

2.2023

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

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

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ и функциональная диагностика

Ultrasound & Functional Diagnostics

2.2023

Главный редактор	М.Н. Алехин
Зам. главного редактора	В.В. Митьков М.Д. Митькова В.А. Сандриков
Редакторы	Т.В. Балахонова Н.Н. Ветшева В.П. Куликов
	М.И. Пыков М.К. Рыбакова Е.В. Федорова

Редакционный совет

Абухамад А., США
Агеева М.И., Россия
Беляева О.А., Россия
Бондаренко В.О., Россия
Брюховецкий Ю.А., Россия
Буланов М.Н., Россия
Бурков С.Г., Россия
Ватолин К.В., Россия
Верзакова И.В., Россия
Веропотвелян Н.П., Украина
Воеводин С.М., Россия
Глазун Л.О., Россия
Гречанина Е.Я., Украина
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
Кунцевич Г.И., Россия
Лелюк В.Г., Россия
Лелюк С.Э., Россия
Лемешко З.А., Россия
Липман А.Д., Россия
Медведев В.Е., Украина
Михайлов А.В., Россия
Надточий А.Г., Россия
Наумович Е.Г., Россия
Озерская И.А., Россия
Орлова Л.П., Россия
Папиташвили А.М., Грузия
Паршин В.С., Россия
Поморцев А.В., Россия
Ридэн Т.В., Россия

Салтыкова В.Г., Россия
Сафонов Д.В., Россия
Сахно Ю.Ф., Россия
Синьковская Е.С., США
Синюкова Г.Т., Россия
Стыгар А.М., Россия
Татишвили Д.Г., Грузия
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

2.2023

Editor-in-Chief

M.N. Alekhin

Deputy Editor-in-Chief

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

Editors

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

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

Editorial Board

Abuhamad A., USA
Ageeva M.I., Russia
Belyaeva O.A., Russia
Bondarenko V.O., Russia
Bryukhovetskiy Yu.A., Russia
Bulanov M.N., Russia
Burkov S.G., Russia
Vatolin K.V., Russia
Verzakova I.V., Russia
Veropotvelyan N.P., Ukraine
Voevodin S.M., Russia
Glazun L.O., Russia
Grechanina E.Ya., Ukraine
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
Kinzerskiy A.Yu., Russia
Kuntsevich G.I., Russia
Lelyuk V.G., Russia
Lelyuk S.Eh., Russia
Lemeshko Z.A., Russia
Lipman A.D., Russia
Medvedev V.E., Ukraine
Mikhajlov A.V., Russia
Nadtochiy A.G., Russia
Naumovich E.G., Russia
Ozerskaya I.A., Russia
Orlova L.P., Russia
Papitashvili A.M., Georgia
Parshin V.S., Russia
Pomortsev A.V., Russia
Riden T.V., Russia

Saltykova V.G., Russia
Safonov D.V., Russia
Sakhno Yu.Ph., Russia
Sinkovskaya E.S., USA
Sinyukova G.T., Russia
Stygar A.M., Russia
Tatishvili D.G., Georgia
Trofimova E.Yu., Russia
Tutschek B., Switzerland
Tukhbatullin M.G., Russia
Fazylov A.A., Uzbekistan
Feoktistova E.V., Russia
Khitrova A.N., Russia
Chekalova M.A., Russia
Shvyrev S.L., Russia
Sholokhov V.N., Russia
Yarygina T.A., Russia

Chief of office
Scientific editor of translation

Kapustina A.Yu.
Penyaeva E.I.

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

VIDAR-M

Issues per year: 4

www.usfd.vidar.ru

E-mail: amn_usfd@mail.ru

Published since 1995

Tel: +7 495 589-86-60

содержание

Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов

Прогностическое значение индекса глобальной функции
левого желудочка у больных с аортальным стенозом
Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алехин М.Н.,
Типтева Т.А., Сафарян В.И., Чумакова О.С., Затеищikov Д.А. 9

Значение двухмерной спекл-трекинг-эхокардиографии
левого предсердия у пациентов
с фибрилляцией предсердий
Матвеева М.Г., Алехин М.Н. 23

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

Дифференциальная ультразвуковая диагностика
доброкачественных и злокачественных опухолей яичников:
диагностические модели, алгоритмы, стратификационные
системы, консенсусы (1990–2023)
Буланов М.Н., Чекалова М.А., Мазуркевич М.В., Ветшева Н.Н. 34

Другие вопросы ультразвуковой диагностики

Ультразвуковое исследование опорно-двигательного
аппарата при подагре
Полухина Е.В. 62

Возможности ультразвукового исследования
высокого разрешения в диагностике осложнений
после контурной инъекционной пластики.
Клиническое наблюдение
Привалова Е.Г., Карпова Е.И., Козырева М.В.,
Капустин В.В., Чеботарева Ю.Ю., Данищук О.И. 80

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

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

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

contents

Cardiovascular Ultrasound

- Prognostic value of the left ventricular global function index in patients with aortic stenosis**
Kapustina A.Yu., Minushkina L.O., Alekhin M.N., Tipteva T.A., Safaryan V.I., Chumakova O.S., Zateyshchikov D.A. 9

- The significance of two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium in patients with atrial fibrillation**
Matveeva M.G., Alekhin M.N. 23

Obstetrics and Gynecology Ultrasound

- Differential ultrasound diagnosis of benign and malignant ovarian tumors: diagnostic models, algorithms, stratification systems, consensuses (1990–2023)**
Bulanov M.N., Chekalova M.A., Mazurkevich M.V., Vetsheva N.N. 34

Other Trends in Ultrasound Diagnostics

- Musculoskeletal ultrasound in gout**
Polukhina E.V. 62

- High-resolution ultrasound in diagnosing complications after facial contouring injections. A clinical case**
Privalova E.G., Karpova E.I., Kozyreva M.V., Kapustin V.V., Chebotareva Yu.Yu., Danishchouk O.I. 80

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22>

Прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у больных с аортальным стенозом

Капустина А.Ю.^{1,2*}, Минушкина Л.О.², Алехин М.Н.^{1,2},
Типтева Т.А.⁴, Сафарян В.И.³, Чумакова О.С.², Затейщиков Д.А.^{2,3}

¹ ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 15, Российская Федерация

² ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, д. 19, стр. 1А, Российская Федерация

³ ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”; 111020 Москва, Госпитальная площадь, д. 2, Российская Федерация

⁴ ООО Медицинский центр “Петровские ворота”, 127051 Москва, 1-й Колобовский пер., д. 4, Российская Федерация

Прогноз выживаемости у больных с аортальным стенозом зависит от ряда факторов, одним из которых является состояние систолической функции левого желудочка. Индекс глобальной функции левого желудочка представляет собой показатель, учитывающий компоненты ремоделирования левого желудочка, а именно, объемы полости левого желудочка, его ударный объем и объем миокарда левого желудочка.

Цель исследования: оценить прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у пациентов с различной степенью тяжести аортального стеноза с помощью эхокардиографии.

Материал и методы. В исследование было включено 377 пациентов из проспективного наблюдательного исследования в период с 2010 по 2016 г. с последующим ретроспективным расчетом и анализом индекса глобальной функции левого желудочка, полученного с помощью эхокардио-

графии. Средний возраст обследованных составил 79 (75–84) лет; мужчин было 128 (34%); 70 (19%) пациентов с аортальным стенозом легкой степени, 116 (31%) с умеренным аортальным стенозом и 191 (50%) с тяжелым аортальным стенозом. Индекс глобальной функции левого желудочка вычисляли как отношение ударного объема левого желудочка к глобальному объему левого желудочка в %, где глобальный объем левого желудочка был суммой среднего объема полости левого желудочка (конечный диастолический объем левого желудочка + конечный систолический объем левого желудочка)/2, и объема миокарда. Объем миокарда левого желудочка рассчитывался как масса миокарда левого желудочка/плотность левого желудочка, где плотность левого желудочка равнялась 1,05 г/мл. Средний срок наблюдения на момент проведения анализа составил 602,7 ± 48,72 дня. В период наблюдения фиксировались все случаи смерти.

Результаты. Отмечалась достоверно значимая разница индекса глобальной функции левого желудочка между выжившими и умершими пациентами (15,39% (11,35–20,95%) и 20,12% (15,16–25,98%) соответственно, $p < 0,001$). Значения индекса глобальной функции левого желудочка менее 18% достоверно ассоциировались с риском смерти от всех причин в течение двух лет наблюдения как при легкой степени аортального стеноза, так и при умеренном и тяжелом.

Заключение. Таким образом, в группе пациентов с аортальным стенозом и с летальными исходами значения индекса глобальной функции левого желудочка были статистически значимо ниже, чем в группе выживших пациентов. Значения индекса глобальной функции левого желудочка менее 18% ассоциировались с риском смерти от всех причин как у пациентов с лег-

кой степенью аортального стеноза, так и при умеренном и тяжелом. Индекс глобальной функции левого желудочка может использоваться в стратификации риска развития летальных исходов у пациентов с аортальным стенозом.

Ключевые слова: систолическая функция, левый желудочек, индекс глобальной функции, фракция выброса, ремоделирование левого желудочка, аортальный стеноз

Цитирование: Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алехин М.Н., Типтева Т.А., Сафарян В.И., Чумакова О.С., Затейщиков Д.А. Прогностическое значение индекса глобальной функции левого желудочка у больных с аортальным стенозом. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 9–22. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22>.

Капустина Анастасия Юрьевна – врач функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; ассистент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-7072-9783>

Минушкина Лариса Олеговна – доктор мед. наук, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-4203-3586>

Алехин Михаил Николаевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации; профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

Типтева Татьяна Алексеевна – канд. мед. наук, кардиолог, врач функциональной диагностики ООО Медицинский центр “Петровские ворота”, Москва.

Сафарян Вахтанг Иванович – кардиолог, врач функциональной диагностики, терапевт ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0943-5495>

Ольга Сергеевна Чумакова – канд. мед. наук, доцент кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-2373-1183>

Дмитрий Александрович Затейщиков – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; заведующий первичным сосудистым отделением ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница №29 им. Н.Э. Баумана ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7065-2045>

Контактная информация*: Капустина Анастасия Юрьевна – e-mail: nast.capustina@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Стеноз аортального клапана (АК) является самым частым приобретенным клапанным пороком сердца с растущей распространенностью из-за старения населения, который может быть успешно корригирован с помощью хирургического или эндоваскулярного вмешательства [1]. Заболеваемость увеличивается с возрастом и составляет до 3% у взрослых 65–74 лет, у пациентов 75–84 лет распространенность аортального стеноза (АС) составляет уже 7% и возрастает до 16% у лиц старше 85 лет [2]. При этом 0,7% пациентов имеют умеренную или тяжелую степень АС [3]. Предполагается, что во всем мире к 2030 г. будет 4,5 млн случаев заболеваний АС [4]. Наиболее частыми причинами летального исхода у пациентов с тяжелым АС являются развитие сердечной недостаточности, инфаркт миокарда (ИМ) и внезапная сердечная смерть [5]. Все это требует улучшения диагностики и прогнозирования тяжелых сердечно-сосудистых событий у этой категории пациентов, так как АС может иметь субклинический период, который нередко протекает бессимптомно [6, 7]. Возникновение симптомов приводит к ухудшению прогноза, а средняя выживаемость пациентов при отсутствии своевременной диагностики составляет 2–3 года [8]. При АС важным является выявление пациентов с неблагоприятным прогнозом, на который указывают наряду с клиническими проявлениями тяжелая степень сужения АК и снижение систолической функции левого желудочка (ЛЖ) [1, 2].

Наряду с оценкой систолической функции ЛЖ с помощью фракции выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) используется оценка продольной деформации ЛЖ с помощью спекл-трекинг-эхокардиографии (ЭхоКГ), которая может предоставить дополнительную информацию у пациентов с АС. Глобальная продольная систолическая деформация (ГПСД) ЛЖ коррелирует со смертностью от всех причин у бессимптомных пациентов с АС и нормальной ФВ ЛЖ [9]. Однако использование ГПСД ЛЖ ограничено необходимостью использования специального программного обеспечения.

В 2013 г. N. Mewton и соавт. [10] был предложен индекс глобальной функции ЛЖ (ИГФ ЛЖ), полученный с помощью МРТ

для оценки прогноза сердечно-сосудистых событий у относительно здоровых пациентов, а также при ряде патологических состояний: ИМ, у пациентов с электрокардиостимуляторами, при сердечной недостаточности с талассемией, гипертрофической и дилатационной кардиомиопатиями и амилоидозе сердца [11–19]. С 2019 г. стали появляться работы, получающие ИГФ ЛЖ методом ЭхоКГ у здоровых лиц, пациентов с ИМ и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [20–26].

Несомненным преимуществом ИГФ ЛЖ является возможность его расчета без использования специального оборудования.

Цель нашего исследования: оценка прогностического значения ИГФ ЛЖ у пациентов с аортальным стенозом.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ретроспективно были проанализированы данные 377 пациентов с диагнозом АС различной степени выраженности без предшествующего хирургического вмешательства на клапане, включенных в проспективное наблюдательное исследование в период с 2010 по 2016 г. В исследование не включались пациенты с ревматическим генезом порока АК, с хирургическим лечением порока в прошлом, с другой значимой клапанной патологией сердца, а также при наличии тяжелых сопутствующих хронических заболеваний с предполагаемой продолжительностью жизни менее 6 мес и при невозможности контакта с больным после выписки. Все пациенты дали согласие на участие в перспективном исследовании. Протокол данного ретроспективного исследования был одобрен этическим комитетом ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва (протокол № 03/2020 от 09.06.2020).

Всем пациентам проводилась трансторакальная ЭхоКГ на ультразвуковом аппарате Vivid i фирмы General Electric с многофазным фазированным датчиком 3S-RS (1,7–4,0 МГц). Пациентов с неоптимальной визуализацией при ЭхоКГ не включали в данный анализ. Измерения размеров и объемов камер сердца при ЭхоКГ-исследовании выполнялось в соответствии

с рекомендациями [27]. ФВ определялась на основе вычисления объемов по формуле Симпсона в верхушечной позиции на 4 камеры. Масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г) рассчитывалась по формуле R. Devereux и D.R. Alonso (1986):

$$\text{ММЛЖ, г} = 0,8 \times (1,04 \times [(\text{КРД ЛЖ} + \text{ТМЖП} + \text{ТЗСЛЖ})^3 - \text{КРД ЛЖ}^3]) + 0,6,$$

где ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка, г; КРД ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка, мм; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, мм; ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка, мм.

Индекс массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) рассчитывали как отношение ММЛЖ к площади поверхности тела. Гипертрофией миокарда ЛЖ считали ИММЛЖ >95 г/м² для женщин и ИММЛЖ >115 г/м² для мужчин.

Индекс глобальной функции левого желудочка вычисляли по формуле:

$$\text{ИГФ ЛЖ} = \frac{\text{УО ЛЖ}}{\frac{\text{КДО ЛЖ} + \text{КСО ЛЖ}}{2} + \text{ОМ ЛЖ}} \times 100\%,$$

где ИГФ ЛЖ – индекс глобальной функции левого желудочка, %; УО ЛЖ – ударный объем левого желудочка, мл; КДО ЛЖ – конечно-диастолический объем левого же-

лудочка, мл; КСО ЛЖ – конечно-систолический объем левого желудочка, мл; ОМ ЛЖ – объем миокарда левого желудочка.

Объем миокарда ЛЖ рассчитывали как ММЛЖ/плотность ЛЖ, где плотность ЛЖ равнялась 1,05 г/мл.

Выделяли 3 степени АС в зависимости от расчетного значения площади АЖ по данным ЭхоКГ: легкую при площади аортального клапана (ПАК) >1,5 см², умеренную при ПАК 1,0–1,5 см² и тяжелую при ПАК <1,0 см² [2].

Средний возраст обследованных составил 79 (75–84) лет, средний срок наблюдения – 602,7 ± 48,72 дня. При наблюдении у пациентов с АС фиксировались все случаи смерти. Клинико-лабораторная и эхокардиографическая характеристики пациентов представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, пациенты с АС были пожилого возраста, преобладали женщины. У большинства пациентов была диагностирована ХСН, артериальная гипертензия (АГ) и больше половины пациентов имели в анамнезе ишемическую болезнь сердца (ИБС) и страдали фибрилляцией предсердий (ФП). В биохимическом анализе крови обращали на себя внимание повышенные значения креатинина, мочевой кислоты, глюкозы и липопротеидов низкой плотности. В обследованной группе пациентов среднее значение ИГФ ЛЖ составило 19,2 ± 7,89%.

Таблица 1. Клинико-лабораторная и эхокардиографическая характеристики пациентов с АС

Параметры	Все пациенты (n = 377)
Возраст, годы (Me, IQR, max–min)	79 (75–84) 53–98
Мужской пол, n (%)	128 (34%)
Курение, n (%)	40 (10,5%)
Анамнез ИБС, n (%)	248 (65,3%)
Анамнез ИМ, n (%)	161 (42,4%)
Анамнез инсульта, n (%)	62 (16,3%)
ФП, n (%)	212 (55,8%)
ХСН, n (%)	336 (88,4%)
АГ, n (%)	371 (97,6%)
СД, n (%)	92 (24,2%)
Периферический атеросклероз, n (%)	78 (20,5%)

Таблица 1 (окончание).

Параметры	Все пациенты (n = 377)
Холестерин общий, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	5,1 (4,1–6,0) 1,7–10,4
ЛПНП, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	2,66 (2,00–3,25) 0,60–5,90
ЛПВП, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	1,26 (1,01–1,53) 0,27–4,06
Креатинин, мкмоль/л (Me, IQR, max-min)	105 (91–124) 54–612
Мочевая кислота, мкмоль/л (M ± SD, max-min)	513,2 ± 131,6 320–905
Глюкоза, ммоль/л (Me, IQR, max-min)	5,70 (5,1–6,4) 3,3–18,7
УО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	52,1 (41–67) 12,8–137,8
КДР ЛЖ, см (Me, IQR, max-min)	45 (41–50) 25–80
ТЗСЛЖ, мм (Me, IQR, max-min)	13 (11–15) 6–22
ТМЖП, мм (Me, IQR, max-min)	14,0 (12–16) 8,0–28,0
ИММЛЖ, г/м ² (Me, IQR, max-min)	126,5 (103,25–166,98) 58,12–410,82
КДО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	89,0 (71,6–118,67) 25–358
КСО ЛЖ, мл (Me, IQR, max-min)	34 (22–56) 4–291
ФВ ЛЖ, % (Me, IQR, max-min)	62,5 (51–70) 11,6–90
Скорость кровотока на АК, м/с (Me, IQR, max-min)	3,12 (2,63–4,1) 1,53–6,60
Средний градиент давления на АК, мм рт.ст. (Me, IQR, max-min)	25,2 (15,69–43,11) 0,89–111,0
Максимальный градиент давления на АК, мм рт.ст. (Me, IQR, max-min)	38,9 (27,57–66,85) 9,4–174
ПАК, см ² (Me, IQR, max-min)	0,97 (0,6–1,34) 0,2–2,1

Примечание. Здесь и в табл. 2: Me – медиана, IQR – межквартильный размах, M ± SD – среднее ± стандартное отклонение, ПАК – площадь аортального клапана, АГ – артериальная гипертензия, АК – аортальный клапан, ИБС – ишемическая болезнь сердца, ИМ – инфаркт миокарда, ИММЛЖ – индекс массы миокарда ЛЖ, КДО – конечно-диастолический объем, КСО – конечно-систолический объем, КДР – конечно-диастолический размер, ЛЖ – левый желудочек, ЛПНП – липопротеиды низкой плотности, ЛПВП – липопротеиды высокой плотности, СД – сахарный диабет, ТЗСЛЖ – толщина задней стенки ЛЖ, ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки, УО – ударный объем, ФВ – фракция выброса, ФП – фибрилляция предсердий, ХСН – хроническая сердечная недостаточность.

На момент выписки из стационара 317 (84,1%) пациентов принимали ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, 313 (83,0%) – бета-блокаторы, 71 (18,8%) – блокаторы кальциевых каналов, 196 (52,0%) – диуретики, 47 (12,5%) – варфарин и 190 (50,5%) – статины.

Статистическая обработка проводилась с помощью стандартного статистического пакета программ IBM SPSS Statistics Version 26.0 для Windows и MedCalc версия 18.3 (США). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро–Уилка или критерий Колмогорова–Смирнова, а также показатели асимметрии и эксцесса. В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). Совокупности количественных показателей, распределение которых отличалось от нормального, описывались при помощи значений медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (IQR). Номинальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался t -критерий Стьюдента. Полученные значения t -критерия Стьюдента оценивались путем сравнения с критическими значениями. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для сравнения независимых совокупностей в случаях отсутствия признаков нормального распределения данных использовался U -критерий Манна–Уитни. При сравнении нескольких выборок количественных данных, имеющих распределение, отличное от нормального, использовался критерий Краскела–Уоллиса. Сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия χ^2 Пирсона. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода, в том числе вероятности наступления исхода, рассчитанной с помо-

щью регрессионной модели, применялся метод анализа ROC-кривых. Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана–Мейера.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В зависимости от степени АС в исследовании было 70 (19%) пациентов с легким АС, 116 (31%) – с умеренным и 191 (50%) – с тяжелым АС.

Сравнение значения ИГФ ЛЖ в зависимости от степени АС представлено на рис. 1.

ИГФ ЛЖ достоверно значимо различался между пациентами с разной степенью АС ($p < 0,001$) и соответствовал у пациентов с АС легкой степени – $22,8 \pm 6,89\%$, у пациентов с умеренной степенью – $21,0 \pm 7,45\%$, у пациентов с тяжелой степенью АС – $16,8 \pm 7,73\%$.

Нами было зарегистрировано 130 случаев летального исхода (34,4%). Причиной смерти являлись: декомпенсация ХСН – 66 (17,4%), ИМ – 18 (4,7%), инсульт – 12 (3,2%), тромбоэмболия легочной артерии – 5 (1,3%), внезапная сердечная смерть – 10 (2,6%), другие причины – 20 (5,3%).

В табл. 2 представлены данные умерших и выживших пациентов.

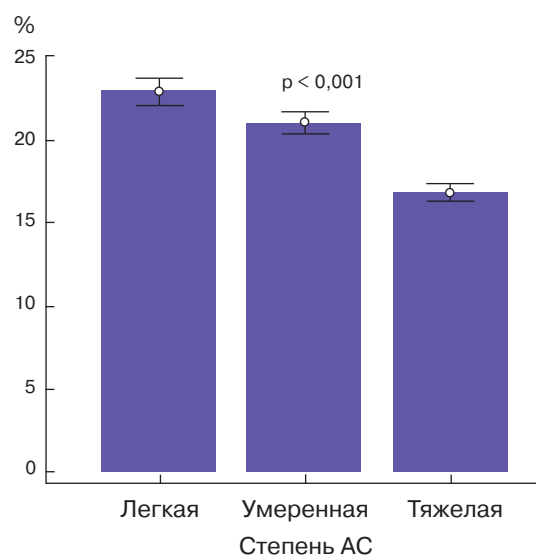


Рис. 1. ИГФ ЛЖ у пациентов с разной степенью АС.

Таблица 2. Сравнительная характеристика умерших и выживших пациентов с однофакторным анализом параметров, ассоциированных с риском смерти

Параметры	Умершие пациенты (n = 130)	Выжившие пациенты (n = 247)	p
Возраст, годы (Me, IQR, max–min)	80 (76–85) 60–95	79 (74–84) 53–98	0,059
Мужской пол, n (%)	40 (30,8%)	88 (35,6%)	0,344
ФП, n (%)	78 (60,0%)	133 (53,8%)	0,253
Курение, n (%)	8 (6,2%)	32 (13,0%)	0,155
Анамнез ИБС, n (%)	105 (80,8%)	140 (56,7%)	<0,001*
Анамнез ИМ, n (%)	77 (59,2%)	84 (36,2%)	<0,001*
Анамнез инсульта, n (%)	26 (20,0%)	36 (14,6%)	0,177
АГ, n (%)	126 (96,9%)	242 (98,0%)	0,502
ХСН, n (%)	124 (95,4%)	209 (84,6%)	0,002*
СД, n (%)	35 (26,9%)	55 (22,3%)	0,171
Периферический атеросклероз, n (%)	30 (23,1%)	45 (18,2%)	0,197
Холестерин общий, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	5,0 (3,8–5,6) 1,7–9,1	5,16 (4,2–6,2) 2,2–10,4	0,006*
ЛПНП, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	2,42 (2,02–2,89) 0,85–5,5	2,7 (1,98–3,44) 0,6–6,5	0,146
ЛПВП, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	1,20 (0,89–1,43) 0,27–4,06	1,28 (1,03–1,61) 0,74–3,18	0,018*
Креатинин, мкмоль/л (Me, IQR, max–min)	108 (93–131) 56–612	103 (90–120) 54–393	0,013*
Мочевая кислота, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	485,5 (421–511) 390–788	513,5 (435–552) 320–905	0,679
Глюкоза, ммоль/л (Me, IQR, max–min)	5,65 (4,92–6,65) 3,3–16,9	5,7 (5,1–6,4) 3,4–18,7	0,519
УО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	49 (35,25–63) 12,8–116	54 (42,71–68,2) 14,9–137,8	0,011*
КДР ЛЖ, мм (Me, IQR, max–min)	47 (42–52) 31–80	44 (40–49) 25–78	0,003*
ТЗСЛЖ, мм (Me, IQR, max–min)	13 (11–15) 6–22	13 (11–15) 8–21	0,408
ТМЖП, мм (Me, IQR, max–min)	14 (12–16) 8–25	13,5 (11,25–15) 8–28	0,043*
ММЛЖ, г (Me, IQR, max–min)	260,66 (198,38–310,69) 112,2–698,39	218,78 (174,50–283,37) 91,57–556,85	<0,001*
ИММЛЖ, г/м ² (Me, IQR, max–min)	145,43 (113,11–184,48) 60,39–410,82	119,64 (99,36–153,99) 58,12–325,64	<0,001*
КДО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	92,66 (73–128) 25–358	86 (70,34–114) (25–310)	0,155
КСО ЛЖ, мл (Me, IQR, max–min)	37 (23,39–63,26) 4–291	31 (21,53–48,51) 4–274	0,005*
ФВ ЛЖ, % (Me, IQR, max–min)	60 (42,29–66,85) 16–85	64,65 (54,6–71) 11,6–90	<0,001*
ИГФ ЛЖ, % (Me, IQR, max–min)	15,39 (11,35–20,95) 3,85–46,11	20,12 (15,16–25,98) 3,5–50,54	<0,001*

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

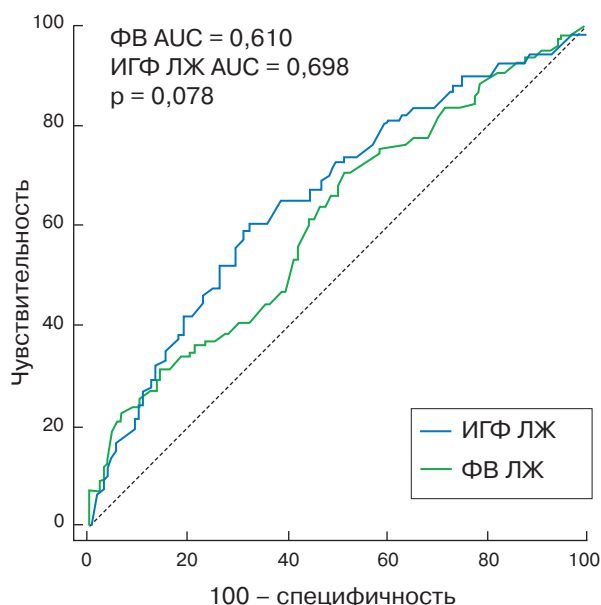


Рис. 2. ROC-анализ прогностической значимости ИГФ ЛЖ и ФВ ЛЖ у пациентов с АС в отношении риска смерти от всех причин.

Как следует из табл. 2, пациенты в группе с летальными исходами достоверно чаще имели в анамнезе ИБС ($p < 0,001$) и ИМ ($p < 0,001$), чаще страдали ХСН ($p = 0,002$). В биохимическом анализе крови у них был ниже уровень общего холестерина ($p = 0,006$) и ЛПВП ($p = 0,018$), а значения

креатинина в группе с летальным исходом оказались выше по сравнению с группой выживших пациентов ($p = 0,013$). По данным ЭхоКГ у умерших пациентов были значимо больше конечно-диастолический размер ЛЖ ($p = 0,003$), толщина МЖП ($p = 0,043$), ударный объем ЛЖ ($p = 0,011$), конечно-систолический объем ЛЖ ($p = 0,005$), ММЛЖ ($p < 0,001$) и ИММЛЖ ($p < 0,001$) наряду с более низкими значениями ФВ ЛЖ – 60% (42,29–66,85%) против 64,65% (54,6–71%) ($p < 0,001$) и ИГФ ЛЖ – 15,39% (11,35–20,95%) и 20,12% (15,16–25,98%) соответственно ($p < 0,001$).

На рис. 2 приведен ROC-анализ прогностической значимости ФВ ЛЖ и ИГФ ЛЖ в отношении смерти от всех причин.

Достоверной разницы прогностической значимости в отношении смерти от всех причин между ФВ ЛЖ и ИГФ ЛЖ не было ($p = 0,078$). Однако, исходя из данных ROC-анализа (см. рис. 2), ИГФ ЛЖ имел несколько большие значения AUC – 0,698 [0,608–0,786], в отличие от ФВ ЛЖ – 0,610 [0,559–0,659].

Проведена оценка выживаемости пациентов в зависимости от степени тяжести АС (рис. 3). Отдельно проанализирована выживаемость в группе с легкой степенью АС и в объединенной группе пациентов с умеренным и тяжелым АС.

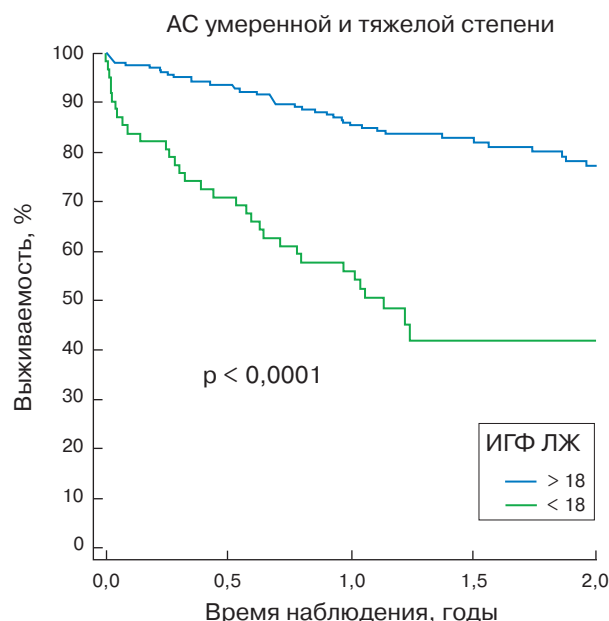
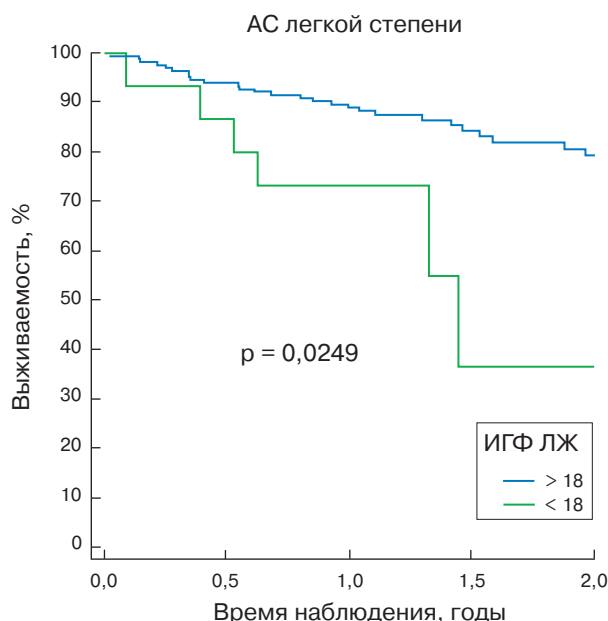


Рис. 3. Кривые выживаемости у пациентов с различной степенью тяжести АС в зависимости от ИГФ ЛЖ.

Значения ИГФ ЛЖ менее 18% достоверно ассоциировались с риском смерти от всех причин в течение двух лет наблюдения как при легкой степени АС ($p = 0,0249$), так и при умеренном и тяжелом АС ($p < 0,0001$, см. рис. 3).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют в пользу использования ИГФ ЛЖ в качестве эффективного прогностического показателя у пациентов вне зависимости от степени АС.

ОБСУЖДЕНИЕ

По данным литературы, оценка ИГФ ЛЖ у пациентов с АС ранее не проводилась. В нашем исследовании у пациентов с АС и летальными исходами значения ИГФ ЛЖ достоверно были ниже, чем в группе выживших пациентов ($p < 0,001$). ИГФ ЛЖ показал себя фактором, ассоциированным с летальными исходами у неоперированных пациентов вне зависимости от степени АС.

Из клинических факторов значимый вклад в возникновение и прогрессирование АС вносят возраст, курение, АГ, избыточная масса тела и наличие сахарного диабета [28, 29]. Известно, что снижение ФВ ЛЖ у пациентов с АС менее 50% является значимым фактором риска возникновения летальных исходов [30]. Однако вопрос оценки риска развития неблагоприятных событий у пациентов с АС и сохранной ФВ ЛЖ остается нерешенным.

Р. Genereux и соавт. предложили и применили классификацию АС в зависимости от внеклапанного поражения сердца у 1661 пациента с тяжелым АС и сохранной ФВ ЛЖ (более 50%) [31]. Предложенная классификация показала себя прогностически значимой в многофакторном анализе риска в отношении смерти от всех причин наряду с такими факторами, как слабость и наличие хронической обструктивной болезни легких. Стоит отметить, что возраст, наличие острого коронарного синдрома в анамнезе, пиковая скорость кровотока на АК, площадь аортального отверстия не были прогностически значимыми. В первую стадию предложенной классификации АС включено наличие гипертрофии ЛЖ. Следует напомнить, что в формуле расчета ИГФ ЛЖ одним из компонентов является ММЛЖ, то есть показатель, определяю-

щий наличие или отсутствие гипертрофии ЛЖ. Таким образом, можно предположить, что возможной причиной выявленного нами прогностического значения ИГФ ЛЖ может быть то обстоятельство, что этот индекс включает в себя показатель гипертрофии ЛЖ, который является прогностически важным фактором внеклапанного поражения сердца для оценки рисков у пациентов с АС.

Конечно, ИГФ ЛЖ не претендует на всеобъемлющую характеристику функции и ремоделирования ЛЖ. Однако значимость этого параметра обуславливается учетом как объемных показателей ЛЖ, так и показателя раннего ремоделирования миокарда при АС – гипертрофии ЛЖ. Очевидным преимуществом этого индекса является доступность параметров, необходимых для его расчета, не требующих дополнительного программного обеспечения, в отличие от оценки показателя деформации ЛЖ.

Ограничения исследования

Ограничением нашего исследования явилось отсутствие сопоставления прогностического значения ИГФ ЛЖ с показателем глобальной продольной систолической деформации ЛЖ, который в последние годы все шире используется для оценки систолической функции ЛЖ у пациентов с бессимптомным тяжелым АС при сохранной ФВ ЛЖ [9]. В связи с этим представляются перспективными дальнейшие исследования по сопоставлению прогностического значения ИГФ ЛЖ с показателем глобальной продольной систолической деформации ЛЖ у пациентов с АС.

ВЫВОДЫ

1. У пациентов с аортальным стенозом при развитии летальных исходов значения ИГФ ЛЖ были статистически значимо ниже, чем в группе выживших пациентов, наряду с другими значимыми клинико-лабораторными и диагностическими показателями.

2. У пациентов с аортальным стенозом снижение ИГФ ЛЖ менее 18% ассоциировалось с повышением риска смерти от всех причин при легкой, умеренной и тяжелой степени АС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Lee G., Chikwe J., Milojevic M., Wijeyesundera H.C., Biondi-Zoccai G., Flather M., Gaudino M.F.L., Fremes S.E., Tam D.Y.. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur. Heart J.* 2023; 44 (10): 796–812. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803>
- Singh G.K., van der Bijl P., Goedemans L., Vollema E.M., Abou R., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Prevalence of Aortic Valve Stenosis in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Effect on Long-Term Outcome. *Am. J. Cardiol.* 2021; 153: 30–35. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.05.012>
- Patel K.P., Chahal A., Mullen M.J., Rathod K., Baumbach A., Lloyd G., Treibel T.A., Awad W.I., Ricci F., Khanji M.Y. Acute Decompensated Aortic Stenosis: State of the Art Review. *Curr. Probl. Cardiol.* 2023; 48 (1): 101422. <http://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101422>
- Wal P., Rathore S., Aziz N., Singh Y.K., Gupta A. Aortic stenosis: a review on acquired pathogenesis and ominous combination with diabetes mellitus. *Egypt Heart J.* 2023; 75 (1): 26. <http://doi.org/10.1186/s43044-023-00345-6>
- Yeo K.K., Low R.I. Aortic stenosis: assessment of the patient at risk. *J. Interv. Cardiol.* 2007; 20 (6): 509–516. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2007.00297.x>
- Bohbot Y., Renard C., Manrique A., Levy F., Maréchaux S., Gerber B.L., Tribouilloy C. Usefulness of Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Aortic Stenosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 13 (5): e010356. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.010356>
- Joseph J., Naqvi S.Y., Giri J., Goldberg S. Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapy. *Am. J. Med.* 2017; 130 (3): 253–263. <http://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.10.005>
- Zakkar M., Bryan A.J., Angelini G.D. Aortic stenosis: diagnosis and management. *BMJ.* 2016; 355: i5425. <http://doi.org/10.1136/bmj.i5425>
- Magne J., Cosyns B., Popescu B.A., Carstensen H.G., Dahl J., Desai M.Y., Kearney L., Lancellotti P., Marwick T.H., Sato K., Takeuchi M., Zito C., Casalta A.C., Mohty D., Piérard L., Habib G., Donal E. Distribution and Prognostic Significance of Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Asymptomatic Significant Aortic Stenosis: An Individual Participant Data Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2019; 12 (1): 84–92. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.005>
- Mewton N., Opdahl A., Choi E.Y., Almeida A.L., Kawel N., Wu C.O., Burke G.L., Liu S., Liu K., Bluemke D.A., Lima J.A. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension.* 2013; 61 (4): 770–778. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.198028>
- Eitel I., Pössl J., Jobs A., Eitel C., de Waha S., Barkhausen J., Desch S., Thiele H. Left ventricular global function index assessed by cardiovascular magnetic resonance for the prediction of cardiovascular events in ST-elevation myocardial infarction. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2015; 17 (1): 62. <http://doi.org/10.1186/s12968-015-0161-x>
- Reinstadler S.J., Klug G., Feistritz H.J., Kofler M., Pernter B., Göbel G., Henninger B., Müller S., Franz W.M., Metzler B. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2016; 17 (2): 169–176. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev129>
- Huang S., Xu H.Y., Diao K.Y., Shi K., He Y., He S., Zhang Y., Gao Y., Shen M.T., Guo Y.K., Yang Z.G. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1): 4707. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-61608-9>
- Desai M.Y., Mentias A., Alashi A., Flamm S.D., Thamilarasan M., Lever H.M., Popovic Z.B. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc. Imaging.* 2020; 13 (9): 2052–2054. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.023>
- Schober A.L., Jungbauer C., Poschenrieder F., Schober A.D., Hubauer U., Keyser A., Fredersdorf-Hahn S., Debl K., Maier L.S., Sossalla S., Buchner S., Üçer E. Cardiac MRI Based Left Ventricular Global Function Index: Association with Disease Severity in Patients with ICD for Secondary Prevention. *J. Clin. Med.* 2021; 10 (21): 4980. <http://doi.org/10.3390/jcm10214980>
- Meloni A., Positano V., Pistola L., Righi R., Missere M., Grassedonio E., Schicchi N., Vallone A., Gamberini M.R., Cuccia L., Lisi R., Cecinati V., Spasiano A., Cademartiri F. Left ventricular global function index is associated with myocardial iron overload and heart failure in thalassemia major patients. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2023; 39 (5): 991–999. <http://doi.org/10.1007/s10554-023-02792-3>
- Liu T., Zhou Z., Bo K., Gao Y., Wang H., Wang R., Liu W., Chang S., Liu Y., Sun Y., Firmin D., Yang G., Dong J., Xu L. Association Between Left Ventricular Global Function Index and Outcomes in Patients With Dilated Cardiomyopathy. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 751907. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.751907>
- Diaz-Navarro R.A., Kerkhof P.L.M. Left Ventricular Global Function Index and the Impact of its Companion Metric. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 695883. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.695883>
- Krumm P., Zitzelsberger T., Weinmann M., Mangold S., Rath D., Nikolaou K., Gawaz M., Kramer U., Klumpp B.D. Cardiac MRI left ventricular global function index and quantitative late gadolinium enhancement in unrecognized myocardial infarction. *Eur. J. Radiol.* 2017; 92: 11–16. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.04.012>
- Nwabuo C.C., Moreira H.T., Vasconcellos H.D., Mewton N., Opdahl A., Ogunyankin K.O., Ambale-Venkatesh B., Schreiner P.J., Armstrong A.A.C., Lewis C.E., Jacobs D.R., Lloyd-Jones D., Gidding S.S., Lima J.A.C. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and

- cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20 (5): 533–540. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jej123>
21. Ларина В.Н., Лунев В.И., Алёхин М.Н. Индекс глобальной функции левого желудочка: прогностическое значение у пациентов с хронической сердечной недостаточностью в возрасте 60 лет и старше. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020; 19 (5): 2404. <http://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2404>
 22. Капустина А.Ю., Минушкина Л.О., Алёхин М.Н., Селезнева Н.Д., Сафарян В.И., Бражник В.А., Чумакова О.С., Евдокимова М.А., Галявич А.С., Хасанов Н.Р., Чичкова М.А., Космачева Е.Д., Терещенко С.Н., Козилова Н.А., Глезер М.Г., Боева О.И., Константинов В.О., Затейщиков Д.А. Индекс глобальной функции левого желудочка в качестве прогностического фактора сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с острым коронарным синдромом. *Кардиология*. 2021; 61 (8): 23–31. <http://doi.org/10.18087/cardio.2021.8.n1508>
 23. Ларина В.Н., Лунев В.И., Ларин В.Г., Головкин М.Г., Сидорова В.П. Прогнозирование течения сердечной недостаточности у пациентов старшего возраста с хронической болезнью почек. *Терапия*. 2021; 9: 85–94. <http://doi.org/10.18565/therapy.2021.9.85-94>
 24. Циванюк М.М., Гельцер Б.И., Шахгельдян К.И., Емцева Е.Д., Завалин Г.С., Шекунова О.И. Электрокардиографические, эхокардиографические и липидные показатели в прогнозировании обструктивного поражения коронарных артерий у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. *Российский кардиологический журнал*. 2022; 27 (6): 5036. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5036>
 25. Минушкина Л.О., Бражник В.А., Селезнева Н.Д., Капустина А.Ю., Алёхин М.Н., Затейщиков Д.А. Индекс глобальной функции левого желудочка и особенности суточного профиля артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией. *Российский медицинский журнал*. 2022; 28 (1): 29–36. <http://doi.org/10.17816/medjrf108905>
 26. Doganay B., Celebi O.O. Prognostic role of the left ventricular global function index in predicting major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome patients. *Biomark Med*. 2023; 17 (1): 5–16. <http://doi.org/10.2217/bmm-2023-0063>
 27. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afzalalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2015; 28 (1): 1–39. e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
 28. Lindman B.R., Clavel M.A., Mathieu P., Iung B., Lancellotti P., Otto C.M., Pibarot P. Calcific aortic stenosis. *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2016; 2: 16006. <http://doi.org/10.1038/nrdp.2016.6>
 29. Shah S.M., Shah J., Lakey S.M., Garg P., Ripley D.P. Pathophysiology, emerging techniques for the assessment and novel treatment of aortic stenosis. *Open Heart*. 2023; 10 (1): e002244. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002244>
 30. Coisne A., Scotti A., Latib A., Montaigne D., Ho E.C., Ludwig S., Modine T., G  n  reux P., Bax J.J., Leon M.B., Bauters C., Granada J.F. Impact of Moderate Aortic Stenosis on Long-Term Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2022; 15 (16): 1664–1674. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.06.022>
 31. G  n  reux P., Pibarot P., Redfors B., Mack M.J., Makkar R.R., Jaber W.A., Svensson L.G., Kapadia S., Tuzcu E.M., Thourani V.H., Babaliaros V., Herrmann H.C., Szeto W.Y., Cohen D.J., Lindman B.R., McAndrew T., Alu M.C., Douglas P.S., Hahn R.T., Kodali S.K., Smith C.R., Miller D.C., Webb J.G., Leon M.B. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur. Heart J*. 2017; 38 (45): 3351–3358. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx381>

REFERENCES

1. Lee G., Chikwe J., Milojevic M., Wijeyesundera H.C., Biondi-Zoccai G., Flather M., Gaudino M.F.L., Fremes S.E., Tam D.Y.. ESC/EACTS vs. ACC/AHA guidelines for the management of severe aortic stenosis. *Eur. Heart J*. 2023; 44 (10): 796–812. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehac803>
2. Singh G.K., van der Bijl P., Goedemans L., Vollema E.M., Abou R., Ajmone Marsan N., Bax J.J., Delgado V. Prevalence of Aortic Valve Stenosis in Patients With ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and Effect on Long-Term Outcome. *Am. J. Cardiol*. 2021; 153: 30–35. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.05.012>
3. Patel K.P., Chahal A., Mullen M.J., Rathod K., Baumbach A., Lloyd G., Treibel T.A., Awad W.I., Ricci F., Khanji M.Y. Acute Decompensated Aortic Stenosis: State of the Art Review. *Curr. Probl. Cardiol*. 2023; 48 (1): 101422. <http://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2022.101422>
4. Wal P., Rathore S., Aziz N., Singh Y.K., Gupta A. Aortic stenosis: a review on acquired pathogenesis and ominous combination with diabetes mellitus. *Egypt Heart J*. 2023; 75 (1): 26. <http://doi.org/10.1186/s43044-023-00345-6>
5. Yeo K.K., Low R.I. Aortic stenosis: assessment of the patient at risk. *J. Interv. Cardiol*. 2007; 20 (6): 509–516. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8183.2007.00297.x>
6. Bohbot Y., Renard C., Manrique A., Levy F., Mar  chaux S., Gerber B.L., Tribouilloy C. Usefulness of Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Aortic Stenosis. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13 (5): e010356. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.119.010356>
7. Joseph J., Naqvi S.Y., Giri J., Goldberg S. Aortic Stenosis: Pathophysiology, Diagnosis, and Therapy.

