр и максимальную скорость кровотока, которая в норме составляет до 150–300 см/с. В дренирующей вене отмечаются явления артериализации. Диаметр вены увеличивается, скорость кровотока возрастает до 30–100 см/с [26]. Ультразвуковая разметка эфферентной вены облегчает проведение первых пункций, что особенно важно у тучных пациентов, когда вена сложна для пальпации при клиническом осмотре.

Один из важнейших факторов поддержания адекватности гемодиализа – достижение достаточной объемной скорости кровотока (ОСК) в сосудистом доступе [3, 4, 23]. ОСК представляет собой количество крови, протекающей через АВФ или протез в мл/мин. Необходима объемная скорость выше, чем в системе диализатора, что препятствует рециркуляции крови [3].

ОСК может быть оценена путем измерения средней скорости кровотока в см/с и диаметра сосуда в зоне оценки скорости (рис. 7). Необходимо получить спектр кровотока на протяжении 3–5 сердечных циклов. Программное обеспечение ультразвукового сканера позволяет, измерив два этих параметра, получить значение ОСК (см. рис. 7). Также объемный кровоток может быть рассчитан по формуле: $ОСК (мл/мин) = TAMEAN \times r^2 \pi \times 60 \text{ с}$, где TAMEAN – усредненная по времени средняя скорость кровотока (см/с), r – радиус сосуда (диаметр сосуда/2, см).

Используется показатель усредненной по времени средней скорости кровотока. Иногда для расчета ОСК некорректно используется показатель усредненной по времени максимальной скорости кровотока (TAMX), характеризующий движение более быстрого центрального потока, что приводит к завышению оценки объемной скорости.

Участок сосуда в зоне оценки объемной скорости должен быть относительно прямолинейный с постоянным диаметром. Необходимо избегать зон высокой турбу-

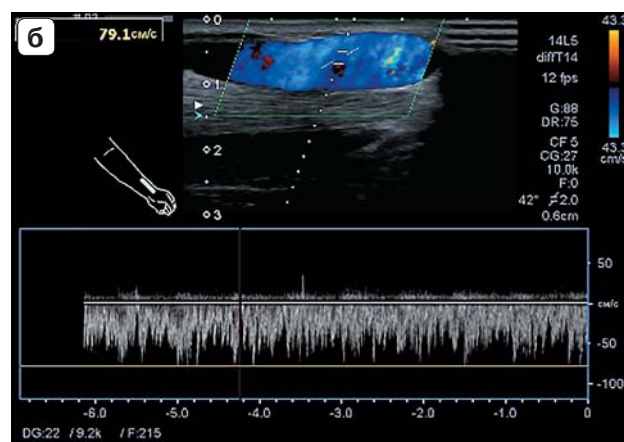
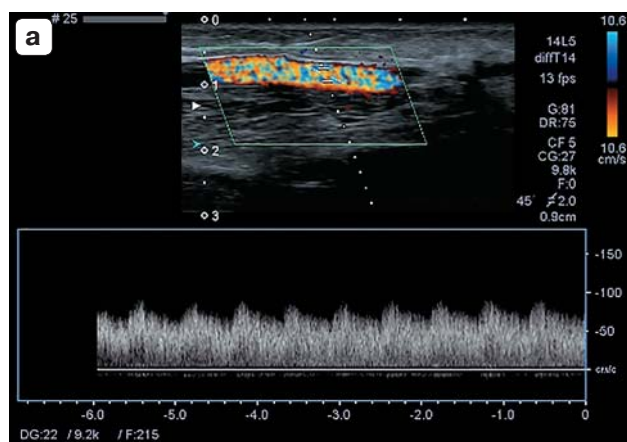


Рис. 5. Оценка кровотока в приводящей артерии (а) и дренирующей вене (б). Кровоток в лучевой артерии антеградный низкорезистентный. Артериализированный кровоток в латеральной подкожной вене.

Fig. 5. Evaluation of blood flow in the supplying artery (a) and draining vein (b). Antegrade low-resistance blood flow in the radial artery. Arterialized blood flow in the cephalic vein.

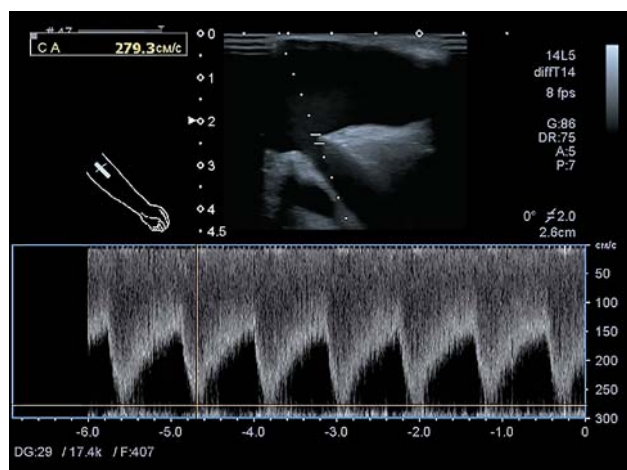


Рис. 6. Оценка кровотока в зоне анастомоза плечевой артерии и латеральной подкожной вены.

Fig. 6. Evaluation of blood flow in the site of anastomosis of the brachial artery and cephalic vein.

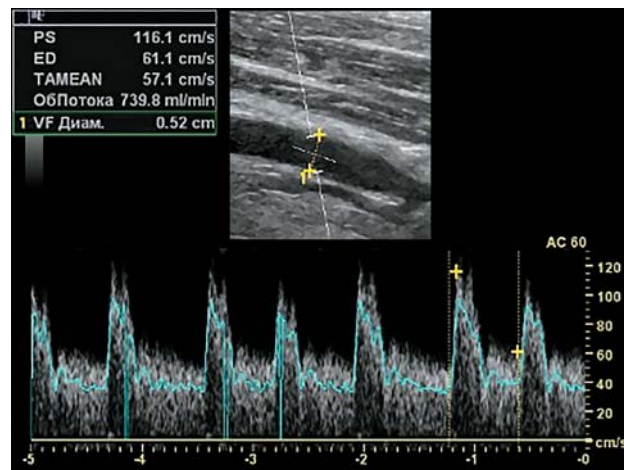


Рис. 7. Оценка объемной скорости кровотока в плечевой артерии. Расчет основан на оценке радиуса артерии и усредненной по времени средней скорости кровотока.

Fig. 7. Evaluation of the volumetric blood flow velocity in the brachial artery. The calculation is based on the evaluation of the artery radius and the time-averaged mean blood flow velocity.

лентности. Оптимальным является оценка ОСК на уровне плечевой артерии [25, 26]. Также возможна оценка объемного кровотока в средней порции дренирующей вены, в зоне, где она относительно прямолинейна и где кровоток менее турбулентный (примерно 10 см от уровня анастомоза). При адекватно функционирующей АВФ и корректной оценке объемный кровоток в при-

носящей артерии не должен быть ниже, чем в дренирующей вене [7]. В протоколе желательно указать, где проводилась оценка ОСК. При наличии артериовенозного протеза расчет объемной скорости проводится непосредственно в самом протезе.

Для учета всего спектра кровотока в сосуде необходимо использование широкого контрольного объема. Допплеровский угол

должен быть менее 60°, курсор коррекции угла расположен параллельно стенке сосуда. Рекомендуется провести несколько последовательных измерений, что особенно важно при наличии аритмии [26]. Ультразвуковую оценку ОСК рекомендуется выполнять в междиализный день либо перед процедурой диализа, так как гемодинамическая нестабильность, возникающая вследствие гемодиализа, может привести к недооценке ОСК. Кроме того, наличие повязки и повышенная кровоточивость после процедуры диализа затрудняют проведение исследования [7].

Основными факторами, влияющими на ОСК в фистуле, являются размер анастомоза, диаметр питающей артерии и дренирующей вены, артериальное давление и периферическое сосудистое сопротивление [23–26]. В типичных случаях хорошо функционирующая АВФ имеет объемный кровоток 600–1300 мл/мин [16]. Объемный кровоток менее 500 мл/мин характеризуется как снижение, являясь критерием дисфункции АВФ и серьезным фактором риска тромбоза [3, 4, 23, 26]. Высокая объемная скорость считается более 1500–2000 мл/мин. Избыточный кровоток по АВФ более типичен для проксимального сосудистого доступа [26].

По данным M.L. Robbin и соавт., диаметр вены более 4 мм и объемная скорость более 500 мл/мин являются предикторами того, что АВФ имеет высокую вероятность поддерживать проведение гемодиализа [23]. В клинических рекомендациях по сосудистому доступу Национального почечного фонда США (NKF KDOQI) в качестве рекомендованных критериев созревания АВФ через 6 нед после ее формирования предложены: ОСК более 600 мл/мин; диаметр дренирующей вены более 6 мм; глубина залегания вены менее 6 мм; сегмент, пригодный для венепункций, более 6 см (“правило шестерок”) [16].

Сосудистый доступ может не созревать по целому ряду причин [7, 23]. Адекватное созревание фистулы требует достаточного притока артериальной крови. Так, если выбранный хирургом сосуд для создания фистулы либо сформированный анастомоз слишком малы, в фистулу поступает недостаточный поток крови, и сосудистый доступ может не созревать. Выраженный

кальциноз стенки артерии также ограничивает дилатацию артерии. Одной из частых причин ранней недостаточности сосудистого доступа является стеноз дренирующей вены, возникший непосредственно рядом с зоной анастомоза. Причинами нарушения артериализации вены могут быть недостаточный ее диаметр, а также наличие боковых ветвей, снижающих в фистуле давление крови и нарушающих процесс созревания. Глубокое залегание вены не препятствует созреванию АВФ, но может сделать затруднительным пункцию во время процедуры диализа. В таких случаях может потребоваться хирургическая транспозиция вены.

Необходима оценка центральных вен, если она не была выполнена на предоперационном этапе, так как наличие центрального венозного стеноза или тромбоза также может стать препятствием к созреванию АВФ [5].

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА ОСЛОЖНЕНИЙ ПОСЛЕ ФОРМИРОВАНИЯ АВФ

Дисфункция сосудистого доступа является важным фактором заболеваемости и смертности пациентов, получающих лечение гемодиализом [3, 4].

Осложнениями после формирования АВФ являются:

- стеноз дренирующей вены;
- тромбоз;
- аневризма дренирующей вены;
- псевдоаневризма;
- гематомы;
- кальцификация стенок сосудов;
- инфекция;
- синдром обкрадывания;
- сердечная недостаточность.

Ультразвуковое исследование рекомендовано в качестве метода визуализации первой линии при подозрении на дисфункцию сосудистого доступа [3, 4].

Венозный стеноз. Является наиболее частой причиной несостоятельности сосудистого доступа и может быть как ранним, так и поздним осложнением АФВ [3, 27]. Наиболее частыми зонами локализации стеноза нативной АВФ являются юкстаанастомозный отдел, зоны пункций, зона впадения латеральной подкожной вены в подключичную вену. При наличии артериове-

нозного протеза стеноз чаще локализуется в зоне венозного анастомоза и прилегающего к нему сегмента вены [27].

Ультразвуковое исследование с доплеровским картированием является очень информативным неинвазивным методом диагностики стеноза сосудов артериовенозного доступа для гемодиализа [9, 11, 28, 29]. Указывалось на наличие хорошей корреляции данных ультразвукового исследования и результатов инвазивной фистулографии в качестве референсного стандарта у пациентов с клинически значимым стенозом АВФ [7].

Ультразвуковая диагностика стеноза основывается на анализе анатомических (морфологических) и гемодинамических параметров. Оцениваемыми ультразвуковыми признаками при подозрении на стеноз являются: минимальный просвет дренирующей вены, пиковая систолическая скорость кровотока в зоне стеноза, отношение скоростей в зоне стеноза и в престенотическом отделе, индекс резистентности в приводящей артерии и ОСК в АВФ [5, 11].

Прямым признаком стеноза является уменьшение просвета сосуда в зоне сужения. Венозный стеноз считается гемодинамически значимым, когда происходит сужение просвета менее 2–3 мм или значительная (более 50%) редукция просвета в сравнении с нормальным сосудистым сегментом до места стеноза [5, 11, 30]. В режиме серой шкалы оценивается наименьший диаметр вены, указывается локализация стеноза по отношению к анастомозу.

Гемодинамические критерии основаны на данных цветового и импульсно-волнового доплера. При цветовом доплеровском картировании отмечается наличие элайзинга в зоне стеноза. На наличие гемодинамически значимого стеноза указывает увеличение пиковой систолической скорости в зоне стеноза более 250 см/с в питающей артерии и более 300–400 см/с в дренирующей вене или протезе [9, 11]. Соотношение скорости в зоне стеноза дренирующей вены и скорости в вене на 2 см каудальнее более чем 2:1 указывает на наличие стеноза $\geq 50\%$, соотношение более 3:1 – на стеноз $\geq 75\%$ [31].

О наличии гемодинамически значимого стеноза также свидетельствуют высокорезистентный кровоток в питающей артерии

и снижение объемного кровотока в АВФ [10, 11, 31, 32]. Так, по данным S. Cho и соавт., на наличие значимого стеноза указывали снижение ОСК в плечевой артерии менее 612,9 мл/мин и индекс резистентности более 0,63 [32]. Использование данных ультразвуковых критериев у пациентов с клиническими признаками патологических изменений АВФ позволило улучшить отбор пациентов для проведения ангиопластики и уменьшить риск развития тромбоза и потери сосудистого доступа. Еще в одной работе в качестве критериев для разграничения между пограничным и критическим стенозом АВФ были предложены ОСК менее 500 мл/мин (или снижение ее более чем на 25% в динамике), индекс резистентности более 0,7 и резидуальный диаметр вены менее 2 мм [28]. Данные параметры не должны интерпретироваться как жесткие пороговые значения. В расчет всегда должны приниматься клинические данные и, несомненно, объемный кровоток по фистуле, который является наиболее значимым параметром в оценке риска тромбоза [9, 26].

Юктаанастомозный стеноз составляет до 80% всех венозных стенозов [27, 29]. Возникает в области анастомоза артерии и вены либо непосредственно после анастомоза (первые 2 см) (рис. 8). Развитие стеноза чаще является следствием интимальной и фибромускулярной гиперплазии. Другими этиологическими факторами, способствующими развитию стеноза сосудистого доступа, являются атеросклероз, медиакальциноз, а также хирургические манипуляции и травма [29].

Стеноз в области анастомоза между лучевой артерией и латеральной подкожной веной является гемодинамически значимым ($\geq 50\%$) при увеличении пиковой систолической скорости кровотока более 350–400 см/с, а также при отношении скоростей в зоне стеноза и в лучевой артерии на 2 см проксимальнее анастомоза более 3 [10, 29]. Тщательная оценка зоны анастомоза в режиме серой шкалы является очень важной, так как цветовое картирование может препятствовать визуализации тромба и привести как к недооценке, так и переоценке выраженности стеноза [5]. Часто наличие острого угла отхождения вены в зоне анастомоза может приводить к повышению скорости и симулировать стеноз [29].



Рис. 8. Стеноз АВФ в юкстаанастомозном отделе. **а** – режим серой шкалы. Уменьшение просвета вены в зоне стеноза; **б** – импульсно-волновой доплеровский режим. Увеличение пиковой скорости кровотока в зоне стеноза (642 см/с); **в** – снижение объемной скорости кровотока в АВФ (382 мл/мин).

Fig. 8. AVF stenosis in the juxta-anastomotic area. **a** – B-mode. Narrow vein lumen at the site of stenosis; **б** – pulsed wave Doppler mode. An increase in peak blood flow velocity in the area of stenosis (642 cm/s); **в** – a decrease in volumetric blood flow velocity in the AVF (382 ml/min).

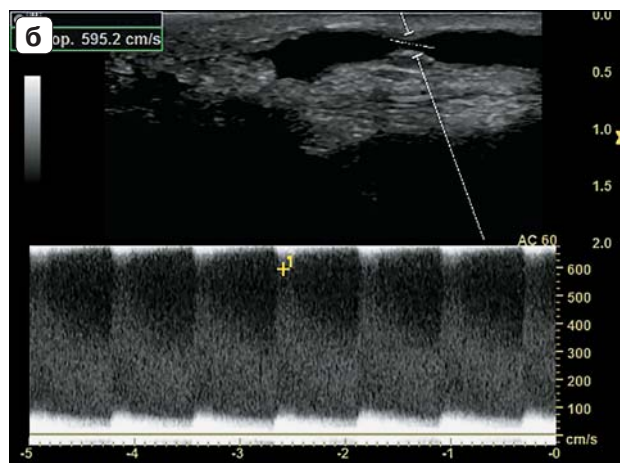
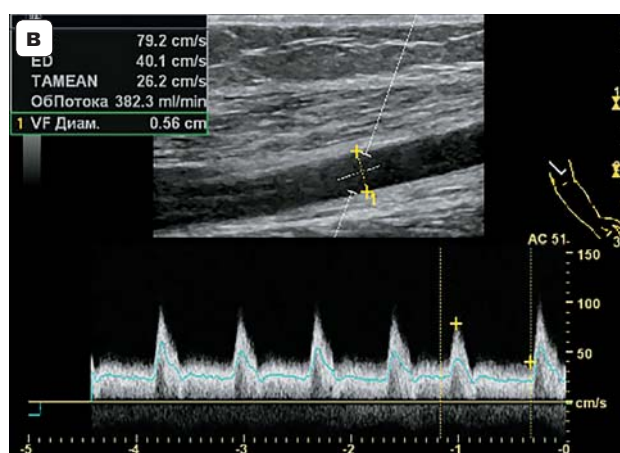


Рис. 9. Стеноз дренирующей вены в зоне венеопункций. **а** – уменьшение просвета вены в зоне стеноза до 1,5 мм; **б** – повышение пиковой скорости кровотока в зоне стеноза (595 см/с).

Fig. 9. Stenosis of the draining vein in the venipuncture area. **a** – narrowing of the vein lumen in the area of stenosis to 1.5 mm; **б** – an increase in peak blood flow velocity in the area of stenosis (595 cm/s).

Типичным осложнением зрелых фистул является стеноз в зоне венепункций, возникающий в связи с фиброзной реакцией стенки вены на повторные каннуляции [27, 29] (рис. 9). Может вовлекать короткий участок вены, быть пролонгированным, а также множественным.

Стеноз приводящей артерии встречается редко, составляя не более 8% всех стенозов сосудистого доступа, и преимущественно возникает у пожилых людей с атеросклерозом [27]. Атеросклеротическая дегенерация сосудистой стенки препятствует дилатации и ремоделированию артерии. Артериальный стеноз может быть заподозрен при пиковой систолической скорости более 250 см/с и отношении скорости в зоне стеноза к скорости в вышележащем сегменте артерии более 2–2,5. Артериальный стеноз расценивается как значимый, если он ведет к уменьшению ОСК в фистуле, снижает эффективность диализа и/или вызывает ишемию [26].

В случае снижения ОСК в АВФ и при отсутствии стеноза питающей артерии или дренирующей вены необходимо исключение центрального венозного стеноза или тромбоза [29].

Чрескожная транслуминальная ангиопластика в настоящее время является стандартом лечения стенозов АВФ [3, 33]. Ультразвуковое исследование позволяет своевременно выявить стеноз и помочь отобрать пациентов, нуждающихся в хирургическом и эндоваскулярном лечении.

