

1.2025
Том 31

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

1.2025
ТОМ 31

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Ultrasound & Functional Diagnostics

2025 том 31 №1

Научно-практический журнал. Основан в 1994 г. Выходит 4 раза в год
Официальный журнал Общероссийской общественной организации
«Российская ассоциация специалистов ультразвуковой диагностики в медицине»
(РАСУДМ) (127083, г. Москва, ул. 8 Марта, д. 1, стр. 12, эт. 8, пом/ком. 4/4П)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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, Россия. Scopus Author ID: 6701770585. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Митьков Владимир Вячеславович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. Scopus Author ID: 57192938926. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>

Митькова Мина Даутовна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. Scopus Author ID: 57192940046. <https://orcid.org/0000-0002-3870-6522>

Сандриков Валерий Александрович – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва, Россия. Scopus Author ID: 7007141219. <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

РЕДАКТОРЫ

Балахонова Татьяна Валентиновна – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории ультразвуковых методов исследования сосудов Института клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-7273-6979>

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

Куликов Владимир Павлович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой и функциональной диагностики с курсом ДПО ФГБОУ ВО “Алтайский государственный медицинский университет” Минздрава России, Барнаул, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-4869-5465>

Пыков Михаил Иванович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

Рыбакова Марина Константиновна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

Федорова Евгения Викторовна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия. Scopus Author ID: 57215908276. <https://orcid.org/0000-0002-3013-5139>

Заведующая редакцией – **Капустина Анастасия Юрьевна**, канд. мед. наук
Научный редактор переводов – **Пеняева Элла Игоревна**, канд. мед. наук

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Abuhamad Alfred – профессор, руководитель отдела акушерства и гинекологии Медицинского университета Восточной Вирджинии, Норфолк, США

Бощенко Алла Александровна – доктор мед. наук, доцент, заместитель директора по научной работе Научно-исследовательского института кардиологии – филиала ФГБНУ “Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук” (НИИ кардиологии Томского НИМЦ), Томск, Россия. Scopus Author ID: 6602887127. <https://orcid.org/0000-0001-6009-0253>

Бурков Сергей Геннадьевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель главного врача по клинко-экспертной работе ФГБУ “Поликлиника №3” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия

Ватолин Константин Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста ГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва, Россия

Верзакова Ирина Викторовна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, ядерной медицины и радиотерапии Института дополнительного последилового образования ФГБОУ ВПО “Башкирский государственный медицинский университет” Минздрава России, Уфа, Россия

Воеводин Сергей Михайлович – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры репродуктивной медицины и хирургии ФГБОУ ВО “Российский университет медицины” Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0001-8048-3185>

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

Гус Александр Иосифович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики факультета непрерывного медицинского образования медицинского института ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы”; главный научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики отдела визуальной диагностики ФГБУ “НМИЦ акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова” Минздрава России, Москва, Россия. <http://orcid.org/0000-0003-1377-3128>

Дворяковский Игорь Вячеславович – доктор мед. наук, профессор, руководитель отделения ультразвуковой диагностики НИИ педиатрии ФГАУ “Научный центр здоровья детей” Минздрава России, Москва, Россия. <http://orcid.org/0000-0003-1799-2926>

Дворяковская Галина Михайловна – канд. мед. наук, Москва, Россия

Демидов Владимир Николаевич – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения ультразвуковой и функциональной диагностики отдела визуальной диагностики ФГБУ “Научный центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова” Минздрава России, Москва, Россия

Dietrich Christoph F. – профессор, заведующий отделением общей медицины клиники “Beau Site”, Берн, Швейцария

Заболотская Наталия Владленовна – доктор мед. наук, доцент, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва, Россия

Зубарева Елена Анатольевна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой ультразвуковой диагностики ФГАОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

Игнашин Николай Семенович – доктор мед. наук, врач ультразвуковой диагностики ООО “Клиника на Ленинском”, Москва, Россия

Кадрев Алексей Викторович – канд. мед. наук, заведующий отделением ультразвуковой диагностики, научный сотрудник отдела урологии и андрологии Медицинского научно-образовательного института Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, ассистент кафедры ультразвуковой диагностики Российской медицинской академии непрерывного последилового образования, Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>

Кинзерский Александр Юрьевич – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе и инновационным технологиям ООО “Клиника профессора Кинзерского”, Челябинск, Россия

Лелюк Владимир Геннадьевич – доктор мед. наук, профессор, руководитель МПМЦ “Сосудистая клиника на Патриарших”, эксперт РАН, РФ; Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-9690-8325>

Лелюк Светлана Эдуардовна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России; главный врач МПМЦ “Сосудистая клиника на Патриарших”; Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0001-8428-8037>

Липман Андрей Давыдович – доктор мед. наук, консультант Клиники репродуктивного здоровья «Prior-Clinic», Москва, Россия

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

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

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

Орлова Лариса Петровна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры клинической ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского”, Москва, Россия

Паршин Владимир Сергеевич – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики и малоинвазивных технологий Медицинского радиологического научного центра имени А.Ф. Цыба – филиала ФГБУ “Федеральный медицинский исследовательский центр имени П.А. Герцена” Минздрава России, Обнинск, Россия

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, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-8760-4880>

Поморцев Алексей Викторович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики №1 ФГБОУ ВО “Кубанский государственный медицинский университет” Минздрава России, Краснодар, Россия

Ридэн Татьяна Владимировна – доктор мед. наук, профессор, радиолог, Центральный институт диагностической и интервенционной радиологии, Клиника г. Людвигсхафен-на-Рейне, Германия

Салтыкова Виктория Геннадиевна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва, Россия

Сафонов Дмитрий Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО “Приволжский исследовательский медицинский университет” Минздрава России, Нижний Новгород, Россия. Scopus Author ID: 55647448500

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

Синьковская Елена Сергеевна – канд. мед. наук, директор отделения научных исследований в ультразвуковой диагностике, руководитель программы подготовки молодых специалистов по ультразвуковой диагностике в акушерстве и гинекологии отделения медицины матери и плода, Клиника акушерства и гинекологии, Медицинский университет Восточной Вирджинии, Норфолк, США

Синюкова Галина Тимофеевна – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБНУ “Российский онкологический научный центр имени Н.Н. Блохина” Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-5697-9268>

Сыггар Аркадий Михайлович – доктор мед. наук, профессор, Центр медицины плода МЕДИКА, Москва, Россия

Трофимова Елена Юрьевна – доктор мед. наук, профессор, Москва, Россия

Tutschek Boris – профессор Университета города Дюссельдорф, Дюссельдорф, Германия; руководитель Центра медицины плода, Цюрих, Швейцария

Тухбатуллин Мунир Габдулфатович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики Казанской государственной медицинской академии – филиала ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Казань, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-0055-4746>

Фазылов Акрам Акмалович – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры ультразвуковой диагностики Ташкентского института усовершенствования врачей, Ташкент, Узбекистан

Феоктистова Елена Владимировна – канд. мед. наук, доцент, заведующая отделением ультразвуковых исследований и функциональной диагностики Российской детской клинической больницы; доцент кафедры детской хирургии, доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГАОУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России, Москва, Россия

Хитрова Алла Николаевна – доктор мед. наук, заведующая отделением HIFU-терапии Клиники молекулярной коррекции, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-6835-7212>

Чекалова Марина Альбертовна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный научный клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий” ФМБА России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Швырёв Сергей Леонидович – канд. мед. наук, заместитель руководителя Регламентной службы Федерального реестра нормативно-справочной информации ФГБУ “Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения” Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0009-0004-9093-6765>

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

Ярыгина Тамара Александровна – канд. мед. наук, руководитель отделения ультразвуковой диагностики, ГБУЗ МО “Московский областной НИИ акушерства и гинекологии имени академика В.И. Краснопольского”; доцент кафедры ультразвуковой диагностики факультета непрерывного медицинского образования Медицинского Института, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы; научный сотрудник Перинатального кардиологического центра, Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева Минздрава России, Москва, Россия. <https://orcid.org/0000-0001-6140-1930>

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

Редакция не несет ответственности за содержание публикуемых рекламных материалов.
В статьях представлена точка зрения авторов, которая может не совпадать с мнением редакции.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-21266 от 22.06.2005 года

Адрес для корреспонденции: 109028, Москва, а/я 16. ООО “Видар-М”

Заведующая редакцией Капустина Анастасия Юрьевна – e-mail: kapustina.usfd@mail.ru

<http://https://usfd.vidar.ru/jour>

ООО “Видар-М” 109028, Москва, а/я 16. Контакты: 8-495-768-04-34, 8-495-589-86-60.

<http://www.vidar.ru>

Формат 60 × 90 1/8. Печ. л. 14. Тираж 1500 экз. Свободная цена.

Отпечатано в типографии Onebook.ru (ООО “СамПолиграфист”), www.onebook.ru

Подписано в печать 15.03.2025 г.

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

DOI: 10.24835

Ultrasound & Functional Diagnostics

Ультразвуковая и функциональная
диагностика

2025 vol. 31 No 1

Quarterly Scientific and Practical Journal . Est. 1994

Official Journal of Russian Association of Specialists in Ultrasound Diagnostics in Medicine
(1, bld. 12, apt. 4/4П, 8 Marta str., Moscow 127083, Russian Federation)

EDITOR-IN-CHIEF

Mikhail N. Alekhin – MD, 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, Russia. Scopus Author ID: 6701770585. <https://orcid.org/0000-0002-9725-7528>

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Vladimir V. Mitkov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. Scopus Author ID: 57192938926. <https://orcid.org/0000-0003-1959-9618>.

Mina D. Mitkova – MD, PhD, Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. Scopus Author ID: 57192940046. <https://orcid.org/0000-0002-3870-6522>

Valery A. Sandrikov – MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Clinical Physiology of Instrumental and Radiation Diagnostics, Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russia. Scopus Author ID: 7007141219. <https://orcid.org/0000-0003-1535-5982>

EDITORS

Tatiana V. Balakhonova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Head of vascular ultrasound lab, Institute of Clinical Cardiology, National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-7273-6979>

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

Vladimir P. Kulikov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Division of Ultrasound and Functional Diagnostics, Altai State Medical University, Barnaul, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-4869-5465>

Mikhail I. Pykov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Division of Pediatric Radiology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

Marina K. Rybakova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-2395-3341>

Evgeniya V. Fedorova – MD, PhD, Associate Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. Scopus Author ID: 57215908276. <https://orcid.org/0000-0002-3013-5139>

Chief of office – **Anastasia Yu Kapustina**, MD, PhD

Scientific editor of translation – **Ella I. Penyaeva**, MD, PhD

EDITORIAL BOARD

Alfred Abuhamad – MD, Professor and Chairman for the Department of Obstetrics and Gynecology, Associate Dean for clinical affairs at Eastern Virginia Medical School, Norfolk, USA

Alla A. Boshchenko – MD, Doct. of Sci. (Med.), Associate Professor, Deputy Director for Research, Cardiology Research Institute, Tomsk National Medical Research Center, Tomsk, Russia. Scopus Author ID: 6602887127. <https://orcid.org/0000-0001-6009-0253>

Sergey G. Burkov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Chief Physician, Polyclinic N 3, Presidential Administration of the Russian Federation, Moscow, Russia

Konstantin V. Vatolin – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Division of Pediatric Radiology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Irina V. Verzakova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Division of Radiology, Bashkir State Medical University, Ufa, Russia

Sergey M. Voevodin – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Division of Reproductive Medicine and Surgery, Russian University of Medicine, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-8048-3185>

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

Aleksandr I. Gus – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, RUDN University Chief Researcher, Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov, Moscow, Russia. <http://orcid.org/0000-0003-1377-3128>

Igor V. Dvoryakovskij – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Ultrasound Diagnostics Department, National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia. <http://orcid.org/0000-0003-1799-2926>

Galina M. Dvoryakovskaya – MD, PhD, Moscow, Russia

Vladimir N. Demidov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Scientist of Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov, Moscow, Russia

Christoph F. Dietrich – MD, Professor MBA, Head of Allgemeine Innere Medizin Department, the clinics (DAIM) Hirslanden Beau Site, Salem and Permanence, Bern, Switzerland

Natalya V. Zabolotskaya – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-3109-2772>

Elena A. Zubareva – Elena A. Zubareva – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

Nikolay S. Ignashin – MD, Doct. of Sci. (Med.), Ultrasound Department, Clinic on Leninsky, Moscow, Russia

Alexey V. Kadrev – MD, PhD, Head of Ultrasound Diagnostics Department; Researcher, Urology and Andrology Department, Medical Research and Educational Institute, Lomonosov Moscow State University; Assistant Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>

Alexander Yu. Kinzerskij – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director, Clinic of Professor Kinzersky, Chelyabinsk, Russia

Vladimir G. Lelyuk – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Vascular Clinic, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-9690-8325>

Svetlana E. Lelyuk – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; Chief Physician, Vascular Clinic, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-8428-8037>

Andrey D. Lipman – MD, Doct. of Sci. (Med.), Consultant, Reproductive Health Clinic "Prior-Clinic", Moscow, Russia

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

Andrey G. Nadtochiy – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology Department, Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3268-0982>

Irina A. Ozerskaya – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, RUDN University, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-8929-6001>

Larisa P. Orlova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Ultrasound and Functional Diagnostics Division, M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical and Research Institute, Moscow, Russia

Vladimir S. Parshin – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, A. Tsyb Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Radiological Center, Obninsk, Russia

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

Aleksey V. Pomortsev – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Radiology Division, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Tatiana V. Riden – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Central Institute of Diagnostic and Interventional Radiology, Ludwigshafen am Rhein Clinic, Germany

Viktoria G. Saltykova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Dmitry V. Safonov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Diagnostic Radiology Division, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia. ScopusID: 55647448500

Alexander N. Sencha – MD, Doct. of Sci. (Med.), Head of Diagnostics Department; Professor, Obstetrics and Gynecology Division, Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov; Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-1188-8872>

Elena S. Sinkovskaya – MD, PhD, Head of Maternal-Fetal Medicine Division, Department of Obstetrics and Gynecology, Eastern Virginia Medical School, Norfolk, USA

Galina T. Sinyukova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Leading Researcher, Ultrasound Diagnostics Department, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5697-9268>

Arkady M. Stygar – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Center for Fetal Medicine MEDICA, Moscow, Russia

Elena Yu. Trofimova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Moscow, Russia

Boris Tutschek – MD, Clinical lead, chief senior physician and senior physician at the Universitätsklinik Bern; Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf and Universitätsklinikum Düsseldorf, Dusseldorf, Germany; Director at Praenatal-Zuerich.ch, Zurich, Switzerland

Munir G. Tukhbatullin – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Director, Diagnostic Ultrasound Division, Kazan State Medical Academy, Kazan', Russia. <https://orcid.org/0000-0002-0055-4746>

Akram A. Fazylov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Tashkent Institute of Medical Education, Toshkent, Uzbekistan

Elena V. Feoktistova – MD, PhD, Associate Professor, Head of Ultrasound and Functional Diagnostics Division, Russian Children's Clinical Hospital; Associate Professor, Pediatric Surgery Division, Diagnostic Ultrasound Division, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Alla N. Khitrova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Head of HIFU Department, Molecular Correction Clinic, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-6835-7212>

Marina A. Chekalova – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Radiology and Diagnostic Ultrasound Division, Federal Scientific Clinical Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical-Biological Agency, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Sergey L. Shvyrev – MD, PhD, Deputy Director, Department of Regulatory Information Service Center, Federal Research Institute for Health Organization and Informatics, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0009-0004-9093-6765>

Vladimir N. Sholokhov – MD, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Ultrasound Diagnostics Department, N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-7744-5022>

Tamara A. Yarygina – MD, PhD, Head of the Ultrasound Diagnostics Department, Moscow Regional Research Institute of Obstetrics and Gynecology named after Academician V.I. Krasnopol'sky; Associated Professor, Diagnostic Ultrasound Division, RUDN University; Researcher, Perinatal Cardiology Center, A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-6140-1930>

The Journal is included in the "List of leading peer-reviewed editions, recommended for publication of Candidate's and Doctor's degree theses main results" approved by Higher Attestation Commission (VAK) RF.

The editorial board is not responsible for advertising content
The authors' point of view given in the articles may not coincide with the opinion of the editorial board

Reg. № III № ФС77-21266, 22.06.2005

Address for correspondence: 109028 Moscow, p/b 16. Vidar-M Ltd.
Chief of office Anastasia Yu Kapustina – e-mail: kapustina.usfd@mail.ru

<http://usfd.vidar.ru/jour>

Vidar-M Ltd 109028 Moscow, p/b 16. Phone: +7-495-768-04-34, +7-495-589-86-60.
<http://www.vidar.ru>

Format 60 × 90 1/8. 14 printer's sheet. Circulation: 1500 ex. Free price.
Printed at **Onebook.ru** (OOO "SamPoligrafist"), www.onebook.ru
Signed for printing 15.03.2025.

содержание

Ультразвуковая диагностика в акушерстве и гинекологии

Артериовенозные мальформации головного мозга у плода.
Пренатальная ультразвуковая диагностика,
лечение, прогноз

О.А. Самсонова, О.Л. Мальмберг, Е.А. Гапоненко,
Ф.М. Есенева, С.А. Пуйда, А.Н. Лисюков 14

Пренатальная ультразвуковая диагностика
краниосиностозов: проблемы и возможности
на примере клинического наблюдения

И.В. Климова, М.Н. Шакая, Е.Б. Ефимова,
Е.В. Дулаева, А.А. Якубина, Т.А. Ярыгина 24

Пренатальная диагностика геминальной гипоплазии:
описание редкого клинического наблюдения

Ю.Г. Вишневская, М.М. Буланова 37

Ультразвуковая диагностика серозных опухолей яичников:
возможности, сложности, перспективы (обзор литературы)

М.А. Чекалова, А.И. Карселадзе, И.Ю. Давыдова,
М.Н. Буланов, В.С. Кряжева 47

Ультразвуковая диагностика заболеваний сердца и сосудов

Клиническое значение динамики ротации/скручивания
при снижении деформации левого желудочка у больных
с нестабильной стенокардией и инфарктом миокарда
с сохраненной фракцией выброса левого желудочка
по данным спекл-трекинг-эхокардиографии

Д.А. Швеи, С.В. Поветкин 60

Роль спекл-трекинг-эхокардиографии в оценке
функции правого желудочка у пациентов
с хронической сердечной недостаточностью
и легочной гипертензией

К.В. Кондрашова, М.К. Рыбакова 74

Другие вопросы ультразвуковой диагностики

Оценка эффективности лазерной интерстициальной
коагуляции при выполнении вакуумной аспирационной
резекции новообразований молочных желез под
ультразвуковым контролем

Е.А. Марущак, А.В. Бутенко, Е.А. Зубарева, Е.П. Фисенко 85

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

Obstetrics and Gynecology Ultrasound

Arteriovenous malformations of the fetal brain. Prenatal ultrasound, treatment, prognosis

*O.A. Samsonova, O.L. Malmberg, E.A. Gaponenko,
F.M. Eseneeva, S.A. Puyda, A.N. Lisukov. 14*

Prenatal ultrasound diagnosis of craniosynostosis: problems and possibilities using a clinical case as an example

*I.V. Klimova, M.N. Shakaya, E.B. Efimkova,
E.V. Dulaeva, A.A. Yakubina, T.A. Yarygina 24*

Heminasal hypoplasia prenatal diagnosis: a rare case report

Yu.G. Vishnevskaya, M.M. Bulanova 37

Ultrasound of serous ovarian tumors: possibilities, difficulties, prospects (review article)

*M.A. Chekalova, A.I. Karseladze, I.Yu. Davydova,
M.N. Bulanov, V.S. Kryazheva 47*

Cardiovascular Ultrasound

Clinical significance in the time course of rotation/twist in reducing left ventricular strain in patients with unstable angina and myocardial infarction with preserved ejection fraction of the left ventricle according to speckle tracking echocardiography

D.A. Shvets, S.V. Povetkin. 60

Comprehensive evaluation of right ventricular function in patients with chronic heart failure and pulmonary hypertension

K.V. Kondrashova, M.K. Rybakova 74

Other trends in ultrasound diagnostics

Evaluation of the effectiveness of laser interstitial coagulation in ultrasound-guided vacuum-assisted aspiration resection of breast neoplasms

E.A. Marushchak, A.V. Butenko, E.A. Zubareva, E.P. Fisenko. 85

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-299>

Артериовенозные мальформации головного мозга у плода. Пренатальная ультразвуковая диагностика, лечение, прогноз

О.А. Самсонова^{1, 2*}, О.Л. Мальмберг^{1, 2}, Е.А. Гапоненко^{1, 2},
Ф.М. Есенева¹, С.А. Пуйда³, А.Н. Лисюков^{4, 5}

¹ Клинический госпиталь “MD GROUP” Группы компаний “Мать и дитя”;
117209 Москва, Севастопольский пр-т, д. 24, к. 1, Российская Федерация

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

³ ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный педиатрический
медицинский университет” Минздрава России; 197022 Санкт-Петербург,
ул. Литовская, 2Е, Российская Федерация

⁴ ФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет”
Минздрава России; 420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 49, Российская Федерация

⁵ Клиника Группы компаний “Мать и дитя”; 420089 Казань, ул. Даурская,
д. 34А, Российская Федерация

Самсонова Ольга Александровна – канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики Клинического госпиталя “MD GROUP” Группы компаний “Мать и дитя”; ассистент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3348-1002>

Мальмберг Ольга Леонидовна – канд. мед. наук, главный специалист по ультразвуковой диагностике Клинического госпиталя “MD GROUP” Группы компаний “Мать и дитя”; доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0009-0004-8934-9774>

Гапоненко Екатерина Александровна – врач ультразвуковой диагностики Клинического госпиталя “MD GROUP” Группы компаний “Мать и дитя”; ассистент кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-1593-9953>

Есенева Фарида Мухарбиевна – канд. мед. наук, главный врач клиники “Мать и дитя, Красногорск”, врач ультразвуковой диагностики, врач акушер-гинеколог Клинического госпиталя “MD GROUP” группы компаний “Мать и дитя”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-0056-5656>

Пуйда Сергей Адольфович – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФГБОУ ВО “Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет” Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0009-0002-8622-4920>

Лисюков Артур Николаевич – врач ультразвуковой диагностики клиники Группы компаний “Мать и дитя”; ассистент кафедры анатомии ФГБОУ ВО “Казанский государственный медицинский университет” Минздрава России, Казань. <https://orcid.org/0000-0001-9006-7839>

Контактная информация*: Самсонова Ольга Александровна – e-mail: Usfox79@gmail.com

Проведен детальный литературный обзор, посвященный артериовенозной мальформации вены Галена с целью систематизации современных знаний по данной проблеме. Анализ данных включает анатомические, генетические, морфологические, патофизиологические аспекты, классификацию, клиническую картину, диагностику, постнатальный прогноз летальности и неврологических осложнений с учетом предикторов неблагоприятных исходов. Подробно описаны механизмы декомпенсации, обусловленные постнатальной перестройкой гемодинамики.

В статье также освещены современные методы лечения в неонатальном периоде.

Подчеркнута важность пренатального формирования групп риска и определения показаний к возможности внутриутробного хирургического лечения.

Ключевые слова: мальформация вены Галена; фетальная хирургия; ультразвуковое исследование плода

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Самсонова О.А., Мальмберг О.Л., Гапоненко Е.А., Есенева Ф.М., Пуйда С.А., Лисюков А.Н. Артериовенозные мальформации головного мозга у плода. Пренатальная ультразвуковая диагностика, лечение, прогноз. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 14–23. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-299>

Поступила в редакцию: 14.10.2024.

Принята к печати: 14.11.2024.

Опубликована online: 21.02.2025.

Аномалии развития сосудов головного мозга составляют важную группу среди пороков развития головного мозга плода. Артериовенозная мальформация вены Галена является редкой аномалией сосудистой системы головного мозга плода, в литературе данная патология впервые была описана в 1895 г. На сегодняшний день частота встречаемости артериовенозной мальформации вены Галена в мире 1:58 100 [1], что составляет 1% от всех краниальных сосудистых мальформаций и около 30% всех сосудистых мальформаций у детей и взрослых [2–9].

Артериовенозные мальформации являются результатом или персистенции примитивных анастомозов, или формирования патологических анастомозов в ранние эмбриональную и фетальную стадии. Выделяют так называемую артериовенозную мальформацию вены Галена и другие сосудистые мальформации, такие как фистулы артерий эпифиза и более редкие, которые называют “негаленовыми артериовенозными фистулами” [6] (рис. 1).

Веной Галена называют большую мозговую вену (*vena magna cerebri*), образованную слиянием правой и левой базальных вен Розенталя и правой и левой внутренних мозговых вен. Притоками вены Галена

являются задняя верхняя вена мозолистого тела, вены эпифиза мозга, медиальная затылочная вена, передняя верхняя мозжечковая вена, задняя вена бокового желудочка, вены холмиков среднего мозга. Вена Галена представляет собой главный коллектор, собирающий кровь от базальных ядер, зрительных бугров, прозрачной перегородки, сосудистых сплетений боковых желудочков мозга. Вена Галена, продолжаясь кзади, дренируется в прямой синус [10].

В большинстве случаев причиной формирования аневризмы вены Галена является наличие персистирующих коммуникантных вен между эмбриональными хориальными артериями и средним мозговым венозным коллектором, называемым средней порэнцефалической веной Марковски [6]. Эти шунты формируются в хориальную стадию развития сосудистых сплетений для питания мозга до момента формирования сети кортикальных артерий, после чего в норме происходит их регресс, и отток от головного мозга начинает осуществляться по внутренним мозговым венам, соединяющимся с дистальным отделом вены Марковски, который обычно и называют веной Галена. Остальные отделы вены Марковски подвергаются инволюции [11].

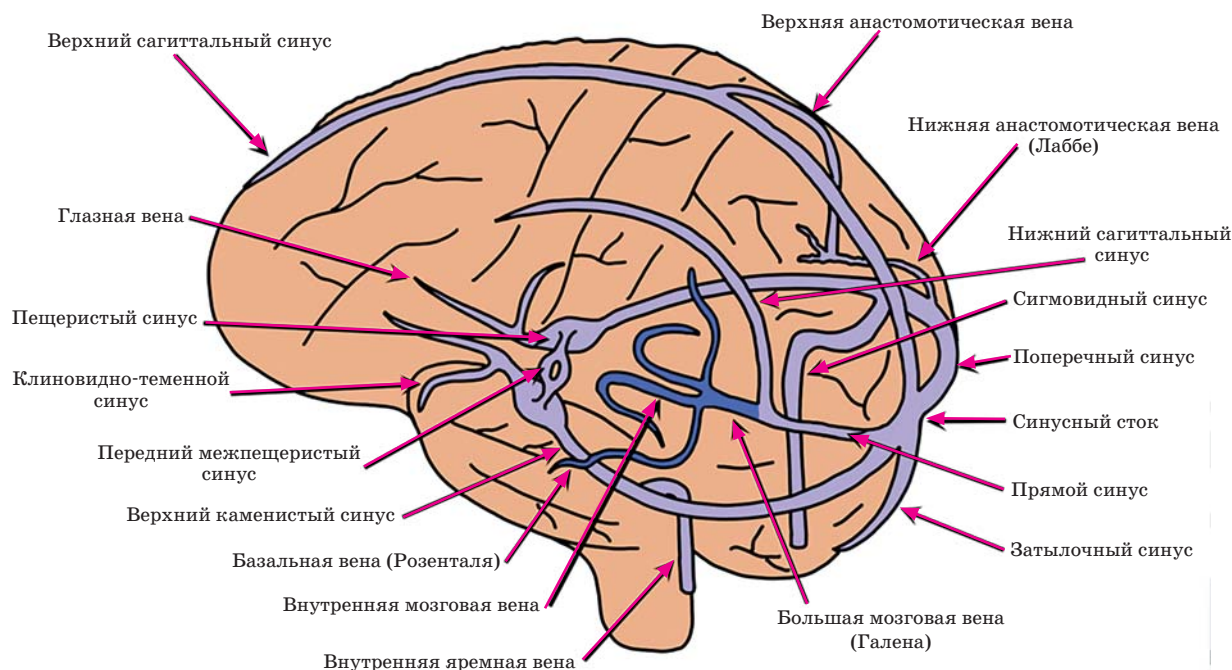


Рис. 1. Синусы и вены головного мозга (рисунок А. Лисюкова).

Fig. 1. Sinuses and veins of the brain (illustration by A. Lisyukov).

Формирование артериовенозной мальформации вены Галена происходит на сроке между 6-й и 11-й неделями беременности. При артериовенозных мальформациях отсутствует капиллярная сеть, что приводит к нетипичному прямому шунтированию крови из артериального русла в венозное. Персистирование примитивных артериовенозных шунтов сопровождается сбросом артериальной крови в срединную порэнцефалическую вену и повышением венозного давления [7].

К другим причинам формирования артериовенозной мальформации вены Галена относят гипоплазию мышечных и эластических волокон среднего слоя *vena magna cerebri*, что приводит к повышению венозного давления и диффузному или локальному расширению упомянутой выше вены [12–15].

Артериовенозная мальформация вены Галена чаще является изолированным пороком. Однако описаны случаи рецидивирующей артериовенозной мальформации вены Галена как проявления наследственной геморрагической телеангиэктазии (НГТ), в связи с чем при выявлении этой патологии рекомендовано генетическое консультирование [13].

НГТ – это генетическое заболевание, характеризующееся расширением сосудов, таким как телеангиэктазии кожи и слизистых оболочек, а также артериовенозные мальформации во внутренних органах желудочно-кишечного тракта, легких и головного мозга [16].

Ангиогенез происходит с 7–8-го дня эмбрионального развития до 9–10-го дня после рождения. Аномалии развития, как правило, носят изолированный характер [16].

Мутации в компонентах сигнального пути трансформирующего фактора роста β (TGF β), таких как гены ENG (эндоглин), ACVRL1 и SMAD4, являются причиной большинства случаев НГТ. У 10–20% пациентов с НГТ развиваются артериовенозные мальформации головного мозга (bAVMs), которые могут привести к разрыву стенки сосуда и внутричерепным кровоизлияниям. Хотя основные мутации известны, механизмы, приводящие к образованию артериовенозных мальформаций, неясны, частично из-за отсутствия моделей на животных. Недавние модели мышей позволили значительно продвинуться в нашем понимании артериовенозных мальформаций. Эндотелиально-специфической делеции

либо Acvrl1, Eng, либо Smad4 достаточно для индуцирования AVMs, идентифицирующей эндотелиальные клетки в качестве основных мишеней передачи сигналов для поддержания целостности сосудов. Потеря передачи сигналов ALK1/ENG/SMAD4 связана с дефектами передачи сигналов NOTCH и аномальной артериовенозной дифференцировкой клеток эндотелия. Более того, накопленные данные свидетельствуют о том, что артериовенозные мальформации происходят из венозных эндотелиальных клеток с нарушенной связью поток-миграция и чрезмерной пролиферацией. Мутантные эндотелиальные клетки демонстрируют усиление передачи сигналов PI3K/AKT, и ингибиторы этого сигнального пути спасают артериовенозные мальформации на мышиных моделях НГТ, открывая новые терапевтические возможности [16].

В последние несколько лет секвенирование экзома зарекомендовало себя как надежная технология идентификации кодирующих мутаций на уровне всего генома. Секвенирование экзома позволяет выявлять варианты, предрасполагающие к редким заболеваниям, таким как артериовенозные мальформации головного мозга. Варианты PITPNM3, SARS, LEMD3 были выявлены *de novo* в единичных случаях артериовенозных мальформаций головного мозга [17].

Выделяют несколько классификаций артериовенозной мальформации вены Галена. Наиболее используемой является классификация A. Berenstein [8].

Согласно классификации A. Berenstein, выделяют 2 типа артериовенозной мальформации вены Галена:

1-й тип – муральный с фистулезным строением, при котором афферентные артерии напрямую открываются в просвет расширенной большой вены мозга;

2-й тип – хориальный с наличием патологической сосудистой сети, снабжающей церебральные артериовенозные мальформации, или дуральных артериовенозных фистул, дренирующихся в истинную, но расширенную вену Галена. Хориальный тип составляет 56–76% всех мальформаций и часто сопровождается сердечной недостаточностью [8, 9].

P. Lasjaunias выделил 4 типа артериовенозной мальформации вены Галена [18]:

тип I: небольшой свищ между *v. Galena* и *a. pericallosal* (передней/задней) или мозговой артериями (передней/задней);

тип II: множественные свищевые сообщения между *v. Galena* и *a. talamoperforating*;

тип III: смешанный вариант I и II типов;

тип IV: паренхиматозные артериовенозные мальформации с дренажем в *v. Galena*.