- Am. J. Med.* 2017; 130 (3): 253–263. <http://doi.org/10.1016/j.amjmed.2016.10.005>
8. Zakkar M., Bryan A.J., Angelini G.D. Aortic stenosis: diagnosis and management. *BMJ*. 2016; 355: i5425. <http://doi.org/10.1136/bmj.i5425>
 9. Magne J., Cosyns B., Popescu B.A., Carstensen H.G., Dahl J., Desai M.Y., Kearney L., Lancellotti P., Marwick T.H., Sato K., Takeuchi M., Zito C., Casalta A.C., Mohy D., Piérard L., Habib G., Donal E. Distribution and Prognostic Significance of Left Ventricular Global Longitudinal Strain in Asymptomatic Significant Aortic Stenosis: An Individual Participant Data Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2019; 12 (1): 84–92. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2018.11.005>
 10. Mewton N., Opdahl A., Choi E.Y., Almeida A.L., Kawel N., Wu C.O., Burke G.L., Liu S., Liu K., Bluemke D.A., Lima J.A. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for assessment of cardiac performance for the prediction of cardiovascular events: the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Hypertension*. 2013; 61 (4): 770–778. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.111.198028>
 11. Eitel I., Pöss J., Jobs A., Eitel C., de Waha S., Barkhausen J., Desch S., Thiele H. Left ventricular global function index assessed by cardiovascular magnetic resonance for the prediction of cardiovascular events in ST-elevation myocardial infarction. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2015; 17 (1): 62. <http://doi.org/10.1186/s12968-015-0161-x>
 12. Reinstadler S.J., Klug G., Feistritz H.J., Kofler M., Pernter B., Göbel G., Henninger B., Müller S., Franz W.M., Metzler B. Prognostic value of left ventricular global function index in patients after ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2016; 17 (2): 169–176. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev129>
 13. Huang S., Xu H.Y., Diao K.Y., Shi K., He Y., He S., Zhang Y., Gao Y., Shen M.T., Guo Y.K., Yang Z.G. Left ventricular global function index by magnetic resonance imaging – a novel marker for differentiating cardiac amyloidosis from hypertrophic cardiomyopathy. *Sci. Rep.* 2020; 10 (1): 4707. <http://doi.org/10.1038/s41598-020-61608-9>
 14. Desai M.Y., Mentias A., Alashi A., Flamm S.D., Thamilarasan M., Lever H.M., Popovic Z.B. LV Global Function Index Provides Incremental Prognostic Value Over LGE and LV GLS in HCM. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13 (9): 2052–2054. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.03.023>
 15. Schober A.L., Jungbauer C., Poschenrieder F., Schober A.D., Hubauer U., Keyser A., Fredersdorf-Hahn S., Debl K., Maier L.S., Sossalla S., Buchner S., Üçer E. Cardiac MRI Based Left Ventricular Global Function Index: Association with Disease Severity in Patients with ICD for Secondary Prevention. *J. Clin. Med.* 2021; 10 (21): 4980. <http://doi.org/10.3390/jcm10214980>
 16. Meloni A., Positano V., Pistoia L., Righi R., Missere M., Grassedonio E., Schicchi N., Vallone A., Gamberini M.R., Cuccia L., Lisi R., Cecinati V., Spasiano A., Cademartiri F. Left ventricular global function index is associated with myocardial iron overload and heart failure in thalassemia major patients. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2023; 39 (5): 991–999. <http://doi.org/10.1007/s10554-023-02792-3>
 17. Liu T., Zhou Z., Bo K., Gao Y., Wang H., Wang R., Liu W., Chang S., Liu Y., Sun Y., Firmin D., Yang G., Dong J., Xu L. Association Between Left Ventricular Global Function Index and Outcomes in Patients With Dilated Cardiomyopathy. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 751907. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.751907>
 18. Diaz-Navarro R.A., Kerkhof P.L.M. Left Ventricular Global Function Index and the Impact of its Companion Metric. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 695883. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2021.695883>
 19. Krumm P., Zitzelsberger T., Weinmann M., Mangold S., Rath D., Nikolaou K., Gawaz M., Kramer U., Klumpp B.D. Cardiac MRI left ventricular global function index and quantitative late gadolinium enhancement in unrecognized myocardial infarction. *Eur. J. Radiol.* 2017; 92: 11–16. <http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2017.04.012>
 20. Nwabuo C.C., Moreira H.T., Vasconcellos H.D., Mewton N., Opdahl A., Ogunyankin K.O., Ambale-Venkatesh B., Schreiner P.J., Armstrong A.A.C., Lewis C.E., Jacobs D.R., Lloyd-Jones D., Gidding S.S., Lima J.A.C. Left ventricular global function index predicts incident heart failure and cardiovascular disease in young adults: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 20 (5): 533–540. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jez123>
 21. Larina V.N., Lunev V.I., Alekhin M.N. Left ventricular global function index: prognostic value in patients with heart failure aged 60 years and older. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2020; 19 (5): 2404. <http://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2404> (In Russian)
 22. Kapustina A.Yu., Minushkina L.O., Alekhin M.N., Selezneva N.D., Safaryan V.I., Brazhnik V.A., Chumakova O.S., Evdokimova M.A., Galyavich A.S., Khasanov N.R., Chichkova M.A., Kosmacheva E.D., Tereshchenko S.N., Koziolova N.A., Glezer M.G., Boeva O.I., Konstantinov V.O., Zateyshchikov D.A. Left ventricular global function index as a predictor of adverse cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome. *Kardiologiia*. 2021; 61 (8): 23–31. <http://doi.org/10.18087/cardio.2021.8.n1508> (In Russian)
 23. Larina V.N., Lunev V.I., Larin V.G., Golovko M.G., Sidorova V.P. Prediction of the current of heart failure in older patients with chronic kidney disease. *Therapy*. 2021; 9: 85–94. <http://doi.org/10.18565/therapy.2021.9.85-94> (In Russian)
 24. Tsivanyuk M.M., Geltser B.I., Shakhgelyan K.I., Emtseva E.D., Zavalin G.S., Shekunova O.I. Electrocardiographic, echocardiographic and lipid parameters in predicting obstructive coronary artery disease in patients with non-ST elevation acute coronary syndrome. *Russian Journal of Cardiology*. 2022; 27 (6): 5036. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5036> (In Russian)
 25. Minushkina L.O., Brazhnik V.A., Selezneva N.D., Kapustina A.Y., Alekhin M.N., Zateyshchikov D.A.

- Left ventricular global function index and peculiarities of daily blood pressure profile in patients with arterial hypertension. *Russian Medicine*. 2022; 28 (1): 29–36. <http://doi.org/10.17816/medjrf108905> (In Russian)
26. Doganay B., Celebi O.O. Prognostic role of the left ventricular global function index in predicting major adverse cardiovascular events in acute coronary syndrome patients. *Biomark Med*. 2023; 17 (1): 5–16. <http://doi.org/10.2217/bmm-2023-0063>
 27. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr*. 2015; 28 (1): 1–39. e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
 28. Lindman B.R., Clavel M.A., Mathieu P., Iung B., Lancellotti P., Otto C.M., Pibarot P. Calcific aortic stenosis. *Nat. Rev. Dis. Primers*. 2016; 2: 16006. <http://doi.org/10.1038/nrdp.2016.6>
 29. Shah S.M., Shah J., Lakey S.M., Garg P., Ripley D.P. Pathophysiology, emerging techniques for the assessment and novel treatment of aortic stenosis. *Open Heart*. 2023; 10 (1): e002244. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2022-002244>
 30. Coisne A., Scotti A., Latib A., Montaigne D., Ho E.C., Ludwig S., Modine T., G  n  reux P., Bax J.J., Leon M.B., Bauters C., Granada J.F. Impact of Moderate Aortic Stenosis on Long-Term Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc. Interv*. 2022; 15 (16): 1664–1674. <http://doi.org/10.1016/j.jcin.2022.06.022>
 31. G  n  reux P., Pibarot P., Redfors B., Mack M.J., Makkar R.R., Jaber W.A., Svensson L.G., Kapadia S., Tuzcu E.M., Thourani V.H., Babaliaros V., Herrmann H.C., Szeto W.Y., Cohen D.J., Lindman B.R., McAndrew T., Alu M.C., Douglas P.S., Hahn R.T., Kodali S.K., Smith C.R., Miller D.C., Webb J.G., Leon M.B. Staging classification of aortic stenosis based on the extent of cardiac damage. *Eur. Heart J*. 2017; 38 (45): 3351–3358. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx381>

Prognostic value of the left ventricular global function index in patients with aortic stenosis

Kapustina A.Yu.^{1,2*}, Minushkina L.O.², Alekhin M.N.^{1,2}, Tipteva T.A.⁴,
Safaryan V.I.³, Chumakova O.S.², Zateyshchikov D.A.^{2,3}

¹ Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation; 15, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

² Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; 19-1A, Marshal Timoshenko str., Moscow 121359, Russian Federation

³ N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29); 2, Hospitalnaya sq., Moscow 111020, Russian Federation

⁴ Medical Centre “Petrovskie vorota”; 4, 1st Kolobovskiy lane, Moscow 127051, Russian Federation

Anastasiya Yu. Kapustina – functional diagnostics doctor, Central Clinical Hospital With Outpatient Clinic, Moscow, Russia; Assistant Professor, Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-7072-9783>

Larisa O. Minushkina – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4203-3586>

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

Tatiana A. Tipteva – Cand. of Sci. (Med.), cardiologist, functional diagnostics doctor, Medical Centre “Petrovskie vorota”, Moscow.

Vakhtang I. Safaryan – cardiologist, functional diagnostics doctor, physician, N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0943-5495>

Olga S. Chumakova – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-2373-1183>

Dmitry A. Zateyshchikov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Division of Therapy, Cardiology, Functional Diagnostics, and Nephrology, Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation; Head of the Primary Vascular Department, N.E. Bauman City Clinical Hospital (City Hospital No29), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-7065-2045>

Correspondence* to Dr. Anastasiya Yu. Kapustina – e-mail: nast.capustina@yandex.ru

A number of factors has an impact on the survival prognosis in aortic stenosis patients. One of these factors is a left ventricular (LV) systolic function. Left ventricular global function index (LVGFI) takes into account the components of LV remodeling: LV volume, LV stroke volume, and LV myocardial volume. **Objective:** to evaluate the prognostic value of LVGFI in patients with various aortic stenosis severity using echocardiography.

Material and methods. The study based on the data of previous prospective observational study from 2010–2016, followed by retrospective calculation and analysis of the LVGFI obtained by echocardiography. A total of 377 patients were included to the study, the average age was 79 (75–84) years; 128 (34%) of them were male; 70 patients (19%) had mild aortic stenosis, 116 patients (31%) - moderate aortic stenosis, and 191 patients (50%) - severe aortic stenosis. LVGFI was calculated as the percentage ratio of LV stroke volume to LV global volume, where LV global volume was defined as the sum of the LV mean cavity volume $[(LV \text{ end-diastolic volume} + LV \text{ end-systolic volume})/2]$ and the myocardium volume. LV myocardial volume was calculated as the ratio of LV myocardial mass to LV density (defined as 1.05 g/mL). The average follow-up period at the moment of analysis was 602.7 ± 48.72 days. All cases of death during the period of follow up were captured.

Results. The significant differences of LVGFI obtained between surviving and deceased patients (15.39% (11.35–20.95%) and 20.12% (15.16–25.98%), respectively, $p < 0.001$). Values of LVGFI $< 18\%$ significantly associated with the risk of death from all causes during two years of follow-up in both mild aortic stenosis and moderate and severe aortic stenosis.

Conclusion. Thus, in patients with aortic stenosis in the group of fatal outcomes the values of the LVGFI were significantly lower than in the group of surviving patients. LVGFI values of less than 18% associated with the risk of death from all causes in any grade of aortic stenosis. LVGFI can be used for mortality risk stratification in patients with aortic stenosis.

Keywords: systolic function, left ventricle; left ventricle global function index, ejection fraction, left ventricle remodeling, aortic stenosis

Citation: Kapustina A.Yu., Minushkina L.O., Alekhin M.N., Tipteva T.A., Safaryan V.I., Chumakova O.S., Zateyshchikov D.A. Prognostic value of the left ventricular global function index in patients with aortic stenosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2023; 2: 9–22. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-9-22> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-23-33>

Значение двухмерной спекл-трекинг-эхокардиографии левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий

Матвеева М.Г.*, Алехин М.Н.

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

Данная статья представляет собой обзор литературы, посвященный анализу перспективных направлений использования показателей деформации левого предсердия, оцененных с помощью спекл-трекинг-эхокардиографии для прогнозирования фибрилляции предсердий (ФП). Показатели деформации левого предсердия в различные фазы сердечного цикла являются независимыми предикторами ФП как у пациентов с сердечной недостаточностью, так и в общей популяции. Добавление показателей деформации левого предсердия к традиционным эхокардиографическим параметрам позволит эффективно выбирать пациентов с ФП как

для катетерной абляции, так и определять пациентов с высоким риском рецидива ФП после катетерной абляции.

Ключевые слова: спекл-трекинг-эхокардиография, деформация левого предсердия, фибрилляция предсердий, катетерная абляция

Цитирование: Матвеева М.Г., Алехин М.Н. Значение двухмерной спекл-трекинг-эхокардиографии левого предсердия у пациентов с фибрилляцией предсердий. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 23–33. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-23-33>.

Фибрилляция предсердий (ФП) в настоящее время является наиболее часто встречаемой сердечной аритмией во всем мире и характеризуется быстрым неорганизованным возбуждением предсердий с последующей нерегулярной активностью желу-

дочков. Распространенность заболевания составляет от 2 до 4% в популяции и ожидается ее дальнейший рост, что обусловлено увеличением продолжительности жизни населения и активным поиском недиагностированной ФП [1]. ФП связана с развити-

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

Алехин Михаил Николаевич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры терапии, кардиологии и функциональной диагностики с курсом нефрологии ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия” Управления делами Президента Российской Федерации; заведующий отделением функциональной диагностики ФГБУ “Центральная клиническая больница с поликлиникой” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

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

ем сердечной недостаточности, дисфункции левого желудочка (ЛЖ) и ухудшением качества жизни, а из-за развития кардиоэмболических осложнений она ассоциируется с повышенным риском инсульта и сердечно-сосудистой смерти [2, 3]. При этом примерно в 25% случаев причиной криптогенного ишемического инсульта является недиагностированная ФП [4]. Поэтому определение диагностических параметров для выявления пациентов с риском развития ФП с целью своевременного выбора тактики лечения имеет важное значение.

Причиной ФП являются дилатация и фиброз левого предсердия (ЛП) с последующей его дисфункцией и задержкой электромеханической проводимости, что приводит к структурному и функциональному ремоделированию ЛП [1, 5]. Дилатация ЛП является важным показателем прогнозирования ФП [6], а индекс максимального объема ЛП – единственный официальный предиктор нежелательных сердечно-сосудистых событий, включенный в клинические рекомендации [7]. Недавние исследования показывают, что дисфункция ЛП может предшествовать изменениям структуры ЛП [8]. Структурные изменения ЛП обычно связаны с хронической перегрузкой давлением, тогда как функциональные свойства ЛП обусловлены его сократительной способностью и условиями мгновенной нагрузки, которые зависят от податливости легочных вен и свойств ЛЖ [5]. Следовательно, оценка деформации ЛП, как показателя функционального состояния ЛП, может быть более чувствительным маркером ранних субклинических изменений в ЛП и способна играть важную роль в прогнозировании выявления ФП и ее рецидива [9].

Цель этого обзора литературы – анализ перспективных направлений использования показателей деформации ЛП для прогнозирования ФП.

Показатели деформации ЛП при спекл-трекинг-эхокардиографии (СТЭхоКГ). Анализ деформации ЛП проводится с помощью двухмерной СТЭхоКГ, которая представляет собой неинвазивную недоплеровскую ультразвуковую методику оценки функции миокарда, не зависящую от угла сканирования и поступательных движений сердца и обладает хорошей воспроизводимостью [10].

Изначально для оценки деформации ЛП использовалось программное обеспечение, разработанное для анализа деформации ЛЖ. Это программное обеспечение наиболее широко используется в клинической практике и исследовательских целях [11]. В последние годы появилось специализированное программное обеспечение Automated functional imaging (AFI) для оценки функции ЛП, которое позволяет воспользоваться автоматическим алгоритмом определять стенки ЛП, что уменьшает необходимость вмешательства со стороны врача и способствует лучшей воспроизводимости результатов [12].

Для оценки деформации ЛП используется апикальная четырехкамерная и/или двухкамерная позиция с достаточной частотой кадров (не менее 40 кадров в секунду). На первый взгляд, анализ деформации ЛП может показаться простым, однако на практике он сопряжен с определенными трудностями. Апикальная позиция должна быть выведена таким образом, чтобы ЛП визуализировалось полностью на протяжении всего сердечного цикла в максимально длинном сечении, избегая его укорочения, как это часто бывает при выведении стандартной апикальной позиции. ЛП располагается в дальнем поле ультразвукового окна, что влияет на качество изображения. Уменьшение ширины сектора ультразвукового изображения до размеров ЛП позволяет увеличить частоту кадров, плотность линий и латеральное разрешение, т.е. оптимизировать изображение. Далее следует определить зону интереса. Для этого необходимо провести трассировку эндокардиальной поверхности ЛП начиная с одной стороны митрального клапана, экстраполируя ее между устьями легочных вен и ушка ЛП, и заканчивая другой стороной митрального клапана. Стенка ЛП очень тонкая, а межпредсердная перегородка чрезвычайно подвижная, поэтому ее бывает сложно отследить. Зона интереса должна покрывать только миокард ЛП и не захватывать относительно неподвижный перикард. Движение концевых отделов зоны интереса (медиальная и латеральная части митрального клапана) должно следовать за движением митрального кольца. Рекомендованная толщина зоны интереса для ЛП составляет 3 мм. Затем результаты трассировки

следует визуально сравнить с движением стенки ЛП. В случае если зона интереса отклоняется от движения стенки ЛП, то необходимо выполнить корректировку или выбрать другой клип для анализа. За нулевое значение на графике деформации ЛП в настоящее время рекомендовано принимать зубец R электрокардиограммы [10, 12, 13].

Деформация ЛП оценивается как глобальная продольная деформация и графически представляется в виде кривой, состоящей из трех фаз (см. рисунок а): деформация ЛП в фазу резервуара, деформация ЛП в фазу кондуита (проведения) и деформация ЛП в фазу сокращения.

Деформация ЛП в фазу резервуара измеряется как разница величины деформации при открытии митрального клапана минус величина деформации в конце диастолы ЛЖ (имеет положительное значение). Деформация ЛП в фазу резервуара отражает состояние ЛП в период, когда митральный клапан закрыт, и этот показатель может быть чувствительным к изменениям податливости, сократимости и расслабления ЛП, что наблюдается при развитии фиброза ЛП [13, 14].

Деформация ЛП в фазу кондуита (проведения) измеряется как разница величины деформации в начале сокращения ЛП минус величина деформации при открытии митрального клапана (имеет отрицательное значение). В фазу кондуита ЛП работает как проводник, перенося кровь из легочных вен в ЛЖ, и на деформацию ЛП в фазу кондуита могут влиять изменения преднагрузки, расслабление и жесткость ЛЖ [13, 14].

Деформация ЛП в фазу сокращения измеряется как разница между величиной деформации в момент начала сокращения ЛП и в конце диастолы ЛЖ (имеет отрицательное значение). В эту фазу ЛП работает как “насос”, увеличивая наполнение ЛЖ. Деформация ЛП в фазу сокращения является показателем внутренней сократимости ЛП [13, 14].

У пациентов с ФП кривая деформации ЛП имеет ряд особенностей. Деформация ЛП в фазу сокращения у пациентов с ФП отсутствует (см. рисунок б). В качестве нулевого базового показателя у пациентов с ФП используется зубец R электрокардиограммы. Деформация ЛП в фазу кондуита

имеет то же значение, что и деформация ЛП в фазу резервуара, но с отрицательным показателем [11].

“Золотым стандартом” в оценке степени фиброза миокарда ЛП является магнитно-резонансная томография (МРТ). По данным S.S. Kuprahally и соавт., у пациентов с персистирующей и постоянной формой ФП степень фиброза предсердий отрицательно коррелирует с деформацией и скоростью деформации ЛП по результатам МРТ с отсроченным контрастированием [15]. Однако сложность выполнения и ограниченная доступность не позволяют использовать этот метод в широкой клинической практике. Поэтому в последние годы появляется все больше работ, в которых для оценки степени фиброза используется СТЭхоКГ, как более доступный и легко воспроизводимый метод. Снижение деформации ЛП в фазу резервуара, оцененной методом СТЭхоКГ, хорошо коррелирует со степенью фиброза, измеренного с помощью МРТ, гистологических методов и при электроанатомическом картировании области низкого напряжения [16–18].

В проспективном когортном исследовании с большой выборкой (4466 человек), где оценивалась связь функции ЛП с возникновением ФП в общей популяции, показатели деформации ЛП постепенно снижались при наличии сердечно-сосудистых факторов риска. Причем показатели деформации ЛП в фазу резервуара и сокращения были достоверно связаны с развитием ФП [5]. Согласно результатам этой работы, деформация ЛП в фазу сокращения может быть более сильным прогностическим фактором возникновения ФП, чем деформация ЛП в фазу резервуара. И это объясняется следующими моментами. Во-первых, деформация ЛП в фазу сокращения оставалась значимо связанной с развитием ФП даже у пациентов с нормальным размером ЛП и нормальной систолической функцией ЛЖ. Во-вторых, снижение деформации ЛП в фазу сокращения на 1% было связано с повышением риска возникновения ФП на 8% в течение 5 лет наблюдения, в то время как снижение деформации ЛП в фазу резервуара ЛП на 1% было связано с повышением риска возникновения ФП только на 5%. В исследовании MESA низкие значения деформации ЛП в фазы резервуара

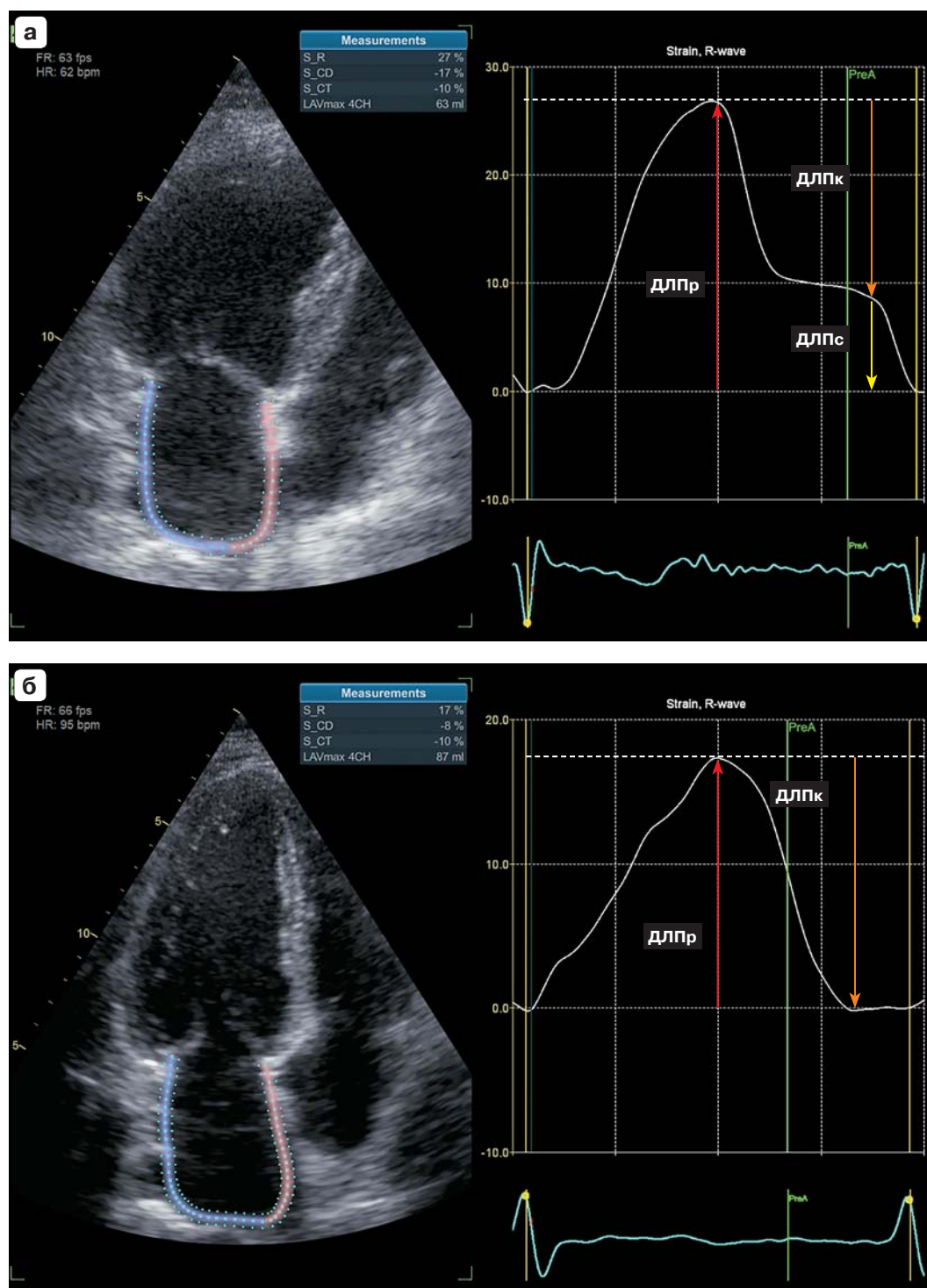


Рисунок. Спекл-трекинг-эхокардиография в оценке деформации левого предсердия. **а** – у пациента с синусовым ритмом: ДЛПp – деформация ЛП в фазу резервуара (красная стрелка), ДЛПк – деформация ЛП в фазу кондукта (оранжевая стрелка), ДЛПс – деформация ЛП в фазу сокращения (желтая стрелка); **б** – у пациента с фибрилляцией предсердий: ДЛПp – деформация ЛП в фазу резервуара (красная стрелка), ДЛПк – деформация ЛП в фазу кондукта (оранжевая стрелка).

Figure. Speckle-tracking echocardiography in the assessment of left atrium strain. **a** – in a patient with sinus rhythm: LASr – LA strain in the reservoir phase (red arrow), LAScd – LA strain in the conduit phase (orange arrow), LASct – LA strain in the contraction phase (yellow arrow); **б** – in a patient with atrial fibrillation: LASr – LA strain in the reservoir phase (red arrow), LAScd – LA strain in the conduit phase (orange arrow).

и сокращения также были связаны с высоким риском ФП и других предсердных аритмий (суправентрикулярная тахикардия, частые преждевременные сокращения предсердий) [19].

Сниженные значения показателей деформации ЛП ассоциированы с ФП не только в общей популяции, но и у пациентов с **сердечной недостаточностью (СН)**. В многоцентровом исследовании, включающем 2461 пациента с СН и синусовым ритмом, было показано, что деформация ЛП в фазу резервуара менее 18% может быть независимым предиктором впервые возникшей ФП в течение 5-летнего наблюдения (ОШ 1,60; 95% ДИ 1,18–2,17) [20]. В другом исследовании Е. Jasic-Szpak и соавт. также продемонстрировали высокую прогностическую ценность показателей деформации ЛП в фазы резервуара и сокращения в возникновении ФП у симптоматических пациентов с СН с сохранной фракцией выброса ЛЖ (СНсФВЛЖ). По мнению авторов, добавление показателей деформации ЛП в диагностический алгоритм (CHARGE-AF и CHA2DS2-VASc) может помочь выявить пациентов с СНсФВЛЖ с высоким риском развития ФП [21].

Артериальная гипертензия (АГ) и сахарный диабет (СД) считаются одними из наиболее распространенных факторов риска ФП [22]. А. Furukawa и соавт., используя трехмерную СТЭхоКГ, показали, что деформация ЛП в фазу резервуара была максимально снижена в группе пациентов с АГ и пароксизмальной ФП в анамнезе, а сочетание деформации ЛП в фазу резервуара с индексированным объемом ЛП является независимым предиктором возникновения пароксизмальной ФП [22]. У пациентов с СД также наблюдается значительное снижение деформации ЛП в фазу резервуара независимо от биомаркеров и ЭхоКГ-параметров по сравнению с контрольной группой (пациенты с СД без ФП). Таким образом, можно предположить, что сниженные показатели функции ЛП у пациентов с основными факторами сердечно-сосудистого риска могут быть связаны с возникновением ФП [23].

Пароксизмальная ФП рассматривается как частая причина тяжелого **инсульта** и одна из наиболее распространенных скрытых причин криптогенного инсульта [24]. Часто инсульту предшествуют транзитор-

ные ишемические атаки (ТИА) и в 15% случаев в основе ТИА лежит бессимптомная пароксизмальная ФП [25, 26]. М. Vle и соавт. продемонстрировали, что фракция выброса ЛП (ФВ ЛП) в сочетании со сниженной деформацией ЛП в фазы резервуара и сокращения при многофакторном анализе независимо связаны с пароксизмальной ФП у пациентов с криптогенным инсультом. Авторы определили оптимальные пороговые значения для прогнозирования ФП: ФВ ЛП < 55%, деформация ЛП в фазу резервуара < 21,4%, деформация ЛП в фазу сокращения < 12,9% [27]. В обширном когортном исследовании Н. Kamel и соавт. показали, что низкие значения показателя деформации ЛП в фазу резервуара ассоциировались с ишемическим инсультом даже после корректировки на сосудистые факторы риска, фракцию выброса ЛЖ, объем ЛП и клинически выраженную ФП [28]. J. Pagola и соавт. продемонстрировали мультимодальный подход к прогнозированию пароксизмальной ФП с высоким риском эмболии у пациентов с криптогенным инсультом независимо от размера ЛП и возраста пациентов. Так, комбинация деформации ЛП в фазу резервуара < 25% и N-концевого натрийуретического пептида про-b-типа (NT-proBNP) > 283 пг/мл независимо предсказывали возникновение пароксизмальной ФП с высоким риском эмболии [29].

Исследования пациентов с острым ишемическим инсультом без предварительного диагноза ФП показали, что снижение деформации ЛП в фазу резервуара менее 15,5% позволяло прогнозировать развитие повторного инсульта [30]. Также в этой группе пациентов низкие значения деформации ЛП обладали наибольшей прогностической ценностью для оценки рисков развития последующих ФП по сравнению с общепринятой шкалой CHA2DS2-VASc [31, 32].

У пациентов с ФП для оценки риска инсульта и принятия решения о необходимости антикоагулянтной терапии используется шкала CHA2DS2-VASc [25]. Деформация ЛП в фазу резервуара пропорционально уменьшается с увеличением балла CHA2DS2 и показывает высокую взаимосвязь со шкалой риска CHA2DS2, CHA2DS2-VASc в способности выявлять пациентов с высоким риском тромбообразования (оценка по шка-

ле CHADS2 ≥ 2), обеспечивая дополнительную ценность в стратификации риска инсульта [33–35]. Т. Azemi и соавт. показали, что у пациентов с низким риском по шкале CHADS2 (2 балла) и ФП сниженные значения деформации ЛП в фазу резервуара являются чувствительным маркером повышенного риска развития инсульта или ТИА [36].

Лечение пациентов с ФП направлено на предотвращение или уменьшение тромбоэмболий, урежение частоты сердечных сокращений и контроль ритма. При неэффективности медикаментозной терапии у пациентов с симптоматической пароксизмальной или персистирующей ФП с целью контроля ритма и уменьшения рецидивов ФП рекомендована **катетерная абляция (КА)** [37]. КА зарекомендовала себя как эффективная процедура для восстановления синусового ритма и для улучшения симптомов, однако вероятность рецидива после процедуры все еще высока и составляет 25–30% [38]. С целью достижения успеха можно выполнять повторные абляции, но каждая последующая операция более обширна и имеет более высокий риск осложнений. Поэтому, принимая во внимание все особенности, обусловленные повторными вмешательствами, определение потенциальных предикторов рецидива ФП с целью лучшей стратификации рисков является актуальной задачей [38].

Рецидив ФП после КА является результатом взаимодействия многих факторов. С одной стороны, это клинические факторы риска (возраст, пол, артериальная гипертензия, ожирение, употребление алкоголя), с другой – структурное ремоделирование, в основе которого лежит дисфункция ЛП [39]. Все больше данных свидетельствует о том, что функциональная оценка ЛП превосходит размер ЛП в качестве предиктора рецидива ФП после КА [40, 41]. Деформация ЛП в фазу резервуара является независимыми предиктором не только фиброза ЛП, но и рецидива аритмий [42, 43]. У пациентов с рецидивом ФП деформация ЛП в фазу резервуара была значительно ниже по сравнению с теми, у кого сохранялся синусовый ритм после КА. В литературных источниках пороговые значения деформации ЛП значительно варьируют [43]. В ряде исследований у пациентов с па-

роксизмальной ФП пороговые значения деформации ЛП в фазу резервуара, равные 17 и 18,8%, независимо предсказывали рецидив ФП [11, 44, 45]. В метаанализе, включающем пациентов с пароксизмальной и персистирующей ФП, А.В. Nielsen и соавт. выяснили, что деформация ЛП в фазу резервуара с пороговым значением 12,8% связана с повышенным риском рецидива ФП после КА с чувствительностью 80% и специфичностью 87% [46]. В другом метаанализе, включающем 16 126 пациентов с различными формами ФП, показателями, предсказывающими рецидив ФП, были диаметр ЛП более 50 мм, объем ЛП более 150 мл и деформация ЛП в фазу резервуара $< 19\%$ [47]. У пациентов с персистирующей формой ФП после КА значения деформации ЛП в фазу резервуара, связанные с рецидивом ФП, были еще ниже и составляли менее 10% [48].

У пациентов с пароксизмальной ФП после КА отмечается снижение показателей деформации ЛП не только в фазу резервуара, но также в фазу кондуита и сокращения. Интересные результаты были получены в работе Е. Pilichowska-Paszkiel и соавт. [49]. Деформация ЛП в фазы резервуара и кондуита является наиболее мощным показателем для прогнозирования исхода КА. Однако в ходе многофакторного регрессионного анализа у пациентов с пароксизмальной ФП лучшими параметрами для прогнозирования исхода КА в группе с нормальным размером ЛП оказались деформация ЛП в фазу кондуита (ОШ 1,93; 95% ДИ 1,28–2,92) и в меньшей степени деформация ЛП в фазу резервуара (ОШ 1,35; 95% ДИ 1,17–1,55) [49].

Деформация ЛП в фазу сокращения также является независимым предиктором ФП после КА [50]. Y. Li и соавт. подтвердили прогностическую ценность деформации ЛП в фазу сокращения у пациентов с пароксизмальной формой ФП. В группе пациентов с персистирующей формой ФП подобной зависимости обнаружено не было, что обусловлено снижением или почти полным исчезновением сократительной функции ЛП у этой группы пациентов. Кроме того, авторы показали, что деформация ЛП в фазу сокращения $< 8\%$ независимо ассоциировалась с рецидивом ФП у пациентов, перенесших КА при последующем наблюдении [50].

В другом большом когортном исследовании на 678 пациентах A.B. Nielsen и соавт. продемонстрировали, что только деформация ЛП в фазу сокращения (при пороговом значении $<11,1\%$) оставалась независимым предиктором рецидива аритмий даже у пациентов с нормальным размером ЛП. Это может указывать на то, что деформация ЛП в фазу сокращения может обнаруживать незначительные изменения миокарда, связанные с рецидивом после абляции, раньше, чем произойдет дилатация ЛП, и, следовательно, может обеспечить более высокую прогностическую ценность по сравнению с анатомическими параметрами, такими как размер ЛП [51].

Другая группа авторов оценивала деформацию ЛП в фазу сокращения через 1 нед и через 3 мес после КА у пациентов с пароксизмальной и персистирующей ФП. Основными результатами их работы было то, что нарушение сократительной функции ЛП в первый день после КА является независимым фактором риска рецидива аритмии при длительном наблюдении (24 мес), и что функция ЛП ухудшается сразу после абляции ФП и частично восстанавливается через 3 мес после процедуры. Снижение функции ЛП в первые дни после абляции является следствием либо прямой травмы, либо оглушения ЛП после КА. А связь измененных показателей деформации ЛП в фазы резервуара и сокращения исходно и через день после абляции с повышенным риском рецидива аритмии авторы объясняют тяжелой дисфункцией ЛП в исходном состоянии. Пороговое значение деформации ЛП в фазу сокращения для прогнозирования рецидива аритмии составило $<12\%$ с чувствительностью 67,7% и специфичностью 60,5% [52].

Показатели деформации ЛП в различные фазы сердечного цикла показали хорошую прогностическую ценность для выявления пациентов с высоким риском рецидива ФП после КА. Поэтому добавление показателей деформации ЛП к клиническим и традиционным ЭхоКГ-параметрам позволит более эффективно выбирать пациентов с ФП на КА [52].