Тромбоз. Одним из наиболее частых осложнений после формирования АВФ является тромбоз, составляющий до 85% всех причин утраты сосудистого доступа [3].

Ультразвуковое исследование является наиболее предпочтительным неинвазивным методом диагностики тромбоза с чувствительностью, достигающей 100% [11]. В клинических рекомендациях Европейского общества сосудистых хирургов указывается, что мониторингирование АВФ с помощью ультразвукового исследования, ассоциированного с профилактическим лечением стеноза, позволяет существенно уменьшить риск развития тромбоза [4].

Ультразвуковое исследование позволяет непосредственно визуализировать тромбо-

тические массы в просвете сосудов АВФ, оценить их локализацию и протяженность. Тромб определяется в виде масс тканевой плотности, несжимаемых при компрессии (рис. 10). Непрямыми признаками тромбоза являются регистрация высокорезистентного спектра кровотока в питающей артерии, а также снижение ОСК в АВФ [11, 32]. Так, увеличение индекса резистентности более 0,7 указывает на риск тромбоза [32]. ОСК менее 500 мл/мин позволяет прогнозировать дисфункцию АВФ, а скорость менее 300 мл/мин – развитие тромбоза [31].

Наличие стенозирования вены приводит к снижению ОСК в АВФ и повышает риск развития тромботических осложнений. До 75–85% тромбозов артериовенозного доступа являются следствием предшествующего венозного стеноза [27]. При бессимптомном стенозе такие критерии, как уменьшение просвета вены менее 2 мм и объемная скорость менее 400 мл/мин для дистальной фистулы и менее 500 мл/мин для проксимальной фистулы, указывают на высокий риск тромбоза [26].

Свежие тромботические массы могут быть достаточно гипоехогенными и неотчетливо визуализироваться в режиме серой шкалы. Отсутствие кровотока в режимах цветового и импульсно-волнового доплеровского картирования в таких случаях является более значимым (рис. 11). Стенки фистульной вены, в отличие от стенок нативных вен, могут быть достаточно плотными, и такой признак, как отсутствие сжимаемости вены, может быть недостаточно информативным.

Тромб может быть окклюзирующим, полностью блокирующим кровоток, или неокклюзирующим, если вокруг тромба продолжает регистрироваться кровоток при цветовом доплеровском картировании (рис. 12). Острый окклюзирующий тромбоз проявляется появлением боли и исчезновением систолического дрожания в зоне фистулы. Данное состояние требует как можно более быстрого удаления тромба, чтобы не допустить его прогрессирования в хронический тромбоз и потерю сосудистого доступа (рис. 13). При хроническом тромбозе тромб имеет повышенную эхогенность и часто кальцифицируется.

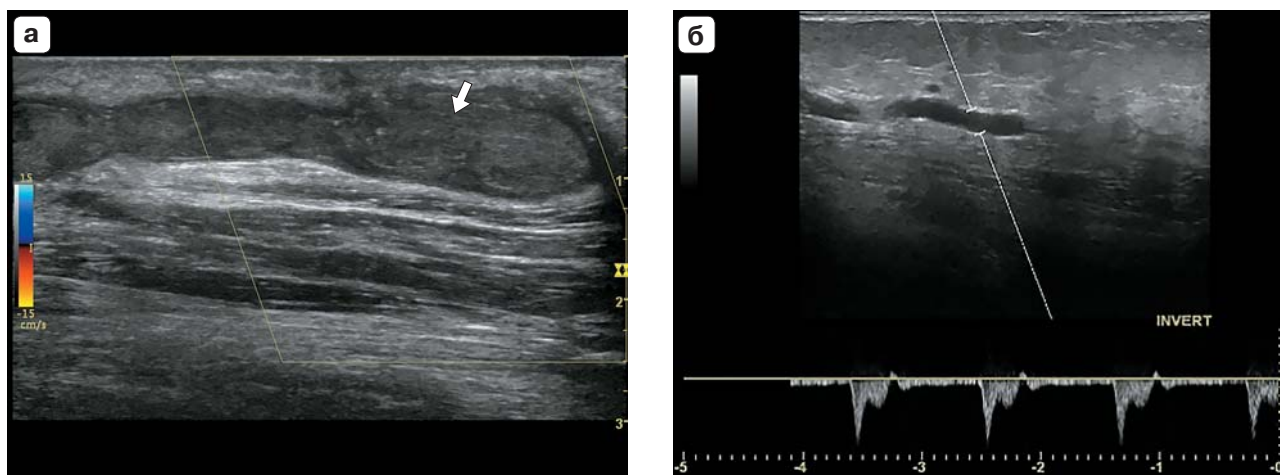


Рис. 10. Тромбоз дренирующей вены. **а** – режим цветового доплеровского картирования. В просвете вены определяются тромботические массы, окклюзирующие просвет (стрелка); **б** – импульсно-волновой доплеровский режим. Высокорезистентный кровоток в лучевой артерии, свидетельствующий об отсутствии функционирования АВФ; **в** – импульсно-волновой доплеровский режим. Выраженное снижение объемной скорости кровотока в плечевой артерии (122 мл/мин).

Fig. 10. Thrombosis of the draining vein. **a** – Color Doppler imaging. Thrombotic masses occluding the vein lumen (arrow); **б** – pulsed-wave Doppler mode. High-resistance blood flow in the radial artery indicates the AVF malfunction; **в** – pulsed-wave Doppler mode. Marked decrease in volumetric blood flow velocity in the brachial artery (122 ml/min).

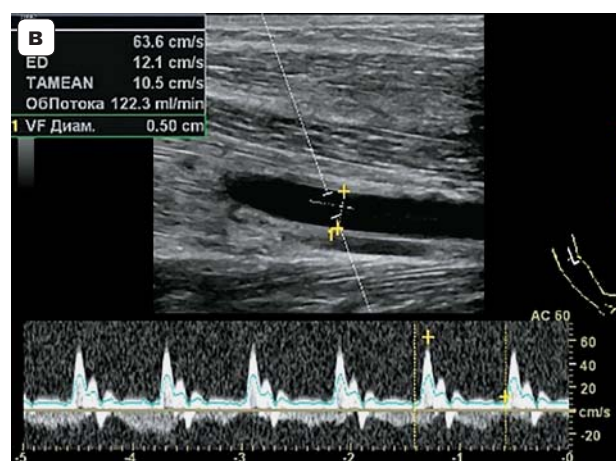


Рис. 11. Тромбоз в зоне анастомоза, 3-и сутки после операции. **а** – поперечный срез. Гипоэхогенные тромботические массы в зоне анастомоза (стрелка) неотчетливо визуализируются в режиме серой шкалы; **б** – режим цветового доплеровского картирования. В дренирующей вене кровоток не определяется (стрелка).

Fig. 11. Thrombosis of AVF area, 3rd day after surgery. **a** – transverse plane. Hypoechoic thrombotic masses in the anastomosis area (arrow) are poorly visible in B-mode; **б** – Color Doppler imaging. No blood flow is detected in the draining vein (arrow).

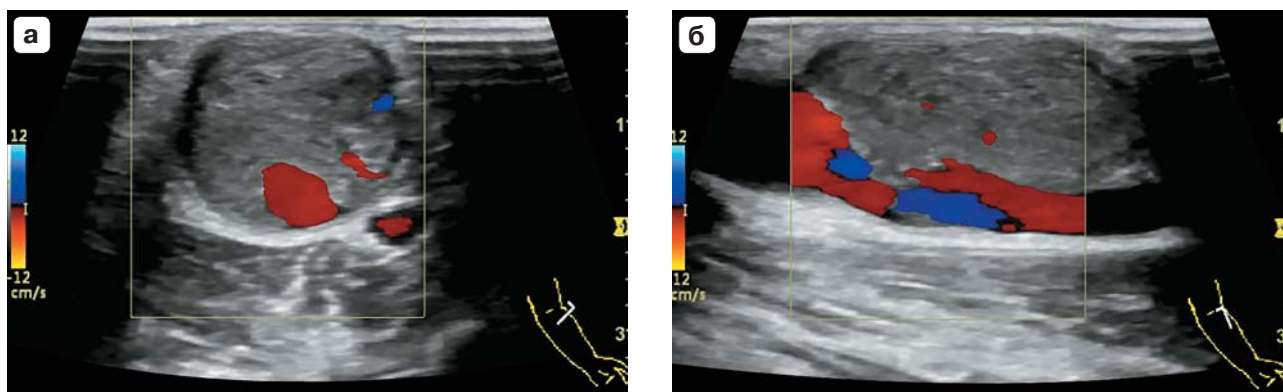


Рис. 12. Неокклюзирующий тромбоз дренирующей вены. Режим цветового доплеровского картирования. **а** – поперечный срез; **б** – продольный срез.

Fig. 12. Non-occlusive thrombosis of the draining vein. Color Doppler imaging. **a** – transverse plane; **б** – longitudinal plane.

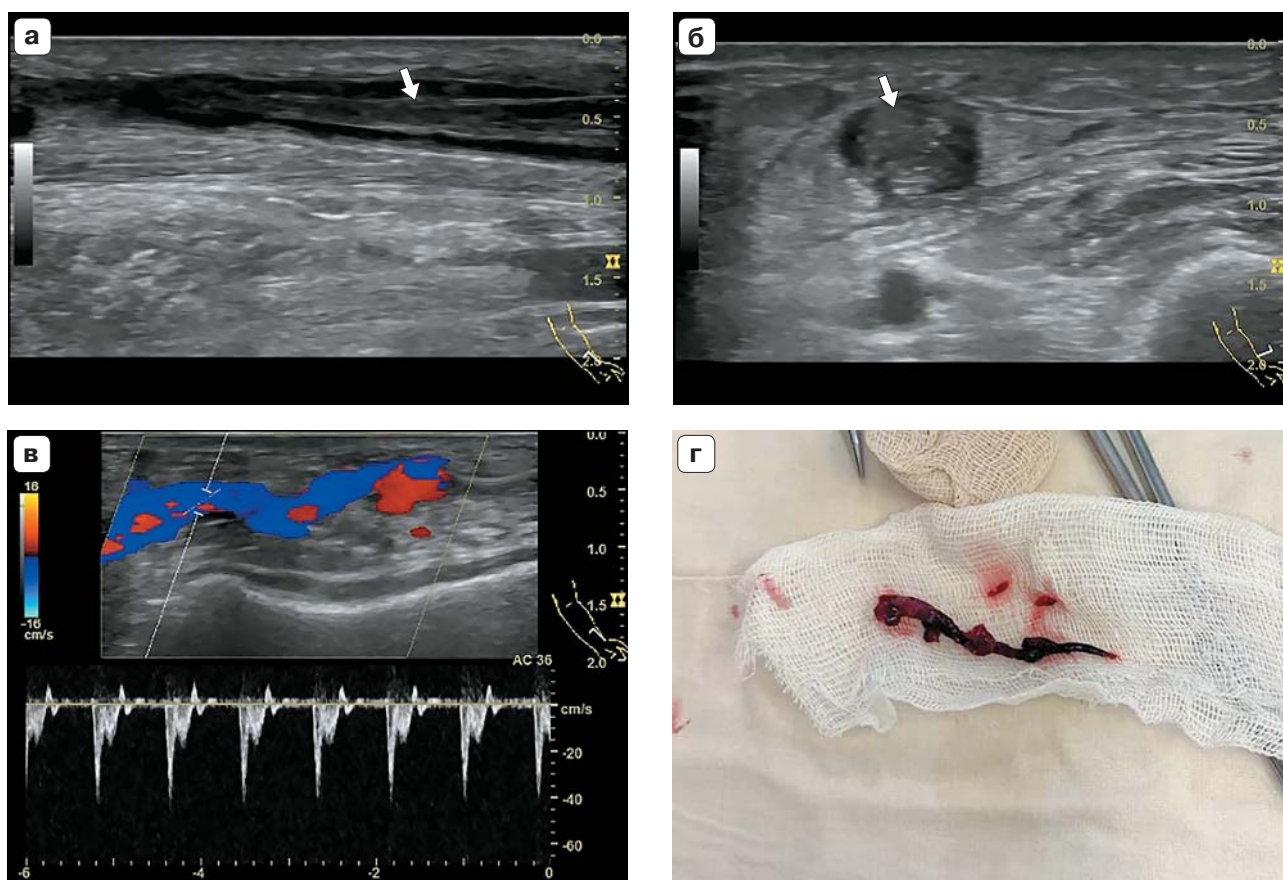


Рис. 13. Острый тромбоз дренирующей вены АВФ. **а** – продольный срез; **б** – поперечный срез. Определяются тромботические массы в просвете вены (стрелка); **в** – высокорезистентный кровоток в лучевой артерии (признак отсутствия функционирования АВФ); **г** – макропрепарат удаленного тромба.

Fig. 13. Acute thrombosis of the draining vein of the AVF. **a** – longitudinal plane; **б** – transverse plane. Thrombotic masses are detected in the lumen of the vein (arrow); **в** – High-resistance blood flow in the radial artery (a sign of non-functioning AVF); **г** – image of the removed thrombus.

Скопления жидкости

Гематомы чаще возникают в случаях прокалывания вены при пункции насквозь или формировании надрыва, позволяющего крови вытекать в окружающие ткани. Являются нередким осложнением, особенно в случаях АВФ, трудных для пункций [34]. Гематома также может формироваться после операции вследствие использования антикоагулянтов, неадекватного гемостаза, неконтролируемой артериальной гипертензии. В раннем послеоперационном периоде гематому необходимо дифференцировать от псевдоаневризмы [11].

Гематома располагается снаружи сосуда и не имеет связи с его просветом. Определяется как образование с неровным контуром пониженной эхогенности и неоднородной структуры (рис. 14). Может распространяться вдоль мышечных пучков и в подкожных тканях в виде диффузного пропитывания. Небольшие гематомы без признаков компрессии вены по данным ультразвукового исследования ведутся консервативно. В случае серьезного кровотечения, сопровождающегося увеличением размера гематомы, может потребоваться проведение хирургической ревизии и гемостаза [4].

Серома является редким осложнением, возникающим в 2–4% случаев в течение первого месяца после установки артериовенозного протеза. При этом возникает трансудация стерильной серозной жидкости

в ткани, окружающие протез (чаще в зоне артериального анастомоза) [34]. Серома в режиме серой шкалы определяется как однородное анэхогенное скопление жидкости без детрита. В режиме цветового доплеровского картирования отсутствуют сигналы кровотока. Для проведения дифференциальной диагностики может быть выполнена аспирация под контролем ультразвукового исследования [11, 34].

Инфекционные осложнения более характерны для артериовенозных протезов, чем для фистул. В большинстве случаев развиваются в первый месяц после установки графта [11, 34, 35]. Возбудителем часто является стафилококк. В случаях инфекционных осложнений, как правило, диагноз устанавливается на основании клинической картины, и ультразвуковое исследование преимущественно проводится с целью оценки проходимости протеза и исключения тромбоза.

Инфекционные осложнения определяются в виде сложного по структуре неоднородного содержимого вокруг протеза, имеющего сходство с гематомой. Могут присутствовать включения газа (рис. 15). Дифференциальная диагностика с гематомой основывается на клинико-лабораторных данных, подтверждающих наличие воспалительного процесса (покраснение, лихорадка). Чаще всего требуется проведение ревизии и удаление протеза с его последующей заменой [3, 35].

Кальцификация стенок сосудов часто встречается при длительном существовании АВФ, а также у пациентов с нарушениями кальциево-фосфорного обмена (рис. 16).

Аневризма дренирующей вены. Аневризма может развиваться в любом месте по ходу сосудистого доступа, включая приводящую артерию. Однако наиболее типична аневризматическая дилатация дренирующей вены, возникающая до 60% случаев [3, 11, 26]. Аневризма чаще образуется ретроградно от венозного стеноза, особенно в местах повторных пункций. Принято аневризмой АВФ считать дилатацию сосуда за счет всех слоев сосудистой стенки с диаметром более 18 мм либо в 3 раза превышающим диаметр соседних участков дренирующей вены [36].

Кроме местного раздражения стенки вены в результате многократного пункти-

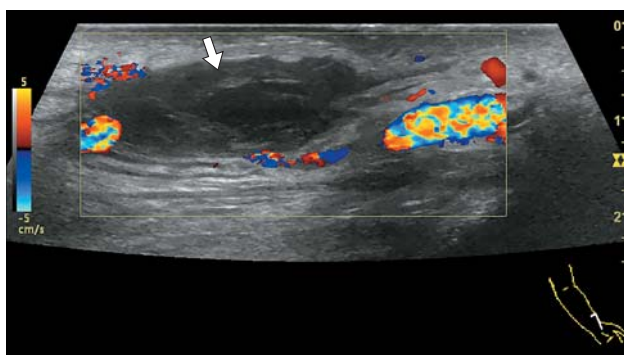


Рис. 14. Гематома мягких тканей предплечья. Аваскулярное образование пониженной эхогенности неоднородной структуры рядом с дренирующей веной (стрелка).

Fig. 14. Forearm soft tissue hematoma. Avascular heterogeneous hypoechoic mass near the draining vein (arrow).

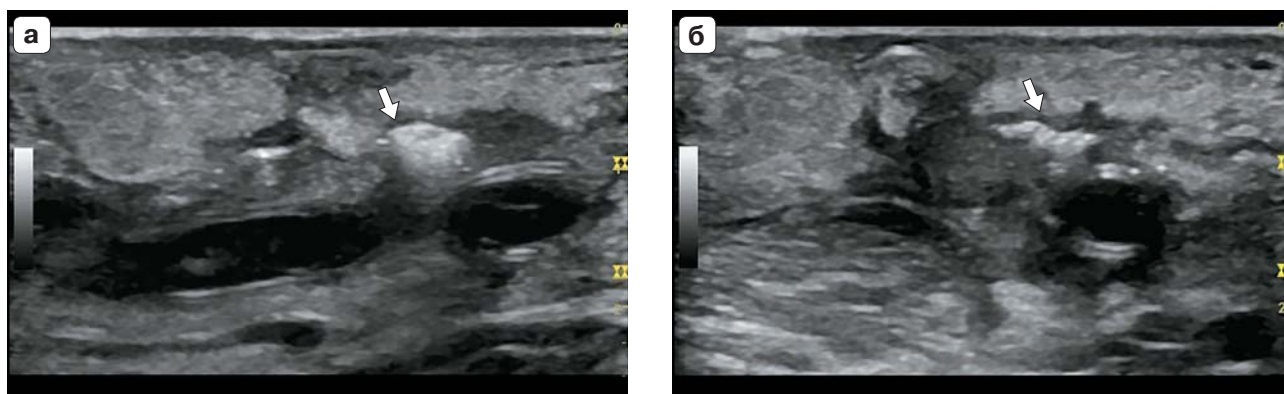


Рис. 15. Инфекционное осложнение вокруг артериовенозного протеза. **а** – продольный срез; **б** – поперечный срез. Режим серой шкалы. Вокруг протеза определяется неоднородное по структуре гипозоногенное содержимое с включениями газа (стрелки).

Fig. 15. Infectious complications around the arteriovenous graft. **a** – longitudinal plane; **б** – transverse plane. B-mode. Heterogeneous hypoechoic content with gas foci imaging around the graft (arrows).