A. Litvak выделил 3 категории артериовенозных мальформаций вены Галена [19–21]:

категория А – аневризма вены Галена;

категория В – кистевидный конгломерат кровеносных сосудов;

категория С – переходные типы AV-шунтов средней линии.

Пrenатальная диагностика данного порока развития основана на применении двухмерного (2D) ультразвукового исследования в реальном времени и цветовой доплерографии. Кроме того, применение 3D-энергетического доплера обладает рядом преимуществ (анатомическая детализация, уменьшение зависимости от угла, элайзинг-эффекта). Ультразвуковой диагноз может быть установлен в конце II триместра и начале III триместра беременности [22].

При нейросонографии в коронарной и сагиттальных плоскостях сканирования для мурального типа мальформации характерно крупное анэхогенное образование округлой формы с четкими ровными контурами позади таламуса и III желудочка, над мозжечком, с турбулентным кровотоком [8].

При хориальном типе позади таламуса и III желудочка, над мозжечком, отмечается веретенообразное расширение вены Галена с множественными атипично расположенными сосудами, представляющими собой артериовенозные шунты, приходящие от различных артериальных бассейнов головного мозга [8] (рис. 2).

В режиме цветowego доплеровского картирования (ЦДК) в артериовенозной мальформации вены Галена определяется турбулентный кровоток смешанного характера (артериовенозный), при этом в приводящих артериях отмечается высокая скорость кровотока со сниженными показателями периферического сопротивления [23].

Пrenатальный диагноз может быть дополнен магнитно-резонансной томографией (МРТ), дающей более подробную информацию о положении питающих сосудов и зонах ишемии головного мозга. Ограничением

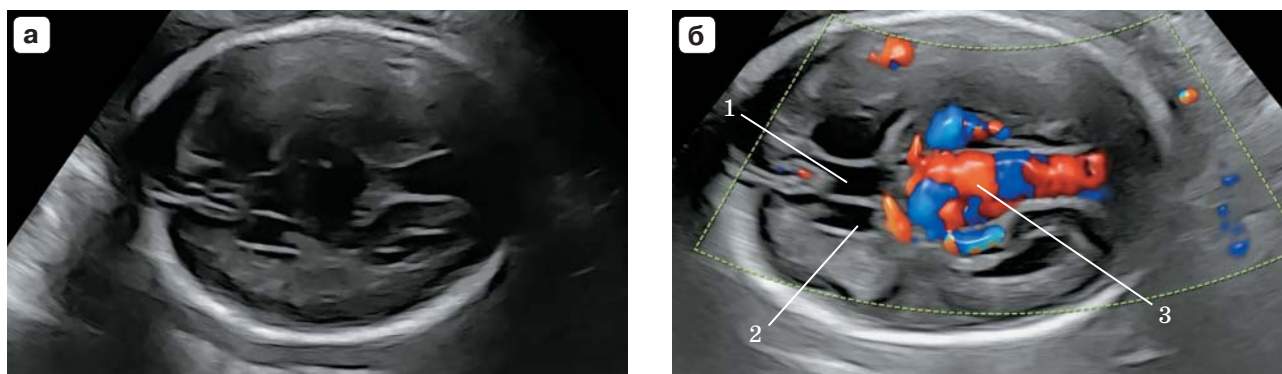


Рис. 2. Беременность 29–30 нед. Головное предлежание. Артериовенозная мальформация вены Галена, 1-й тип по классификации А. Berenstein [8]. **а** – В-режим; **б** – режим ЦДК. 1 – полость прозрачной перегородки; 2 – передние рога боковых желудочков; 3 – артериовенозная мальформация.

Fig. 2. Pregnancy 29–30 weeks. Cephalic presentation. Arteriovenous malformation of the vein of Galen, type 1 according to the classification of A. Berenstein [8]. **a** – B-mode; **б** – color Doppler mode. 1 – cavum septum pellucidum, 2 – anterior horns of the lateral ventricles, 3 – arteriovenous malformation.

МРТ является невозможность оценить спектр кровотока артериовенозной фистулы и сердечную функцию плода, последнее напрямую связано с исходами [3].

Однако постнатально целесообразно использовать МРТ, дающую более подробную информацию о конфигурации артериовенозной мальформации вены Галена и позволяющую увидеть вторичные изменения, такие как церебральная атрофия, компрессия желудочков. Компьютерная томография (КТ) также может помочь выявить вторичные изменения, такие как гидроцефалия, церебральная атрофия. КТ-ангиография может обеспечить более детальное представление о сосудистой системе по сравнению с МРТ [24].

Клинически некоторая часть артериовенозных мальформаций может протекать бессимптомно, другая может явиться причиной летальных исходов. Пре- и постнатальный прогнозы у пациентов с артериовенозной мальформацией вены Галена напрямую зависят от размеров артериовенозного шунта. Пrenaтально осложнения развиваются у 2/3 плодов [11]. В случае антенатальной манифестации сердечной декомпенсации или поражения головного мозга смертность остается очень высокой. Около 40% этих плодов терминируется по решению семьи, около 30% погибает в перинатальном периоде от сердечной недостаточности, а у оставшейся в живых трети этих плодов имеются неврологические нарушения [2, 8, 17].

Наличие множественных артериовенозных шунтов может сочетаться с перегрузкой правых отделов сердца и развитием такого осложнения, как легочная гипертензия [5].

Наличие таких признаков, как асцит, кардиомегалия, трикуспидальная недостаточность, гидроперикард, гидроторакс, водянка, – следствие сердечной недостаточности плода, что является негативным прогностическим фактором и сопровождается относительно быстрым развитием полиорганной недостаточности [25, 26].

Несмотря на то что пренатально около трети случаев артериовенозной мальформации вены Галена протекает бессимптомно, постнатальный прогноз тоже остается сложным [5]. Смертность доходит до 50%, а у выживших отмечается высокий риск неврологических осложнений [5]. Исход зависит от размера аневризмы, шунтирование 50–60% от сердечного выброса может приводить к объемным перегрузкам сердца, приводящим к декомпенсации, водянке плода, повреждению паренхимы головного мозга и другим патологическим изменениям [25, 26].

Для оценки постнатального прогноза летальности и неврологических осложнений D. Paladini и соавт. [23] провели мультицентровое исследование с динамической ультразвуковой и МРТ-оценкой головного мозга и сердца плода. Оценивались такие показатели, как расширение прямого синуса,

вентрикуломегалия и другие изменения головного мозга, кардиоторакальное отношение, трикуспидальная регургитация и реверсивный поток в перешейке аорты. Послеродовое наблюдение в среднем составило 20 (от 0 до 72) мес, 36,7% из общего количества плодов и 52,9% от случаев, не подвергшихся поздней терминеции беременности, были живы и не имели ухудшений. В 10,2% отмечалось прогрессирование поражения между постановкой диагноза и родами. Наиболее информативными показателями, отражающими плохой прогноз, были объем артериовенозной мальформации вены Галена 20 мл и трикуспидальная регургитация [27]. По данным другого исследования объем аневризмы 40 мл и более являлся предиктором неблагоприятных исходов [28].

По данным исследования A.P. See и соавт. минимальная срединно-латеральная ширина прямого или сагиттального синуса, оцененная с помощью МРТ, лучше всего коррелировала с неонатальной декомпенсацией, являясь точкой сужения, через которую в венозную систему попадает кровь из артериовенозной мальформации, которая и определяет пропускную способность сброса [21]. Ширина 8 мм и более свидетельствует о вероятности попадания в группу высокого риска развития постнатальных осложнений в 88% случаев [21].

В систематический обзор и метаанализ A. D'Amico и соавт. было включено 11 исследований (226 плодов с пренатальным диагнозом аномалий развития вены Галена). Все случаи были выявлены в течение III триместра беременности. Вентрикуломегалия была выявлена в 31,8% (95% ДИ 27,6–47,7) случаев, кардиомегалия или другие ультразвуковые признаки нарушения сердечной деятельности – в 23,1% (95% ДИ 14,9–32,5) и водянка – в 7,3% (95% ДИ 2,8–13,6) случаев; 12,6% (95% ДИ 6,0–21,2) родов были преждевременными. Аномальное развитие нервной системы наблюдалось в 36,7% (95% ДИ 27,9–39,7) случаев, только у 29,7% (95% ДИ 23,3–36,5) не отмечались неврологические нарушения после рождения [29].

G. Turkyilmaz и соавт. также провели анализ исходов аневризматической мальформации вены Галена, диагностированной внутриутробно. Авторы ретроспектив-

но попытались оценить пренатальные особенности артериовенозной мальформации вены Галена и описать послеродовые исходы 6 случаев с данной патологией. В ходе нейросонографии и эхокардиографии у плодов зафиксированы вентрикуломегалии, внутричерепные кровоизлияния, признаки сердечной недостаточности. Средний срок беременности на момент постановки диагноза составил $31,1 \pm 5,1$ нед, средний диаметр вены Галена – $29,2 \pm 5,2 \times 26,4 \pm 3,3$ мм. Вентрикуломегалия была выявлена у 5 (83,3%) из 6 плодов, внутричерепное кровоизлияние – у 5 (83,3%), сердечная недостаточность – у 4 (66,6%) плодов. В 3 случаях было проведено прерывание беременности; в 2 случаях наступила неонатальная смерть. В одном случае была проведена эндоваскулярная эмболизация, у новорожденного не было выявлено кардиологических осложнений или задержки развития нервной системы. Авторы подчеркивают, что пренатально диагностированная мальформация вены Галена имеет неблагоприятный прогноз, главным образом, при наличии сердечной недостаточности или неврологических последствий (внутричерепное кровоизлияние, гидроцефалия) внутриутробно [30].

Для разработки нового алгоритма ведения и лечения плодов с артериовенозной мальформацией вены Галена в настоящее время проводится перспективное исследование по внутриматочной транскатетерной эмболизации артериовенозной мальформации вены Галена. Критериями отбора на внутриутробную эмболизацию являются: минимальный переднезадний диаметр сосуда, дренирующегося в венозный синус, более 8 мм; отсутствие поражения органов-мишеней, срок беременности 23 нед и более. Под ультразвуковым контролем игла со спиралью для эмболизации вводится через задний родничок в прямой синус и затем в зону венозной мальформации. Эта манипуляция является безопасной в 97,5% и позволяет снизить частоту хирургического вмешательства с 80 до 30% в неонатальном периоде. Хотя имеются технические ограничения, связанные с положением плода и конституцией матери, безопасность и потенциальная польза от внутриматочной транскатетерной эмболизации артериовенозной маль-

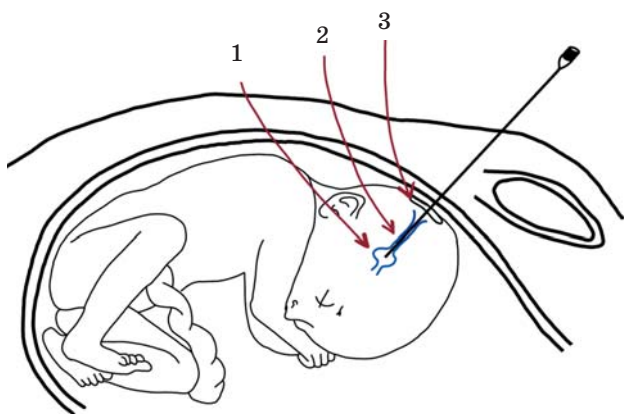


Рис. 3. Схема техники проведения внутриматочной эмболизации мальформации вены Галена. 1 – аневризма вены Галена, 2 – прямой синус, 3 – родничок. (Рисунок А. Лисюкова.)

Fig. 3. Scheme of the technique of intrauterine embolization of the vein of Galen malformation. 1 – aneurysm of the vein of Galen, 2 – straight sinus, 3 – fontanelle. (Illustration by A. Lisukov.)

формации вены Галена требует дальнейшего изучения [21] (рис. 3).

При наличии у плода артериовенозной мальформации вены Галена развитие осложнений и тяжесть поражения головного мозга и органов-мишеней плода зависят от размера аневризмы и количества артериовенозных шунтов. При наличии признаков поражения органов-мишеней выживаемость составляет около 30%, при этом у выживших сохраняется высокий процент неврологических осложнений [21].

В 2/3 случаев у плодов, имеющих артериовенозную мальформацию вены Галена без поражения органов-мишеней, постнатально происходит декомпенсация, причем в большинстве случаев сразу после родов [21].

Это обусловлено следующими механизмами. Внутриматочная гемодинамика характеризуется большим количеством вазодилататоров, обеспечивающих защиту головного мозга и сердца. Их влияние заканчивается после рождения и системное сопротивление сосудов увеличивается, что не может быть компенсировано почти десятикратным снижением легочного сопротивления и соответственно увеличением легочного кровотока. Вследствие этой перестройки гемодинамики сброс на артериальном протоке становится лево-правым. При артериовенозной мальформации вены Галена низ-

кое сопротивление в мальформации приводит к увеличению преднагрузки, которая в сочетании с высокоскоростным шунтом увеличивает сердечный выброс, нагрузку на левый желудочек, что приводит к сердечной декомпенсации. Около 4/5 сердечного выброса шунтируется через артериовенозную мальформацию вены Галена, результатом этого будут системная и коронарная гипоперфузии, страдание головного мозга от синдрома обкрадывания и поражение паренхимы в неонатальном периоде. Развитие гидроцефалии обусловлено нарушением ликвородинамики за счет компрессии и попадания артериальной крови в венозное русло, так как абсорбция происходит при низком венозном давлении.

Лечение в неонатальном периоде заключается в снижении системного сосудистого сопротивления до уровня легочного, что должно снизить преднагрузку и увеличить перфузию тканей. Снижение легочного сопротивления приводит к снижению перегрузки правого желудочка и улучшению легочной перфузии [31–36]. Однако около 90% новорожденных с артериовенозной мальформацией вены Галена с увеличенным сердечным выбросом и поражением сердца рефрактерны к диуретикам и простагландину E2, вследствие чего не удастся предотвратить сердечно-легочное поражение, что приводит к кардиогенному шоку (59%) и ишемии миокарда (30–66%) [26].

Несмотря на мастерское проведение постнатальной операции по трансартериальному закрытию артериовенозных шунтов и реанимационному ведению этих пациентов, не всегда происходит излечение, кроме того, имеются риски сердечно-сосудистых осложнений. Так, среди новорожденных групп риска смертность составляет около 40%, неврологические осложнения доходят до 50%. У групп низкого риска смертность составляет около 10%, неврологические осложнения около 30%, несмотря на лечение в профильных центрах [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то что пренатальная диагностика артериовенозной мальформации вены Галена, как правило, не вызывает трудностей, постнатальное лечение этих плодов не всегда успешно. Внутриматочная

диагностика артериовенозной мальформации вены Галена связана с высокой частотой повреждения паренхимы головного мозга, сердечной недостаточностью и аномальными исходами развития нервной системы после рождения [30]. Формирование групп риска и определение показаний к возможности внутриутробного хирургического лечения этих плодов является перспективной задачей пренатальной диагностики.

Участие авторов

Самсонова О.А. – концепция и дизайн исследования, сбор, обработка анализ и интерпретация полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Мальмберг О.Л. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, утверждение окончательного варианта статьи.

Гапоненко Е.А. – сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, написание и редактирование текста.

Есенева Ф.М. – обзор публикаций по теме статьи, написание, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи.

Пуйда С.А. – обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных.

Лисюков А.Н. – написание, подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Samsonova O.A. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Malmberg O.L. – analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Gaponenko E.A. – collection and analysis of data, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing.

Eseneeva F.M. – review of publications, text preparation and editing, participation in scientific design, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Puyda S.A. – review of publications, analysis and interpretation of the obtained data.

Lisyukov A.N. – writing text, text preparation and editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Brevis Nunez F., Dohna-Schwake C. Epidemiology, diagnostics, and management of vein of Galen malformation. *Pediatr. Neurol.* 2021; 119: 50–55. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2021.02.007>
2. Long D.M., Seljeskog E.L., Chou S.N., French L.A. Giant arteriovenous malformations of infancy and childhood. *J. Neurosurg.* 1974; 40 (3): 304–312. <https://doi.org/10.3171/jns.1974.40.3.0304>
3. Beucher G., Fossey C., Belloy F. et al. Antenatal diagnosis and management of vein of Galen aneurysm: review illustrated by a case report. *Journal de Gynécologie, Obstétrique et Biologie de la Reproduction (Paris)*. 2005; 34: 613–619. [https://doi.org/10.1016/S0368-2315\(05\)82889-3](https://doi.org/10.1016/S0368-2315(05)82889-3)
4. Recinos P.F., Rahmathulla G., Pearl M. et al. Vein of Galen Malformations: Epidemiology, Clinical Presentations, Management. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2012; 23 (1): 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2011.09.006>
5. Golbabaie A., Memarian S., Naemi M. et al. Cardiac Involvement in a Fetus With Vein of Galen Aneurysmal Malformation, Diagnosis, and Treatment: A Case Report. *J. Pediatr. Rev.* 2021; 9 (3): 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.jcma.2011.01.029>
6. Long D.M., Seljeskog E.L., Chou S.N. et al. Giant arteriovenous malformations of infancy and childhood. *J. Neurosurg.* 1974; 40: 304–311. <https://doi.org/10.3171/jns.1974.40.3.0304>
7. Raybaud C.A., Strother C.M., Hald J.K. Aneurysms of the vein of Galen: embryonic considerations and anatomical features relating to the pathogenesis of the malformation. *Neuroradiology.* 1989; 31: 109–102. <https://doi.org/10.1007/BF00698838>
8. Alvarez H., Garcia Monaco R., Rodesch G. et al. Vein of Galen Aneurysmal Malformations. *Neuroimaging Clin. N. Am.* 2007; 17 (2): 189–206. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2007.02.005>
9. Li A.H., Armstrong D., terBrugge K.G. Endovascular treatment of vein of Galen aneurysmal malformation: management strategy and 21-year experience in Toronto. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2011; 7 (1): 3–10. <https://doi.org/10.3171/2010.9.PEDS0956>
10. Agarwal N., Guerra J.C., Gala N.B. et al. Current treatment options for cerebral arteriovenous malformations in pregnancy: a review of the literature. *Wld Neurosurg.* 2014; 81 (1): 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2013.01.031>
11. Beucher G., Fossey C., Belloy F. et al. Antenatal diagnosis and management of vein of Galen aneurysm: review illustrated by a case report. *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod. (Paris)*. 2005; 34: 613–619. [https://doi.org/10.1016/S0368-2315\(05\)82889-3](https://doi.org/10.1016/S0368-2315(05)82889-3)
12. Арустамян Р.Р., Ляшко Е.С., Шифман Е.М., Конышева О.В., Ворыхаев А.В. Разрыв артериовенозной мальформации во время беременности и в послеродовом периоде. *Русский медицинский журнал.* 2014; 1: 85–87. Arustamian R.R., Lyashko E.S., Schiffman E.M. et al. Arteriovenous malformation rupture during pregnancy and the postpartum period. *Russkii Meditsinskii Zhurnal.* 2014; 1: 85–87. (In Russian)

13. Gupta A.K., Rao V.R., Varma D.R. et al. Evaluation, management, and long-term follow up of vein of Galen malformations. *J. Neurosurg.* 2006; 105: 26–33. <https://doi.org/10.3171/jns.2006.105.1.26>
14. Gupta A.K., Varma D.R. Vein of Galen malformations: review. *Neurol. India.* 2004; 52 (1): 43–53. PMID: 15069238.
15. Viñuela F., Drake C.G., Fox A.J., Pelz D.M. Giant intracranial varices secondary to high-flow arteriovenous fistulae. *J. Neurosurg.* 1987; 66 (2): 198–203. <https://doi.org/10.3171/jns.1987.66.2.0198>
16. Drapé E., Anquetil T., Larrivée B., Dubrac A. Brain arteriovenous malformation in hereditary hemorrhagic telangiectasia: Recent advances in cellular and molecular mechanisms. *Front. Hum. Neurosci.* 2022; 16: 1006115. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1006115>
17. Wang K., Zhao S., Liu B. et al. Perturbations of BMP/TGF- β and VEGF/VEGFR signalling pathways in non-syndromic sporadic brain arteriovenous malformations (BAVM). *J. Med. Genet.* 2018; 55 (10): 675–684. <https://doi.org/10.1136/jmedgenet-2017-105224>
18. Lasjaunias P.L., Chng S.M., Sachet M. et al. The management of vein of Galen aneurysmal malformations. *Neurosurgery.* 2006; 59 (5, Suppl. 3): S184–S194; discussion S3–S13. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000237445.39514.16>. Erratum in: *Neurosurgery.* 2007; 60 (4, Suppl. 2): 393. PMID: 17053602
19. Regmi P., Amatya I. Imaging of vein of Galen malformation in late trimester. *J. Patan Acad. Health Sci.* 2021; 8(3): 117–121. <https://doi.org/10.3126/jpahs.v8i3.31433>
20. Recinos P.F., Rahmathulla G., Pearl M. et al. Vein of Galen malformations: epidemiology, clinical presentations, management. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2012; 23 (1): 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2011.09.006>
21. See A.P., Wilkins-Haug L.E., Benson C.B. et al. Percutaneous transuterine fetal cerebral embolisation to treat vein of Galen malformations at risk of urgent neonatal decompensation: study protocol for a clinical trial of safety and feasibility. *BMJ Open.* 2022; 12 (5): e058147. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2021-058147>
22. Fayyaz A., Qureshi I.A. Vein of Galen aneurysm: antenatal diagnosis: a case report. *J. Pak. Med. Assoc.* 2005; 55 (10): 455–456. PMID: 16304858
23. Paladini D., Deloison B., Rossi A. et al. Vein of Galen aneurysmal malformation (VGAM) in the fetus: retrospective analysis of perinatal prognostic indicators in a two-center series of 49 cases. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017; 50 (2): 192–199. <https://doi.org/10.1002/uog.17224>
24. Wagner M.W., Vaught A.J., Poretti A. et al. Vein of Galen aneurysmal malformation: prognostic markers depicted on fetal MRI. *Neuroradiol. J.* 2015; 28 (1): 72–75. <https://doi.org/10.15274/nrj-2014-10106>
25. Rosenfeld J.V., Fabinyi G.C. Acute hydrocephalus in an elderly woman with an aneurysm of the vein of Galen. *Neurosurgery.* 1984; 15 (6): 852–854. PMID: 6514158
26. Li Tg., Zhang Yy., Nie F. et al. Diagnosis of foetal vein of Galen aneurysmal malformation by ultrasound combined with magnetic resonance imaging: a case series. *BMC Med. Imaging.* 2020; 20: 63. <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00463-6>
27. Jaimes C., Machado-Rivas F., Chen K. et al. Brain Injury in Fetuses with Vein of Galen Malformation and Nongalenic Arteriovenous Fistulas: Static Snapshot or a Portent of More? *Am. J. Neuroradiol.* 2022; 43 (7): 1036–1041. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A7533>
28. Arko L., Lambrych M., Montaser A. et al. Fetal and Neonatal MRI Predictors of Aggressive Early Clinical Course in Vein of Galen Malformation. *Am. J. Neuroradiol.* 2020; 41 (6): 1105–1111. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A6585>
29. D'Amico A., Tinari S., D'Antonio F. et al. Outcome of fetal Vein Galen aneurysmal malformations: a systematic review and meta-analysis. *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med.* 2022; 35 (25): 5312–5317. <https://doi.org/10.1080/14767058.2021.1878494>
30. Turkyilmaz G., Arisoy R., Turkyilmaz S. et al. The outcome of the vein of Galen aneurysmal malformation cases diagnosed prenatally. *J. Obstet. Gynaecol.* 2022; 42 (5): 1137–1141. <https://doi.org/10.1080/01443615.2021.2012439>
31. De Rosa G., De Carolis M.P., Tempera A. et al. Outcome of Neonates with Vein of Galen Malformation Presenting with Severe Heart Failure: A Case Series. *Am. J. Perinatol.* 2019; 36 (2): 169–175. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1666813>
32. Taffin H., Maurey H., Ozanne A. et al. Long-term outcome of vein of Galen malformation. *Dev. Med. Child. Neurol.* 2020; 62 (6): 729–734. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14392>
33. Lecce F., Robertson F., Rennie A. et al. Cross-sectional study of a United Kingdom cohort of neonatal vein of Galen malformation. *Ann. Neurol.* 2018; 84 (4): 547–555. <https://doi.org/10.1002/ana.25316>
34. Spada C., Pietrella E., Caramaschi E. et al. Heart failure caused by VGAM: a lesson for diagnosis and treatment from a case and literature review. *J. Matern. Fetal. Neonatal. Med.* 2021; 34 (14): 2384–2390. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1665013>
35. Primikiris P., Hadjigeorgiou G., Tsamopoulou M. et al. Review on the current treatment status of vein of Galen malformations and future directions research and treatment. *Expert Rev. Med. Devices.* 2021; 18 (10): 933–954. <https://doi.org/10.1080/17434440.2021.1970527>
36. De Luca C., Bevilacqua E., Badr D.A. et al. An ACVRL1 gene mutation presenting as vein of Galen malformation at prenatal diagnosis. *Am. J. Med. Genet. A.* 2020; 182 (5): 1255–1258. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.61535>

Arteriovenous malformations of the fetal brain. Prenatal ultrasound, treatment, prognosis

O.A. Samsonova^{1,2*}, O.L. Malmberg^{1,2}, E.A. Gaponenko^{1,2},
F.M. Eseneeva¹, S.A. Puyda³, A.N. Lisyukov^{4,5}

¹ Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies;
24-1, Sevastopolsky prosp., Moscow 117209, Russian Federation

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

³ St.-Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian
Federation; 2E, Litovskaya str., St.-Petersburg 197022, Russian Federation

⁴ Kazan State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian
Federation; 49, Butlerov str., Kazan' 420012, Russian Federation

⁵ Clinic of the Mother and Child Group of Companies; 34A, Daur'skaya str., Kazan' 420089,
Russian Federation

Olga A. Samsonova – M.D., Cand. of Sci. (Med.), ultrasound diagnostics doctor, Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies; Assistant of the Department of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3348-1002>

Olga L. Malmberg – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Chief Specialist in Ultrasound Diagnostics of the Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies; Associate Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0009-0004-8934-9774>

Ekaterina A. Gaponenko – M.D., ultrasound diagnostics doctor of the Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies; Assistant of the Department of Ultrasound Diagnostics, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-1593-9953>

Farida M. Eseneeva – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Chief physician of the clinic of the Mother and Child Group Companies, Krasnogorsk; obstetrician-gynecologist, ultrasound diagnostics doctor of the Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0056-5656>

Sergey A. Puyda – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics, St.-Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation St.-Petersburg. <https://orcid.org/0009-0002-8622-4920>

Artur N. Lisyukov – M.D., ultrasound diagnostics doctor, of the Clinical Hospital "MD GROUP" of the "Mother and Child Group" Companies; Assistant of the Department of Anatomy, Kazan State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Kazan. <https://orcid.org/0000-0001-9006-7839>

Correspondence* to Dr. Olga A. Samsonova – e-mail: Usfox79@gmail.com

A detailed literature review on arteriovenous malformation of the vein of Galen, aimed at systematizing modern knowledge on this problem, was carried out. The data analysis includes anatomical, genetic, morphological, and pathophysiological aspects, classification, clinical features, diagnosis, postnatal prognosis of mortality and neurological complications taking into account predictors of adverse outcomes. The mechanisms of decompensation caused by postnatal rearrangements of hemodynamics are described in detail.

The article also highlights the modern methods of treatment in the neonatal period.

The importance of prenatal formation of risk groups and determination of indications for the fetal surgical treatment is emphasized.

Keywords: vein of Galen malformation; fetal surgery; fetal ultrasound

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Samsonova O.A., Malmberg O.L., Gaponenko E.A., Eseneeva F.M., Puyda S.A., Lisyukov A.N. Arteriovenous malformations of the fetal brain. Prenatal ultrasound, treatment, prognosis. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 14–23. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-299> (In Russian)

Received: 14.10.2024.

Accepted for publication: 14.11.2024.

Published online: 21.02.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-286>

Пренатальная ультразвуковая диагностика краниосиностозов: проблемы и возможности на примере клинического наблюдения

И.В. Климова^{1*}, М.Н. Шакая¹, Е.Б. Ефимкова¹,
Е.В. Дулаева¹, А.А. Якубина¹, Т.А. Ярыгина^{1, 2, 3}

¹ ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области; 101000 Москва, ул. Покровка, д. 22а, Российская Федерация

² ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева” Минздрава России; 121552 Москва, Рублевское шоссе, д. 135, Российская Федерация

³ ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России; 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, Российская Федерация

Климова Инна Владимировна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области, Москва.

<https://orcid.org/0000-0002-0868-5695>

Шакая Марика Нугзаровна – канд. мед. наук, руководитель отделения неонатологии ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-3838-3321>

Ефимкова Екатерина Борисовна – канд. мед. наук, руководитель акушерского наблюдательного отделения ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области, Москва.

<https://orcid.org/0000-0002-4325-0654>

Дулаева Елена Валерьевна – канд. мед. наук, научный сотрудник акушерского наблюдательного отделения ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9813-057X>

Якубина Анна Александровна – младший научный сотрудник отделения неонатологии ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-6246-5546>

Ярыгина Тамара Александровна – канд. мед. наук, руководитель отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ Московской области “Московский областной научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. академика В.И. Краснопольского” Минздрава Московской области; научный сотрудник перинатального кардиологического центра ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева” Минздрава России; доцент кафедры ультразвуковой диагностики факультета непрерывного медицинского образования Медицинского института ФГАОУ ВО “Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы” Минобрнауки России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6140-1930>

Контактная информация*: Климова Инна Владимировна – e-mail: Inna.klimova@gmail.com

Краниосиностоз – это процесс преждевременного слияния швов черепа. Существует высокий риск травматизма матери и плода во время родов ребенка с краниосиностозом, при отсутствии своевременного лечения у новорожденных могут быть повышение внутричерепного давления, развитие нейрокогнитивных нарушений, косметические дефекты. Частота выявления краниосиностоза при пренатальном ультразвуковом исследовании низкая. В статье представлены результаты наблюдения пациентки с изолированным сагиттальным краниосиностозом у плода во время беременности. При ультразвуковом исследовании выявлены такие диагностические критерии, как аномальная скафоцефалическая форма головки плода, снижение бипариетального размера головки плода и цефалического индекса с увеличением срока беременности при прогрессивном росте окружности головки плода, отсутствие гипоэхогенности сагиттального шва, наличие экзотени и костного гребня в его проекции при 3D-исследовании. После рождения ребенка диагноз подтвержден по результатам компьютерной томографии головного мозга, проведено оперативное лечение в возрасте 3 мес. Наше исследование и литературные данные свидетельствуют о том, что краниосиностоз может быть диагностирован антенатально. При выявлении отклонения от нормы размеров головки плода, цефалического индекса и прогрессировании данных показателей с развитием беременности необходимо провести детальное сканирование черепа плода и краниальных швов, включая 3D-сканирование. Расширение возможностей антенатальной диагностики краниосиностоза позволит снизить материнский травматизм и перинатальные осложнения.

Ключевые слова: краниосиностоз; сагиттальный синостоз; скафоцефалия; пренатальная диагностика; трехмерное ультразвуковое исследование

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Климова И.В., Шакая М.Н., Ефимкова Е.Б., Дулаева Е.В., Якубина А.А., Ярыгина Т.А. Пренатальная ультразвуковая диагностика краниосиностозов: проблемы и возможности на примере клинического наблюдения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 24–36. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-286>

Поступила в редакцию: 16.08.2024.

Принята к печати: 02.12.2024.

Опубликована online: 30.01.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Краниосиностоз – это процесс преждевременного слияния швов черепа. Частота встречаемости данной черепно-лицевой аномалии достаточно велика – 1–4 случая на 10 000 новорожденных. Это серьезная патология, которая влияет не только на внешний вид ребенка и его социальную адаптацию, но также может привести к повышению внутричерепного давления, задержке умственного развития и нарушениям со стороны органов зрения [1–3]. В литературе появляется все больше сообщений, описывающих травматический исход как для плода, так и для матери при родах ребенка со скафоцефалией [4–6]. Антенатально данный диагноз устанавливается редко и обычно только при наличии множественных сращений швов [7].

Различают краниосиностозы простые, когда поражается один шов, и сложные, когда поражаются сразу несколько швов.