Информация о клиническом значении деформации ЛП у пациентов с ФП постоянно увеличивается. Показатели деформации ЛП являются значимыми независимыми

предикторами ФП не только у пациентов с СН, но и в общей популяции. Анализ деформации ЛП с использованием методики СТЭхоКГ позволяет выявить ранние нарушения функции ЛП еще до структурных изменений ЛП. Снижение деформации ЛП в фазу резервуара представляет собой самый сильный предиктор прогрессирования ФП от пароксизмальной до персистирующей или постоянной формы [53]. Деформация ЛП в фазу резервуара независимо ассоциируется с ишемическим инсультом и добавление этого показателя в шкалу риска инсульта у пациентов с низким и высоким баллом CHA2DS2-VASc позволяет повысить прогностическую ценность этой шкалы [28, 34, 36]. Сниженные показатели деформации ЛП являются независимыми предикторами рецидива аритмий после абляционной терапии [49, 52].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, оценка деформации ЛП с помощью СТЭхоКГ является перспективной методикой и может помочь выявить субклиническую дисфункцию ЛП, оценить риски возникновения ФП и осуществить отбор пациентов для инвазивного лечения ФП. Вопрос о пороговых значениях, которые могут быть использованы у пациентов с синусовым ритмом и с ФП, остается открытым и требует дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ REFERENCES

1. Hindricks G., Potpara T., Dagres N., Arbelo E., Bax J.J., Blomström-Lundqvist C., Boriani G., Castella M., Dan G.A., Dilaveris P.E., Fauchier L., Filippatos G., Kalman J.M., La Meir M., Lane D.A., Lebeau J.P., Lettino M., Lip G.Y.H., Pinto F.J., Thomas G.N. 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>
2. Chugh S.S., Havmoeller R., Narayanan K., Singh D., Rienstra M., Benjamin E.J., Gillum R.F.,

- Kim Y.H., McAnulty J.H., Zheng Z.J., Forouzanfar M.H., Naghavi M., Mensah G.A., Ezzati M., Murray C.J. Worldwide epidemiology of atrial fibrillation: a Global Burden of Disease 2010 Study. *Circulation*. 2014; 129 (8): 837–847. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.005119>
3. Arnăutu S.F., Morariu V.I., Arnăutu D.A., Tomescu M.C., Dan T.F., Dragos Jianu C. Left Atrial Strain Helps Identifying the Cardioembolic Risk in Transient Ischemic Attacks Patients with Silent Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Ther. Clin. Risk Manag.* 2022; 18: 213–222. <http://doi.org/10.2147/TCRM.S359490>
4. Rasmussen S.M.A., Olsen F.J., Jørgensen P.G., Fritz-Hansen T., Jespersen T., Gislason G., Biering-Sørensen T. Utility of left atrial strain for predicting atrial fibrillation following ischemic stroke. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 35 (9): 1605–1613. <http://doi.org/10.1007/s10554-019-01601-0>
5. Hauser R., Nielsen A.B., Skaarup K.G., Lassen M.C.H., Duus L.S., Johansen N.D., Sengeløv M., Marott J.L., Jensen G., Schnohr P., Søgaard P., Møgelvang R., Biering-Sørensen T. Left atrial strain predicts incident atrial fibrillation in the general population: the Copenhagen City Heart Study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2021; 23 (1): 52–60. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeab202>
6. Olsen F.J., Johansen N.D., Skaarup K.G., Lassen M.C.H., Ravnkilde K., Schnohr P., Jensen G.B., Marott J.L., Søgaard P., Møgelvang R., Biering-Sørensen T. Changes in left atrial structure and function over a decade in the general population. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2021; 23 (1): 124–136. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeab173>
7. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V., Afilalo J., Armstrong A., Ernande L., Flachskampf F.A., Foster E., Goldstein S.A., Kuznetsova T., Lancellotti P., Muraru D., Picard M.H., Rietzschel E.R., Rudski L., Spencer K.T., Tsang W., Voigt J.U. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (1): 1–39.e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
8. Kojima T., Kawasaki M., Tanaka R., Ono K., Hirose T., Iwama M., Watanabe T., Noda T., Watanabe S., Takemura G., Minatoguchi S. Left atrial global and regional function in patients with paroxysmal atrial fibrillation has already been impaired before enlargement of left atrium: velocity vector imaging echocardiography study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2012; 13 (3): 227–234. <http://doi.org/10.1093/ejehoccard/jeab281>
9. Cameli M., Mandoli G.E., Loiacono F., Sparla S., Iardino E., Mondillo S. Left atrial strain: A useful index in atrial fibrillation. *Int. J. Cardiol.* 2016; 220: 208–213. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.197>
10. Alekhin M.N. Two-dimensional speckle tracking of echocardiography for evaluation of myocardium and heart chambers. M.: Central State Medical Academy of the Presidential Administration of the Russian Federation, 2021: 48–56. (In Russian)
11. Motoc A., Luchian M.L., Scheirlynck E., Roosens B., Chameleva H., Gevers M., Galloo X., von Kemp B., Ramak R., Sieira J., de Asmundis C., Chierchia G.B., Magne J., Weytjens C., Droogmans S., Cosyns B. Incremental value of left atrial strain to predict atrial fibrillation recurrence after cryoballoon ablation. *PloS One*. 2021; 16 (11): e0259999. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0259999>
12. Voigt J.U., Mălăescu G.G., Haugaa K., Badano L. How to do LA strain. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2020; 21 (7): 715–717. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeaa091>
13. Badano L.P., Kolias T.J., Muraru D., Abraham T.P., Aurigemma G., Edvardsen T., D'Hooge J., Donal E., Fraser A.G., Marwick T., Mertens L., Popescu B.A., Sengupta P.P., Lancellotti P., Thomas J.D., Voigt J.U., Industry representatives, & Reviewers: This document was reviewed by members of the 2016–2018 EACVI Scientific Documents Committee (2018). 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/jeay042>
14. Molnár A.Á., Merkely B. The Added Value of Atrial Strain Assessment in Clinical Practice. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12 (4): 982. <http://doi.org/10.3390/diagnostics12040982>
15. Kuppahally S.S., Akoum N., Burgon N.S., Badger T.J., Kholmovski E.G., Vijayakumar S., Rao S.N., Blauer J., Fish E.N., Dibella E.V., Macleod R.S., McGann C., Litwin S.E., Marrouche N.F. Left atrial strain and strain rate in patients with paroxysmal and persistent atrial fibrillation: relationship to left atrial structural remodeling detected by delayed-enhancement MRI. *Circ. Cardiovasc. Imaging*. 2010; 3 (3): 231–239. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.109.865683>
16. Cameli M., Lisi M., Righini F.M., Massoni A., Natali B.M., Focardi M., Tacchini D., Geyer A., Curci V., Di Tommaso C., Lisi G., Maccherini M., Chiavarelli M., Massetti M., Tanganelli P., Mondillo S. Usefulness of atrial deformation analysis to predict left atrial fibrosis and endocardial thickness in patients undergoing mitral valve operations for severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse. *Am. J. Cardiol.* 2013; 111 (4): 595–601. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.10.049>

17. Lisi M., Mandoli G.E., Cameli M., Pastore M.C., Righini F.M., Benfari G., Rubboli A., D'Ascenzi F., Focardi M., Tsioulpas C., Bernazzali S., Maccherini M., Lisi E., Lindqvist P., Valente S., Mondillo S., Henein M.Y. Left atrial strain by speckle tracking predicts atrial fibrosis in patients undergoing heart transplantation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2022; 23(6): 829–835. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeab106>
18. Marchandise S., Garnir Q., Scavée C., Varnavas V., le Polain de Waroux J.B., Wauters A., Beauloye C., Roelants V., Gerber B.L. Prediction of Left Atrial Fibrosis and Success of Catheter Ablation by Speckle Tracking Echocardiography in Patients Imaged in Persistent Atrial Fibrillation. *Front. Cardiovasc. Med*. 2022; 9: 856796. <http://doi.org/10.3389/fcvm.2022.856796>
19. Huber M.P., Pandit J.A., Jensen P.N., Wiggins K.L., Patel R.B., Freed B.H., Bertonni A.G., Shah S.J., Heckbert S.R., Floyd J.S. Left Atrial Strain and the Risk of Atrial Arrhythmias From Extended Ambulatory Cardiac Monitoring: MESA. *J. Am. Heart Assoc*. 2022; 11 (21): e026875. <http://doi.org/10.1161/JAHA.122.026875>
20. Park J.J., Park J.H., Hwang I.C., Park J.B., Cho G.Y., Marwick T.H. Left Atrial Strain as a Predictor of New-Onset Atrial Fibrillation in Patients With Heart Failure. *JACC Cardiovasc. Imaging*. 2020; 13 (10): 2071–2081. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.04.031>
21. Jasic-Szpak E., Marwick T. H., Donal E., Przewlocka-Kosmala M., Huynh Q., Gozdzik A., Woznicka A.K., Jankowska E.A., Ponikowski P., Kosmala W. Prediction of AF in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: Incremental Value of Left Atrial Strain. *JACC. Cardiovasc. Imaging*. 2021; 14 (1): 131–144. <http://doi.org/10.1016/j.jcmg.2020.07.040>
22. Furukawa A., Ishii K., Hyodo E., Shibamoto M., Komasa A., Nagai T., Tada E., Seino Y., Yoshikawa J. Three-Dimensional Speckle Tracking Imaging for Assessing Left Atrial Function in Hypertensive Patients With Paroxysmal Atrial Fibrillation. *Int. Heart J*. 2016; 57 (6): 705–711. <http://doi.org/10.1536/ihj.16-121>
23. Nakanishi K., Daimon M., Fujiu K., Iwama K., Yoshida Y., Hirose K., Mukai Y., Yamamoto Y., Nakao T., Oshima T., Matsubara T., Shimizu Y., Oguri G., Kojima T., Hasumi E., Morita H., Komuro I. Prevalence of glucose metabolism disorders and its association with left atrial remodeling before and after catheter ablation in patients with atrial fibrillation. *Europace*. 2023; 25 (5): euad119. Advance online publication. <http://doi.org/10.1093/europace/euad119>
24. Steger C., Pratter A., Martinek-Bregel M., Avanzini M., Valentin A., Slany J., Stöllberger C. Stroke patients with atrial fibrillation have a worse prognosis than patients without: data from the Austrian Stroke registry. *Eur. Heart J*. 2004; 25 (19): 1734–1740. <http://doi.org/10.1016/j.ehj.2004.06.030>
25. Sanna T., Diener H.C., Passman R.S., Di Lazzaro V., Bernstein R.A., Morillo C.A., Rymer M.M., Thijs V., Rogers T., Beckers F., Lindborg K., Brachmann J., CRYSTAL AF Investigators. Cryptogenic stroke and underlying atrial fibrillation. *New Engl. J. Med*. 2014; 370 (26): 2478–2486. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1313600>
26. Gladstone D.J., Spring M., Dorian P., Panzov V., Thorpe K.E., Hall J., Vaid H., O'Donnell M., Laupacis A., Côté R., Sharma M., Blakely J.A., Shuaib A., Hachinski V., Coutts S.B., Sahlas D.J., Teal P., Yip S., Spence J.D., Buck B., EMBRACE Investigators and Coordinators. Atrial fibrillation in patients with cryptogenic stroke. *New Engl. J. Med*. 2014; 370 (26): 2467–2477. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1311376>
27. Ble M., Benito B., Cuadrado-Godia E., Pérez-Fernández S., Gómez M., Mas-Stachurska A., Tizón-Marcos H., Molina L., Martí-Almor J., Cladellas M. Left Atrium Assessment by Speckle Tracking Echocardiography in Cryptogenic Stroke: Seeking Silent Atrial Fibrillation. *J. Clin. Med*. 2021; 10 (16): 3501. <http://doi.org/10.3390/jcm10163501>
28. Kamel H., Bartz T.M., Longstreth W.T., Jr Elkind M.S.V., Gottdiener J., Kizer J.R., Gardin J.M., Kim J., Shah S. Cardiac mechanics and incident ischemic stroke: the Cardiovascular Health Study. *Sci. Rep*. 2021; 11 (1): 17358. <http://doi.org/10.1038/s41598-021-96702-z>
29. Pagola J., Juega J., Francisco-Pascual J., Bustamante A., Penalba A., Pala E., Rodriguez M., De Lera-Alfonso M., Arenillas J.F., Cabezas J.A., Moniche F., de Torres R., Montaner J., González-Alujas T., Alvarez-Sabin J., Molina C.A., Crypto-AF study group. Predicting Atrial Fibrillation with High Risk of Embolization with Atrial Strain and NT-proBNP. *Translat. Stroke Res*. 2021; 12 (5): 735–741. <http://doi.org/10.1007/s12975-020-00873-2>
30. Sonagliani A., Vincenti A., Baravelli M., Rigamonti E., Tagliabue E., Bassi P., Nicolosi G.L., Anzà C., Lombardo M. Prognostic value of global left atrial peak strain in patients with acute ischemic stroke and no evidence of atrial fibrillation. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*. 2019; 35 (4): 603–613. <http://doi.org/10.1007/s10554-018-1485-z>
31. Kim D., Shim C.Y., Cho I J., Kim Y.D., Nam H.S., Chang H.J., Hong G.R., Ha J.W., Heo J.H., Chung N. Incremental Value of Left Atrial Global Longitudinal Strain for Prediction of Post Stroke Atrial Fibrillation in Patients with Acute Ischemic Stroke. *J. Cardiovasc. Ultrasound*. 2016; 24 (1): 20–27. <http://doi.org/10.4250/jcu.2016.24.1.20>
32. Fauchier L., Clementy N., Pelade C., Collignon C., Nicolle E., Lip G.Y. Patients With Ischemic Stroke and Incident Atrial Fibrillation: A Nationwide Cohort Study. *Stroke*. 2015; 46 (9): 2432–2437. <http://doi.org/10.1161/STROKEAHA.115.010270>
33. Obokata M., Negishi K., Kurosawa K., Tateno R., Tange S., Arai M., Amano M., Kurabayashi M. Left atrial strain provides incremental value for embo-

- lism risk stratification over CHA₂DS₂-VASc score and indicates prognostic impact in patients with atrial fibrillation. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2014; 27 (7): 709–716.e4. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.03.010>
34. Saha S.K., Anderson P.L., Caracciolo G., Kiotsekoglou A., Wilansky S., Govind S., Mori N., Sengupta P.P. Global left atrial strain correlates with CHADS₂ risk score in patients with atrial fibrillation. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2011; 24 (5): 506–512. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2011.02.012>
 35. Islas F., Olmos C., Vieira C., De Agustin J.A., Marcos-Alberca P., Saltijeral A., Almería C., Rodrigo J.L., García Fernández M.A., Macaya C., Pérez de Isla L. Thromboembolic risk in atrial fibrillation: association between left atrium mechanics and risk scores. A study based on 3D wall-motion tracking technology. *Echocardiography.* 2015; 32 (4): 644–653. <http://doi.org/10.1111/echo.12711>
 36. Azemi T., Rabdiya V.M., Ayirala S.R., McCullough L.D., Silverman D.I. Left atrial strain is reduced in patients with atrial fibrillation, stroke or TIA, and low risk CHADS₂ scores. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2012; 25 (12): 1327–1332. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2012.09.004>
 37. Kirchhof P., Benussi S., Kotecha D., Ahlsson A., Atar D., Casadei B., Castella M., Diener H.C., Heidbuchel H., Hendriks J., Hindricks G., Manolis A.S., Oldgren J., Popescu B.A., Schotten U., Van Putte B., Vardas P. ESC Scientific Document Group. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur. Heart J.* 2016; 37 (38): 2893–2962. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehw210>
 38. Yamaguchi T., Marrouche N.F. Recurrence Post-Atrial Fibrillation Ablation: Think Outside the Pulmonary Veins. *Circ. Arrhythm. Electrophysiol.* 2018; 11 (4): e006379. <http://doi.org/10.1161/CIRCEP.118.006379>
 39. Mujović N., Marinković M., Mihajlović M., Mujović N., Potpara T.S. Risk factor modification for the primary and secondary prevention of atrial fibrillation. Part 2. *Kardiol. Pol.* 2020; 78 (3): 192–202. <http://doi.org/10.33963/KP.15240>
 40. Saraiva R.M., Demirkol S., Buakhamsri A., Greenberg N., Popović Z.B., Thomas J.D., Klein A.L. Left atrial strain measured by two-dimensional speckle tracking represents a new tool to evaluate left atrial function. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2010; 23 (2): 172–180. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2009.11.003>
 41. Mirza M., Caracciolo G., Khan U., Mori N., Saha S.K., Srivathsan K., Altemose G., Scott L., Sengupta P., Jahangir A. Left atrial reservoir function predicts atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: a two-dimensional speckle strain study. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2011; 31 (3): 197–206. <http://doi.org/10.1007/s10840-011-9560-6>
 42. Lee D.K., Shim J., Choi J.I., Kim Y.H., Oh Y.W., Hwang S.H. Left Atrial Fibrosis Assessed with Cardiac MRI in Patients with Paroxysmal and Those with Persistent Atrial Fibrillation. *Radiology.* 2019; 292 (3): 575–582. <http://doi.org/10.1148/radiol.2019182629>
 43. Yasuda R., Murata M., Roberts R., Tokuda H., Minakata Y., Suzuki K., Tsuruta H., Kimura T., Nishiyama N., Fukumoto K., Aizawa Y., Tanimoto K., Takatsuki S., Abe T., Fukuda K. Left atrial strain is a powerful predictor of atrial fibrillation recurrence after catheter ablation: study of a heterogeneous population with sinus rhythm or atrial fibrillation. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2015; 16 (9): 1008–1014. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jev028>
 44. Morris D.A., Parwani A., Huemer M., Wutzler A., Bekfani T., Attanasio P., Friedrich K., Kühnle Y., Haverkamp W., Boldt L.H. Clinical significance of the assessment of the systolic and diastolic myocardial function of the left atrium in patients with paroxysmal atrial fibrillation and low CHADS₂ index treated with catheter ablation therapy. *Am. J. Cardiol.* 2013; 111 (7): 1002–1011. <http://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.12.021>
 45. Koca H., Demirtas A.O., Kaypaklı O., Icen Y.K., Sahin D.Y., Koca F., Koseoglu Z., Baykan A.O., Guler E.C., Demirtas D., Koc M. Decreased left atrial global longitudinal strain predicts the risk of atrial fibrillation recurrence after cryoablation in paroxysmal atrial fibrillation. *J. Interv. Card. Electrophysiol.* 2020; 58 (1): 51–59. <http://doi.org/10.1007/s10840-019-00573-4>
 46. Nielsen A.B., Skaarup K.G., Lassen M.C.H., Djernæs K., Hansen M.L., Svendsen J.H., Johannesssen A., Hansen J., Sørensen S.K., Gislason G., Biering-Sørensen T. Usefulness of left atrial speckle tracking echocardiography in predicting recurrence of atrial fibrillation after radiofrequency ablation: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2020; 36 (7): 1293–1309. <http://doi.org/10.1007/s10554-020-01828-2>
 47. Bajraktari G., Bytyçi I., Henein M.Y. Left atrial structure and function predictors of recurrent fibrillation after catheter ablation: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Physiol. Functional Imaging.* 2020; 40 (1): 1–13. <http://doi.org/10.1111/cpf.12595>
 48. Parwani A.S., Morris D.A., Blaschke F., Huemer M., Pieske B., Haverkamp W., Boldt L.H. Left atrial strain predicts recurrence of atrial arrhythmias after catheter ablation of persistent atrial fibrillation. *Open Heart.* 2017; 28; 4 (1): e000572. <http://doi.org/10.1136/openhrt-2016-000572>
 49. Pilichowska-Paszkiel E., Baran J., Kułakowski P., Zaborska B. Echocardiographic assessment of left atrial function for prediction of efficacy of catheter ablation for atrial fibrillation. *Medicine.* 2021; 100 (38): e27278. <http://doi.org/10.1097/MD.0000000000002728>

50. Li Y., Li Y., Sun L., Ye X., Cai Q., Zhu W., Guo D., Ding X., Wang J., Lv X. Left atrial strain for predicting recurrence in patients with non-valvular atrial fibrillation after catheter ablation: a single-center two-dimensional speckle tracking retrospective study. *BMC Cardiovasc. Disord.* 2022; 22 (1): 468. <http://doi.org/10.1186/s12872-022-02916-y>
51. Nielsen A.B., Skaarup K.G., Djernæs K., Hauser R., San José Estépar R., Sørensen S.K., Ruwald M.H., Hansen M.L., Worck R.H., Johannessen A., Hansen J., Biering-Sørensen T. Left atrial contractile strain predicts recurrence of atrial tachyarrhythmia after catheter ablation. *Int. J. Cardiol.* 2022; 358: 51–57. <http://doi.org/10.1016/j.ijcard.2022.04.056>
52. Wen S., Indrabhinduwat M., Brady P.A., Pislaru C., Miller F A., Ammash N.M., Nkomo V.T., Padang R., Pislaru S.V., Lin G. Post Procedural Peak Left Atrial Contraction Strain Predicts Recurrence of Arrhythmia after Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *Cardiovasc. Ultrasound.* 2021; 19 (1): 22. <http://doi.org/10.1186/s12947-021-00250-5>
53. Yoon Y.E., Oh I.Y., Kim S.A., Park K.H., Kim S.H., Park J.H., Kim J.E., Lee S.P., Kim H.K., Kim Y.J., Sohn D.W., Cho G.Y. Echocardiographic Predictors of Progression to Persistent or Permanent Atrial Fibrillation in Patients with Paroxysmal Atrial Fibrillation (E6P Study). *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (6): 709–717. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2015.01.017>

The significance of two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium in patients with atrial fibrillation

Matveeva M.G.*, Alekhin M.N.

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

Marina G. Matveeva – Cand. of Sci. (Med.), doctor of functional diagnostics, Central Clinical Hospital of the Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6056-835X>

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

Correspondence* to Dr. Marina G. Matveeva – e-mail: mgmatveeva@yandex.ru

This article is a review of the literature devoted to the analysis of promising directions for the use of left atrial strain evaluated using speckle-tracking echocardiography to predict atrial fibrillation (AF). Left atrial strain parameters in various phases of the cardiac cycle are independent predictors of AF both in patients with heart failure and in the general population. The addition of left atrial strain parameters to the traditional echocardiographic parameters will make it possible to effectively select patients with AF both for catheter ablation and to identify patients with a high risk of AF recurrence after catheter ablation.

Keywords: speckle-tracking echocardiography, left atrial strain, atrial fibrillation, catheter ablation

Citation: Matveeva M.G., Alekhin M.N. The significance of two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium in patients with atrial fibrillation. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2023; 2: 23–33. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-23-33> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-34-61>

Дифференциальная ультразвуковая диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей яичников: диагностические модели, алгоритмы, стратификационные системы, консенсусы (1990–2023)

Буланов М.Н.^{1, 2*}, Чекалова М.А.³, Мазуркевич М.В.⁴, Ветшева Н.Н.⁵

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

³ ФГБУ “Федеральный научный клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства (ФМБА)” Российской Федерации; 115682 Москва,
Ореховый бульвар, д. 28, Российская Федерация

⁴ ГБУЗ города Москвы “Городская клиническая больница № 52
ДЗ города Москвы”; 123182 Москва, ул. Пехотная, д. 3, Российская Федерация

⁵ ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; 125993 Москва,
ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

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>.

Чекалова Марина Альбертовна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГОУ ДПО “Институт повышения квалификации Федерального медико-биологического агентства” (ФГОУ ДПО ИПК ФМБА России), Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Мазуркевич Маргарита Викторовна – канд. мед. наук, доцент, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ “Городская клиническая больница № 52 ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0009-0002-2065-993X>

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>

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

В обзоре представлены наиболее распространенные диагностические модели, алгоритмы и стратификационные системы, разработанные с целью оптимальной дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований яичников с 1990 г. по настоящее время. Описаны 4 варианта индекса риска малигнизации RMI 1–4 с их сравнительными характеристиками. Описана собственная комплексная ультразвуковая шкала балльной оценки опухолей яичников. Представлены алгоритмы комплексного использования эхографии и онкомаркеров (CA-125, HE4, ROMA), в том числе компьютерная система Risk Ovarian Cancer. Описаны все существующие на сегодня диагностические модели IOTA: Простые правила IOTA, Простые правила IOTA с количественным расчетом риска малигнизации, Логистический регрессионный анализ IOTA LR1 & LR2, Простые дескрипторы IOTA, IOTA ADNEX. Представлены основные алгоритмы комплексного использования моделей

IOTA. Изложены принципы использования диагностических стратификационных систем GI-RADS и O-RADS. Приведены клинические примеры использования диагностических моделей. Обзор завершается представлением консенсуса ESGO/ISUOG/IOTA/ESGE по предоперационной диагностике опухолей яичников.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, опухоли яичников, RMI, CA-125, HE4, ROMA, IOTA LR1 & LR2, IOTA ADNEX, GI-RADS, O-RADS

Цитирование: Буланов М.Н., Чекалова М.А., Мазуркевич М.В., Ветшева Н.Н. Дифференциальная ультразвуковая диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей яичников: диагностические модели, алгоритмы, стратификационные системы, консенсусы (1990–2023). Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 34–61. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-34-61>.

ВВЕДЕНИЕ

Ультразвуковая диагностика (УЗД) в гинекологической практике стала применяться с конца 70-х годов XX века. С распространением технологии трансвагинального сканирования, а вскоре и цветовой доплерографии во второй половине 80-х годов врачи ультразвуковой диагностики начали ставить и решать в этой области все более амбициозные задачи. Пожалуй едва ли не важнейшей из них была и остается проблема ранней УЗД злокачественных новообразований придатков матки. Несмотря на значительные успехи в ее решении, достигнутые за последние годы, вопросы своевременной дифференциальной УЗД новообразований яичников актуальны и по сей день. Далее представлены наиболее распространенные диагностические модели, алгоритмы и стратификационные системы, призванные помочь в решении этих задач.

ИНДЕКСЫ РИСКА МАЛИГНИЗАЦИИ RMI

Индекс риска малигнизации RMI-1

Одной из первых моделей, предложенных для дооперационной диагностики рака яичников, стал предложенный I. Jacobs и соавт. (1990) индекс риска малигнизации RMI (risk of malignancy index). Для расчета RMI учитывались 5 УЗД-признаков: 1 – многокамерное кистозное образование; 2 – солидный компонент; 3 – метастазы; 4 – асцит; 5 – двустороннее поражение. В зависимости от количества этих признаков в формулу RMI вводилось соответствующее количество баллов, причем не всегда равное количеству найденных УЗД-признаков (см. формулу). С помощью логистического регрессионного анализа рассчитана формула RMI, включающая в себя результаты УЗД в баллах, показатель CA-125, данные о постменопаузальном статусе в баллах: $RMI = U \times M \times CA-125$.

- $U = 0$ – при отсутствии ультразвуковых признаков
 1 – при 1 ультразвуковом признаке
 3 – при 2–5 ультразвуковых признаках
 $M = 1$ – для пременопаузы
 3 – для постменопаузы,

где U – ультразвуковые признаки, M – менопаузальный статус.

Например, для пациентки в пременопаузе с уровнем СА-125 40 Ед/мл и двумя УЗД-признаками $RMI = 120$; для пациентки в постменопаузе с теми же показателями СА-125 и УЗД $RMI = 360$. Оптимальные показатели чувствительности (85,4%) и специфичности (96,9%) были получены для порогового значения $RMI = 200$ [1].

Индекс риска малигнизации RMI-2

Позднее S. Tingulstad и соавт. (1996) предложили модифицированный RMI-2 с целью лучшей идентификации случаев распространенного рака яичников. Важным отличием RMI-2 явилось повышение значения показателя СА-125, который теперь не пропадал, а учитывался в формуле даже при отсутствии ультразвуковых признаков. Также было увеличено значение менопаузального статуса. Формула расчета RMI-2 следующая: $RMI = U \times M \times CA-125$

- $U = 1$ – при отсутствии или 1 ультразвуковом признаке
 2 – при 2–5 ультразвуковых признаках
 $M = 1$ – для пременопаузы
 4 – для постменопаузы

Например, для пациентки в пременопаузе с уровнем СА-125 40 Ед/мл и двумя УЗД-признаками $RMI = 80$; для пациентки в постменопаузе с теми же показателями СА-125 и УЗД $RMI = 320$. По данным авторов, RMI-2 имел очень высокую чувствительность (95%), хотя не очень высокую специфичность (87%) при выявлении распространенных стадий рака яичников [2].

Индекс риска малигнизации RMI-3

Несколько позже та же группа S. Tingulstad и соавт. (1999) предложила модификацию RMI-3. Она почти не отличалась от RMI-1, за исключением того, что даже если у пациентки не обнаружено ни одного ультразвукового признака, лабораторно-анамнестические показатели все равно имеют значение для прогноза риска (при

использовании RMI-1 отсутствие УЗД-признаков автоматически означало отсутствие риска, так как $RMI=0$). Расчет RMI-3: $RMI = U \times M \times CA-125$

- $U = 1$ – при отсутствии или 1 ультразвуковом признаке
 3 – при 2–5 ультразвуковых признаках
 $M = 1$ – для пременопаузы
 3 – для постменопаузы

Диагностическая ценность RMI-3, по данным авторов, составила: чувствительность 71%, специфичность 93%, прогностическая ценность положительного теста 69%, отрицательного – 92% [3].

Индекс риска малигнизации RMI-4

В 2009 г. Y. Yamamoto и соавт. предложили модификацию RMI-4. Ее главной особенностью стало включение в формулу размеров выявленного объемного образования. Расчет RMI-3: $RMI = U \times M \times S \times CA-125$

- $U = 1$ – при отсутствии или 1 ультразвуковом признаке
 4 – при 2–5 ультразвуковых признаках
 $M = 1$ – для пременопаузы
 4 – для постменопаузы
 $S = 1$ – для размера < 7 см
 2 – для размера ≥ 7 см

где U – ультразвуковые признаки, M – менопаузальный статус, S – размер образования.

По данным авторов, диагностическая ценность RMI-4 при пороговом значении 450 составила: чувствительность 86,8%, специфичность 91%, прогностическая ценность положительного теста 63,5%, отрицательного – 97,5%. Показатель диагностической точности RMI-4 (90,4%) оказался статистически достоверно выше ($p < 0,001$) RMI-1 (86,2%), RMI-2 (85%), RMI-3 (86,2%) [4].

Сравнение диагностической ценности индексов RMI 1–4

Как всегда, особый интерес представили результаты сравнения диагностической ценности всех 4 вариантов RMI, проведенного не самими разработчиками этих диагностических моделей. Так, N. Abdalla и соавт. (2017) сравнили RMI 1–4 у 312 пациенток. Помимо “классических” вариантов RMI, использовались модифицированные

Таблица 1. Сравнительная диагностическая ценность индексов RMI 1–4 [5]**Table 1.** Comparison of the diagnostic value of RMI 1–4 [5]

Индекс RMI RMI Index	Чувствительность, % Sensitivity, %		Специфичность, % Specify, %		Точность, % Accuracy, %	
	RMI/CA-125	RMI/HE4	RMI/CA-125	RMI/HE4	RMI/CA-125	RMI/HE4
RMI 1	75,0	84,6	95,3	85,0	91,9	84,9
RMI 2	78,8	84,6	87,6	84,6	86,1	84,6
RMI 3	76,9	84,6	91,8	84,6	89,3	84,6
RMI 4	75,0	86,5	92,2	86,5	89,3	86,9

варианты, в формулах которых показатель СА-125 был заменен на HE4. Результаты представлены в табл. 1.

В целом AUC (площадь под кривой) для классических RMI 1–4 составила 0,899, 0,900, 0,895 и 0,908 соответственно, а для модифицированных RMI 1–4 – 0,903, 0,929,

0,930 и 0,931 ($p > 0,05$). Как видно из табл. 1, наилучший результат показал классический RMI 1, хотя это преимущество и не было статистически значимым. Модификация RMI путем замены СА-125 на считающийся более специфичным HE4 также не принесла ощутимых результатов [5].

S. Zhang и соавт. (2019) ретроспективно оценили возможности RMI 1–4 при обследовании пациенток с пограничными и доброкачественными опухолями яичников. Авторами сделан вывод, что при дифференциации пограничных и доброкачественных опухолей яичников оптимален RMI-1 [6].

По данным А.В. Ульяновой и соавт. (2020), показатель RMI-1 обладает более высокими показателями диагностической эффективности по сравнению с показателем ROMA (AUC 0,93 и 0,89 соответственно). Показатель RMI может быть рекомендован в качестве начального этапа дифференциально-диагностического поиска у пациенток с образованиями яичников [7].

Таким образом, оптимальным индексом из вышеупомянутых следует считать RMI-1. Важной положительной особенностью этого индекса следует признать не учитывание повышения уровня СА-125 при отсутствии ультразвуковых признаков новообразования, поскольку онкомаркер СА-125 неспецифичен и часто повышается при неопухолевых заболеваниях.

КОМПЛЕКСНАЯ УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ШКАЛА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКОВ

Нами в 1999 г. предложена комплексная шкала балльной оценки опухолей яичников (табл. 2). Пороговое значение для вывода о повышенном риске малигнизации ≥ 8 баллов [8].

Таблица 2. Комплексная шкала балльной оценки опухолей яичников**Table 2.** Comprehensive scoring scale for ovarian tumors

Показатель Characteristic	Количество баллов Scores
Смешанная эхогенность Mixed echogenicity	2
Толщина перегородок < 3 мм Septal thickness < 3 mm	1
Толщина перегородок ≥ 3 мм Septal thickness ≥ 3 mm	2
Папиллярные включения < 4 мм Papillary projections < 4 mm	1
Папиллярные включения ≥ 4 мм Papillary projections ≥ 4 mm	2
Солидный компонент < 10 мм Solid component < 10 mm	1
Солидный компонент ≥ 10 мм Solid component ≥ 10 mm	2
Кровоток в перегородке Blood flow in the septum	1
Папиллярный/солидный кровоток (не по контуру опухоли) Papillary/solid blood flow (not along the tumor contour)	2
$V_{\max} \geq 18$ см/с $V_{\max} \geq 18$ cm/s	2
$RI_{\min} \leq 0,44$	2
$VV_{\max} \geq 6$ см/с $VV_{\max} \geq 6$ cm/s	1

По данным Е.А. Борисовой (2017), при использовании данной шкалы медиана количества баллов составила для доброкачественных опухолей яичников 2,0 (1,0–4,8) балла и для злокачественных опухолей 8,0 (8–10) баллов [9].

Алгоритм комплексного использования эхографии и онкомаркеров (СА-125, HE4, ROMA)

В результате проведенных исследований Е.А. Борисовой и соавт. (2015) было показано, что изолированное использование ультразвукового исследования (УЗИ), а также онкомаркеров СА-125, HE4, ROMA не имеет высокой диагностической точности, хотя наилучшие результаты показало именно УЗИ. Для оценки риска малигнизации при УЗИ использовалась вышеприведенная комплексная шкала балльной оценки опухолей яичников [8]. Специфичность онкомаркера HE4 оказалась несколько более высокой по сравнению с ROMA. Для диагностики рака яичников наиболее высокочувствительным (89–98%) оказалось сочетание УЗИ+ROMA, при этом количество ложноположительных результатов снизилось при повторной оценке HE4 в группе (+) УЗИ+ROMA (специфичность 94%).

Авторами предложен следующий алгоритм комплексной диагностики (рис. 1):

1. При положительном результате УЗИ и любом результате ROMA: делается заключение о злокачественной опухоли.
2. При отрицательном результате УЗИ и положительном ROMA: повторно ретроспективно оценивается уже полученный показатель онкомаркера HE4.

2.1. Если в этой группе пациентов результат HE4 положительный: делается заключение о злокачественной опухоли.

2.2. Если в этой группе пациентов результат HE4 отрицательный: делается заключение о доброкачественной опухоли.

3. При отрицательном результате УЗИ и отрицательном результате ROMA: делается заключение о доброкачественной опухоли [10].

Компьютерная система Risk Ovarian Cancer

Отечественная компьютерная система Risk Ovarian Cancer предложена Е.А. Борисовой и соавт. (2016). Оценивались: заключение о наличии или отсутствии признаков малигнизации при УЗИ; длительность менструации, индекс массы тела, количество родов, биохимические показатели: креатинин, глюкоза, онкомаркеры: СА-125, HE4, ROMA. Данные о пациентке вводятся врачом на приеме в “стартовое окно” программы. Стратификация риска проводилась программой по четырем категориям (группам). Доброкачественные опухоли были в группе “очень низкая вероятность” у 100%, а в группе “низкая вероятность” у 91% пациенток. В группе “высокая вероятность” у 70%, а в группе “очень высокая вероятность” у 100% женщин оказались злокачественные опухоли. Авторы полагают, что данная компьютерная система может быть использована для принятия решения при дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей придатков матки [11].

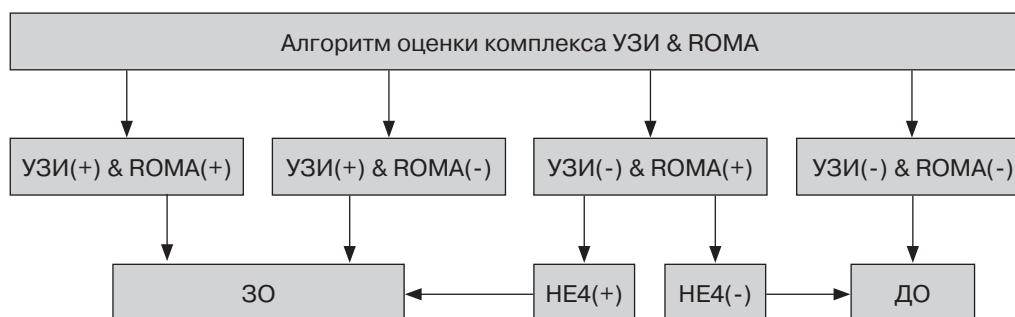


Рис. 1. Алгоритм комплексной дифференциальной диагностики новообразований придатков (УЗД + ROMA).

Fig. 1. Algorithm for complex differential diagnosis of adnexal tumors (ultrasound + ROMA).

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ IOTA

Главной целью международной группы анализа опухолей яичников IOTA (International Ovarian Tumor Analysis group) стало создание эффективных общепринятых диагностических алгоритмов для выявления злокачественных новообразований яичников. В своей работе группа IOTA, созданная в 1999 г., руководствовалась тем, что на тот момент в мире наблюдались существенные отличия в диагностической ценности разработанных различными авторами критериев дифференциации доброкачественных и злокачественных опухолей яичников. Эффективный диагностический алгоритм, созданный в одном диагностическом центре, часто не оказывался столь же успешным в другом. Одной из очевидных причин было отсутствие стандарта в используемых терминах и критериях. В 2000 г. был опубликован консенсус IOTA, рекомендуемый стандартные термины и критерии для описания и интерпретации ультразвукового изображения физиологических и патологических состояний придатков матки [12]. В последующие годы было предложено 6 диагностических моделей IOTA, логично развивающих и дополняющих друг друга. Все они представлены далее.

Простые правила IOTA

Первой диагностической моделью, разработанной группой IOTA, стали Простые правила IOTA (IOTA Simple Rules), опубликованные в 2008 г. [13]. При разработке этой модели авторами учитывались возможность их применения специалистами с разным опытом работы, использование стандартных терминов при описании опу-

холевой патологии яичника, а также стандартизация интерпретации полученных результатов. Предложено всего 10 критериев диагностики, а именно 5 критериев доброкачественного и 5 критериев злокачественного процесса (рис. 2).

Критерии доброкачественного процесса (В – от слова benign)

V1: Однокамерная киста.

V2: Солидные компоненты с наибольшим диаметром <7 мм.

V3: Акустическая тень дистальнее солидного включения.

V4: Гладкостенная многокамерная опухоль с наибольшим диаметром <100 мм.

V5: Отсутствие внутриопухолевого кровотока (1 балл).

Критерии злокачественного процесса (М – от слова malignancy)

M1: Солидная неоднородная опухоль.

M2: Асцит.

M3: ≥4 папиллярных разрастаний в опухоли кистозно-солидного строения.

M4: Неоднородная многокамерная опухоль с солидным компонентом с наибольшим диаметром >100 мм.

M5: Выраженный внутриопухолевый кровоток (4 балла).

Расчет риска малигнизации с помощью Простых правил IOTA:

При наличии ≥1 М-признака и отсутствии В-признаков: дается ультразвуковое заключение о наличии злокачественной опухоли.

При наличии ≥1 В-признака и отсутствии М-признаков: дается ультразвуковое заключение о наличии доброкачественной опухоли.

При наличии и М-, и В-признаков, а также при отсутствии М- и В-признаков: дает-

Международная группа анализа опухолей яичников (IOTA). Простые правила	
V1 Однокамерная киста	M1 Неоднородная солидная опухоль
V2 Солидные компоненты с наибольшим диаметром <7 мм	M2 Наличие асцита
V3 Наличие акустической тени	M3 ≥4 папиллярных разрастаний
V4 Гладкостенная многокамерная опухоль с наибольшим диаметром <100 мм	M4 Неоднородная многокамерная опухоль с солидным компонентом с наибольшим диаметром >100 мм
V5 Отсутствие кровотока (1 балл)	M5 Выраженный кровоток (4 балла)
	© IOTA

Рис. 2. Диагностическая модель IOTA ADNEX. Ссылка <https://www.iotagroup.org/education/educational-material>.

Fig. 2. IOTA ADNEX diagnostic model. Link <https://www.iotagroup.org/education/educational-material>.

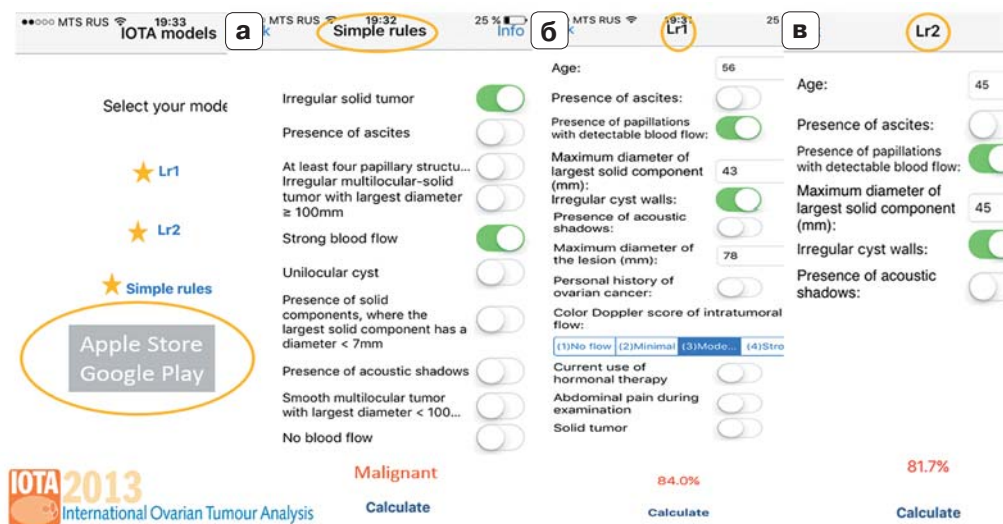


Рис. 3. Диагностические модели IOTA в виде приложения на смартфоне Apple или Android (обведены желтым цветом). **а** – рак яичника. Простые правила. У пациентки неоднородная солидная опухоль и выраженный внутренний кровоток. Заключение: злокачественный процесс; **б** – рак яичника. Lr1: у пациентки 56 лет определяются папиллярные разрастания с кровотоком, наибольший размер солидного компонента 43 мм, а всей опухоли – 78 мм, неровный внутренний контур кистозной опухоли, васкуляризация 3 балла. Заключение: вероятность малигнизации 84%; **в** – рак яичника. Lr2: у пациентки 45 лет определяются папиллярные разрастания с кровотоком, наибольший размер солидного компонента 45 см, неровные стенки кистозной опухоли. Заключение: вероятность малигнизации 81,7%.

Fig. 3. IOTA diagnostic models as an application on an Apple or Android smartphone (circled in yellow). **a** – ovarian cancer. Simple rules: The patient has a heterogeneous solid tumor and pronounced internal blood flow. Conclusion: malignant process; **б** – ovarian cancer. Lr1: a 56-year-old patient has papillary growths with blood flow, the largest size of the solid component is 43 mm, and the entire tumor is 78 mm, an uneven internal contour of the cystic tumor, vascularization 3 scores. conclusion: The probability of malignancy is 84%; **в** – ovarian cancer. Lr2: A 45-year-old patient has papillary growths with blood flow, the largest size of the solid component is 45 cm, uneven walls of the cystic tumor. Conclusion: the probability of malignancy is 81.7%.