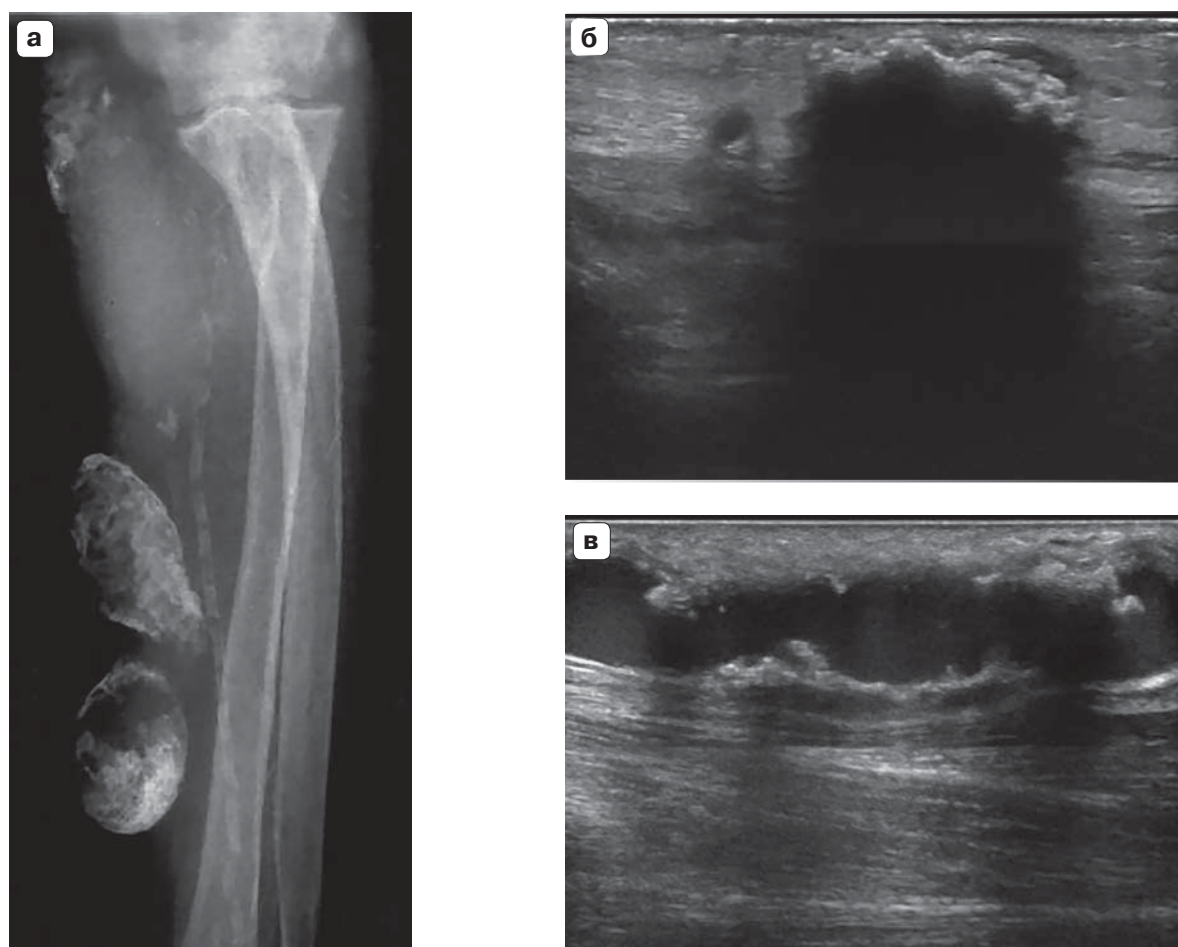


Рис. 16. Выраженная кальцификация стенок артериовенозной фистулы у пациента с вторичным гиперпаратиреозом, в течение 10 лет получающего лечение гемодиализом. **а** – рентгенограмма; **б, в** – эхограммы.

Fig. 16. Severe calcification of the AVF walls in a patient with secondary hyperparathyroidism, receiving hemodialysis treatment for 10 years. **a** – X-ray image; **б, в** – ultrasound images.

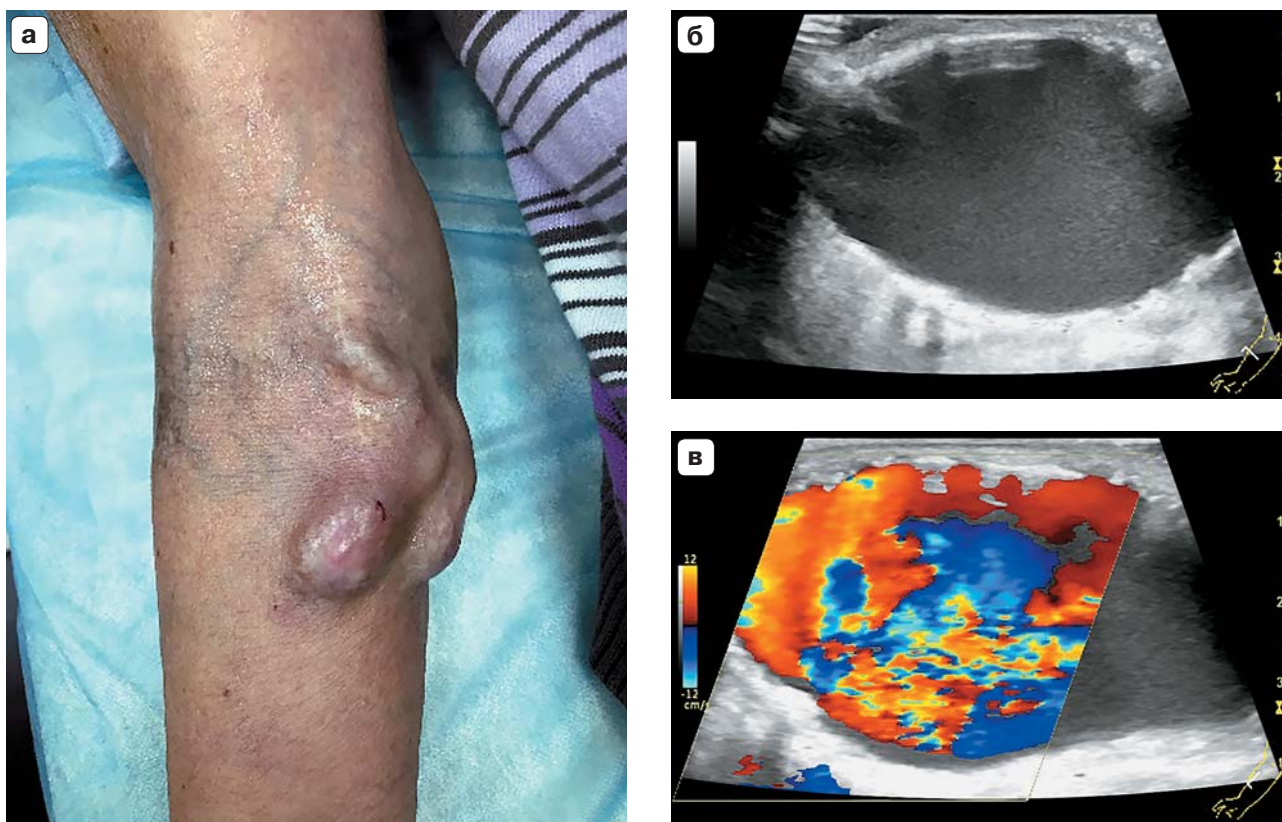


Рис. 17. Аневризма дренирующей вены. а – внешний вид верхней конечности; б – эхограмма, режим серой шкалы; в – эхограмма, режим цветового доплеровского картирования.

Fig. 17. Aneurysm of the draining vein. а – upper limb image; б – B-mode ultrasound image; в – color Doppler image.

рования во время процедур гемодиализа, причинами формирования аневризм являются повышенное напряжение стенки сосуда в результате ее ремоделирования, наличие стеноза путей оттока, ведущего к повышению внутрисосудистого давления, центральный стеноз в связи с длительной катетеризацией центральным венозным катетером, а также генетическая предрасположенность [36, 37].

Хотя диагностика аневризмы основывается, прежде всего, на клинических данных, проведение ультразвукового исследования позволяет подтвердить диагноз, оценить диаметр сосуда и наличие сопутствующего стеноза и тромбоза. Истинная аневризма определяется как веретеновидное или мешковидное расширение просвета вены (рис. 17). Кровоток в полости аневризмы выглядит как круговой вихрь, хорошо определяемый даже в режиме серой шкалы из-за замедления кровотока.

Аневризма часто содержит тромботические массы, что снижает эффективность функционирования сосудистого доступа и уменьшает количество зон для канюляций (рис. 18).

Измерение расстояния между стенкой вены и поверхностью кожных покровов может быть полезным, так как пациенты с атрофией и изъязвлением кожи в зонах пункций находятся в группе риска по развитию жизнеугрожаемых кровотечений [38] (рис. 19).

Выделяют несколько типов аневризм дренирующей вены [36]:

тип 1 – аневризма без стеноза и тромбоза;

тип 2 – аневризма при гемодинамически значимом стенозе приводящей артерии, зоны анастомоза, дренирующей вены или центральной вены;

тип 3. – аневризма при частичном тромбозе дренирующей вены;

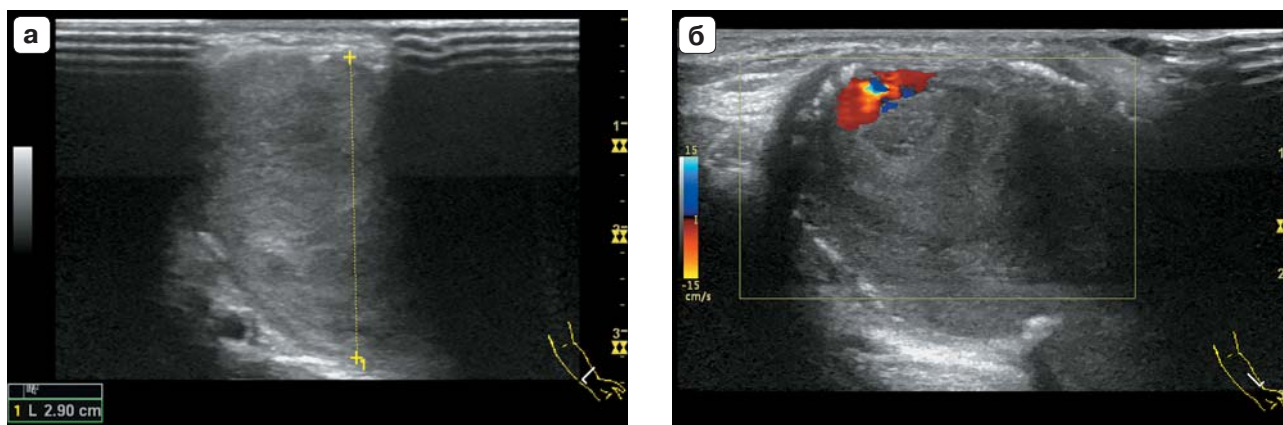


Рис. 18. Тромбированная аневризма. а – режим серой шкалы; б – режим цветового доплеровского картирования.

Fig. 18. Thrombosed aneurysm. а – B-mode image; б – color Doppler image.

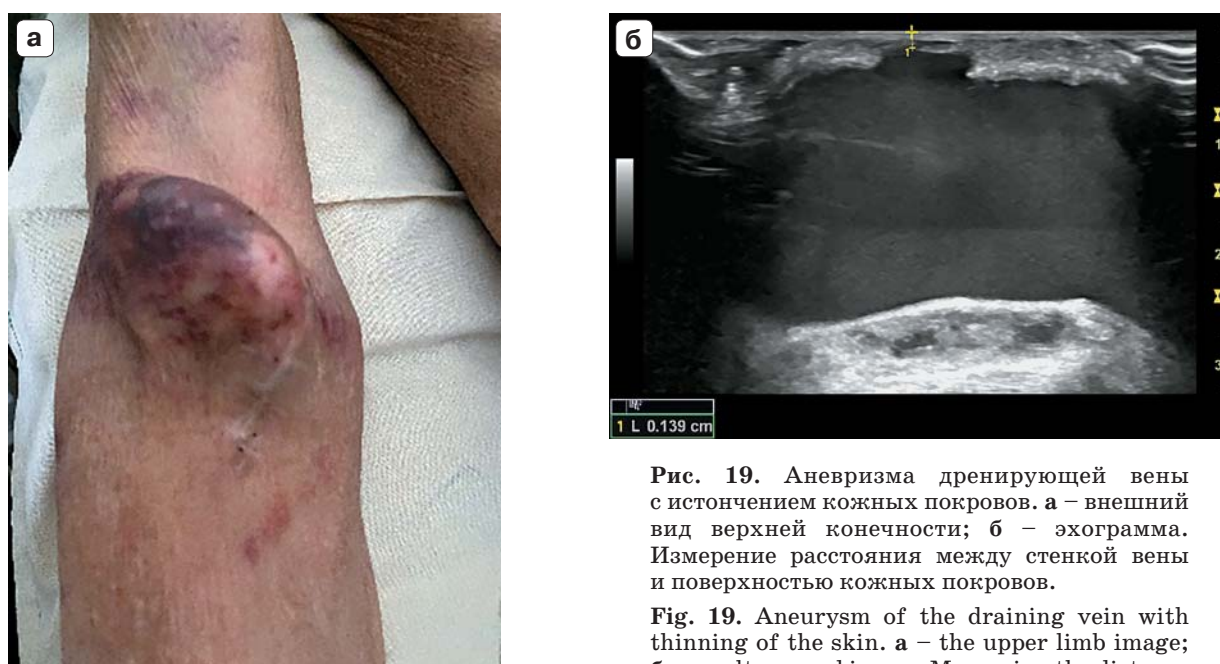


Рис. 19. Аневризма дренирующей вены с истончением кожных покровов. а – внешний вид верхней конечности; б – эхограмма. Измерение расстояния между стенкой вены и поверхностью кожных покровов.

Fig. 19. Aneurysm of the draining vein with thinning of the skin. а – the upper limb image; б – an ultrasound image. Measuring the distance between the vein wall and the skin surface.

тип 4 – аневризма при полном тромбозе дренирующей вены.

Небольшие аневризмы дренирующей вены с интактными кожными покровами, как правило, не требуют лечения. В ряде случаев аневризмы могут ассоциироваться с различными осложнениями, приводить к дисфункции сосудистого доступа (тромбоз, вторичный стеноз вены, развитие сердечной недостаточности) и потребовать хирургического лечения [4, 36, 39]. Редким

осложнением является истончение и изъязвление кожных покровов с развитием спонтанного разрыва и жизнеугрожающего кровотечения [38].

Ложные аневризмы (псевдоаневризмы) встречаются значительно реже, чем истинные, и преимущественно возникают в результате погрешностей пункций сосудистого доступа. Более типичны для артериовенозных протезов (зоны пункций и зоны анастомоза) [11, 34]. Формирование псевдо-

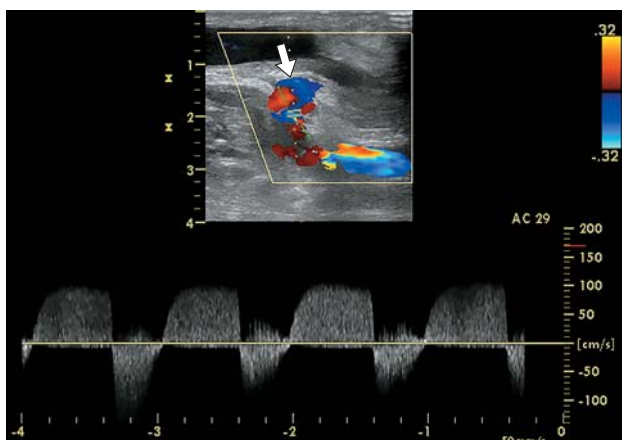


Рис. 20. Псевдоаневризма. Расположенная рядом с сосудом анэхогенная пульсирующая полость с двунаправленным кровотоком (стрелка).

Fig. 20. Pseudoaneurysm. An anechoic pulsating cavity with bidirectional blood flow located near the vessel (arrow).

аневризм может происходить и в АВФ, если дренирующая вена пунктируется в одни и те же места.

Псевдоаневризма характеризуется наличием дефекта стенки сосуда с расположенной рядом пульсирующей полостью с двунаправленным кровотоком с возвращением крови из псевдоаневризматической полости в сосудистое русло во время диастолы (рис. 20). В отличие от истинной аневризмы, псевдоаневризма не имеет собственной стенки и ограничена реактивно измененной фиброзной тканью, выстланной эндотелием [34].

Небольшие псевдоаневризмы, остающиеся стабильными по размеру, можно наблюдать. Псевдоаневризма может подвергаться спонтанному тромбированию и, таким образом, самостоятельно исключаться из кровотока. Ультразвуковое исследование позволяет диагностировать тромбированные псевдоаневризмы, которые могут вестись консервативно. В ряде случаев при размере псевдоаневризмы более 1 см может потребоваться установка внутрисосудистого стента или хирургическое иссечение. Риск разрыва псевдоаневризмы выше, чем истинной аневризмы сопоставимого размера, из-за неадекватной поддержки стенки [34].

К осложнениям АВФ относится *дистальная ишемия конечности с артериовеноз-*

ным доступом (ишемический гипоперфузионный синдром, диализ-ассоциированный синдром обкрадывания). Данное осложнение встречается в 2–15% случаев и связано с избыточным шунтированием артериальной крови в дренирующую вену, в результате чего снижается капиллярная перфузия в дистальном отделе конечности [21, 40, 41]. Вследствие низкого сопротивления в дренирующей вене в АВФ поступает кровь не только антеградно из приводящей артерии, но и ретроградно с кисти через ладонную дугу.

В определенной степени некоторый клинически незначимый феномен обкрадывания присутствует у 75–90% пациентов после создания сосудистого доступа [41]. При этом ткани адаптируются к снижению потока крови за счет дилатации артериол и мелких коллатеральных артерий, отсутствуют признаки дистальной ишемии. Феномен обкрадывания переходит в клинически значимый синдром обкрадывания, когда компенсаторные механизмы поддержания периферической перфузии оказываются несостоятельными.

Основными причинами стил-синдрома являются артериальный стеноз с антеградным снижением кровотока, а также неспособность сосудистого русла предплечья адаптироваться к новым гемодинамическим условиям (как правило, связано с артериосклерозом или медиакальцинозом). Важным этиологическим фактором является высокая ОСК в АВФ вследствие большого размера анастомоза. Так, у пациентов с проявлениями синдрома обкрадывания был отмечен значительно больший средний объемный кровоток по фистуле, чем у пациентов без признаков ишемии (соответственно 1542 и 1087 мл/мин, $p < 0,002$) [42].

Пожилые пациенты, пациенты с сахарным диабетом и заболеванием периферических сосудов составляют группу риска развития синдрома обкрадывания. Также к факторам риска относятся наличие предыдущих хирургических вмешательств на конечности в анамнезе и использование проксимального артериовенозного доступа на плече или артериовенозного протеза ввиду более высокого потока [41, 42].