Краниосиностозы делятся на изолированные, или несиндромальные (деформации мозгового отдела черепа), и синдромальные (наряду со слиянием швов черепа имеются и другие дефекты морфогенеза) [8]. Большинство всех случаев (90%) приходится на несиндромальные краниосиностозы; в 10% наблюдается связь с одним из 150 генетических синдромов, среди которых наиболее распространены синдром Баллера–Герольда, синдром Крузона, синдром Апера и синдром Пфайффера [9–11].

В зависимости от типа патологического шва существует анатомо-топографическая классификация краниосиностоза:

- скафоцефалия – сращение сагиттального шва, приводящее к увеличению передне-заднего размера черепа с характерными сужениями в теменных и височных областях;
- брахицефалия – сращение венечного и ламбдовидного швов, характеризующееся увеличением поперечного диаметра черепа;

– тригоноцефалия – сращение метопических швов, которое приводит к выпячиванию лба в форме треугольника [1, 8, 12, 13].

Сагиттальный краниосиностоз, или скафоцефалия, среди несиндромальных моносиностозов является самым распространенным, встречается с частотой от 0,2 до 1 на 1000 живорожденных и составляет от 40 до 60% всех несиндромальных форм [12, 14–16]. Возникает при зарастании сагиттального шва между теменными костями и характеризуется уменьшением бипариетального размера (БПР) черепа и компенсаторным увеличением лобно-затылочного размера (ЛЗР) [16].

Клиническое наблюдение

Повторнобеременная пациентка Г., 39 лет, поступила в акушерское наблюдательное отделение ГБУЗ МО МОНИИАГ с диагнозом: “беременность 33 нед 4 дня. Головное предлежание. Угроза преждевременных родов”. В акушерском анамнезе пациентки двое самопроизвольных родов в 35 и 40 нед беременности. Оба ребенка здоровы.

Данная беременность наступила естественным путем, протекала с токсикозом легкой степени в I триместре. В ранние сроки пациентка перенесла ОРВИ с гипертермией до 38,4 °С, течение II триместра было неосложненным.

Ультразвуковые исследования (УЗИ) I, II и III триместра беременности, проведенные по месту амбулаторного наблюдения пациентки, не выявили отклонений от нормы у плода. По результатам комбинированного скрининга риск хромосомных аномалий был определен как низкий. Впервые подозрение на наличие у плода патологии черепа возникло при проведении УЗИ в акушерском стационаре.

УЗИ проводилось на системе VOLUSON E10 с применением конвексного датчика C 2-9D, конвексного объемного датчика RAB6-D, внутриволостного объемного датчика RIC5-9D. Срок беременности составлял 33 нед 5 дней с учетом копчико-теменного размера (КТР) плода в I триместре. Биометрические параметры плода оценивались по шкале Intergrowth-21st [17]. По данным фетометрии отмечено уменьшение БПР – параметры соответствовали нулевому перцентилю (–4,6 Z-score), ЛЗР соответствовал 72-му перцентилю, цефалический индекс (ЦИ) был снижен до 65%. Отмечались па-



Рис. 1. Ультразвуковое изображение аксиального среза головки плода в сроке беременности 33 нед 5 дней показывает удлинение и сужение головы – скафоцефалию.

Fig. 1. Ultrasound image of the fetal head in the axial plane with 33w 5d of gestation shows a long and narrow head shape – scaphocephaly.

тологическая форма головки плода – скафоцефалия с характерными сужениями в теменных и височных областях (рис. 1), снижение звукопроводимости костей черепа. При трансвагинальном исследовании костей свода черепа в 2D- и 3D-режиме сагиттальный шов четко не определялся, в его области визуализировался костный гребень (рис. 2). Для сравнения на рис. 3 представлено ультразвуковое изображение в 3D-режиме нормальных швов черепа плода. При исследовании профиля диагностирован аномально высокий лоб. Других патологических особенностей у плода, отклонений доплерографических параметров кровотока в системе мать–плацента–плод выявлено не было. Сведения о фетометрии плода представлены в таблице. В результате исследования сформировано заключение: беременность 33 нед 5 дней (по данным раннего пренатального скрининга). Эхографические признаки сагиттального краниосиностоза у плода – группа повышенного интранатального риска.

По графическому представлению измерений размеров головки плода (рис. 4) видно, что по мере развития беременности происходит снижение роста БПР с 0,11 перцентиля до 0 перцентиля (стандартное отклонение Z-score увеличивается с –3,0 до –4,6), ускорение роста ЛЗР с 7-го

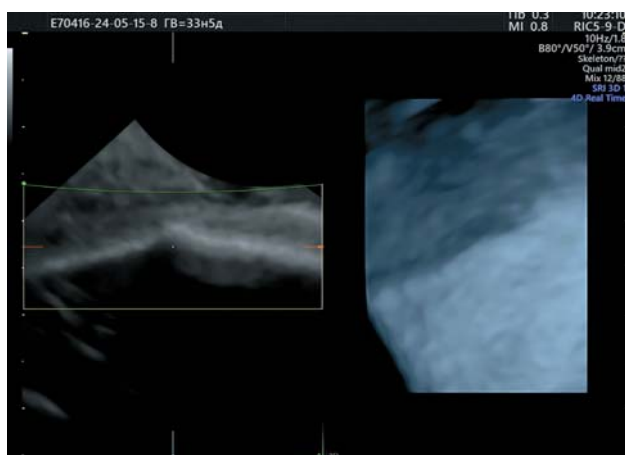


Рис. 2. Трехмерное ультразвуковое изображение в скелетном режиме при трансвагинальном исследовании костей черепа плода в коронарном срезе в сроке беременности 33 нед 5 дней. Сагиттальный шов не определяется, в его проекции визуализируется костный гребень.

Fig. 2. 3D-ultrasound image in skeleton mode of fetal skull bones in a coronary view in 33w 5d of gestation. The sagittal suture is closed, there is a bony groove in the area of the synostotic sagittal suture.

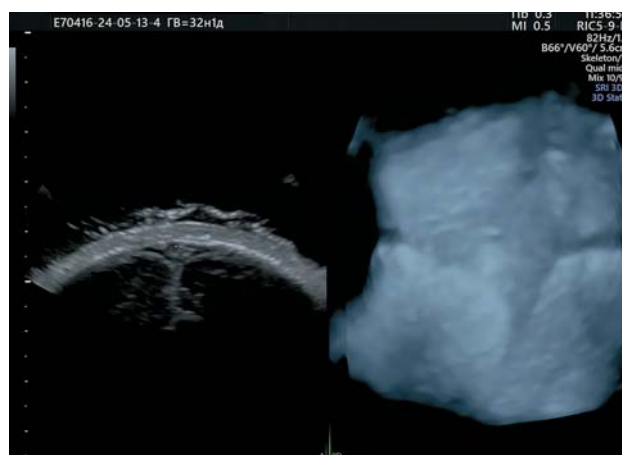


Рис. 3. Трехмерное ультразвуковое изображение в скелетном режиме при трансвагинальном исследовании костей черепа плода в коронарном срезе в сроке беременности 32 нед 1 день. На 3D-эхограмме представлен большой родничок головки плода, сагиттальный, лобный и коронарные швы без структурных изменений.

Fig. 3. 3D-ultrasound image in skeleton mode of fetal skull bones in a coronary view in 32w 1d of gestation. Normal ultrasound 3D image of the fetal anterior fontanelle, sagittal, frontal and coronary sutures.

Таблица. Результаты фетометрии при ультразвуковом исследовании плода

Table. Results of fetometry in fetal ultrasound

Дата	08.02.2024 По месту амбулаторного наблюдения		16.05.2024 Отделение УЗД ГБУЗ МО МОНИИАГ	
Срок беременности по дате последней менструации	20 нед 6 дней		34 нед 6 дней	
Срок беременности по УЗИ	18 нед 6 дней		33 нед 5 дней	
Данные измерений		процентиля		процентиля
БПР, мм	41	менее 1	72	менее 1
ОГ, мм	155	2	293	10
ЛЗР, мм	56	7	110	72
ЦИ, %	73		65	
Окружность живота, мм	134	5	321	98
Длина бедра, мм	28	5	60	15
Длина плечевой кости, мм			31	5
Предполагаемая масса плода, г	256	1	2250	67

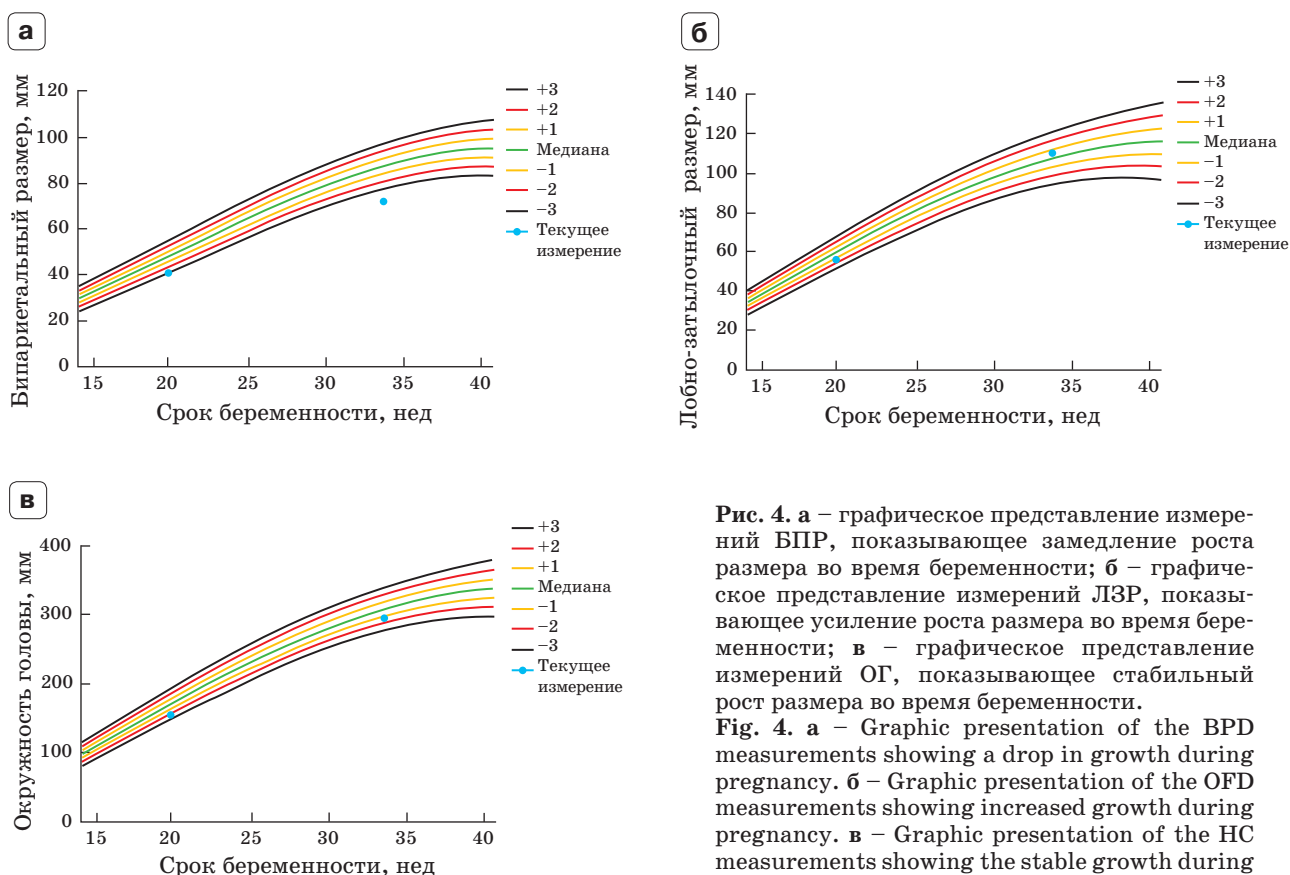


Рис. 4. а – графическое представление измерений БПР, показывающее замедление роста размера во время беременности; б – графическое представление измерений ЛЗР, показывающее усиление роста размера во время беременности; в – графическое представление измерений ОГ, показывающее стабильный рост размера во время беременности.

Fig. 4. а – Graphic presentation of the BPD measurements showing a drop in growth during pregnancy. б – Graphic presentation of the OFD measurements showing increased growth during pregnancy. в – Graphic presentation of the HC measurements showing the stable growth during pregnancy.

процентиля до 72-го процентиля при стабильном росте окружности головы (ОГ) с 1,6 процентиля до 9,2 процентиля. ЦИ (см. таблицу) уменьшается с 73 до 65%. На осевых изображениях видно, что по мере развития беременности головка плода становится более долихоцефалической. С увеличением срока гестации ОГ равномерно увеличивается, в то время как рост БПР замедляется, а ЛЗР увеличивается более интенсивно.

Несмотря на проводимое лечение в сроке 34 нед 2 дня гестации, у пациентки развилась спонтанная родовая деятельность. Родилась живая недоношенная девочка массой тела 2690 г с оценкой по шкале Апгар 7–8 баллов. В 1-е сутки жизни проведено рентгенологическое исследование костей черепа в двух проекциях. При исследовании выявлено, что края стреловидного шва уплотнены, просвет его сужен. На 3-и сутки новорожденной проведено УЗИ головного мозга и костей черепа, подтвержден краниосиностоз сагиттального шва.

Патологических изменений в структуре головного мозга и нарушений церебральной гемодинамики не было выявлено. Проведена консультация новорожденной врачом-генетиком. При осмотре было выявлено: гипертелоризм, широкая переносица, короткий нос, длинный фильтр, голова вытянута в переднезаднем направлении. Взят анализ на секвенирование экзона для исключения моногенных форм, рекомендована консультация нейрохирурга.

Ребенок переведен в хирургический стационар для дообследования и определения тактики ведения, где была проведена компьютерная томография (КТ) головного мозга в костном режиме. При исследовании выявлены аномальная форма черепа по типу скафоцефалии (рис. 5) и костное сращение по ходу сагиттального шва (рис. 6) на протяжении 75 мм. Новорожденная была проконсультирована неврологом, нейрохирургом, челюстно-лицевым хирургом. Выставлен заключительный диагноз: краниосиностоз. Скафоцефалия. Ребенку назначено

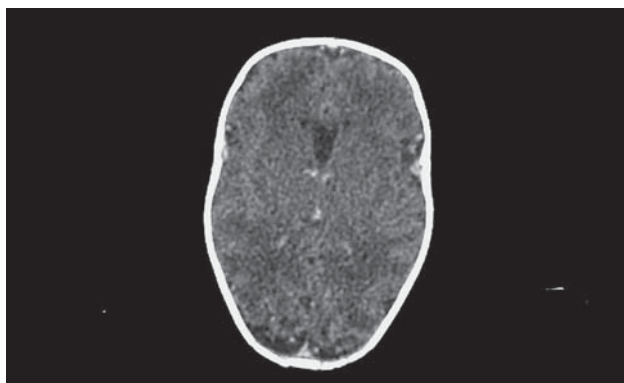


Рис. 5. Компьютерная томограмма головного мозга после рождения. Долихоцефалическая форма головки плода.

Fig. 5. Computed tomography of the fetal brain after birth. The dolichocephalic shape of the fetal head.

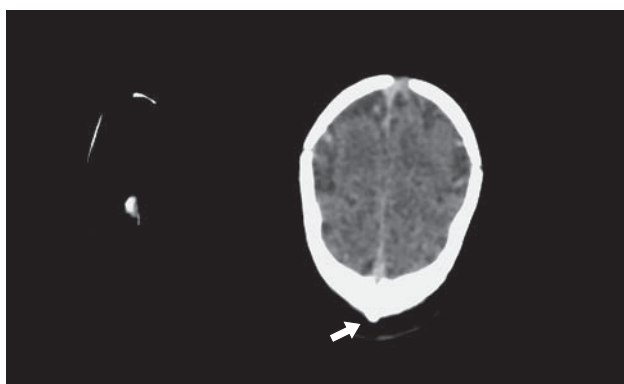


Рис. 6. Компьютерная томограмма головного мозга после рождения. Стрелкой указано костное сращение в области синостотического сагитального шва.

Fig. 6. Computed tomography of the fetal brain after birth. The arrow indicates the bony groove in the area of the synostotic sagittal suture.

черепно-реконструктивное оперативное лечение, которое было успешно проведено в возрасте 3 мес в объеме малоинвазивной краниотомии.

ОБСУЖДЕНИЕ

В нашем клиническом наблюдении продемонстрирована возможность пренатальной диагностики врожденной аномалии костей черепа у плода – краниосиностоза.

Человечеству давно были известны различные деформации черепа. Первые описания таких состояний датируются эпохой античности и были описаны Галеном и

Гиппократом. К XVI веку среди анатомов происходит понимание роли черепного шва. Однако только в конце XIX века фон С.Т. Земмеринг стал первым, кто перешел от простого описания случаев к применению научных принципов для изучения ненормального роста черепа. Он признал важность черепных швов в росте черепа и последствия их преждевременного закрытия в нашем сегодняшнем понимании краниосиностозов и последующего лечения. Чуть позже, в 1852 г. Рудольф Вирхов сформулировал следующий закон: при преждевременном слиянии швов черепной коробки рост черепа прекращается перпендикулярно соединенному шву и продолжается параллельно этому шву. В работах Вирхова указывалось на то, что деформированный череп препятствует нормальному росту головного мозга. Это правило стало основополагающим принципом в понимании процессов краниосиностозирования [18–20].

Точный механизм нормального зарастания черепных швов до конца неизвестен. Повреждающие тератогенные факторы, нарушения обмена веществ, гематологические нарушения, пороки развития влияют на формирование нейрокраниального тяжа, из которого, помимо мозга, формируются элементы средней зоны лица, I и II жаберных дуг [8]. Механические факторы также могут участвовать в нарушении формирования швов. Авторы отмечают, что рост черепа соответствует размеру мозга. У младенцев с микроцефалией, гидроцефалией и нормальным развитием мозга определяется различная степень растягивающего напряжения в краниальных швах [2]. Также исследователями выявлено, что долгосрочный рост черепа зависит от поддержания баланса между дифференциацией новой кости и пролиферацией клеток остеопрогениторов [21]. Изменения в генах рецепторов, которые участвуют в процессах дифференцировки, пролиферации и миграции клеток краниального шва, дестабилизируют этот баланс. Мутации в генах FGFR-1, FGFR-2, FGFR-3, FGFR-4 и TGFBR-2 (ассоциированные с синдромом Лозейса–Дитца) приводят к развитию краниосиностозов [9, 14].

Генетические причины синдромного краниосиностоза включают изменения в генах TWIST1, ERF и EFNB1, которые играют особую роль в развитии этого состояния [14].

Сообщения о пренатальном УЗИ краниальных швов относительно редки в литературе, а частота выявления краниосиностоза невелика [14, 22–24]. Ретроспективное исследование, включавшее 618 случаев изолированного краниосиностоза, показало, что только 2 (0,3%) случая были диагностированы пренатально [4].

Международным обществом ультразвуковых исследований в акушерстве и гинекологии (ISUOG) в практических руководствах по УЗИ плода во II и III триместрах беременности даны рекомендации по биометрии головы плода и анализу ее анатомических характеристик [25, 26]. При исследовании черепа плода в рутинном порядке должны оцениваться 4 параметра: размер, форма, целостность и костная плотность. Нормальный череп имеет овальную форму без локальных выпуклостей или дефектов, за исключением узких перерывов в контуре, соответствующих швам. Не должно визуализироваться костных дефектов. Нормальная плотность костей черепа проявляется в равномерной гиперэхогенности контура черепа, прерываемой лишь в определенных анатомических областях черепными швами [25]. Отмечено, что выраженная деформация головы, особенно в сочетании с маленькой ОГ, может быть связана с краниосиностозами [26].

В ходе исследования нами обнаружено, что у плода аномальная форма головы. Согласно литературным данным, этот критерий является наиболее ярко выраженным признаком краниосиностоза [13, 16, 23, 27, 28]. Нами выявлена отличительная особенность изолированного сагиттального синостоza – скафоцефалическая форма головы (от греческого *scapho* – ладья), которая характеризуется наличием сужения черепа в височных и теменных областях.

При оценке фетометрии в зависимости от срока гестации мы заметили снижение ЦИ с 73 до 65% с увеличением срока беременности, замедление роста БПР при прогрессивном развитии ОГ. Однако во время ультразвуковых скринингов на амбулаторном этапе специалисты по ультразвуковой диагностике допустили ряд ошибок, из-за чего патология у плода не была выявлена. При раннем пренатальном скрининге не была произведена коррекция срока беременности по КТР плода в соответствии с кли-

ническими рекомендациями “Нормальная беременность”, утвержденными Министерством здравоохранения РФ; в протоколе УЗИ не были указаны значения БПР и ОГ плода, являющиеся обязательными [29]. В заключении ультразвукового скрининга II триместра специалистами не отмечено патологическое несоответствие фетометрических параметров сроку гестации. Однако при проведенной нами ретроспективной оценке указанных параметров по шкале Intergrowth-21st [17] обращают на себя внимание аномально малые цефалические размеры (БПР – –3 Z-score, менее 1 перцентиль; ЛЗР – 7-й перцентиль, ОГ – 2-й перцентиль). В связи с отклонением размеров головы плода от нормы мы произвели расчет ЦИ, который оказался снижен до 73% при нормальных значениях 75–85% [30]. Соответственно, у плода уже во II триместре была долихоцефалическая форма черепа. К сожалению, при рутинном УЗИ расчет ЦИ обычно не проводится, хотя большинство ультразвуковых аппаратов могут произвести этот расчет автоматически во время любого акушерского сканирования.

Наши результаты согласуются с большим количеством исследований, подтверждающих важное значение ЦИ и его снижения при сагиттальном краниосиностоze [16, 31–33]. Авторы считают, что данный параметр может улучшить раннюю диагностику скафоцефалии. Группа ученых из Австралии (S. Constantine и соавт. [32]) проанализировали 195 детей с синостозами, из них 89 были с изолированным сагиттальным синостозом. ЦИ был за пределами нормы у значительного количества плодов – ниже нормы у 31% обследованных во II триместре и у 54% – в III триместре. У 29% плодов ЦИ прогрессивно снижался от II к III триместру. Авторы сделали вывод, что обычный расчет ЦИ может быть рутинно выполнен при дородовом сканировании, и если значение выходит за пределы нормы или изменяется в течение беременности, необходимо провести детальное сканирование черепа плода и краниальных швов, включая 3D-сканирование. M.G. Cornelissen и соавт. [16] для определения диагностической ценности ЦИ при скрининге на скафоцефалию построили ROC-кривую. Выявили более чем шестикратное увеличение риска развития скафоцефалии, если

ЦИ меньше или равен 0,73. Однако авторы сделали вывод, что однократное измерение размеров головы с оценкой цефалического индекса в 20 нед беременности не подходит для скрининга краниосиностоза. В процессе беременности происходит компенсаторный рост головки плода вперед по венечному шву и назад по ламбдовидному шву, для улучшения диагностики данной патологии необходимо повторное измерение данных параметров в III триместре беременности с оценкой динамики изменений БПР и ЦИ. При краниосиностозе происходит снижение БПР и ЦИ с увеличением срока гестации, в связи с чем повторное измерение улучшит диагностику. При обнаружении отклонения кривой БПР или ЦИ в сторону уменьшения этих показателей во время УЗИ в III триместре беременности авторы рекомендуют провести 3D-визуализацию краниальных швов.

После выявления аномальной формы головки плода и патологических значений ее размеров детально были исследованы краниальные швы. Обратили внимание на отсутствие нормальной гипоехогенной структуры сагиттального шва. Другие специалисты также отмечают, что только по ЦИ и форме головы нельзя точно поставить диагноз и указывают на изменения в экзогенности швов [13, 33, 34]. S. Delahaye и соавт. [13] отмечают, что краниосиностоз подозревали на основании имеющихся деформаций черепа, однако диагноз был поставлен только в тех случаях, когда наблюдалось отсутствие типичного гипоехогенного промежутка, характерного для нормального шва. Авторы выявили, что признаками синостоza при исследовании в В-режиме являются исчезновение гипоехогенного волокнистого промежутка между костными пластинками, неравномерно утолщенный внутренний край шва и отсутствие скошенного края.

Другим важным маркером краниосиностоza является признак затенения головного мозга (brain shadowing sign) [35]. При нормальном состоянии краниальных швов для проведения фетальной нейросонографии используют доступы через швы и роднички головы плода [36]. При слиянии черепных швов ультразвуковые волны не проникают через кость, создавая явную акустическую тень на мозг. K. Krajden Haratz и соавт. [37] оценивали эффективность при-

знака затенения мозга как нового сонографического маркера краниосиностоza. В результате этот признак был четко выявлен во всех 24 случаях при первом анализе и в 22 случаях при втором анализе. Ни у одного плода из контрольной группы ($n = 48$) не было выявлено признака затенения головного мозга ни в одном из анализов. Признак признан эффективным для улучшения диагностики краниосиностоza при использовании стандартного 2D-исследования без дополнительных 3D-методов визуализации. В нашем клиническом наблюдении также определялись акустическая тень в проекции стреловидного шва и снижение звукопроводимости в данной области.

В ходе УЗИ черепа плода с использованием трехмерной объемной реконструкции нами были выявлены отсутствие сагиттального шва и визуализация в его проекции костного гребня. Исследователи также указывают, что оценка состояния головки, лица и швов плода может быть дополнена трехмерным УЗИ [22, 23, 28, 38]. Однако существует ограниченное количество литературных источников, касающихся использования 3D-ультразвука для анализа швов черепа плода при краниосиностоze. Ученые в своих трудах демонстрируют, что объемная трехмерная ультразвуковая визуализация может быть полезна для измерения краниальных швов и позволяет отличить закрытые швы от открытых [22, 28]. Нам не удалось найти исследований, касающихся ультразвуковой оценки структурных особенностей закрытых швов у плода с помощью методов объемной реконструкции.

При УЗИ костей черепа у детей после рождения авторы отмечают, что характерными особенностями сагиттального краниосиностоza по сравнению с нормальным состоянием сагиттального шва при УЗИ, является отсутствие гипоехогенного непрерывного линейного пространства в области шва, а также потеря зубчатой структуры и неровности внутреннего края шва. Кроме того, наблюдаются утрата скошенности края шва и наличие костного валика (выпуклости костной пластинки) или гребня (угловой деформации кости) [39]. При КТ черепа ребенка, которая признана “золотым стандартом” в диагностике краниосиностоza после рождения, синостозный сагиттальный

шов определяется как костный выступ, окружающий верхнюю сагиттальную пазуху в виде частичного или полного костного кольца. Данный признак называется знаком Омега [14, 15]. В нашем наблюдении обнаружено, что пренатальные ультразвуковые снимки черепа плода совпадают с КТ-изображениями черепа новорожденного по признаку наличия костного гребня.

Некоторые исследователи рекомендуют использовать магнитно-резонансную томографию (МРТ) для уточнения диагноза краниосиностоза у плода, отмечая ее диагностическую ценность в выявлении аномалий формы и деформаций головы, хотя визуализация краниальных швов затруднена [22]. Вместе с тем одним из ключевых преимуществ МРТ является возможность более глубокого анализа аномалий головного мозга, связанных с краниосиностомозом [40]. В нашем клиническом наблюдении проведение МРТ не потребовалось, так как для диагностики было достаточно УЗИ, которое предоставило необходимую информацию о состоянии плода и его анатомических особенностях, что позволило точно установить диагноз без дополнительных методов исследования.

Кроме вышеописанных особенностей черепа у плода в нашем наблюдении, при оценке среднесагиттального сечения головки плода выявлен аномально высокий лоб. После осмотра новорожденной генетиком выявлены гипертелоризм, широкая переносица, короткий нос. У ребенка взят анализ на секвенирование экзона – на момент публикации находится в работе. При более редком встречаемом синдромном краниосиностомозе могут наблюдаться пороки развития других органов. Тщательное УЗИ лица, кистей и стоп, головного мозга, сердца является обязательным. Пороки развития конечностей встречаются часто у данной категории пациентов и могут быть использованы для дифференцировки изолированного и синдромного краниосиностоза. Тип аномалий конечностей указывает на вероятный тип синдромного краниосиностоза. Использование трехмерного УЗИ, особенно с функцией “режим скелета”, в дополнение к В-режиму позволит улучшить диагностику данной патологии [28, 31].

Преждевременное сращение черепных швов может препятствовать податливости

черепа новорожденного во время родов, увеличивая риск незапланированного кесарева сечения и родовой травмы новорожденного, вызванной диспропорцией головки плода и таза. На фоне краниосиностоза увеличивается риск родовой травмы – у матерей в виде повышенного риска кесарева сечения, а у плодов – в виде субдуральных гематом. Тяжелые роды у матери могут быть при полисинастомозе или ламбдовидном синостомозе, в то время как родовая травма плода может быть в большей степени обусловлена большим размером головы. Пренатальная диагностика краниосиностоза может повлиять на принятие решений по ведению родов [4–6]. У наблюдаемой нами пациентки произошли преждевременные роды в 34 нед беременности. Принято решение о ведении родов через естественные родовые пути в связи с небольшими размерами головки плода и предполагаемом синостомозе одного шва. Ребенок родился с оценкой по шкале Апгар 7–8 баллов. При нейросонографии головного мозга новорожденного патологии не выявлено.

В настоящее время исследуется альтернативный метод лечения краниосиностоза с использованием стволовых клеток, что может привести к смене парадигмы от обширных хирургических операций к менее инвазивным биологическим решениям. Такие стратегии восстанавливают функциональные черепные швы, обеспечивают непрерывный рост черепа, нормализуют внутричерепное давление и помогают избежать нейрокогнитивных нарушений и повторных операций [41, 42]. Однако основным методом лечения в данный момент по-прежнему заключается в хирургической коррекции костной деформации черепа [3, 14, 19, 41, 42]. У детей при отсутствии генетических синдромов хирургическое вмешательство обычно откладывается как минимум до 3-месячного возраста [18, 27]. В нашем клиническом наблюдении у новорожденной в результате обследования подтвержден пренатальный диагноз сагиттального синостоза и успешно проведено оперативное лечение в объеме малоинвазивной краниотомии в 3 мес жизни.

В данном клиническом наблюдении благодаря пренатальной диагностике и активному междисциплинарному взаимодействию была выбрана оптимальная для ма-

тери и ребенка тактика ведения родов и последующего лечения. Благодаря раннему выявлению врожденной аномалии были организованы консультации и совместная работа специалистов различных профилей, включая акушеров, педиатров и хирургов. Это сотрудничество обеспечило тщательное планирование родов и подготовку к необходимым медицинским вмешательствам в постнатальный период. Таким образом, ребенку было предоставлено своевременное лечение, что значительно повысило шансы на положительный исход и нормальное развитие в будущем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пренатальная диагностика изолированного сагиттального синостоза затруднена. Тем не менее установить диагноз сагиттального синостоза в III триместре беременности возможно. При выявлении аномальной скафоцефалической формы головки плода рекомендован расчет ЦИ. При прогрессирующем снижении ЦИ с увеличением срока гестации рекомендовано проведение трехмерного ультразвукового сканирования костей черепа плода. Методы объемной реконструкции позволяют улучшить визуализацию костей черепа и краниальных швов, диагностировать преждевременное закрытие шва и выявить его структурные изменения.

Своевременная диагностика краниосиностоза позволяет вовремя скорректировать тактику ведения родов, что способствует снижению травматизма и заболеваемости матери и плода, а также запланировать оптимальные сроки оперативного вмешательства, что позволит избежать большого спектра осложнений данной патологии и улучшить нейрокогнитивные показатели ребенка. Необходимо дальнейшее изучение и продолжение исследований для улучшения пренатальной диагностики этой сложной аномалии.

Участие авторов

Климова И.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы.

Шакая М.Н. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне.

Ефимкова Е.Б. – анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне.

Дулаева Е.В. – сбор и обработка данных.

Якубина А.А. – сбор и обработка данных.

Ярыгина Т.А. – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Klimova I.V. – conducting research, collection and analysis of data, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, text preparation and editing, participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

Shakaya M.N. – analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, participation in scientific design.

Efimkova E.B. – analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, participation in scientific design.

Dulaeva E.V. – collection and analysis of data.

Yakubina A.A. – collection and analysis of data.