ся ультразвуковое заключение о неопределенном характере опухоли.

По данным мультицентрового анализа N. Nunes и соавт. (2014), Простые правила IOTA позволяют дать однозначное заключение о злокачественной или незлокачественной опухоли яичника в 76–89% объемных образований придатков матки. Таким образом, для остальных 11–24% образований требуется уточняющая диагностика [14]. Ниже будут изложены предлагаемые алгоритмы при неопределенном характере опухоли. В работе Е. Меус и соавт. (2017) “Простые правила не так просты” показано, что точность диагностики с использованием Простых правил IOTA зависит от обученности специалиста, а также класса оборудования. Врачи с разным опытом и работающие на отличающемся по классу оборудовании получали разные результаты [15].

В настоящее время Простые правила IOTA можно использовать в виде бесплатного приложения на смартфоне (рис. 3).

Простые правила IOTA с количественным расчетом риска малигнизации

На основе Простых правил IOTA в 2016 г. была предложена компьютерная программа количественного расчета риска малигнизации Простые правила IOTA с расчетом риска малигнизации (Simple Rules Risk – SRRisk) [16]. Ею можно воспользоваться бесплатно на сайте IOTA (рис. 4). Производители ультразвукового оборудования устанавливают программу SRRisk на своих приборах (рис. 5). По данным J. Hidalgo и соавт. (2018), чувствительность и специфичность программы SRRisk составили 98 и 83% соответственно [17].

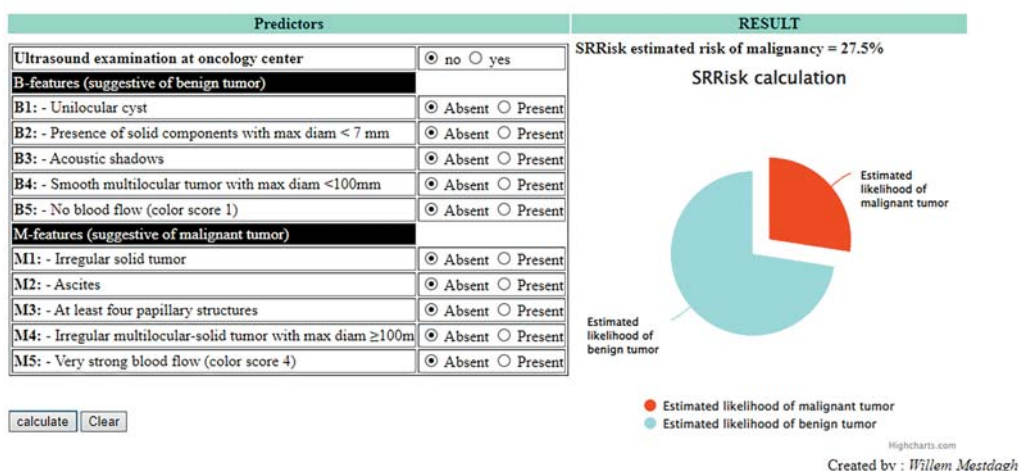


Рис. 4. Диагностическая модель IOTA Simple Rules Risk на сайте IOTA. Ссылка: <https://www.iotagroup.org/research/iota-models-software/iota-simple-rules-and-srrisk-calculator-diagnose-ovarian-cancer>. Представлен клинический случай пограничной серозной папиллярной цистаденомы. Заключение: риск малигнизации 27,5%.

Fig. 4. IOTA Simple Rules Risk diagnostic model on the IOTA website. Link: <https://www.iotagroup.org/research/iota-models-software/iota-simple-rules-and-srrisk-calculator-diagnose-ovarian-cancer>. A clinical case of borderline serous papillary cystadenoma is presented. Conclusion: the risk of malignancy is 27.5%.

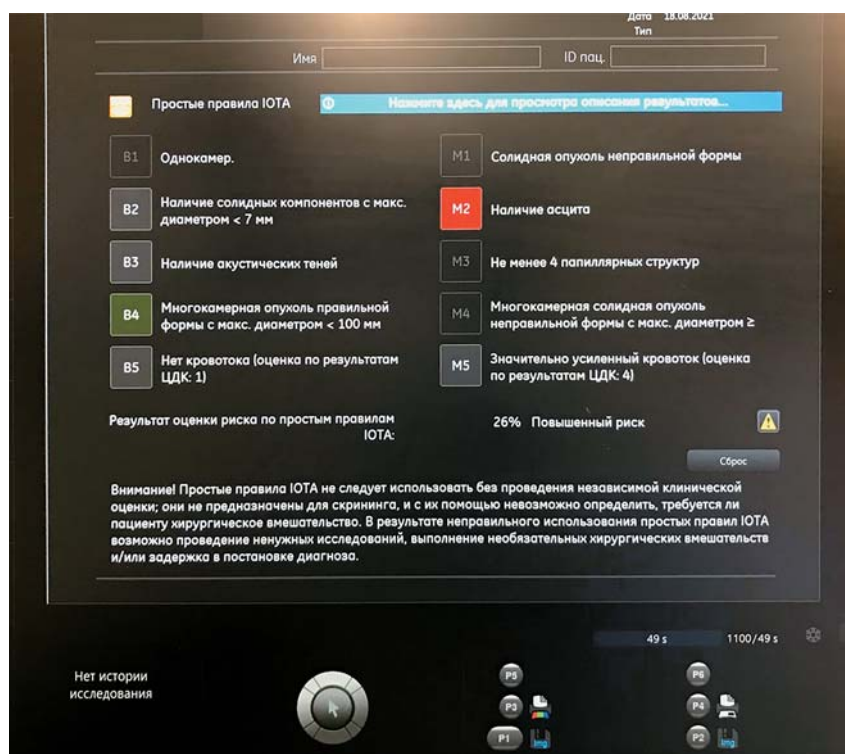


Рис. 5. Диагностическая модель IOTA Simple Rules Risk, установленная на ультразвуковом сканере Voluson E10 (GE). Выбран признак M2: наличие асцита. Заключение: риск малигнизации 26% (повышенный риск).

Fig. 5. IOTA Simple Rules Risk diagnostic model installed on the Voluson E10 (GE) ultrasound scanner. Feature M2 selected: presence of ascites. Conclusion: risk of malignancy 26% (increased risk).

Логистический регрессионный анализ IOTA LR1 & LR2

В 2012 г. группой IOTA предложены две компьютерные диагностические модели риска малигнизации образований придатков матки, основанные на использовании мультивариантного логистического регрессионного анализа: LR1 и LR2 [18]. При введении в программу данных ею проводится расчет риска малигнизации в процентах. Разница между LR1 и LR2 состоит в том, что в LR1 используется 12 критериев, а в LR2 только 6, которые полностью совпадают с первыми шестью критериями в LR1. Данные, которые вводятся в программы LR1 и LR2 для расчета риска малигнизации:

- 1) возраст (LR1 и LR2);
- 2) наличие асцита (LR1 и LR2);
- 3) наличие папиллярных разрастаний с кровотоком (LR1 и LR2);
- 4) максимальный диаметр наибольшего солидного компонента в мм (LR1 и LR2);
- 5) наличие неровных внутренних стенок (LR1 и LR2);
- 6) наличие акустической тени (LR1 и LR2);
- 7) максимальный диаметр опухоли (LR1);
- 8) наличие рака яичников в анамнезе (LR1);

9) интенсивность внутриопухолевого кровотока в баллах 1–4 (LR1);

10) гормональная терапия в настоящее время (LR1);

11) болевые ощущения во время исследования (LR1);

12) солидная опухоль (LR1).

По данным мультицентрового анализа N. Nunes и соавт. (2018), чувствительность и специфичность LR1 составили 97% (93–99%) и 77% (73–82%), а LR2 – 95% (89–98%) и 77% (72–81%) соответственно [19]. В настоящее время LR1 и LR2 можно использовать в виде бесплатных приложений на смартфоне (см. рис. 3). Производители ультразвукового оборудования устанавливают программу LR2 на своих приборах (рис. 6).

Простые дескрипторы IOTA

Диагностическая модель Простые (легкие) дескрипторы IOTA (easy descriptors) предложена в 2012 г. [20]. В данном случае ультразвуковой дескриптор – это устойчивая совокупность ультразвуковых признаков, характерная для конкретного физиологического или патологического образования. Авторами модели предложены 4 де-

Дата 18.08.2021 Стр. 77/13

Имя _____ ID пац. _____

Модель IOTA LR2

1	Возраст пациента	38 лет
2	Наличие асцита	☒
3	Наличие кровотока в сосочковом разрастании	☒
4	Максимальный диаметр солидного компонента (увеличение не > 50 мм)	3 мм
5	Неровные внутренние стенки кисты	☒
6	Наличие акустической тени	☐

Результат модели IOTA LR2 48 %

ВНИМАНИЕ: Не следует использовать модель IOTA LR2 без проведения независимой клинической оценки; она не предназначена для скрининга и с ее помощью невозможно определить, нуждается ли пациент в хирургическом вмешательстве. Неправильное использование модели IOTA LR2 может стать причиной проведения ненужных анализов, выполнения необязательных хирургических вмешательств и/или задержек в постановке диагноза.

Рис. 6. Диагностическая модель IOTA LR2, установленная на ультразвуковом сканере Voluson E10 (GE). У пациентки 38 лет максимальный размер солидного компонента составляет 3 мм, определяются асцит, наличие кровотока в сосочковом (папиллярном) разрастании, неровные стенки кистозной опухоли. Заключение: риск малигнизации 48% (повышенный риск).

Fig. 6. Diagnostic model IOTA LR2 installed on the Voluson E10 (GE) ultrasound scanner. In a 38-year-old patient, the maximum size of the solid component is 3 mm; ascites, the presence of blood flow in the papillary growth, and uneven walls of the cystic tumor are determined. Conclusion: risk of malignancy 48% (increased risk).

скриптора доброкачественного процесса и 2 дескриптора злокачественного процесса (рис. 7). При обнаружении одного из шести дескрипторов дается ультразвуковое заключение о наличии доброкачественного или злокачественного образования придатков матки соответственно.

Дескрипторы доброкачественного процесса:

- однокамерное образование с содержимым типа “матовое стекло” в пременопаузе (предположительно эндометриома);
- однокамерное образование смешанной эхогенности с акустической тенью в пременопаузе (предположительно дермоидная киста);
- однокамерное образование с ровной стенкой и максимальным диаметром <10 см (предположительно простая киста или цистаденома);
- геморрагическое однокамерное образование с ровной стенкой.

Дескрипторы злокачественного процесса:

- опухоль с асцитом и как минимум умеренным кровотоком (3 балла) в постменопаузе;

- возраст старше 50 лет и СА-125 > 100 Е/мл (не ультразвуковой, а только клинический дескриптор).

По данным L. Ameye и соавт. (2012), диагностическая точность простых дескрипторов IOTA оказалась очень высокой и составила для доброкачественных дескрипторов 98–100%, а для ультразвукового дескриптора злокачественного процесса 95,6%. Точность клинико-биохимического злокачественного дескриптора оказалась наименьшей, составив 93,2% [20]. Известно, что в постменопаузе высокие значения СА-125 могут быть связаны не только с раком яичников, но также, например, с вирусным гепатитом и циррозом печени (рис. 8). В целом, по данным J. Hidalgo и соавт. (2018), простые дескрипторы IOTA

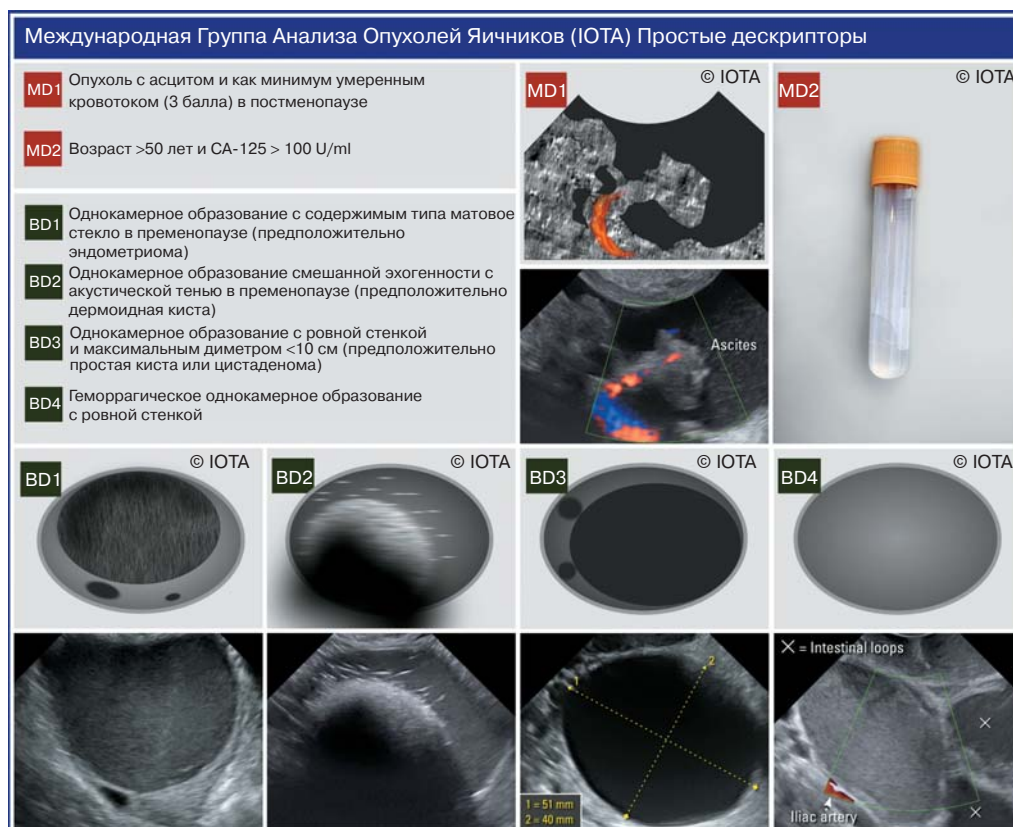


Рис. 7. Диагностическая модель IOTA “Easy descriptors”. Ссылка: <https://www.iotagroup.org/education/educational-material>.

Fig. 7. IOTA diagnostic model “Easy descriptors”. Link: <https://www.iotagroup.org/education/educational-material>.

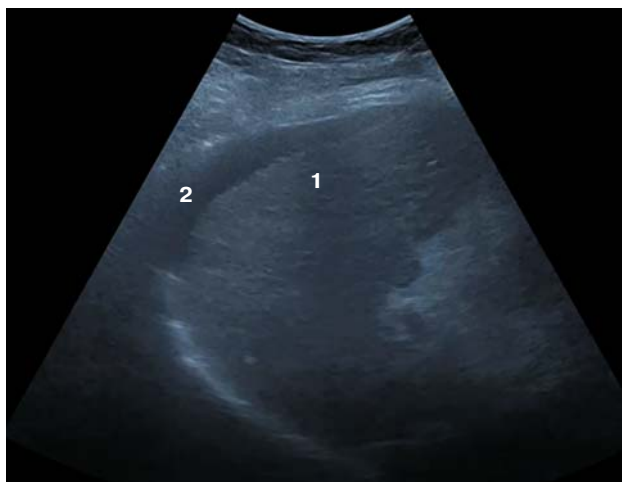


Рис. 8. Возраст пациентки 63 года, показатель СА-125 1520 МЕ. Асцит. Клиническое наблюдение соответствует простому дескриптору малигнизации IOTA M2. Неоднократные цитологические исследования смывов асцитической жидкости: только клетки мезотелия. При лапароскопии опухоль также не обнаружена. Биопсия печени. Гистологический диагноз: цирроз печени. У пациентки гепатит С и алкоголизм. 1 – печень. 2 – асцит.

Fig. 8. Age 63 years, CA125 = 1520 ME. Ascites. The clinical observation corresponds to the simple malignancy descriptor IOTA M2. Repeated cytological studies of ascitic fluid washings: only mesothelial cells. Laparoscopy also did not detect a tumor. Liver biopsy. Histological diagnosis: liver cirrhosis. The patient has hepatitis C and alcoholism. 1 – liver. 2 – ascites.

оказались применимы для 44% обнаруженных при УЗИ объемных образований яичников, тогда как для остальных 56% потребовалась уточняющая диагностика [17].

IOTA ADNEX

В настоящее время самой распространенной диагностической моделью IOTA является предложенная в 2014 г. модель ADNEX. Эта компьютерная программа разработана в результате мультицентрового анализа более 12 000 клинических случаев новообразований яичников из 10 стран мира. Для расчета риска малигнизации используется 9 клинических и ультразвуковых критериев:

- 1) возраст;
- 2) показатель СА-125 (если анализ не делался, расчет все равно проводится);
- 3) проведено ли исследование в специализированном онкологическом центре;
- 4) максимальный диаметр опухоли;

5) максимальный диаметр солидного компонента (если опухоль солидная, то максимальный диаметр солидного компонента указывается равным максимальному диаметру опухоли);

- 6) наличие >10 кистозных камер;
- 7) количество папиллярных разрастаний;
- 8) наличие акустической тени;
- 9) наличие асцита.

Особенностью модели ADNEX является неиспользование критериев внутренней васкуляризации опухоли. Очевидно, при этом авторы учитывали, что в зависимости от класса используемого оборудования чувствительность доплерографии будет значительно отличаться от прибора к прибору, тогда как все используемые в ADNEX ультразвуковые критерии серошкальные, то есть легко поддаются количественному анализу, и, таким образом, их выявляемость меньше зависит от класса ультразвукового прибора. Также вероятно учитывалось, что в ряде сканеров может отсутствовать доплеровский блок.

Программа ADNEX рассчитывает в процентах не только риск малигнизации в целом, но также процентную вероятность пограничной опухоли, рака яичников на I стадии, рака яичников II–IV стадии, а также метастатической опухоли. Пороговым значением для ультразвукового заключения о наличии повышенного риска малигнизации и соответственной маршрутизации пациентки считается значение $\geq 10\%$ [21].

Результаты исследований практического использования модели ADNEX показывают ее высокую чувствительность и низкую специфичность. Так, по данным K.G. Araujo и соавт. (2016), чувствительность и специфичность составили 94 и 55,5% соответственно [22]. По данным С. Landolfo и соавт. (2018), статистический показатель AUC для ADNEX с/без СА-125 (AUC 0,93/0,91) продемонстрировал наилучшую возможность для дифференцирования доброкачественных и злокачественных опухолей по сравнению с RMI (AUC 0,89) и ROMA (AUC 0,86) [23].

Программу ADNEX можно бесплатно использовать на сайте IOTA (рис. 9) и в виде платного приложения на смартфоне (рис. 10). Производители ультразвукового оборудования устанавливают программу ADNEX на своих приборах (рис. 11).

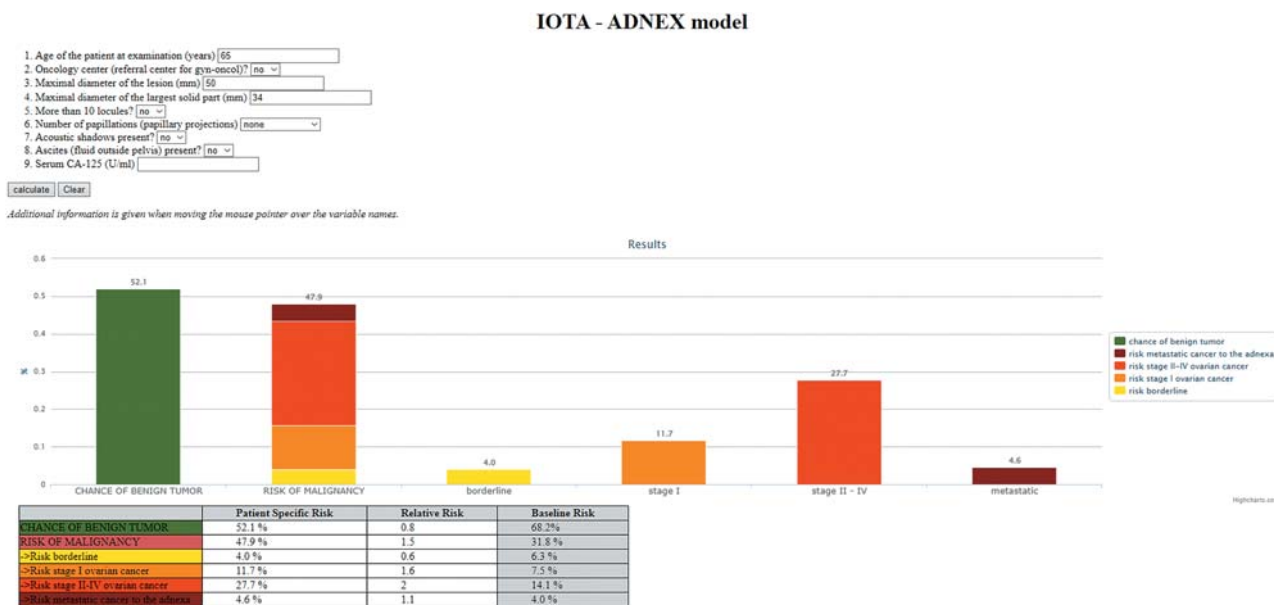
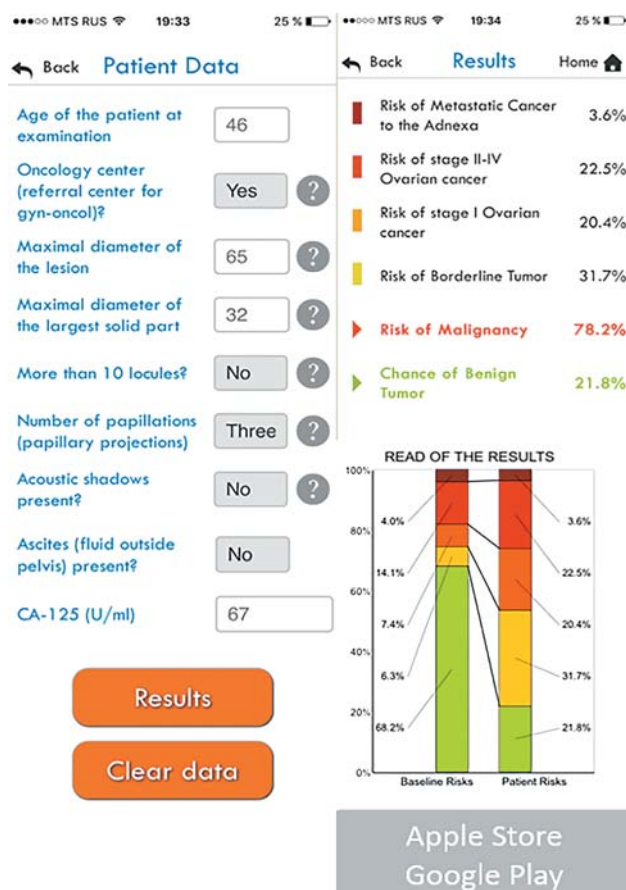


Рис. 9. Использование диагностической модели IOTA ADNEX на сайте IOTA. Ссылка: <https://www.iotagroup.org/iota-models-software/adnex-risk-model>
 Представлен расчет риска малигнизации при раке маточной трубы.

Fig. 9. Using the IOTA ADNEX diagnostic model on the IOTA website. Link: <https://www.iotagroup.org/iota-models-software/adnex-risk-model>
 A calculation of the risk of malignancy in fallopian tube cancer is presented.

Рис. 10. Диагностическая модель IOTA ADNEX в виде приложения на смартфоне Apple или Android. Рак яичника. У пациентки 46 лет наибольший размер солидного компонента 32 мм, а всей опухоли – 65 мм, три папиллярных разрастания, СА-125 67 Е/мл. Заключение: вероятность малигнизации 78,2%.

Fig. 10. Diagnostic model IOTA ADNEX in the form of an application on an Apple or Android smartphone. Ovarian cancer. In a 46-year-old patient, the largest size of the solid component is 32 mm, and the entire tumor is 65 mm, three papillary growths, CA-125 67 U/ml. Conclusion: the probability of malignancy is 78.2%.



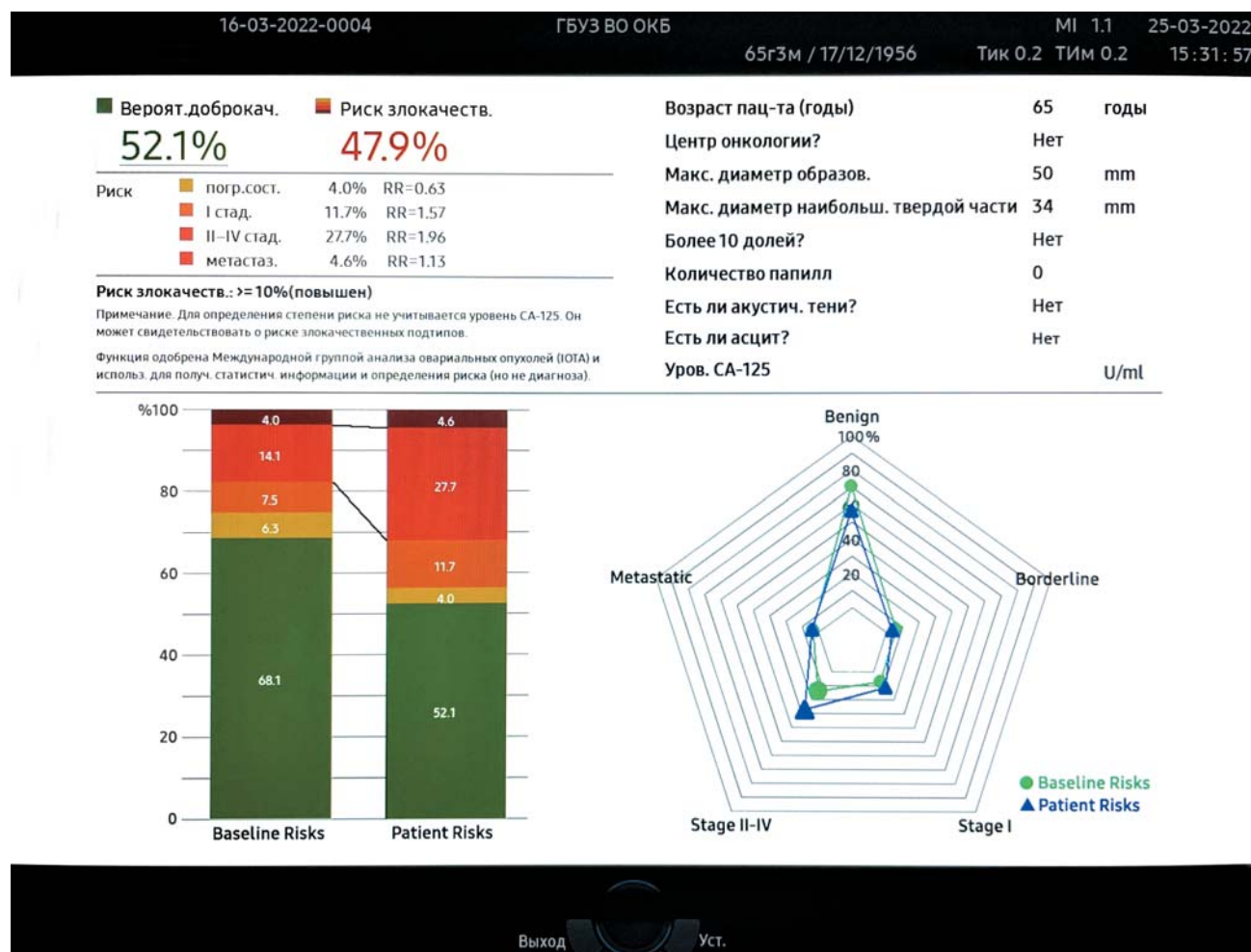


Рис. 11. Диагностическая модель IOTA ADNEX, установленная на ультразвуковом сканере HERA W10 (Samsung). Представлен расчет риска малигнизации при раке маточной трубы.

Fig. 11. IOTA ADNEX diagnostic model installed on the HERA W10 (Samsung) ultrasound scanner. A calculation of the risk of malignancy in fallopian tube cancer is presented.

Алгоритмы комплексного использования моделей IOTA

Несмотря на удобство в использовании и относительно высокие показатели диагностической точности используемых моделей IOTA, все же ни одна из них по отдельности не обеспечивает одновременно высоких показателей и чувствительности, и специфичности. В связи с этим предлагаются алгоритмы комплексного поэтапного использования моделей IOTA.

Так, J. Hidalgo и соавт. (2018) предложена трехэтапная стратегия оптимизации предоперационной классификации образований придатков с использованием моделей IOTA:

1-й этап: использование Простых дескрипторов IOTA специалистом, не являющимся экспертом. По данным авторов, на 1-м этапе удалось успешно классифицировать как доброкачественные или злокачественные 44,5% выявленных образований придатков. Для остальных оставшихся неопределенными 55,5% образований был применен 2-й этап.

2-й этап: использование Простых правил IOTA и альтернативно при наличии возможности Простых правил IOTA с количественным расчетом риска. На 2-м этапе анализ также проводился специалистом не экспертом, при этом удалось успешно классифицировать еще 39,6% от всех пациенток.

Таким образом, суммарно на 1-м и 2-м этапах удалось успешно классифицировать 84% от всех выявленных образований придатков. Для оставшихся неопределенными 16% образований использовался 3-й этап.

3-й этап: субъективная экспертная оценка специалистом экспертом.

Диагностическая ценность предложенной трехэтапной стратегии оказалась очень высокой: чувствительность 95,2%, специфичность 97,7%, точность 97,2%. Вместе с тем при использовании только первых двух этапов имела место очень высокая чувствительность 98,4%, но низкая специфичность – 63,8% [17].

Позднее А. Esquivel и соавт. (2020) предложена двухэтапная стратегия оптимизации предоперационной классификации образований придатков с использованием моделей IOTA:

1-й этап: простые правила IOTA. На 1-м этапе успешно классифицированы 85,3% образований (из них 90,9% как доброкачественные, 9,1% как злокачественные). Для 14,7% образований, оказавшихся неопределенными, использовался 2-й этап.

2-й этап: модель ADNEX для образований, неопределенных по результатам Простых правил. При этом 38,2% классифицированы как доброкачественные и 61,8% как злокачественные.

Параллельно авторы использовали ADNEX для всех 606 образований: 79,2%

как доброкачественные, 20,8% как злокачественные.

Таким образом, использование двухэтапной стратегии показало чувствительность и специфичность 86,8 и 91,1%, тогда как использование только IOTA ADNEX 91,8 и 87,2% соответственно ($p > 0,05$). Авторы пришли к выводу, что двухэтапная стратегия помогает несколько уменьшить количество ложноположительных результатов по сравнению с изолированным использованием ADNEX [24].

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА GI-RADS

Научной группой F. Amor и соавт. (2009) с целью дифференцирования доброкачественных и злокачественных новообразований яичников предложена диагностическая система GI-RADS (Gynecologic Imaging Report and Data System) [25]. По примеру опубликованной в 2002 г. и получившей широкое распространение в мире диагностической и стратификационной системы для диагностики заболеваний молочных желез BI-RADS [26] авторы системы GI-RADS предложили 5 степеней градации выраженности риска малигнизации (табл. 3). Использовались ультразвуковые термины и критерии IOTA. Исследования, проведенные в последующие годы, показали достаточно высокую диагностическую ценность метода. Так, по данным метаанализа F. Amor

Таблица 3. Диагностическая система GI-RADS [25]

Table 3. Diagnostic system GI-RADS [25]

GI-RADS	Степень риска малигнизации Degree of risk of malignancy	Риск малигнизации, % Risk of malignancy, %	Признаки Signs
1	Очевидно доброкачественное Obviously benign	0%	Нормальные яичники Normal ovaries
2	Весьма вероятно доброкачественное Very likely benign	<1%	Функциональные образования: фолликул, желтое тело, геморрагическая киста Functional lesions: follicle, corpus luteum, hemorrhagic cyst
3	Вероятно доброкачественное Probably benign	1–4%	Эндометриома, тератома, простая и параовариальная киста, гидросальпинкс, перитонеальная киста, воспалительные изменения Endometrioma, teratoma, simple and paraovarian cyst, hydrosalpinx, peritoneal cyst, inflammatory changes

Таблица 3 (окончание).

Table 3 (end).

GI-RADS	Степень риска малигнизации Degree of risk of malignancy	Риск малигнизации, % Risk of malignancy, %	Признаки Signs
4	Вероятно злокачественное Probably malignant	5–20%	Любые образования придатков, не соответствующие GI-RADS 1–3, а также имеющие 1–2 признака малигнизации* Any adnexal formations that do not correspond to GI-RADS 1–3, as well as having 1–2 signs of malignancy*
5	Весьма вероятно злокачественное Very likely malignant	>20%	Образования придатков, имеющие ≥ 3 признаков малигнизации* Adnexal masses with ≥ 3 signs of malignancy*

*Признаки малигнизации: папиллярные разрастания >10 мм; толщина перегородок >3 мм; неоднородные солидные образования; асцит; васкуляризация в солидном компоненте.

* Signs of malignancy: papillary growths >10 mm; Partition thickness >3 mm; heterogeneous solid formations; ascites; vascularization in the solid component.

и соавт. (2011), чувствительность и специфичность метода составили 96 и 91% соответственно [27]. Исследования, проведенные другими авторами (не разработчиками GI-RADS), продемонстрировали более скромные показатели диагностической ценности метода. Так, по данным M. Migda и соавт. (2018), для GI-RADS 4–5 показатели чувствительности, специфичности и точности составили 94,3, 72,2, и 77,7% соответственно [28].

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА O-RADS

Самой новой диагностической моделью в настоящее время является предложенная в 2018 г. система ультразвуковой стратификации риска рака яичников O-RADS (Ovarian-Adnexal Reporting and Data System), которая предназначена для поэтапной интерпретации данных и минимизации субъективной оценки УЗИ. Она разработана Американским колледжем радиологии (ACR), при этом базируется на терминологии и диагностических критериях IOTA [29]. Система O-RADS может использоваться в качестве бесплатного приложения на смартфоне. В 2023 г. представлена новая версия O-RADS v2022 [30].

Далее представлены принципы использования, характеристика категорий O-RADS

(версия 2022), а также рекомендуемая тактика. Хотим обратить особое внимание на то, что все предложенные ниже рекомендации по тактике ведения и маршрутизации пациенток в зависимости от категории O-RADS являются оригинальными рекомендациями O-RADS ACR версия 2022 г. и могут нуждаться в адаптации к правилам, принятым в системе здравоохранения Российской Федерации. При необходимости они могут быть скорректированы лечащим врачом с учетом действующих в нашей стране клинических рекомендаций и порядков оказания медицинской помощи.

Основные принципы использования O-RADS:

- Применяется только для пациенток без острой симптоматики и без таких существенных факторов риска рака яичников, как мутации BRCA и семейный анамнез.

- Все пациентки подразделяются на 2 группы: в пременопаузе и в постменопаузе, определяемой как физиологическая аменорея ≥ 1 года.

- При оценке патологического образования обязательно указывается наибольший диаметр образования независимо от плоскости измерения. Для стратификации риска (начисления баллов) и разработки дальнейшей тактики используется только один наибольший диаметр патологического образования.

- Применяется только к изменениям яичников или маточных труб, параовариальным и перитонеальным кистам, а также к образованиям предположительно указанного происхождения.

- Не применяется к образованиям малого таза, которые четко идентифицируются как не исходящие из яичника или маточной трубы (за исключением параовариальных и перитонеальных кист).

- Рекомендации обычно основаны на комплексном трансвагинальном и трансабдоминальном исследовании, которое при необходимости может быть дополнено трансректальным исследованием.

- В случаях множественных или двусторонних поражений каждое образование должно быть охарактеризовано отдельно, в заключение выносится максимальная категория O-RADS [30].

O-RADS 0

Категория O-RADS 0 означает невозможность провести ультразвуковую оценку внутренних женских половых органов из-за соматического состояния пациентки, ряда таких технических факторов, как газ в кишечнике, большой размер образования, сложное расположение придатков или невозможность провести трансвагинальное исследование.

Тактика при O-RADS 0: может быть проведено повторное УЗИ или выполнено альтернативное исследование. В качестве альтернативного исследования рекомендуется использовать магнитно-резонансную томографию (МРТ) [30].

O-RADS 1

Категория O-RADS 1 означает наличие нормального неизмененного яичника.

Это физиологическая категория, которая имеет отношение только к пациенткам в период до наступления постменопаузы, включает в себя изображение фолликула в виде простой кисты ≤ 3 см и желтого тела ≤ 3 см. Во избежание неправильного понимания пациентками рекомендуется в ультразвуковом заключении описывать изменения данной категории как фолликул и желтое тело, а не как киста.

Тактика при O-RADS 1: плановое наблюдение у гинеколога [30].

O-RADS 2

Категория O-RADS 2 означает почти наверняка доброкачественный процесс ($<1\%$ риск злокачественного новообразования) и включает в себя следующие виды выявленных изменений (см. рис. 4, 5):

- простые кисты >3 см, но <10 см у женщин в период до наступления постменопаузы и <10 см у женщин в постменопаузе;

- однокамерные кисты без солидного компонента с ровными стенками <10 см;

- двухкамерные кисты без солидного компонента с ровным внутренним контуром стенки с анэхогенным содержимым или взвесью <10 см;

- типичные геморрагические кисты <10 см;

- типичные дермоидные кисты (зрелые тератомы) <10 см;

- типичные эндометриоидные кисты <10 см;

- простые параовариальные кисты;

- перитонеальные кисты;

- типичный гидросальпинкс.

Таким образом, главным критерием включения образования придатков в категорию O-RADS 2 является его однокамерный характер без полных перегородок и солидного компонента, а также размер <10 см. В версии 2022 г. к этой категории отнесены также двухкамерные гладкостенные кисты.

Предложенная тактика при O-RADS 2 (версия 2022):

В пременопаузе дополнительные обследования не требуются в следующих случаях:

- простые кисты ≤ 5 см;

- однокамерные и двухкамерные кисты ≤ 3 см;

- типичные геморрагические кисты ≤ 5 см;

- типичные простые параовариальные кисты.

Динамическое УЗИ через 12 мес:

- простые кисты >5 см, но <10 см (в зависимости от клинической ситуации можно рассмотреть более короткие промежутки между исследованиями);

- типичная дермоидная киста ≤ 3 см; типичная дермоидная киста >3 см, но <10 см, если не показано хирургическое лечение;

- типичная эндометриоидная киста <10 см, если не показано хирургическое лечение.

Динамическое УЗИ через 6 мес:

- однокамерные и двухкамерные кисты, соответствующие категории O-RADS 2, >3 см, но <10 см;
- динамическое УЗИ через 2–3 мес;
- типичные геморрагические кисты >5 см, но <10 см.

В постменопаузе дополнительные обследования не требуются в следующих случаях:

- простые кисты ≤3 см;
- типичные доброкачественные параовариальные кисты.

Динамическое УЗИ через 12 мес:

- простые кисты >3 см, но <10 см;
- однокамерные и двухкамерные кисты, соответствующие категории O-RADS 2;
- ≤3 см; типичная дермоидная киста ≤3 см;
- типичная дермоидная киста >3 см, но <10 см, если не показано хирургическое лечение;
- типичная эндометриоидная киста <10 см, если не показано хирургическое лечение.

Динамическое УЗИ через 6 мес:

- однокамерные и двухкамерные кисты, соответствующие категории O-RADS 2, >3 см, но <10 см.

Динамическое УЗИ через 2–3 мес или альтернативный метод визуализации (МРТ):

- типичные геморрагические кисты <10 см;
- типичная впервые выявленная эндометриоидная киста <10 см.

Изменения при динамическом УЗИ:

- уменьшение размеров на ≥10% по среднему линейному размеру – дальнейшее обследование не требуется;
- размеры без динамики – повторное исследование через 24 мес от первого посещения (выявления);
- увеличение размеров на ≥10% по среднему линейному размеру – повторное УЗИ через 12 и 24 мес от первого посещения (выявления);
- при изменении структуры рекомендуется переоценить категорию O-RADS.

Во всех случаях при решении вопроса о дальнейшей тактике ведения пациентки во внимание принимаются клинические данные и результаты лабораторных и других инструментальных методов исследования [30].

O-RADS 3

Категория O-RADS 3 означает наличие патологических образований с низким риском малигнизации (риск злокачественного новообразования от 1% до <10%) и включает следующие образования:

- однокамерные кисты без солидного компонента с ровным внутренним контуром стенки размером ≥10 см;
- типичные геморрагические кисты размером ≥10 см;
- типичные дермоидные кисты (зрелые тератомы) размером ≥10 см;
- типичные эндометриоидные кисты размером ≥10 см;
- однокамерные кисты с неровным внутренним контуром стенки любого размера;
- многокамерные кисты без солидного компонента с ровным внутренним контуром, размером <10 см, васкуляризация 1–3 балла;
- солидное образование без или с акустической тенью с ровным внешним контуром любого размера, васкуляризация 1 балл;
- солидное образование с акустической тенью, с ровным внешним контуром, любого размера, васкуляризация 2–3 балла.

Тактика при O-RADS 3: пациентка направляется к врачу акушеру-гинекологу, если не показано хирургическое лечение, то динамический ультразвуковой контроль через 6 мес (в некоторых случаях (например, при наличии клинических факторов) можно рассмотреть более короткие промежутки между исследованиями); при выявлении солидных образований назначение повторного экспертного УЗИ или по назначению лечащего врача МРТ органов малого таза с интерпретацией по O-RADS.

Во всех случаях при решении вопроса о дальнейшей тактике ведения пациентки во внимание принимаются клинические данные и результаты лабораторных и других инструментальных методов исследования [30].

O-RADS 4

Категория O-RADS 4 означает наличие патологического образования с промежуточным, то есть повышенным, риском малигнизации (риск злокачественного новообразования от 10% до <50%) и включает следующие образования:

- двухкамерная киста без солидного компонента с неровным внутренним контуром стенки, любого размера и типа васкуляризации;

- многокамерная киста без солидного компонента с ровным внутренним контуром стенки, размером ≥ 10 см, васкуляризация 1–3 балла;

- многокамерная киста без солидного компонента с ровным внутренним контуром стенки, любого размера, васкуляризация 4 балла;

- многокамерная киста без солидного компонента с неровным внутренним контуром стенки и/или с неровными перегородками, любого размера, любой степени васкуляризации;

- однокамерные кисты с солидным компонентом или с 1–3 папиллярными разрастаниями, любого размера, любой степени васкуляризации;

- двухкамерная или многокамерная киста с солидным компонентом, любого размера, васкуляризация 1–2 балла;

- солидное образование без акустической тени, с ровным внешним контуром, любого размера, васкуляризация 2–3 балла.