Ишемия кисти может возникать вскоре после формирования сосудистого доступа

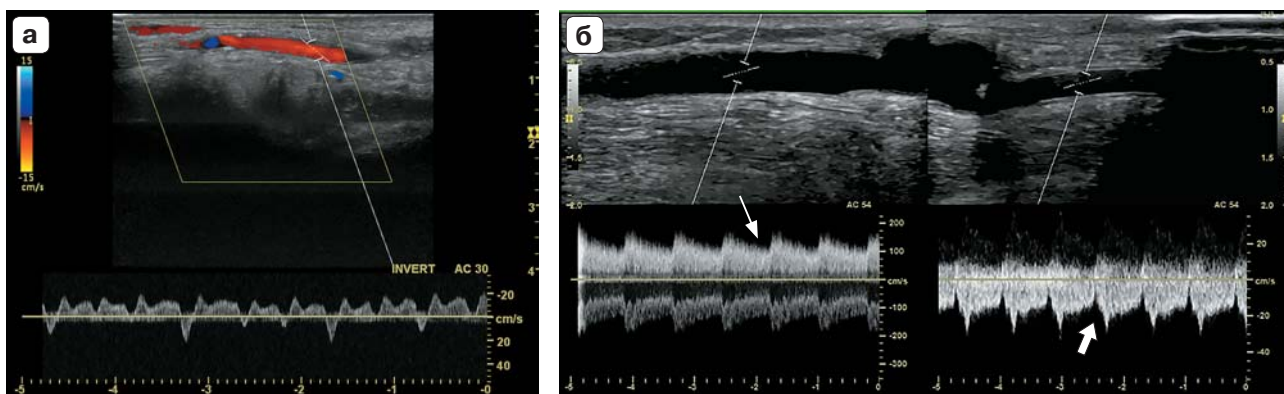


Рис. 21. Оценка кровотока в лучевой артерии при синдроме обкрадывания. **а** – двунаправленный кровоток в лучевой артерии дистальнее анастомоза (антеградный в систолу и ретроградный в диастолу); **б** – антеградный кровоток в проксимальном отделе лучевой артерии (тонкая стрелка), ретроградный кровоток в дистальном отделе лучевой артерии (толстая стрелка).

Fig. 21. Evaluation of blood flow in the radial artery in the steal syndrome. **a** – bidirectional blood flow in the radial artery distal to the anastomosis (antegrade in systole and retrograde in diastole); **b** – antegrade blood flow in the proximal part of the radial artery (thin arrow), retrograde blood flow in the distal part of the radial artery (thick arrow).

или несколько лет спустя при увеличении ОСЖ в фистуле или развитии поражения стенки приводящей артерии или дренирующей вены [43]. Пациенты предъявляют жалобы на побледнение пальцев, ощущение холода и снижение чувствительности в пораженной конечности, особенно при физических нагрузках и во время диализа. В более выраженных случаях могут наблюдаться трофические нарушения, изъязвление кожи и некроз, что при несвоевременном выявлении может привести к потере конечности [41, 43].

Ультразвуковое исследование позволяет подтвердить наличие синдрома обкрадывания, определить его причину и является важным в планировании лечебных мероприятий [41]. В первую очередь, оно позволяет оценить объемный кровоток в АВФ и исключить таким образом синдром обкрадывания, связанный с большим потоком через анастомоз. Также эхография позволяет выявить наличие патологии артериальных сосудов и оценить направление кровотока в питающей артерии дистальнее анастомоза. При наличии синдрома обкрадывания в дистальном отделе артерии наблюдается двунаправленный или ретроградный поток (рис. 21), отмечается снижение или отсутствие перфузии в пальцевых артериях. Полезным является проведение компрессионного теста для оценки вклада

артериального стил-синдрома в дистальную ишемию и прогнозирования эффективности хирургического лечения. Уменьшение симптомов ишемии и восстановление нормального дистального кровотока после компрессии зоны анастомоза (что имитирует эффект лигирования АВФ и уменьшение объемного потока по фистуле) подтверждает диагноз диализ-ассоциированного синдрома обкрадывания [5, 21].

Важной задачей является выявление с помощью ультразвукового метода пациентов с высоким риском развития дистальной ишемии, связанной с сосудистым доступом, еще до создания АВФ. Предоперационное исследование позволяет оценить диаметр и кровоток в лучевой и локтевой артериях, выявить стеноз или окклюзию. Проба с реактивной гиперемией позволяет прогнозировать риск развития синдрома обкрадывания. Отсутствие или низкий диастолический кровоток коррелирует со снижением возможностей ладонной дуги к вазодилатации [6, 17].

При наличии незначительных и умеренных симптомов ишемии пациенты нуждаются в наблюдении на предмет прогрессирования синдрома обкрадывания. Выраженные симптомы, как правило, требуют хирургической коррекции гемодинамических нарушений для предотвращения развития серьезных осложнений. Выбор метода

лечения зависит от непосредственной причины ишемии и может включать коррекцию изменений в приводящей артерии, уменьшение потока по фистуле, лигирование или эмболизацию дистальной лучевой артерии для предотвращения ретроградного потока или полное закрытие анастомоза [3, 41].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ультразвуковое исследование является методом визуализации первой линии при оценке состояния артериовенозной фистулы для гемодиализа. Применение ультразвукового исследования дает возможность оценить состояние артерий и вен перед формированием сосудистого доступа, оценить адекватность созревания фистулы, выявить острую дисфункцию сосудистого доступа, а также осуществить мониторинг для оценки хронических осложнений, помогая в принятии решения о необходимости хирургического и эндоваскулярного лечения. Для более эффективного применения метода необходима стандартизация исследования с использованием четкого протокола, что облегчает мультидисциплинарное ведение пациентов с сосудистыми доступом и своевременное предупреждение возможных осложнений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Kampmann J.D., Heaf J.G., Mogensen C.B. et al. Prevalence and incidence of chronic kidney disease stage 3–5 – results from KidDiCo. *BMC Nephrol.* 2023; 24 (1): 17. <https://doi.org/10.1186/s12882-023-03056-x>
2. Андрусев А.М., Томилина Н.А., Перегудова Н.Г., Шинкарев М.Б. Заместительная почечная терапия хронической болезни почек 5 стадии в Российской Федерации 2015–2019 гг. Отчет по данным Общероссийского Регистра заместительной почечной терапии Российского диализного общества. *Нефрология и диализ.* 2021; 23 (3): 255–329. <https://doi.org/10.28996/2618-9801-2021-3-255-329>
Andrusev A.M., Tomilina N.A., Peregudova N.G., Shinkarev M.B. Kidney replacement therapy for end Stage Kidney Disease in Russian Federation, 2015-2019. Russian National Kidney Replacement Therapy Registry Report of Russian Public Organization of Nephrologists “Russian Dialysis Society”. *Nephrology and Dialysis.* 2021; 23 (3): 255–329. <https://doi.org/10.28996/2618-9801-2021-3-255-329> (In Russian)
3. Lok C.E., Huber T.S., Lee T. et al.; National Kidney Foundation. KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access: 2019 Update. *Am. J. Kidney Dis.* 2020; 75 (4, Suppl. 2): S1–S164. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2019.12.001>
4. Schmidli J., Widmer M.K., Basile C. et al. Editor's Choice – Vascular Access: 2018 Clinical Practice Guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2018; 55 (6): 757–818. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2018.02.001>
5. AIUM Practice Parameter for the Performance of Vascular Ultrasound Examinations for Postoperative Assessment of Hemodialysis Access. *J. Ultrasound Med.* 2020; 39 (5): E39–E48. <https://doi.org/10.1002/jum.15262>
6. The AIUM Practice Parameter for the Performance of Ultrasound Vessel Mapping Prior to Dialysis Access Creation. *J. Ultrasound Med.* 2022; 41 (4): E16–E20. <https://doi.org/10.1002/jum.15876>
7. Chytilova E., Jemcov T., Malik J. et al. Role of Doppler ultrasonography in the evaluation of hemodialysis arteriovenous access maturation and influencing factors. *J. Vasc. Access.* 2021; 22 (1, Suppl.): 42–55. <https://doi.org/10.1177/1129729820965064>
8. Expert Panels on Interventional Radiology and Vascular Imaging / Higgins M.C.S., Diamond M., Mauro D.M. et al. ACR Appropriateness Criteria● Dialysis Fistula Malfunction. *J. Am. Coll. Radiol.* 2023; 20 (11S): S382–S412. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2023.08.016>
9. Lomonte C., Meola M., Petrucci I. et al. The key role of color Doppler ultrasound in the work-up of hemodialysis vascular access. *Semin. Dial.* 2015; 28 (2): 211–215. <https://doi.org/10.1111/sdi.12312>
10. Mario M., Ibeas J., Malik J. Current role of ultrasound in hemodialysis access evaluation. *J. Vasc. Access.* 2021; 22 (1, Suppl.): 56–62. <https://doi.org/10.1177/11297298211034638>
11. Meola M., Marciello A., Di Salle G., Petrucci I. Ultrasound evaluation of access complications: Thrombosis, aneurysms, pseudoaneurysms and infections. *J. Vasc. Access.* 2021; 22 (1, Suppl.): 71–83. <https://doi.org/10.1177/11297298211018062>
12. Georgiadis G.S., Charalampidis D.G., Argyriou C. et al. The Necessity for Routine Pre-operative Ultrasound Mapping Before Arteriovenous Fistula Creation: A Meta-analysis. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2015; 49 (5): 600–605. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2015.01.012>
13. Sharbidre K.G., Alexander L.F., Varma R.K. et al. Hemodialysis Access: US for Preprocedural Mapping and Evaluation of Maturity and Access Dysfunction. *Radiographics.* 2024; 44 (1): e230053. <https://doi.org/10.1148/rg.230053>
14. Suryawanshi M., Dutta P., Ganduboina R. et al. Standardization of Pre-operative Evaluation to Improve the Outcome of Arteriovenous Fistula for Vascular Access of Hemodialysis: A Review of 700 Cases. *Cureus.* 2023; 15 (9): e45999. <https://doi.org/10.7759/cureus.45999>
15. Kian K., Shapiro J.A., Salman L. et al. High brachial artery bifurcation: clinical considerations and practical implications for an arteriovenous

- access. *Semin. Dial.* 2012; 25 (2): 244–247. <https://doi.org/10.1111/j.1525-139X.2011.00964>
16. Vascular Access 2006 Work Group. Clinical practice guidelines for vascular access. *Am. J. Kidney Dis.* 2006; 48 (Suppl 1): S176–247. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2006.04.029>
 17. Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am. J. Kidney Dis.* 2002; 39 (6): 1218–1225. <https://doi.org/10.1053/ajkd.2002.33394>
 18. Parmar J., Aslam M., Standfield N. Pre-operative radial arterial diameter predicts early failure of arteriovenous fistula (AVF) for haemodialysis. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2007; 33 (1): 113–115. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2006.09.001>
 19. Marques M.G., Ponce P. Pre-operative Assessment for Arteriovenous Fistula Placement for Dialysis. *Semin. Dial.* 2017; 30 (1): 58–62. <https://doi.org/10.1111/sdi.12561>
 20. Masengu A., McDaid J., Maxwell A.P., Hanko J.B. Preoperative radial artery volume flow is predictive of arteriovenous fistula outcomes. *J. Vasc. Surg.* 2016; 63 (2): 429–435. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2015.08.106>
 21. Pirozzi N., De Alexandris L., Scrivano J. et al. Ultrasound evaluation of dialysis access-related distal ischaemia. *J. Vasc. Access.* 2021; 22 (1, Suppl.): 84–90. <https://doi.org/10.1177/1129729820932420>
 22. Tedla F.M., Clerger G., Distant D., Salifu M. Prevalence of Central Vein Stenosis in Patients Referred for Vein Mapping. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 2018; 13 (7): 1063–1068. <https://doi.org/10.2215/CJN.14001217>
 23. Robbin M.L., Greene T., Allon M. et al. Hemodialysis Fistula Maturation Study Group. Prediction of Arteriovenous Fistula Clinical Maturation from Postoperative Ultrasound Measurements: Findings from the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *J. Am. Soc. Nephrol.* 2018; 29 (11): 2735–2744. <https://doi.org/10.1681/ASN.2017111225>
 24. Shintaku S., Kawanishi H., Moriishi M. et al. Postoperative day 1 access blood flow and resistive index can predict patency in distal forearm arteriovenous fistula. *J. Vasc. Access.* 2017; 18 (5): 371–378. <https://doi.org/10.5301/jva.5000777>
 25. Nalesso F., Garzotto F., Petrucci I. et al. Standardized Protocol for Hemodialysis Vascular Access Assessment: The Role of Ultrasound and ColorDoppler. *Blood Purif.* 2018; 45 (1–3): 260–269. <https://doi.org/10.1159/000485590>
 26. Pichot O., Diard A., Bosc J.Y. et al.; AV Access Network Investigators; Société Française de Médecine Vasculaire and the Société Francophone de l'Abord Vasculaire. Standardized Methodology for Duplex Ultrasound Examination of Arteriovenous Access for Hemodialysis: A Proposal of the French Society of Vascular Medicine and the French-Speaking Society of Vascular Access. *Ultrasound Med. Biol.* 2023; 49 (10): 2213–2220. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2023.07.007>
 27. Quencer K.B., Arici M. Arteriovenous Fistulas and Their Characteristic Sites of Stenosis. *Am. J. Roentgenol.* 2015; 205 (4): 726–734. <https://doi.org/10.2214/AJR.15.14650>
 28. Castro A., Moreira C., Almeida P. et al. The Role of Doppler Ultrasonography in Significant and Borderline Stenosis Definition. *Blood Purif.* 2018; 46 (2): 94–102. <https://doi.org/10.1159/000488442>
 29. Malik J., de Bont C., Valerianova A. et al. Arteriovenous Hemodialysis Access Stenosis Diagnosed by Duplex Doppler Ultrasonography: A Review. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 16; 12 (8): 1979. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12081979>
 30. Tirinescu D.C., Bondor C.I., Vlăduțiu D.Ș. et al. Ultrasonographic diagnosis of stenosis of native arteriovenous fistulas in haemodialysis patients. *Med. Ultrason.* 2016; 18 (3): 332–338. <https://doi.org/10.11152/mu.2013.2066.183.fis>
 31. Robbin M.L., Oser R.F., Allon M. et al. Hemodialysis access graft stenosis: US detection. *Radiology.* 1998; 208 (3): 655–661. <https://doi.org/10.1148/radiology.208.3.9722842>
 32. Cho S., Lee Y.J., Kim S.R. Value of Doppler evaluation of physically abnormal fistula: hemodynamic guidelines and access outcomes. *Korean J. Intern. Med.* 2019; 34 (1): 137–145. <https://doi.org/10.3904/kjm.2016.299>
 33. Tordoir J.H.M., Zonnebeld N., van Loon M.M. et al. Surgical and Endovascular Intervention for Dialysis Access Maturation Failure During and After Arteriovenous Fistula Surgery: Review of the Evidence. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2018; 55 (2): 240–248. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.12.001>
 34. Padberg F.T. Jr., Calligaro K.D., Sidawy A.N. Complications of arteriovenous hemodialysis access: recognition and management. *J. Vasc. Surg.* 2008; 48 (5, Suppl.): 55S–80S. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2008.08.067>
 35. MacRae J.M., Dipchand C., Oliver M. et al. Canadian Society of Nephrology Vascular Access Work Group. Arteriovenous Access: Infection, Neuropathy, and Other Complications. *Can. J. Kidney Health Dis.* 2016; 3: 2054358116669127. <https://doi.org/10.1177/2054358116669127>
 36. Balaz P., Björck M. True aneurysm in autologous hemodialysis fistulae: definitions, classification and indications for treatment. *J. Vasc. Access.* 2015; 16 (6): 446–453. <https://doi.org/10.5301/jva.5000391>
 37. Valenti D., Mistry H., Stephenson M. A novel classification system for autogenous arteriovenous fistula aneurysms in renal access patients. *Vasc. Endovasc. Surg.* 2014; 48 (7–8): 491–496. <https://doi.org/10.1177/1538574414561229>
 38. Jose M.D., Marshall M.R., Read G. et al. Fatal Dialysis Vascular Access Hemorrhage. *Am. J. Kidney Dis.* 2017; 70 (4): 570–575. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2017.05.014>
 39. Inston N., Mistry H., Gilbert J. et al. Aneurysms in vascular access: state of the art and future developments. *J. Vasc. Access.* 2017; 18 (6): 464–472. <https://doi.org/10.5301/jva.5000828>
 40. Huber T.S., Larive B., Imrey P.B. et al. HFM Study Group. Access-related hand ischemia and the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *J. Vasc. Surg.* 2016; 64 (4): 1050–1058.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2016.03.449>

41. Malik J., Tuka V., Kasalova Z. et al. Understanding the dialysis access steal syndrome. A review of the etiologies, diagnosis, prevention and treatment strategies. *J. Vasc. Access.* 2008; 9 (3): 155–166. PMID: 18850575
42. Bavare C.S., Bismuth J., El-Sayed H.F. et al. Volume Flow Measurements in Arteriovenous Dialysis Access in Patients with and without Steal Syndrome. *Int. J. Vasc. Med.* 2013; 328601. <https://doi.org/10.1155/2013/328601>
43. Scheltinga M.R., van Hoek F., Bruijninckx C.M. Time of onset in haemodialysis access-induced distal ischaemia (HAIDI) is related to the access type. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2009; 24 (10): 3198–3204. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfp200>

Ultrasound evaluation of arteriovenous fistula for hemodialysis

E.V. Polukhina*

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

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>

Correspondence* to Dr. Elena V. Polukhina – e-mail: polukhina@inbox.ru

The article presents a pictorial literature review on ultrasound evaluation of arteriovenous fistula for hemodialysis in patients with end-stage renal failure. Native arteriovenous fistula (AVF) is considered the “gold standard” of vascular access. Nowadays ultrasound is the first-line imaging modality of management of patients receiving hemodialysis treatment at all stages. The article highlights the role of ultrasound in preoperative assessment when planning the AVF creation, assessing the maturation of vascular access, as well as early detection of its dysfunction. The main complications of arteriovenous fistulas are presented, and examples of their diagnosis using the ultrasound are given.