Yarygina T.A. – concept and design of the study, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Бельченко В.А. Черепно-лицевая хирургия: Руководство для врачей. М.: Медицинское информационное агентство, 2006. 340 с.
Belchenko V.A. Craniofacial surgery. A guide for doctors. Moscow: Medical Information Agency, 2006. 340 p. (In Russian)
2. Губерт В.П., Ларькин И.И. Краниосиностозы у детей. *Научный вестник Омского государственного медицинского университета*. 2021; 1 (2): 105–110.
Hubert V.P., Larkin I.I. Craniosynostoses in children. *Scientific Bulletin of Omsk State Medical University*. 2021; 1 (2): 105–110. (In Russian)
3. Renier D., Lajeunie E., Arnaud E., Marcha D. Management of craniosynostoses. *Child's Nervous System*. 2000; 16 (10–11): 645–658.
<https://doi.org/10.1007/s003810000320>
4. Swanson J., Oppenheimer A., Al-Mufarrej F. et al. Maternofetal Trauma in Craniosynostosis. *Plastic*

- and Reconstructive Surg.* 2015; 136 (2): 214e–222e. <https://doi.org/10.1097/prs.0000000000001468>
5. Heliövaara A., Vuola P., Hukki J., Leikola J. Perinatal features and rate of cesarean section in newborns with non-syndromic sagittal synostosis. *Child's Nervous System.* 2016; 32 (7): 289–1292. <https://doi.org/10.1007/s00381-016-3078-2>
 6. Sergesketter A.R., Elsamadicy A.A., Lubkin D.T. Characterization of Perinatal Risk Factors and Complications Associated With Nonsyndromic Craniosynostosis. *J. Craniofacial. Surg.* 2019; 30 (2): 334–338. <https://doi.org/10.1097/scs.0000000000004997>
 7. Constantine S., Kiermeier A., Anderson P. Sonographic indicators of isolated fetal sagittal craniosynostosis during pregnancy. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2020; 64 (5): 626–633. <https://doi.org/10.1111/1754-9485.13068>
 8. Клинические рекомендации “Врожденные аномалии костей черепа и лица, врожденные костно-мышечные деформации головы и лица”. 2021. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/474_2?ysclid=ly1p600rzu624394458
Clinical practice guidelines “Congenital anomalies of the bones of the skull and face, congenital musculoskeletal deformities of the head and face”. 2021. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/474_2?ysclid=ly1p600rzu624394458 (In Russian)
 9. Burokas L. Craniosynostosis: Caring for Infants and Their Families. *Crit. Care Nurse.* 2013; 33 (4): 39–50. <https://doi.org/10.4037/ccn2013678>
 10. Aviv R.I., Rodger E., Hall C.M. Craniosynostosis. *Clin. Radiol.* 2002; 57 (2): 93–102. <https://doi.org/10.1053/crad.2001.0836>
 11. Ursitti F., Fadda T., Papetti L. Evaluation and management of nonsyndromic craniosynostosis. *Acta Paediatrica.* 2011; 100 (9): 1185–1194. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2011.02299.x>
 12. Суфианов А.А., Гаибов С.С.-Х., Суфианова Р.А. Несиндромные краниосиностозы: современное состояние проблемы. *Российский вестник перинатологии и педиатрии.* 2013; 6: 33–37. Sufianov A.A., S.S-Kh Gaibov, Sufianov R.A. Nonsyndromic craniosynostoses: state-of-the-art. *Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics.* 2013; 6: 33–37. (In Russian)
 13. Delahaye S., Bernard J. P., Rénier D., Ville Y. Prenatal ultrasound diagnosis of fetal craniosynostosis. *Ultrasound Obstet. & Gynecol.* 2003; 21 (4): 347–353. <https://doi.org/10.1002/uog.91>
 14. Spazzapan P., Velnar T. Isolated Sagittal Craniosynostosis: A Comprehensive Review. *Diagnostics.* 2024; 14 (4): 435. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14040435>
 15. Лопатин А.В., Ясонов С.А. Общие вопросы ранней диагностики краниосиностозов: Методические рекомендации для врачей. М.: ЗАО “ПроМедиа”, 2005. 50 с. Lopatin A.V., Yasonov S.A. General issues of early diagnosis craniosynostosis. Moscow: ЗАО “ProMedia”, 2005. 50 p. (In Russian)
 16. Cornelissen M.J., Apon I., van der Meulen J.J.N.M., et al. Prenatal ultrasound parameters in single-suture craniosynostosis. *J. Maternal-Fetal. & Neonatal. Med.* 2018; 31 (15): 2050–2057. <https://doi.org/10.1080/14767058.2017.1335706>
 17. Papageorgiou A.T., Kennedy S.H., Salomon L.J. et al. International Fetal and Newborn Growth Consortium for the 21(st) Century (INTERGROWTH-21(st)). The INTERGROWTH-21st Fetal Growth Standards: Toward the Global Integration of Pregnancy and Pediatric Care. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 2018; 218 (2S): 630–640. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2018.01.011>
 18. Решиков Д.А. Эволюция методов лечения краниосиностозов. *Голова и шея.* 2023; 11 (2): 57–64. <https://doi.org/10.25792/HN.2023.11.2.57-64>
Reshchikov D.A. Evolution of craniosynostosis treatment methods. *Head and Neck.* 2023; 11 (2): 57–64. <https://doi.org/10.25792/HN.2023.11.2.57-64> (In Russian)
 19. Jung J., Lam J., deSouza R. et al. Craniosynostosis. *ACNR Advanc. Clin. Neurosci. Rehabil.* 2019. <https://doi.org/10.47795/VDBT8588>
 20. Persing J.A., Jane J.A., Shaffrey M. Virchow and the Pathogenesis of Craniosynostosis: A Translation of His Original Work. *Plast. Reconstruct. Surg.* 1989; 83: 738–742. https://journals.lww.com/plas-reconsurg/citation/1989/04000/virchow_and_the_pathogenesis_of_craniosynostosis_.25.aspx
 21. Morriss-Kay G.M., Wilkie A.O.M. Growth of the Normal Skull Vault and Its Alteration in Craniosynostosis: Insights from Human Genetics and Experimental Studies. *J. Anatomy.* 2005; 207 (5): 637–653. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2005.00475.x>
 22. Timor-Tritsch I., Monteagudo A., Pilu G., Malinger G. Ultrasonography of the Prenatal Brain. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2012: 459–462.
 23. Helfer T.M., Peixoto A.B., Tonni G., Júnior E.A. Craniosynostosis: prenatal diagnosis by 2D/3D ultrasound, magnetic resonance imaging and computed tomography. *Medical Ultrasonography.* 2016; 18 (3): 378–385. <http://dx.doi.org/10.11152/mu.2013.2066.183.3du>
 24. Буркова Р.С., Гусева О.И. Несиндромная скафоцефалия: особенности диагностики. *Пrenатальная диагностика.* 2016; 15 (1): 44–47. Burkova R.S., Guseva O.I. Nonsyndromic scaphocephaly: diagnostic features. *Prenatal Diagnosis.* 2016; 15 (1): 44–47. (In Russian)
 25. Salomon L.J., Alfievic Z., Berghella V. et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 59 (6): 840–856. <https://doi.org/10.1002/uog.24888>
 26. Khalil A., Sotiriadis A., D’Antonio F. et al. ISUOG Practice Guidelines: performance of third-trimester obstetric ultrasound scan. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 63: 131–147. <https://doi.org/10.1002/uog.27538>
 27. Dempsey R.F., Monson L.A., Maricevich R.S. Nonsyndromic Craniosynostosis. *Clin. Plast. Surg.* 2019; 46 (2): 123–139. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2018.11.001>
 28. Mak A.S.L., Leung K.Y. Prenatal ultrasonography of craniofacial abnormalities. *Ultrasonography.* 2018; 38 (1): 13–24. <https://doi.org/10.14366/usg.18031>

29. Клинические рекомендации “Нормальная беременность”, 2023. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/288_2?ysclid=m1xtpc0zlt287648005 Clinical practice guidelines “Normal pregnancy”, 2023. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/288_2?ysclid=m1xtpc0zlt287648005 (In Russian)
30. Jeanty P., Cousaert E., Hobbins J. et al. Longitudinal Study of Fetal Head Biometry. *Am. J. Perinatol.* 1984; 1 (02): 118–128. <https://doi.org/10.1055/s-2007-999987>
31. Casteleyn T., Horn D., Henrich W., Verlohren S. Differential diagnosis of syndromic craniosynostosis: a case series. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2022; 306 (1): 49–57. <https://doi.org/10.1007/s00404-021-06263-9>
32. Constantine S., David D., Anderson P. The use of obstetric ultrasound in the antenatal diagnosis of craniosynostosis: We need to do better. *Australasian J. Ultrasound Med.* 2016; 19 (3): 91–98. <https://doi.org/10.1002/ajum.12016>
33. Tonni G., Panteghini M., Rossi A. Craniosynostosis: prenatal diagnosis by means of ultrasound and SSSE-MRI. Family series with report of neurodevelopmental outcome and review of the literature. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2011; 283 (4): 909–916. <https://doi.org/10.1007/s00404-010-1643-6>
34. DeFreitas C.A., Carr S.R., Merck D.L. Prenatal Diagnosis of Craniosynostosis Using Ultrasound. *Plast. Reconstruct. Surg.* 2022; 150 (5): 1084. <https://doi.org/10.1097/prs.0000000000000960>
35. Dall'Asta A., Paramasivam G., Lees C. The Brain Shadowing Sign: A Clue Finding for Early Suspicion of Craniosynostosis? *Fetal. Diagn. Ther.* 2019; 45 (5): 357–360. <https://doi.org/10.1159/000490493>
36. Malinger G., Monteagudo A., Pilu G. et al. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the “basic examination” and the “fetal neurosonogram”. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2007; 29: 109–116.
37. Krajden Haratz K., Leibovitz Z., Svirsky R. The ‘Brain Shadowing Sign’: A Novel Marker of Fetal Craniosynostosis. *Fetal Diagn. Ther.* 2016; 40 (4): 277–284. <https://doi.org/10.1159/000444298>
38. Benacerraf B.R., Spiro R., Mitchell A.G. Using three-dimensional ultrasound to detect craniosynostosis in a fetus with Pfeiffer syndrome. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2000; 16 (4): 391–394. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.2000.00178.x>
39. Суфианов А.А., Садыкова О.Н., Якимов Ю.А., Суфианов Р.А. Ультразвуковое исследование швов черепа как метод диагностики краниосинозозов у детей. *Педиатрия. Журнал имени Г.Н. Сперанского.* 2019; 98 (5): 40–46. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2019-98-5-40-46>
40. Sufianov A.A., Sadykova O.N., Iakimov I.A., Sufianov R.A. Ultrasound examination of cranial sutures as a method for craniosynostosis diagnosis in children. *Journal “Pediatria” named after G.N. Speransky.* 2019; 98 (5): 40–46. <https://doi.org/10.24110/0031-403X-2019-98-5-40-46> (In Russian)
41. Fjortoft M. I., Sevely A., Boetto S. Prenatal diagnosis of craniosynostosis: value of MR imaging. *Neuroradiology.* 2007; 49 (6): 515–521. <https://doi.org/10.1007/s00234-007-0212-6>
42. Yu M., Ma L., Yuan Y. Cranial suture regeneration mitigates skull and neurocognitive defects in craniosynostosis. *Cell.* 2021; 84 (1): 243–256.e18. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.11.037>
43. Stanton E., Urata M., Chen J.-F., Chai Y. The clinical manifestations, molecular mechanisms and treatment of craniosynostosis. *Disease Models & Mechanisms.* 2022; 15. dmm049390. <https://doi.org/10.1242/dmm.049390>

Prenatal ultrasound diagnosis of craniosynostosis: problems and possibilities using a clinical case as an example

I.V. Klimova^{1*}, M.N. Shakaya¹, E.B. Efimkova¹, E.V. Dulaeva¹,
A.A. Yakubina¹, T.A. Yarygina^{1, 2, 3}

¹ V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology; 22a, Pokrovka str., Moscow 101000, Russian Federation

² A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 135, Rublevskoye shosse, Moscow 121552, Russian Federation

³ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; 6, Miklukho-Maklay str., Moscow 117198, Russian Federation

Inna V. Klimova – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Senior Research Fellow of the Department of Ultrasound Diagnostics, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-0868-5695>

Marika N. Shakaya – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Head of the Neonatology Department, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-3838-3321>

Ekaterina B. Efimkova – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Head of the Obstetric Observational Department, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4325-0654>

Elena V. Dulaeva – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Research Fellow of the Obstetric Observational Department, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9813-057X>

Anna A. Yakubina – M.D., Junior Researcher of the Neonatology Department, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-6246-5546>

Tamara A. Yarygina – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Ultrasound Diagnostics, V.I. Krasnopolsky Moscow Regional Scientific Research Institute of Obstetrics and Gynecology; Research Fellow at the perinatal cardiology center, A.N. Bakulev National Medical Research Center of Cardiovascular Surgery; Associate Professor of the Department of Ultrasound Diagnostics of the Faculty of Continuing Medical Education, Medical Institute of the Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-6140-1930>

Correspondence* to Dr. Klimova Inna Vladimirovna – e-mail: Inna.klimova@gmail.com

Craniosynostosis is the process of premature fusion of the sutures of the skull. There is a high risk of both the maternal and fetal trauma during delivery of a child with craniosynostosis, if the condition is left untreated, complications such as raised intracranial pressure, neurocognitive disorders and cosmetic defects may be implicated. Prenatal ultrasound's detection rate of craniosynostosis is low. We present a clinical description of a patient with isolated fetal sagittal craniosynostosis during pregnancy. The following ultrasound signs were found during the study: scaphocephalic head shape, dropping growth of the biparietal diameter and cephalic index, the stable growth of the head circumference as the pregnancy progressed, the absence of hypoechogenicity of the sagittal suture, brain shadowing sign, a bony groove in the area of the synostosis by 3D ultrasound. After birth, the diagnosis was confirmed by computed tomography of the brain, surgical treatment was performed at the age of three months. Our clinical case and literature data suggest that craniosynostosis could be diagnosed antenatally. If a fetal head size value, a cephalic index outside the normal range, or a change in them during pregnancy is detected, a detailed scan of the fetal skull and cranial sutures, including 3D scanning, should be performed. An increase in antenatal diagnosis of craniosynostosis will enable to a decrease in maternal trauma and perinatal complications.

Keywords: craniosynostosis; sagittal synostosis; scaphocephaly; prenatal diagnosis; three-dimensional ultrasonography

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Klimova I.V., Shakaya M.N., Efimkova E.B., Dulaeva E.V., Yakubina A.A., Yarygina T.A. Prenatal ultrasound diagnosis of craniosynostosis: problems and possibilities using a clinical case as an example. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 24–36. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-286> (In Russian)

Received: 16.08.2024.

Accepted for publication: 02.12.2024.

Published online: 30.01.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-297>

Пренатальная диагностика геминазальной гипоплазии: описание редкого клинического наблюдения

Ю.Г. Вишневская¹, М.М. Буланова^{2, 3*}

¹ ГБУЗ Владимирской области “Родильный дом №2 г. Владимира”;

600001 Владимир, ул. Офицерская, д. 6, Российская Федерация

² ГБУЗ “Городская клиническая больница №67 имени Л.А. Ворохобова ДЗ города Москвы”; 123423 Москва, ул. Саляма Адиля, д. 2/44, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”; 119991 Москва, Ленинские горы, д. 1, Российская Федерация

Геминазальная гипоплазия/аплазия – это аномалия развития из спектра нарушений формирования носовой полости, наружного носа и придаточных пазух, характеризующаяся их недоразвитием или частичным отсутствием. В мире описано менее ста случаев данной патологии, единичные из которых были выявлены пренатально. Представляем наблюдение диагностики геминазальной гипоплазии, заподозренной по данным УЗИ III триместра, когда у плода было обнаружено недоразвитие крыла носа и носового хода справа. В статье отражены ультразвуковые признаки данной аномалии развития, выявленные пренатально, а также детали диагностики полного спектра нарушений формирования носа, глаза и лицевого скелета, обнаруженных в течение первых лет жизни ребенка. Описан дифференциально-диагностический ряд, включающий в себя атрезию хоан в ассоциации с CHARGE-синдромом и челюстно-лицевую микросомию, а также рассмотрены схожие клинические описания, представленные в мировой литературе.

Ключевые слова: геминазальная гипоплазия; аномалии развития носа; пренатальная диагностика; ультразвуковая диагностика

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Вишневская Ю.Г., Буланова М.М. Пренатальная диагностика геминазальной гипоплазии: описание редкого клинического наблюдения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 37–46. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-297>

Поступила в редакцию: 21.09.2024.

Принята к печати: 17.12.2024.

Опубликована online: 07.03.2025.

Вишневская Юлия Германовна – врач ультразвуковой диагностики ГБУЗ Владимирской области “Родильный дом №2 г. Владимира”, Владимир. <http://doi.org/0009-0000-4539-4355>

Буланова Мария Михайловна – врач ультразвуковой диагностики отделения антенатальной охраны плода ГБУЗ “Городская клиническая больница №67 имени Л.А. Ворохобова ДЗ города Москвы”; аспирант кафедры акушерства и гинекологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова”, Москва. <http://doi.org/0000-0002-9569-3334>

Контактная информация*: Буланова Мария Михайловна – e-mail: mariabulanova98@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Геминазальная аплазия, или гемиариния (ГА), – это состояние, при котором отсутствуют одна половина наружного носа и носовой ход [1, 2]. Чаще всего оно проявляется отсутствием мягких тканей носа и прилегающих структур. ГА относится к аномалиям верхней части лица – I группе фронтоназальных дефектов по классификации Mazzola и соавт., в которой выделяют такие пороки развития, как ариния, гемиариния и гемиариния с формированием пробосциса (*proboscis lateralis*) [1]. *Proboscis lateralis* – редкая врожденная аномалия, встречающаяся примерно у 1 из 100 000 новорожденных, которая может ассоциироваться с геминазальной гипоплазией, аплазией и атрезией хоан [3].

Выраженность самого фронтоназального дефекта может варьировать от гипоплазии (недоразвития или частичного отсутствия структур носа) до полной аплазии (аринии/гемиаринии) [2, 4].

Геминазальная аплазия/геминазальная гипоплазия (ГА/ГГ) может быть ассоциирована с аномалиями развития лицевого черепа (в том числе атипичными расщелинами лица), органа зрения (микрофтальм, микрокорнея, увеальная колобома, вывих хрусталика, дистопия века, гипертелоризм, синифриз, блефарофимоз, широкая верхняя глазная щель и, редко, анофтальм) и другими проявлениями спектра челюстно-лицевой микросомии (синдрома Гольденхара/окулоаурикуло-вертебральной дисплазии) [1, 2]. Интеллектуальное развитие у пациентов с ГА/ГГ соответствует возрасту [1].

Данная аномалия развития встречается крайне редко – в настоящее время в литературе описано до 100 случаев ГА/ГГ, диагностированных у пациентов как детского, так и взрослого возраста. Этиология может быть обусловлена хромосомными aberrациями и микроделеционными синдромами [4]. Тип наследования может быть аутосомно-доминантным, аутосомно-рецессивным или спорадическим [1]. Известно, что при генетическом исследовании пациентов с ГА/ГГ выявлялись делеции 3q11 и q13, аномалии в хромосомах 3 и 12, инверсии и мозаицизм хромосомы 9 [4].

Среди вариантов этиопатогенеза данной аномалии развития рассматривают следующие теории:

1. Нарушение роста медиальных и латеральных носовых отростков.

2. Раннее слияние медиальных носовых отростков.

3. Недостаточная резорбция эпителиальной пробки носа.

4. Нарушение миграции клеток нервного гребня.

Чаще всего диагноз геминазальной гипоплазии устанавливается после рождения, когда родители обращаются с жалобами на нарушение дыхания или когда они замечают асимметрию лица у ребенка [2]. Но в некоторых случаях может потребоваться оперативное вмешательство уже в раннем неонатальном периоде в связи с повышенным риском неонатальной заболеваемости и смертности, ассоциированных с нарушениями дыхания и питания, наблюдаемых при данной патологии. Данный аспект обуславливает актуальность своевременной пренатальной диагностики ГА/ГГ [1].

Заподозрить аномалии развития носовой полости и наружного носа у плода возможно при проведении скринингового ультразвукового исследования (УЗИ) в сроке 19–21 нед беременности и при исследовании в III триместре. По рекомендациям ISUOG оценка носа и ноздрей плода может проводиться, но она не входит в рутинный протокол скрининга II триместра и УЗИ в III триместре [5, 6]. Тем не менее, согласно приказу Минздрава РФ 1130н, специалист обязан оценить их во время II скрининга и может пользоваться формой приведенного в приказе ультразвукового протокола при проведении внескринингового исследования (в том числе в III триместре), что и позволит выявить возможные признаки аномалий развития наружного носа и носовой полости [7].

Лечение ГА/ГГ в основном представлено спектром реконструктивных вмешательств, направленных на улучшение носового дыхания и достижение эстетического результата. Возраст проведения оперативного лечения зависит от выраженности дефекта и степени нарушения дыхания [2]. При отсутствии дыхательной недостаточности рекомендуется отсрочить хирургическое вмешательство до дошкольного возраста, когда формирование структур лица практически завершено [8].

Клиническое наблюдение

Беременная Б., 31 год. Данная беременность третья, наступила самопроизвольно. Предыдущие беременности протекали без осложнений, дети здоровы. Пациентка обратилась на прием в женскую консультацию при Городской больнице №4 г. Владимира для проведения первого скринингового исследования в сентябре 2021 г. УЗИ проводилось на ультразвуковой системе Voluson E6 конвексным абдоминальным датчиком (частота 2–5 МГц), конвексным объемным абдоминальным датчиком (частота 2–8 МГц).

По данным УЗИ в полости матки обнаружен один живой плод, копчико-теменной размер 71,7 мм, что соответствует 13 нед 3 дням. Маркеров хромосомных аномалий, структурной патологии со стороны плода не выявлено, за исключением наличия единственной артерии пуповины (ЕАП). Также при осмотре хориона выявлено краевое прикрепление пуповины к плаценте и “плацентарная полка”, расположенная по периметру окружности плаценты, при цветовом доплеровском картировании (ЦДК) в ней регистрировался хориальный кровоток (*placenta circumvallate*).

На основании данных УЗИ и биохимических маркеров индивидуальные риски хромосомных аномалий, преждевременных родов, преэклампсии определены как низкие, риск задержки роста плода высокий. Расчет проводился в программе Astraia.

В ноябре 2021 г. в сроке 20 нед и 3 дня выполнено второе скрининговое УЗИ. В полости матки визуализируется один живой плод мужского пола. Размеры плода меньше гестационной нормы и соответствуют 18–19 нед: бипариетальный размер 42 мм, окружность головы 162 мм, окружность живота 134 мм (6,5% по Hadlock-3), длина бедра 27 мм; предполагаемая масса плода 264 г (менее 1% по формуле Hadlock-3). На момент исследования при осмотре лица плода диспропорций, асимметрии глаз или носа отмечено не было.

В пуповине визуализировалось 2 сосуда (ЕАП). При доплерометрии отмечалось нарушение кровотока в маточных артериях (среднее значение пульсационного индекса (PI) 2,29 – выше 95-го перцентиля по Gomez и соавт.).

Был установлен диагноз задержки роста плода (ЗРП), согласно действовавшим на момент исследования критериям. Отметим, что при расчетах и оценке по шкале INTERGROWTH-21, внедренной в практику позже, чем проводилось данное исследование, масса плода соответ-

ствовала 5,6%, что, согласно относительным критериям Delphi, в совокупности с наличием нарушений кровотока в маточных артериях также позволяет установить диагноз ЗРП.

Учитывая раннюю форму ЗРП и ЕАП, для исключения синдромальной патологии рекомендована консультация в ФГБУ НМИЦ акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова. В рамках обследования была выполнена эхокардиография плода в сроке 25–26 нед, по результатам которой данных о грубом пороке развития сердечно-сосудистой системы не выявлено. По данным УЗИ обнаружены микрогастрия, укорочение длинных трубчатых костей (менее 5-го перцентиля, Astraia), “сглаженный” профиль плода и ЕАП. По заключению перинатального консилиума показано проведение инвазивной пренатальной диагностики в связи с повышенным риском синдромальной патологии.

По месту жительства были выполнены амниоцентез и цитогенетическое исследование: хромосомных аномалий не выявлено, определен нормальный мужской кариотип плода. Рекомендовано дальнейшее наблюдение.

В феврале 2022 г. в сроке 32 нед 5 дней в ГБ №4 г. Владимира для оценки дальнейшей динамики роста плода выполнено УЗИ. В полости матки визуализируется один живой плод мужского пола. Размеры плода: бипариетальный размер 81 мм, окружность головы 288 мм, окружность живота 258 мм (1,6%), длина бедра 54 мм (<5%), длина плеча 49 мм (<5%); предполагаемая масса плода 1440 г, 1,2% по Hadlock-3 (1761 г, 29,9-й перцентиль по INTERGROWTH-21), “сглаженный” профиль (рис. 1).

При выполнении 3D-реконструкции лица плода обнаружена асимметрия лицевых структур, гипоплазия правого крыла носа, что послужило показанием к более детальному обследованию (рис. 2).

В В-режиме правая половина носовой полости четко не визуализируется, также было отмечено отсутствие движения жидкости через правый носовой ход (рис. 3, 4). На момент обследования основной диагноз был “атрезия хоаны, носового хода справа”.

Также осмотрены ушные раковины плода: форма, размеры и расположение нормальные с обеих сторон. При осмотре внутренних органов патологии не обнаружено. При осмотре глазниц и глазных яблок на момент исследования патологии также не было выявлено. После рождения ребенка ретроспективно оценены



Рис. 1. Беременность 32 нед 5 дней. При сагиттальном сканировании отмечается гипоплазия средней трети лица.

Fig. 1. Gestational age 32 weeks 5 days. Sagittal ultrasound view shows mid-face hypoplasia.



Рис. 2. Исследование объемным датчиком в режиме 3D: отмечается нечеткая визуализация правого крыла носа.

Fig. 2. 3D imaging with a volume probe: unclear imaging of the right nasal wing.



Рис. 3. В-режим. При поперечном сканировании на уровне носовой полости определяется отсутствие анэхогенного участка, соответствующего в норме правому носовому ходу (стрелка). Носовой ход слева сформирован правильно, в просвете анэхогенное содержимое (тонкая стрелка).

Fig. 3. B-mode. Axial view at the level of the nasal cavity shows the absence of an anechoic area corresponding to the normal right nasal passage (arrow). The left nasal passage is properly formed and seen as an anechoic area in the left part of the nasal cavity (thin arrow).



Рис. 4. При поперечном сканировании на уровне полости носа отсутствует движение жидкости через правый носовой ход (стрелка). Носовой ход слева сформирован правильно, отмечается ток жидкости через него (тонкая стрелка).

Fig. 4. The absence of fluid flow through the right nasal passage (arrow) at the axial plane at the level of the nasal cavity. The left nasal passage is properly formed, with visible fluid flow (thin arrow).



Рис. 5. В-режим. Слева: глазные яблоки практически симметричны. Справа (косой срез): кзади от хрусталика справа визуализируется эхогенный фокус.

Fig. 5. B-mode. Left: no orbital asymmetry is seen. Right (oblique view): a hyperechoic focus is visible behind the lens.

диаметры глазниц, достоверно асимметрия глазных яблок не отмечается. Обращает на себя внимание наличие эхогенного локуса в структуре правого глазного яблока, видимого не во всех срезах, расположенного непосредственно кзади от хрусталика (артефакт? гиалоидная артерия?). Прозрачность хрусталика сохранена (рис. 5). Также отмечалось увеличение толщины плаценты (61 мм) за счет компактного расположения (по типу “шарика”). Сохранялось нарушение кровотока в маточных артериях (среднее значение PI 1,39 – выше нормы).

Учитывая нормальный кариотип плода и отказ матери от дальнейшего обследования, с целью выявления других возможных генетических аномалий продолжено динамическое наблюдение, контроль доплерометрических показателей, темпов роста плода.

В сроке 38 нед выполнено экстренное родоразрешение путем операции кесарева сечения по поводу преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты. Родился живой доношенный мальчик массой тела 2080 г, длиной 48 см, окружность головы 31 см, окружность груди 28 см, оценка по шкале Апгар 7/8 баллов.

При рождении состояние ребенка определено как тяжелое по основному заболеванию – врожденный порок развития. При осмотре отмечаются признаки односторонней гипоплазии лица, микрофтальмия (правый глаз открывался с трудом), атрезия крыла носа справа (рис. 6), конечности укорочены.

Наблюдение и лечение проводилось в акушерском физиологическом отделении, однако на 2-е сутки жизни отмечено ухудшение состоя-



Рис. 6. Фото сразу после рождения. Отмечается асимметрия лица, аплазия полости носа справа.

Fig. 6. Picture taken immediately after birth. Facial asymmetry and aplasia of the right nasal cavity are present.

ния новорожденного: появились иктеричность кожных покровов, шумы при аускультации сердца. По данным лабораторных исследований отмечалось повышение воспалительных маркеров, уровня билирубина. Ребенок был переведен в отделение патологии новорожденных и недоношенных детей, где при поступлении также отмечены мышечная гипотония, гипорефлексия. Проводилась антибактериальная, инфузионная терапия и фототерапия, с эффектом.

В стационаре проведено обследование по поводу основного заболевания. Выполнено цитогенетическое исследование: кариотип мужской, нормальный. По данным УЗИ органов брюшной полости патологии не выявлено. По данным эхокардиографии обнаружены признаки вторичного дефекта межпредсердной перегородки и верхушечного мышечного дефекта межжелудочковой перегородки (ДМЖП) небольших размеров, гемодинамически малозначимых. Компьютерная томография (КТ) головы: признаки атрезии полости носа справа, гипоплазии носа справа в переднем и среднем отделе, аплазии носовых раковин и ячеек решетчатого лабиринта справа, правостороннего искривления носовой перегородки. Новорожденный осмотрен офтальмологом: отмечается врожденная микрофтальмия справа, рекомендован контроль в возрасте 1 года, а также оториноларингологом: признаки аплазии полости носа справа, рекомендовано наблюдение, повторная консультация в возрасте 3 лет.



Рис. 7. На момент фото мальчику 2 года. Небольшая асимметрия лица за счет правых отделов. Аплазия крыла и преддверия носа справа (геминальная гипоплазия). Правый глаз – протез.

Fig. 7. Picture of the child at 2 years of age. Mild facial asymmetry due to the right-side malformations. Aplasia of the right nasal wing and nasal cavity atresia (heminasal hypoplasia). OD – prosthesis.

Выписан на 30-е сутки жизни в удовлетворительном состоянии под наблюдение специалистов по месту жительства.

В возрасте 2 мес осмотрен офтальмологом: отмечается микрофтальмия OD, колобома радужки, катаракта, рекомендовано выполнение электрофизиологического исследования глаза, решение вопроса об экстракции катаракты. Спустя год повторно осмотрен офтальмологом, учитывая практически полное отсутствие зрения OD, направлен в Центр глазного протезирования в Москве, выполнено протезирование правого глаза. При осмотре в 2024 г.: физиологическая гиперметропия слева, справа – протез.

Контрольная эхокардиография в 2023 г. (возраст 11 мес): дефект 1,5–2 мм на границе средней и верхушечной трети межжелудочковой перегородки, гемодинамически незначимый. Кардиологом рекомендован контроль в 6 лет.

Также ребенок осмотрен челюстно-лицевым хирургом в Российской детской клиниче-

ской больнице РНИМУ им. Н.И. Пирогова в 2023 г., установлен диагноз: гемифасциальная микросомия. Показано динамическое наблюдение, решение вопроса о хирургической коррекции рекомендовано не ранее чем в возрасте 4–5 лет.

В настоящее время ребенок продолжает наблюдаться у офтальмолога, челюстно-лицевого хирурга для решения вопроса о дальнейшей коррекции пороков. Отмечается небольшое отставание в физическом развитии, нейропсихическое развитие согласно возрасту, носит протез OD, сохраняется асимметрия лица за счет гипоплазии носа справа (рис. 7).

ОБСУЖДЕНИЕ

Описанное нами наблюдение посвящено трудностям диагностики достаточно редкой врожденной аномалии носовой полости – геминальной гипоплазии. В ходе наблюдения за течением беременности, развитием плода и новорожденного в дифференциально-диагностический ряд был включен широкий спектр нозологий: атрезия хоаны и CHARGE-синдром, черепно-лицевая микросомия, атрезия полости носа.