Тактика при O-RADS 4: пациентка направляется к врачу-онкологу для определения дальнейшей лечебно-диагностической тактики. Во всех случаях при решении вопроса о дальнейшей тактике ведения пациентки во внимание принимаются клинические данные и результаты лабораторных и других инструментальных методов исследования [30].

O-RADS 5

Категория O-RADS 5 означает патологические образования с высоким риском малигнизации (50–100% риск злокачественного новообразования):

- однокамерная киста с 4 и более папиллярными разрастаниями, любого размера, любой степени васкуляризации;

- двухкамерная или многокамерная киста с солидным компонентом, любого размера, васкуляризация 3–4 балла;

- солидное образование без или с акустической тенью, с ровным внешним кон-

туром, любого размера, васкуляризация 4 балла;

- солидное образование с неровным внешним контуром, любого размера, любой степени васкуляризации;

- асцит и/или перитонеальные солидные разрастания.

Тактика при O-RADS 5: пациентка направляется к онкологу для определения дальнейшей лечебно-диагностической тактики [30].

Результаты практического использования системы O-RADS

По данным группы разработчиков O-RADS R. Andreotti и соавт. (2020), злокачественными опухолями оказались в группах с категорией O-RADS 2 – 0,5%; O-RADS 3 – 3,6%; O-RADS 4 – 29,8% и O-RADS 5 – 77,5% [31]. По данным ряда исследований, опубликованных в 2021 г., чувствительность и специфичность O-RADS составили 96–100% и 39–86% соответственно [32, 33]. Эти результаты позволяют сделать первые выводы о диагностической ценности метода, который уже продемонстрировал очень высокую чувствительность, однако не столь высокую специфичность. Следует отметить, что это в целом характерно для большинства описанных выше диагностических моделей.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

На рис. 12–15 представлено несколько клинических наблюдений с использованием рассмотренных выше диагностических моделей. Хорошо видно, что большинство моделей обладают высокой чувствительностью и относительно низкой специфичностью. Данный перевес в сторону ложноположительной диагностики рака можно считать оправданным исходя из того, что все эти модели главным образом предназначены для первичной диагностики, практически для скрининга. В последующем во всех сложных случаях должно проводиться экспертное УЗИ или альтернативное исследование.

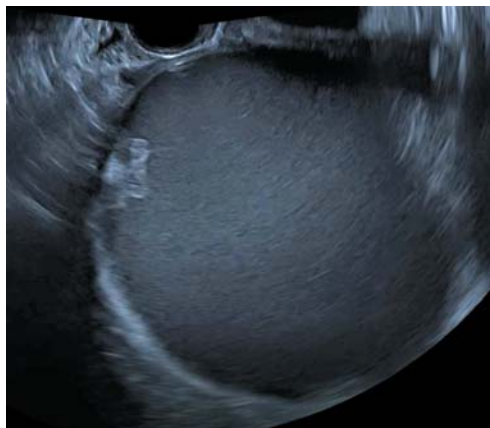


Рис. 12. Возраст пациентки 21 год. Беременность 12 нед. Серозная папиллярная цистаденома с нетугим перекрутом. Диаметр опухоли 80 мм, солидный компонент с наибольшим диаметром 12 мм. Васкуляризация в солидном компоненте 2 балла. Обращает на себя внимание характер содержимого кистозного компонента опухоли, напоминающего ультразвуковой признак “матовое стекло”. Возможно, это связано с неполным перекрутом опухоли. Расчет риска малигнизации с помощью диагностических моделей.

RMI-1, RMI-3: 1 признак $(1) \times 1 \times \text{CA-125 } 36 \text{ МЕ/мл} = 36 \text{ (ДО)}$

RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 36 \times 1 = 36 \text{ (ДО)}$

Комплексная шкала балльной оценки: 2 балла (ДО)

Простые правила IOTA: признаков М и В нет (неопределенное)

Простые правила IOTA с расчетом риска: 27% (повышенный риск ЗО)

LR1 6,7% (низкий риск ЗО)

LR2 6,8% (низкий риск ЗО)

Простые дескрипторы: неопределенная опухоль

IOTA ADNEX: 7,2% (низкий риск ЗО)

GI-RADS: GI-RADS 4 (повышенный риск ЗО)

O-RADS: O-RADS 4 (повышенный риск ЗО)

Fig. 12. Age 21 years. Pregnancy 12 weeks. Serous papillary cystadenoma with loose torsion. Tumor diameter 80 mm, solid component with largest diameter 12 mm. Vascularization in the solid component: 2 scores.

Calculation of the risk of malignancy using diagnostic models.

RMI-1, RMI-3: 1 sign $(1) \times 1 \times \text{CA-125 } 36 \text{ IU/mL} = 36 \text{ (Benign)}$

RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 36 \times 1 = 36 \text{ (Benign)}$

Comprehensive scoring scale: 2 points (Benign)

Simple IOTA rules: there are no M and B signs. (undefined)

Simple IOTA rules with risk calculation: 27% (increased risk of Malignancy)

LR1 6.7% (low risk of Malignancy)

LR2 6.8% (low risk of Malignancy)

Simple descriptors: indeterminate tumor

IOTA ADNEX: 7.2% (low risk of Malignancy)

GI-RADS: GI-RADS 4 (probably Malignancy)

O-RADS: O-RADS 4 (increased risk of cancer)



Рис. 13. Возраст пациентки 26 лет. Беременность 7 нед. Пограничная серозная папиллярная цистаденома. Диаметр опухоли 29 мм, солидный компонент с наибольшим диаметром 11 мм. Васкуляризация в солидном компоненте 3 балла. Расчет риска малигнизации с помощью диагностических моделей.

RMI-1, RMI-3: 1 признак (солидный компонент) $\times 1 \times \text{CA-125 } 41 \text{ МЕ/мл} = 41$ (ДО)

RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 41 \times 1 = 41$ (ДО)

Комплексная шкала балльной оценки: смешанная эхогенность (2) + солидный компонент < 10 мм (1) + солидный кровоток (2) + $\text{RI} < 0,44$ (2) = 7 (ДО)

Простые правила IOTA: признаков В и М нет (неопределенное)

Простые правила IOTA с расчетом риска: 27,5% (повышенный риск ЗО)

LR1 7,9% (ДО)

LR2 8,3% (ДО)

Простые дескрипторы: неопределенная опухоль

IOTA ADNEX: 10,6% (повышенный риск ЗО)

GI-RADS: GI-RADS 4 (вероятно ЗО)

O-RADS: O-RADS 4 (повышена вероятность ЗО)

Fig. 13. Age 26 years. Pregnancy 7 weeks. Borderline serous papillary cystadenoma. Tumor diameter 29 mm, solid component with largest diameter 11 mm. Vascularization in the solid component: 3 scores

Calculation of the risk of malignancy using diagnostic models.

RMI-1, RMI-3: 1 sign (solid component) $\times 1 \times \text{CA-125 } 41 \text{ IU/mL} = 41$ (Benign)

RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 41 \times 1 = 41$ (benign)

Comprehensive scoring scale: Mixed echogenicity (2) + solid component < 10 mm (1) + solid flow (2) + $\text{RI} < 0.44$ (2) = 7 (Benign)

Simple IOTA rules: there are no signs B and M (undefined)

Simple IOTA rules with risk calculation: 27.5% (increased risk of Malignancy)

LR1 7.9% (benign)

LR2 8.3% (benign)

Simple descriptors: indeterminate tumor

IOTA ADNEX: 10.6% (increased risk of Malignancy)

GI-RADS: GI-RADS 4 (probably Malignancy)

O-RADS: O-RADS 4 (increased probability of Malignancy)

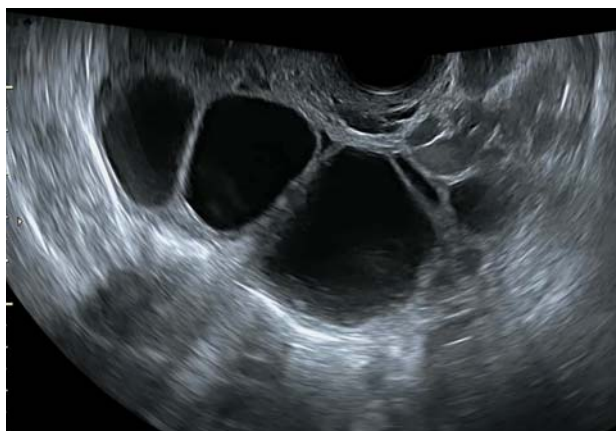


Рис. 14. Возраст пациентки 29 лет. Беременность 30 нед. Мультифолликулярная структура яичников в виде многокамерного кистозного образования 65 мм с васкуляризацией 2 балла. В 36 нед нормальное изображение яичников. Расчет риска малигнизации с помощью диагностических моделей.

RMI-1, RMI-3: 1 признак (солидный компонент) $\times 1 \times$
 $\times \text{CA-125 } 37 \text{ ME/мл} = 37 \text{ (ДО)}$
 RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 37 \times 1 = 37 \text{ (ДО)}$
 Комплексная шкала балльной оценки: 1 балл (ДО)
 Простые правила IOTA: признаков М нет. Признак В: гладкостен-
 ное многокамерное (ДО)
 Простые правила IOTA с расчетом риска: 2,4% (ДО)
 LR1 1,4% (ДО)
 LR2 1,3% (ДО)
 Простые дескрипторы: неопределенная опухоль
 IOTA ADNEX: 1,4% (низкий риск 30)
 GI-RADS: GI-RADS 4 (низкий риск 30)
 O-RADS: O-RADS 3 (низкий риск 30)

Fig. 14. Age 29 years. Pregnancy 30 weeks. Multifollicular structure of the ovaries in the form of a multi-chamber cystic formation 65 mm with vascularization 2 scores At 36 weeks, normal image of the ovaries. Calculation of the risk of malignancy using diagnostic models.

RMI-1, RMI-3: 1 sign (solid component) $\times 1 \times \text{CA-125 } 37 \text{ IU/mL} = 37$
 (BEFORE)
 RMI-2, RMI-4: $1 \times 1 \times 37 \times 1 = 37 \text{ (benign)}$
 Comprehensive scoring scale: 1 point (benign)
 Simple IOTA rules: There are no M signs. Sign B: smooth-walled
 multi-chamber (benign)
 Simple IOTA rules with risk calculation: 2.4% (benign)
 LR1 1.4% (benign)
 LR2 1.3% (benign)
 Simple descriptors: indeterminate tumor
 IOTA ADNEX: 1.4% (low Malignancy risk)
 GI-RADS: GI-RADS 4 (probably Malignancy)
 O-RADS: O-RADS 3 (low risk of Malignancy)



Рис. 15. Возраст пациентки 62 года. Многокамерная серозная цистаденома 52 мм с васкуляризацией 2 балла. Расчет риска малигнизации с помощью диагностических моделей.

RMI-1, RMI-3: 1 признак (многокамерное образование) $\times$
 $\times 3 \times \text{CA-125 } 12 \text{ ME/мл} = 36 \text{ (ДО)}$
 RMI-2, RMI-4: $1 \times 4 \times 12 \times 1 = 48 \text{ (ДО)}$
 Комплексная шкала балльной оценки: 1 балл (ДО)
 Простые правила IOTA: признаков M нет.
 Признак B: гладкостенное многокамерное (ДО)
 Простые правила IOTA с расчетом риска: 2,4% (ДО)
 LR1 3,5% (ДО)
 LR2 4,0% (ДО)
 Простые дескрипторы: неопределенная опухоль
 IOTA ADNEX: 1,8% (низкий риск ЗО)
 GI-RADS: GI-RADS 4 (низкий риск ЗО)
 O-RADS: O-RADS 3 (низкий риск ЗО)

Fig. 15. Age 62 years. Multilocular serous cystadenoma 52 mm with vascularization score 2.

Calculation of the risk of malignancy using diagnostic models.

RMI-1, RMI-3: 1 sign (multi-chamber formation) $\times$
 $\times 3 \times \text{CA-125 } 12 \text{ IU/mL} = 36 \text{ (TO)}$
 RMI-2, RMI-4: $1 \times 4 \times 12 \times 1 = 48 \text{ (benign)}$
 Comprehensive scoring scale: 1 point (benign)
 Simple IOTA rules: There are no M signs.
 Sign B: Smooth-walled multi-chamber (benign)
 Simple IOTA rules with risk calculation: 2.4% (benign)
 LR1 3.5% (benign)
 LR2 4.0% (benign)
 Simple descriptors: indeterminate tumor
 IOTA ADNEX: 1.8% (low Malignancy risk)
 GI-RADS: GI-RADS 4 (probably Malignancy)
 O-RADS: O-RADS 3 (low risk of Malignancy)

КОНСЕНСУС ESGO/ISUOG/IOTA/ESGE ПО ПРЕДОПЕРАЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКЕ ОПУХОЛЕЙ ЯИЧНИКОВ

В результате многолетних исследований в 2021 г. опубликован консенсус четырех международных медицинских сообществ по предоперационной диагностике опухолей яичников. Это Европейское общество гинекологической онкологии ESGO, Международное общество ультразвука в акушерстве и гинекологии ISUOG, Международная группа анализа опухолей яичников IOTA, Международная группа гинекологической эндоскопии ESGE.

Консенсус состоит из 18 положений по дооперационной дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных опухолей яичников и отражает основную накопленную к настоящему времени информацию по оптимальному использованию в этой области УЗД, МРТ, ПЭТ/КТ, а также биохимических и молекулярных онкомаркеров. Следует отметить, что в консенсусе не упоминается использование модели O-RADS. Возможно, это связано с тем, что она начала использоваться совсем недавно, и пока еще не накоплен значимый опыт ее использования в клинической практике.

Восемнадцать положений консенсуса ESGO, ISUOG, IOTA, ESGE [34]:

1. Субъективная экспертная оценка, проводимая экспертом УЗД, оптимальна для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников.

2. Если экспертная УЗД недоступна, целесообразно использование диагностических моделей УЗД.

3. Диагностические модели IOTA Simple Rules Risk и IOTA ADNEX предпочтительнее онкомаркеров СА-125, HE4, ROMA.

4. Использование моделей IOTA ADNEX и IOTA Simple Rules Risk предпочтительнее RMI.

5. Модель IOTA ADNEX – это мультиклассовая модель, которая помогает дифференцировать доброкачественные опухоли, пограничные опухоли, рак яичников на ранней или поздней стадии, вторичные метастатические опухоли.

6. Пороговый риск наличия вторичной метастатической опухоли (согласно IOTA ADNEX), выше которого должны быть инициированы дополнительные исследования для выявления первичной опухоли, составляет 10%.

7. СА-125 – лучший биохимический маркер для предоперационной оценки опухолей яичников, однако он бесполезен в качестве скринингового теста на рак яичников.

8. HE4 и ROMA не улучшают возможность дифференцирования доброкачественных и злокачественных опухолей по сравнению с СА-125.

9. СА-125 не повышает эффективность ультразвуковых моделей расчета риска малигнизации при дифференцировании доброкачественных и злокачественных опухолей.

10. СА-125 полезен в качестве биохимического маркера при подозрении на злокачественные опухоли и помогает различать такие подтипы рака, как пограничный, ранний и распространенный первичный рак яичников, а также метастатические опухоли.

11. Онкомаркер РЭА может быть полезен в ряде случаев для дифференцирования первичного рака яичников и вторичных опухолей.

12. Онкомаркер СА-19-9 может помочь дифференцировать вторичные метастатические опухоли яичника.

13. МРТ (с динамическим контрастным усилением, диффузионно-взвешенный режим) может использоваться после УЗИ для уточняющей дифференциальной диагностики доброкачественных, злокачественных, а также пограничных опухолей.

14. ПЭТ/КТ и диффузионная МРТ всего тела могут помочь обнаружить неовариальное происхождение вторичных метастатических опухолей, если возникли подозрения при УЗИ.

15. ПЭТ/КТ не может надежно дифференцировать пограничные и доброкачественные опухоли яичников.

16. Все имеющиеся визуализирующие методы не позволяют надежно выявить всю степень выраженности карциноматоза брюшины (особенно небольшого), а также поражение брыжейки и серозной оболочки кишечника.

17. Одних визуализирующих методов недостаточно для прогноза резектабельности опухоли при планировании хирургического лечения.

18. Циркулирующая внеклеточная ДНК и циркулирующие опухолевые клетки пока не должны использоваться в рутинной клинической практике для дифференцирования доброкачественных и злокачественных новообразований яичников. Считается, что в перспективе ДНК-диагностика позволит выявлять опухолевые клетки примерно за 2 года до клинических проявлений рака, однако пока результаты сопоставимы с используемыми биохимическими онкомаркерами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Jacobs I., Oram D., Fairbanks J., Turner J., Frost C., Grudzinskas J.G. A risk of malignancy index incorporating CA 125, ultrasound and menopausal status for the accurate preoperative diagnosis of ovarian cancer. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1990; 97: 922–929. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1990.tb02448.x>
- Tingulstad S., Hagen B., Skjeldestad F.E., Onsrud M., Kiserud T., Halvorsen T., Nustad K. Evaluation of a risk of malignancy index based on serum CA125, ultrasound findings and menopausal status in the pre-operative diagnosis of pelvic masses. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1996; 103 (8): 826–831. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1996.tb09882.x>
- Tingulstad S., Hagen B., Skjeldestad F.E., Halvorsen T., Nustad K., Onsrud M. The risk of malignancy index to evaluate potential ovarian cancers in local hospitals. *Obstet. Gynecol.* 1999; 93 (3): 448–452.
- Yamamoto Y., Yamada R., Oguri H., Maeda N., Fukaya T. Comparison of four malignancy risk indices in the preoperative evaluation of patients with pelvic masses. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2009; 144 (2): 163–167. <http://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2009.02.048>
- Abdalla N., Piórkowski R., Stanirowski P., Cendrowski K., Sawicki W. Can Replacing CA125 with HE4 in Risk of Malignancy Indices 1-4 Improve Diagnostic Performance in the Presurgical Assessment of Adnexal Tumors? *Biomed. Res. Int.* 2017; 2017: 6712376. <http://doi.org/10.1155/2017/6712376>
- Zhang S., Yu S., Hou W., Li X., Ning C., Wu Y., Zhang F., Jiao Y.F., Lee L.T.O., Sun L. Diagnostic extended usefulness of RMI: comparison of four risk of malignancy index in preoperative differentiation of borderline ovarian tumors and benign ovarian tumors. *J. Ovarian Res.* 2019; 12 (1): 87. <http://doi.org/10.1186/s13048-019-0568-3>
- Ульянова А.В., Пономарева Ю.Н., Манухин И.Б., Капустин В.В. Сравнительная оценка алгоритмов дифференциальной диагностики образований яичников (ROMA, RMI). *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2020; 2: 48–59. <http://doi.org/10.24835/1607-0771-2020-2-48-59>
- Буланов М.Н. Значение трансвагинальной цветовой доплерографии в сочетании с импульсной доплерометрией для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований яичников: Дис. ... канд. мед. наук. М., 1999. 165 с.
- Борисова Е.А. Комплексная дифференциальная диагностика опухолей придатков матки: Дис. ... канд. мед. наук. Иркутск. 2018. 156 с.
- Борисова Е.А., Буланов М.Н., Макаренко Т.А., Кириченко О.Н. Новый алгоритм дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей яичников печатная. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2015; 4 (Приложение. Тезисы II Съезда Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине (10–13 ноября 2015 года, Москва)): 28.
- Борисова Е.А., Буланов М.Н., Пашов А.И., Макаренко Т.А., Наркевич А.Н. Возможности комплексного использования эхографии и онкомаркеров (CA-125, HE4, ROMA) для дифференциальной диагностики опухолей яичников печатная. *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* 2015; 6: 56–65.
- Timmerman D., Valentin L., Bourne T.H., Collins W.P., Verrelst H., Vergote I. International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Group. Terms, definitions and measurements to describe the sonographic features of adnexal tumors: a consensus opinion from the International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2000; 16 (5): 500–505. <http://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2000.00287.x>
- Timmerman D., Testa A.C., Bourne T., Ameye L., Jurkovic D., Van Holsbeke C., Paladini D., Van Calster B., Vergote I., Van Huffel S., Valentin L. Simple ultrasound-based rules for the diagnosis of ovarian cancer. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 31 (6): 681–690. <http://doi.org/10.1002/uog.5365>
- Nunes N., Ambler G., Foo X., Naftalin J., Widschwendter M., Jurkovic D. Use of IOTA simple rules for diagnosis of ovarian cancer: meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2014; 44 (5): 503–514. <http://doi.org/10.1002/uog.13437>
- Meys E., Rutten I., Kruitwagen R., Slangen B., Lambrechts S., Mertens H., Nolting E., Boskamp D., Van Gorp T. Simple Rules, Not So Simple: The Use of International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Terminology and Simple Rules in Inexperienced Hands in a Prospective Multicenter Cohort Study. *Ultraschall Med.* 2017; 38 (6): 633–641. <http://doi.org/10.1055/s-0043-113819>
- Timmerman D., Van Calster B., Testa A., Savelli L., Fischerova D., Froyman W., Wynants L., Van Holsbeke C., Epstein E., Franchi D., Kaijser J., Czekierdowski A., Guerriero S., Fruscio R., Leone F.P.G., Rossi A., Landolfo C., Vergote I., Bourne T., Valentin L. Predicting the risk of malignancy in adnexal masses based on the Simple Rules from the International Ovarian Tumor Analysis

- group. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2016; 214 (4): 424–437. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.01.007>
17. Hidalgo J.J., Ros F., Aubá M., Errasti T., Olarteochea B., Ruiz-Zambrana Á., Alcázar J.L. Prospective external validation of IOTA three-step strategy for characterizing and classifying adnexal masses and retrospective assessment of alternative two-step strategy using simple-rules risk. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2019; 53 (5): 693–700. <http://doi.org/10.1002/uog.20163>
 18. Timmerman D., Van Calster B., Testa A.C., Guerriero S., Fischerova D., Lissoni A.A., Van Holsbeke C., Fruscio R., Czekierdowski A., Jurkovic D., Savelli L., Vergote I., Bourne T., Van Huffel S., Valentin L. Ovarian cancer prediction in adnexal masses using ultrasound-based logistic regression models: a temporal and external validation study by the IOTA group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36: 226–234. <http://doi.org/10.1002/uog.7636>
 19. Nunes N., Ambler G., Foo X., Widschwendter M., Jurkovic D. Prospective evaluation of IOTA logistic regression models LR1 and LR2 in comparison with subjective pattern recognition for diagnosis of ovarian cancer in an outpatient setting. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (6): 829–835. <http://doi.org/10.1002/uog.18918>
 20. Ameye L., Timmerman D., Valentin L., Paladini D., Zhang J., Van Holsbeke C., Lissoni A.A., Savelli L., Veldman J., Testa A.C., Amant F., Van Huffel S., Bourne T. Clinically oriented three-step strategy for assessment of adnexal pathology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 40 (5): 582–591. <http://doi.org/10.1002/uog.11177>
 21. Van Calster B., Van Hoorde K., Froyman W., Kaijser J., Wynants L., Landolfo C., Anthoulakis C., Vergote I., Bourne T., Timmerman D. Practical guidance for applying the ADNEX model from the IOTA group: Benign discriminate between different subtypes of adnexal tumors. *Facts. Views Vis. Obgyn.* 2015; 7 (1): 32–41. PMID: 25897370
 22. Araujo K.G., Jales R.M., Pereira P.N., Yoshida A., de Angelo Andrade L., Sarian L.O., Derchain S. Performance of the IOTA ADNEX model in preoperative discrimination of adnexal masses in a gynecological oncology center. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017; 49 (6): 778–783. <http://doi.org/10.1002/uog.15963>
 23. Landolfo C., Valentin L., Franchi D., Van Holsbeke C., Fruscio R., Froyman W., Sladkevicius P., Kaijser J., Ameye L., Bourne T., Savelli L., Coosemans A., Testa A., Timmerman D. Differences in ultrasound features of papillations in unilocular-solid adnexal cysts: a retrospective international multicenter study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 52 (2): 269–278. <http://doi.org/10.1002/uog.18951>
 24. Esquivel Villabona A.L., Rodríguez J.N., Ayala N., Buriticá C., Gómez A.C., Velandia A.M., Rodríguez N., Alcázar J.L. Two-Step Strategy for Optimizing the Preoperative Classification of Adnexal Masses in a University Hospital, Using International Ovarian Tumor Analysis Models: Simple Rules and Assessment of Different NEoplasias in the adneXa Model. *J. Ultrasound Med.* 2022; 41 (2): 471–482. <http://doi.org/10.1002/jum.15728>
 25. Amor F., Vaccaro H., Alcázar J.L., León M., Craig J.M., Martínez J. Gynecologic imaging reporting and data system: a new proposal for classifying adnexal masses on the basis of sonographic findings. *J. Ultrasound Med.* 2009; 28 (3): 285–291. <http://doi.org/10.7863/jum.2009.28.3.285>
 26. Liberman L., Menell J.H. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS). *Radiol. Clin. N. Am.* 2002; 40 (3): 409–430, v. [http://doi.org/10.1016/s0033-8389\(01\)00017-3](http://doi.org/10.1016/s0033-8389(01)00017-3)
 27. Amor F., Alcázar J.L., Vaccaro H., León M., Iturra A. GI-RADS reporting system for ultrasound evaluation of adnexal masses in clinical practice: a prospective multicenter study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 38 (4): 450–455. <http://doi.org/10.1002/uog.9012>
 28. Migda M., Bartosz M., Migda M.S., Kierszk M., Katarzyna G., Maleńczyk M. Diagnostic value of the gynecology imaging reporting and data system (GI-RADS) with the ovarian malignancy marker CA-125 in preoperative adnexal tumor assessment. *J. Ovarian Res.* 2018; 11 (1): 92. <http://doi.org/10.1186/s13048-018-0465-1>
 29. Andreotti R.F., Timmerman D., Benacerraf B.R., Bennett G.L., Bourne T., Brown D.L., Coleman B.G., Frates M.C., Froyman W., Goldstein S.R., Hamper U.M., Horrow M.M., Hernanz-Schulman M., Reinhold C., Strachowski L.M., Glanc P. Ovarian-Adnexal Reporting Lexicon for Ultrasound: A White Paper of the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. *J. Am. Coll. Radiol.* 2018; 15 (10): 1415–1429. [Published correction appears in *J. Am. Coll. Radiol.* 2019; 16 (3): 403–406.]
 30. Strachowski L.M., Jha P., Phillips C.H., Blanchette Porter M.M., Froyman W., Glanc P., Guo Y., Patel M.D., Reinhold C., Suh-Burgmann E.J., Timmerman D., Andreotti R.F. O-RADS US v2022: An Update from the American College of Radiology's Ovarian-Adnexal Reporting and Data System US Committee. *Radiology.* 2023; 308 (3): e230685. <http://doi.org/10.1148/radiol.230685>
 31. Andreotti R.F., Timmerman D., Strachowski L.M., Froyman W., Benacerraf B.R., Bennett G.L., Bourne T., Brown D.L., Coleman B.G., Frates M.C., Goldstein S.R., Hamper U.M., Horrow M.M., Hernanz-Schulman M., Reinhold C., Rose S.L., Whitcomb B.P., Wolfman W.L., Glanc P. O-RADS US Risk Stratification and Management System: A Consensus Guideline from the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. *Radiology.* 2020; 294 (1): 168–185. <http://doi.org/10.1148/radiol.2019191150>
 32. Hack K., Gandhi K., Kahn D., Glanc P. External validation O-RADS ultrasound risk stratification and management system. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (Suppl. 1): 1–57.
 33. Rodríguez N., Rodríguez N., Solano D.A., Pitalua N., Huertas B., Esquivel A., Buritica C. An external validation of the O-RADS risk stratification to differentiate between benign and malignant adnexal masses. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (Suppl. 1): 1–57. <https://doi.org/10.1002/uog.23787>

34. Timmerman D., Planchamp F., Bourne T., Landolfo C., du Bois A., Chiva L., Cibula D., Concin N., Fischerova D., Froyman W., Gallardo Madueño G., Lemley B., Loft A., Mereu L., Morice P., Querleu D., Testa A.C., Vergote I., Vandecaveye V., Scambia G., Fotopoulou C. ESGO/ISUOG/IOTA/ESGE Consensus Statement on pre-operative diagnosis of ovarian tumors. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2021; 31 (7): 961–982. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2021-002565>

REFERENCES

1. Jacobs I., Oram D., Fairbanks J., Turner J., Frost C., Grudzinskas J.G. A risk of malignancy index incorporating CA 125, ultrasound and menopausal status for the accurate preoperative diagnosis of ovarian cancer. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1990; 97: 922–929. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1990.tb02448.x>
2. Tingulstad S., Hagen B., Skjeldestad F.E., Onsrud M., Kiserud T., Halvorsen T., Nustad K. Evaluation of a risk of malignancy index based on serum CA125, ultrasound findings and menopausal status in the pre-operative diagnosis of pelvic masses. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1996; 103 (8): 826–831. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1996.tb09882.x>
3. Tingulstad S., Hagen B., Skjeldestad F.E., Halvorsen T., Nustad K., Onsrud M. The risk-of-malignancy index to evaluate potential ovarian cancers in local hospitals. *Obstet. Gynecol.* 1999; 93 (3): 448–452.
4. Yamamoto Y., Yamada R., Oguri H., Maeda N., Fukaya T. Comparison of four malignancy risk indices in the preoperative evaluation of patients with pelvic masses. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2009; 144 (2): 163–167. <http://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2009.02.048>
5. Abdalla N., Piorkowski R., Stanirowski P., Cendrowski K., Sawicki W. Can Replacing CA125 with HE4 in Risk of Malignancy Indices 1-4 Improve Diagnostic Performance in the Presurgical Assessment of Adnexal Tumors? *Biomed. Res. Int.* 2017; 2017: 6712376. <http://doi.org/10.1155/2017/6712376>
6. Zhang S., Yu S., Hou W., Li X., Ning C., Wu Y., Zhang F., Jiao Y.F., Lee L.T.O., Sun L. Diagnostic extended usefulness of RMI: comparison of four risk of malignancy index in preoperative differentiation of borderline ovarian tumors and benign ovarian tumors. *J. Ovarian Res.* 2019; 12 (1): 87. <http://doi.org/10.1186/s13048-019-0568-3>
7. Ulyanova A.V., Ponomareva Yu.N., Manukhin I.B., Kapustin V.V. Comparative assessment of algorithms for differential diagnosis of ovarian formations (ROMA, RMI). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2020; 2: 48–59. <http://doi.org/10.24835/1607-0771-2020-2-48-59> (In Russian)
8. Bulanov M.N. The value of transvaginal color Dopplerography in combination with pulsed Doppler for the differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors: Dis. ... Candidate of Medical Sciences. Moscow, 1999. 165 p. (In Russian)
9. Borisova E.A. Complex differential diagnosis of tumors of the uterine appendages: Dis. ... of Candidate of Medical Sciences. Irkutsk, 2018. 156 p. (In Russian)
10. Borisova E.A., Bulanov M.N., Makarenko T.A., Kirichenko O.N. New algorithm for differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors, printed. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2015; 4 (Supplement. Abstracts of the II Congress of the Russian Association of Ultrasound Diagnostics in Medicine (November 10–13, 2015, Moscow)): 28. (In Russian)
11. Borisova E.A., Bulanov M.N., Pashov A.I., Makarenko T.A., Narkevich A.N. Possibilities of integrated use of echography and tumor markers (CA-125, HE4, ROMA) for differential diagnosis of ovarian tumors printed. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2015; 6: 56–65. (In Russian)
12. Timmerman D., Valentin L., Bourne T.H., Collins W.P., Verrelst H., Vergote I. International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Group. Terms, definitions and measurements to describe the sonographic features of adnexal tumors: a consensus opinion from the International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2000; 16 (5): 500–505. <http://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2000.00287.x>
13. Timmerman D., Testa A.C., Bourne T., Ameye L., Jurkovic D., Van Holsbeke C., Paladini D., Van Calster B., Vergote I., Van Huffel S., Valentin L. Simple ultrasound-based rules for the diagnosis of ovarian cancer. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2008; 31 (6): 681–690. <http://doi.org/10.1002/uog.5365>
14. Nunes N., Ambler G., Foo X., Naftalin J., Widschwendter M., Jurkovic D. Use of IOTA simple rules for diagnosis of ovarian cancer: meta-analysis. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2014; 44 (5): 503–514. <http://doi.org/10.1002/uog.13437>
15. Meys E., Rutten I., Kruitwagen R., Slangen B., Lambrechts S., Mertens H., Nolting E., Boskamp D., Van Gorp T. Simple Rules, Not So Simple: The Use of International Ovarian Tumor Analysis (IOTA) Terminology and Simple Rules in Inexperienced Hands in a Prospective Multicenter Cohort Study. *Ultraschall Med.* 2017; 38 (6): 633–641. <http://doi.org/10.1055/s-0043-113819>
16. Timmerman D., Van Calster B., Testa A., Savelli L., Fischerova D., Froyman W., Wynants L., Van Holsbeke C., Epstein E., Franchi D., Kaijser J., Czekierdowski A., Guerriero S., Fruscio R., Leone F.P.G., Rossi A., Landolfo C., Vergote I., Bourne T., Valentin L. Predicting the risk of malignancy in adnexal masses based on the Simple Rules from the International Ovarian Tumor Analysis group. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2016; 214 (4): 424–437. <http://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.01.007>
17. Hidalgo J.J., Ros F., Aubá M., Errasti T., Olartecoechea B., Ruiz-Zambrana Á., Alcázar J.L. Prospective external validation of IOTA three-step strategy for characterizing and classifying adnexal masses and retrospective assessment of alternative two-step strategy using simple-rules risk. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2019; 53 (5): 693–700. <http://doi.org/10.1002/uog.20163>
18. Timmerman D., Van Calster B., Testa A.C., Guerriero S., Fischerova D., Lissoni A.A., Van

- Holsbeke C., Fruscio R., Czekierdowski A., Jurkovic D., Savelli L., Vergote I., Bourne T., Van Huffel S., Valentin L. Ovarian cancer prediction in adnexal masses using ultrasound-based logistic regression models: a temporal and external validation study by the IOTA group. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36: 226–234. <http://doi.org/10.1002/uog.7636>
19. Nunes N., Ambler G., Foo X., Widschwendter M., Jurkovic D. Prospective evaluation of IOTA logistic regression models LR1 and LR2 in comparison with subjective pattern recognition for diagnosis of ovarian cancer in an outpatient setting. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 51 (6): 829–835. <http://doi.org/10.1002/uog.18918>
20. Ameye L., Timmerman D., Valentin L., Paladini D., Zhang J., Van Holsbeke C., Lissoni A.A., Savelli L., Veldman J., Testa A.C., Amant F., Van Huffel S., Bourne T. Clinically oriented three-step strategy for assessment of adnexal pathology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 40 (5): 582–591. <http://doi.org/10.1002/uog.11177>
21. Van Calster B., Van Hoorde K., Froyman W., Kaijser J., Wynants L., Landolfo C., Anthoulakis C., Vergote I., Bourne T., Timmerman D. Practical guidance for applying the ADNEX model from the IOTA group: Benign discriminate between different subtypes of adnexal tumors. *Facts. Views. Vis. Obgyn.* 2015; 7 (1): 32–41. PMID: 25897370
22. Araujo K.G., Jales R.M., Pereira P.N., Yoshida A., de Angelo Andrade L., Sarian L.O., Derchain S. Performance of the IOTA ADNEX model in preoperative discrimination of adnexal masses in a gynecological oncology center. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017; 49 (6): 778–783. <http://doi.org/10.1002/uog.15963>
23. Landolfo C., Valentin L., Franchi D., Van Holsbeke C., Fruscio R., Froyman W., Sladkevicius P., Kaijser J., Ameye L., Bourne T., Savelli L., Coosemans A., Testa A., Timmerman D. Differences in ultrasound features of papillations in unilocular-solid adnexal cysts: a retrospective international multicenter study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2018; 52 (2): 269–278. <http://doi.org/10.1002/uog.18951>
24. Esquivel Villabona A.L., Rodríguez J.N., Ayala N., Buriticá C., Gómez A.C., Velandia A.M., Rodríguez N., Alcázar J.L. Two-Step Strategy for Optimizing the Preoperative Classification of Adnexal Masses in a University Hospital, Using International Ovarian Tumor Analysis Models: Simple Rules and Assessment of Different NEoplasias in the adnexa Model. *J. Ultrasound Med.* 2022; 41 (2): 471–482. <http://doi.org/10.1002/jum.15728>
25. Amor F., Vaccaro H., Alcázar J.L., León M., Craig J.M., Martinez J. Gynecologic imaging reporting and data system: a new proposal for classifying adnexal masses on the basis of sonographic findings. *J. Ultrasound Med.* 2009; 28 (3): 285–291. <http://doi.org/10.7863/jum.2009.28.3.285>
26. Liberman L., Menell J.H. Breast imaging reporting and data system (BI-RADS). *Radiol. Clin. N. Am.* 2002; 40 (3): 409–430, v. [http://doi.org/10.1016/s0033-8389\(01\)00017-3](http://doi.org/10.1016/s0033-8389(01)00017-3)
27. Amor F., Alcázar J.L., Vaccaro H., León M., Iturra A. GI-RADS reporting system for ultrasound evaluation of adnexal masses in clinical practice: a prospective multicenter study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011; 38 (4): 450–455. <http://doi.org/10.1002/uog.9012>
28. Migda M., Bartosz M., Migda M.S., Kierszk M., Katarzyna G., Maleńczyk M. Diagnostic value of the gynecology imaging reporting and data system (GI-RADS) with the ovarian malignancy marker CA-125 in preoperative adnexal tumor assessment. *J. Ovarian Res.* 2018; 11 (1): 92. <http://doi.org/10.1186/s13048-018-0465-1>
29. Andreotti R.F., Timmerman D., Benacerraf B.R., Bennett G.L., Bourne T., Brown D.L., Coleman B.G., Frates M.C., Froyman W., Goldstein S.R., Hamper U.M., Horrow M.M., Hernanz-Schulman M., Reinhold C., Strachowski L.M., Glanc P. Ovarian-Adnexal Reporting Lexicon for Ultrasound: A White Paper of the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. *J. Am. Coll. Radiol.* 2018; 15 (10): 1415–1429. [Published correction appears in *J. Am. Coll. Radiol.* 2019; 16 (3): 403–406.]
30. Strachowski L.M., Jha P., Phillips C.H., Blanchette Porter M.M., Froyman W., Glanc P., Guo Y., Patel M.D., Reinhold C., Suh-Burgmann E.J., Timmerman D., Andreotti R.F. O-RADS US v2022: An Update from the American College of Radiology's Ovarian-Adnexal Reporting and Data System US Committee. *Radiology.* 2023; 308 (3): e230685. <http://doi.org/10.1148/radiol.230685>
31. Andreotti R.F., Timmerman D., Strachowski L.M., Froyman W., Benacerraf B.R., Bennett G.L., Bourne T., Brown D.L., Coleman B.G., Frates M.C., Goldstein S.R., Hamper U.M., Horrow M.M., Hernanz-Schulman M., Reinhold C., Rose S.L., Whitcomb B.P., Wolfman W.L., Glanc P. O-RADS US Risk Stratification and Management System: A Consensus Guideline from the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. *Radiology.* 2020; 294 (1): 168–185. <http://doi.org/10.1148/radiol.2019191150>
32. Hack K., Gandhi K., Kahn D., Glanc P. External validation O-RADS ultrasound risk stratification and management system. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (Suppl. 1): 1–57.
33. Rodríguez N., Rodríguez N., Solano D.A., Pitalua N., Huertas B., Esquivel A., Buritica C. An external validation of the O-RADS risk stratification to differentiate between benign and malignant adnexal masses. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 58 (Suppl. 1): 1–57. <https://doi.org/10.1002/uog.23787>
34. Timmerman D., Planchamp F., Bourne T., Landolfo C., du Bois A., Chiva L., Cibula D., Concin N., Fischerova D., Froyman W., Gallardo Madueño G., Lemley B., Loft A., Mereu L., Morice P., Querleu D., Testa A.C., Vergote I., Vandecaveye V., Scambia G., Fotopoulou C. ESGO/ISUOG/IOTA/ESGE Consensus Statement on pre-operative diagnosis of ovarian tumors. *Int. J. Gynecol. Cancer.* 2021; 31 (7): 961–982. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2021-002565>

Differential ultrasound diagnosis of benign and malignant ovarian tumors: diagnostic models, algorithms, stratification systems, consensuses (1990–2023)

Bulanov M.N.^{1,2*}, Chekalova M.A.³, Mazurkevich M.V.⁴, Vetsheva N.N.⁵

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

³ Federal Scientific Clinical Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical-Biological Agency (FMBA of Russia); 28, Orekhovy boulevard, Moscow 115682, Russian Federation

⁴ City Clinical Hospital No52 of Moscow Healthcare Department; 3, Pekhotnaya str., Moscow 123182, Russian Federation

⁵ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1, bld. 1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation

⁶ Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow

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>

Marina A. Chekalova – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics of the Institute of Professional Development of the Federal Medical-Biological Agency (FMBA of Russia), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Margarita V. Mazurkevich – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Ultrasound Diagnostics Department, Moscow City Clinical Hospital 52, Moscow. <https://orcid.org/0009-0002-2065-993X>

Natalia N. Vetsheva – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics of Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education “Russian Medical Academy of Continuous Professional Education” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9017-9432>

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

The review presents the most common diagnostic models, algorithms and stratification systems developed for the purpose of optimal differential diagnosis of benign and malignant ovarian tumors from 1990 to the present. Four variants of the RMI 1–4 malignancy risk index with their comparative characteristics are described. A proprietary comprehensive ultrasound scoring scale for ovarian tumors is described. Algorithms for the integrated use of echography and tumor markers (CA-125, HE4, ROMA), including the Risk Ovarian Cancer computer system, are presented. All existing IOTA diagnostic models are described: Simple IOTA rules, Simple IOTA rules with quantitative calculation of the risk of malignancy, Logistic regression analysis IOTA LR1 & LR2, Easy IOTA descriptors, IOTA ADNEX. The main algorithms for the integrated use of IOTA models are presented. The principles of using the diagnostic stratification systems GI-RADS and O-RADS are outlined. Clinical examples of the use of diagnostic models are given. The review concludes by presenting the ESGO/ISUOG/IOTA/ESGE consensus on the preoperative diagnosis of ovarian tumors.