Keywords: arteriovenous fistula; hemodialysis; vascular access; ultrasound

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Polukhina E.V. Ultrasound evaluation of arteriovenous fistula for hemodialysis. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2024; 4: 93–114. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-287> (In Russian)

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-294>

Стандартизация протокола ультразвукового исследования поверхностных лимфатических узлов. Консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ)

Е.П. Фисенко^{1}, Г.Ф. Аллахвердиева², М.Н. Буланов^{3, 4}, Е.А. Бусько^{5, 6},
Н.Н. Ветшева⁷, О.В. Возгомент^{7, 8}, В.Е. Гажонова^{9, 10},
Т.Ю. Данзанова^{11, 12}, Н.В. Заболотская⁷, В.В. Капустин¹³,
А.Н. Катрич^{14, 15}, Е.В. Костромина^{5, 16, 17}, П.И. Лепэдату¹¹,
А.Г. Надточий⁸, А.Н. Рябиков^{18, 19}, А.Н. Сенча^{20, 12},
Г.Т. Синюкова¹¹, Ф.Т. Хамзина^{21, 22}, В.Н. Шолохов¹¹*

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

² Клинический онкологический госпиталь “Лапино-2” Группы компаний “Мать и дитя”; Московская область, Одинцовский р-н, д. Лапино, 1-е Успенское шоссе, д. 111, 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

⁵ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; 197758 Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68, Российская Федерация

⁶ ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный университет”; 199034 Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9, Российская Федерация

⁷ ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

⁸ ФГБУ НМИЦ “Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии” Минздрава России; 119021 Москва, ул. Тимура Фрунзе, д. 16, Российская Федерация

- ⁹ ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия”
Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва,
ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А, Российская Федерация
- ¹⁰ ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой”
Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва,
ул. Маршала Тимошенко, д.15, Российская Федерация
- ¹¹ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр онкологии
им. Н.Н. Блохина” Минздрава России; 115478 Москва, Каширское шоссе, д. 23,
Российская Федерация
- ¹² ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997 Москва,
ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация
- ¹³ ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России;
127006 Москва, ул. Долгоруковская, д. 4, Российская Федерация
- ¹⁴ ГБУЗ “Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая
больница №1 им. проф. С.В. Очаповского” Минздрава Краснодарского края;
350086 Краснодар, ул. 1 Мая, д. 167, Российская Федерация
- ¹⁵ ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет”
Минздрава России; 350063 Краснодар, ул. им. М. Седина, д. 4, Российская
Федерация
- ¹⁶ ФГБ ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный педиатрический
медицинский университет Минздрава России; 197022 Санкт-Петербург,
ул. Литовская, 2Е, Российская Федерация
- ¹⁷ ФГБУ “Российский научный центр радиологии и хирургических технологий
имени академика А.М. Гранова” Минздрава России; 197758 Санкт-Петербург,
пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70, Российская Федерация
- ¹⁸ Научно-исследовательский институт терапии и профилактической
медицины – филиал ФГБНУ “Федеральный исследовательский центр
Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН”;
630089 Новосибирск, ул. Бориса Богаткова, д. 175, Российская Федерация
- ¹⁹ ФГБОУ ВО “Новосибирский государственный медицинский университет”
Минздрава России; 630091 Новосибирск, Красный проспект, д. 52, Российская
Федерация
- ²⁰ ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства,
гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова” Минздрава
России; 117997 Москва, ул. Академика Опарина, д. 4, Российская Федерация
- ²¹ Казанская государственная медицинская академия – филиал ФГБОУ ДПО
“Российская медицинская академия непрерывного профессионального
образования” Минздрава России; 420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 36,
Российская Федерация
- ²² Медико-санитарная часть Казанского федерального университета;
420061 Казань, ул. Николая Ершова, 2, Российская Федерация

Представлен стандартный протокол ультразвукового исследования (УЗИ) поверхностных лимфатических узлов (ЛУ). Документ состоит из технологического (1) и описательного (2) протоколов. В технологическом протоколе описана методика УЗИ поверхностных ЛУ. Описательный протокол содержит подробное представление результатов УЗИ поверхностных ЛУ, которое заканчивается заключением. Разбираются современные отечественные и зарубежные клинические и диагностические рекомендации, определяющие показания к проведению УЗИ поверхностных ЛУ.

Представленный стандартный протокол УЗИ поверхностных ЛУ полностью соответствует актуальным действующим российским клиническим рекомендациям и не противоречит зарубежным клиническим и диагностическим рекомендациям.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование; лимфатические узлы; технологический протокол ультразвукового исследования; описательный протокол ультразвукового исследования

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Фисенко Е.П., Аллахвердиева Г.Ф., Буланов М.Н., Бусько Е.А., Ветшева Н.Н., Возгомент О.В., Гажонова В.Е., Данзанова Т.Ю., Заболотская Н.В., Капустин В.В., Катрич А.Н., Костромина Е.В., Лепэдату П.И., Надточий А.Г., Рябинов А.Н., Сенча А.Н., Синюкова Г.Т., Хамзина Ф.Т., Шолохов В.Н. Стандартизация протокола ультразвукового исследования поверхностных лимфатических узлов. Консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 115–131. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-294>

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. Scopus Author ID 6507536162. <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Аллахвердиева Гонча Фаридовна – доктор мед. наук, врач ультразвуковой диагностики Клинического онкологического госпиталя “Лапино-2” Группы компаний “Мать и дитя”, Лапино, Московская обл. <https://orcid.org/0000-0001-5910-5892>

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>

Бусько Екатерина Александровна – доктор мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; профессор НК и ОЦ “Лучевая диагностика и ядерная медицина” медицинского факультета ФГБОУ ВО СПбГУ, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>

Ветшева Наталья Николаевна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>

Возгомент Ольга Викторовна – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; ведущий научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБУ НМИЦ “Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-2421-9918>

Гажонова Вероника Евгеньевна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; главный специалист по ультразвуковой диагностике ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4742-9157>

Данзанова Татьяна Юрьевна – доктор мед. наук, врач отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина” Минздрава России; профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6171-6796>

Заболотская Наталия Владленовна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3109-2772>

Капустин Владимир Викторович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3771-1354>

Катрич Алексей Николаевич – доктор мед. наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ “Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 им. проф. С.В. Очаповского” Минздрава Краснодарского края; доцент кафедры хирургии № 1 ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” Минздрава России, Краснодар. <https://orcid.org/0000-0003-1508-203X>

Костромина Екатерина Викторовна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова” Минздрава России; доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России; доцент кафедры радиологии, хирургии, онкологии ФГБУ “РНЦРХТ им. акад. А.М. Гранова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>

Лендзату Павел Иванович – канд. мед. наук, врач отделения ультразвуковой диагностики НИИ клинической и экспериментальной диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7846-1788>

Надточий Андрей Геннадьевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ФГБУ НМИЦ “Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>

Рябиков Андрей Николаевич – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории этиопатогенеза и клиники внутренних заболеваний Научно-исследовательского института терапии и профилактической медицины – филиала ФГБНУ “Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН”; профессор кафедры терапии, гематологии и трансфузиологии ФПК ФГБОУ ВО “Новосибирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Новосибирск. <https://orcid.org/0000-0001-9868-855X>

Сенча Александр Николаевич – доктор мед. наук, заведующий отделом визуальной диагностики, профессор кафедры акушерства и гинекологии ДПО ФГБУ “НМИЦ АГП имени академика В.И. Кулакова” Минздрава России; профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1188-8872>

Синюкова Галина Тимофеевна – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики НИИ клинической и экспериментальной диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России, Москва. Scopus Author ID P57189470240. <https://orcid.org/0000-0002-5697-9268>

Хамзина Фарида Тимершиевна – канд. мед. наук, доцент кафедры ультразвуковой диагностики Казанской государственной медицинской академии – филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой диагностики медико-санитарной части Казанского федерального университета, Казань. <https://orcid.org/0000-0002-6053-1466>

Шолохов Владимир Николаевич – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ “НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7744-5022>

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

ПРЕАМБУЛА

Ультразвуковое исследование (УЗИ) поверхностно расположенных лимфатических узлов (ЛУ) может предоставить врачу полезную диагностическую информацию о размерах, форме, экоструктуре и васкуляризации ЛУ.

Для получения информации высокого качества и ее правильной интерпретации важно иметь представление о жалобах пациента, об анамнезе заболевания и о показаниях к УЗИ ЛУ, подготовке и позиционировании пациента, методике проведения исследования, нормальной ультразвуковой анатомии и ультразвуковых признаках патологических изменений ЛУ.

В настоящее время порядок организации и проведения УЗИ изложен в Приказе Министерства здравоохранения РФ от 8 июня 2020 г. № 557н “Об утверждении Правил проведения УЗИ” [1]. Согласно ст. 37 Федерального закона № 323-ФЗ от 21.11.2011 “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации”, медицинская помощь, за исключением медицинской помощи, оказываемой в рамках клинической апробации, организуется и оказывается на основе клинических рекомендаций (КР) [2]. Одобренные Научно-практическим советом Министерства здравоохранения РФ КР размещаются на официальном сайте “Рубрикатор клинических рекомендаций” [3].

В ряде КР, действующих на момент написания данной статьи, есть упоминания об УЗИ поверхностных ЛУ. Наиболее общие рекомендации представлены в КР Национального гематологического общества “Лимфаденопатия” от 2018 г. [4], где указано, что УЗИ периферических ЛУ рекомендуется выполнить всем пациентам с лимфаденопатией (ЛАП) “...УЗИ периферических ЛУ с доплерометрией кровотока при локальной ЛАП для выбора точки для аспирационной биопсии и/или зоны для суббиопсии пациентам с подозрением на опухолевое поражение ЛУ и выявления патологических образований”. Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 3). В комментариях указано, что: “...УЗИ позволяет отличить ЛУ от других образований, дополнительное цветное доплеровское картирование по-

казывает варианты кровотока, т.е. васкуляризацию ЛУ и позволяет отличить свежий процесс в ЛУ от перенесенного в прошлом и оставившего только склеротические изменения, а иногда позволяет с высокой вероятностью подозревать опухолевый процесс и оценить активность остаточного опухолевого образования”. В этих же КР сказано, что “... не существует однозначных критериев размеров ЛУ, который обязательно подлежит биопсии. Тем не менее у взрослых размер ЛУ более 3 см вне связи с инфекцией должен рассматриваться как потенциальное показание к биопсии”. В КР “Острый тонзиллит и фарингит (Острый тонзиллофарингит)” и “Паратонзиллярный абсцесс” УЗИ ЛУ шеи рекомендуется выполнять при острых воспалительных процессах, в частности при формировании абсцессов в области шеи [5, 6]. Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 2).

Одной из наиболее частых ситуаций, в которых требуется проведение УЗИ поверхностных ЛУ, является обследование по поводу злокачественных новообразований различных органов, когда требуется оценка зон регионарного лимфооттока, что является одним из критериев стадирования онкопроцесса и компонентом разработки стратегии лечения пациента. При этом можно уточнить локализацию ЛУ, определить его размеры, форму и экоструктуру, оценить тип васкуляризации, выявить наличие различных отклонений от нормы [7–10]. Так, Ассоциация онкологов России и Общероссийская общественная организация “Российское общество специалистов по опухолям головы и шеи” в 2020 г. выпустило 5 КР по ведению пациентов с раком ротоглотки, гортани, гортаноглотки, слюнных желез, носа и придаточных пазух [11–15], где “...рекомендуется всем пациентам ... с подозрением на поражение регионарных лимфоколлекторов выполнить УЗИ ЛУ шеи...”

Все поверхностные ЛУ по направлению оттока лимфы можно разделить условно на 3 большие группы [16]:

- ЛУ головы и шеи;
- ЛУ грудной клетки и верхних конечностей;

– ЛУ нижних конечностей и паховых областей.

Для каждой области предполагается своя методика УЗИ зон лимфооттока. При этом размеры и структура ЛУ в норме и при патологических изменениях могут отличаться: нормальный признак в одной группе может представляться подозрительной в другой. Например, округлая форма аксиллярного ЛУ всегда подозрительна на злокачественное поражение [17]. В то же время округлые мелкие гипоэхогенные ЛУ в затылочной, подчелюстной областях встречаются и в норме [18–20].

В КР “Злокачественные новообразования полости рта”, “Рак гортани” и “Рак ротоглотки” указано, что инструментальное исследование данной группы пациентов должно включать, помимо “...УЗИ тканей полости рта...” и “...мягких тканей шеи...”, обязательное исследование “...ЛУ шеи с двух сторон”. Для “исключения или подтверждения вовлечения регионарных лимфоколлекторов в опухолевый процесс”, для “уточнения распространенности заболевания и планирования лечения” под контролем ультразвука рекомендуется выполнять пункцию ЛУ. Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5). После завершения лечебных мероприятий данной группе пациентов с определенной периодичностью проводится динамическое УЗИ ЛУ шеи с двух сторон, так как в комментариях КР “Рак ротоглотки” указано, что “регионарные метастазы диагностируются в 80% случаев и нередко являются первым клиническим проявлением заболевания”. Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 3) [12, 15, 21].

Основная роль УЗИ при раке щитовидной железы (ЩЖ) – уточнение показаний к тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАБ), навигация при ее выполнении, оценка местной распространенности процесса и состояния ЛУ для определения оптимального объема оперативного вмешательства [22–24]. В отечественных и европейских рекомендациях по клинической практике лечения узлов ЩЖ рекомендуется выполнять УЗИ всех групп ЛУ шеи, включая центральный и латеральные отделы, всем пациентам с узлами ЩЖ, особенно пациен-

там с промежуточным и высоким риском [25–27].

Для обозначения локализации выявленных ЛУ шеи при инструментальных исследованиях принято делить шею на верхнюю, среднюю, нижнюю трети шеи, передние отделы и надключичную область. В хирургической практике наиболее часто используют деление шеи на так называемые уровни, предложенное в 1991 г. К. Robbins и соавт., несколько раз пересмотренное, и последняя редакция внесена в рекомендации Европейского общества тиреоидологов в 2023 г. [27].

В пересмотренных российских КР по диагностике и лечению дифференцированного рака ЩЖ [26] для оценки узлов ЩЖ рекомендовано использовать европейскую классификацию TI-RADS [27]. УЗИ ЛУ шеи рекомендовано выполнять пациентам с подозрением на опухоль ЩЖ “...с целью оценки распространенности процесса”. При обнаружении измененных регионарных ЛУ всем пациентам с раком ЩЖ рекомендована их прицельная ТАБ с целью морфологической верификации с проведением цитологического исследования биопсийного материала. Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

Указано, что при УЗИ ЛУ шеи необходимо оценивать диаметр или переднезадний размер, а не длину. Размеры регионарных ЛУ шеи следует соотносить с уровнем их локализации: для всех шейных ЛУ, кроме II уровня, максимальный поперечный размер составляет не более 0,6 см, для II уровня – не более 0,8 см. Описаны наиболее специфичные признаки метастатического поражения ЛУ: “...микрокальцинаты, кистозный компонент, периферическая васкуляризация, сходство ткани ЛУ с тканью ЩЖ”. К менее специфичным отнесены признаки “...увеличение размеров, закругленность контуров, отсутствие ворот”. ТАБ рекомендована при подозрении на злокачественное поражение ЛУ. Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 2). При обнаружении измененных регионарных ЛУ II–V уровня шеи рекомендована их прицельная ТАБ с целью верификации возможного метастатического поражения. ТАБ измененных ЛУ

VI уровня шеи проводят по индивидуальным показаниям. Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

При последующем динамическом наблюдении за ЛУ прицельная ТАБ рекомендует-ся при достижении ЛУ максимальным поперечным размером “>0,8–1,0 см”. Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5). В комментарии указано, что “...при меньшем размере ЛУ возможно динамическое наблюдение (если размеры узла остаются стабильными и нет угрозы прорастания жизненно важных структур)”.

УЗИ является методом выбора во всем мире для оценки поражения ЛУ у пациентов с известным или предполагаемым раком молочной железы (МЖ). При этом важно уточнить локализацию ЛУ (аксиллярная, подключичная, надключичная, парастернальная области), определить его форму, толщину коры, экоструктуру, оценить тип васкуляризации, выявить наличие различных отклонений от нормы [28–31]. Метастазирование является сложной клинической проблемой, которая считается основной причиной смерти при данном заболевании. ЛУ являются первым регионарным местом метастазирования. Согласно КР по раку МЖ Ассоциации онкологов России, Общероссийской общественной организации “Российское общество клинической онкологии”, Общероссийской общественной организации “Российское общество онкомаммологов” от 2021 г., рекомендуется выполнить всем пациентам УЗИ МЖ и регионарных ЛУ для оценки местного распространения рака МЖ. Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 1). Рекомендуется в случае начала лечения с неoadъювантной лекарственной терапии для правильного стадирования по системе TNM выполнение ТАБ (пункции) регионарных ЛУ (желательно под навигационным контролем) с цитологическим исследованием микропрепарата для исключения (или подтверждения) их метастатического поражения при наличии клинических подозрений. Уровень убедительности рекомендаций – А (уровень достоверности доказательств – 3) [32].

В российских КР Ассоциации онкологов по ведению пациентов с онкологическими заболеваниями органов малого таза [33–42], а также в рекомендациях Европейского общества по гинекологической онкологии [43] есть указания на необходимость выполнения инструментального исследования (КТ/МРТ, УЗИ). Наряду с изучением органов малого таза, брюшной полости указано на тщательное изучение пахово-бедренных ЛУ с помощью УЗИ как на дооперационном этапе, так и в качестве инструмента динамического наблюдения. Ультразвуковая оценка паховых ЛУ проводится по аналогии с другими поверхностными ЛУ. Необходимо уточнить локализацию ЛУ, определить его форму и экоструктуру, оценить тип васкуляризации, выявить наличие различных отклонений от нормы [44–46]. При выявлении подозрительных ЛУ под контролем ультразвука следует выполнить их пункцию. Уровень убедительности рекомендаций – В (уровень достоверности доказательств – 3) [34]. При раке вульвы, матки, яичников рекомендовано дополнительно проводить УЗИ шейно-надключичной области [35, 37, 39].

Есть группа заболеваний, при которых необходима оценка всех зон лимфооттока. Это большая группа лимфопролиферативных заболеваний и меланомы. В КР Ассоциации онкологов России, Национального гематологического общества, Российского профессионального общества онкогематологов при агрессивных нефолликулярных лимфомах, лимфоме Ходжкина, хроническом лимфоцитарном лейкозе [47–49] есть указания на необходимость оценки ЛУ, в том числе периферических, с помощью УЗИ. ЛУ “...диаметром менее 1 см считаются непораженными, ЛУ диаметром 1–2 см требуют динамического наблюдения в процессе терапии, лимфоузлы диаметром более 2 см считаются пораженными”.

У пациентов с меланомой кожи или слизистых оболочек [50] “...рекомендуется после установления диагноза выполнять УЗИ регионарных ЛУ пациентам с 0–IV стадией в целях выявления метастазов в лимфатические узлы”. Уровень убедительности рекомендаций – А (уровень достоверности доказательств – 1). “...после установления диагноза выполнить пациентам биопсию

очагов метастазирования под контролем УЗИ ... в случаях, когда их подтверждение принципиально меняет тактику лечения, с целью морфологического подтверждения метастатического процесса". Уровень убедительности рекомендаций – С (уровень достоверности доказательств – 5).

Таким образом, показания к УЗИ поверхностных ЛУ включают, но не ограничиваются следующими пунктами:

- 1) оценка пальпируемых ЛУ;
- 2) оценка зон лимфооттока конкретного органа;
- 3) определение наличия измененных ЛУ в зонах лимфооттока от патологически измененных органов и тканей (воспаление, инфекционные, онкологические процессы, др.);
- 4) контроль выполнения биопсий ЛУ;
- 5) динамическое наблюдение за состоянием ЛУ, в том числе на фоне лечебных мероприятий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОТОКОЛ

Аппаратура

Для выполнения УЗИ поверхностных ЛУ предварительной подготовки пациента не требуется. Исследование обычно проводят в положении пациента лежа на спине [51].

В ряде случаев выполнение УЗИ определенной зоны лимфооттока может быть ограничено при наличии открытых раневых поверхностей кожи вследствие травмы, ожога, хирургических вмешательств, распада опухоли с изъязвленной поверхностью на коже, грубых рубцовых изменений (постожоговых, посттравматических, послеоперационных, др.), а также при наличии трахеостомы. Во всех случаях невозможности обеспечения оптимальных условий для осмотра это должно быть отражено в описательном протоколе УЗИ.