Первоначально как основной диагноз нами рассматривалась односторонняя атрезия хоаны и возможная ее ассоциация с CHARGE-синдромом. Данное генетическое заболевание обусловлено мутацией в гене CHD7 и характеризуется пороками развития различных органов: С – поражение органа зрения (колобома), Н – аномалии сердца и сосудов, А – атрезия хоан, R – задержка роста, G – урогенитальные аномалии, E – аномалии органа слуха [9]. В пользу данного диагноза выступали наличие у ребенка ДМЖП, задержки роста и стойкое подозрение на атрезию хоаны справа. Однако, учитывая данные проведенного постнатального обследования (оториноларингологический осмотр, КТ) и нормальное интеллектуальное развитие ребенка, было принято решение отказаться от данного диагноза.

Вторым возможным диагнозом являлась черепно-лицевая микросомия (черепно-лицевая микросомия, прежние названия “гемифасциальная микросомия”, “синдром Гольденхара”). Данная патология характеризуется неправильным развитием половины лица за счет нарушения дифференциров-

ки 1-й и 2-й жаберных дуг. ЧЛМ может включать в себя одно/двусторонние аномалии лица, уха, глаз, вертебральные патологии различной степени тяжести [10]. В спектр клинических проявлений наиболее часто включают асимметрию лица, недоразвитие лицевых мышц и повреждение лицевых нервов, расщелины губы и нёба, микро-/аномалию, сужение челюсти, аномалии зубного ряда, отсутствие, гипоплазию или дисплазию наружного уха, глухоту [11]. У ребенка в нашем клиническом наблюдении действительно отмечается уменьшение правой половины лица в сравнении с левой, а также уменьшение размера глазного яблока справа, что позволяет заподозрить у него ЧЛМ. Для установления диагноза требуется наличие следующих признаков: расщелина губы или нёба, асимметрия лица, наличие кожных привесков, чаще околоушных. В нашем наблюдении у ребенка отмечался только один из этих признаков.

Третьим возможным диагнозом было наличие у ребенка порока развития из спектра нарушений формирования полости и наружного носа, в частности ГА/ГГ. Нос развивается из лобно-носового отростка и двух носовых плакод. На 3–4-й неделе эмбрионального развития начинает формироваться лобно-носовой отросток и одновременно с ним возникают два двусторонних утолщения эктодермы (плакоды). К 5-й неделе плакоды подразделяются на медиальный и латеральный отростки. Носовые ямки углубляются, образуя носовую полость, которая отделена от ротовой полости тонкой носогубной складкой. На 6-й неделе носогубная складка разрывается, образуя хоаны. Медиальные носовые отростки с обеих сторон срастаются, образуя носовую перегородку и нёбную занавеску, в то время как латеральные отростки развиваются в наружную стенку носа, носовые кости, хрящи и крылья носа. Нарушение развития плакод, вероятно, и приводит к врожденным аномалиям развития, таким как отсутствие, гипоплазия носа или его половины [12].

На настоящий момент для нас наиболее вероятным представляется именно этот диагноз ввиду наличия следующих признаков: КТ-признаки атрезии полости носа справа, гипоплазии носа справа в переднем и среднем отделе, аплазии носовых раковин и ячеек решётчатого лабиринта справа,

девиации носовой перегородки, а выявленные у ребенка проявления ЧЛМ (асимметрия лица, микроофтальмия и нарушение формирования глазного яблока справа) могут наблюдаться в ассоциации с ГА/ГГ, как указывалось ранее. Также в пользу диагноза выступает нормальный уровень психического и интеллектуального развития ребенка.

В литературе в основном представлены постнатальные клинические описания случаев геминальной аплазии. S.-W. Yoo и соавт. описали редкое наблюдение геминальной гипоплазии у новорожденного. Сразу после рождения обращала на себя внимание только незначительная асимметрия крыльев носа. Тем не менее спустя несколько часов у ребенка появились признаки тяжелого стеноза правого носового хода. По данным КТ, проведенной на 2-е сутки жизни, обнаружена деформация правой половины носа: асимметричная деформация преддверия носа, носовой кости и хрящевого каркаса, интраназальная киста справа и отсутствие решётчатого лабиринта при неповрежденной верхнечелюстной пазухе. С левой стороны внешний нос, полость носа, решётчатый лабиринт и верхнечелюстная пазуха интактны [13]. Проявления геминальной гипоплазии, описанные в данной публикации, наиболее схожи с проявлениями у ребенка в нашем наблюдении.

R. Meel и соавт. описали случай хирургической коррекции у пациента с геминальной аплазией. По данным предоперационной КТ у пациента отмечались облитерация левой верхнечелюстной пазухи и полости носа, гипоплазия лобной и решётчатых пазух с левой стороны, искривление носовой перегородки влево. С контралатеральной стороны строение носовой полости и пазух нормальное [1]. Данная рентгенологическая картина также схожа с таковой в нашем клиническом наблюдении, что выступает в пользу предполагаемого диагноза.

Схожие признаки приводят и J.R. Bryant и соавт. в своей работе. Авторы проводили геминальную реконструкцию у пациента с ГА/ГГ, у которого отмечались отсутствие всей левой половины наружного носа и отсутствие передних двух третей носовой перегородки, односторонняя грушевидная апертура, асимметрия верхнечелюстных, решётчатых и клиновидных пазух, частич-

ная расщелина верхней челюсти и асимметрия глазниц (левая меньше и расположена ниже) [2].

Некоторые авторы, например, также описывают случаи ГА/ГГ в сочетании с аномалиями развития глаза (колобомой), асимметрией нижней челюсти и задержкой роста и физического развития [4, 14, 15]. Эти особенности также были обнаружены и в нашем клиническом наблюдении.

В случае сочетания ГА/ГГ с формированием пробосциса (*proboscis lateralis*) КТ-картина полости носа практически не отличается. Главным различием выступает наличие односторонней трубчатой структуры, отходящей на уровне глабеллы, не имеющей коммуникации с дыхательными путями [3, 16]. В некоторых случаях вместо пробосциса может наблюдаться небольшое мягкотканное образование на уровне крыла носа с расположенным позади него редуцированным носовым ходом. Данная ситуация является более благоприятной для последующего реконструктивного вмешательства [17].

В доступной литературе нами обнаружено всего несколько случаев пренатальной диагностики пороков данного спектра, и у обоих плодов аплазия была ассоциирована с формированием пробосциса. Так, Т. Elger и соавт. отметили следующие ультразвуковые признаки геминальной гипоплазии в сочетании с пробосцисом у плода при исследовании в сроке 21 нед: визуализировался нос с одной ноздрей и трубчатым образованием, расположенным рядом с носом [18]. В другой публикации представлено наблюдение аринии с формированием двух пробосцисов. При проведении УЗИ в сроке 30 нед (скрининговое исследование II триместра не проводилось) у плода не визуализировались нос и ноздри, были обнаружены два экзогенных тяжа, берущих начало от лба, глазные яблоки не визуализировались. Также у плода была диагностирована голопрозэнцефалия [19]. Наконец, S.-W. Yoo и соавт. приводят случай постнатальной диагностики ГА/ГГ, в котором пренатально данная патология у плода не выявлена [13].

Таким образом, диагностика ГА/ГГ возможна как при проведении пренатального скрининга, так и при УЗИ во внескрининговые сроки. При исследовании следует об-

ращать внимание на наличие, форму и симметричность ноздрей и носа. Своевременная пренатальная диагностика позволит маршрутизировать пациентку в учреждение третьего уровня для дообследования, уточнения тактики ведения беременности, родов и послеродового периода, учитывая риск постнатальных осложнений, ассоциированных с нарушением проходимости дыхательных путей. Учитывая наличие литературных данных о генетических причинах развития данного порока, следует также рассматривать возможность проведения консультирования генетиком и инвазивной диагностики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пренатальная диагностика редких аномалий развития, в частности нарушения формирования носовой полости и наружного носа, имеет определенные трудности, связанные как с техническими аспектами проведения исследования, так и нетипичностью ультразвуковой картины и сложностью дифференциальной диагностики.

Согласно нормативным документам, врач ультразвуковой диагностики при проведении скринингового исследования в 19–21 нед беременности должен оценить нос и ноздри плода, а при проведении внескринингового исследования, например УЗИ в III триместре, может брать за основу протокол, приведенный в приказе Минздрава РФ 1130н. Таким образом, при соблюдении регламента исследования и в случае наличия патологии должны визуализироваться признаки нарушения формирования структур носа. Использование 3D-реконструкции лица плода также может помочь в диагностике данной аномалии развития.

В представленном нами наблюдении описаны ультразвуковые признаки геминальной гипоплазии у плода, выявленные, к сожалению, только в III триместре: отсутствие правой ноздри и тока жидкости справа в режиме ЦДК. Дообследование ребенка после рождения и в первые годы жизни позволило уточнить спектр нарушений формирования носовой полости, наружного носа и придаточных пазух, а также органа зрения и лицевого черепа. Нами приведен основной дифференциально-диагностический ряд и указаны критерии, на основа-

нии которых сформулирован наиболее вероятный диагноз.

Описанное наблюдение аномалии развития верхних дыхательных путей, впервые заподозренной при пренатальном обследовании, актуально ввиду важности его своевременной диагностики. Гипоплазия/аплазия носа в раннем неонатальном периоде может быть ассоциирована с нарушениями дыхания и глотания (в особенности двустороннее поражение), увеличивающими риск младенческой заболеваемости и смертности. Выявление во время УЗИ плода признаков, указывающих на несовершенное формирование носовой полости и наружного носа, требует тщательной оценки анатомии других органов и систем (особенно структур лица: ушных раковин, глаз, челюсти и губ, а также сосудов и сердца). Пренатальное выявление данной патологии позволит обозначить ряд возможных диагнозов, обеспечивая тем самым своевременную маршрутизацию пациентки и формирование индивидуальной тактики ведения беременности, родов и неонатального периода.

Участие авторов

Вишневецкая Ю.Г. – концепция и дизайн исследования, сбор, обработка анализ и интерпретация полученных данных, написание и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Буланова М.М. – обзор публикаций по теме статьи, написание, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне статьи.

Authors' participation

Vishnevskaya Yu.G. – concept and design of the study, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing and text editing, participation in scientific design, approval of the final version of the article.

Bulanova M.M. – review of publications, writing, text preparation and editing, participation in scientific design.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Meel R., Samdani A., Agrawal S., Das D. Opening a Dacryocystorhinostomy into the Opposite Nasal Cavity in a Case of Hemiarhinia. *BMJ Case Rep.* 2022; 15 (1): 2021–2023. <https://doi.org/10.1136/bcr-2021-245424>
2. Bryant J.R., Stein J.R., Boyajian M.K. et al. Heminasal Reconstruction Utilizing Presurgical Planning, Template-Based Cartilage Reconstruction and Tissue Expansion. *J. Craniofacial Surg.* 2020; 31 (6): 1724–1726. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000006522>
3. Galiè M., Clauser L. C., Tieghi R. et al. The Arrhinias: Proboscis Lateralis Literature Review and Surgical Update. *J. Cranio-Maxillofacial Surg.* 2019; 47 (9): 1410–1413. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2018.12.013>
4. Abulezz T. Congenital Heminasal Aplasia: Clinical Picture, Radiological Findings, and Follow-up after Early Surgical Intervention. *J. Craniofacial Surg.* 2019; 30 (3): E199–E202. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000005091>
5. Khalil A., Sotiriadis A., D'Antonio F. et al. ISUOG Practice Guidelines: Performance of Third-Trimester Obstetric Ultrasound Scan. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 63 (1): 131–147. <https://doi.org/10.1002/uog.27538>
6. Salomon L.J., Alfirevic Z., Berghella V. et al. ISUOG Practice Guidelines (Updated): Performance of the Routine Mid-Trimester Fetal Ultrasound Scan. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2022; 59 (6): 840–856. <https://doi.org/10.1002/uog.24888>
7. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 20.10.2020 № 1130н “Об утверждении порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология»”. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated October, 20 2020 No. 1130n “On approval of the procedure for providing medical care in the field of obstetrics and gynecology”. (In Russian)
8. Gupta G., Diwana V.K., Mahajan K., Chauhan R. Unusual Case of Hemiarhinia. *BMJ Case Rep.* 2017; 2017 1–2. <https://doi.org/10.1136/bcr-2017-219239>
9. Andaloro C., La Mantia I. Choanal Atresia. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2024.
10. Внукова Е.В., Саватеева О.И., Васильев И.С., Шумилов П.В., Саркисян Е.А., Ворона Л.Д., Макрова Л.М., Цилинская О.В. Вариабельность клинических проявлений при окуло-аурикуло-вертебральном спектре (синдром Гольденхара). *Вопросы детской диетологии.* 2023; 21 (2): 53–62. <https://doi.org/10.20953/1727-5784-2023-2-53-62>
11. Vnukova E. V., Savateeva O. I., Vasiliev I.S. et al. Variability of Clinical Manifestations of Oculo-Auriculo-Vertebral Spectrum (Goldenhar Syndrome). *Voprosy Detskoi Dietologii.* 2023; 21 (2): 53–62. <https://doi.org/10.20953/1727-5784-2023-2-53-62> (In Russian)
12. Young A., Spinner A. Hemifacial Microsomia. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023.
13. Nishimura Y. Embryological Study of Nasal Cavity Development in Human Embryos with Reference to Congenital Nostril Atresia. *Acta Anat. (Basel).* 1993; 147 (3): 140–144.
14. Yoo S.-W., Jeong H.M., Lee S.H., Lee J.H. A Case of Congenital Heminasal Hypoplasia with an Intranasal Cyst: An Extremely Rare Occurrence. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2013; 77 (4): 585–587. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2012.12.025>

14. Horoz U., Kuroki T., Shimoyama M., Yoshimoto S. Approach to Half-Nose and Proboscis Lateralis. *J. Craniofacial Surg.* 2018; 29 (8): 2234–2236. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000004803>
15. Fisher M., Zelken J., Redett R.J. Heminasal Agenesis: A Reconstructive Challenge. *J. Craniofacial Surg.* 2014; 25 (3): 239–241. <https://doi.org/10.1097/SCS.0000000000000542>
16. Paul K., Dhanraj P., Gupta A.K., Babu S. Heminasal Aplasia: A Report of Two Cases. *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2007; 59 (1): 58–59. <https://doi.org/10.1007/s12070-007-0017-2>
17. Fischer H., Eppstein R.J., Von Gregory H.F., Gubisch W. Nasal Reconstruction in Heminasal Deficiency (Proboscis Lateralis): Two Case Reports, with Airway Reconstruction in One Case. *Facial. Plastic. Surg.* 2014; 30 (3): 365–370. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1376880>
18. Elger T., Wiechers C., Hoopmann M., Kagan K.O. Prenatal Diagnosis of Proboscis Lateralis. *Arch. Gynecol. Obstet.* 2024; 310 (2): 711–712. <https://doi.org/10.1007/s00404-024-07570-7>
19. Kolluru V., Coumary S. Proboscis Lateralis: A Rare Bilateral Case in Association with Holoprosencephaly. *J. Clin. Diagn. Res.* 2015; 9 (8): QD03–QD04. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12950.6344>

Heminasal hypoplasia prenatal diagnosis: a rare case report

Yu.G. Vishnevskaya¹, M.M. Bulanova^{2, 3*}

¹ Maternity Hospital No. 2 of the City of Vladimir; 6, Ofiterskaya str., Vladimir 600001, Russian Federation

² L.A. Vorohobov City Clinical Hospital No. 67; 2/44, Salyam Adil str., Moscow 123423, Russian Federation

³ Lomonosov Moscow State University; GSP-1, Leninskie Gory, Moscow 119991, Russian Federation

Yulia G. Vishnevskaya – M.D., ultrasound diagnostics doctor, Maternity Hospital No. 2 of the City of Vladimir, Vladimir. <http://doi.org/0009-0000-4539-4355>

Maria M. Bulanova – M.D., ultrasound diagnostics doctor, L.A. Vorohobov City Clinical Hospital No. 67; PhD student of the Department of Obstetrics and Gynecology of Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University, Moscow. <http://doi.org/0000-0002-9569-3334>

Correspondence* to Maria M. Bulanova – e-mail: mariabulanova98@gmail.com

Heminasal hypoplasia/aplasia is a developmental anomaly within the spectrum of disorders affecting the formation of the nasal cavity, external nose, and sinuses, characterized by underdevelopment or partial absence of these structures. Fewer than 100 cases of this pathology have been described worldwide, with only a few detected prenatally. The article presents a case of heminasal hypoplasia suspected by third-trimester ultrasound, where underdevelopment of the right nasal wing and nasal passage was detected in the fetus. The article outlines the prenatal ultrasound features of this developmental anomaly, as well as details of diagnosing a full spectrum of nasal, ocular, and craniofacial skeletal malformations detected in the first years of the child's life. The discussion includes a differential diagnosis, which considers choanal atresia in association with CHARGE-syndrome and maxillofacial microsomia, and reviews similar clinical descriptions presented in the global literature.

Keywords: heminasal hypoplasia; nasal malformations; prenatal diagnostics; ultrasound

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Vishnevskaya Yu.G., Bulanova M.M. Heminasal hypoplasia prenatal diagnosis: a rare case report. *Ultrasound and Functional Diagnostics.* 2025; 31 (1): 37–46. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-297> (In Russian)

Received: 21.09.2024.

Accepted for publication: 17.12.2024.

Published online: 07.03.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-278>

Ультразвуковая диагностика серозных опухолей яичников: возможности, сложности, перспективы (обзор литературы)

**М.А. Чекалова¹, А.И. Карселадзе², И.Ю. Давыдова³,
М.Н. Буланов^{4, 5}, В.С. Кряжева^{6*}**

¹ ФГБУ “Федеральный научный клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства” Российской Федерации; 115682 Москва, Ореховый бульвар, д. 28, Российская Федерация

² ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Академика Опарина, д. 4, Российская Федерация

³ ГБУЗ “Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова” ДЗ города Москвы; 111123 Москва, шоссе Энтузиастов, д. 86, Российская Федерация

⁴ ГБУЗ Владимирской области “Областная клиническая больница”; 600023 Владимир, Судогодское шоссе, д. 41, Российская Федерация

⁵ ФГБОУ ВПО “Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого”; 173003 Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, д. 41, Российская Федерация

⁶ ГБУЗ “Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка»” ДЗ города Москвы; 108814 Москва, п. Коммунарка, ул. Сосенский стан, д. 8, Российская Федерация

Чекалова Марина Альбертовна – профессор, доктор мед. наук, профессор кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ “Федеральный научный клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий” ФМБА России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Карселадзе Аполлон Иродионович – доктор мед. наук, профессор, советник генерального директора ФГБУ “Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова” Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-9660-923X>

Давыдова Ирина Юрьевна – доктор мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела онкохирургии органов таза ГБУЗ “Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова” ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0031-7406>

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>

Кряжева Варвара Сергеевна – канд. мед. наук, врач ультразвуковой диагностики Центра амбулаторной онкологической помощи ГБУЗ “Московский многопрофильный клинический центр «Коммунарка»” ДЗ города Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-0934-7011>

Контактная информация*: Кряжева Варвара Сергеевна – e-mail: Salvaje2005@yandex.ru

Несмотря на то что многочисленные попытки исследователей решить проблему скрининга рака яичников с помощью трансвагинальной эхографии не увенчались успехом, тем не менее ее использование в диагностике опухолей яичников вполне обоснованно и целесообразно. Проанализированы современные отечественные и зарубежные данные, касающиеся вопросов дифференциальной диагностики между серозной пограничной опухолью и low grade серозной карциномой яичников. Ультразвуковое исследование является наиболее часто используемым диагностическим тестом для диагностики опухолей яичников. Ультразвуковое исследование с использованием современных ультразвуковых технологий, проведенное опытным специалистом, позволяет избежать ненужных или неэффективных операций. Результаты визуализации, характерные для пограничных серозных новообразований и опухолей низкой степени злокачественности, важны для своевременной правильной дифференциальной диагностики, результатом которой является выбор адекватного объема хирургического лечения этой категории пациенток. Улучшение диагностической визуализации рака яичников открывает перспективы для повышения эффективности лечения и вместе с тем изучения возможностей ранней диагностики серозных пограничных опухолей яичников и серозных карцином низкой степени злокачественности.

Ключевые слова: рак яичников; пограничные опухоли яичников; ультразвуковая диагностика; серозные опухоли яичников

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Чекалова М.А., Карселадзе А.И., Давыдова И.Ю., Буланов М.Н., Кряжева В.С. Ультразвуковая диагностика серозных опухолей яичников: возможности, сложности, перспективы (обзор литературы). *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 47–59. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-278>

Поступила в редакцию: 12.06.2024.

Принята к печати: 29.11.2024.

Опубликована online: 05.02.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Долгие годы рак яичников (РЯ) остается самой смертоносной гинекологической злокачественной опухолью в нашей стране и за рубежом. Большинство смертей от рака вызваны серозной карциномой яичников. Вместе с тем серозные опухоли яичников представляют собой большую группу разнообразных гистологических вариантов [1]. Поведение серозных опухолей яичников варьирует от доброкачественного до злокачественного, и дифференциация между этими новообразованиями важна для оказания помощи онкогинекологам в планировании лечения и наблюдения. Серозный РЯ подразделяют на опухоли высокой и низкой степени злокачественности с различными клиническими и молекулярными характеристиками и прогностическими факторами [2–4]. Серозные карциномы высокой степени злокачественности (HGSC – High-grade serous carcinoma) составляют примерно 70% случаев РЯ и являются причиной большинства смертей от этого заболевания [3, 5, 6]. Эти виды рака обычно диагностируют на поздних (III/IV) стадиях

заболевания, когда 5-летняя выживаемость составляет примерно 30%. Серозный РЯ низкой степени злокачественности (LGSC – low-grade serous carcinoma) является относительно недавно новым выделенным морфологическим вариантом, который предложили в середине 1980-х и официально определили в 2004 г. [5]. Эта опухоль считается редкой и недостаточно изученной из-за ее низкой частоты. Серозные карциномы низкой степени злокачественности встречаются реже, составляют около 5% всех РЯ, и они часто протекают более вяло, чем их аналоги высокой степени злокачественности. Хотя LGSC обычно менее агрессивны, они относительно устойчивы к химиотерапии и часто представляют значительные трудности при лечении.

Серозные пограничные опухоли яичников (СПОЯ) занимают промежуточное положение между доброкачественными и злокачественными новообразованиями, в сравнении с инвазивным раком характеризуются вялотекущим течением [2]. В среднем они появляются примерно на 10–15 лет раньше, чем инвазивный рак, т.е. в репро-

дуктивном периоде жизни женщины, что делает сохранение фертильности важным аспектом в проблеме определения тактики ведения пациенток при СПОЯ [2].

Хотя многочисленные попытки исследователей решить проблему скрининга РЯ с помощью трансвагинальной эхографии не увенчались успехом, тем не менее ее использование в диагностике опухолей яичников (ОЯ) вполне обосновано и целесообразно. Результаты визуализации, характерные для пограничных опухолей и серозных раков низкой и высокой степени злокачественности, важны для дифференцировки диагноза и планирования объема хирургического лечения этой категории пациенток [6]. Улучшение диагностической визуализации РЯ не только является гарантом того, что онкологические больные получают соответствующее адекватное хирургическое лечение, но также потенциально может сократить количество ненужных вмешательств у пациенток с доброкачественными и пограничными образованиями яичников.

В этой статье будут рассмотрены некоторые клиничко-морфологические и ультразвуковые характеристики пограничной и low grade серозной карциномы яичников с акцентом на возможности их визуализации.

Морфологические особенности

Серозные опухоли яичников подразделяются на:

1. Доброкачественные опухоли (серозная цистаденома, аденофиброма и поверхностная папиллома яичника).
2. Пограничные опухоли (СПОЯ).
3. Серозные раки низкой (low grade) и высокой (high grade) степени злокачественности (ВОЗ, 2020) [7, 8].

При патоморфологическом исследовании в СПОЯ на фоне типичных структур без признаков клеточной и структурной атипии можно увидеть скопления небольшого числа разрозненных клеток с эозинофильной цитоплазмой, лежащих в рыхлой ангиоматозной стромеуре и крайне подозрительных по принадлежности к инвазирующим элементам, однако, по всеобщему мнению, клинического значения эти участки не имеют. С другой стороны, в СПОЯ в результате асинхронного роста клеточно-стромальных компонентов формируются сосочки, содержащие большое число мел-

ких округлых клеток и с минимальным стромальным остовом – так называемые микрососочковые структуры, часто сочетающиеся с криброзными элементами. Указанные структуры имеют прогностически неблагоприятный характер и должны быть выделены в самостоятельный клиничко-морфологический тип. Следовательно, должны стать объектом изучения специалистами инструментальных методов (в первую очередь, ультразвукового) на этапе первичной диагностики.

Наряду с прогностически неблагоприятными структурами в ткани СПОЯ происходит уже реальная трансформация опухоли в злокачественный вариант – low grade серозный рак. Этот процесс происходит иногда мультицентрично и может быть выявлен на разных его этапах. Морфологически он проявляется формированием солидно-сосочковых гнезд с признаками деструкции стромы яичника, появлением щелевидных полостей, имитирующих кровеносные сосуды, и фокусов некроза. Описанные очаги приобретают клиническое значение при определенных размерах. Очаг размером 5 мм и меньше рассматривается как микроинвазивный серозный рак низкой степени злокачественности, а больше 5 мм – как инвазивный рост этого рака на фоне пограничной серозной опухоли.

Диагностические сложности, связанные с СПОЯ, усугубляются во много раз еще и потому, что наряду с поражением этой опухолью самого яичника в процесс вовлекается и брюшная полость с развитием имплантов разной протяженности. Микроскопическая структура указанных имплантов обычно воспроизводит строение основного очага в яичнике без деструкции окружающих тканей и расценивается как неинвазивные импланты. Скопления же аналогичных клеток с признаками инвазии окружающих структур и некротизированием раньше назывались инвазивными имплантами, однако в настоящее время расцениваются как элементы инвазивного low grade серозного рака [9].

LGSC, безусловно, является редким заболеванием, составляющим лишь небольшую долю всех карцином яичников. Вместе с тем за последнее десятилетие получено достаточно данных о ее молекулярных и клинических особенностях и в целом признано, что патогенез, молекулярный про-

филь и клиническое поведение этой опухоли явно отличаются от HGSC, которая является наиболее распространенным гистологическим типом РЯ.

Предполагается, что неинвазивная LGSC и ее инвазивный аналог возникают из серозной цистаденомы или аденофибромы, которая медленно, поэтапно прогрессирует до пограничной опухоли. В пользу подобного поступательного развития опухолевого процесса указывает определение в одном новообразовании сочетания инвазивной и неинвазивной LGSC, будь то серозная аденофиброма или СПОЯ. Инвазивный компонент характеризуется микропапиллярными сосочками и круглыми “гнездами” клеток, которые хаотично инфильтрируют строму. Определяется легкая или умеренная ядерная атипия, при этом митотическая активность значительно ниже, чем у HGSC. Рак же высокой степени злокачественности, по современным воззрениям, возникает из очагов дисплазии эпителия маточной трубы и микроскопически характеризуется массивными солидно-сосочковыми структурами, выраженной клеточной атипией и обширными некрозами (ВОЗ, 2020).

Таким образом, сложная задача эхографического диагноза заключается в поиске признаков разветвленной цепи нозологий, выстраивающихся в следующий ряд:

- СПОЯ – серозные доброкачественные опухоли;
- СПОЯ с микрососочковыми/крибровыми структурами;
- СПОЯ с микроинвазией – СПОЯ, в которой развился low grade серозный рак;
- сам low grade серозный рак;
- high grade серозный рак.

Параллельно необходимо оценить характер имплантов СПОЯ в брюшной полости и отделить неинвазивные импланты от инвазивных, т.е. от серозного рака низкой степени злокачественности (low grade carcinoma) [10]. Выживаемость больных СПОЯ I стадии без стромальной инвазии составляет 100%. Наличие выраженной ядерной атии и высокого митотического индекса более 12 в 10 полях зрения свидетельствует в пользу низкодифференцированного серозного РЯ. В настоящее время можно утверждать, что микропапиллярная СПОЯ является предшественником инвазивного рака низкой степени злокачественности [11].

СПОЯ и неинвазивные LGSC имеют схожие макроскопические признаки. Обычно они кистозные, размером более 5 см и двусторонние в трети случаев. Папиллярные структуры обычно имеются внутри кистозной полости, но могут быть и по наружной поверхности капсулы. Неинвазивные LGSC чаще, чем СПОЯ, бывают двусторонними. Папиллярные разрастания на внешней поверхности капсулы кистозного образования чаще наблюдаются при неинвазивных LGSC, чем при серозных СПОЯ. Некроз встречается редко, тогда как наличие псаммомных телец встречается часто в разных объемах как при СПОЯ, так и неинвазивных LGSC [12].

Клинические особенности и прогноз

СПОЯ составляют 15% всех серозных злокачественных новообразований яичников, т.е. частота этих новообразований значительно ниже инвазивных серозных карцином (составляет 75%). Средний возраст на момент установления диагноза составляет 42 года, при этом почти 30% пациенток моложе 40 лет [13].

LGSC – редкое заболевание, на долю которого приходится менее 10% всех серозных злокачественных новообразований яичников, обычно диагностируется у более молодой популяции, чем HGSC [3]. Если неинвазивные LGSC чаще выявляют в возрасте до 40–45 лет, то средний возраст пациенток с инвазивным LGSC составляет 50–53 года, а при HGSC – 55–65 лет.

СПОЯ не имеют специфической клинической картины. Довольно часто заболевание протекает бессимптомно, обнаруживается на профосмотре или обследовании по поводу интеркуррентных заболеваний. Инвазивные LGSC также развиваются бессимптомно и выявляются случайно [14].

Подавляющее большинство пограничных новообразований ограничено яичниками. Однако у 13% пациенток с серозной опухолью яичников присутствуют внеовариальные “имплантаты” в основном в сальнике или на поверхности брюшины; при этом гораздо чаще выявляют неинвазивные, чем инвазивные имплантаты. Вместе с тем в 30% неинвазивных LGSC определяются имплантаты. 65–70% СПОЯ имеют I стадию заболевания (в соответствии с классификацией Международной федерации

гинекологии и акушерства (FIGO)) на момент установления диагноза [15].

Для пациенток с диагнозом СПОЯ общая 5- и 10-летняя выживаемость составляет 95 и 90% соответственно для женщин с неинвазивными имплантатами и 75 и 60% соответственно для женщин с инвазивными имплантатами. Прогноз при неинвазивной LGSC не отличается от прогноза при СПОЯ. Прогноз опухолей, локализованных в яичнике (I стадия FIGO), является оптимистичным только при хирургическом лечении. Однако у большинства пациенток выявляется II–IV стадия, и 5-летняя выживаемость в этих случаях составляет 56–85%. Следует отметить, что для LGSC характерна низкая чувствительность к адъювантной химиотерапии на основе платины (таксаны, которые обычно используют при лечении серозных карцином яичников). Таким образом, высок риск рецидива и смерти от рака [16].

Эхографические характеристики серозных новообразований

В 85–90% СПОЯ обнаруживаются эхографические особенности, которые заключаются в наличии кистозного образования с пристеночными сосочковыми разрастаниями. Эта картина лучше всего соответствует по макроскопической структуре СПОЯ.

Большую работу по изучению диагностики и лечения СПОЯ провела И.Ю. Давыдова (2019 г.). Совместно со специалистами разных направлений ею проведен ретроспективный и проспективный анализ 405 наблюдений, изучены особенности патоморфологии, методов визуализации, иммунный статус и отдаленные результаты лечения СПОЯ. Выводы, полученные коллективом авторов, свидетельствуют о важном значении ультразвукового метода для первичной диагностики и своевременного выявления рецидивов СПОЯ [17, 18].

Описание ультразвуковой картины СПОЯ, по данным отечественных и зарубежных авторов, основано на результатах практической работы и идентично по разным параметрам. Большинство пограничных опухолей представляют собой однокамерные солидные (54,7–60%) или многокамерные солидные (29,7–35%) кистозные образования. Папиллярные структуры выявляются у 85–90% СПОЯ. Большинство новообразований имеет более трех сосочко-

вых структур и несколько локализаций. Высота самых больших папиллярных разрастаний может достигать 14–18 мм. Протяженность пристеночных сосочков варьирует от 5 до 5,0 см. Наблюдения показывают, что папиллярные разрастания при небольших пограничных опухолях, как правило, крупнее и чаще васкуляризованы по сравнению с таковыми при доброкачественных опухолях; однако также очевидно совпадение ультразвуковых характеристик между этими двумя категориями [18, 19].

В исследовании А. Testa и соавт. [16] большинство неинвазивных LGSC визуализировались как многокамерные кистозно-солидные образования и в 81,8% имели пристеночные сосочковые разрастания. Инвазивные LGSC представляли собой многокамерные кистозно-солидные образования в 54,8% случаев, а папиллярные структуры выявлены в 32,3% наблюдений.