Keywords: ultrasound diagnostics, ovarian tumors, adnexal mass, RMI, CA-125, HE4, ROMA, IOTA LR1 & LR2, IOTA ADNEX, GI-RADS, O-RADS

Citation: Bulanov M.N., Chekalova M.A., Mazurkevich M.V., Vetsheva N.N. Differential ultrasound diagnosis of benign and malignant ovarian tumors: diagnostic models, algorithms, stratification systems, consensuses (1990–2023). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2023; 2: 34–61. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-34-61> (In Russian)

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79>

Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата при подагре

Полухина Е.В.*

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

Статья представляет собой иллюстрированный обзор литературы, посвященный ультразвуковому исследованию опорно-двигательного аппарата при подагре, являющейся наиболее распространенной причиной воспалительных артропатий у взрослых. На настоящий момент среди методов визуализации ультразвуковое исследование представляет наилучшие возможности в диагностике и мониторинговании подагры, позволяя выявить депозиты моноурата натрия в различных структурах суставов, определить наличие и выраженность синовиального воспаления, в том числе для оценки динамики в ответ на уратснижающую терапию. С позиций последних клинических рекомендаций даны представления об основных эхографических признаках подагры (признак

двойного контура, тофусы, агрегаты и эрозии), позволяющих правильно интерпретировать выявленные изменения для своевременной диагностики подагрической артропатии, дифференциальной диагностики и оценки на фоне лечебных мероприятий.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, подагра, гиперурикемия, признак двойного контура, тофус, агрегаты, эрозии

Цитирование: Полухина Е.В. Ультразвуковое исследование опорно-двигательного аппарата при подагре. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 62–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79>.

Тема и содержание статьи не затрагивают конкурирующих интересов.

Подагра – хроническое системное тофусное заболевание, характеризующееся отложением в различных тканях кристаллов моноурата натрия и развивающимся в связи с этим воспалением у лиц с гиперурикемией, обусловленной внешнесредовыми и/или генетическими факторами [1]. Согласно рекомендациям Европейской антиревматологической лиги по диагностике подагры, предлагается считать гиперурикемией уро-

вень мочевой кислоты сыворотки крови более 360 мкмоль/л (6 мг/дл) [2].

Подагра – наиболее распространенная причина артритов у взрослых. Распространенность подагры в мире в среднем составляет 1–2% и увеличивается с возрастом, достигая у лиц старше 50 лет 6%. Значительно чаще встречается у мужчин, чем у женщин (в возрасте 40–50 лет 7:1; старше 60 лет – 3:1). У женщин частота выявления

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

нарушений пуринового обмена и подагры возрастает в период постменопаузы [3]. Заболеваемость подагрой ассоциируется с увеличением частоты сопутствующих состояний, связанных с гиперурикемией, таких как артериальная гипертензия, ожирение, сахарный диабет 2 типа, метаболический синдром, хроническая болезнь почек и почечная недостаточность [4].

Подагрическая артропатия – следствие нарушенного метаболизма пуринов, конечным продуктом которого является мочевая кислота, когда из-за повышенной ее продукции и снижения экскреции развивается стойкая гиперурикемия. Происходит накопление кристаллов моноурата натрия в суставах и периартикулярных тканях с последующим развитием воспалительной реакции. Повторяющиеся атаки ведут к разрушению гиалинового хряща и костной ткани с развитием хронического артрита.

В развитии подагры выделяют 4 стадии [1]:

- бессимптомная гиперурикемия с отсутствием депозитов моноурата натрия;
- бессимптомная гиперурикемия с наличием депозитов моноурата натрия, но без симптомов или анамнеза подагры (отсутствие приступов артрита и тофусов);
- депозиты моноурата натрия с текущим (острый подагрический артрит) или предшествующим эпизодом подагрического артрита (межприступный период при отсутствии артрита на текущий момент);
- хроническая тофусная подагра.

В последнее десятилетие произошел существенный прогресс в изучении подагры. С учетом научных достижений и их успешного применения в практике усовершенствованы и обновлены международные и российские рекомендации по диагностике и лечению подагры [1–3].

“Золотым стандартом” диагностики подагры является выявление кристаллов моноурата натрия в синовиальной жидкости и аспирате из тофусов методом поляризационной микроскопии [2, 5]. Метод имеет 100% специфичность, хотя чувствительность микроскопии существенно ниже, и примерно в 15–30% случаев кристаллы могут быть не обнаружены. Согласно последним рекомендациям, исследование аспирата синовиальной жидкости и содержимого тофусов рекомендовано всем паци-

ентам с подозрением на подагру [2]. Однако в клинической практике синовиальная аспирация выполняется лишь небольшой части пациентов и при отсутствии возможности проведения микроскопии клинико-лабораторные данные и данные методов визуализации могут помочь в установке диагноза.

Лучевые методы исследования (рентгенография, стандартная компьютерная томография и двухэнергетическая компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, ультразвуковое исследование) играют важную роль в первоначальной оценке, дифференциальной диагностике, подтверждении диагноза и наблюдении пациентов с подагрической артропатией [3, 5, 6]. Каждый из методов имеет свое значение в разные стадии течения подагры.

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ ПОДАГРЫ

На настоящий момент ультразвуковое исследование (УЗИ) представляет наилучшие возможности в диагностике и мониторинге подагры [2, 6–8]. Метод позволяет выявить депозиты моноурата натрия в различных структурах суставов, в том числе у пациентов с бессимптомной гиперурикемией, оценить наличие и выраженность синовиального воспаления. УЗИ незаменимо для навигации при проведении прицельной аспирации синовиальной жидкости для идентификации кристаллов. Эхография также может быть использована для оценки динамики в ответ на уратснижающую терапию. Пожалуй, основным ограничением является высокая операторозависимость метода.

В последних рекомендациях Европейской антиревматологической лиги по диагностике подагры была подчеркнута роль УЗИ в установке диагноза у пациентов с подозрением на острый и хронический подагрический артрит путем выявления субклинических тофусов или признака двойного контура гиалинового хряща [2]. Согласно отечественным клиническим рекомендациям, всем пациентам с подозрением на подагру при невозможности исследования синовиальной жидкости методом поляризационной микроскопии также рекомендуется проведение УЗИ [1].

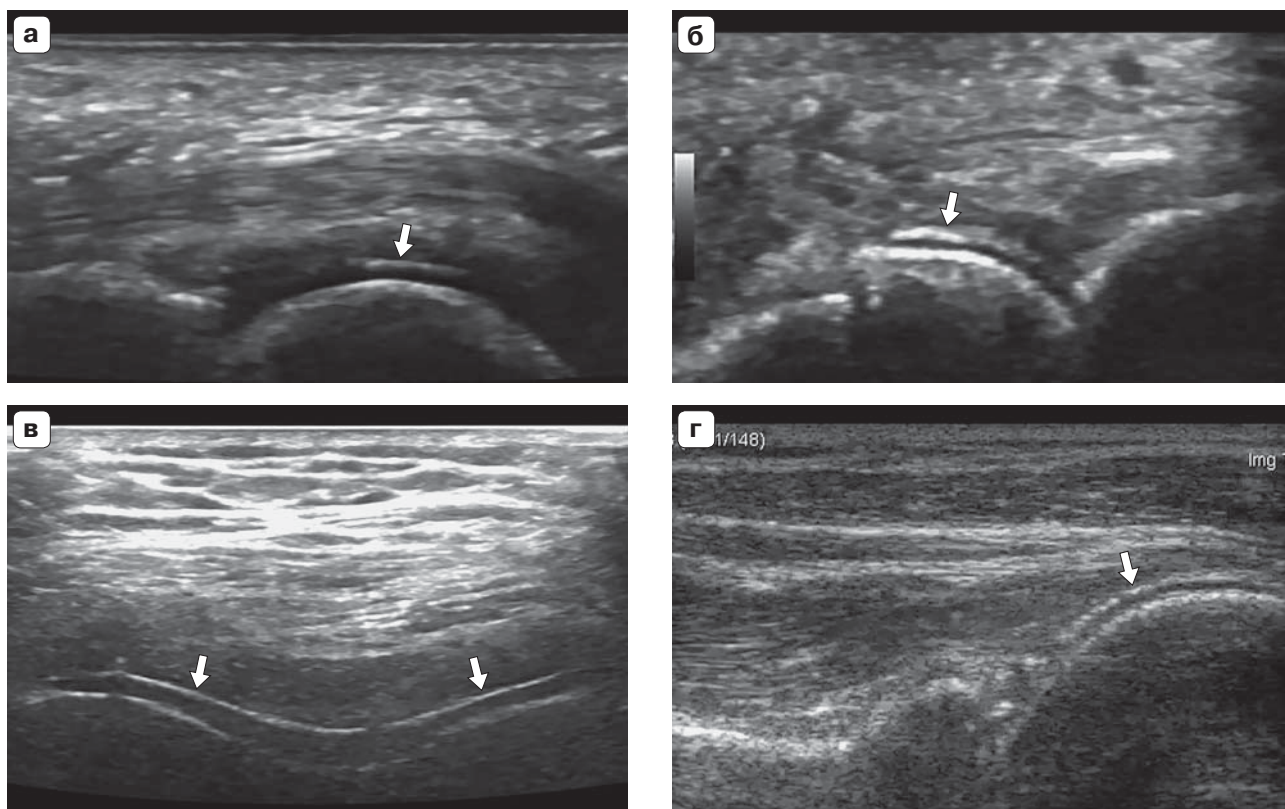


Рис. 1. Признак двойного контура при подагре. **а** – I ПФС. Двойной контур гиалинового хряща подошвенной поверхности головки плюсневой кости (стрелка); **б** – II ПФС. Двойной контур гиалинового хряща тыльной поверхности головки пястной кости (стрелка); **в** – двойной контур гиалинового хряща мыщелков бедренной кости (стрелки); **г** – двойной контур гиалинового хряща головки плечевой кости (стрелка).

Ультразвуковые находки при подагре могут быть как неспецифические, которые могут присутствовать при различных воспалительных артропатиях, так и характерные именно для данного заболевания. В 2015 г. целевой группой по оценке результатов клинических испытаний в ревматологии OMERACT были разработаны и утверждены основанные на консенсусе ультразвуковые признаки, характерные для подагры [9]. Они включили признак двойного контура (депозиты кристаллов на поверхности гиалинового хряща), тофусы (крупные депозиты моноурата натрия), агрегаты (мелкие скопления кристаллов) и эрозии.

Признак двойного контура

Признак двойного контура представляет собой отложение депозитов моноурата натрия на поверхности гиалинового хряща, формирующее гиперэхогенную полосу, па-

раллельную костному контуру, и имеющее схожую с ним яркость (“уратная глазурь”). Этот эхографический признак согласуется с гистопатологическими исследованиями, показавшими особую склонность к кристаллизации мочевой кислоты на поверхности гиалинового хряща в зоне хондросиновиальной границы [10].

Наиболее частая зона выявления признака двойного контура – суставной хрящ головок плюсневых костей, головок пястных костей, мыщелков бедренной кости, таранной кости, головки плечевой кости (рис. 1). Двойной контур может быть непрерывным или прерывистым.

Первый плюснефаланговый сустав (ПФС), как правило, раньше других суставов вовлекается в патологический процесс, что может быть связано с биомеханической нагрузкой и физическим стрессом, а также нередко сопутствующим остеоартритом [6, 11].

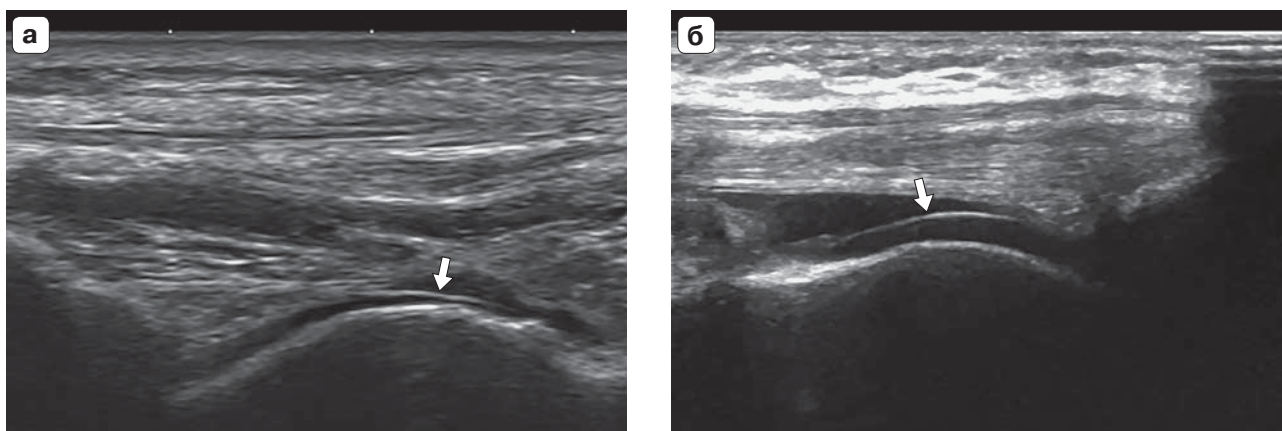


Рис. 2. Отражение от поверхности гиалинового хряща, возникающее в норме при перпендикулярном направлении ультразвукового луча (стрелки). **а** – гиалиновый хрящ таранной кости, передний продольный срез; **б** – гиалиновый хрящ мыщелка бедренной кости, продольный супрапателлярный срез. Поверхность хряща особенно отчетлива при наличии жидкостного содержимого в полости сустава.

Признак двойного контура имеет очень высокую специфичность в диагностике подагры, составляющую по разным данным 89–100% [11–13]. Специфичность оставалась высокой и у пациентов с ранней подагрой, в том числе у асимптомных [13]. Ввиду высокой информативности этот признак был включен Американским колледжем ревматологии и Европейской антиревматической лигой в диагностические критерии подагры – единственный из ультразвуковых критериев [14]. Однако, несмотря на высокую специфичность, признак двойного контура встречается не у всех пациентов с подагрой. По данным публикаций, чувствительность значительно варьирует, составляя в среднем 67% [7]. Более низкая чувствительность отмечена при ранней подагре.

Необходимо дифференцировать признак двойного контура от нормального отражения от поверхности хряща при перпендикулярном к нему направлении луча, особенно отчетливым при прохождении через жидкостное содержимое полости сустава (рис. 2). Ложное изображение в типичных случаях тоньше изображения кортикальной поверхности кости и исчезает при наклоне датчика. Эффект двойного контура при подагре сохраняется независимо от угла сканирования [12].

Депозиты моноурата натрия при подагре также необходимо дифференцировать от депозитов пирофосфата кальция, возникающих при пирофосфатной артропатии.

Ключевым моментом дифференциальной диагностики микрокристаллических артропатий является анатомическая локализация депозитов. Хондрокальциноз при пирофосфатной артропатии проявляется наличием кристаллов преимущественно в толще гиалинового хряща, в то время как кристаллы при подагре локализуются непосредственно на его поверхности (рис. 3). Расположение депозитов кристаллов преимущественно связано с местом их формирования: синовиальные клетки для кристаллов моноурата натрия и внеклеточный матрикс гиалинового хряща – для кристаллов пирофосфата [12].

Чаще хондрокальциноз при пирофосфатной артропатии выглядит в виде точечных гиперэхогенных включений внутри гиалинового хряща. Реже может быть в виде гиперэхогенной полосы, локализующейся в толще хряща (“симптом сэндвича”). Первый ПФС, в отличие от подагры, при пирофосфатной артропатии практически никогда не вовлекается в процесс. Наиболее часто поражается коленный сустав (хондрокальциноз гиалинового хряща и менисков), лучезапястный сустав (хондрокальциноз трехгранного волокнистого хряща), реже локтевой и акромиально-ключичный суставы [15].

При пирофосфатной артропатии депозиты кристаллов, располагающиеся в капсульно-связочном комплексе непосредственно над гиалиновым хрящом, нередко создают картину псевдодвойного контура.

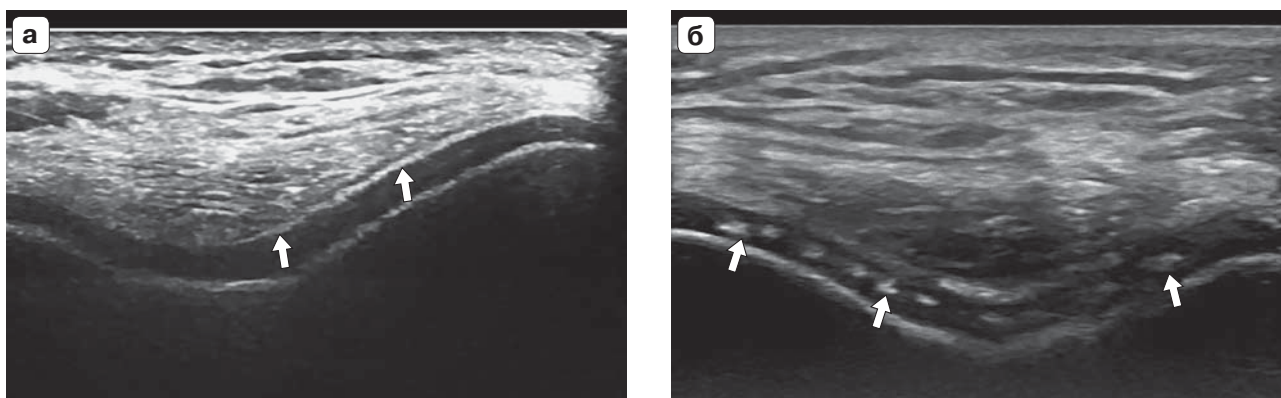


Рис. 3. Ультразвуковая визуализация депозитов кристаллов при микрокристаллических артропатиях. **а** – депозиты моноурата натрия на поверхности гиалинового хряща мыщелков бедренной кости при подагре (стрелки); **б** – депозиты пирофосфата в толще гиалинового хряща мыщелков бедренной кости при пирофосфатной артропатии (стрелки).

По данным литературы, подобная картина встречается до 10% пациентов с пирофосфатной артропатией [16]. В таких случаях для дифференциации с двойным контуром при подагре полезным является ультразвуковая оценка при движении в суставе. Двойной контур при подагре и пирофосфатной артропатии имеет различное изображение при динамическом исследовании. При подагре поверхностный гиперэхогенный слой движется вместе с субхондральным отделом кости, в то время как при пирофосфатной артропатии гиперэхогенные включения в полости сустава, капсуле и связках смещаются в противоположном направлении [16, 17]. Необходимо также помнить о возможности одновременного сочетания подагры и пирофосфатной артропатии.

Тофусы

Тофусы представляют собой крупные скопления кристаллов моноурата натрия, окруженные воспалительно измененной тканью. В тофусах микроскопически было идентифицировано несколько зон: сердцевина из кристаллов моноурата натрия, окружающая ее воспалительная клеточная зона в виде короны (из макрофагов, лимфоцитов и многоядерных гигантских клеток) и по периферии плотная соединительная ткань (фиброваскулярный матрикс) [18].

Тофусы встречаются практически исключительно при подагре на фоне персистирующей гиперурикемии. Являются своеобразной визитной карточной болезнью. Могут располагаться внутри полости сустава,

ва, в периартикулярных тканях, подкожно, внутри или вокруг сухожилий и связок.

При УЗИ тофус представляет собой ограниченное негетогенное образование преимущественно повышенной эхогенности, реже гипоехогенное, иногда с эффектом дистальной акустической тени. По периферии часто присутствует анэхогенная зона в виде ободка [9].

На ранних стадиях тофус может иметь гипоехогенный, часто достаточно гомогенный вид без дистальной акустической тени (внешний вид, описанный как “комки мокрого сахара”), может иметь облаковидный вид. Позднее тофус становится более эхогенным, негетогенным с гиперэхогенным включением. Вследствие плотности кристаллов может формироваться дистальная акустическая тень. Большинство тофусов не содержат кальций, и появление акустической тени связано с особенностями прохождения ультразвука через содержимое тофуса (рис. 4).

Медиальная поверхность I ПФС является наиболее частой зоной формирования тофусов [6, 9, 11] (рис. 5).

Эхография позволяет визуализировать внутрисуставные тофусы и тофусы, расположенные в глубоких тканях, которые не могут быть выявлены при физикальном осмотре (рис. 6а). Так, одной из зон отложения депозитов моноурата натрия в области коленного сустава может быть подколенная борозда – вдавление на внешней стороне латерального мыщелка бедренной кости в зоне прикрепления сухожилия подколен-

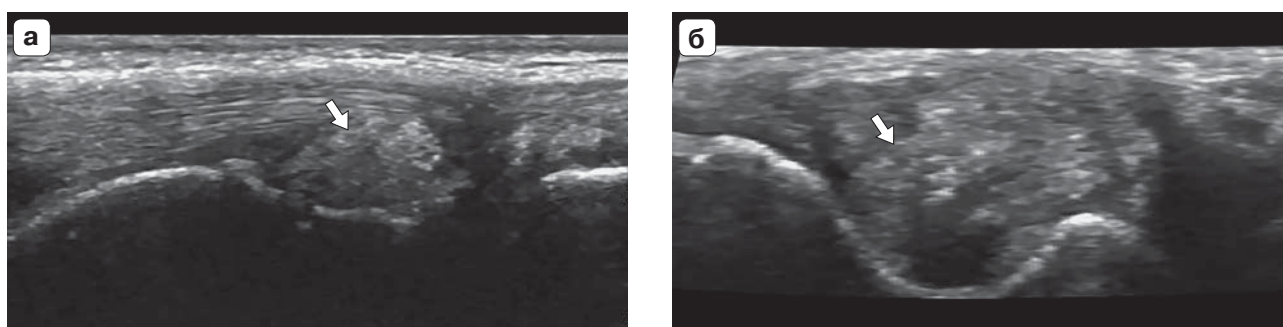
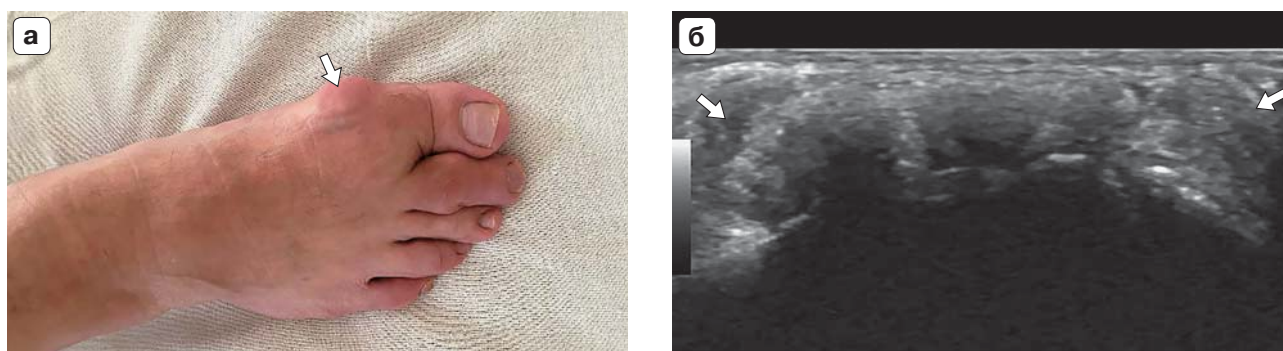
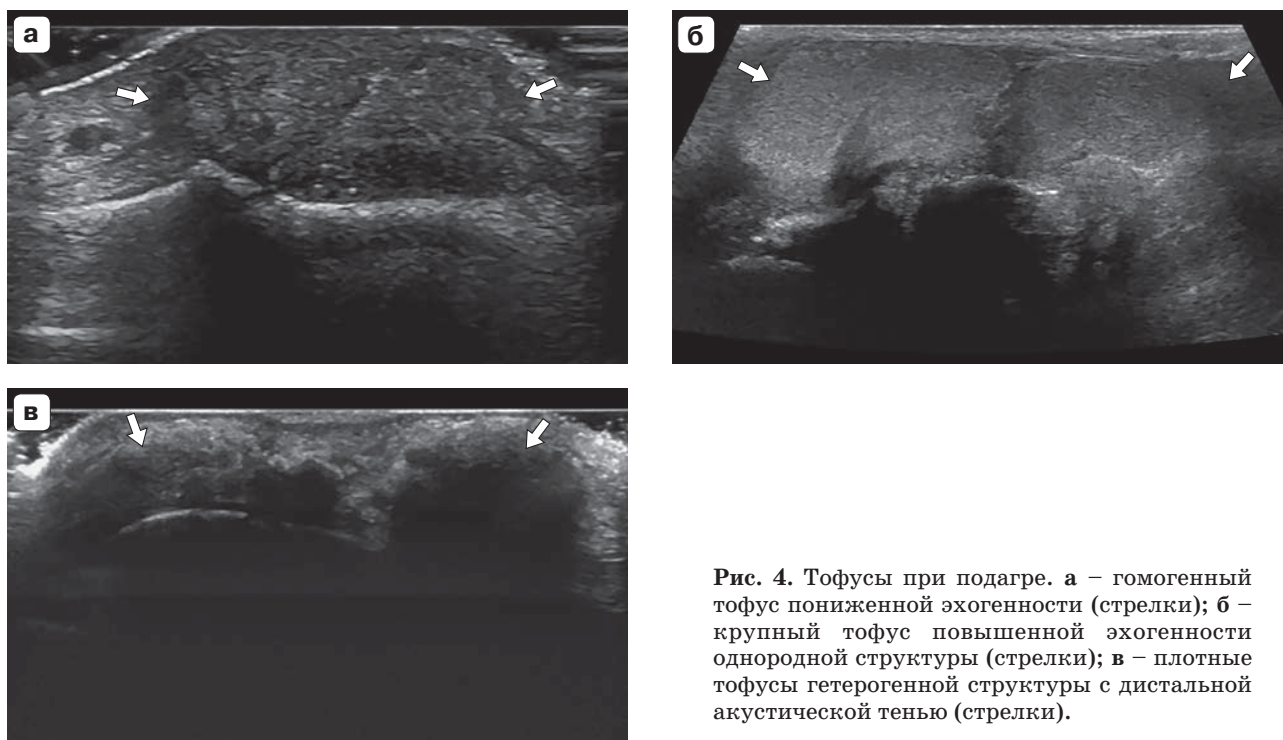




Рис. 7. Внутрисухожильные тофусы при подагре. **а** – внешний вид коленного сустава, деформации в зоне тофусов (стрелки); **б** – тофус в дистальном отделе сухожилия четырехглавой мышцы бедра (стрелка). Продольный супрапателлярный срез; **в** – тофус в дистальном отделе собственной связки надколенника (стрелка). Продольный инфрапателлярный срез.

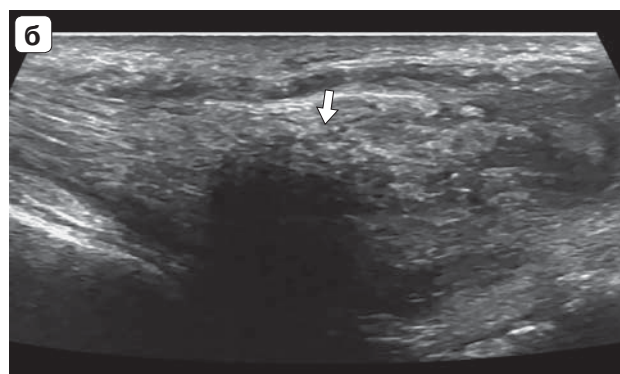
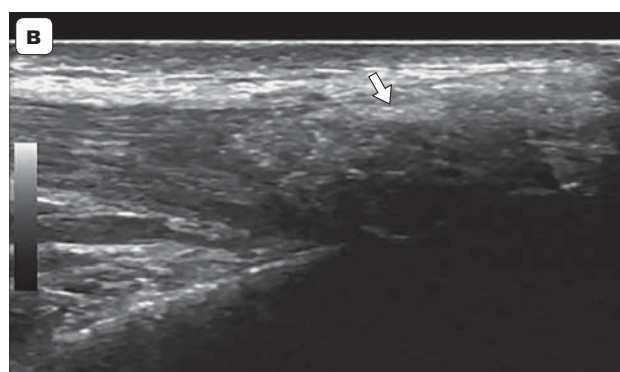
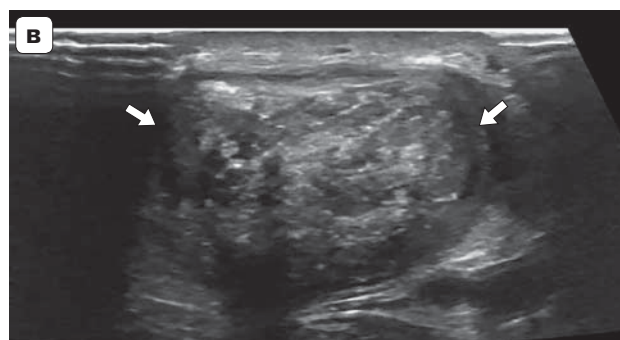


Рис. 8. Тофусы в сухожилии передней большеберцовой мышцы. **а** – внешний вид стопы, деформация в зоне тофуса (стрелка); **б** – продольный срез сухожилия передней большеберцовой мышцы. Сухожилие значительно утолщено, гетерогенно. В структуре определяются депозиты моноурата натрия с эффектом дистальной акустической тени (стрелка); **в** – поперечный срез сухожилия передней большеберцовой мышцы (стрелки).



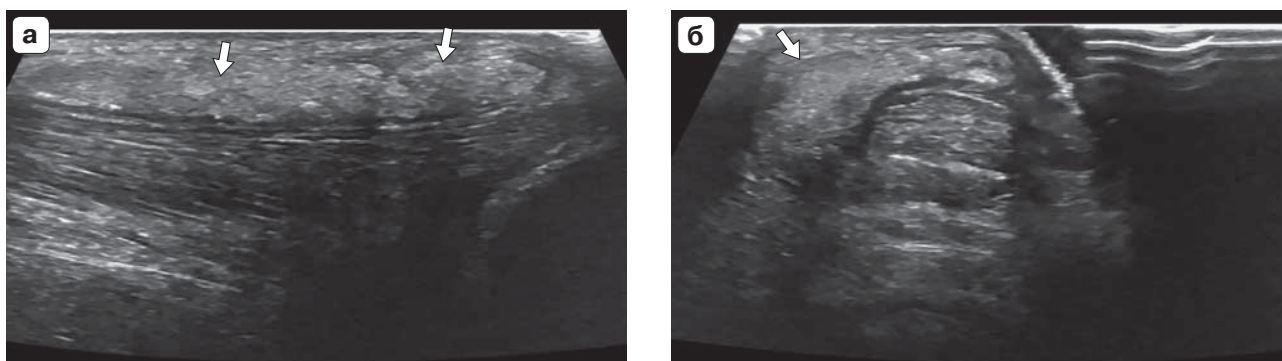


Рис. 9. Мягкий гомогенный тофус рядом с ахилловым сухожилием (стрелки). **а** – продольный срез; **б** – поперечный срез.

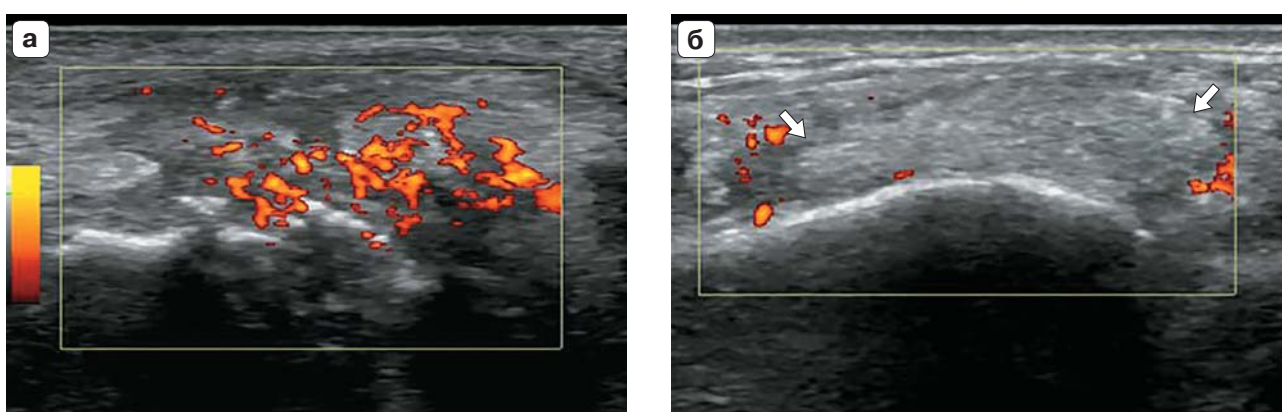


Рис. 10. Варианты васкуляризации тофусов при подагре. **а** – острый подагрический артрит; **б** – межприступный период. Выявляются сигналы кровотока в зоне тофуса (стрелки), несмотря на отсутствие у пациента клинических проявлений острого воспаления.

ной мышцы (рис. 6б). Возможность выявления подобных депозитов у пациентов с отсутствием типичных подкожных тофусов играет большую роль в своевременной диагностике подагры и выборе терапевтической тактики. Наличие тофусов является показанием к началу уратснижающей терапии, что уменьшает риск более тяжелого поражения суставов.

Внутрисухожильные тофусы чаще всего обнаруживаются в ахилловом сухожилии, сухожилии четырехглавой мышцы бедра, собственной связке надколенника (в проксимальном и, особенно, в дистальном отделе), малоберцовых сухожилиях, сухожилии передней большеберцовой мышцы и сухожилии трехглавой мышцы плеча [19] (рис. 7, 8).

Тофусы также могут располагаться не только внутри сухожилия, но и рядом с сухожилием, а также в зоне энтезиса (рис. 9).

Васкуляризация тофусов присутствует при острой атаке подагрического артрита, но может сохраняться и в межприступный период. Усиление васкуляризации, определяемое при цветовом и энергетическом доплеровском картировании, может быть следствием активного воспаления либо отражать наличие фиброваскулярного матрикса тофуса и определяется в том числе в субклиническую стадию болезни [20] (рис. 10).

Появились исследования по использованию эластографии при подагре [20–22]. Так, по данным одной из работ, модуль Юнга в содержимом полости суставов был значительно выше в группе пациентов с подагрой, чем в группе с неподагрической артропатией (авторы предложили пороговое значение модуля Юнга 45 кПа), с наибольшими значениями в подгруппе с гиперэхогенным содержимым полости суставов

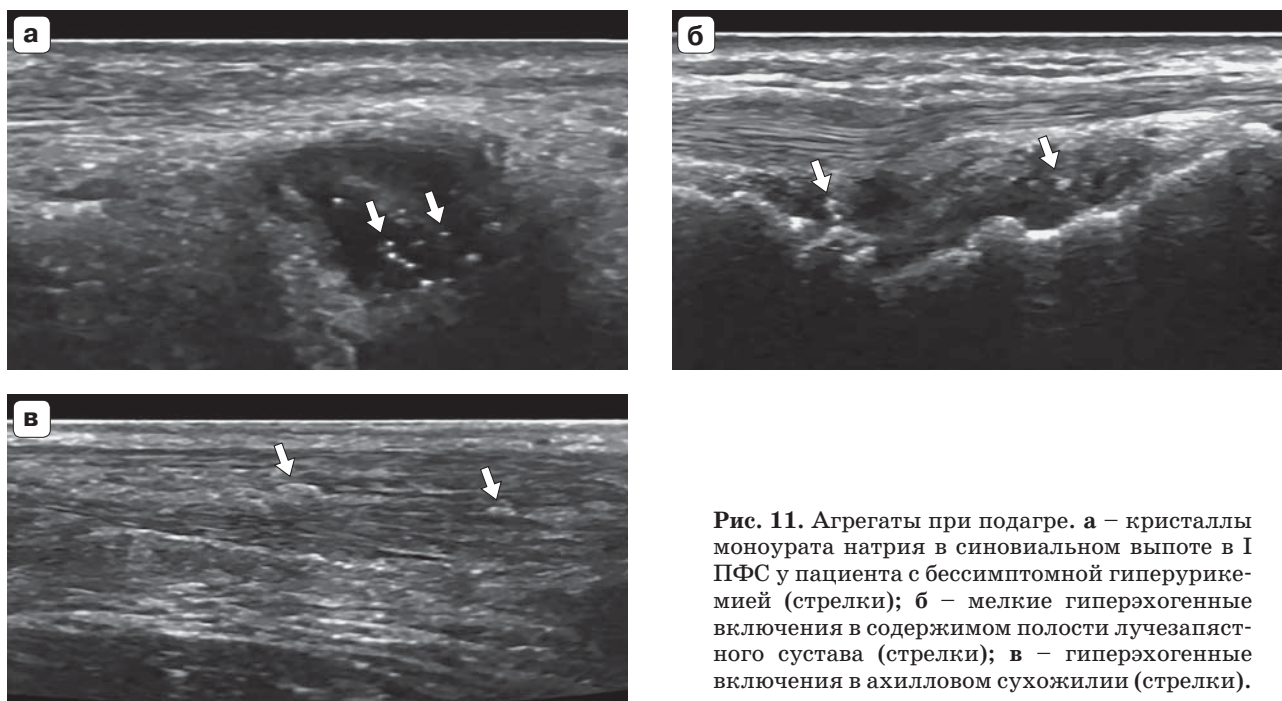


Рис. 11. Агрегаты при подагре. а – кристаллы моноурата натрия в синовиальном выпоте в I ПФС у пациента с бессимптомной гиперурикемией (стрелки); б – мелкие гиперэхогенные включения в содержимом полости лучезапястного сустава (стрелки); в – гиперэхогенные включения в ахилловом сухожилии (стрелки).

[21]. Указывается, что в тофусах скорость сдвиговой волны зависит от их консистенции. Более твердые тофусы имеют более высокую скорость, чем мягкие тофусы и утолщенный синовиум [22]. Также отмечено, что жесткость синовиума была выше в межприступную фазу подагры, чем при остром подагрическом артрите, что позволяет дифференцировать эти фазы в дополнении к режиму серой шкалы [20].

Агрегаты

Новый консенсус 2021 г. определяет агрегаты как депозиты кристаллов в полости сустава и периартикулярных тканях, слишком малые по размеру, чтобы характеризоваться как тофусы [23]. Агрегаты определяются в виде гиперэхогенных включений, сохраняющих высокую степень отражательной способности, даже при небольшом усилении ультразвука, и не изменяющихся в зависимости от угла сканирования. Агрегаты могут быть выявлены в синовиальной жидкости, в синовиальной оболочке, синовиальных сумках, сухожильных влагалищах, в толще сухожилий (рис. 11). Компрессия суставного содержимого может создавать движение кристаллов с появлением картины “снежной бури”.

Роль выявления агрегатов в диагностике подагры еще не до конца определена. Так как тофус, по сути, представляет собой более крупное скопление агрегатов, есть вероятность совпадения этих двух вариантов поражения. В отличие от признака двойного контура, наличие точечных включений – менее надежный ультразвуковой симптом, обладающий низкой чувствительностью [13, 23]. Он может выявляться и при других заболеваниях суставов (пирофосфатная артропатия, септический артрит, остеоартрит, ревматоидный артрит).

Эрозии

Костные эрозии представляют собой нарушение непрерывности контура внутрисуставной и внесуставной костной поверхности, определяемое в двух взаимно перпендикулярных проекциях [9] (рис. 12). Имеют округлую или овальную форму часто с подрытыми краями и склеротическими границами. Эрозии, как правило, являются проявлением длительно текущей подагры с наличием тофусов и синовиальной пролиферации.

Для подагры, в отличие от других воспалительных артропатий, более характерны экстраартикулярная локализация эрозий, а также расположение в зонах, прилежащих

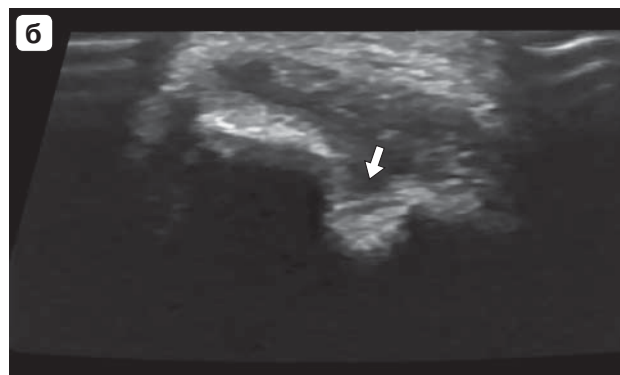
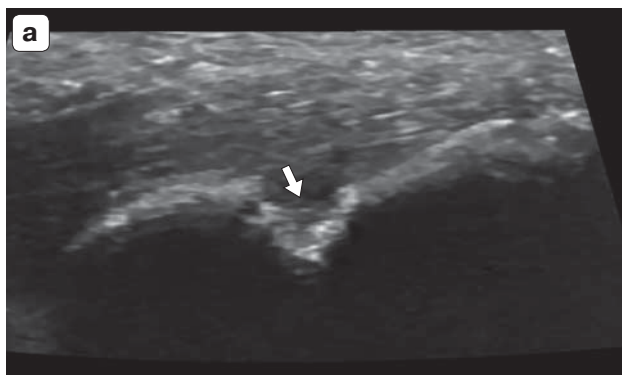


Рис. 12. Эрозия пяточной кости при подагре (стрелка). а – задний продольный срез; б – задний поперечный срез.

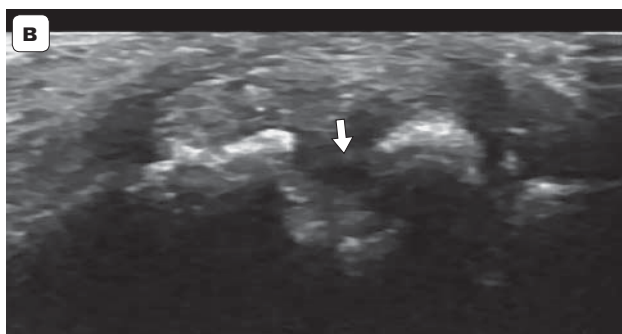
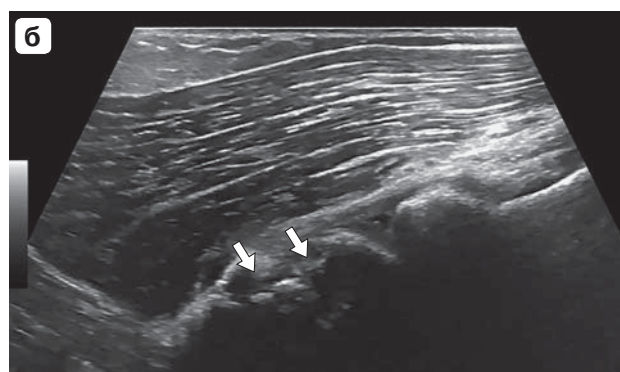
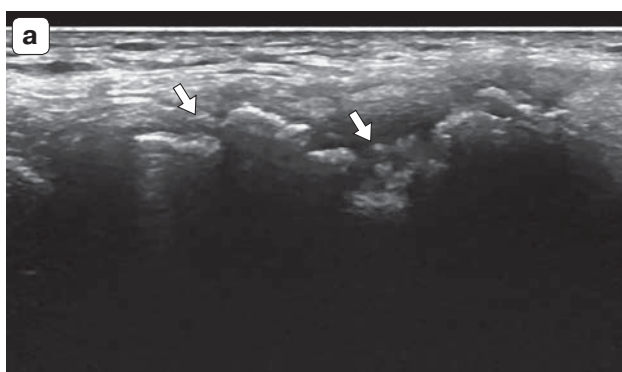


Рис. 13. Эрозии при подагре. а – коленный сустав, эрозии мыщелков бедренной кости (стрелки); б – локтевой сустав, эрозии головки плечевой кости (стрелки); в – I ПФС, крупная эрозия медиальной поверхности головки плюсневой кости (стрелка).