УЗИ поверхностно расположенных ЛУ следует выполнять высокочастотными линейными датчиками в диапазоне частот 9–15 МГц (с учетом телосложения и глубины расположения ЛУ) в В-режиме с обязательным дополнением режимами ЦДК/ЭК [52, 53].

Методика выполнения УЗИ поверхностных ЛУ обусловлена особенностями лимфооттока в анатомических зонах от конкретных органов и тканей.

Методика УЗИ ЛУ головы и шеи

Положение пациента – лежа на спине с запрокинутой головой. В послеоперационном периоде (после лимфодиссекции, при наличии трахеостомы, др.) возможен осмотр в положении сидя [53, 54]. При сложностях визуализации под плечи пациента следует подложить валик.

УЗИ заушных, затылочных, лицевых, околоушных ЛУ выполняют в одноименных анатомических областях при произвольном положении датчика. Проводят УЗИ мягких тканей в области затылка и кзади от ушной раковины (осмотр затылочных и заушных ЛУ). Кпереди от уха и под ухом выполняют сканирование ЛУ околоушной железы и окружающих ее тканей, далее под нижней челюстью сканируют ЛУ поднижнечелюстной железы и окружающих ее тканей.

Для визуализации ЛУ шеи осматривают зоны, прилежащие к крупным сосудам шеи. При описании этих ЛУ необходимо использовать деление шеи на уровни по К. Robbins [25]. Начиная от подбородочной области в поперечном положении датчика движением вниз вдоль трахеи до яремной вырезки проводят осмотр подподбородочных ЛУ (IA) и передней группы шейных ЛУ – предгортанные, паратрахеальные (VI). Далее осмотр шеи продолжить от поднижнечелюстной области (зона IB). Датчик устанавливают параллельно основанию нижней челюсти одной стороны (при этом голова пациента несколько повернута в противоположную сторону). В аксиальной плоскости проводят сканирование перпендикулярно сосудистому пучку шеи вниз до ключицы – осмотр зон IIa, IIb, III, IV. Дополнительно от IIb группы вниз по латеральной боковой поверхности шеи – боковой треугольник шеи (Va) до надключичной области (Vb). При этом положение датчика должно определяться индивидуальными анатомическими особенностями расположения стеральной и ключичной ножек грудино-ключично-сосцевидной и трапециевидной мышц пациента.

Методика УЗИ ЛУ грудной клетки

УЗИ зон регионарного лимфооттока МЖ входит в обязательный алгоритм УЗИ МЖ. Основной зоной лимфооттока является подмышечная область. Осмотр подмышечных

ЛУ (правых/левых) должен всегда сопровождать УЗИ одноименной МЖ [55, 56].

Положение пациента при УЗИ подмышечных областей – лежа на спине с заведенными за голову руками. Датчик устанавливают высоко у основания подмышечной впадины и продвигают вниз до основания МЖ сначала по передней, далее по средней и по задней подмышечным линиям, достигая нижних надчревных ЛУ, расположенных по нижнему контуру МЖ по среднеключичной линии в области нижней маммарной складки у женщин и на уровне 6–7-го межреберного промежутка в той же проекции у мужчин. Глубина сканирования должна охватывать мягкие ткани подмышечной впадины до уровня сосудистого пучка. В завершение осмотра аксиллярной области проводится сканирование всех зон от передней до задней подмышечной линии в поперечном сечении. В самой МЖ могут определяться интрамаммарные ЛУ, относящиеся к группе аксиллярных ЛУ.

В случае, если никаких образований, подозрительных на злокачественный процесс в МЖ, не обнаружено, на этом исследование зон лимфооттока завершается. При обнаружении очаговых изменений, отнесенных к категориям BI-RADS 4 или BI-RADS 5, необходимо провести осмотр всех оставшихся зон лимфооттока: межпекторальные (межмышечные), парастернальные/окологрудные, под- и надключичные [57].

Положение пациента – лежа на спине, руки опущены вдоль туловища.

Окологрудные ЛУ следует оценивать симметрично в межреберных промежутках парастернальных областей (положение датчика перпендикулярно грудине). Далее осуществляют продольное сканирование этих областей по ходу внутренней грудной артерии по обе стороны от грудины.

Поиск межпекторальных (Роттера) ЛУ (непостоянных) проводят между листками большой и малой грудных мышц (движение датчика от подключичной области к подмышечной впадине).

Под- и надключичные ЛУ исследуют в одноименных областях во взаимно перпендикулярных проекциях датчика (руки пациента опущены вдоль туловища): параллельно и перпендикулярно ключице (от ее медиального до латерального края).

Методика УЗИ ЛУ верхних конечностей

Положение пациента – лежа на спине или сидя.

Поиск плечевых ЛУ проводят по ходу плечевой артерии. Локтевые ЛУ осматривают во взаимно перпендикулярных плоскостях в локтевом сгибе. В верхней трети предплечья по ходу локтевой артерии возможен поиск ЛУ предплечья.

Методика УЗИ ЛУ паховых областей и нижней конечности

Положение пациента – лежа на спине с поочередным отведением бедра с одной и другой стороны.

Анатомия бедренного треугольника и методика его исследования хорошо представлена в статье международной группы VITA [58]. Предложено изучение этой зоны начинать снизу, от вершины бедренного треугольника и идти вверх в краниальном направлении к паховой связке вдоль бедренных сосудов, показывая структуры в поперечной, косой и продольной плоскостях, исследуя поочередно все 5 областей по Daseler. При осмотре сверху – удобнее выполнять досмотр надлобковых областей и самых удаленных (низких) участков бедренного треугольника.

Поиск ЛУ нижней конечности следует выполнять по ходу большой подкожной вены преимущественно по медиальной поверхности. Подколенные ЛУ осматривают в одноименных ямках. Передние большеберцовые ЛУ располагаются в верхней трети голени по заднемедиальной поверхности.

ОПИСАТЕЛЬНЫЙ ПРОТОКОЛ

Титульная часть

Титульная часть описательного протокола должна соответствовать рекомендациям, данным в Правилах проведения УЗИ [1]. Она содержит (далее цитирование основного текста документа и Приложения 7 [1]):

- наименование медицинской организации в соответствии с уставом медицинской организации, в которой проводилось УЗИ, адрес ее местонахождения;
- дату и время проведения УЗИ;
- номер протокола УЗИ;
- фамилию, имя, отчество (при наличии) пациента;

- пол пациента (М/Ж);
- дату рождения пациента (ДД/ММ/ГГГГ);
- номер медицинской карты стационарного больного или медицинской карты пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях;
- название УЗИ (с указанием области УЗИ – определяет клиницист в соответствии с диагнозом);
- название ультразвуковой диагностической системы и тип датчика (датчиков) с указанием его (их) диапазона частот;
- значимую для интерпретации результатов УЗИ информацию.

Значимая для интерпретации результатов УЗИ конкретного пациента информация может включать следующие пункты (но не ограничивается ими): данные о перенесенных ранее заболеваниях; данные об объемах и сроках полученного ранее медикаментозного, лучевого, оперативного, других видах лечения этих заболеваний; данные о перенесенных интервенционных диагностических вмешательствах (биопсии, др.); результаты других специфических лабораторных исследований (уровень гормонов щитовидной или околощитовидных желез, индекс здоровья предстательной железы (prostate health index – PHI), простатканцероспецифический антиген (prostate cancer antigen 3 – PCA3) и др.); краткие результаты выполненных ранее инструментальных исследований (например, УЗИ щитовидной, слюнных, молочных желез; ММГ, МРТ молочных желез); УЗИ, МРТ органов малого таза, колоноскопия и др.).

Результаты

Визуализация ЛУ ... области оптимальная, затруднена (выбрать нужное).

При затруднении визуализации: _____ (указать область и описать причину).

Количество ЛУ: один, два, три, единичные, множественные (выбрать нужное).

При множественных ЛУ: _____ (при необходимости описать особенности: лежат цепочкой, составляют конгломераты и пр.).

Размеры ЛУ:

- длина (L) _____ см (мм),

- толщина (размер по короткой оси, S) _____ см (мм);

• соотношение L/S (индекс является менее значимым параметром при оценке ЛУ, фактически дублирует описание их формы, ориентироваться только на значения индекса L/S некорректно, особенно поверхностных ЛУ малых размеров, которые в норме тяготеют к округлой форме [7, 57].

Форма ЛУ: овальная, округлая, неправильная (выбрать нужное).

При изменении формы: _____ (описание особенностей).

Контуры ЛУ: ровные/неровные, четкие/нечеткие (выбрать нужное).

При неровности и/или нечеткости контуров: _____ (при необходимости описать особенности).

Дифференцировка составных частей ЛУ: сохранена, нарушена, отсутствует.

При нарушении дифференцировки: _____ (при необходимости описать особенности).

Структура ЛУ: сохранена, нарушена (выбрать нужное).

При нарушении структуры: _____ (при необходимости описать особенности).

Васкуляризация ЛУ: обычная (ЛУ аваскулярный, гиповаскулярный), повышенная (ЛУ гипervasкулярный) (выбрать нужное).

Тип кровотока: обычный (воротный), измененный (периферический, смешанный) (выбрать нужное).

Заключение

Согласно Правилам проведения УЗИ, в конце описательного протокола должно быть заключение с указанием (далее цитирование основного текста документа и Приложения 7) [1]:

– стандартизированных шкал оценки результатов УЗИ;

– ультразвуковых признаков заболеваний (болезней), травм, физиологических или патологических состояний, врожденных пороков развития;

– ультразвуковых признаков заболеваний и состояний, которые позволяют сформировать дифференциально-диагностический ряд;

– ультразвуковых признаков неспецифических изменений.

В заключении может также фиксироваться другая значимая информация, на которую следует обратить внимание.

Напоминаем, что в Протоколе не допускаются сокращения терминов [1].

К Протоколу прилагаются изображения, фиксирующие патологические изменения (статичные и (или) динамичные), полученные при проведении УЗИ, которые сохраняются на бумажном и (или) цифровом носителе (при наличии) [1].

Также считаем необходимым процитировать пп. 15–17 Правил проведения УЗИ [1].

15. Решение о возможности проведения УЗИ и конкретного метода (методов) принимает врач ультразвуковой диагностики с учетом обоснованности назначения, наличия медицинских показаний и медицинских противопоказаний к проведению УЗИ, риска осложнений [1].

16. В случае невозможности проведения назначенного УЗИ врач ультразвуковой диагностики в письменном виде обосновывает отказ от его проведения с указанием в медицинской документации пациента причин, послуживших основанием для отказа в проведении исследования [1].

17. В случае выявления патологии при проведении УЗИ врач ультразвуковой диагностики расширяет границы анатомической области, подлежащей обследованию, в соответствии с Направлением или записью в Листе назначений, указав причину этого расширения и результат УЗИ в Протоколе УЗИ [1], или должен рекомендовать проведение других диагностических вмешательств для уточнения полученных данных.

Представленный стандартный протокол УЗИ поверхностных ЛУ состоит из двух частей – технологического (1) и описательного (2) протоколов. В технологическом протоколе описана методика УЗИ поверхностных ЛУ. Описательный протокол содержит подробное представление протокола результатов УЗИ ЛУ, которое заканчивается заключением.

Представленный стандартный протокол поверхностных ЛУ полностью соответствует актуальным действующим российским

клиническим рекомендациям и не противоречит зарубежным клиническим и диагностическим рекомендациям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 8 июня 2020 г. № 557н “Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований”. <http://ivo.garant.ru/#/document/74636910/paragraph/1:0> (дата обращения 25.08.2022)
2. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ “Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации”. <http://ivo.garant.ru/#/document/12191967/paragraph/1:0> (дата обращения 25.08.2022)
3. Рубрикатор клинических рекомендаций. <https://cr.minzdrav.gov.ru/> (дата обращения 14.09.2022)
4. Клинические рекомендации. Лимфаденопатии. 2018. ID: 133.
5. Клинические рекомендации Острый тонзиллит и фарингит (Острый тонзиллофарингит). 2021. ID: 306.
6. Клинические рекомендации. Паратонзиллярный абсцесс. 2021. ID: 664.
7. 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>
8. Аллахвердян Г.С., Чекалова М.А. Возможности ультразвукового исследования в диагностике патологии поверхностных лимфатических узлов. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2011; 1: 77–84.
9. Савельева Н.А. Ультразвуковая диагностика злокачественного поражения периферических лимфатических узлов. *Практическая медицина.* 2014; 3: 135–138.
10. Капустин В.В., Кабин Ю.В., Косташ О.В. Ультразвуковая визуализация поверхностно расположенных лимфатических узлов. Дифференциальная диагностика в онкологической практике: Руководство для врачей. М.: ООО “Фирма СТРОМ”, 2024. 180 с.
11. Клинические рекомендации. Рак полости носа и придаточных пазух. 2020. ID: 3.
12. Клинические рекомендации. Рак ротоглотки. 2020. ID: 4.
13. Клинические рекомендации. Рак гортаноглотки. 2020. ID: 27.
14. Клинические рекомендации. Злокачественные опухоли слюнных желез. 2020. ID: 116.
15. Клинические рекомендации. Рак гортани. 2020. ID: 475.
16. Давыдова Л.А., Чайка Л.Д. Анатомия лимфатической системы: Учебно-методическое пособие. Минск: БГМУ, 2013. 48 с.
17. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node

- Management. *RadioGraphics*. 2021; 41 (5): 1283–1289. <http://doi.org/10.1148/rg.2021210053>
18. 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>
19. Ryu K.H., Lee K.H., Ryu Ji.H. et al. Cervical Lymph Node Imaging Reporting and Data System for Ultrasound of Cervical Lymphadenopathy: A Pilot Study. *Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (6). <https://doi.org/10.2214/AJR.15.15381>
20. 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>
21. Клинические рекомендации Злокачественные новообразования полости рта. 2020. ID: 476.
22. Gupta A., Rahman K., Shahid M. et al. Sonographic assessment of cervical lymphadenopathy: role of high-resolution and color Doppler imaging. *Head Neck*. 2011; 33 (3): 297–302. <https://doi.org/10.1002/hed.21448>
23. Ying M., Bhatia K.S., Lee Y.P. et al. Review of ultrasonography of malignant neck nodes: greyscale, Doppler, contrast enhancement and elastography. *Cancer Imaging*. 2013; 13 (4): 658–669. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2013.0056>
24. Babu N.H., Devi B.V.L., Kadiyala S. et al. Accuracy of preoperative ultrasonography in measuring tumor thickness and predicting the incidence of cervical lymph node metastasis in oral cancer. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*. 2018; 7 (4): 241. https://doi.org/10.4103/JDRNTRUHS.JDRNTRUHS_27_18
25. Бельцевич Д.Г., Медунов А.М., Ванушко В.Э. Клинические рекомендации. Дифференцированный рак щитовидной железы. МЗ РФ, 2020. ID: 329. Текст: электронный.
26. Клинические рекомендации. Дифференцированный рак щитовидной железы. 2024. ID: 329.
27. Durante C., Hegedüs L., Czarniecka A. et al. 2023 European Thyroid Association Clinical Practice Guidelines for thyroid nodule management. *Eur. Thyroid J.* 2023; 12 (5): e230067. <https://doi.org/10.1530/ETJ-23-0067>
28. 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. <https://doi.org/10.2214/AJR.07.2460>
29. Zheng X., Yao Z., Huang Y. et al. Deep learning radiomics can predict axillary lymph node status in early-stage breast cancer. *Nat. Commun.* 2020; 11 (1): 1236. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15027-z>
30. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node Management. *RadioGraphics*. 2021; 41 (5): 1283–1289. <https://doi.org/10.1148/rg.2021210053>
31. 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>
32. Клинические рекомендации. Рак молочной железы. 2021. ID: 379.
33. Клинические рекомендации. Рак предстательной железы. 2021. ID: 12.
34. Клинические рекомендации. Рак прямой кишки. 2022. ID: 554.
35. Клинические рекомендации. Плоскоклеточный рак анального канала, анального края, перианальной кожи. 2022. ID: 555.
36. Клинические рекомендации. Рак вульвы. 2020. ID: 501.
37. Клинические рекомендации. Злокачественные новообразования влагалища. 2020. ID: 344.
38. Клинические рекомендации. Рак шейки матки. 2020. ID: 537.
39. Клинические рекомендации. Рак тела матки и саркомы матки. 2021. ID: 460.
40. Клинические рекомендации. Пограничные опухоли яичников. 2020. ID: 347.
41. Клинические рекомендации. Рак яичников/рак маточной трубы/первичный рак брюшины. 2020. ID: 547.
42. Клинические рекомендации. Неэпителиальные опухоли яичников. 2020. ID: 541.
43. Oonk M.H.M., Planchamp F., Baldwin P. et al. European Society of Gynaecological Oncology Guidelines for the Management of Patients with Vulvar Cancer – Update 2023. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2023; 33(7): 1023–1043. <https://doi.org/10.1136/ijgc-2023-004486>
44. Solivetti F.M., Elia F., Graceffa D., Di Carlo A. Ultrasound morphology of inguinal lymph nodes may not herald an associated pathology. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 2012; 31 (1): 88. <https://doi.org/10.1186/1756-9966-31-88>
45. Bontumasi N., Jacobson J.A., Caoili E. et al. Inguinal lymph nodes: size, number, and other characteristics in asymptomatic patients by CT. *Surg. Radiol. Anat.* 2014; 36 (10): 1051–1055. <https://doi.org/10.1007/s00276-014-1255-0>
46. Fragomeni S.M., Moro F., Palluzzi F. et al. Evaluating the Risk of Inguinal Lymph Node Metastases before Surgery Using the Morphonode Predictive Model: A Prospective Diagnostic Study in Vulvar Cancer Patients. *Cancers (Basel)*. 2023; 15 (4): 1121. <https://doi.org/10.3390/cancers15041121>
47. Клинические рекомендации. Агрессивные нефолликулярные лимфомы – диффузная крупноклеточная В-клеточная лимфома, первичная медиастинальная В-клеточная лимфома, лимфома Беркитта. 2022. ID: 129.
48. Клинические рекомендации Хронический лимфоцитарный лейкоз/лимфома из малых лимфоцитов. 2020. ID: 134.
49. Клинические рекомендации Лимфома Ходжкина. 2020. ID: 139.
50. Клинические рекомендации Меланома кожи и слизистых оболочек. 2020. ID: 73.
51. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Изд. 3-е / Под ред. В.В. Митькова. Гл. 5. Ультразвуковая диагностика заболеваний лимфа-