Эти данные вполне согласуются с результатами других исследователей. Так, С. Ехаcoustos и соавт. [20] в ретроспективном исследовании, в которое было включено 18 случаев серозных пограничных и 31 инвазивная серозная опухоль яичников, сообщили о том, что многие СПОЯ (44,4%) имели папиллярные структуры, тогда как инвазивные серозные карциномы представляли собой преимущественно солидные образования без четко контурируемых сосочковых разрастаний. В проспективном многоцентровом исследовании с использованием базы данных IOTA [21] описали ультразвуковые характеристики различных типов злокачественных новообразований (55 пограничных опухолей яичников и 144 первичных инвазивных РЯ, 42 наблюдения I стадии FIGO и 102 наблюдения II–IV стадии FIGO). При этом обнаружили в структуре СПОЯ высокую долю папиллярных разрастаний. С другой стороны, они описали такую же высокую встречаемость папиллярных разрастаний и в структуре инвазивного РЯ. Однако к этим данным, вероятно, необходим дифференцированный подход, поскольку в данной статье авторы описали все эпителиальные опухоли, не дискриминируя между различными гистогенетическими вариантами.

В ряде наблюдений, несмотря на тщательное изучение контуров капсулы новообразования, могут быть не дифференциро-

ваны мелкие сосочки. Это, как правило, обусловлено тем, что трансвагинальное ультразвуковое исследование (УЗИ) больших полостей менее точно, поскольку дистальная стенка кисты находится слишком далеко, чтобы ее можно было четко увидеть на экране. С другой стороны, ультразвуковая трансабдоминальная оценка больших кист не позволяет идентифицировать маленькие сосочки из-за технических особенностей. Следовательно, в больших однокамерных кистозных полостях сложно визуализировать мелкие пристеночные сосочковые структуры в сравнении с небольшими (≤ 5 см) [16, 20].

При использовании цветового доплеровского картирования (ЦДК) и энергетического доплера (ЭД) более чем у половины наблюдений в солидном компоненте, или в стенке кистозного образования, или на границе со стромой яичника возможна визуализация единичных сосудистых локусов или центрального сосуда в сосочке. При компрессионной эластографии солидный компонент в наших исследованиях [17, 18] всегда картировался синим цветом, соответствующим повышенной жесткости (5-й эластотип). При контрастно-усиленном УЗИ, особенно в случае поверхностной серозной опухоли, солидные участки активно накапливали контраст (Соновью) в артериальную фазу. Использование современных сосудистых режимов MV-Flow, e-Flow также полезно для улучшения визуализации серозных опухолей яичников, хотя многими авторами отмечено отсутствие прямой корреляции между усилением васкуляризации и определением риска злокачественности.

Если обсуждать вопросы, связанные с возможностью визуализации характера васкуляризации серозных опухолей, то, безусловно, специалисты сталкиваются с проблемами, обусловленными морфологическими нюансами. С одной стороны, патоморфологические исследования показывают, что количество микрососудов более интенсивно при инвазивной карциноме яичников, чем при СПОЯ. Вместе с тем отмечено, что между сосудистым руслом серозных пограничных и высококодифференцированных инвазивных злокачественных опухолей существует не слишком существенная разница. В опухоли более высокой степени

злокачественности определяют большее количество солидной ткани с выраженной и хаотичной васкуляризацией, в то время как злокачественные опухоли низкой степени злокачественности сохраняют структурные характеристики исходного гистологического типа. Другими словами, очень сложно отличить высококодифференцированную серозную карциному яичников от СПОЯ, поскольку обе опухоли могут выглядеть при УЗИ как кистозное образование с васкуляризованными сосочками. С другой стороны, сосочки также могут наблюдаться при доброкачественных цистаденомах или цистаденофиброзах, и в этих случаях, возможно, васкуляризация внутри сосочка может указывать на пограничное или злокачественное новообразование, в то же время бессосудистый сосочек не всегда соответствует доброкачественной опухоли [20].

По данным F. Momo и соавт., большинство серозных опухолей были васкуляризованы при ЦДК, вместе с тем в 7,8% СПОЯ, 27,3% неинвазивных LGSC, 3,2% инвазивных LGSC и 2,3% HGSC признаки васкуляризации не были выявлены. Обращает на себя внимание относительно высокий процент (27,3%) неинвазивных LGSC, в структуре которых не было выявлено признаков васкуляризации при ЦДК. Возможно, это обусловлено редкостью опухоли и небольшим количеством наблюдений, а, возможно, сложностью визуализации мелких сосочков в большой кистозной полости, где специалист ультразвуковой диагностики вполне может пропустить симптомы васкуляризации [16].

Размеры новообразований могут быть различными, чаще выявляются образования до 10 см диаметром как при СПОЯ, так и при LGSC.

Важному вопросу уделяют внимание наши зарубежные коллеги. Какова же возможность ультразвукового метода при выявлении признаков злокачественности в небольших образованиях? Неоднократно в многоцентровых исследованиях оценивали чувствительность и специфичность различных ультразвуковых методик в отношении прогнозирования злокачественности при небольших опухолях яичников [21, 22]. При этом, например, E. Ferrazzi и соавт. [23] определили небольшую опухоль как опухоль со средним диаметром ≤ 5 см, в то вре-

мя как A. Di Legge и соавт. [22] определили ее как опухоль с наибольшим диаметром <4 см. R. Ну и соавт. [24] использовали качественный и количественный анализ перфузии после внутривенного введения ультразвукового контраста для прогнозирования злокачественности кист яичников с наибольшим диаметром <4 см. Результаты этих исследований демонстрируют, что с помощью УЗИ возможно с высокой точностью отличить небольшие доброкачественные образования придатков матки от злокачественных. Однако наш многолетний опыт указывает на то, что диагностическая эффективность метода в решении этих крайне сложных вопросов дифференциальной диагностики неутешительна.

Крайне интересное исследование и выводы получены группой исследователей на основании послеоперационного анализа серии из 129 удаленных образований придатков с наибольшим диаметром $\leq 2,5$ см [25]. Из них 81% опухолей были доброкачественными, 12% – пограничными и 8% – инвазивными злокачественными опухолями. Основным показанием к выполнению операции было подозрение на злокачественность или возможную злокачественность. Злокачественные опухоли характеризовались общепринятыми ультразвуковыми признаками злокачественности [25, 26], ни одна из них не была однокамерной кистой, все содержали солидный компонент, 80% пограничных опухолей имели папиллярные пристеночные структуры, все инвазивные опухоли и 80% пограничных опухолей были васкуляризованы при ЦДК и ЭД. Чувствительность субъективной оценки ультразвуковых изображений в отношении злокачественности составила 100%, а специфичность – 86% [24].

Авторы проанализировали различные ультразвуковые признаки, встречающиеся в структуре небольших образований яичников. В частности, обратили внимание на тот факт, что акустические тени позади папиллярноподобных структур наиболее часто встречаются в доброкачественных цистаденофибромах, что согласуется с данными литературы [27]. Вместе с тем к этому критерию следует относиться с долей осторожности, поскольку акустические тени можно наблюдать и при наличии злокачественной опухоли с микрокальцинатами в структу-

ре. Авторы отметили, что высокая васкуляризация при ЦДК и ЭД не всегда уверенно является критерием злокачественности, так как может быть констатирована и при абсолютно доброкачественной патологии небольших (менее 2,5 см) размеров (фиброма, фиброотекома, опухоль из клеток Лейдига, стероидоклеточная опухоль [28], стромальная гиперплазия со стромальным гипертекозом и струма яичников, ряд эндометриом).

Особо отмечен такой признак, как визуализация неизменной структуры яичника. В свое время K. Hillabyet и соавт. [29] предположили, что визуализация явно неизменной ткани яичника по контуру образования (знак полумесяца) или рядом с ним практически исключает инвазивную опухоль. Однако следует поддержать A. DiLegge и соавт. [19], мнение которых совпадает с нашим опытом: при наличии инвазивной опухоли небольших размеров ткань яичника нередко сохраняет свое ультразвуковое изображение, или, иными словами, инвазивная опухоль может быть настолько мала, что абсолютно не изменяет ультразвуковую картину яичника. Возможно предположить, что когда инвазивная опухоль в яичнике достигает размера не менее 3–4 см, значительная часть нормальной ткани яичника разрушается, в то время как это не обязательно имеет место при опухолях меньшего размера. Кроме того, следует ожидать, что при локализации первичного рака в маточной трубе рядом возможна визуализация неизменного яичника.

По результатам, сообщенным Van C. Holsbeke и соавт. [30], симптом “полумесяца яичников” отмечен в незначительном числе наблюдений – у 16% (6%) пациенток в группе пограничных опухолей яичников и при меньшем количестве инвазивных опухолей яичников. Вместе с тем F. Мого и соавт. [16] подчеркивают важность этого ультразвукового маркера, поскольку они обнаружили его в относительно высоком проценте СПОЯ (34,4%) и инвазивных LGSC (19,4%).

Жидкость внутри кистозных полостей в большинстве (70%) наблюдений СПОЯ представлена анэхогенной однородной структурой.

Таким образом, СПОЯ и LGSC характеризуют идентичные критерии: типичные ультразвуковые признаки либо однокамер-

ного, либо многокамерного кистозного образования с тонкими перегородками и пристеночными разрастаниями в виде сосочковых структур различного диаметра и конфигурации. Гораздо реже (около 10–15%) эти опухоли представлены солидным образованием, большей частью в случае поверхностной опухоли.

Ряд авторов [16, 19, 20] сделали несколько важных заключений: для обоих морфологических вариантов опухолей яичников – для СПОЯ и LGSC характерна кистозно-солидная структура с пристеночными сосочковыми разрастаниями: папиллярные структуры являются типичным признаком всех неинвазивных серозных опухолей яичников. В ряде случаев в структуре инвазивных серозных карцином низкой степени злокачественности возможно появление гиперэхогенных очагов, идентичных ультразвуковому изображению кальцинатов (соответствуют описанным патоморфологами псаммомным тельцам).

Таким образом, ультразвуковые характеристики серозных опухолей хорошо согласуются с гистологическими особенностями, указанными в классификации ВОЗ 2020 г. [8]. Большинство пограничных и неинвазивных LGSC визуализируются как кисты с неправильной формой с сосочками внутри полостей. Инвазивные карциномы низкой степени злокачественности представляют собой солидные или кистозные образования, содержащие солидные компоненты (с папиллярными разрастаниями) внутри и снаружи кистозной полости, часто с обширными участками мелких кальцинатов как в структуре новообразования, так и по брюшине.

Отметим, что описанная выше ультразвуковая картина в равной степени может охарактеризовать как пограничную опухоль, так и LGSC, без выраженных макроскопических отличий. Более того, следует обратить внимание на тот факт, что установление инвазивного компонента в опухоли – довольно сложная задача не только для ультразвукового, но и для морфологического исследования.

При ретроспективном изучении ультразвуковых томограмм тех пациенток, у которых на послеоперационном материале диагностирован рак, каких-либо специфических дополнительных эхографических критериев нам выявить не удалось. Вероятно,

этому имеются объективные причины, обусловленные пределами метода. Микроскопические различия между структурами выстилок доброкачественных и пограничных серозных цистаденом представляют основу дифференциальной диагностики между цистаденомой и СПОЯ, которая состоит в степени дисплазии эпителия, покрывающего сосочки, что в большинстве наблюдений не бывает доступно ультразвуковой визуализации. Тем более, очевидно, на наш взгляд, что с помощью УЗИ невозможно визуализировать признаки, соответствующие морфологическим критериям, отличающих LGSC от СПОЯ, которые могут быть определены только патоморфологом [31].

Следующий этап – на морфологическом уровне факт перехода СПОЯ в рак может проявляться разными структурными изменениями. Размеры этих участков могут варьировать от нескольких полей зрения в микроскопе до обширных поражений. Следовательно, визуализация микроскопических фокусов рака с помощью ультразвуковой визуализации, безусловно, находится под большим сомнением.

К аналогичным выводам пришли также и некоторые другие авторы: неинвазивные LGSC и СПОЯ имеют сходные ультразвуковые признаки, поэтому трудно дифференцировать эти подклассы опухолей до операции. Однако дооперационное разграничение этих двух патологических категорий не является клинически критичным, поскольку у этих образований одинаковое клиническое и хирургическое лечение [16].

В настоящее время случаи стромальной микроинвазии классифицируются как LGSC при послеоперационном гистологическом исследовании после удаления предполагаемой доброкачественной или пограничной ОЯ. При этом клиническое течение заболевания достаточно благоприятное. Микроинвазия в данном случае не ухудшает прогноза, особенно при I стадии заболевания [32]. Существует предположение, что в ряде наблюдений микроинвазия может быть пропущена морфологами, однако при этом показатели выживаемости не изменяются [20, 33]. Однако есть и другое мнение. Т.А. Longacre и соавт. [1], изучив истории 276 больных СПОЯ, пришли к выводу, что стромальная микроинвазия в первичной опухоли независимо от микрососочкового

строения, стадии заболевания и типа перитонеальных имплантатов влияет негативно на прогноз и приводит к неблагоприятному исходу заболевания. Вместе с тем в литературе описаны только единичные случаи прогрессирования и летального исхода у больных с микроинвазивным ростом СПОЯ в I стадии заболевания.

Суждения исследователей об информативности ультразвукового метода при ранней диагностике опухолей яичника неоднозначны. Например, по мнению А. Fagotti и соавт. [34], трансвагинальное УЗИ способно различать инвазивные и неинвазивные опухоли у пациенток в пременопаузе при визуализации однокамерных солидных образований.

Вместе с тем собственные и коллегиальные результаты показывают, что эхографическое исследование может предположить наличие СПОЯ на основании наличия сосочков или множественных перегородок. Однако ни сосочки, ни их размеры и конфигурация, ни перегородки не являются высокочувствительными эхографическими маркерами. Основной проблемой для СПОЯ остается то, что из-за частой встречаемости в репродуктивном периоде жизни женщины агрессивная хирургия нежелательна, в связи с чем необходима большая определенность относительно характера опухолевого процесса до операции. Это означает, что при органосохранной операции при подозрении на опухоль яичников, поскольку фактический эхографический диагноз не может исключить полностью инвазивную злокачественную опухоль, хирургам следует проявлять большую осторожность, чем обычно, чтобы не травмировать капсулу кистозного образования [20].

Как уже было отмечено выше, СПОЯ встречаются в основном у женщин репродуктивного возраста. В связи с этим фактом возникает очень актуальный в наше время вопрос. Возможно ли планировать органосохранное лечение при наличии опухоли яичника у молодой женщины, желающей сохранить репродуктивную функцию? И далее после органосохраняющей операции следует ли удалять оставшийся яичник и матку по реализации генеративной функции [36, 38]?

Проведение активного ультразвукового мониторинга состояния яичников после консервативных или ультраконсерватив-

ных операций позволяет своевременно выявить новую опухоль, поскольку в макроскопически неизменном яичнике скрытые очаги болезни обнаруживаются крайне редко, а, наоборот, в преимущественном большинстве для рецидива характерна визуализация типичного кистозного образования с характерными пристеночными сосочковыми структурами. По нашим данным [17, 18], обнаружение солидно-кистозного образования в оставшемся яичнике посредством ультразвукового метода в 83,3% наблюдений свидетельствовало об опухоли яичника. Отсутствие ультразвуковых признаков кистозного образования в 86,7% наблюдений соответствовало неизменной гистологической структуре оставшегося яичника. Обнаружение при УЗИ тонкостенного кистозного образования в 64,7% наблюдений было обусловлено неопухолевыми изменениями. Удаление неизменного яичника или яичника с гладкой тонкостенной кистой приводило к тому, что каждой четвертой больной (24,5%) придатки удаляли без достаточных оснований [37]. Таким образом, проведение активного ультразвукового мониторинга состояния яичников у оперированных женщин позволяет своевременно выявить новую опухоль и определить тактику лечения [17].

Другая особенность СПОЯ заключается в том, что после органосохранного лечения вероятность рецидива разная, и сроки его возникновения в оперированном или контралатеральном яичнике достигают порой нескольких лет. За это время женщина имеет возможность реализовать свою генеративную функцию.

УЗИ является наиболее часто используемым диагностическим тестом для диагностики опухолей яичников. Оценка клинической ситуации специалистом ультразвуковой диагностики экспертного класса или имеющим более чем 10-летний опыт работы является основой повседневной практики решения подобных проблем. УЗИ с использованием современных ультразвуковых технологий, проведенное опытным специалистом, позволяет избежать ненужных или неэффективных операций [35].

Эхография демонстрирует высокую чувствительность при СПОЯ. Вместе с тем эффективность диагностики в данном случае зависит не столько от разрешающей способ-

ности метода, сколько от компетентности специалиста, проводящего исследование [19, 22, 35]. На важность соблюдения этого условия указывает большое число авторов, которые подчеркивают значимость опыта в онкогинекологии у специалиста ультразвуковой диагностики при проведении дифференциальной диагностики СПОЯ, что в полной мере обеспечивает обоснованный индивидуальный подход к лечению пациентки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на высокую заболеваемость и смертность, до сих пор не существует надежного метода скрининга для диагностики серозного рака яичников на ранней стадии. И хотя эхография не является методом скрининга рака яичников, тем не менее ее использование в диагностике опухолей яичников крайне целесообразно.

Результаты визуализации, характерные для пограничных серозных новообразований и опухолей низкой и высокой степени злокачественности, важны для своевременной правильной дифференциальной диагностики, результатом которой является выбор адекватного объема хирургического лечения этой категории пациенток. Улучшение диагностической визуализации рака яичников открывает перспективы для повышения эффективности лечения и вместе с тем изучения возможностей ранней диагностики СПОЯ и LGSC.

Участие авторов

Чекалова М.А. – написание текста, концепция и дизайн исследования.

Карселадзе А.И. – участие в научном дизайне.

Давыдова И.Ю. – подготовка, создание опубликованной работы.

Буланов М.Н. – подготовка, создание опубликованной работы.

Крыжева В.С. – подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Chekalova M.A. – writing text concept and design of the study.

Karseladze A.I. – participation in scientific design.

Davydova I.Yu. – preparation and creation of the published work.

Bulanov M.N. – preparation and creation of the published work.

Kryazheva V.S. – text preparation and editing.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Longacre T.A., Wells M., Kurman M.L. et al. Serous tumors. In: WHO Classification of Tumours of Female Reproductive Organs. IARC Press: Lyon, France, 2014: 15–24.
2. Folsom S.M., Berger J., Soong T.R., Rangaswamy B. Comprehensive Review of Serous Tumors of Tubo-Ovarian Origin: Clinical Behavior, Pathological Correlation, Current Molecular Updates, and Imaging Manifestations. *Curr. Probl. Diagn. Radiol.* 2023; 52 (5): 425–438. <http://doi.org/10.1067/j.cpradiol.2023.05.010>
3. Matsuo K., Machida H., Grubbs B.H. et al. Diagnosis-shift between low-grade serous ovarian cancer and serous borderline ovarian tumor: A population-based study. *Gynecol. Oncol.* 2020; 157 (1): 21–28. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2019.08.030>
4. Xiao F., Zhang L., Yang S. et al. Quantitative analysis of the MRI features in the differentiation of benign, borderline, and malignant epithelial ovarian tumors. *J. Ovarian Res.* 2022; 15 (1): 13. <http://doi.org/10.1186/s13048-021-00920-y>
5. Nougaret S., Lakhman Y., Molinari N. et al. CT Features of Ovarian Tumors: Defining Key Differences Between Serous Borderline Tumors and Low-Grade Serous Carcinomas. *Am. J. Roentgenol.* 2018; 210 (4): 918–926. <http://doi.org/10.2214/AJR.17.18254>
6. Du Bois A., Trillsch F., Mahner S. et al. Management of borderline ovarian tumors. *Ann. Oncol.* 2016; 27 (Suppl. 1): i20–i22.
7. Kurman R.J., Carcangiu M.L., Herrington C.S., Young R.H. WHO Classification of Tumours of Female Reproductive Organs. 4th ed. Lyon: IARS, 2014.
8. WHO Classification of Tumours: 2020. Female genital Tumours. 5th ed. Lyon.
9. Vang R., Hannibal C.G., Junge J. et al. Long-term Behavior of Serous Borderline Tumors Subdivided Into Atypical Proliferative Tumors and Noninvasive Low-grade Carcinomas: A Population-based Clinicopathologic Study of 942 Cases. *Am. J. Surg. Pathol.* 2017; 41 (6): 725–737. <http://doi.org/10.1097/PAS.0000000000000824>
10. Bell K.A., Smith Sehdev A.E., Kurman R.J. Refined diagnostic criteria for implants associated with ovarian atypical proliferative serous tumors (borderline) and micropapillary serous carcinomas. *Am. J. Surg. Pathol.* 2001; 25 (4): 419–432. <http://doi.org/10.1097/0000478-200104000-00001>
11. May T., Virtanen C., Sharma M. et al. Low malignant potential tumors with micropapillary features are molecularly similar to low-grade serous carcinoma of the ovary. *Gynecol. Oncol.* 2010; 117 (1): 9–17. <http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2010.01.006>
12. Amante S., Santos F., Cunha T.M. Low-grade serous epithelial ovarian cancer: a comprehensive review and update for radiologists. *Insights.*

- Imaging*. 2021; 12: 60.
<https://doi.org/10.1186/s13244-021-01004-7>
13. Lalwani N., Shanbhogue A.K., Vikram R. Current update on borderline ovarian neoplasms. *Am. J. Roentgenol.* 2010; 194 (2): 330–336.
<http://doi.org/10.2214/AJR.09.3936>
 14. Ayhan A., Akarin R., Develioglu O. et al. Borderline epithelial ovarian tumors. *Aust. N. Z. J. Obstet Gynecol.* 1991; 31 (2): 174–176. <http://doi.org/10.1111/j.1479-828x.1991.tb01812.x>
 15. Seidman J.D., Horkayne-Szakaly I., Haiba M. The histologic type and stage distribution of ovarian carcinomas of surface epithelial origin. *Int. J. Gynecol. Pathol.* 2004; 23: 41–44. <http://doi.org/10.1097/01.pgp.0000101080.35393.16>
 16. Moro F., Baima Poma C., Zannoni G.F., Testa A.C. Imaging in gynecological disease (12): clinical and ultrasound features of invasive and non-invasive malignant serous ovarian tumors. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017; 50 (6): 788–799.
<http://doi.org/10.1002/uog.17414>
 17. Давыдова И.Ю., Чекалова М.А., Карселадзе А.И. и др. Серозные пограничные опухоли яичников: современные возможности ультразвуковой диагностики в мониторинге течения болезни после органосохраняющих операций. *Современная онкология*. 2021; 23 (1): 106–111. <http://doi.org/10.26442/18151434.2021.1.20057>
 Davydova I.Yu., Chekalova M.A., Karseladze A.I. et al. Serous borderline ovarian tumors: modern possibilities of ultrasound diagnostics in monitoring the course of the disease after organ-preserving operations. *Modern Oncology*. 2021; 23 (1): 106–111. <http://doi.org/10.26442/18151434.2021.1.20057>
 18. Чекалова М.А., Давыдова И.Ю., Карселадзе А.И., Мещерякова Л.А., Кузнецов В.Н., Черкасов Е.Ю. Серозные пограничные опухоли яичников: особенности ультразвукового изображения. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2020; 16 (2): 55–62. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2020-16-2-55-61>
 Chekalova M.A., Davydova I.Yu., Karseladze A.I. et al. Serous borderline ovarian tumors: features of ultrasound imaging. *Tumors of the Female Reproductive System*. 2020; 16 (2): 55–62. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2020-16-2-55-61>
 19. Di Legge A., Pollastri P., Mancari R. et al. Clinical and ultrasound characteristics of surgically removed adnexal lesions with largest diameter ≤ 2.5 cm: a pictorial essay. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2017; 50 (5): 648–656.
<http://doi.org/10.1002/uog.17392>
 20. Exacoustos C., Romanini M.E., Rinaldo D. et al. Preoperative sonographic features of borderline ovarian tumors. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2005; 25 (1): 50–59. <http://doi.org/10.1002/uog.1823>
 21. Van Calster B., Van Hoorde K., Valentin L. et al.; International Ovarian Tumour Analysis Group. Evaluating the risk of ovarian cancer before surgery using the ADNEX model to differentiate between benign, borderline, early and advanced stage invasive, and secondary metastatic tumours: prospective multicentre diagnostic study. *BMJ*. 2014; 349:g5920.
<http://doi.org/10.1136/bmj.g5920>
 22. Di Legge A., Testa A.C., Ameye L. et al. Lesion size affects diagnostic performance of IOTA logistic regression models, IOTA simple rules and risk of malignancy index in discriminating between benign and malignant adnexal masses. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2012; 40: 345–354. <http://doi.org/10.1002/uog.11167>
 23. Ferrazzi E., Lissoni A.A., Dordoni D. et al. Differentiation of small adnexal masses based on morphologic characteristics of transvaginal sonographic imaging: a multicenter study. *J. Ultrasound Med.* 2005; 24: 1467–1473.
<http://doi.org/10.7863/jum.2005.24.11.1467>
 24. Hu R., Xiang H., Mu Y. et al. Combination of 2- and 3-dimensional contrast-enhanced transvaginal sonography for diagnosis of small adnexal masses. *J. Ultrasound Med.* 2014; 33: 1889–1899.
<http://doi.org/10.7863/ultra.33.11.1889>
 25. Timmerman D., Testa A.C., Bourne T. et al. International Ovarian Tumor Analysis Group. Logistic regression model to distinguish between the benign and malignant adnexal mass before surgery: a multicenter study by the International Ovarian Tumor Analysis Group. *J. Clin. Oncol.* 2005; 23: 8794–8801.
<http://doi.org/10.1200/JCO.2005.01.7632>
 26. Valentin L., Ameye L., Testa A. et al. Ultrasound characteristics of different types of adnexal malignancies. *Gynecol. Oncol.* 2006; 102: 41–48.
<http://doi.org/10.1016/j.ygyno.2005.11.015>
 27. Goldstein S.R., Timor-Tritsch I.E., Monteagudo A. et al. Cystadenofibromas: Can transvaginal ultrasound appearance reduce some surgical interventions? *J. Clin. Ultrasound.* 2015; 43: 393–396.
<http://doi.org/10.1002/jcu.22241>
 28. Kurman R.J., Carcangiu M.L., Herrington C.S., Young R.H. (eds). WHO classification of tumours of female reproductive organs (4th edn). International Agency for Research on Cancer (IARC): Lyon, 2014.
 29. Hillaby K., Aslam N., Salim R. et al. The value of detection of normal ovarian tissue (the ‘ovarian crescent sign’) in the differential diagnosis of adnexal masses. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2004; 23: 63–67. <http://doi.org/10.1002/uog.946>
 30. Van Holsbeke C., Van Belle V., Leone F.D. et al. Prospective external validation of the ‘ovarian crescent sign’ as a single ultrasound parameter to distinguish between benign and malignant adnexal pathology. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2010; 36: 81–87. <http://doi.org/10.1002/uog.7625>
 31. Чекалова М.А. Ультразвуковая диагностика в онкогинекологии. Онкогинекология: Национальное руководство / Под ред. Каприна А.Д. М.: ГЭОТАР-медиа, 2019: 51–76.
 Chekalova M.A. Ultrasound diagnostics in oncogynecology. *Oncogynecology. The National Guide* / Ed. Kaprin A.D. Moscow: GEOTAR-media, 2019: 51–76. (In Russian)
 32. Shepherd J.H. Revised FIGO staging for gynaecological cancer. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1989; 96: 889–892. <http://doi.org/10.1111/j.1471-0528.1989.tb03341.x>
 33. Fruscella E., Testa A.C., Ferrandina G. et al. Ultrasound features of different histopathological

- subtypes of borderline ovarian tumors. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2005; 26: 644–650. <http://doi.org/10.1002/uog.2607>
34. Fagotti A., Ludovisi M., De Blasis I. et al. The sonographic prediction of invasive carcinoma in unilocular-solid ovarian cysts in premenopausal patients: a pilot study. *Hum. Reprod.* 2012; 27 (9): 2676–2683. <http://doi.org/10.1093/humrep/des231>
 35. Bruno M., Capanna G., Stanislao V. et al. Ultrasound Features and Clinical Outcome of Patients with Ovarian Masses Diagnosed during Pregnancy: Experience of Single Gynecological Ultrasound Center. *Diagnostics (Basel)*. 2023; 13 (20): 3247. <http://doi.org/10.3390/diagnostics13203247>
 36. Gadducci A., Cosio S. Therapeutic Approach to Low-Grade Serous Ovarian Carcinoma: State of Art and Perspectives of Clinical Research. *Cancers (Basel)*. 2020; 12 (5): 1336. <http://doi.org/10.3390/cancers12051336>
 37. Fischerova D., Smet C., Scovazzi U. et al. Staging by imaging in gynecologic cancer and the role of ultrasound: an update of European joint consensus statements. *Int. J. Gynecol. Cancer*. 2024; 34 (3): 363–378. <http://doi.org/10.1136/ijgc-2023-004609>
 38. Borges A.L., Brito M., Ambrósio P. et al. Prospective external validation of IOTA methods for classifying adnexal masses and retrospective assessment of two-step strategy using benign descriptors and ADNEX: a Portuguese multicenter study. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2024; 64 (4): 538–549. <http://doi.org/10.1002/uog.27641>

Ultrasound of serous ovarian tumors: possibilities, difficulties, prospects (review article)

M.A. Chekalova¹, A.I. Karseladze², I.Yu. Davydova³,
M.N. Bulanov^{4,5}, V.S. Kryazheva^{6*}

¹ 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

² Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after academician V.I. Kulakov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 4, Akademika Oparina str., Moscow 117997, Russian Federation

³ Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov of Moscow Healthcare Department; 86, Sh. Entuziastov, Moscow 111123, Russian Federation

⁴ Regional Clinical Hospital; 21, Sudogodskoye shosse, Vladimir 600023, Russian Federation

⁵ Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; 41, Bolshaya St. Petersburgskaya str., Veliky Novgorod 173003, Russian Federation

⁶ Moscow Clinical Center “Kommunarka” of Moscow Healthcare Department; 8, Sosensky stan str., Kommunarka settl., Moscow 108814, Russian Federation

Marina A. Chekalova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics, Federal Scientific Clinical Center for Specialized Medical Care and Medical Technologies, Federal Medical-Biological Agency (FMBA of Russia), Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5565-2511>

Apollon I. Karseladze – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Advisor to the Director General, National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov, Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-9660-923X>

Irina Yu. Davydova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of Pelvic Organ Oncosurgery, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0031-7406>

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

Varvara S. Kryazheva – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Doctor of ultrasound diagnostics, Center for Outpatient Oncological Care, Moscow Clinical Center “Kommunarka” of Moscow Healthcare Department, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-0934-7011>

Correspondence* to Dr. Varvara S. Kryazheva – e-mail: Salvaje2005@yandex.ru

In spite of numerous unsuccessful attempts by researchers to solve the problems of ovarian cancer screening with transvaginal ultrasound, its use in the ovarian cancer diagnosis is quite reasonable and appropriate. Modern domestic and foreign data on the issues of serous borderline tumors and low-grade serous ovarian carcinomas differentiation are analyzed. Ultrasound is the most commonly used modality for the diagnosis of ovarian tumors. Ultrasound, using modern ultrasound technologies, performed by an experienced specialist, allows avoiding unnecessary or ineffective surgery. The imaging features typical for serous borderline tumors and tumors of low-grade malignancy are important for timely and correct differential diagnosis, which results in the selection of an adequate volume of surgery for these patients. Improved imaging of ovarian cancer opens up prospects for increasing the treatment effectiveness and evaluation of possibilities of early diagnosis of serous borderline ovarian tumors and low-grade serous carcinomas.

Keywords: ovarian cancer; borderline ovarian tumors; ultrasound; serous ovarian tumors

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Chekalova M.A., Karseladze A.I., Davydova I.Yu., Bulanov M.N., Kryazheva V.S. Ultrasound of serous ovarian tumors: possibilities, difficulties, prospects (review article). *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 47–59. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-278> (In Russian)

Received: 12.06.2024.

Accepted for publication: 29.11.2024.