к тофусам [24, 25] (рис. 13). Костные эрозии с нависающими краями могут быть следствием распространения тофуса в костную ткань. По данным одной из недавних работ [25], костные эрозии были обнаружены у 44% пациентов с подагрой. Наиболее частая зона эрозивного процесса была локализована в I ПФС. По данным авторов, факторы, ассоциированные с наличием эрозий, – возраст пациента, продолжительность подагры, наличие тофусов и синовиальная гипертрофия. При этом тофусы были наиболее сильным предиктором развития эрозий.

Таким образом, наличие тофусов ассоциировано с повреждением костной поверхности. Механизм этого повреждения до конца не ясен. Механическое локальное давление внутрисуставного тофуса является только одной из причин деструктивных изменений. Более значимый вклад, вероятно, вносят высокая концентрация интерлейкинов, местная продукция фактора некроза опухоли и наличие остеокластоподобных клеток внутри тофуса [18].

В сравнении с рентгенографией ультразвуковой метод имеет более высокую чувствительность в выявлении эрозий, особен-

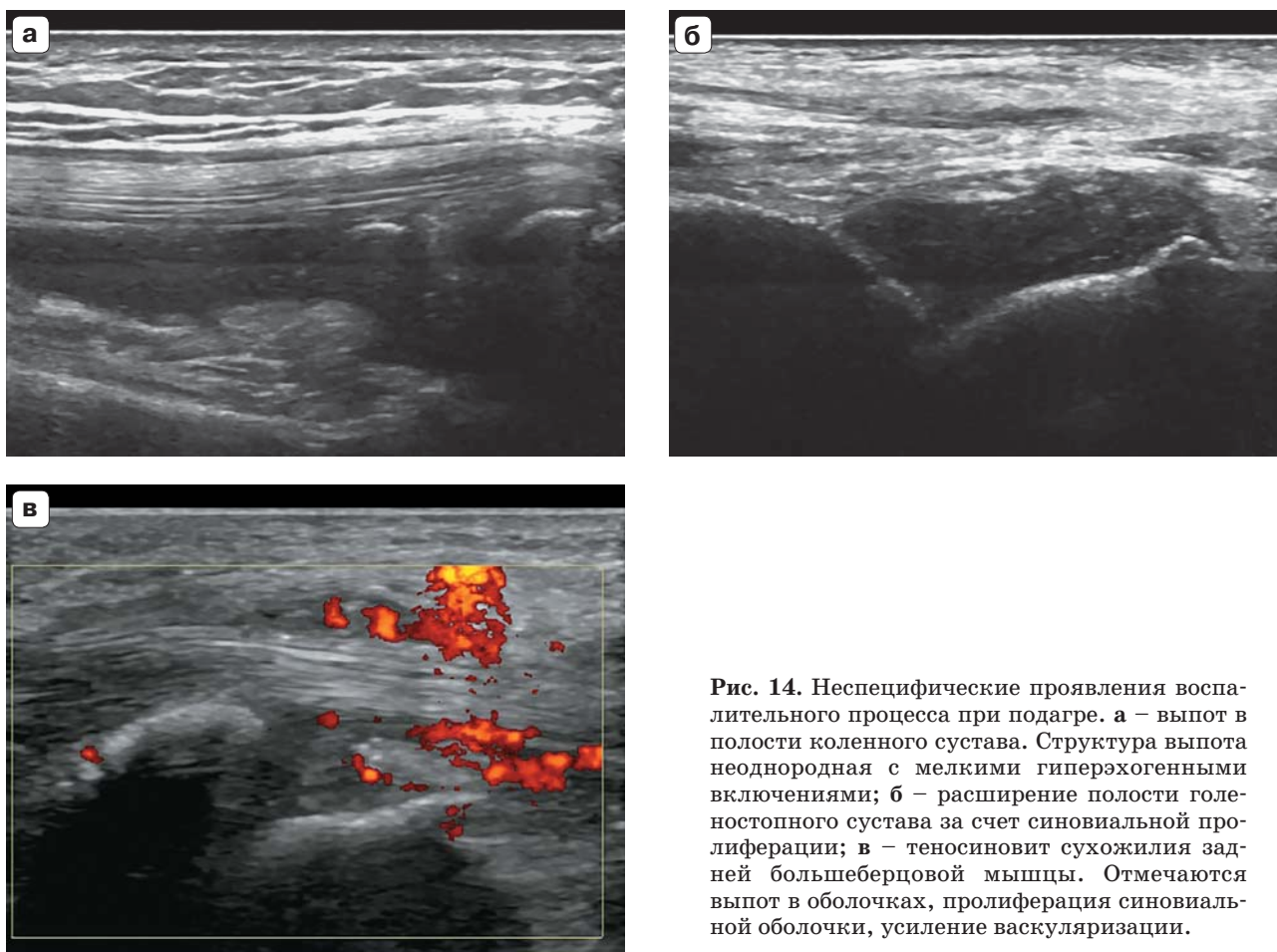


Рис. 14. Неспецифические проявления воспалительного процесса при подагре. **а** – выпот в полости коленного сустава. Структура выпота неоднородная с мелкими гиперэхогенными включениями; **б** – расширение полости голеностопного сустава за счет синовиальной пролиферации; **в** – теносиновит сухожилия задней большеберцовой мышцы. Отмечаются выпот в оболочках, пролиферация синовиальной оболочки, усиление васкуляризации.

но при небольшом их размере. Однако традиционная компьютерная томография и магнитно-резонансная томография имеют преимущества в выявлении эрозивного процесса [5, 24].

Неспецифические ультразвуковые проявления при подагре

Кроме специфических признаков наличия депозитов кристаллов, ультразвуковые находки при микрокристаллической артропатии могут быть и в виде таких неспецифических признаков воспаления, как выпот в полости суставов, синовиальная пролиферация, усиление васкуляризации, теносиновит, бурсит, отек окружающих суставов мягких тканей (рис. 14).

Ультразвуковая картина выпота полости суставов при подагре может быть различной и зависит от концентрации кристаллов моноурата натрия и степени их агрегации

(от однородно анэхогенного до гиперэхогенного с эффектом снежной бури).

При наличии длительно текущего воспаления нередко отмечается пролиферация синовиальной оболочки, в структуре которой могут присутствовать мелкие гиперэхогенные включения. Нет подтверждений того, что синовиальная гипертрофия при подагре вызывает инвазию субхондральных отделов кости как при ревматоидном артрите [9]. Отмечено, что интенсивность васкуляризации синовиума по данным цветового и энергетического доплеровского картирования статистически значимо выше в острую фазу, чем в межприступный период [20] (рис. 15).

Возможности эхографии в выявлении воспалительного процесса имеют важное значение и в межприступный период подагры, когда отсутствуют клинические признаки воспаления, а также у пациентов с вы-

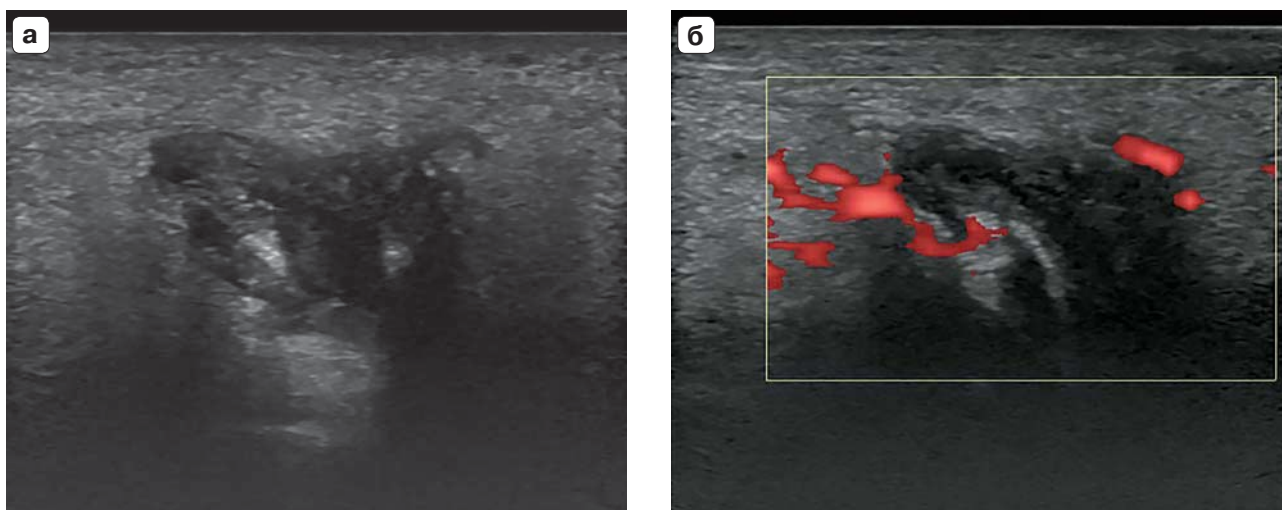


Рис. 15. Острый подагрический артрит I ПФС. **а** – режим серой шкалы. Расширение полости сустава за счет синовиальной пролиферации. В структуре синовиальной оболочки определяются гиперэхогенные включения. Отмечается отек окружающих мягких тканей; **б** – режим энергетического картирования. Васкуляризация усилена.

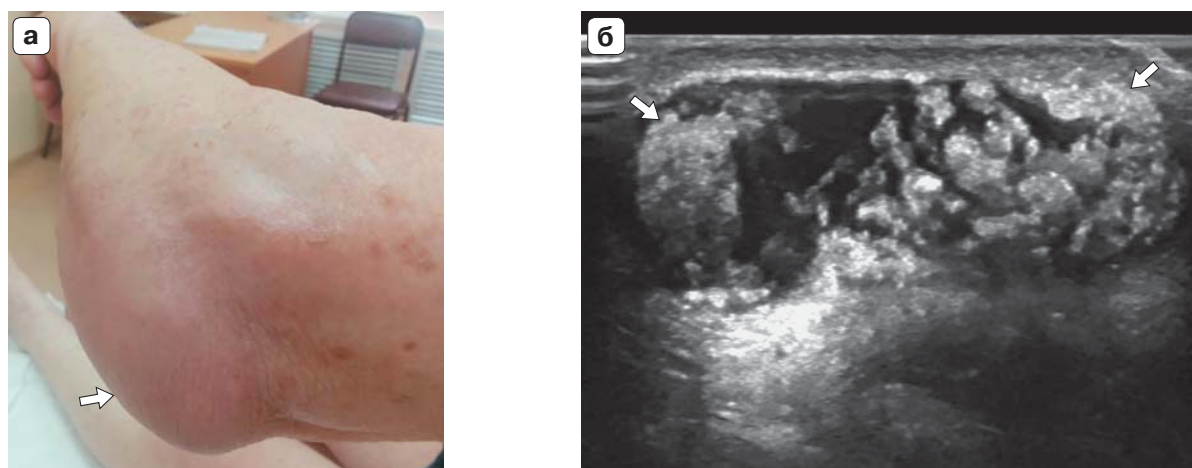


Рис. 16. Тофусы в сумке локтевого отростка. **а** – внешний вид локтевого сустава. Деформация задней поверхности сустава (стрелка); **б** – режим серой шкалы. Отмечается расширение сумки локтевого отростка (стрелки). Содержимое выражено неоднородно с наличием эхогенных тофусов.

раженным тофусным процессом и персистирующим хроническим воспалением. Оценка выраженности кровотока может быть также полезна для определения эффективности проводимых лечебных мероприятий.

Характерным для подагры является вовлечение в воспалительный процесс сино-

виальных сумок. Особенно часто поражается сумка локтевого отростка. Содержимое может варьировать от однородного анэхогенного до выражено неоднородного эхогенного с феноменом “снежной бури”. В полости сумок могут формироваться тофусы (рис. 16).

ИНФОРМАТИВНОСТЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОДАГРЕ

В ряде недавних исследований была оценена информативность УЗИ в диагностике подагры. В целом метод имеет высокую специфичность (84–99%) и средние показатели чувствительности (43–76%) [2, 6, 7, 11, 13].

Несколько лет назад было проведено крупное мультицентровое исследование, в котором была оценена информативность эхографии в сравнении с поляризационной микроскопией в качестве “золотого стандарта” [13]. Общая чувствительность и специфичность при наличии любого из предложенных OMERACT ультразвуковых критериев подагры (двойной контур, тофусы, выпот в полости сустава типа “снежной бури”) составили 76 и 84% соответственно. Чувствительность была выше среди пациентов с длительностью заболевания более 2 лет и ниже среди пациентов с ранней подагрой. Специфичность оставалась высокой у пациентов с ранней стадией болезни и без клинически определяемых тофусов.

УЗИ показало сопоставимую с двухэнергетической компьютерной томографией информативность в диагностике подагры у пациентов с продолжительностью заболевания более одного года и даже более высокую чувствительность у пациентов с острым подагрическим артритом, особенно в раннюю стадию заболевания [6].

Выявление комбинации специфических для подагры признаков повышает информативность УЗИ в диагностике подагры [26]. Таким образом, каждый из специфических признаков подагры (двойной контур, тофусы, симптом “снежной бури”) обладает хорошей специфичностью в диагностике подагры, еще большее диагностическое значение они имеют в случае, когда выявляются одновременно все вместе.

Анатомические зоны у пациентов с подозрением на подагру, рекомендованные для УЗИ целевой группой OMERACT: коленные суставы (гиалиновый хрящ мыщелков бедренной кости, собственная связка надколенника, костный профиль мыщелков бедренной кости), голеностопный сустав (ахиллово сухожилие) и I ПФС (гиалиновый хрящ, костный профиль, периапартулярные ткани) [9]. Эти анатомические зоны

были выбраны так как они наиболее часто вовлекаются в патологический процесс и легко доступны для УЗИ.

По мнению большинства авторов, рекомендуется исследование как минимум обоих I ПФС и коленных суставов, являющихся наиболее частыми зонами отложений моноурата натрия [6, 11, 27].

РОЛЬ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В МОНИТОРИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ПОДАГРЫ

Ультразвуковой метод является информативным и удобным методом мониторинга течения заболевания, позволяя неинвазивно оценить ответ на уратснижающую терапию, ее эффективность, оперативно откорректировать лечение и повысить мотивацию и уверенность пациента в терапии.

С целью стандартизации клинической оценки течения подагры целевой группой по оценке результатов клинических испытаний в ревматологии в 2021 г. были определены критерии для полуколичественной балльной оценки выраженности повреждений при подагре с использованием ультразвуковой диагностики [23]. Система оценки была разработана для определенных OMERACT специфических критериев подагры: двойной контур, тофусы и агрегаты.

Появился целый ряд исследований, в которых было доказано, что на фоне адекватного лечения выраженность симптома двойного контура и размер тофусов могут уменьшиться вплоть до их исчезновения [28–30]. Так, по результатам одной из недавних работ признак двойного контура и размер тофусов статистически значимо уменьшались в течение уратснижающей терапии начиная уже с 3-го месяца лечения [28]. По данным еще одного недавнего исследования [30], выраженность признака двойного контура, полуколичественно оцененная по балльным критериям, предложенным OMERACT, существенно уменьшилась уже через 3 мес лечения в группе пациентов, достигших целевого значения мочевого кислоты, и через 6 мес в группе, не достигшей целевых значений. Площадь и диаметр тофусов в группе пациентов, достигших целевых значений мочевого кислоты, значимо уменьшились, в то время

как у пациентов, не достигших целевых значений, – незначительно увеличивались в течение 12 мес наблюдения. Таким образом, ультразвуковой мониторинг показал, что достижение таргетного уровня мочевой кислоты ассоциировано со значительным уменьшением отложений кристаллов, что было особенно наглядно для признака двойного контура.

Пока еще не решен вопрос стандартизации параметров мониторинга. Какие из тофусов являются наиболее репрезентативной целью для наблюдения? До сих пор не ясно, является ли процесс растворения депозитов моноурата натрия одинаковым в различных зонах. Важной задачей ультразвукового мониторинга также является оценка взаимосвязи между плотностью тофусного содержимого и процессом растворения кристаллов.

ВЫВОДЫ

1. Ультразвуковое исследование является информативным и безопасным методом визуализации при подагре и наиболее ценным методом в раннем выявлении депозитов кристаллов моноурата натрия, мониторинге на фоне лечения, навигации при аспирации.

2. При подозрении на подагру рекомендуется исследование как минимум обоих плюснефаланговых и коленных суставов, являющихся наиболее частыми зонами отложений моноурата натрия.

3. Специфические признаки, характерные для подагры: признак двойного контура (депозиты кристаллов на поверхности хряща), тофусы (крупные депозиты моноурата натрия), агрегаты (мелкие скопления кристаллов) и эрозии.

4. Дополнительные внутрисуставные проявления могут включать выпот в суставе, синовиальную пролиферацию и усиление васкуляризации (неспецифические признаки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клинические рекомендации “Подагра”. 2018 г. https://apicr.minzdrav.gov.ru/api.ashx?op=GetClinrecPdf&id=251_1 (дата обращения 10.11.2023)
2. Richette P., Doherty M., Pascual E., Barskova V., Becce F., Castaneda J., Coyfish M., Guillo S., Jansen T., Janssens H., Liote F., Mallen C.D., Nuki G., Perez-Ruiz F., Pimentao J., Punzi L., Pywell A., So A.K., Tausche A.K., Uhlig T., Zavada J., Zhang W., Tubach F., Bardin T. 2018 updated European League Against Rheumatism evidence-based recommendations for the diagnosis of gout. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (1): 31–38. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215315>
3. FitzGerald J.D., Dalbeth N., Mikuls T., Brignardello-Petersen R., Guyatt G., Abeles A.M., Gelber A.C., Harrold L.R., Khanna D., King C., Levy G., Libbey C., Mount D., Pillinger M.H., Rosenthal A., Singh J.A., Sims J.E., Smith B.J., Wenger N.S., Bae S.S., Danve A., Khanna P.P., Kim S.C., Lenert A., Poon S., Qasim A., Sehra S.T., Sharma T.S.K., Toprover M., Turgunbaev M., Zeng L., Zhang M.A., Turner A.S., Neogi T. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout. *Art. Rheumatol.* 2020; 72 (6): 879–895. <http://doi.org/10.1002/art.41247>
4. Bardin T., Richette P. Definition of hyperuricemia and gouty conditions. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2014; 26 (2): 186–191. <http://doi.org/10.1097/BOR.000000000000028>
5. Weaver J.S., Vina E.R., Munk P.L., Klauser A.S., Elifritz J.M., Taljanovic M.S. Gouty Arthropathy: Review of Clinical Manifestations and Treatment, with Emphasis on Imaging. *J. Clin. Med.* 2021; 29; 11 (1): 166. <http://doi.org/10.3390/jcm11010166>
6. Stewart S., Su I., Gamble G.D., Dalbeth N. Diagnostic value of different imaging features for patients with suspected gout: A network meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (6): 1251–1257. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2021.10.005>
7. Lee Y.H., Song G.G. Diagnostic accuracy of ultrasound in patients with gout: A meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2018; 47 (5): 703–709. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.09.012>
8. Pastor C.M., Perez E.A., Casares E.G. Usefulness of ultrasound in the diagnosis of crystal deposition diseases. *Eur. J. Rheumatol.* 2022. <http://doi.org/10.5152/eurjrheum.2022.20129>
9. Gutierrez M., Schmidt W.A., Thiele R.G., Keen H.I., Kaeley G.S., Naredo E., Iagnocco A., Bruyn G.A., Balint P.V., Filippucci E., Mandl P., Kane D., Pineda C., Delle Sedie A., Hammer H.B., Christensen R., D’Agostino M.A., Terslev L. OMERACT Ultrasound Gout Task Force group. International Consensus for ultrasound lesions in gout: results of Delphi process and web-reliability exercise. *Rheumatology (Oxford)*. 2015; 54 (10): 1797–1805. <http://doi.org/10.1093/rheumatology/kev112>
10. Towiwat P., Chhana A., Dalbeth N. The anatomical pathology of gout: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20 (1): 140. <http://doi.org/10.1186/s12891-019-2519-y>
11. Zhang W., Jin Z., Xiang W., Wu M., Wang S., Zhang H., Zhang P. Ultrasonographic Features of Lower-Limb Joints in Gout: Which Joints and Clinical Characteristics Would Provide More Information for Diagnosis? *J. Clin. Rheumatol.* 2020; 26 (1): 14–18. <http://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000898>

12. Filippucci E., Reginato A.M., Thiele R.G. Imaging of crystalline arthropathy in 2020. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2020; 34 (6): 101595. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101595>
13. Ogdie A., Taylor W.J., Neogi T., Fransen J., Jansen T.L., Schumacher H.R., Louthrenoo W., Vazquez-Mellado J., Eliseev M., McCarthy G., Stamp L.K., Perez-Ruiz F., Sivera F., Ea H.K., Gerritsen M., Cagnotto G., Cavagna L., Lin C., Chou Y.Y., Tausche A.K., Lima Gomes Ochtop M., Janssen M., Chen J.H., Slot O., Lazovskis J., White D., Cimmino M.A., Uhlig T., Dalbeth N. Performance of Ultrasound in the Diagnosis of Gout in a Multicenter Study: Comparison With Monosodium Urate Monohydrate Crystal Analysis as the Gold Standard. *Art. Rheumatol.* 2017; 69 (2): 429–438. <http://doi.org/10.1002/art.39959>
14. Neogi T., Jansen T.L., Dalbeth N., Fransen J., Schumacher H.R., Berendsen D., Brown M., Choi H., Edwards N.L., Janssens H.J., Lioté F., Naden R.P., Nuki G., Ogdie A., Perez-Ruiz F., Saag K., Singh J.A., Sundry J.S., Tausche A.K., Vazquez-Mellado J., Yarows S.A., Taylor W.J. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann. Rheum. Dis.* 2015; 74 (10): 1789–1798. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2015-208237>
15. Filippou G., Scirè C.A., Damjanov N., Adinolfi A., Carrara G., Picerno V., Toscano C., Bruyn G.A., D'Agostino M.A., Delle Sedie A., Filippucci E., Gutierrez M., Micu M., Möller I., Naredo E., Pineda C., Porta F., Schmidt W.A., Terslev L., Vlad V., Zufferey P., Iagnocco A. Definition and Reliability Assessment of Elementary Ultrasonographic Findings in Calcium Pyrophosphate Deposition Disease: A Study by the OMERACT Calcium Pyrophosphate Deposition Disease Ultrasound Subtask Force. *J. Rheumatol.* 2017; 44 (11): 1744–1749. <http://doi.org/10.3899/jrheum.161057>
16. Filippou G., Miguel-Pérez M., Coronel L., Sirotti S., Pacini G., Scanu A., Bong D., Möller I. EULAR Study Group on Anatomy for the Image. The ultrasonographic pseudo-double contour sign in calcium pyrophosphate deposition disease: an anatomic explanation and how to distinguish it from gout. *Art. Rheumatol.* 2023; 75 (4): 639–640. <http://doi.org/10.1002/art.42397>
17. Cipolletta E., Abhishek A., Di Matteo A., Grassi W., Filippucci E. Dynamic assessment of the double contour sign by ultrasonography helps to distinguish between gout and calcium pyrophosphate deposition disease. *RMD Open*. Published online March 16, 2023. <http://doi.org/10.1136/rmdopen-2022-002940>
18. Dalbeth N., Pool B., Gamble G.D., Smith T., Callon K.E., McQueen F.M., Cornish J. Cellular characterization of the gouty tophus: a quantitative analysis. *Art. Rheum.* 2010; 62 (5): 1549–1556. <http://doi.org/10.1002/art.27356>
19. Ventura-Ríos L., Sánchez-Bringas G., Pineda C., Hernández-Díaz C., Reginato A., Alva M., Audisio M., Bertoli A., Cazenave T., Gutiérrez M., Mora C., Py G., Sedano O., Solano C., de Miguel E. Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35 (8): 2039–2044. <http://doi.org/10.1007/s10067-016-3309-7>
20. Wang Q., Guo L.H., Li X.L., Zhao C.K., Li M.X., Wang L., Liu X.Y., Xu H.X. Differentiating the acute phase of gout from the intercritical phase with ultrasound and quantitative shear wave elastography. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (12): 5316–5327. <http://doi.org/10.1007/s00330-018-5529-5>
21. Tang Y., Yan F., Yang Y., Xiang X., Wang L., Zhang L., Qiu L. Value of Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Gouty and Non-Gouty Arthritis. *Ultrasound Med. Biol.* 2017; 43 (5): 884–892. <http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.12.012>
22. Taljanovic M.S., Gimber L.H., Becker G.W., Latt L.D., Klauser A.S., Melville D.M., Gao L., Witte R.S. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics.* 2017; 37 (3): 855–870. <http://doi.org/10.1148/rg.2017160116>
23. Christiansen S.N., Filippou G., Scirè C.A., Balint P.V., Bruyn G.A., Dalbeth N., DeJaco C., Sedie A.D., Filippucci E., Hammer H.B., Iagnocco A., Keen H.I., Kissin E.Y., Koski J., Mandl P., Martin J., Miguel E., Möller I., Naredo E., Pineda C., Schmidt W.A., Stewart S., Antonietta D'Agostino M., Terslev L.; on the behalf of the OMERACT Ultrasound working group. Consensus-based semi-quantitative ultrasound scoring system for gout lesions: Results of an OMERACT Delphi process and web-reliability exercise. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (3): 644–649. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.11.011>
24. Dalbeth N., Clark B., Gregory K., Gamble G., Sheehan T., Doyle A., McQueen F.M. Mechanisms of bone erosion in gout: a quantitative analysis using plain radiography and computed tomography. *Ann. Rheum. Dis.* 2009; 68 (8): 1290–1295. <http://doi.org/10.1136/ard.2008.094201>
25. Wu M., Liu F.J., Chen J., Chen L., Wei C., Hu Z.M., Han Y., Lu J.X., Jiang L.X., Chen H.B. Prevalence and Factors Associated With Bone Erosion in Patients With Gout. *Art. Care Res. (Hoboken).* 2019; 71 (12): 1653–1659. <http://doi.org/10.1002/acr.23816>
26. Zhang Q., Gao F., Sun W., Ma J., Cheng L., Li Z. The diagnostic performance of musculoskeletal ultrasound in gout: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018; 13 (7): e0199672. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0199672>
27. Bhadu D., Das S.K., Wakhlu A., Dhakad U., Sharma M. Ultrasonographic detection of double contour sign and hyperechoic aggregates for diagnosis of gout: two sites examination is as good as six sites examination. *Int. J. Rheum. Dis.* 2018; 21 (2): 523–531. <http://doi.org/10.1111/1756-185X.13235>
28. Christiansen S.N., Østergaard M., Slot O., Keen H., Bruyn G.A.W., D'Agostino M.A., Terslev L. Assessing the sensitivity to change of the OMERACT ultrasound structural gout lesions during urate-lowering therapy. *RMD Open.* 2020; 6 (1): e001144. <http://doi.org/10.1136/rmdopen-2019-001144>

29. Hammer H.B., Karoliussen L., Terslev L., Haavardsholm E.A., Kvien T.K., Uhlig T. Ultrasound shows rapid reduction of crystal depositions during a treat-to-target approach in gout patients: 12-month results from the NOR-Gout study. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (11): 1500–1505. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-217392>
 30. Yuan H., Fan Y., Mou X., Qing Y., Yan X., Tang X., Yue W., Gu P., Yang Q., He Y. Musculoskeletal Ultrasound in Monitoring the Efficacy of Gout: A Prospective Study Based on Tophus and Double Contour Sign. *Balkan Med. J.* 2023; 40 (2): 104–110. <http://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2022.2022-7-39>
- ## REFERENCES
1. Clinical guidelines “Gout”, 2018. Available at: https://apicr.minzdrav.gov.ru/api.ashx?op=GetClinrecPdf&id=251_1 (Accessed 10.11.2023) (In Russian)
 2. Richette P., Doherty M., Pascual E., Barskova V., Becce F., Castaneda J., Coyfish M., Guillo S., Jansen T., Janssens H., Lioté F., Mallen C.D., Nuki G., Perez-Ruiz F., Pimentao J., Punzi L., Pywell A., So A.K., Tausche A.K., Uhlig T., Zavada J., Zhang W., Tubach F., Bardin T. 2018 updated European League Against Rheumatism evidence-based recommendations for the diagnosis of gout. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (1): 31–38. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-215315>
 3. FitzGerald J.D., Dalbeth N., Mikuls T., Brignardello-Petersen R., Guyatt G., Abeles A.M., Gelber A.C., Harrold L.R., Khanna D., King C., Levy G., Libbey C., Mount D., Pillinger M.H., Rosenthal A., Singh J.A., Sims J.E., Smith B.J., Wenger N.S., Bae S.S., Danve A., Khanna P.P., Kim S.C., Lenert A., Poon S., Qasim A., Sehra S.T., Sharma T.S.K., Toprover M., Turgunbaev M., Zeng L., Zhang M.A., Turner A.S., Neogi T. 2020 American College of Rheumatology Guideline for the Management of Gout. *Art. Rheumatol.* 2020; 72 (6): 879–895. <http://doi.org/10.1002/art.41247>
 4. Bardin T., Richette P. Definition of hyperuricemia and gouty conditions. *Curr. Opin. Rheumatol.* 2014; 26 (2): 186–191. <http://doi.org/10.1097/BOR.000000000000028>
 5. Weaver J.S., Vina E.R., Munk P.L., Klauser A.S., Elifritz J.M., Taljanovic M.S. Gouty Arthropathy: Review of Clinical Manifestations and Treatment, with Emphasis on Imaging. *J. Clin. Med.* 2021; 29; 11 (1): 166. <http://doi.org/10.3390/jcm11010166>
 6. Stewart S., Su I., Gamble G.D., Dalbeth N. Diagnostic value of different imaging features for patients with suspected gout: A network meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (6): 1251–1257. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2021.10.005>
 7. Lee Y.H., Song G.G. Diagnostic accuracy of ultrasound in patients with gout: A meta-analysis. *Semin. Art. Rheum.* 2018; 47 (5): 703–709. <http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2017.09.012>
 8. Pastor C.M., Perez E.A., Casares E.G. Usefulness of ultrasound in the diagnosis of crystal deposition diseases. *Eur. J. Rheumatol.* 2022. <http://doi.org/10.5152/eurjrheum.2022.20129>
 9. Gutierrez M., Schmidt W.A., Thiele R.G., Keen H.I., Kaeley G.S., Naredo E., Iagnocco A., Bruyn G.A., Balint P.V., Filippucci E., Mandl P., Kane D., Pineda C., Delle Sedie A., Hammer H.B., Christensen R., D’Agostino M.A., Terslev L. OMERACT Ultrasound Gout Task Force group. International Consensus for ultrasound lesions in gout: results of Delphi process and web-reliability exercise. *Rheumatology (Oxford)*. 2015; 54 (10): 1797–1805. <http://doi.org/10.1093/rheumatology/kev112>
 10. Towiwat P., Chhana A., Dalbeth N. The anatomical pathology of gout: a systematic literature review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019; 20 (1): 140. <http://doi.org/10.1186/s12891-019-2519-y>
 11. Zhang W., Jin Z., Xiang W., Wu M., Wang S., Zhang H., Zhang P. Ultrasonographic Features of Lower-Limb Joints in Gout: Which Joints and Clinical Characteristics Would Provide More Information for Diagnosis? *J. Clin. Rheumatol.* 2020; 26 (1): 14–18. <http://doi.org/10.1097/RHU.0000000000000898>
 12. Filippucci E., Reginato A.M., Thiele R.G. Imaging of crystalline arthropathy in 2020. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 2020; 34 (6): 101595. <http://doi.org/10.1016/j.berh.2020.101595>
 13. Ogdie A., Taylor W.J., Neogi T., Fransen J., Jansen T.L., Schumacher H.R., Louthrenoo W., Vazquez-Mellado J., Eliseev M., McCarthy G., Stamp L.K., Perez-Ruiz F., Sivera F., Ea H.K., Gerritsen M., Cagnotto G., Cavagna L., Lin C., Chou Y.Y., Tausche A.K., Lima Gomes Ochrop M., Janssen M., Chen J.H., Slot O., Lazovskis J., White D., Cimmino M.A., Uhlig T., Dalbeth N. Performance of Ultrasound in the Diagnosis of Gout in a Multicenter Study: Comparison With Monosodium Urate Monohydrate Crystal Analysis as the Gold Standard. *Art. Rheumatol.* 2017; 69 (2): 429–438. <http://doi.org/10.1002/art.39959>
 14. Neogi T., Jansen T.L., Dalbeth N., Fransen J., Schumacher H.R., Berendsen D., Brown M., Choi H., Edwards N.L., Janssens H.J., Lioté F., Naden R.P., Nuki G., Ogdie A., Perez-Ruiz F., Saag K., Singh J.A., Sundry J.S., Tausche A.K., Vazquez-Mellado J., Yarows S.A., Taylor W.J. 2015 Gout classification criteria: an American College of Rheumatology/European League Against Rheumatism collaborative initiative. *Ann. Rheum. Dis.* 2015; 74 (10): 1789–1798. <http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2015-208237>
 15. Filippou G., Scirè C.A., Damjanov N., Adinolfi A., Carrara G., Picerno V., Toscano C., Bruyn G.A., D’Agostino M.A., Delle Sedie A., Filippucci E., Gutierrez M., Micu M., Möller I., Naredo E., Pineda C., Porta F., Schmidt W.A., Terslev L., Vlad V., Zufferey P., Iagnocco A. Definition and Reliability Assessment of Elementary Ultrasonographic Findings in Calcium Pyrophosphate Deposition Disease: A Study by the OMERACT Calcium Pyrophosphate Deposition Disease Ultrasound Subtask Force. *J. Rheumatol.* 2017;

- 44 (11): 1744–1749.
<http://doi.org/10.3899/jrheum.161057>
16. Filippou G., Miguel-Pérez M., Coronel L., Sirotti S., Pacini G., Scanu A., Bong D., Möller I. EULAR Study Group on Anatomy for the Image. The ultrasonographic pseudo-double contour sign in calcium pyrophosphate deposition disease: an anatomic explanation and how to distinguish it from gout. *Art. Rheumatol.* 2023; 75 (4): 639–640.
<http://doi.org/10.1002/art.42397>
 17. Cipolletta E., Abhishek A., Di Matteo A., Grassi W., Filippucci E. Dynamic assessment of the double contour sign by ultrasonography helps to distinguish between gout and calcium pyrophosphate deposition disease. *RMD Open*. Published online March 16, 2023.
<http://doi.org/10.1136/rmdopen-2022-002940>
 18. Dalbeth N., Pool B., Gamble G.D., Smith T., Callon K.E., McQueen F.M., Cornish J. Cellular characterization of the gouty tophus: a quantitative analysis. *Art. Rheum.* 2010; 62 (5): 1549–1556.
<http://doi.org/10.1002/art.27356>
 19. Ventura-Ríos L., Sánchez-Bringas G., Pineda C., Hernández-Díaz C., Reginato A., Alva M., Audisio M., Bertoli A., Cazenave T., Gutiérrez M., Mora C., Py G., Sedano O., Solano C., de Miguel E. Tendon involvement in patients with gout: an ultrasound study of prevalence. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35 (8): 2039–2044.
<http://doi.org/10.1007/s10067-016-3309-7>
 20. Wang Q., Guo L.H., Li X.L., Zhao C.K., Li M.X., Wang L., Liu X.Y., Xu H.X. Differentiating the acute phase of gout from the intercritical phase with ultrasound and quantitative shear wave elastography. *Eur. Radiol.* 2018; 28 (12): 5316–5327.
<http://doi.org/10.1007/s00330-018-5529-5>
 21. Tang Y., Yan F., Yang Y., Xiang X., Wang L., Zhang L., Qiu L. Value of Shear Wave Elastography in the Diagnosis of Gouty and Non-Gouty Arthritis. *Ultrasound Med. Biol.* 2017; 43 (5): 884–892.
<http://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2016.12.012>
 22. Taljanovic M.S., Gimber L.H., Becker G.W., Latt L.D., Klauser A.S., Melville D.M., Gao L., Witte R.S. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics.* 2017; 37 (3): 855–870.
<http://doi.org/10.1148/rg.2017160116>
 23. Christiansen S.N., Filippou G., Scirè C.A., Balint P.V., Bruyn G.A., Dalbeth N., DeJaco C., Sedie A.D., Filippucci E., Hammer H.B., Iagnocco A., Keen H.I., Kissin E.Y., Koski J., Mandl P., Martin J., Miguel E., Möller I., Naredo E., Pineda C., Schmidt W.A., Stewart S., Antonietta D'Agostino M., Terslev L.; on the behalf of the OMERACT Ultrasound working group. Consensus-based semi-quantitative ultrasound scoring system for gout lesions: Results of an OMERACT Delphi process and web-reliability exercise. *Semin. Art. Rheum.* 2021; 51 (3): 644–649.
<http://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2020.11.011>
 24. Dalbeth N., Clark B., Gregory K., Gamble G., Sheehan T., Doyle A., McQueen F.M. Mechanisms of bone erosion in gout: a quantitative analysis using plain radiography and computed tomography. *Ann. Rheum. Dis.* 2009; 68 (8): 1290–1295.
<http://doi.org/10.1136/ard.2008.094201>
 25. Wu M., Liu F.J., Chen J., Chen L., Wei C., Hu Z.M., Han Y., Lu J.X., Jiang L.X., Chen H.B. Prevalence and Factors Associated With Bone Erosion in Patients With Gout. *Art. Care Res. (Hoboken).* 2019; 71 (12): 1653–1659.
<http://doi.org/10.1002/acr.23816>
 26. Zhang Q., Gao F., Sun W., Ma J., Cheng L., Li Z. The diagnostic performance of musculoskeletal ultrasound in gout: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2018; 13 (7): e0199672.
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0199672>
 27. Bhadu D., Das S.K., Wakhlou A., Dhakad U., Sharma M. Ultrasonographic detection of double contour sign and hyperechoic aggregates for diagnosis of gout: two sites examination is as good as six sites examination. *Int. J. Rheum. Dis.* 2018; 21 (2): 523–531. <http://doi.org/10.1111/1756-185X.13235>
 28. Christiansen S.N., Østergaard M., Slot O., Keen H., Bruyn G.A.W., D'Agostino M.A., Terslev L. Assessing the sensitivity to change of the OMERACT ultrasound structural gout lesions during urate-lowering therapy. *RMD Open.* 2020; 6 (1): e001144.
<http://doi.org/10.1136/rmdopen-2019-001144>
 29. Hammer H.B., Karoliussen L., Terslev L., Haavardsholm E.A., Kvien T.K., Uhlig T. Ultrasound shows rapid reduction of crystal depositions during a treat-to-target approach in gout patients: 12-month results from the NOR-Gout study. *Ann. Rheum. Dis.* 2020; 79 (11): 1500–1505.
<http://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-217392>
 30. Yuan H., Fan Y., Mou X., Qing Y., Yan X., Tang X., Yue W., Gu P., Yang Q., He Y. Musculoskeletal Ultrasound in Monitoring the Efficacy of Gout: A Prospective Study Based on Tophus and Double Contour Sign. *Balkan Med. J.* 2023; 40 (2): 104–110.
<http://doi.org/10.4274/balkanmedj.galenos.2022.2022-7-39>

Musculoskeletal ultrasound in gout

*Polukhina E.V.**

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

Elena V. Polukhina – Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of Department 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 musculoskeletal ultrasound in gout, which is the most common cause of inflammatory arthropathy in adults. Nowadays, among imaging modalities, ultrasound provides the best capabilities for gout diagnosing and monitoring by revealing of monosodium urate deposits in various joint structures, assessing the presence and severity of synovial inflammation, including for dynamical evaluation on urate-lowering therapy. The main ultrasound features of gout (double contour sign, tophi, aggregates and erosions) are described according to the current clinical guidelines. Knowing of these features provides the correct interpretation of ultrasound findings for timely diagnosis and differential diagnosis of gouty arthropathy, and dynamical assessment on therapy.

Keywords: *ultrasound, gout, hyperuricemia, double contour sign, tophus, aggregates, erosions*

The title and content of the article do not affect competing interests

Citation: *Polukhina E.V. Musculoskeletal ultrasound in gout. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2023; 2: 62–79. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-62-79> (In Russian)*

ISSN 1607-0771(Print); ISSN 2408-9494 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-80-87>

Возможности ультразвукового исследования высокого разрешения в диагностике осложнений после контурной инъекционной пластики. Клиническое наблюдение

Привалова Е.Г.^{1,3*}, Карпова Е.И.^{2,5}, Козырева М.В.², Капустин В.В.⁶,
Чеботарева Ю.Ю.^{1,4}, Данищук О.И.^{2,7}

¹ ООО “Клиника Эстелаб”; 123001 Москва, Гранатный пер., д. 24/4, стр. 2, Российская Федерация

² ООО “Клиника Данищука”; 107045 Москва, Луков пер., д. 4, Российская Федерация

³ ГБУЗ города Москвы “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”; 127051 Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

⁵ ФГАОУ ВО Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

⁶ ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” Минздрава России, кафедра лучевой диагностики; 1127006 Москва, Долгоруковская ул., д. 4, Российская Федерация

⁷ ФГБУ “Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства (ФМБА)” Российской Федерации; 141435 Химки, Московская обл., микрорайон Новогорск, Ивановская ул., 15А, Российская Федерация

В связи с увеличением количества косметологических препаратов и появлением новых инъекционных методик возрастает число нежелательных явлений и осложнений мягких тканей лица. В статье представлено клиническое наблюдение пациентки с осложнением после проведения контурной инъекционной пластики филлерами на основе гиалуроновой кислоты в анамнезе. Ультразвуковое исследование

с применением высокочастотного датчика позволило выявить признаки воспалительных изменений мягких тканей лица, что повлияло на дальнейшую тактику лечения пациента.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование высокого разрешения, инъекционная косметология, пластическая хирургия, филлеры

Цитирование: Привалова Е.Г., Карпова Е.И., Козырева М.В., Капустин В.В., Чеботарева Ю.Ю., Данищук О.И. Возможности ультразвукового исследования высокого разрешения в диагностике

осложнений после контурной инъекционной пластики. Клиническое наблюдение. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2023; 2: 80–87. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-80-87>.