- тической системы. М.: ВИДАР, 2019: 557–590.
52. Сенча А.Н. Ультразвуковое исследование поверхностно-расположенных органов. Атлас. Шаг за шагом. От простого к сложному. 3-е изд. М.: Пресс-Информ, 2023. 504 с.
 53. Сенча А.Н. Ультразвуковое исследование щитовидной железы. Шаг за шагом. От простого к сложному. 3-е изд. М.: Пресс-Информ, 2023. 208 с.
 54. Фисенко Е.П., Гуревич А.И. Методика проведения УЗИ щитовидной и паращитовидных желез у взрослых и детей. Серия “Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики”. М., 2019; 42. 31 с.
 55. Заболотская Н.В. Ультразвуковое исследование в маммологии. М.: Стром, 2019. 208 с.
 56. Гажонова В.Е. Ультразвуковая диагностика и мультимодальный подход в маммологии. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2025. 400 с.
 57. Фисенко Е.П., Постнова Н.А., Ветшева Н.Н., Батухтина Е.В. Применение классификации BI-RADS при ультразвуковой мультипараметрической оценке образований молочной железы. М.: Фирма СТРОМ, 2023. 125 с.
 58. Fischerova 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. <http://doi.org/10.1002/uog.23617>
- ## REFERENCES
1. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of June 8, 2020 No. 557n “On approval of the Rules for conducting ultrasound examinations”. <http://ivo.garant.ru/#/document/74636910/paragraph/1:0> (date of access 08/25/2022) (In Russian)
 2. Federal Law of November 21, 2011 No. 323-FZ “On the Fundamentals of Protecting the Health of Citizens in the Russian Federation”. <http://ivo.garant.ru/#/document/12191967/paragraph/1:0> (date of access 08/25/2022) (In Russian)
 3. Rubricator of clinical recommendations. <https://cr.minzdrav.gov.ru/> (date of access 09/14/2022) (In Russian)
 4. Clinical guidelines. Lymphadenopathies. 2018. ID: 133. (In Russian)
 5. Clinical guidelines Acute tonsillitis and pharyngitis (Acute tonsillopharyngitis). 2021. ID: 306. (In Russian)
 6. Clinical guidelines. Paratonsillar abscess. 2021. ID: 664. (In Russian)
 7. 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>
 8. Allakhverdyan G.S., Chekalova M.A. Possibilities of ultrasound examination in the diagnosis of pathology of superficial lymph nodes. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2011; 1: 77–84. (In Russian)
 9. Savelyeva N.A. Ultrasound diagnostics of malignant lesions of peripheral lymph nodes. *Practical Medicine.* 2014; 3: 135–138. (In Russian)
 10. Kapustin V.V., Kabin Yu.V., Kostash O.V. Ultrasound visualization of superficial lymph nodes. Differential diagnostics in oncological practice: Guide for doctors. М.: ООО “Firma STROM”, 2024. 180 p. (In Russian)
 11. Clinical guidelines. Cancer of the nasal cavity and paranasal sinuses. 2020. ID: 3. (In Russian)
 12. Clinical guidelines. Oropharyngeal cancer. 2020. ID: 4. (In Russian)
 13. Clinical guidelines. Oropharyngeal cancer. 2020. ID: 27. (In Russian)
 14. Clinical guidelines. Malignant tumors of the salivary glands. 2020. ID: 116. (In Russian)
 15. Clinical guidelines. Laryngeal cancer. 2020. ID: 475. (In Russian)
 16. Davydova L.A., Chaika L.D. Anatomy of the lymphatic system: Tutorial. Minsk: BSMU, 2013. 48 p. (In Russian)
 17. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node Management. *RadioGraphics.* 2021; 41 (5): 1283–1289. <http://doi.org/10.1148/rg.2021210053>
 18. 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>
 19. Ryu K.H., Lee K.H., Ryu Ji.H. et al. Cervical Lymph Node Imaging Reporting and Data System for Ultrasound of Cervical Lymphadenopathy: A Pilot Study. *Am. J. Roentgenol.* 2016; 206 (6). <https://doi.org/10.2214/AJR.15.15381>
 20. 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>
 21. Clinical practice guidelines. Malignant neoplasms of the oral cavity. 2020. ID: 476. (In Russian)
 22. Gupta A., Rahman K., Shahid M. et al. Sonographic assessment of cervical lymphadenopathy: role of high-resolution and color Doppler imaging. *Head Neck.* 2011; 33 (3): 297–302. <https://doi.org/10.1002/hed.21448>
 23. Ying M., Bhatia K.S., Lee Y.P. et al. Review of ultrasonography of malignant neck nodes: greyscale, Doppler, contrast enhancement and elastography. *Cancer Imaging.* 2013; 13 (4): 658–669. <https://doi.org/10.1102/1470-7330.2013.0056>
 24. Babu N.H., Devi B.V.L., Kadiyala S. et al. Accuracy of preoperative ultrasonography in measuring tumor thickness and predicting the incidence of cervical lymph node metastasis in oral cancer. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences.* 2018; 7 (4): 241. https://doi.org/10.4103/JDRNTRUHS.JDRNTRUHS_27_18
 25. Beltsevich D.G., Medunov A.M., Vanushko V.E. Clinical guidelines. Differentiated thyroid cancer. Ministry of Health of the Russian Federation, 2020. ID: 329. Text: electronic. (In Russian)
 26. Clinical practice guidelines. Differentiated thyroid cancer 2024. ID: 329. (In Russian)

27. Durante C., Hegedüs L., Czarniecka A. et al. 2023 European Thyroid Association Clinical Practice Guidelines for thyroid nodule management. *Eur. Thyroid J.* 2023; 12 (5): e230067. <https://doi.org/10.1530/ETJ-23-0067>
28. 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. <https://doi.org/10.2214/AJR.07.2460>
29. Zheng X., Yao Z., Huang Y. et al. Deep learning radiomics can predict axillary lymph node status in early-stage breast cancer. *Nat. Commun.* 2020; 11 (1): 1236. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15027-z>
30. Chung H.L., Le-Petross H.T., Leung J.W.T. Imaging Updates to Breast Cancer Lymph Node Management. *RadioGraphics.* 2021; 41 (5): 1283–1289. <https://doi.org/10.1148/rg.2021210053>
31. 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>
32. Clinical guidelines. Breast cancer. 2021. ID: 379. (In Russian)
33. Clinical guidelines. Prostate cancer. 2021. ID: 12. (In Russian)
34. Clinical guidelines. Rectal cancer. 2022. ID: 554. (In Russian)
35. Clinical guidelines. Squamous cell carcinoma of the anal canal, anal verge, perianal skin. 2022. ID: 555. (In Russian)
36. Clinical guidelines. Vulvar cancer. 2020. ID: 501. (In Russian)
37. Clinical guidelines. Malignant neoplasms of the vagina. 2020. ID: 344. (In Russian)
38. Clinical guidelines. Cervical cancer. 2020. ID: 537. (In Russian)
39. Clinical guidelines. Cancer of the body of the uterus and uterine sarcomas. 2021. ID: 460. (In Russian)
40. Clinical guidelines. Borderline ovarian tumors. 2020. ID: 347. (In Russian)
41. Clinical guidelines. Ovarian cancer/fallopian tube cancer/primary peritoneal cancer. 2020. ID: 547. (In Russian)
42. Clinical guidelines. Nonepithelial ovarian tumors. 2020. ID: 541. (In Russian)
43. Oonk M.H.M., Planchamp F., Baldwin P. et al. European Society of Gynaecological Oncology Guidelines for the Management of Patients with Vulvar Cancer – Update 2023. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2023; 33(7): 1023–1043. <https://doi.org/10.1136/ijgc-2023-004486>
44. Solivetti F.M., Elia F., Graceffa D., Di Carlo A. Ultrasound morphology of inguinal lymph nodes may not herald an associated pathology. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 2012; 31 (1): 88. <https://doi.org/10.1186/1756-9966-31-88>
45. Bontumasi N., Jacobson J.A., Caoili E. et al. Inguinal lymph nodes: size, number, and other characteristics in asymptomatic patients by CT. *Surg. Radiol. Anat.* 2014; 36 (10): 1051–1055. <https://doi.org/10.1007/s00276-014-1255-0>
46. Fragomeni S.M., Moro F., Palluzzi F. et al. Evaluating the Risk of Inguinal Lymph Node Metastases before Surgery Using the Morphonode Predictive Model: A Prospective Diagnostic Study in Vulvar Cancer Patients. *Cancers (Basel).* 2023; 15 (4): 1121. <https://doi.org/10.3390/cancers15041121>
47. Clinical guidelines. Aggressive nonfollicular lymphomas – diffuse large B-cell lymphoma, primary mediastinal B-cell lymphoma, Burkitt lymphoma. 2022. ID: 129. (In Russian)
48. Clinical guidelines. Chronic lymphocytic leukemia / small lymphocyte lymphoma. 2020. ID: 134. (In Russian)
49. Clinical guidelines. Hodgkin's lymphoma. 2020. ID: 139. (In Russian)
50. Clinical guidelines. Melanoma of the skin and mucous membranes. 2020. ID: 73. (In Russian)
51. Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound diagnostics. 3rd ed. / Ed. V.V. Mitkov. Ch. 5. Ultrasound diagnostics of diseases of the lymphatic system. M.: VIDAR, 2019: 557–590. (In Russian)
52. Sencha A.N. Ultrasound examination of superficial organs. Atlas. Step by step. From simple to complex. 3rd ed. M.: Press-Inform, 2023. 504 p. (In Russian)
53. Sencha A.N. Ultrasound examination of the thyroid gland. Step by step. From simple to complex. 3rd ed. M.: Press-Inform, 2023. 208 p. (In Russian)
54. Fisenko E.P., Gurevich A.I. Methodology for conducting ultrasound of the thyroid and parathyroid glands in adults and children. Series “Best practices of radiation and instrumental diagnostics”. M., 2019; 42. 31 p. (In Russian)
55. Zabolotskaya N.V. Ultrasound examination in mammology. M.: Strom, 2019. 208 p. (In Russian)
56. Gazhonova V.E. Ultrasound diagnostics and multimodal approach in mammology. M.: GEOTAR-Media, 2025. 400 p. (In Russian)
57. Fisenko E.P., Postnova N.A., Vetsheva N.N., Batukhtina E.V. Application of the BI-RADS classification in ultrasound multiparametric assessment of breast lesions. M.: STROM Company, 2023. 125 p. (In Russian)
58. Fischerova 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. <http://doi.org/10.1002/uog.23617>

Standardization of the protocol of superficial lymph node ultrasound. Consensus of experts of the Russian association of specialists of ultrasound in medicine (RASUDM)

E.P. Fisenko^{1}, G.F. Allahverdieva², M.N. Bulanov^{3,4}, E.A. Busko^{5,6}, N.N. Vetsheva⁷,
O.V. Vozgoment^{7,8}, V.E. Gagonova^{9,10}, T.Yu. Danzanova^{11,12}, N.V. Zabolotskaya⁷,
V.V. Kapustin¹³, A.N. Katrich^{14,15}, E.V. Kostromina^{5,16,17}, P.I. Lepedatu¹¹, A.G. Nadtochiy⁸,
A.N. Ryabikov^{18,19}, A.N. Sencha^{20,12}, G.T. Sinyukova¹¹, F.T. Khamzina^{21,22}, V.N. Sholokhov¹¹*

¹ Petrovsky Russian Research Center of Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2, Abrikosovsky lane, Moscow 119991, Russian Federation

² Clinical Oncology Hospital "Lapino-2" of the Mother and Child Group of Companies; 111 1st Uspenskoe Shosse, Lapino Village, Odintsovo Dst., Moscow Region, 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

⁵ N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 68, Leningradskaya str., Pesochny, Saint-Petersburg 197758, Russian Federation

⁶ Saint-Petersburg State University; 7/9, University quay, Saint-Petersburg 199034, Russian Federation

⁷ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1-1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation

⁸ Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 16, Timur Frunze str., Moscow 119021, Russian Federation

⁹ Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; 19-1A, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

¹⁰ Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation; 15, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

¹¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 23, Kashirskoe shosse, Moscow 115478, Russian Federation

¹² Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

¹³ Russian University of Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 4, Dolgorukovskaya str., Moscow 127006, Russian Federation

¹⁴ The First Regional Clinical Hospital named after S.V. Ochapovsky; 167, 1 Maya str., Krasnodar 350086, Russian Federation

¹⁵ Kuban State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 4, M. Sedina str., Krasnodar 350063, Russian Federation

¹⁶ Saint-Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 197022, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2E, Russian Federation

¹⁷ A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 70, Leningradskaya str., Pesochny, Saint-Petersburg 197758, Russian Federation

¹⁸ Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; 175/1, B. Bogatkova str., Novosibirsk 630089, Russian Federation

¹⁹ Novosibirsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 52, Krasny prospekt, Novosibirsk 630091, Russian Federation

²⁰ Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 4, Akademika Oparina street, Moscow 117997, Russian Federation

²¹ Kazan State Medical Academy - Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 36, Butlerov str., Kazan 420012, Russian Federation

²² Medical and Sanitary Unit of Kazan Federal University; 2, Nikolay Yershov str., Kazan 420061, Russian Federation

Elena P. Fisenko – M.D., 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. Scopus Author ID 6507536162. <https://orcid.org/0000-0003-4503-950X>

Goncha F. Allahverdieva – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Clinical Oncology Hospital “Lapino-2” of the Mother and Child Group of Companies, Lapino, Moscow Region. <https://orcid.org/0000-0001-5910-5892>

Mikhail N. Bulanov – M.D., 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>

Ekaterina A. Busko – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Leading researcher of the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology Ministry of health of Russian Federation; Professor of Saint-Petersburg State University, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>

Natalya N. Vetsheva – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>

Olga V. Vozgoment – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Leading Researcher, Department of Radiation Diagnostics Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-2421-9918>

Veronika E. Gagonova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics of the Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; Chief specialist in ultrasound diagnostics, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4742-9157>

Tatiana Yu. Danzanova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Professor of The Diagnostic Ultrasound Division of Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6171-6796>

Natalya V. Zabolotskaya – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-3109-2772>

Vladimir V. Kapustin – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor of Radiology Division, Russian University of Medicine of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3771-1354>

Aleksey N. Katrich – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Head of the Ultrasound Diagnostics Department, The First Regional Clinical Hospital named after S.V. Ochapovsky; Associate Professor, Surgery Department, Kuban State Medical University, Krasnodar. <https://orcid.org/0000-0003-1508-203X>

Ekaterina V. Kostromina – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher at the scientific department of diagnostic and interventional radiology, ultrasound diagnostician, radiologist at the radiation diagnostics department of the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Associate Professor, Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging, St. Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Associate Professor of the Department of Radiology, Surgery, Oncology of the A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>

Pavel I. Lepedatu – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Department of Ultrasound Diagnostics N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7846-1788>

Andrey G. Nadtochiy – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>

Andrei N. Ryabikov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences; Professor of Novosibirsk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Novosibirsk. <https://orcid.org/0000-0001-9868-855X>

Alexander N. Sencha – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Head of the Department of Visual Diagnostics, Professor of the Department of Obstetrics and Gynecology of the Further Professional Education Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Professor of The Diagnostic Ultrasound Division of Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1188-8872>

Galina T. Sinyukova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Ultrasound Diagnostics Leading researcher of the ultrasound diagnostics department of the Research Institute of Clinical and Experimental Diagnostics, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5697-9268>

Farida T. Khamzina – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics, Kazan State Medical Academy - Branch of Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Doctor of ultrasound Diagnostics, Department of Ultrasound Diagnostics, Medical and Sanitary Unit of Kazan Federal University, Kazan. <https://orcid.org/0000-0002-6053-1466>

Vladimir N. Sholokhov – M.D., Doct. of Sci. (Med.), professor, Department of Ultrasound Diagnostics N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7744-5022>

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

A standard protocol for superficial lymph node (LN) ultrasound is presented. The document consists of a technological (1) and descriptive (2) protocols. The technological protocol describes the technique of superficial LN ultrasound. The descriptive protocol contains a detailed report of the results of superficial LN ultrasound, which ends with a conclusion. Modern domestic and foreign clinical and diagnostic recommendations that determine the indications for superficial LN ultrasound are analyzed.

The presented standard protocol for superficial LN ultrasound fully complies with current Russian clinical recommendations and does not contradict foreign clinical and diagnostic recommendations.

Keywords: ultrasound; lymph nodes; technological protocol of ultrasound examination; descriptive protocol of ultrasound examination

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Fisenko E.P., Allahverdieva G.F., Bulanov M.N., Busko E.A., Vetsheva N.N., Vozgoment O.V., Gagonova V.E., Danzanova T.Yu., Zabolotskaya N.V., Kapustin V.V., Katrich A.N., Kostromina E.V., Lepedatu P.I., Nadtochiy A.G., Ryabikov A.N., Sencha A.N., Sinyukova G.T., Khamzina F.T., Sholokhov V.N. Standardization of the protocol of superficial lymph node ultrasound. Consensus of experts of the Russian association of specialists of ultrasound in medicine (RASUDM). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 115–131. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-294> (In Russian)

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-301>

Проблемы выполнения трансторакальной эхокардиографии: от организации исследования до формирования заключения

А.Л. Бобров

ФГБОУ ВО “Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет им. акад. И.П. Павлова” Минздрава России;
197022 Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8, Российская Федерация

Трансторакальная эхокардиография стала важным инструментом в диагностике не только сердечно-сосудистых заболеваний, но и других патологий. С развитием технологий эхокардиография стала использоваться врачами различных специальностей, что увеличивает ее значимость в клинической практике. Несмотря на это, остаются проблемы с организацией и стандартизацией проведения исследований, что может негативно сказаться на качестве диагностики. Существуют недостатки в нормативной базе, регулирующей проведение эхокардиографии, что приводит к неопределенности в вопросах, касающихся времени, необходимого для выполнения исследования. Стремление к сокращению выделяемого времени на исследование может ухудшить качество работы и увеличить утомляемость персонала. Необходимость сохранения мультимедийных данных подчеркивает важность доступа к архивам для повторного анализа и контроля качества. Однако объем данных может быть значительным, что требует создания централизованных хранилищ информации. Цифровизация процессов, включая формирование электронных протоколов, также сталкивается с трудностями, связанными с совместимостью электронных баз данных и их корректным отображением, что требует дальнейшего совершенствования медицинских информационных систем.

Ключевые слова: эхокардиография; цифровизация; организация здравоохранения

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Бобров А.Л. Проблемы выполнения трансторакальной эхокардиографии: от организации исследования до формирования заключения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2024; 4: 132–138. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-301>

Бобров Андрей Львович – доктор мед. наук, профессор кафедры функциональной диагностики ФГБОУ ВО “Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-6792-7033>

Контактная информация*: Бобров Андрей Львович – e-mail: andreybobrov@me.com

Трансторакальная эхокардиография покоя (ЭхоКГ) у взрослых, как метод ультразвуковой и функциональной диагностики, прочно вошла в минимально необходимый перечень методов обследования не только пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ), но и лиц с патологией других органов и систем, а также ряда контингентов практически здоровых обследуемых. Развитие технологий и внедрение их в практическую деятельность врачей-диагностов позволяет решать все больше задач, выставляемых врачами лечебного профиля к результатам диагностических исследований. В то же время по мере усложнения методики исследования, несмотря на параллельное увеличение производительности ультразвуковых сканеров и настольных вычислительных систем, отмечается сохранение ограничений в росте производительности труда врачей-диагностов.

Цель данной публикации: обсуждение основных проблем, касающихся организационных вопросов проведения ЭхоКГ в лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) Российской Федерации, определение возможностей их решения.