Published online: 05.02.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-014>

Клиническое значение динамики ротации/скручивания при снижении деформации левого желудочка у больных с нестабильной стенокардией и инфарктом миокарда с сохраненной фракцией выброса левого желудочка по данным спекл-трекинг-эхокардиографии

Д.А. Швец^{1*}, С.В. Поветкин²

¹ БУЗ Орловской области “Орловская областная клиническая больница”;
302028 Орел, бульвар Победы, д. 10, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО “Курский государственный медицинский университет”
Минздрава России; 305041 Курск, ул. Карла Маркса, д. 3, Российская Федерация

Цель исследования: изучение динамики параметров ротации и скручивания левого желудочка (ЛЖ) при снижении продольной и циркулярной деформаций ЛЖ и выяснение возможной связи таких изменений с риском сердечно-сосудистых осложнений (ССО) по шкале GRACE 2.0 у больных с нестабильной стенокардией (НС) и инфарктом миокарда (ИМ) с сохраненной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ.

Материал и методы. В исследование было включено 320 пациентов с острым коронарным синдромом (НС, ИМ) с ФВ ЛЖ $\geq 50\%$, разделенных на группы в зависимости от величины продольной и циркулярной деформаций: 1-я группа – отсутствие продольной и циркулярной дисфункций, 27 (8,5%) больных; 2-я группа – преобладающая продольная дисфункция global longitudinal strain (GLS) $< 16\%$ при global circumferential strain (GCS) $\geq 25\%$, 68 (21,2%) больных; 3-я группа – трансмуральная дисфункция (GLS $< 16\%$ и GCS $< 25\%$), 225 (70,3%) больных. Эхокардиография выполнялась на ультразвуковом сканере Affiniti 70. В режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения определяли значения продольной (longitudinal strain, LS, %) и циркулярной деформаций (circumferential strain, CS, %), рассчитывали значения GLS и GCS, пики систолической базальной и апикальной ротации, значения скручивания и индекса скручивания ЛЖ. Дополнительно вычисляли индекс деформации (ИД). Всем больным проведена коронарография с вычислением индекса Gensini score, рассчитывался риск ССО на основании шкалы Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE) версия 2.0.

Швец Денис Анатольевич – канд. мед. наук, врач-кардиолог отделения кардиологии 2 БУЗ Орловской области “Орловская областная клиническая больница”, Орел. <https://orcid.org/0000-0002-1551-9767>.

Поветкин Сергей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии ФГБОУ ВО “Курский государственный медицинский университет” Минздрава России, Курск. <https://orcid.org/0000-0002-1302-9326>.

Контактная информация*: Швец Денис Анатольевич – e-mail: denpost-card@mail.ru

Результаты. Выявлено, что больные 3-й группы могут иметь начальные признаки сердечной недостаточности за счет более тяжелого коронарного поражения миокарда. Среднее значение GLS больных 3-й группы было меньше 12%, что является одним из критериев снижения сократительной способности миокарда ЛЖ, значимым независимым предиктором возникновения ССО и может послужить основанием для оптимизации терапии таких больных. Отличительным признаком больных 2-й группы, помимо начального снижения GLS, является существенное увеличение ИД, по которому можно оценить вклад в сократимость ЛЖ как отдельных показателей, так и их сочетания.

Заключение. У больных с ИМ и НС и сохраненной ФВ ЛЖ начальное (13–16%) снижение продольной при сохраненной циркулярной деформации характеризуется повышенными значениями ротации/скручивания ЛЖ. Выявлена связь между снижением продольной деформации ЛЖ менее 12% и риском ССО. При значениях продольной деформации более 12% повышенный риск ССО может дополнительно уточнить комбинированный показатель на основе ротации/скручивания (ИД), диагностическое значение которого требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: деформация левого желудочка; ротация левого желудочка; скручивание левого желудочка; инфаркт миокарда; нестабильная стенокардия; сердечно-сосудистый риск

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Швец Д.А., Поветкин С.В. Клиническое значение динамики ротации/скручивания при снижении деформации левого желудочка у больных с нестабильной стенокардией и инфарктом миокарда с сохраненной фракцией выброса левого желудочка по данным спекл-трекинг-эхокардиографии. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 60–73. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-014>

Поступила в редакцию: 19.12.2023.

Принята к печати: 30.10.2024.

Опубликована online: 05.02.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Диагностика сердечной недостаточности (СН) предполагает наличие характерной клинической картины, снижение систолической функции левого желудочка (ЛЖ) или наличие диастолической дисфункции ЛЖ, повышение натрийуретических пептидов [1]. Некоторые больные с хроническими и острыми коронарными синдромами не имеют диагностических критериев СН, что не исключает наличие у них сниженной сократительной способности миокарда ЛЖ. Выявление скрытой систолической миокардиальной дисфункции ЛЖ длительное время не имело клинического значения, так как рекомендованное лечение таких больных не улучшало прогноз [2]. Анализ подгрупп исследований PARAGON-HF и результаты исследования DELIVER впервые показали возможность улучшения прогноза больных с сохраненной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ [3, 4].

Основным эхокардиографическим критерием систолической дисфункции ЛЖ является сниженная ФВ ЛЖ. Рекомендо-

ванное пограничное значение ФВ ЛЖ 50% основывается на результатах большинства клинических исследований, показавших положительное прогностическое значение фармакологического лечения при более низких значениях ФВ [1, 2, 5]. Предпринимались попытки классификации СН на основании параметров деформации ЛЖ [6, 7]. Среди всех параметров деформации ЛЖ наиболее изученный и используемый на данный момент является global longitudinal strain (GLS). Его диагностическое и прогностическое значение превосходит ФВ ЛЖ при многих заболеваниях сердца [8], GLS используется в алгоритме диагностики диастолической дисфункции ЛЖ [9].

Цель исследования: изучение динамики параметров ротации и скручивания ЛЖ при снижении продольной и циркулярной деформаций ЛЖ и выяснение возможной связи таких изменений с риском сердечно-сосудистых осложнений (ССО) по шкале GRACE 2.0 у больных с нестабильной стенокардией (НС) и инфарктом миокарда (ИМ) с сохраненной ФВ ЛЖ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 320 пациентов с острым коронарным синдромом (НС, ИМ). Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен этическим комитетом ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России в 2011 г. (Курск). До включения в исследование у всех больных было получено письменное информированное согласие.

У всех больных проведены сбор анамнестических данных и клинико-лабораторные исследования, предусмотренные рекомендациями [10, 11]. Критерии включения: диагностика ИМ и НС по общепринятым критериям, удовлетворительное качество ультразвукового изображения, ФВ ЛЖ $\geq 50\%$ по Симпсону. Группы разделяли, используя принцип классификации СН на основании соотношения значений продольной и циркулярной деформаций: преимущественно субэндокардиальная, субэпикардиальная и трансмуральная дисфункции ЛЖ [6, 7]. 1-я группа – отсутствие продольной и циркулярной дисфункций, 27 (8,5%) больных; 2-я группа – преобладающая продольная дисфункция (снижение продольной деформации при сохраненной циркулярной), 68 (21,2%) больных; 3-я группа – трансмуральная дисфункция (снижение продольной и циркулярной деформации), 225 (70,3%) больных. При выделении групп использовались пограничные модули значений global longitudinal strain (GLS) $< 16\%$ [12] и global circumferential strain (GCS) $< 25\%$ [13]. Критерии исключения: сниженная ФВ ЛЖ $< 50\%$, эхокардиографическое изображение неудовлетворительного качества, фибрилляция предсердий, полная блокада ножек пучка Гиса, эндокардиальная электрокардиостимуляция.

Эхокардиография (ЭхоКГ) выполнялась на ультразвуковом сканере Affiniti 70 (Philips, Нидерланды) датчиком S5-1 (1–5 МГц) через 5 [3,0; 7,0] дней (минимум 1 день, максимум 23 дня) от момента госпитализации. Использовались записи кинопетель нескольких кардиоциклов на протяжении 3 с. Сканирование и измерение основных параметров проводилось из апикальных сечений и сечений по короткой

оси ЛЖ. Апикальные сечения представлены двухкамерной, пятикамерной (с выносящим трактом ЛЖ) и четырехкамерной позициями. Сечения по короткой оси использовались на базальном, среднем и апикальном уровнях [14]. Диагностика нарушений локальной сократимости (НЛС) проводилась на основании ЭхоКГ-критерия – систолического утолщения стенки ЛЖ. Каждый сегмент ЛЖ визуально оценивался по наличию НЛС. При нормальном систолическом утолщении сегмента диагностирован нормокинез (1 балл), при снижении систолического утолщения менее 20% – гипокинез (2 балла), при отсутствии утолщения в систолу – акинез (3 балла). Подсчитывался индекс НЛС (ИНЛС) ЛЖ: сумма баллов, деленная на 16 сегментов ЛЖ. Измерение объема левого предсердия (ЛП) осуществлялось при помощи программного обеспечения сканера после планиметрического обрисовывания контура предсердия в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Конечный диастолический объем ЛЖ, конечный систолический объем ЛЖ и ФВ ЛЖ определялись по методу J. Simpson. Все вычисленные объемы нормировались к площади поверхности тела путем расчета соответствующих индексов.

Диагностика диастолической дисфункции/повышенного давления наполнения ЛЖ осуществлялась на основании рекомендаций [2, 9, 15] при использовании следующих параметров: соотношение величин пиков раннего и позднего диастолических наполнений ЛЖ на уровне смыкания створок митрального клапана (Е/А), значений скоростей раннего диастолического движения основания медиальной и латеральной частей кольца митрального клапана в тканевом доплеровском режиме (среднее значение e'), отношение величины пика Е к пику e' (Е/ e'), скорости трикуспидальной регургитации (непрерывноволновая доплерография), значения индекса объема ЛП, величины GLS.

Для анализа деформации миокарда модулем aCMQ (automatic quantitative analysis of cardiac movement) использовалось качественное двухмерное изображение эхокардиограммы при совместной записи канала электрокардиографии (для точного определения частоты сердечных сокращений, начала и окончания основных фаз сердеч-

ного цикла). Частота смены кадров варьировала от 60 до 80 в секунду. Все изображения плохого качества с дрейфом кривых выбраковывались. В режиме двухмерного отслеживания пятен серой шкалы ультразвукового изображения в сечениях по короткой оси (на трех уровнях), апикальных (двух-, четырех- и пятикамерном) сечениях перед закрытием аортального клапана определяли следующие показатели: максимальные систолические пики LS (%) и CS (%) 16 сегментов ЛЖ. Рассчитывались усредненные значения продольной деформации на базальном, среднем и апикальном уровнях сечения ЛЖ, значения регионарной систолической продольной деформации апикальных сегментов ЛЖ. При исследовании сечений по короткой оси на уровне митрального клапана (базальный уровень) и верхушечных сегментов (апикальный уровень) по кривой вращения определяли пик систолической ротации (перед закрытием аортального клапана). В норме основной пик систолической базальной ротации ЛЖ отрицательный (вращение по часовой стрелке), основной пик систолической апикальной ротации положительный (вращение против часовой стрелки). Скручивание рассчитывали как разницу пиков систолической апикальной и систолической базальной ротаций ЛЖ. Индекс скручивания – отношение величины скручивания и размера длинной оси ЛЖ в апикальном четырехкамерном сечении. Рассчитывались значения GLS и GCS как среднее арифметическое деформаций всех сегментов ЛЖ диаграммы “бычий глаз” (“bull’s eye”). Все значения деформации указывались в абсолютных значениях (модули) [14]. В работе использовали индекс деформации (ИД) [16]. ИД рассчитывался как соотношение величины скручивания и значения GLS ЛЖ ((апикальная ротация-базальная ротация)/GLS, °/°).

Расчет риска ССО (летальных исходов) на основании шкалы GRACE версия 2.0 проводился отечественной программой “КардиоЭксперт” для мобильных устройств. Рассчитывались общий балл риска, % риска и категория риска на основании баллов (низкий – <89 баллов, средний – 90–118 баллов, высокий – >119 баллов) [17].

Всем исследуемым больным проводилась коронароангиография (КАГ) по М. Judkins. Гемодинамически значимым считался сте-

ноз при сужении внутреннего диаметра артерии более чем на 70% [10, 11]. При наличии показаний выполнялась транслюминальная баллонная коронарная ангиопластика со стентированием. Для оценки степени выраженности поражения коронарных артерий подсчитан индекс Gensini score (индекс представляет собой сумму из произведений индекса тяжести стеноза в каждой пораженной коронарной артерии и функционального значения стеноза, рассчитанного по принципу локализации бляшки в отдельных сегментах, начиная от ствола левой коронарной артерии и заканчивая ветвями второго порядка) [18].

Для статистической оценки полученных данных использовались методы параметрической и непараметрической статистики. Использовалась программа Statistica 13. Распределение признаков оценивалось с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. В зависимости от распределения количественные данные представлены в виде $M \pm SD$ и минимального и максимального значений или медианы (Me), интерквартильного размаха [25–75-й квартили] и минимального и максимального значений. При определении значимости различия между средними величинами при нормальном распределении применялся критерий Стьюдента. При отсутствии нормального распределения признака проводилось сравнение при помощи теста Манна–Уитни. Для оценки различия качественных параметров использовались критерий χ^2 и точный критерий Фишера, для оценки связи между признаками – корреляционный анализ (коэффициент корреляции Пирсона и ранговый коэффициент корреляции Спирмена, r). Для анализа линейной связи между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной применялась множественная регрессия. Для предсказания вероятности бинарного исхода на основе одной независимой переменной использовалась однофакторная логистическая регрессия. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Характеристика больных на основании клинических, анамнестических, инструментальных данных представлена в табл. 1.

Таблица 1. Клиническая характеристика больных ИБС, включенных в исследование**Table 1.** Clinical features of patients with coronary heart disease included in the study

Показатель	1-я группа, n = 27	2-я группа, n = 68	3-я группа, n = 225
Возраст, годы	60,5 ± 8,8 (43; 75)	65,1 ± 9,5 (40; 89)	62,4 ± 10,3 (35; 91)
Пол:			
мужской, %	16 (59,3)	40 (58,8)	167 (74,2)
женский, %	11 (40,7)	28 (41,2)	58 (25,8)
ИМТ, кг/м ²	27,7 ± 4,3 (20,4; 35,2)	27,5 ± 5,5 (18,3; 53,3)	28,1 ± 3,9 (18,6; 39,8)
Факторы риска ИБС:			
семейный анамнез ранних случаев ССЗ, %	8 (29,6)	26 (38,2)	92 (40,8)
ГБ, %	22 (81,5)	58 (85,3)	178 (79,1)
дислипидемия, %	10 (37,0)	27 (39,7)	61 (26,8)
курение, %	13 (48,1)	25 (36,8)	95 (42,2)
СД 2 типа, %	3 (11,1)	12 (17,6)	52 (23,1)
Анамнез:			
ИМ, %	4 (14,8)	10 (14,7)	46 (20,4)
реваскуляризация, %	6 (22,2)	5 (7,3)	36 (16,0)
Клинические данные:			
ЧСС, уд/мин	63,0 [57; 71] (48; 113)	67,0 [59; 76] (40; 111)	76 [65; 89]* (32; 151)
САД, мм рт.ст.	140 [130; 150] (110; 170)	140 [130; 155] (110; 180)	130 [120; 145] (80; 190)
ДАД, мм рт.ст.	80 [80; 85] (65; 90)	80 [80; 90] (60; 110)	80 [80; 90] (50; 100)
Данные ЭхоКГ:			
индекс ЛП, мл/м ²	35,6 [22,9; 40,0] (14,3; 52,8)	32,3 [26,1; 37,2] (14,8; 72,9)	30,0 [25,2; 37,5] (12,8; 93,3)
ФВ ЛЖ, %	68,2 [61,2; 71,0] 56,5; 76	67,0 [61,7; 72,0] 52,0; 70,0	60,0** ##### [55,5; 65] 50; 73
Е/е', ед	8,7 [7,9; 9,8] (5,3; 16,0)	9,9 [7,9; 11,9] (4,7; 21,9)	10,2 [7,9; 12,2] (4,3; 40,5)
ДД/ПДН ЛЖ, %	2 (7,4%)	16 (23,5%)	51 (22,7%)
ИНЛС, ед	1,0 [1,0; 1,1] (1,0; 1,28)	1,0 [1,0; 1,12] (1,0; 1,37)	1,12***** [1,0; 1,33] (1,0; 2,87)
ХСН:			
I ФК, %	12 (44,4)	11 (16,2)*	44 (19,5)*
II ФК, %	9 (33,3)	38 (55,9)	90 (40,0)
III ФК, %	6 (22,3)	19 (27,9)	91 (40,2)

Таблица 1 (окончание).

Table 1 (end).

Показатель	1-я группа, n = 27	2-я группа, n = 68	3-я группа, n = 225
GRACE 2.0:			
общий балл	86,5 [69; 104] (56; 123)	99 [87; 112]* (51; 147)	105 [87; 121]** (45; 181)
% риска	1,6 [1,0; 2,8] (0,7; 5,3)	2,8 [1,8; 4,7]** (0,6; 11,3)	3,3 [1,9; 5,4]*** 0,5; 31,8
низкий, %	19 (70,4)	23 (33,8)**	63 (28,0)****
средний, %	7 (25,9)	32 (47,0)	101 (44,9)
высокий, %	1 (3,7)	13 (19,2)	61 (27,1)*
КАГ:			
незначимое поражение, %	5 (18,5)	3 (4,4)	1 (0,4)****
1-сосудистое, %	12 (44,4)	31 (45,6)	92 (40,9)
2-сосудистое, %	8 (29,6)	19 (27,9)	73 (32,4)
3-сосудистое, %	2 (7,5)	15 (22,1)	59 (26,3)
Количество ЧКВ, %	19 (86,4)	61 (88,4)	191 (84,5)
Индекс Gensini score, ед.	36,0 [24,5; 63,0] (0; 126)	50,5 [36,2; 72,2] (2; 158)	63,2*** [42; 93,5] (4; 242)
Диагноз:			
НС, %	22 (81,5)	29 (42,6)**	74 (32,9)*****
передний ИМ HeQ, %	1 (3,7)	10 (14,7)	28 (12,4)
передний ИМ Q, %	0	8 (11,8)	45 (20,0)
нижний ИМ HeQ, %	1 (3,7)	8 (11,8)	22 (9,8)
нижний ИМ Q, %	3 (11,1)	13 (19,1)	56 (24,9)
повторный ИМ, %	0	5 (7,3)	16 (7,1)

Примечание. ИМТ – индекс массы тела, ССЗ – сердечно-сосудистые заболевания, реваскуляризация – предшествующая хирургическая реваскуляризация миокарда (стентирование или шунтирование коронарных артерий), ЧСС – частота сердечных сокращений, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ДД/ПДН ЛЖ – диастолическая дисфункция/повышенное давление наполнения ЛЖ – количество больных с выявленными признаками диастолической дисфункции ЛЖ/повышенного давления наполнения ЛЖ [9, 15], СД – сахарный диабет, ИМ – инфаркт миокарда, НС – нестабильная стенокардия, ХСН – хроническая сердечная недостаточность, ГБ – гипертоническая болезнь, ФК – функциональный класс ХСН по Нью-Йоркской классификации, ЧКВ – чрескожное коронарное вмешательство со стентированием; однососудистое, двухсосудистое, трехсосудистое – значимый атеросклероз ($\geq 70\%$ в 1, 2 или 3 коронарных артериях); Q – зубец ЭКГ.

Различие с 1-й группой: * $p < 0,05$; ** $< 0,01$; *** $< 0,001$; **** $< 0,0001$; ***** $< 0,00001$. Различие со 2-й группой: ***** $< 0,00001$.

Таблица 2. Сравнение значений продольной деформации на каждом уровне ЛЖ и GLS исследуемых больных ИБС**Table 2.** Comparison of the values of longitudinal strain at each LV level and GLS level in the examined patients with coronary heart disease

Продольная деформация, сегмент	1-я группа, n = 27	2-я группа, n = 68	3-я группа, n = 225
Базальный, %	12,9 ± 3,2 (-22,5; -7,9)	9,5 ± 2,9 (-14,4; -2,2)	8,7 ± 3,2 ***** (-16,2; 2,6)
Средний, %	15,6 ± 2,5 (-20,6; -11,3)	11,3 ± 2,7 (-16,4; -4,3)	8,9 ± 3,2 *****##### (-16,2; 2,0)
Апикальный, %	24,6 ± 3,4 (-32,0; -17,3)	18,6 ± 3,6** (-26,9; -7,2)	14,6 ± 5,2 *****##### (-27,4; 3,7)
GLS, %	17,7 ± 1,4 (-22,1; -16,0)	13,1 ± 2,1 (-15,8; -8,7)*	10,7 ± 3,0 (-15,8; -0,5) *****#####

Примечание. Здесь и в табл. 3 и 4 различие с 1-й группой: * p < 0,05; ** < 0,01; *** < 0,001; ***** < 0,00001. Различие со 2-й группой – ##### < 0,00001.

Как видно из табл. 1, статистически значимые различия 1-й и 2-й групп выявлены по величине риска шкалы GRACE 2.0. Кроме того, во 2-й группе выявлено меньше больных с I функциональным классом (ФК) хронической сердечной недостаточности (ХСН) по классификации NYHA и меньше больных с НС. По другим параметрам отличий в 1-й и 2-й группах не выявлено. В 3-й группе, в отличие от 1-й группы исследуемых больных, величина риска по шкале GRACE 2.0 еще выше, но не отличается от 2-й группы. Меньше больных с низким риском и больше с высоким риском летальных осложнений, меньше больных с незначимым поражением коронарных артерий. Кроме того, в 3-й группе по сравнению с 1-й группой выявлено статистически значимое различие следующих параметров: ИНЛС (увеличение), частота сердечных сокращений (ЧСС) (увеличение) и ФВ ЛЖ (снижение). В 3-й группе было меньше больных с НС и I ФК ХСН по классификации NYHA. В 3-й группе по сравнению со 2-й группой исследуемых больных выявлено статистически значимое снижение ФВ ЛЖ. Все это указывает на то, что больные 3-й группы, возможно, имеют предвестники снижения систолической функции ЛЖ за счет более тяжелого коронарного поражения миокар-

да. Случаи повышенной ФВ ЛЖ во 2-й и 3-й группах встречались у больных с НС.

В табл. 2 сравниваются значения продольной деформации на базальном, среднем и апикальном уровнях сечения ЛЖ и GLS исследуемых больных.

Как видно из табл. 2, выявлено характеризующее 2-ю группу снижение величины продольной деформации на всех уровнях сечения и GLS. 2-я группа больных имеет более низкие значения GLS по сравнению с 1-й группой, что обусловлено снижением значения апикальной деформации. В 1-й и 2-й группах проанализированы значения регионарной продольной деформации всех апикальных сегментов. Выявлено снижение продольной деформации апикального сегмента нижней (21,9 ± 6,2 и 18,6 ± 5,4 соответственно, p < 0,05) и боковой стенки ЛЖ (21,6 ± 5,8 и 17,2 ± 6,7 соответственно, p < 0,01) при неизменности продольной деформации других апикальных сегментов. Продольная деформация исследуемых больных 3-й группы снижается более выражено, чем во 2-й группе, на среднем и апикальном уровнях и GLS.

В табл. 3 сравниваются значения циркулярной деформации на базальном, среднем и апикальном уровнях сечения ЛЖ и GCS исследуемых больных.

Таблица 3. Сравнение значений циркулярной деформации на каждом уровне ЛЖ и GCS исследуемых больных ИБС**Table 3.** Comparison of the values of circumferential strain at each level of LV and GCS in the examined patients with coronary heart disease

Циркулярная деформация, сегмент	1-я группа, n = 27	2-я группа, n = 68	3-я группа, n = 225
Базальный, %	22,9 ± 2,7 (-28,4; -17,6)	22,9 ± 4,8 (-36,2; -12,8)	15,3 ± 4,9 ***** (-28,8; 1,6)
Средний, %	25,8 ± 5,7 (-45,0; -18,4)	25,7 ± 5,0 (-39,0; -16,2)	16,4 ± 4,9 ***** (-30,8; -1,9)
Апикальный, %	36,9 [-42,4; -34,6] (-53,6; -27,5)	37,7 [-40,7; -33,6] (-59,7; -22,2)	23,7 [-28,6; -16,7] ***** (-46,1; 3,3)
GCS, %	28,9 [-30,3; -26,8] (-34,4; -25,0)	27,8 [-30,0; -25,9] (-42,1; -25,0)	18,4 [-21,4; -15,2] (-24,9; -5,9) *****

Таблица 4. Сравнение значений параметров ротации, скручивания, индекса деформации и индекса базальной систолической ротации исследуемых больных ИБС**Table 4.** Comparison of the values of the parameters of rotation, twist, strain index, basal and apical systolic rotation in the examined patients with coronary heart disease

Параметры	1-я группа, n = 27	2-я группа, n = 68	3-я группа, n = 225
Базальная систолическая ротация, °	-4,5 ± 2,2 (-8,5; -0,2)	-5,1 ± 2,2 (-9,1; -0,3)	-3,8 ± 1,9 (-12,1; 0,14) #####
Апикальная систолическая ротация, °	5,9 ± 2,3 (1,2; 12,9)	6,1 ± 2,9 (-0,6; 13,3)	4,3 ± 2,99 (-4,8; 13,5) #####
Скручивание, °	10,5 [7,8; 13,3] (4,7; 18,1)	11,0 [8,6; 13,7] (5,4; 19,4)	7,8 *** [6,0; 10,2] (0,5; 21,5)
Индекс скручивания, °/см	1,24 ± 0,41 (0,56; 2,1)	1,32 ± 0,48 (0,62; 3,1)	0,93 ± 0,41 (0,05; 3,4) ***
Индекс деформации, °/%	0,59 [0,44; 0,75] (0,26; 1,07)	0,81*** [0,61; 1,08] (0,4; 1,95)	0,72* [0,52; 1,01] (0,06; 20,5)

Как видно из табл. 3, значения циркулярной деформации на каждом уровне сечения ЛЖ и GCS отличаются только в 3-й группе больных, что соответствует характеристике группы.

В табл. 4 сравниваются значения базальных и апикальных систолических ротаций ЛЖ, скручивания и соответствующих индексов исследуемых больных ишемической болезнью сердца (ИБС).

Как видно из табл. 4, во 2-й и 3-й группах исследуемых больных ИД больше по сравнению с 1-й группой. При сравнении 2-й и 3-й групп выявлено снижение (псевдонормализация) скручивания [19] и индекса скручивания за счет увеличения базальной (по сравнению со 2-й группой) и снижения апикальной систолической ротации (по сравнению с 1-й и 2-й группами).

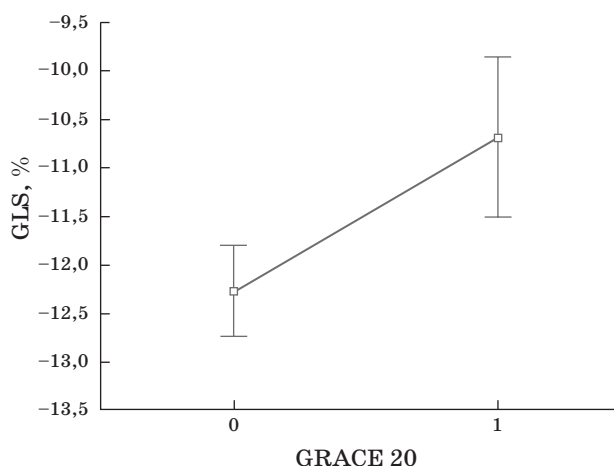


Рисунок. Зависимость величины GLS от значения риска ССО по шкале GRACE 2.0, $p < 0,001$. 0 – низкий и средний риск ССО (≤ 118 баллов), 1 – высокий риск ССО (> 118 баллов по шкале GRACE 2.0).

Figure. The dependence of the GLS value on the value of the risk of CVC according to the GRACE 2.0 scale, $p < 0.001$. 0 – low and moderate risk of CVC (≤ 118 points), 1 – high risk of CVC (> 118 points on the GRACE 2.0 scale).

Проведено сравнение показателей ротации и скручивания у больных с сохраненной (объединены больные 1-й и 2-й групп, $n = 95$) и сниженной циркулярной деформацией (3-я группа, $n = 225$): базальная систолическая ротация (БР) $= -4,9 \pm 2,2$ и $-3,8 \pm 1,9$ ($p < 0,0001$), апикальная систолическая ротация $= 6,1 \pm 2,7$ и $4,3 \pm 2,9$ ($p < 0,00001$), скручивание $= 10,8$ [8,5; 13,5] и $7,8$ [6,0; 10,2] ($p < 0,0000001$). Значит, при сохраненной GCS, несмотря на снижение продольной деформации, ротация и скручивание выше принятых значений нормы [19].

Выявлена прямо пропорциональная связь GLS и GCS ($r = 0,67$, $p < 0,000001$). Величина скручивания оказалась больше связана с ФВ ЛЖ ($r = 0,45$, $p < 0,000001$), чем GLS и GCS ($r = -0,22$ и $-0,34$ соответственно, $p < 0,0001$).

Среди исследуемых параметров ротации и скручивания множественный регрессионный анализ установил сочетанное влияние GCS и GLS на величину только БР ($r = 0,44$, $p < 0,0001$ и $r = -0,17$, $p < 0,01$ соответственно). Это означает, что снижение продольного сокращения увеличивает значение БР. Можно предположить, что снижение величины продольной деформации

у больных 2-й группы способствует увеличению скручивания и индекса деформации. Согласно данным табл. 2, снижение продольной деформации апикальных сегментов (за счет нижней и боковой стенок ЛЖ) является причиной начального снижения GLS у больных 2-й группы.

На рисунке показана динамика величины GLS в зависимости от категории риска ССО по шкале GRACE 2.0.

Как видно на рисунке, высокому риску ССО по шкале GRACE 2.0 соответствует значение GLS менее 12% [20–22]. Результат бинарной логистической регрессии по анализу зависимости величины GLS и риска ССО (> 118 баллов по шкале GRACE 2.0): Вальд – 13,5 ед., OR = 1,16 ед. (1,07; 1,26), $p < 0,001$. OR = 1,16 ед. означает, что снижение величины GLS на 1% увеличивает вероятность высокого риска ССО на 16% при неизменности других переменных.

ОБСУЖДЕНИЕ

Разделение исследуемых больных по предложенному алгоритму [6, 7] на преобладающую субэндокардиальную и трансмуральную дисфункцию характеризует степень выраженности коронарного атеросклероза и прогрессирование ишемии ЛЖ. Наиболее чувствителен к ишемии субэндокардиальный слой миокарда, поэтому снижение продольной деформации предшествует снижению циркулярной [23]. В результате исследования начальное снижение продольной при сохраненной циркулярной деформации выявлено у 21,2% больных (2-я группа). При дальнейшем прогрессировании ишемии ЛЖ поражаются все слои миокарда с вовлечением в патологический процесс как эндокардиальных, так и эпикардиальных волокон миокарда. Больных, у которых выявлено одновременное снижение продольной и циркулярной деформации, было большинство – 70,3% (3-я группа). Изолированное поражение субэпикардиальных волокон миокарда с преобладающей субэпикардиальной дисфункцией ЛЖ при сохранении кровотока в субэндокардиальном слое миокарда не характерно для коронарной болезни сердца.

Наблюдаемое при ИБС снижение продольной или циркулярной деформации ЛЖ может не сопровождаться снижением сис-

толической, диастолической функции/повышением давления наполнения ЛЖ и клиническими проявлениями СН [1, 24]. При использовании более значимых критериев диастолической дисфункции – повышение давления наполнения ЛЖ [9, 15] – выявлено, что 78,2% больных, участвующих в данном исследовании, не имели эхокардиографических критериев систолической или диастолической дисфункции ЛЖ. Это может означать наличие скрытой дисфункции ЛЖ у таких больных, среди которых могут быть пациенты, отвечающие на терапию ХСН (что согласуется с результатами исследований DELIVER и PARAGON) [3, 4].

Оценка показателей деформации ЛЖ предоставила дополнительные возможности для выявления дисфункции ЛЖ. Основным отличительным признаком 3-й группы исследуемых больных было снижение значения GCS, что свидетельствует о более выраженном снижении сократимости миокарда [25] и наряду со снижением среднего значения GLS определяет высокий риск летальных исходов. Среднее значение GLS больных 3-й группы было меньше 12%, что является значимым независимым предиктором возникновения ССО у больных ИБС [20–22]. Известно, что GLS превосходит ФВ ЛЖ в оценке прогноза [8], а снижение GLS обнаружено у 50–60% больных с СН с сохраненной ФВ [12]. Больные 3-й группы имели повышенный по сравнению с больными 1-й группы риск ССО по шкале GRACE вследствие более выраженных проявлений коронарного атеросклероза. Следовательно, снижение GLS менее 12% у больных с НС и ИМ является одним из критериев снижения систолической функции ЛЖ и может послужить основанием для оптимизации терапии таких больных. Риск ССО во 2-й группе исследуемых больных выше, чем в 1-й группе, несмотря на одинаковые значения ФВ ЛЖ. Этот факт определяет необходимость разделения больных с НС и ИМ и сохраненной ФВ на группы риска и побуждает к поиску критериев для такого разделения. Выявление сниженных значений деформации ЛЖ у больных с сохраненной ФВ может не только выявить различия в риске ССО, но и обосновать дифференцированный подход к лечению.