Привалова Екатерина Геннадьевна – доктор мед. наук, врач ультразвуковой диагностики ООО “Клиника Эстелаб”; эксперт экспертного отдела Учебного центра ГБУЗ “Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗ города Москвы”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9851-9390>

Карпова Елена Ивановна – доктор мед. наук, профессор кафедры кожных болезней и косметологии РНИМУ им. Н.И. Пирогова, пластический хирург, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0510-1022>

Козырева Мария Валерьевна – пластический хирург, врач-косметолог ООО “Клиника Данищука”, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7382-5984>

Капустин Владимир Викторович – доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3771-1354>

Чеботарева Юлия Юрьевна – главный врач ООО “Клиника Эстелаб”, врач-косметолог, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-2820-3729>

Данищук Ольга Игоревна – главный врач, пластический хирург, врач-косметолог ООО “Клиника Данищука”; заведующая отделением пластической хирургии, ассистент кафедры пластической и эстетической хирургии АПО ФГБУ “Федеральный клинический центр высоких медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства (ФМБА)” Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0022-4923>

Контактная информация*: Привалова Екатерина Геннадьевна – e-privalova@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

С каждым годом увеличивается количество косметологических препаратов, а также инъекционных методик в мягкие ткани лица [1–4]. Согласно последним данным Американского общества эстетической и пластической хирургии (ASAPS), за 2021 г. было выполнено 1,8 млн инъекций различными филлерами [5]. Введение препаратов на основе ботулинического токсина уже длительные годы удерживает первое место среди нехирургических вмешательств и составляет более 3,6 млн инъекций [5]. Безусловно, большая часть данных манипуляций проводится пациентам женского пола (95,7%), тем не менее среди мужчин контурная пластика также с каждым годом становится популярной [5]. Но, к сожалению, с увеличением количества эстетических коррекций растет и количество осложнений. Патологические изменения могут возникать после инъекции всех групп косметологических филлеров, при этом тактика дальнейшего лечения будет отличаться [1, 5–7]. Стоит отметить, что до сих пор инъекционные процедуры выполняются не только в медицинских учреждениях

с наличием лицензии, но и в домашних условиях незарегистрированными препаратами и наиболее часто это связано с незнанием пациентов о возможных осложнениях [1, 2, 6, 8]. Ультразвуковое исследование (УЗИ) с применением высокочастотных датчиков позволяет четко визуализировать все слои мягких тканей, определять группу косметологического препарата, а также дает возможность идентифицировать осложнения, такие как фиброзные, воспалительные и гранулематозные изменения, отеки, нарушения техники инъекции, миграция филлера и др. [1–4, 6, 9].

Клиническое наблюдение

Пациентка М., 57 лет, обратилась в клинику “ЭСТЕЛАБ” с жалобами на отек мягких тканей лица, а также на наличие уплотнения в щечной области справа и слева (рис. 1).

Из анамнеза известно, что пациентке 8 лет назад была выполнена контурная инъекционная пластика филлером на основе гиалуроновой кислоты в скуловые, височные, носогубные, подбородочную и периоральную области. Через 7 лет было повторное введение филлеров на основе гиалуроновой кислоты в тех же зонах.

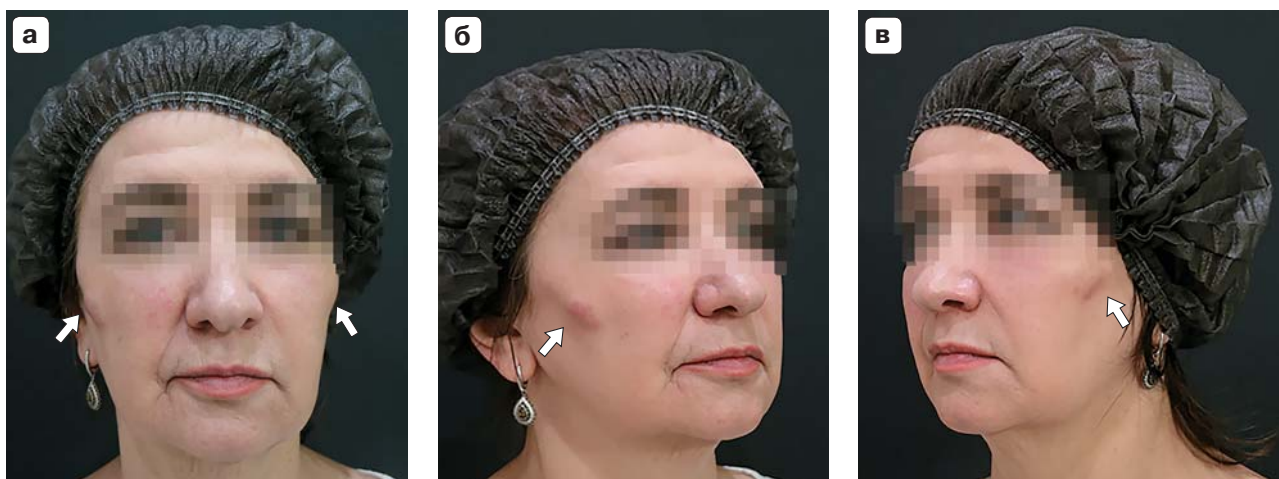


Рис. 1. Фото пациентки М. при первичном обращении. а – анфас; б – правая половина лица; в – левая половина лица. Стрелками указаны выявленные при осмотре патологические изменения мягких тканей лица. Пояснения в тексте.

Через неделю после процедуры появился очаг уплотнения в носогубной области справа с формированием абсцесса. После вскрытия и санации очага проведена антибактериальная терапия. Однако после перенесенного переохлаждения появились отек и инфильтрация в зонах введенного филлера. Введение лонгидазы и проведение антибактериальной терапии не привело к положительной динамике и через месяц произошло самостоятельное вскрытие очага воспаления в скуловой области слева с отхождением гнойного содержимого.

По направлению врача-косметолога пациентке было выполнено УЗИ. Исследование проводилось на ультразвуковой системе Aplio i700 (Canon, Япония) с применением высокочастотного датчика 8–24 МГц в В-режиме и в доплеровских режимах (ЦДК, ЭДК).

При УЗИ правой скуловой области в проекции видимого уплотнения на глубине 2,5 мм от поверхности кожи визуализировалась гипоэхогенная зона размерами $19,6 \times 13,7 \times 8,2$ мм с четкими неровными контурами. Внутренняя ультразвуковая структура этой зоны была неоднородной за счет наличия эхогенных включений, что предположительно было расценено как содержимое гнойного характера (рис. 2а).

Описанные изменения распространялись на подкожно-жировую клетчатку и глубокие “жировые пакеты” височной области на глубину от 3,0 до 11,0 мм от поверхности кожи. В доплеровских режимах (ЦДК, ЭДК) вышеуказанная зона была аваскулярна, а васкуляризация окружающих мягких тканей, напротив, была уме-

ренно усилена. В подкожно-жировой клетчатке левой скуловой области определялась анэхогенная зона с четкими неровными контурами на глубине 2,5 мм от поверхности кожи, а также в глубоких жировых пакетах на глубине 7 мм размерами $11,3 \times 2,1$ мм. В доплеровских режимах вышеуказанная зона была аваскулярна, сосудистый рисунок окружающих мягких тканей был не выражен. Также в скуловой области наочно определялась зона пониженной эхогенности размерами $18,3 \times 5,5$ мм с нечеткими ровными контурами, что по ультразвуковым характеристикам было расценено как филлер на основе гиалуроновой кислоты (рис. 3а).

При исследовании правой щеочно-носугубной области (в области пальпируемого уплотнения) на глубине от 5 мм от поверхности кожи определялась анэхогенная зона вытянутой формы с четкими ровными контурами размерами $15,0 \times 4,6$ мм (по эхопризнакам, вероятнее, филлер на основе гиалуроновой кислоты, но необходимо дифференцировать с зоной воспалительного характера), в доплеровских режимах сосудистый рисунок не прослеживался (рис. 4а).

В левой носогубной области на глубине от 2,3 мм от поверхности кожи до костных структур верхней челюсти определялась зона пониженной эхогенности размерами $16,3 \times 10,0$ мм с четкими неровными контурами неоднородной эхоструктуры за счет наличия эхогенных включений, что по ультразвуковым признакам было расценено как наличие воспалительных инфильтративно-гнойных изменений в области расположения филлера (рис. 5а). В доплеров-

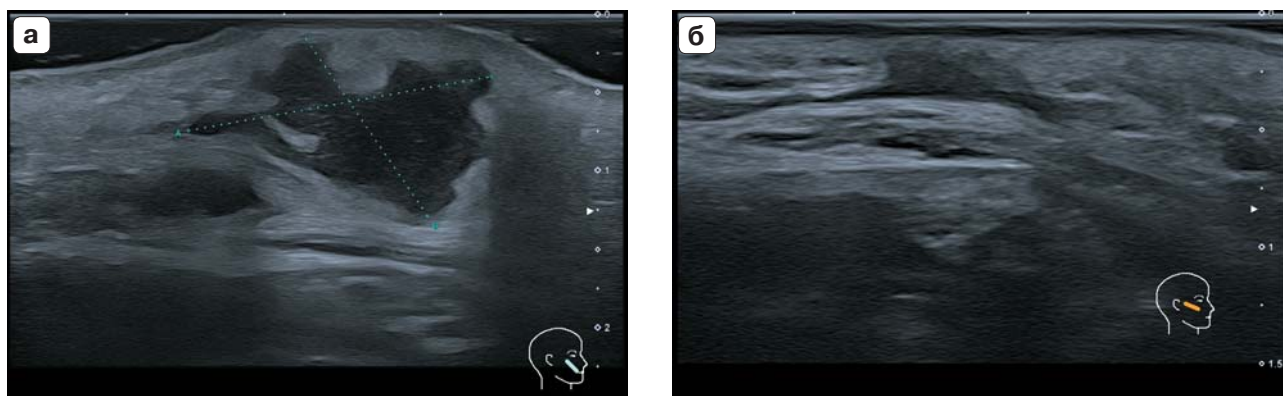


Рис. 2. УЗИ мягких тканей лица правой скуловой области в В-режиме. **а** – ультразвуковая картина до лечения. Маркерами отмечена гипэхогенная полость с четкими неровными контурами, неоднородным (гнойным?) содержимым за счет наличия эхогенных включений; **б** – после лечения визуализируется зона пониженной эхогенности с нечеткими ровными контурами, неоднородной эхоструктуры, с нарушением целостности эпидермиса и дермы (эхопризнаки формирования фиброзных изменений с проекции хирургического доступа).

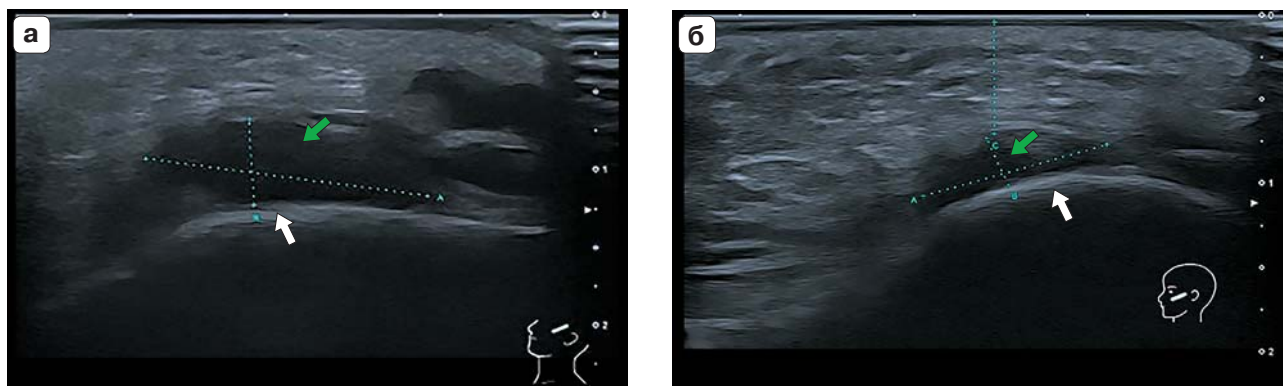


Рис. 3. УЗИ левой скуловой области в В-режиме (**а** – до лечения, **б** – после лечения). **а** – наклонно лоцируется анэхогенная зона с четкими неровными контурами, однородной эхоструктуры (по эхопризнакам наиболее вероятно филлер на основе гиалуроновой кислоты); **б** – при динамическом наблюдении отмечается уменьшение размеров филлеров (белыми стрелками отмечена скуловая кость, зелеными стрелками – филлер на основе гиалуроновой кислоты).

ских режимах васкуляризация по периферии усилена, вышеуказанная зона оттесняет сосудистые структуры ближе к поверхности кожи (рис. 5б).

По результатам УЗИ мягких тканей лица была выявлена ультразвуковая картина воспалительных изменений мягких тканей лица скуловых, носогубных областей, ультразвуковые признаки инфильтративных изменений скуловых и левой носогубной области (?), отека мягких тканей средней зоны лица, неполной биодеградации филлера на основе гиалуроновой кислоты скуловых и носогубных областей. Поставлен клинический диагноз: абсцесс в скуловых, височных областях средней зоны лица после введения филлера на основе гиалуроно-

вой кислоты. С учетом полученных ультразвуковых данных была определена тактика лечения – вскрытие и санации очагов. После купирования гнойного процесса рекомендованы инъекции фермента “Лонгидаза” с целью рассасывания остаточного филлера в мягких тканях. Результаты патогистологического исследования биоптата, взятого при вскрытии абсцесса: в препаратах морфологическая картина отдаленных последствий введения филлера на основе гиалуроновой кислоты в виде неравномерного фиброза и формирования воспалительного ответа по типу микроабсцедирования на фоне хронического неспецифического продуктивного воспаления, что также соответствовало данным, полученным при УЗИ. После полного

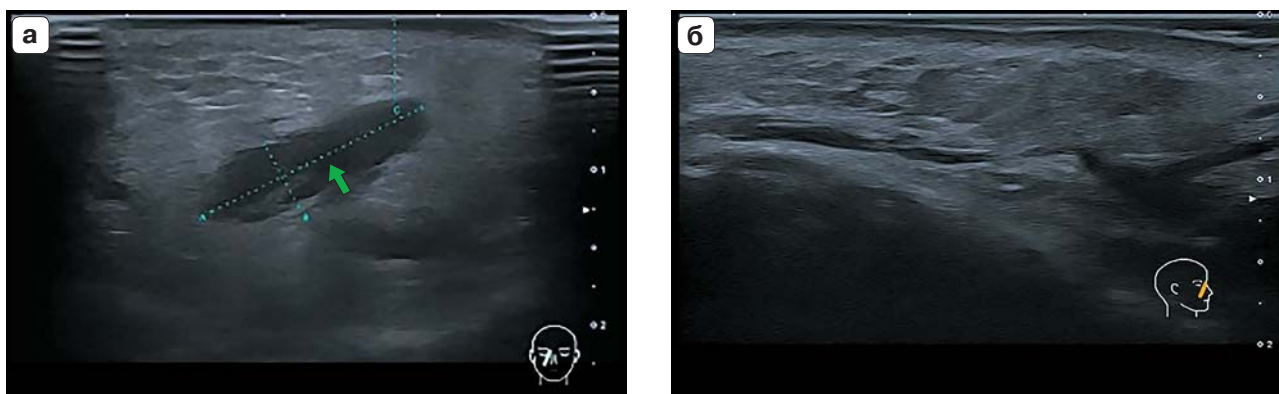


Рис. 4. УЗИ мягких тканей правой носогубной области в В-режиме (а – до лечения, б – после лечения). а – в жировой ткани определяется анэхогенная зона с четкими ровными контурами (по эхопризнакам вероятнее филлер на основе гиалуроновой кислоты) (зеленой стрелкой отмечен филлер на основе гиалуроновой кислоты); б – после лечения в жировой ткани правой носогубной области филлер эхографически не определяется.

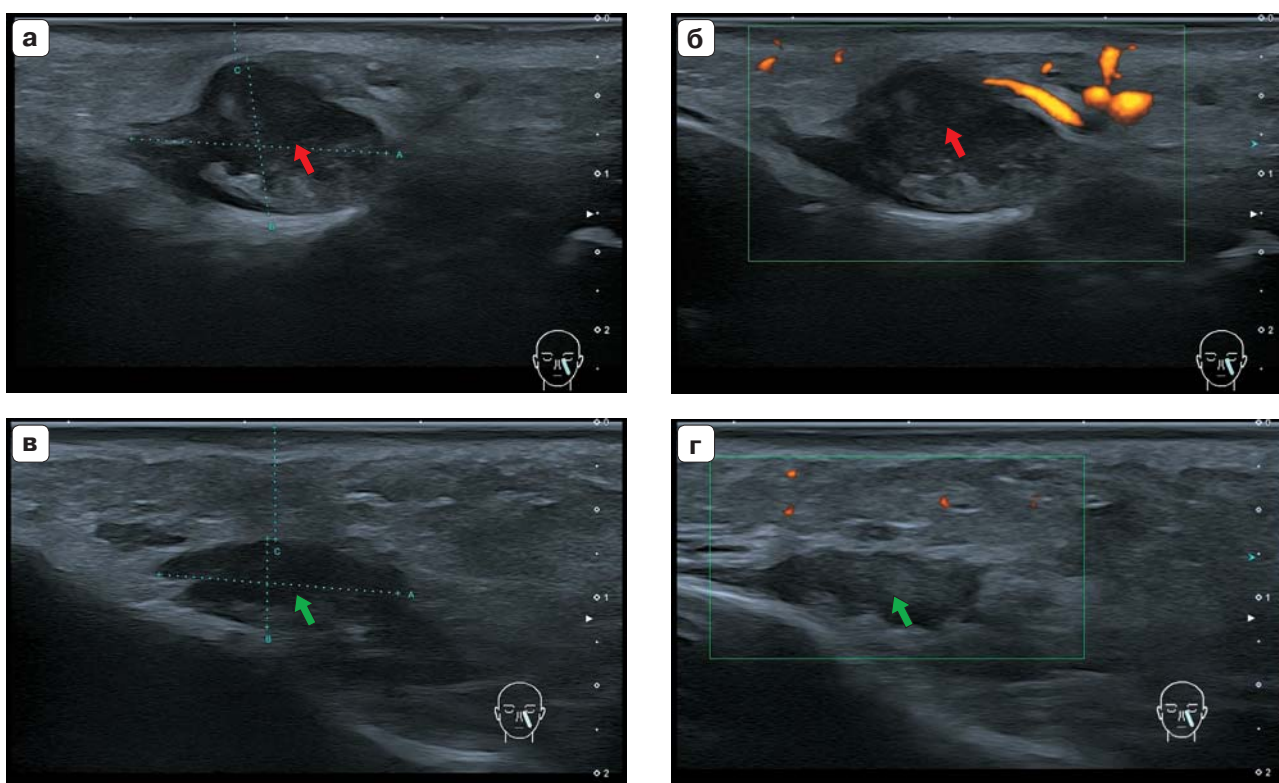


Рис. 5. УЗИ мягких тканей лица левой носогубной области в В-режиме (а, в), в режиме ЭДК (б, г) на разных этапах лечения (а, б – до лечения, в, г – после лечения). а – на глубине от 2,3 мм от поверхности кожи до костных структур верхней челюсти определяется зона пониженной эхогенности с четкими неровными контурами, неоднородной эхоструктуры за счет наличия эхогенных включений (по эхопризнакам нельзя исключить наличие воспалительного инфильтрата с гнойным отделяемым в проекции филлера на основе гиалуроновой кислоты); б – в режиме ЭДК отмечается усиление васкуляризации мягких тканей; в – при динамическом наблюдении отмечается уменьшение размеров зоны, которая соответствует филлеру на основе гиалуроновой кислоты; г – при динамическом наблюдении в режиме ЭДК отмечается ослабление васкуляризации мягких тканей, лоцируются единичные сосудистые структуры. Красными стрелками отмечены воспалительные изменения мягких тканей (абсцесс) на фоне контурной пластики филлером, зелеными стрелками – филлер на основе гиалуроновой кислоты.



Рис. 6. Фото пациентки М. при повторном обращении (после хирургического лечения). а – анфас; б – правая половина лица; в – левая половина лица.

купирования воспаления при повторном контрольном проведении УЗИ визуализировались рубцовые изменения после хирургического лечения (рис. 6).

Выполнение УЗИ в динамике показало наличие в правой скуловой области мягких тканей с четкими, местами неровными контурами, а также рубцовых изменений (эхопризнаки раневого канала) (рис. 2б). Убедительных ультразвуковых данных о наличии воспалительных изменений не получено. В доплеровских режимах васкуляризация была не изменена. При сканировании левой скуловой области определялись мягкие ткани с четкими, местами неровными контурами, с сохранением дифференцировки, отмечалось наличие рубцовых изменений (эхопризнаки раневого канала). Накостно сохранялось анэхогенное включение с нечеткими ровными контурами, размеры его значительно уменьшились до $11,0 \times 3,0$ мм (по сравнению с предыдущим исследованием, где размеры составляли $18,3 \times 5,5$ мм) (эхопризнаки наличия филлера на основе гиалуроновой кислоты) (рис. 3б). В доплеровских режимах васкуляризация не изменена.

При исследовании правой носогубной области определялись мягкие ткани с четкими ровными контурами обычной эхогенности и эхоструктуры. В доплеровских режимах сосудистый рисунок без особенностей (рис. 4б). При сканировании левой носогубной области на глубине 6,4 мм от поверхности кожи отмечалось уменьшение зоны пониженной эхогенности размерами до $13,6 \times 5,0$ мм (по сравнению с предыдущим исследованием, когда размеры составляли

$16,4 \times 10,0$ мм) с четкими ровными контурами (эхопризнаки наличия филлера на основе гиалуроновой кислоты) (рис. 5в, г).

По результатам УЗИ были выявлены измененные мягкие ткани на фоне контурной пластики филлерами на основе гиалуроновой кислоты, а также последующего хирургического лечения. Отмечались ультразвуковые признаки наличия филлера на основе гиалуроновой кислоты в скуловой и носогубной областях слева. Была выявлена положительная ультразвуковая динамика (отсутствовали эхопризнаки воспалительных изменений мягких тканей, а также отмечалось уменьшение размеров филлера в левой носогубной и скуловой областях) по сравнению с предыдущим исследованием.

Пациентке назначено консервативное лечение (инъекции фермента “Лонгидаза”) для биодеградации филлера на основе гиалуроновой кислоты. Также будет проведено динамическое ультразвуковое исследование в динамике для оценки биодеградации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ультразвуковое исследование мягких тканей лица с применением высокочастотного датчика 8–24 МГц в В-режиме и доплеровских режимах (ЦДК, ЭДК) позволило визуализировать признаки измененных мягких тканей на фоне проведенной ранее контурной инъекционной пластики лица, визуализировать филлер, определить его группу. Также УЗИ дало возможность определить наличие воспалительных измене-

ний с указанием точной локализации, глубины залегания и распространенность на окружающие анатомические зоны. Полученные данные позволили определить необходимость срочного дообследования с последующим хирургическим лечением, несмотря на удовлетворительное состояние пациентки на фоне антибактериальной терапии. Хирургическое лечение, а также патоморфологическое исследование подтвердили полученные ультразвуковые данные. Таким образом, УЗИ мягких тканей лица с применением высокочастотных датчиков на первом этапе обследования у пациентов с осложнениями должно выполняться на первом этапе обследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпова Е.И. Оптимизация применения лазерных технологий в восстановительной коррекции осложнений контурной инъекционной пластики при деформациях мягких тканей лица: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2014. 203 с.
2. Привалова Е.Г. Ультразвуковое исследование при планировании и осложнениях контурной пластики лица: Дис. ... д-ра мед. наук. М., 2023. 291 с.
3. Schelke L.W., Decates T.S., Velthuis P.J. Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *J. Cosmet. Dermatol.* 2018; 17 (6): 1019–1024. <http://doi.org/10.1111/jocd.12726>
4. Wortsman X. Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography *First. J. Ultrasound Med.* 2015; 34 (7): 1163–1172. <http://doi.org/10.7863/ultra.34.7.1163>
5. Statistics 2021 [Электронный ресурс] // The aesthetic society. – Режим доступа: <https://cdn.theaestheticsociety.org/media/statistics/2021-The-AestheticSocietyStatistics.pdf>
6. Васильев А.Ю., Привалова Е.Г., Бондаренко И.Н. Ультразвуковое исследование в косметологии. М.: ООО “Фирма СТРОМ”, 2020. 112 с.
7. Urdiales-Gálvez F., Delgado N.E., Figueiredo V., Lajo-Plaza J.V., Mira M., Moreno A., Ortiz-Martí F., Del Río-Reyes R., Romero-Álvarez N., Del Cueto S.R., Segurado M.A., Rebenaque C.V. Treatment of Soft Tissue Filler Complications: Expert Consensus Recommendations. *Aesthetic Plast. Surg.* 2018; 42 (2): 498–510. <http://doi.org/10.1007/s00266-017-1063-0>
8. Привалова Е.Г. Применение УЗИ высокого разрешения в дифференциальной диагностике осложнений после контурной пластики лица. *Лучевая диагностика и терапия.* 2020; 1 (S): 52–53. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55>
9. Bondarenko I., Privalova E., Shumina Y. Sonography of the face and neck region soft tissues in assessment of the complications causes after facial contouring. *Georgian Med. News.* 2021; 311: 74–79. PMID: 33814395

REFERENCES

1. Karpova E.I. Optimization of the use of laser technologies in the restorative correction of complications of contour injection plastic surgery for deformations of soft tissues of the face: Dis. ... Doct. of Sci. (Med.). Moscow, 2014. 203 p. (In Russian)
2. Privalova E.G. Ultrasound examination in planning and complications of facial contouring: Dis. ... Doct. of Sci. (Med.). Moscow, 2023. 291 p. (In Russian)
3. Schelke L.W., Decates T.S., Velthuis P.J. Ultrasound to improve the safety of hyaluronic acid filler treatments. *J. Cosmet. Dermatol.* 2018; 17 (6): 1019–1024. <http://doi.org/10.1111/jocd.12726>
4. Wortsman X. Identification and Complications of Cosmetic Fillers: Sonography *First. J. Ultrasound Med.* 2015; 34 (7): 1163–1172. <http://doi.org/10.7863/ultra.34.7.1163>
5. Statistics 2021 [Электронный ресурс] // The aesthetic society. – Режим доступа: <https://cdn.theaestheticsociety.org/media/statistics/2021-The-AestheticSocietyStatistics.pdf>
6. Vasiliev A.Yu., Privalova E.G., Bondarenko I.N. Ultrasound examination in cosmetology. M.: LLC “Firm STROM”, 2020. 112 p. (In Russian)
7. Urdiales-Gálvez F., Delgado N.E., Figueiredo V., Lajo-Plaza J.V., Mira M., Moreno A., Ortiz-Martí F., Del Río-Reyes R., Romero-Álvarez N., Del Cueto S.R., Segurado M.A., Rebenaque C.V. Treatment of Soft Tissue Filler Complications: Expert Consensus Recommendations. *Aesthetic Plast. Surg.* 2018; 42 (2): 498–510. <http://doi.org/10.1007/s00266-017-1063-0>
8. Privalova E.G. High-resolution ultrasonography in differential diagnosis of complications after face contouring. *Diagnostic Radiology and Radiotherapy.* 2020; 1 (S): 52–53. <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55> (In Russian)
9. Bondarenko I., Privalova E., Shumina Y. Sonography of the face and neck region soft tissues in assessment of the complications causes after facial contouring. *Georgian Med. News.* 2021; 311: 74–79. PMID: 33814395

High-resolution ultrasound in diagnosing complications after facial contouring injections. A clinical case

Privalova E.G.^{1,3*}, Karpova E.I.^{2,5}, Kozyreva M.V.², Kapustin V.V.⁶,
Chebotareva Yu.Yu.^{1,4}, Danishchouk O.I.^{2,7}

¹ “Estelab Clinic” Ltd.; 24/4, bld. 2, Granatny lane, Moscow 123001, Russian Federation

² “Danishchuk Clinic” Ltd.; 4, Lukov lane, Moscow 107045, Russian Federation

³ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Healthcare Department; 24, Petrovka str., Moscow 127051, Russian Federation

⁴ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 2/1, bld. 1, Barrikadnaya str., Moscow 125993, Russian Federation

⁵ Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

⁶ A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 20/1, Delegatskaya str., Moscow 127473, Russian Federation

⁷ Federal Scientific Clinical Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical-Biological Agency (FMBA of Russia); 15A, Ivanovskaya str., Khimki 141435, Moscow region, Novogorsk microdistrict, Russian Federation

Ekaterina G. Privalova – *Doct. of Sci. (Med.), doctor of ultrasound at the “Estelab Clinic”; expert of the expert department of the Educational Center of the Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies of Moscow Healthcare Department, Moscow.* <https://orcid.org/0000-0002-9851-9390>

Elena I. Karpova – *Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor, Department of Skin Diseases and Cosmetology, Pirogov Russian National Research Medical University, plastic surgeon, Moscow.* <https://orcid.org/0000-0003-0510-1022>

Maria V. Kozyreva – *plastic surgeon, cosmetologist “Danishchuk Clinic”, Moscow.* <https://orcid.org/0000-0001-7382-5984>

Vladimir V. Kapustin – *Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Professor, Division of Radiology, A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow.* <https://orcid.org/0000-0002-3771-1354>

Yulia Yu. Chebotareva – *Chief Physician of the “Estelab Clinic”, cosmetologist, Moscow.* <https://orcid.org/0000-0002-2820-3729>

Olga I. Danishchouk – *Chief Physician, plastic surgeon, cosmetologist of “Danishchuk Clinic”; Head of the Department of Plastic Surgery, Assistant of the Department of Plastic and Aesthetic Surgery of the Federal Scientific Clinical Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical-Biological Agency (FMBA of Russia), Moscow.* <https://orcid.org/0000-0002-0022-4923>

Correspondence* to Dr. Ekaterina G. Privalova – e-privalova@mail.ru

The development of new techniques of procedure and line extensions of products for facial contouring injections leads to an increase in the incidence of facial soft tissue complications and adverse reactions. The article presents a clinical case of complications after previous facial contouring injections with hyaluronic acid-based fillers. In high-resolution ultrasound the signs of inflammatory changes in the facial soft tissues were found, which affected the further treatment strategy.

Keywords: High-resolution ultrasound, facial contouring injections, plastic surgery, fillers

Citation: Privalova E.G., Karpova E.I., Kozyreva M.V., Kapustin V.V., Chebotareva Yu.Yu., Danishchouk O.I. High-resolution ultrasound in diagnosing complications after facial contouring injections. A clinical case. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2023; 2: 80–87. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2023-2-80-87> (In Russian)

Правила для авторов

Уважаемые коллеги!

При подготовке рукописи авторам следует придерживаться “Рекомендаций по проведению, описанию, редактированию и публикации результатов научной работы в медицинских журналах” Международного комитета редакторов медицинских журналов (ICMJE).

При рассмотрении статьи редакция производит обязательную проверку материала с помощью системы “Антиплагиат”. В случае обнаружения многочисленных заимствований редакция действует в соответствии с правилами COPE. Результаты первичной проверки мы отсылаем авторам для возможного улучшения качества рукописи статьи. Редколлегия приветствует работы, уровень оригинального текста которых не менее 75%. Отчет Антиплагиата содержит три раздела – заимствования, цитирования, оригинальный текст. Большой объем цитирований снижает показатель оригинальности текста.

Журнал “Ультразвуковая и функциональная диагностика” включен ВАК РФ в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, по научным специальностям:

3.1.4. Акушерство и гинекология (медицинские науки),
3.1.20. Кардиология (медицинские науки).

В журнале публикуются *оригинальные статьи; обзоры литературы, клинические наблюдения*. Все представляемые материалы рецензируются и обсуждаются редакционной коллегией. Плата с авторов статей за публикацию рукописей не взимается. Авторы должны проявлять активность в сотрудничестве с редакцией – быстро отвечать на все запросы; вносить рекомендованные рецензентом исправления, направленные на повышение объективности излагаемых научных позиций, если это не противоречит научной позиции авторов, которую они должны аргументировать в тексте статьи. Редакция оставляет за собой право публиковать редакционные статьи – комментарии к статьям, публикуемым в текущем номере или опубликованным в журнале ранее.

Общие правила

Статья должна сопровождаться официальным направлением от учреждения, в котором выполнена работа.

Статья должна быть подписана всеми авторами или одним из авторов, который берет на себя ответственность и ставит подпись с припиской “согласовано со всеми соавторами” (направление и подписи авторов можно присылать в виде изображения (скана)).

Материалы поступают в редакцию *через сайт журнала* (с января 2024 г.) и могут дублироваться по элек-

тронной почте amn_usfd@mail.ru (если авторы не уверены в эффективности выполненной ими загрузки материалов на сайт журнала).

Редколлегия оставляет за собой право сокращать и редактировать статьи (включая оптимизацию названия статьи) при согласии авторов.

Статьи, ранее опубликованные или одновременно направленные в другой журнал или сборник, присылать нельзя. Авторы, замеченные в подобной практике, будут внесены в “черный список” журнала.

Статьи, оформленные не по правилам, редакцией не рассматриваются. Авторам будет выслано уведомление по указанному для переписки электронному адресу.

При воспроизведении иллюстраций и таблиц из работ других авторов должно быть получено письменное разрешение правообладателя (издательства или авторов). Скан согласия на публикацию должен быть прикреплен к материалам статьи при загрузке на сайте журнала.

Оформление статей

1. Титульная страница

– после названия статьи указываются фамилии и инициалы всех авторов, а также учреждения (с городом), в которых работают авторы (на русском языке);

– далее приводятся название статьи, фамилии и инициалы авторов, названия учреждений (с городом), в которых работают авторы, на английском языке. Перечень английских наименований учреждений можно посмотреть на сайте www.elibrary.ru.

Официальное название учреждения можно уточнить на сайте <https://grid.ac>.

Если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, то список этих учреждений приводится с цифровыми ссылками принадлежности авторов к определенному учреждению.

2. Далее по каждому автору предоставляются сведения на русском и английском языках:

- фамилия, имя и отчество полностью;
- ученая степень, ученое звание;
- учреждение (с городом);
- должность с указанием отдела (отделения, кафедры, лаборатории и пр.);
- ORCID (при отсутствии номера ORCID его необходимо получить, зарегистрировавшись на сайте <https://orcid.org>).

3. Данные автора, ответственного за контакты с редакцией (на русском и английском языках):

- фамилия, имя и отчество полностью;
- e-mail;

– номер телефона автора (номер телефона автора не публикуется, но используется редакцией для ускорения общения с автором).

4. Резюме (на русском и английском языках)

Ко всем оригинальным статьям прилагается структурированное резюме, включающее рубрики: *Цель (Objective)*, *Материал и методы (Material and methods)*, *Результаты (Results)*, *Выводы (Conclusion)*.

Ко всем остальным работам (неоригинальным статьям) в обязательном порядке прилагается неструктурированное резюме, которое кратко отражает суть работы.

5. Ключевые слова (на русском и английском языках)

После резюме приводятся ключевые слова (от 3 до 10 слов).

6. Текст статьи

Текст статьи в формате Word, шрифт TimesNew Roman, размер шрифта 12 с интервалом между строками 1,5, все поля шириной 2 см. Все страницы должны быть пронумерованы.

Все аббревиатуры при первом упоминании должны быть раскрыты.

Структура оригинальной статьи:

Во *Введении* обосновывается актуальность исследования, кратко освещается состояние вопроса со ссылками на наиболее значимые публикации, формулируется *цель исследования*.

В разделе "*Материал и методы исследования*" приводятся количественные и качественные характеристики пациентов (обследованных), все методы исследований с указанием верифицирующего метода ("золотого стандарта"), а также методы статистической обработки данных.

При написании подраздела по статистике дается представление количественных параметров, которое должно быть одинаковым во всей статье. Все количественные параметры необходимо приводить в следующем формате:

при нормальном распределении – среднее значение $\pm$ стандартное отклонение, минимальное–максимальное значения;

при ненормальном распределении – медиана, процентильный размах (например, 10–90-й процентиля), минимальное–максимальное значения.

При описании ультразвукового метода приводятся название ультразвуковой диагностической системы (с указанием в скобках производителя и страны) и тип датчика (датчиков) с указанием его (их) диапазона частот.

При упоминании лекарственных средств приводятся их международное непатентованное название (МНН), а в скобках торговое (торговое название может быть удалено по решению рецензента или редакции).

Результаты исследования следует представлять в логической последовательности в тексте, таблицах и на рисунках. В тексте не следует повторять все данные из таблиц и рисунков, надо упоминать только наиболее важные из них. Величины измерений должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

Результаты исследования должны вытекать из *цели исследования* и *Материала и методов*. В *Результатах* должны быть упомянуты все методы и параметры, описанные в *Материале и методах*. В *Результатах* не должны появляться методы и параметры, которые не представлены в *Материале и методах*.

Статистическое представление количественных параметров должно быть одинаковым – таким, как представлено в *Материале и методах*.

В разделе "*Обсуждение*" выделяются важные аспекты результатов собственного исследования (только те, которые освещены в *Результатах*), проводится сопоставление с данными других исследователей на эту же тему. Не следует повторять сведения, уже приведенные в разделе "*Введение*".

Выводы/Заключение должны явиться логическим завершением выполненной научной работы. Они должны соответствовать поставленной *цели исследования* и не содержать информации, которая не представлена в *Результатах* и/или *Обсуждении*.

Все существующие конфликты интересов должны быть отражены в рукописи (после текста статьи, перед списком литературы).

Обзор литературы может быть не структурирован, однако введение рубрикатора приветствуется.

Клиническое наблюдение также может быть не структурировано.

7. Рисунки

Подписи к рисункам под соответствующей нумерацией необходимо представлять на отдельной странице на русском и английском языках.

Порядковый номер соответственно первому упоминанию рисунка в тексте.

Дается общая подпись к рисунку. При представлении составных рисунков (с обозначениями а, б и т.д.) расшифровка их дается последовательно после общей подписи к рисунку.

Подписи к рисункам с эхограммами должны содержать: анатомическую область исследования, метод, краткое описание патологических изменений, объяснение всех имеющихся цифровых, буквенных и других обозначений.

В подписях к микрофотографиям указываются метод окраски и степень увеличения изображения.

Изображения должны иметь размеры не менее 800 пикселей. Формат растровых изображений предпочтительно JPEG (High or Maximum quality), TIFF.

Стрелки и другие обозначения на рисунках присылаются отдельным файлом-презентацией (pptx).

Просьба **не обрабатывать изображения**, в том числе эхограммы, самостоятельно, т.е. присылать нативные необработанные рисунки.

Редакция оставляет за собой право проверки рисунков на плагиат через Google Images.

8. Таблицы и схемы

Таблицы и схемы предоставляются на отдельных страницах. Названия таблиц и схем должны быть дублированы на английском языке. Порядковый номер соответственно первому упоминанию их в тексте.

Каждый столбец в таблице должен иметь краткий заголовок (можно использовать аббревиатуры). Все разъяснения, включая расшифровку аббревиатур, надо размещать в сносках под таблицами (в *Примечании* или *Обозначениях*). В Примечании можно указывать вариант представления количественных и качественных параметров; а также статистические методы, использованные для представления достоверности различий (они должны полностью соответствовать тексту *Материала и методов*).

9. Список литературы/References

Печатается на отдельной странице, каждый источник с новой строки под порядковым номером.

При оформлении русскоязычных источников (примеры оформления ниже) англоязычная часть библиографической ссылки должна находиться непосредственно после русскоязычной части.

В конце библиографического описания помещают DOI статьи, если таковой имеется.

Работы перечисляются в порядке первого цитирования (первой ссылки в тексте).

В тексте статьи библиографические ссылки даются арабскими цифрами в квадратных скобках.

При упоминании в тексте отдельных фамилий авторов им должны предшествовать инициалы (фамилии иностранных авторов приводятся в оригинальной транскрипции). Например, И.И. Иванов и соавт. [1] или G. Smith et al. [1].

Не следует ссылаться на **неопубликованные работы; диссертации; авторефераты диссертаций; материалы, опубликованные в различных сборниках конференций, съездов; учебные и учебно-методические пособия и т.д.**

Автор несет полную ответственность за точность данных, приведенных в приставленном списке литературы.

С подробным изложением пунктов “Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы”, разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов, в частности этических вопросов, можно ознакомиться на сайте www.ICMJE.org.

Далее приводятся примеры оформления списка литературы.

Статьи

Русскоязычные статьи (необходимо дополнительно оформить на английском языке в соответствии с примером):

Пиманов С.И., Митькова М.Д., Митьков В.В. Факторы, оказывающие влияние на результаты ультразвуковой эластометрии печени. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2021; 4: 9–29. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-4-9-29>

Pimanov S.I., Mitkova M.D., Mitkov V.V. Confounding factors in ultrasound liver elastography. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2021; 4: 9–29. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-2021-4-9-29> (In Russian)

Англоязычные статьи:

Wustner M., Radzina M., Calliada F., Cantisani V., Havre R.F., Jenderka K.V., Kabaalioglu A., Kocian M., Kollmann C., Kunzel J., Lim A., Maconi G., Mitkov V., Popescu A., Saftoiu A., Sidhu P.S., Jenssen C. Professional standards in medical ultrasound – EFSUMB position paper (long version) – general aspects. *Ultraschall Med*. 2022; 43 (5): e36–e48. <https://doi.org/10.1055/a-1857-4435>

Книги и главы в книгах

Русскоязычные источники (необходимо дополнительно оформить на английском языке в соответствии с примерами):

Митьков В.В. (ред.). *Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика*. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Видар-М, 2019. 756 с.

Mitkov V.V. (ed.). *Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound*. 3rd ed. Moscow: Vidar-M, 2019. 756 p. (In Russian)

Хитрова А.Н. Ультразвуковая диагностика заболеваний надпочечников. В кн.: Митьков В.В. (ред.). *Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика*. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Видар-М, 2019: 523–527.

Khitrova A.N. Ultrasound diagnosis of adrenal diseases. In: Mitkov V.V. (ed.). *Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound*. 3rd ed. Moscow: Vidar-M, 2019: 523–527. (In Russian)

Англоязычные источники:

Goldberg B.B., McGahan J.P. (eds). *Atlas of ultrasound measurements*. 2nd ed. Philadelphia: Mosby, 2006. 500 p.

Weiner C.P. Fetal hemolytic disease. In: James D.K., Steer P.J., Weiner C.P., Gonic B. (eds). *High risk pregnancy: management options*. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006: 291–312.

Клинические рекомендации

Клинические рекомендации “Цирроз и фиброз печени”. 2021. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/715_1 (дата обращения 20.09.2022).

Clinical practice guidelines “Liver cirrhosis fibrosis”. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/715_1 (2021, accessed 20.09.2022). (In Russian)