История проведения ЭхоКГ в нашей стране насчитывает чуть более 50 лет. Долгое время методика оставалась востребованной у части кардиологических пациентов. На данный момент без обсуждаемого исследования не обходится ни один пациент, направляемый на первичную консультацию к врачу-кардиологу. Многие обследуемые с хроническими ССЗ в дальнейшем регулярно направляются на повторную ЭхоКГ для оценки динамики и прогноза течения заболевания, определения показаний к интервенционному вмешательству, кардиохирургическому лечению. ЭхоКГ прочно вошла в практику назначений врачей широкого спектра специальностей — от врачей общей практики и терапевтов до врачей-специалистов, осуществляющих практическую деятельность в области пульмонологии, ревматологии, эндокринологии, гематологии, анестезиологии, сосудистой хирургии, онкологии и многих других разделов медицины. Монополизм врачей-кардиологов в определении минимально достаточного перечня получаемых данных сменился сбором широкого перечня показателей, удовлетворяющего потребности

большинства специалистов различных специальностей. ЭхоКГ стала широко востребованным диагностическим методом.

В то же время, несмотря на обилие научной и методической литературы, описывающей методику проведения исследования, нормативные показатели у здоровых лиц, ультразвуковые симптомы и критерии разнообразных патологических состояний, наблюдается дефицит регламентирующих проведение ЭхоКГ документов со стороны Минздрава РФ, профильных ассоциаций и сообществ. Определенно можно сказать, что к выполнению ЭхоКГ и составлению заключения по проведенному исследованию допускаются врачи по специальностям “ультразвуковая диагностика” и “функциональная диагностика”, что регламентируется соответствующими профессиональными стандартами [1, 2]. Аналогичный документ для врачей-кардиологов позволяет использовать эхокардиограф, выполнять ЭхоКГ и анализировать ее результаты, но исключает формирование отдельного заключения по исследованию [3]. Подразумевается, что данные ЭхоКГ, проведенной врачом лечебной специальности, будут внесены в описательную часть эпикриза, дневника наблюдения или записи консультативного приема.

Правила проведения ЭхоКГ и формирования заключения об исследовании в настоящее время регламентируются следующими актуальными документами: приказом Минздрава РФ от 30.11.1993 г. № 283 “О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации”; “Гигиеническими требованиями к условиям труда медицинских работников, выполняющих ультразвуковые исследования”; Минздрава РФ от 08.06.2020 № 557н “Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований”; Приказом Минздрава РФ от 26 декабря 2016 г. № 997н “Об утверждении Правил проведения функциональных исследований”; Консенсусом экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД) “Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых”; Методическими реко-

мендациями МР 3.1.0284-22 “Обеспечение эпидемиологической безопасности ультразвуковой диагностики” [4–9]. К сожалению, указанные документы не охватывают все спорные вопросы проведения ЭхоКГ, а имеющаяся потребность по увеличению производительности труда диагностических служб порождает со стороны руководящих лиц вопросы и особые толкования действующих положений приведенных выше приказов.

Наиболее животрепещущей проблемой остается определение расчетной нормы времени на проведение ЭхоКГ. Приказ Минздрава РФ от 30.11.1993 № 283 указывает, что таковое должно составлять 60 мин рабочего времени для врача и 18 мин для медицинской сестры [4]. Документ не исключает изменение этого норматива при введении в эксплуатацию новой аппаратуры или новых видов исследования путем проведения хронометражных замеров фактических затрат времени на отдельные элементы труда, обработку этих данных, расчет затрат времени на исследование в целом. Некоторые руководители ЛПУ используют возможность изменения норматива для его сокращения, обосновывая нововведения необходимостью увеличения производительности труда во вверенных учреждениях. Такой подход таит в себе ряд опасностей, приводящих к ухудшению качества проводимых исследований, повышению утомляемости персонала диагностических подразделений и, как следствие, снижению уровня предоставляемой населению медицинской помощи. В качестве ложных обоснований необходимости сокращения норматива приводятся следующие доводы: устарелость Приказа Минздрава РФ от 30 ноября 1993 г. № 283; появление технологий, обеспечивающих улучшение визуализации и возможности использования автоматических расчетов требуемых параметров. Однако необходимо отметить, что за более чем 30 лет практического применения упоминаемого приказа существенно увеличились не только скорость получения изображений и их анализа, но и число анализируемых ультразвуковых параметров, необходимых к расчетам при формировании стандартного заключения по ЭхоКГ. Усложнились и требования к написанию заключения по исследованию, они стали

охватывать не только анатомию и функцию левых, но и правых камер сердца, впадающих и отходящих от него сосудов. Таким образом, несмотря на очевидный рост производительности труда, увеличился объем исследования органа, а трудозатраты на выполнение методики, по мнению экспертов РАСУДМ и РАСФД, остались прежними [8].

Нельзя забывать, что работа врача ультразвуковой и функциональной диагностики подразумевает его взаимодействие с прикрепленной ему в качестве помощника медицинской сестрой [4–7]. В ряде ЛПУ нашей страны с целью оптимизации работы кабинетов, выполняющих ультразвуковые исследования, обязанности среднего медицинского персонала переданы врачу. Обычно они касаются таких сестринских обязанностей, как вызов обследуемого в кабинет и его проводы по окончании исследования, его регистрация, помощь в раздевании и одевании, получение данных о росте и массе тела пациента, измерение артериального давления, укладка на кушетку, накладывание и снятие ЭКГ-электродов, подготовка, уборка, дезинфекция кушетки и ультразвуковых датчиков, поиск в архиве данных предыдущих исследований, регистрация полученных данных в медицинской информационной системе, печать бумажных заключений при необходимости. В такой ситуации трудозатраты врача-исследователя должны увеличиваться на размер трудозатрат медицинской сестры, то есть к 60 мин, необходимым врачу для выполнения ЭхоКГ, прибавляется 18 мин, выделяемых по приказу среднему медицинскому работнику. В части ЛПУ практикуется выплата денежной компенсации за работу врача-диагноста без медицинской сестры. Очевидно, такой подход является приемлемым и обоснованным при ограниченном числе сотрудников среднего медицинского персонала в конкретном ЛПУ.

Сокращение времени норматива на проведение ЭхоКГ в результате хронометражного замера в соответствии с юридическими нормами допускается при внедрении новой техники, технологии диагностического процесса, а также в случае отличия условий работы от тех, при которых разрабатывались типовые нормы труда [10]. Нужно помнить, что для проведения замера долж-

на быть сформирована специальная комиссия, включающая как сотрудников администрации, так и работников подразделения, где выполняется ЭхоКГ. Проводится регистрация более 20–25 замеров длительности проведения исследования у 2–3 работников подразделений в течение 2–3 нед. Все работники, участвующие в хронометраже, должны быть предупреждены о проводимом мероприятии заранее. Перед проведением хронометража целесообразно составить перечень отдельных трудовых операций, которые входят в обязанности врача и медицинской сестры. При обработке материалов это поможет определить, какие работы свойственны для медицинской сестры, уточнить время трудозатрат отдельно для врача и для среднего медицинского персонала. Хронометражный замер следует выполнять только тогда, когда персонал диагностического подразделения достаточно хорошо освоил методы, выработал в выполнении диагностических и аналитических манипуляций определенный автоматизм и профессиональные стереотипы. Персонал, участвующий в хронометраже, должен быть представлен сотрудниками с наименьшим трудовым стажем работы по специальности, так, чтобы впоследствии вновь принимаемые на работу успешно справлялись со служебными обязанностями. Результаты замеров оформляются протоколом. Полученный расчетный норматив должен быть утвержден приказом по ЛПУ.

Условия проведения ЭхоКГ, процедура выполнения, основные компоненты исследования, минимальный набор оцифрованных данных, рекомендованный для регистрации и сохранения, минимальный перечень параметров и характеристик, рекомендованных к оценке и вынесению в протокол, характеристика заключения по исследованию подробно изложены в консенсусе экспертов РАСУДМ и РАСФД [8]. Авторы документа избежали публикации или же рекомендации по применению тех или иных нормативов оцениваемых показателей. К сожалению, в нашей стране отсутствуют какие-либо систематизированные исследования, изучающие нормативные значения параметров ЭхоКГ во взрослой популяции. Общепринятой является практика применения рекомендаций американских, британских или европейских сооб-

ществ по ЭхоКГ и сердечно-сосудистой визуализации; практически никогда не цитируются нормативные подходы азиатских ассоциаций. В отсутствие российских нормативов, вероятно, следовало бы ориентироваться на нормативы с учетом географического принципа и этнического распределения на территории нашей страны. Очевидно, что европейские подходы к нормированию, до разработки собственных, могут рассматриваться как приоритетные для использования в практической деятельности врачей.

Актуальной проблемой остается хранение записей кинопетель и изображений, получаемых в процессе проведения ЭхоКГ. Необходимость сохранения всех мультимедийных данных подчеркивается во всех рекомендациях, затрагивающих методологию выполнения обсуждаемого исследования. Польза такого подхода очевидна. Ретроспективный доступ к сохраненным записям исследования позволяет повторно проанализировать правильность выполненной ранее ЭхоКГ, избежать части повторных исследований. Запись исследования стимулирует врачей выполнять работу более ответственно, а руководству предоставляет возможность осуществлять контроль качества проводимой ЭхоКГ. В то же время хранение записанных исследований может представлять определенную сложность. Полноценная запись рутинной ЭхоКГ в стандарте передачи и визуализации цифровых медицинских изображений (DICOM, от англ. Digital Imaging and Communications in Medicine) составляет 250–300 мегабайт и более. Суммарный массив данных за длительный период времени даже одного кабинета ультразвуковой диагностики может составлять многие терабайты информации. Хранение такого большого объема информации, как правило, не может осуществляться на носителях, имеющихся в ультразвуковых сканерах и рабочих станциях кабинетов ультразвуковой/функциональной диагностики. Проблема может быть решена на более высоком административном уровне путем организации хранилища информации на серверах ЛПУ или же дата-центра, координирующего обмен данными между ЛПУ муниципалитетов, районов и более крупных территориальных образований. Сохранение преемственности в лече-

нии пациентов требует организации доступа к архивным записям в сторонних учреждениях через сеть интернет. В случае отсутствия возможности доступа к цифровому архиву записей ЭхоКГ следует осуществлять запись исследования на цифровой носитель (DVD-диск или USB-флэш-накопитель) и выдавать обследуемому на руки.

Цифровизация медицинской деятельности ожидаемо коснулась и вопросов формирования протоколов и заключений по диагностическим исследованиям в электронной истории болезни (карте амбулаторного пациента). Практически нигде в стране не реализована возможность автоматического переноса измерений, произведенных на ультразвуковом сканере, в электронный протокол исследования, который формируется на компьютере в отдельной программе. В результате врачи тратят дополнительное время на диктовку необходимых для внесения в протокол цифр медицинской сестре, а в ее отсутствие используют снимки экранов сканера с измерениями и вручную переносят результаты подсчетов в электронный протокол.

С появлением медицинских информационных систем (МИС) формирование протоколов исследования стало возможным непосредственно в системе путем введения цифровых данных и словесных формулировок в специальных формах. При отсутствии такой возможности в МИС формирование электронного протокола исследования возможно непосредственным копированием/вставкой текста и табличных данных из того офисного программного продукта, где первично формировался письменный вариант протокола. Часть врачей в такой ситуации предпочитают перед печатью бумажного варианта протокола сохранять его аналог в формате переносимых документов (PDF, от англ. Portable Document Format), а полученный файл загружать в МИС.

Основной трудностью при формировании электронного протокола исследования явился перевод табличных данных, широко используемых врачами при составлении заключения, в цифровую форму. К сожалению, часть МИС имеют ограниченный набор символов стандарта кодирования "Unicode" и не готовы правильно преобразовывать цифровые символы, записанные в верхнем регистре, широко использующи-

еся в ЭхоКГ, такие как кг/м², мл/м², г/м².⁷ Транспортировка протоколов исследования в Единый портал государственных услуг, как показывает практика, также может менять привычное для врачей визуальное отображение табличных данных, сохраненных в МИС по месту выполнения ЭхоКГ. Этих проблем во многом лишены системы, имеющие функционал набора протокола непосредственно в электронной истории болезни с формированием структурированного электронного медицинского документа [11]. В то же время в них может отсутствовать возможность выбора объема представляемых данных в протоколе в связи со сложностью проводимого исследования и необходимостью дополнительных измерений. К тому же зачастую такие системы сложны в разработке, а следовательно, малодоступны и дороги.

Таким образом, для повышения эффективности ЭхоКГ, как рутинного метода исследования, и внедрения в повседневную практику необходимо обратить внимание на кадровые и организационные вопросы. Адекватное распределение времени на выполнение исследования имеет решающее значение для повышения качества диагностики. Обновление нормативных актов должно способствовать не только улучшению условий труда медицинских работников, но и, что гораздо важнее, повышению уровня медицинской помощи, оказываемой пациентам. Синергия между технологическим прогрессом и организационными улучшениями в области выполнения ЭхоКГ создаст основу для повышения качества диагностики, которая будет отвечать современным требованиям медицины и служить интересам здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минтруда России от 19.03.2019 № 161н "Об утверждении профессионального стандарта «Врач ультразвуковой диагностики»". <https://base.garant.ru/72222514/> (дата обращения 14.11.2024)
2. Приказ Минтруда России от 11.03.2019 № 138н "Об утверждении профессионального стандарта «Врач функциональной диагностики»". <https://base.garant.ru/72215854/> (дата обращения 14.11.2024)
3. Приказ Минтруда России от 14.03.2018 № 140н "Об утверждении профессионального стандарта

- «Врач-кардиолог»». <https://base.garant.ru/1933356/> (дата обращения 14.11.2024)
- Приказ Минздрава РФ от 30 ноября 1993 г. № 283 “О совершенствовании службы функциональной диагностики в учреждениях здравоохранения Российской Федерации”. <https://base.garant.ru/4173560/> (дата обращения 14.11.2024)
 - “Гигиенические требования к условиям труда медицинских работников, выполняющих ультразвуковые исследования. Руководство Р 2.2.4/2.2.9.2266-07” (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 10.08.2007). <https://base.garant.ru/4186283/> (дата обращения 14.11.2024)
 - Приказ Минздрава РФ от 08.06.2020 № 557н “Об утверждении Правил проведения ультразвуковых исследований”. <https://base.garant.ru/74636910/> (дата обращения 14.11.2024)
 - Приказ Министерства здравоохранения РФ от 26 декабря 2016 г. N 997н “Об утверждении Правил проведения функциональных исследований”. <https://base.garant.ru/71611460/> (дата обращения 14.11.2024)
 - Алехин М.Н., Бартош-Зеленая С.Ю., Берестень Н.Ф., Бощенко А.А., Врублевский А.В., Глазун Л.О., Кузнецов В.А., Митьков В.В., Митькова М.Д., Нарциссова Г.П., Неласов Н.Ю., Новиков В.И., Павлюкова Е.Н., Пестовская О.Р., Рыбакова М.К., Саидова М.А., Сандриков В.А., Седов В.П., Скидан В.И., Чернов М.Ю. Стандартизация проведения трансторакальной эхокардиографии у взрослых: консенсус экспертов Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (РАСУДМ) и Российской ассоциации специалистов функциональной диагностики (РАСФД). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2021; 2: 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79>
 - Методические рекомендации МР 3.1.0284-22 “Обеспечение эпидемиологической безопасности ультразвуковой диагностики” (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 12 мая 2022 г.). <https://base.garant.ru/404955101/> (дата обращения 01.11.2024)
 - Приказ Минтруда России от 31.05.2013 N 235 “Об утверждении методических рекомендаций для федеральных органов исполнительной власти по разработке типовых отраслевых норм труда”. <https://base.garant.ru/70413700/> (дата обращения 14.11.2024)
 - Постановление Правительства РФ от 9 февраля 2022 г. N 140 “О единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения”. <https://base.garant.ru/403517946/> (дата обращения 14.11.2024)
 - Order of the Ministry of Labor of Russia dated 19.03.2019 N 161n “On approval of the professional standard «Ultrasound diagnostics doctor»”. <https://base.garant.ru/72222514/> (date of access 14.11.2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Labor of Russia dated 11.03.2019 N 138n “On approval of the professional standard «Functional diagnostics doctor»”. <https://base.garant.ru/72215854/> (date of access 14.11.2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Labor of Russia dated 14.03.2018 N 140n “On approval of the professional standard «Cardiologist»”. <https://base.garant.ru/71933356/> (date of access 14.11.2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated November 30 1993 No. 283 “On improving the functional diagnostics service in healthcare institutions of the Russian Federation”. <https://base.garant.ru/4173560/> (date of access 11/14/2024) (In Russian)
 - “Hygienic requirements for working conditions of medical workers performing ultrasound examinations. Guidelines R 2.2.4 / 2.2.9.2266-07” (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on 08/10/2007). <https://base.garant.ru/4186283/> (date of access 11/14/2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/08/2020 No. 557n “On approval of the Rules for conducting ultrasound examinations”. <https://base.garant.ru/74636910/> (date of access 11/14/2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated December 26, 2016 N 997n “On approval of the Rules for conducting functional studies”. <https://base.garant.ru/71611460/> (date of access 11/14/2024) (In Russian)
 - Alekhin M.N., Bartosh-Zelenaya S.Yu., Beresten N.F. et al. Standardization of transthoracic echocardiography in adults: an expert consensus statement from the Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine (RASUDM) and the Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics (RASFD). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2021; 2: 63–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-2-63-79> (In Russian)
 - Methodological recommendations MR 3.1.0284-22 “Ensuring the epidemiological safety of ultrasound diagnostics” (approved by the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing on May 12, 2022). <https://base.garant.ru/404955101/> (date of access 01.11.2024) (In Russian)
 - Order of the Ministry of Labor of Russia dated 31.05.2013 N 235 “On approval of methodological recommendations for federal executive bodies on the development of standard industry labor standards”. <https://base.garant.ru/70413700/> (date of access 14.11.2024) (In Russian)
 - Resolution of the Government of the Russian Federation dated February 9, 2022 N 140 “On the unified state information system in the field of healthcare”. <https://base.garant.ru/403517946/> (date of access 14.11.2024) (In Russian)

REFERENCES

- Order of the Ministry of Labor of Russia dated 19.03.2019 N 161n “On approval of the professional standard «Ultrasound diagnostics doctor»”.

The problems of performing transthoracic echocardiography: from organizing to the report of examination

A.L. Bobrov

*Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University;
6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg 197022, Russian Federation*

Andrey L. Bobrov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Department of Functional Diagnostics, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, Saint Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-6792-7033>

Correspondence* to Dr Andrey L. Bobrov – e-mail: andreybobrov@me.com

Transthoracic echocardiography has become an important tool in the diagnosis of not only cardiovascular diseases but also other pathologies. With the technological progress, echocardiography has become a widely used modality by doctors of various specialties, which increases its value in clinical practice. Despite this, there are still problems with the organization and standardization of examinations, which can negatively affect the quality of diagnostics. Existing disadvantages of the regulatory documents governing echocardiography lead to uncertainty in the time standards of the examination. The desire to reduce the time allocated for the echocardiography can worsen the quality of the examination and increase the staff fatigue. The need to record multimedia data emphasizes the importance of access to archives for re-analysis and quality control. However, the volume of data can be significant, which requires the creation of centralized data repositories. Digitalization of examination processes, including the formation of electronic reports, also faces some difficulties associated with the compatibility of electronic databases and their correct display, which requires further improvement of medical information systems.

Keywords: echocardiography; digitalization; healthcare organization

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Bobrov A.L. The problems of performing transthoracic echocardiography: from organizing to the report of examination. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2024; 4: 132–138. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-301> (In Russian)