Несмотря на прямо пропорциональную зависимость величин GLS и GCS, не всегда

сниженным значениям GLS соответствуют сниженные значения GCS. Больные 1-й и 2-й групп, имеющие сохраненную GCS, имеют значение GLS, близкое к норме или слегка сниженное (13–16%). У этих же больных (1-й и 2-й групп) значения скручивания выше нормы [19], что связано с разнонаправленными изменениями величин базальной и апикальной ротаций ЛЖ. Следовательно, начальное небольшое (13–16%) снижение GLS, не сопровождающееся снижением GCS, позволяет выявить один из механизмов компенсации сократимости ЛЖ. Известно, что дисбаланс эндокардиального и эпикардиального взаимодействия при начальном снижении продольного сокращения приводит к увеличению ротации и скручивания ЛЖ вследствие преобладания эпикардиального вращения [19, 26–28]. Данный механизм усиления сокращения за счет большего радиуса эпикардиальных волокон способствует увеличению ротации/скручивания и на начальном этапе снижения продольной деформации обеспечивает сохранность сердечного выброса. Кроме того, увеличение скручивания у больных с сохраненной величиной циркулярной деформации (1-я и 2-я группы исследуемых больных) может свидетельствовать о начальной (компенсированной) диастолической дисфункции ЛЖ [27]. Среди других механизмов увеличения ротации/скручивания ЛЖ известными являются дисбаланс симпатовагальной иннервации миокарда и изменения в изоформах титина [29–31].

При дальнейшем понижении $GLS < 12\%$ чаще всего выявляются сниженные значения GCS и ротации/скручивания, которые являются важными составляющими сокращения ЛЖ, представляя собой результат одновременно продольного и циркулярного укорочения волокон миокарда [19]. При этом снижение циркулярной деформации, приводящее к псевдонормализации скручивания, может быть результатом прогрессирования систолической дисфункции ЛЖ, при котором наблюдается снижение резерва компенсаторного прироста скручивания ЛЖ [29–31]. Данными изменениями можно объяснить значимое снижение ФВ ЛЖ в 3-й группе исследуемых больных.

Больные с сохраненной циркулярной деформацией (1-й и 2-й групп) имеют повышенные значения ротации/скручива-

ния [19]. По клиническим признакам 1-я и 2-я группы различаются только разным количеством больных с I ФК ХСН. Однако небольшое снижение GLS, характерное для больных 2-й группы, сочетается с повышенным риском ССО. Установлено, что начальное снижение продольной деформации происходит за счет апикальных сегментов нижней и боковой стенок ЛЖ, что согласуется с данными литературы о неравнозначной прогностической роли снижения продольной деформации отдельных сегментов ЛЖ [23]. Отсутствие прироста ротации и скручивания в ответ на снижение продольной деформации указанных сегментов может являться патологическим механизмом, приводящим к снижению сократимости ЛЖ и негативному прогнозу после НС и ИМ.

Отличительным признаком больных 2-й группы, помимо начального снижения GLS, является существенное увеличение ИД. Такое увеличение ИД является следствием одновременного снижения GLS и разнонаправленного изменения базальной и апикальной ротаций ЛЖ. Использование комбинированных параметров деформации и ротации/скручивания ЛЖ может иметь дополнительные преимущества при диагностике систолической миокардиальной дисфункции ЛЖ, выявляя механизмы компенсаторной адаптации при патологии. По величине ИД можно оценить вклад в сократимость как отдельных показателей, так и их сочетания [16]. Значимость комбинированного ИД в ранней диагностике систолической миокардиальной дисфункции может превышать величину показателя GLS при начальном его снижении (13–16%). Причина в том, что пограничное значение даже для такого изученного показателя, как GLS, варьирует от 14 до 20% [12, 14] и снижение GLS выявляется не только при ИБС [32, 33].

Принцип разделения на группы [6, 7], используемый в данной работе, позволил выявить показатели, которые характеризовали дисфункцию ЛЖ во 2-й и 3-й группах исследуемых больных. Вариабельность пограничных значений GLS и особенно GCS [12–14] не позволяет специфично диагностировать сниженную сократительную способность ЛЖ на основании значений GLS <16% и GCS <25%. Кроме того, данные пограничные значения не связаны с риском

ССО в такой степени, как это выявлено для GLS <12%. Таким образом, выявление у больного с НС или ИМ с сохраненной ФВ ЛЖ величины GLS <12% может верифицировать прогностически неблагоприятное снижение сократимости ЛЖ вне зависимости от значения GCS. При значении GLS ≥12% для выявления больных повышенного риска ССО можно рассмотреть использование комбинированного параметра на основе ротации/скручивания (ИД), не ориентируясь на вариабельное пограничное значение величины GLS.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У больных с ИМ и НС и сохраненной ФВ ЛЖ начальное (13–16%) снижение продольной при сохраненной циркулярной деформации характеризуется повышенными значениями ротации/скручивания ЛЖ. Выявлена связь между снижением продольной деформации ЛЖ менее 12% и риском ССО. При значениях продольной деформации более 12% повышенный риск ССО может дополнительно уточнить комбинированный показатель на основе ротации/скручивания (ИД), диагностическое значение которого требует дальнейшего изучения.

Ограничение исследования

Не проводилось исследование уровня N-терминального фрагмента мозгового натрийуретического пептида для оценки тяжести сердечной недостаточности и различия между группами. Ограничивающим фактором может быть неравномерность представленных групп.

Участие авторов

Швец Д.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, проведение исследования, подготовка и редактирование текста, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поветкин С.В. – участие в научном дизайне, проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Shvets D.A. – concept and design of the study, collection and analysis of data, conducting research, text preparation and editing, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Povetkin S.V. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, participation in scientific design.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Терещенко С.Н., Галявич А.С., Ускач Т.М., Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П., Беграмбекова Ю.Л. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25 (11): 311–374. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4083>
2. Tereshchenko S.N., Galyavich A.S., Uskach T.M., Ageev F.T., Arutyunov G.P., Begrambekova Yu.L. Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology*. 2020; 25 (11): 311–374. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-4083> (In Russian)
3. McDonagh T.A., Metra M., Adamo M. et al. ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur. Heart J.* 2021; 42 (36): 3599–3726. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>
4. Solomon S., McMurray J., Anand I.S. et al. Angiotensin-Nepirylsin in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *N. Engl. J. Med.* 2019; 381: 1609–1620. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa1908655>
5. Solomon S.D., McMurray J.J.V., Claggett B. et al. Dapagliflozin in Heart Failure with Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction. *N. Engl. J. Med.* 2022; 387: 1089–1098. <http://doi.org/10.1056/NEJMoa2206286>
6. Heidenreich P.A., Bozkurt B., Aguilar D. et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol. (JACC)*. 2022; 79 (18): 263–421. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2021.12.012>
7. Sengupta P.P., Narula J. Reclassifying Heart Failure: Predominantly Subendocardial, Subepicardial and Transmural. *Heart Failure Clin.* 2008; 4 (3): 379–382. <http://doi.org/10.1016/j.hfc.2008.03.013>
8. Claus P., Omar A.M., Gianni Pedrizzetti G. et al. Tissue Tracking Technology for Assessing Cardiac Mechanics. Principles, Normal Values, and Clinical Applications. *JACC: Cardiovasc. Imaging*. 2015; 8 (12): 1444–1460. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcmg.2015.11.001>
9. Feijão A., Pereira S.V., Morais H. Difficulties and Pitfalls in Performing Speckle-Tracking Echocardiography to Assess Left Ventricular Systolic Function. *EC Cardiology*. 2020; 7 (8): 30–35. <https://ecronicon.com/eccy/pdf/ECCY-07-00731.pdf>
10. Smiseth O.A., Morris D.A., Cardim N. et al. Multimodality imaging in patients with heart failure and preserved ejection fraction: an expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. – Cardiovasc. Imaging*. 2022; 23: e34–e61. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jeab154>
11. Roffi M., Patrono C., Collet J.P. et al. ESC Scientific Document Group. 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2016; 37 (3): 267–315. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv320>
12. Ibanez B., James S., Agewall S. et al. 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2018; 39 (2): 119–177. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehx393>
13. Shah A.M., Claggett B., Sweitzer N.K. et al. The Prognostic Importance of Impaired Systolic Function in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction and the Impact of Spironolactone. *Circulation*. 2015; 132 (5): 402–414. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.015884>
14. Sugimoto T., Dulgheru R., Bernard A. et al. Echocardiographic reference ranges for normal left ventricular 2D strain: results from the EACVI NORRE study. *Eur. Heart J. – Cardiovasc. Imaging*. 2017; 18: 833–840. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jex140>
15. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging*. 2015; 16 (3): 233–270. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jev014>
16. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P. et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American society of echocardiography and the European association of cardiovascular imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2016; 29 (4): 277–314. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2016.01.011>
17. Mora V., Roldán I., Romero E. et al. Comprehensive assessment of left ventricular myocardial function by two-dimensional speckle-tracking echocardiography. *Cardiovasc. Ultrasound*. 2018; 16 (1): 16. <http://doi.org/10.1186/s12947-018-0135-x>
18. Бернс С.А., Шмидт Е.А., Клименкова А.В., Туманова С.А., Барбараш О.Л. Возможности шкалы GRACE в долгосрочной оценке риска у больных с острым коронарным синдромом без подъема сегмента ST. *Доктор.Ру*. 2019; 2 (157): 12–18. <http://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-157-2-12-18>
19. Berns S.A., Shmidt E.A., Klimenkova A.V. et al. Using the GRACE SCORE to assess long-term risk in patients with non-ST elevation acute coronary

- syndrome. *Doctor.Ru*. 2019; 2 (157): 12–18. <http://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-157-2-12-18> (In Russian)
18. Rampidis G.P., Benetos G., Benz D.C. et al. A guide for Gensini Score calculation. *Atherosclerosis*. 2019; 287: 181–183. <http://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2019.05.012>
19. Takeuchi M., Nakai H., Kokumai M. et al. Age-related changes in left ventricular twist assessed by two-dimensional speckle-tracking imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2006; 19: 1077–1084. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2006.04.011>
20. Stanton T., Leano R., Marwick T.H. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring. *Circulation. Cardiovasc. Imaging*. 2009; 2: 356–364. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.109.862334>
21. Smiseth O.A., Torp H., Opdahl A. et al. Myocardial strain imaging: how useful is it in clinical decision making? *Eur. Heart J.* 2016; 15 (4): 1196–1207. <http://doi.org/10.1093/eurheartj/ehv529>
22. Bendary A., Tawfeek W., Mahros M., Salem M. The predictive value of global longitudinal strain on clinical outcome in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and preserved systolic function. *Echocardiography*. 2018; 35 (7): 915–921. <http://doi.org/10.1111/echo.13866>
23. Biering-Sorensen T., Jensen J.S., Pedersen S.H. et al. Regional Longitudinal Myocardial Deformation Provides Incremental Prognostic Information in Patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *PLoS One*. 2016; 11 (6): e0158280. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0158280>
24. Lin Y., Zhang L., Hu X. et al. Clinical Usefulness of Speckle-Tracking Echocardiography in Patients with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *Diagnostics*. 2023; 13 (18): 18. <http://doi.org/10.3390/diagnostics13182923>
25. Scharrenbroich J., Hamada S., Keszey A. et al. Use of two-dimensional speckle tracking echocardiography to predict cardiac events: Comparison of patients with acute myocardial infarction and chronic coronary artery disease. *Clin. Cardiol.* 2018; 41 (1): 111–118. <http://doi.org/10.1002 / clc.22860>
26. Notomi Y., Srinath G., Shiota T. et al. Maturation and adaptive modulation of left ventricular torsional biomechanics: Doppler tissue imaging observation from infancy to adulthood. *Circulation*. 2006; 113: 2534–2541. <http://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.105.537639>
27. Nakatani S. Left ventricle rotation and twist: why should we learn? *J. Cardiovasc. Ultrasound*. 2011; 19 (1): 1–6. <http://doi.org/10.4250/jcu.2011.19.1.1>
28. Stokke T.M., Hasselberg N.E., Smedsrud M.K. et al. Geometry as a Confounder When Assessing Ventricular Systolic Function Comparison Between Ejection Fraction and Strain. *JACC*. 2017; 70 (8): 942–954. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.06.046>
29. Vitarelli A., Capotosto L., Placanica G. et al. Comprehensive assessment of biventricular function and aortic stiffness in athletes with different forms of training by three-dimensional echocardiography and strain imaging. *Eur. Heart J. – Cardiovasc. Imaging*. 2013; 14: 1010–1020. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jes298>
30. Santoro A., Alvino F., Antonelli G. et al. Endurance and Strength Athlete's Heart: Analysis of Myocardial Deformation by Speckle Tracking Echocardiography. *J. Cardiovasc. Ultrasound*. 2014; 22 (4): 196–204. <http://dx.doi.org/10.4250/jcu.2014.22.4.196>
31. Beaumont A., Grace F., Richards J. et al. Left Ventricular Speckle Tracking-Derived Heart Strain and Heart Twist Mechanics in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *Sports Med*. 2017; 47 (6): 1145–1170. <http://doi.org/10.1007/s40279-016-0644-4>
32. Beyhoffer N., Lohr D., Foryst-Ludwig A. et al. Characterization of Myocardial Microstructure and Function in an Experimental Model of Isolated Subendocardial Damage: *Hypertension*. 2019; 74 (2): 295–304. <http://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12956>
33. Park J.-H. Two-dimensional Echocardiographic Assessment of Myocardial Strain: Important Echocardiographic Parameter Readily Useful in Clinical Field. *Korean Circ. J.* 2019; 49 (10): 908–931. <http://doi.org/10.4070/kcj.2019.0200>

Clinical significance in the time course of rotation/twist in reducing left ventricular strain in patients with unstable angina and myocardial infarction with preserved ejection fraction of the left ventricle according to speckle tracking echocardiography

D.A. Shvets^{1*}, S.V. Povetkin²

¹ Orel Regional Clinical Hospital; 10, bld. Pobedy, Orel 302028, Russian Federation

² Kursk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; 3, Karl Marks str., Kursk 305041, Russian Federation

Denis A. Shvets – M.D., Cand. of Sci. (Med.), cardiologist, cardiology department of Orel Regional Clinical Hospital, Orel. <https://orcid.org/0000-0002-1551-9767>.

Sergey V. Povetkin – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Department of clinical Pharmacology, Kursk State Medical University, Kursk. <https://orcid.org/0000-0002-1302-9326>.

Correspondence* to Dr. Denis A. Shvets – e-mail: denpost-card@mail.ru

The research purpose was to study the performance of left ventricular (LV) rotation and twist under the decrease in LV longitudinal and circumferential strains and to determine the possible association of such changes with the risk of cardiovascular complications according to the GRACE 2.0 scale in patients with unstable angina and myocardial infarction with preserved ejection fraction of the left ventricle.

Materials and Methods. The study included 320 patients with acute coronary syndrome (unstable angina and myocardial infarction) with preserved ejection fraction of the left ventricle $\geq 50\%$. The patients were divided into groups depending on the magnitude of longitudinal and circumferential strains: the first group - absence of longitudinal and circumferential dysfunction, 27 patients (8,5%); the second group – predominant longitudinal dysfunction (global longitudinal strain (GLS)) $< 16\%$ with global circumferential strain (GCS) $\geq 25\%$, 68 patients (21,2%); the third group - transmural dysfunction (GLS $< 16\%$ and GCS $< 25\%$), 225 patients (70,3%). Echocardiography was performed with the use of US scanner Affiniti 70. In 2D speckle-tracking mode the values of longitudinal (LS, %) and circumferential (CS, %) strains were assessed, the values of GLS and GCS, peaks of systolic basal and apical rotation, the values of LV twist and twist index were calculated. Additionally, the strain index was evaluated. All patients underwent coronary angiography with the calculation of the Gensini score; the risk of cardiovascular complications was calculated according to the Global Registry of Acute Coronary Events (GRACE) scale version 2.0.

Results. It was found out that patients in the 3rd group may have initial signs of heart failure due to more severe coronary myocardial damage. The medium value of GLS in patients of the third group was less than 12%, which is one of the criteria for reducing the contractility of the LV myocardium, a significant independent predictor of the occurrence of cardiovascular complications (CVC), and serves as a reason for therapy optimization in such patients. A distinctive feature of the patients in the second group, apart from the initial decrease in GLS, is a significant increase in the strain index, which can be used to evaluate the contribution of both individual indicators and their combination to LV contractility.

Conclusion. In patients with unstable angina and myocardial infarction with preserved ejection fraction, the initial decrease (13–16%) of the left ventricle longitudinal strain with preserved circumferential strain was characterized by increased values of LV rotation and twist. A relationship between a decrease in LV longitudinal strain of less than 12% and the risk of CVC was found. In values of longitudinal strain more than 12%, the increased risk of CVC may be further refined by the combined index based on rotation/twist (strain index), the diagnostic value of which requires further investigation.

Keywords: strain of the left ventricle; rotation of the left ventricle; twisting of the left ventricle; myocardial infarction; unstable angina pectoris; cardiovascular risk

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Shvets D.A., Povetkin S.V. Clinical significance in the time course of rotation/twist in reducing left ventricular strain in patients with unstable angina and myocardial infarction with preserved ejection fraction of the left ventricle according to speckle tracking echocardiography. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 60–73. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-014> (In Russian)

Received: 19.12.2023.

Accepted for publication: 30.10.2024.

Published online: 05.02.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-317>

Роль спекл-трекинг-эхокардиографии в оценке функции правого желудочка у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и легочной гипертензией

К.В. Кондрашова^{1*}, М.К. Рыбакова²

¹ ГБУЗ Калужской области “Калужская областная клиническая больница”; 248007 Калуга, ул. Вишневского, д. 1, Российская Федерация

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

Актуальность. Дисфункция правого желудочка (ПЖ) играет важную роль в течении хронической сердечной недостаточности (ХСН), ее осложнений и исходов. Своевременная диагностика дисфункции ПЖ позволяет скорректировать терапию и предотвратить неблагоприятный исход заболевания.

Цель исследования: определить диагностическую значимость и воспроизводимость параметров продольной деформации ПЖ для выявления его дисфункции у пациентов с ХСН и легочной гипертензией (ЛГ) при помощи двухмерной спекл-трекинг эхокардиографии.

Материал и методы. Обследован 41 пациент с ХСН вследствие ишемической болезни сердца или дилатационной кардиомиопатии с признаками ЛГ по данным трансторакальной эхокардиографии. Средний возраст пациентов составил $69,2 \pm 10,1$ года; 12 (29%) женщин и 29 (71%) мужчин. У большей части больных с ХСН (65,9%) фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) была в пределах нормы. При эхокардиографическом исследовании оценивались стандартные показатели функции ПЖ, а также показатели продольной деформации (глобальная продольная систолическая деформация (ГПСД) ПЖ и продольная систолическая деформация свободной стенки (ПСД СС) ПЖ). В контрольную группу включен 31 человек с отсутствием признаков дисфункции сердца в покое (средний возраст $57,9 \pm 12,2$ года). Воспроизводимость метода измерения ГПСД ПЖ и ПСД СС ПЖ оценивали путем анализа меж- и внутриоператорской вариабельности.

Результаты. Выявлено достоверное снижение всех показателей систолической функции ПЖ у пациентов с ХСН и ЛГ ($p < 0,0001$). При сниженной ФВ ЛЖ параметры функции ПЖ были ниже. По результатам ROC-анализа показатели ГПСД ПЖ и ПСД СС ПЖ продемонстрировали высокую чувствительность и специфичность в отношении дисфункции ПЖ. Проведенный анализ меж- и внутриоператорской вариабельности, а также коэффициента внутригрупповой корреляции показал хорошую воспроизводимость метода измерения продольной деформации ПЖ.

Выводы. Всесторонняя оценка функции правого желудочка с применением деформационных методик у больных с хронической сердечной недостаточностью и легочной гипертензией позволяет чаще выявить его дисфункцию.

Кондрашова Ксения Владимировна – врач ультразвуковой диагностики, заведующая отделением ультразвуковой диагностики регионального сосудистого центра ГБУЗ КО “Калужская областная клиническая больница”, Калуга. <https://orcid.org/0009-0000-4672-2779>

Рыбакова Марина Константиновна – доктор мед. наук, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГБОУ ДПО “Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования” Минздрава России, Москва.

Контактная информация*: Кондрашова Ксения Владимировна – e-mail: xenijasv@yandex.ru

Ключевые слова: спекл-трекинг-эхокардиография; функция правого желудочка; хроническая сердечная недостаточность

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии возможных конфликтов интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Цитирование: Кондрашова К.В., Рыбакова М.К. Роль спекл-трекинг-эхокардиографии в оценке функции правого желудочка у пациентов с хронической сердечной недостаточностью и легочной гипертензией. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 74–84. [https://doi.org/ 10.24835/1607-0771-317](https://doi.org/10.24835/1607-0771-317)

Поступила в редакцию: 01.12.2024.

Принята к печати: 12.02.2025.

Опубликована online: 02.03.2025.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Дисфункция левого желудочка (ЛЖ) – наиболее распространенная причина правосторонней сердечной недостаточности в результате вовлечения правого желудочка (ПЖ) в структурную или ишемическую болезнь сердца (ИБС) или косвенной его дисфункции из-за взаимодействия желудочков, легочного застоя или аритмий [1, 2]. Нарушение функции ПЖ при хронической сердечной недостаточности (ХСН) ЛЖ развивается через непосредственное взаимодействие через межжелудочковую перегородку (МЖП), через активацию нейрогуморальных процессов, приводящих ПЖ и ЛЖ в общий процесс повреждения миокарда, через снижение коронарной перфузии, а также через увеличение постнагрузки из-за повышения давления в легочных венах и артериях [3]. Степень снижения сократимости ПЖ отражает истощение компенсационных механизмов, что существенно влияет на тяжесть сердечной недостаточности и является предиктором сердечно-сосудистых заболеваний у пациентов с дисфункцией ЛЖ после острого инфаркта миокарда [4–6]. При дилатационной кардиомиопатии дисфункция ПЖ объясняется изменением условий нагрузки вследствие нарушения диастолической функции ЛЖ, а также вовлечением миокарда ПЖ в миопатический процесс [7]. Трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) – один из наиболее широко применяемых инструментов для оценки функции ПЖ, но поскольку ПЖ имеет сложную анатомию, а также загрудинное расположение, оценка его функции по данным ЭхоКГ имеет ряд ограничений, а двухмерная оценка его объема значительно затруднена [8, 9]. Поэтому рекомендует-

ся оценивать функцию ПЖ по следующим параметрам: индекс миокардиальной производительности, амплитуда движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана (tricuspid annular plane systolic excursion – TAPSE), фракционное изменение площади правого желудочка (ФИП ПЖ), скорость движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана в тканевом доплере (пик s) и фракция выброса (ФВ) ПЖ при трехмерной ЭхоКГ [10, 11]. Спекл-трекинг-ЭхоКГ дает более полную информацию о функции и механике ПЖ. По аналогии с продольной деформацией ЛЖ, которая более изучена и широко применяется, оценка продольной деформации ПЖ представляет возможность более раннего выявления его дисфункции, предшествующей снижению ФВ.

Цель исследования: определить диагностическую значимость и воспроизводимость параметров продольной деформации ПЖ для выявления его дисфункции у пациентов с ХСН и легочной гипертензией (ЛГ) при помощи двухмерной спекл-трекинг-ЭхоКГ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследован 41 пациент с ХСН вследствие ИБС (n = 39) и дилатационной кардиомиопатии (ДКМП) (n = 2), с ЛГ по данным трансторакальной ЭхоКГ, получавших лечение в условиях Регионального сосудистого центра с декабря 2022 г. по декабрь 2023 г. Все пациенты на догоспитальном этапе получали многокомпонентную терапию и были госпитализированы с основными жалобами на одышку, снижение толерантности к физической нагрузке.

Критерии включения пациентов в исследование: 1) возраст старше 18 лет, 2) наличие ЛГ по данным трансторакальной ЭхоКГ, 3) наличие ХСН III–IV функционального класса по NYHA, развившейся в результате ИБС и ДКМП, 4) информированное согласие на участие в исследовании. Средний возраст пациентов составил $69,2 \pm 10,1$ года; 12 (29%) женщин и 29 (71%) мужчин. Большинство пациентов данной группы (95,1%) имели сопутствующие заболевания: артериальная гипертензия (25 человек, 61%), сахарный диабет (14 человек, 34,1%). У 20 (48,8%) пациентов имелись нарушения ритма в виде постоянной формы фибрилляции/трепетания предсердий, у 8 (19,5%) был ранее имплантирован электрокардиостимулятор (ЭКС).

Критерии исключения: острый инфаркт миокарда, ЧСС (ЧЖС) более 90 уд/мин, поражение трикуспидального клапана (ТК) вследствие инфекционного эндокардита; протезирование ТК в анамнезе; сочетание ХСН и острой (хронической) тромбоэмболии легочной артерии; неудовлетворительное качество изображения, затрудняющее проведение и трактовку результатов ЭхоКГ.

В группу контроля включен 31 здоровый доброволец. Средний возраст лиц контрольной группы составил $57,9 \pm 12,2$ года (40–78 лет). Среди них было 20 (64,5%) женщин, 11 (35,5%) мужчин. Критериями включения в контрольную группу являлись: возраст старше 18 лет, отсутствие жалоб со стороны сердечно-сосудистой системы, отсутствие по данным инструментальных методов обследования объективных признаков дисфункции сердца в покое.

Трансторакальная ЭхоКГ проводилась на аппарате Vivid E95 (GE HealthCare, США) с синхронизацией ЭКГ. Постобработка данных осуществлялась с использованием программного пакета EchoPak (GE HealthCare, США). Количественные параметры представлены в виде $M \pm SD$ для величин с нормальным распределением и в виде медианы (25-й; 75-й перцентиль) для величин с распределением, отличным от нормального. При анализе учитывали модули отрицательных величин. Различия считали достоверными при $p < 0,05$. Систолическая функция ЛЖ оценивалась путем расчета ФВ ЛЖ биплановым способом, согласно действующим рекомендациям по ЭхоКГ [10],

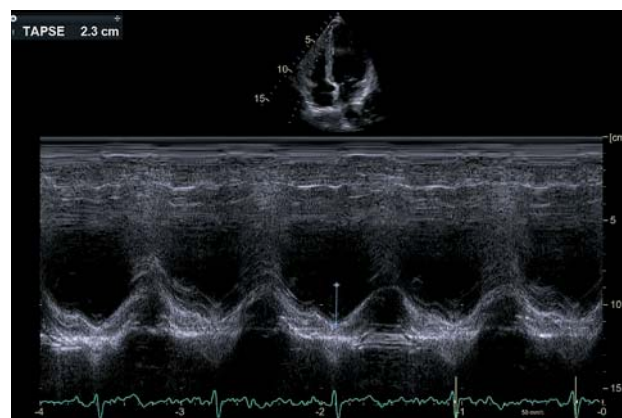


Рис. 1. Измерение амплитуды движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана – TAPSE. TAPSE измеряется в М-режиме с оптимальным расположением курсора вдоль направления латеральной части кольца трехстворчатого кольца в апикальной четырехкамерной проекции.

Fig. 1. Measurement of the lateral tricuspid annular plane systolic excursion (TAPSE). TAPSE is assessed in M-mode with optimal cursor alignment along the lateral aspect of the tricuspid annulus in the apical four-chamber view.

а также измерением глобальной продольной деформации (ГПД) ЛЖ. Для измерения ГПД ЛЖ выполнялась запись цифровых кинопетель из апикального доступа в 4, 2 и 3-камерной позициях с частотой кадров 70–100 в секунду, после чего система автоматически генерировала контур. По результатам анализа рассчитывалось среднее значение продольной деформации для всего ЛЖ.

Согласно Клиническим рекомендациям “Хроническая сердечная недостаточность” от 2024 г., пациенты с ХСН и ЛГ были разделены на 2 группы в зависимости от значений ФВ ЛЖ: 27 (65,9%) пациентов с сохраненной ФВ ЛЖ ($\leq 50\%$) и 14 (34,1%) пациентов со сниженной ФВ ЛЖ ($< 50\%$) [2]. В качестве количественных показателей систолической функции ПЖ использовались: TAPSE (рис. 1), ФИП ПЖ (рис. 2), скорость движения латеральной части фиброзного кольца ТК в тканевом доплере – пик s (рис. 3). Индекс миокардиальной производительности у пациентов не оценивался, так как у подавляющего числа пациентов с ХСН и ЛГ имелись фибрилляция предсердий или ранее имплантированный ЭКС.

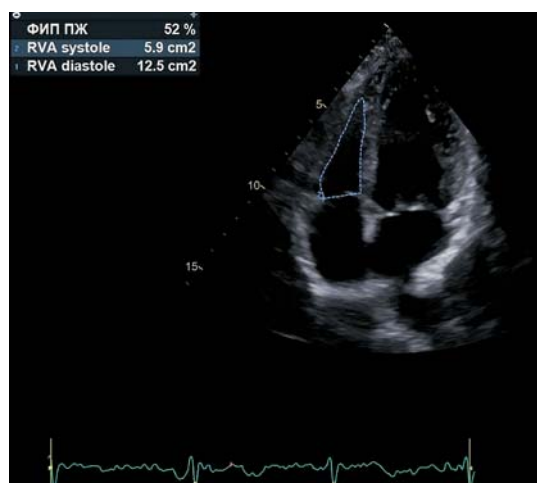


Рис. 2. Измерение фракционного изменения площади ПЖ из апикального четырехкамерного доступа проводится путем трассировки эндокарда ПЖ в систолу и диастолу, включая трабекулы. RVA systole – конечно-систолическая площадь ПЖ, RVA diastole – конечно-диастолическая площадь ПЖ.

Fig. 2. Measurement of right ventricular fractional area change from the apical four-chamber view is performed by tracing the RV endocardium in systole and diastole, including trabeculations. RVA systole – right ventricular end-systolic area; RVA diastole – right ventricular end-diastolic area.

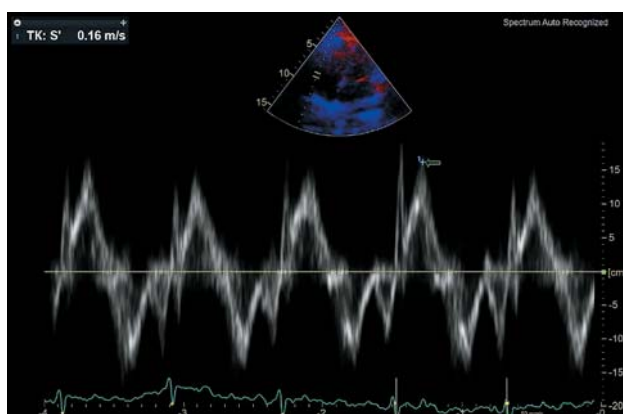


Рис. 3. Измерение максимальной систолической скорости движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана в режиме тканевого доплера (s).

Fig. 3. Measurement of the peak systolic velocity of the lateral tricuspid annulus using tissue Doppler imaging (s).

Учитывая, что показатели TAPSE и скорости пика s могут зависеть от угла между лучом сканирования и направлением движения латеральной части фиброзного кольца трехстворчатого клапана, а также от условий нагрузки на желудочек, оценивают лишь базальный отдел свободной стенки ПЖ [12, 13], критерием наличия дисфункции ПЖ в данном исследовании считали снижение ФИП <35% [10, 11].

Для оценки продольной деформации ПЖ использовали апикальный четырехкамерный доступ с ориентацией на ПЖ, оценивали глобальную продольную систолическую деформацию (ГПСД) ПЖ и продольную систолическую деформацию свободной стенки (ПСД СС) ПЖ (рис. 4, 5). Для оценки ЛГ измеряли систолическое (СДЛА), среднее (СрДЛА) и диастолическое (ДДЛА) давление в легочной артерии (ЛА). СДЛА оценивали с помощью непрерывно-волновой доплерографии потока трикуспидальной регургитации по модифицированному уравнению Бернулли: $\text{СДЛА} = 4V_{\text{ТР}}^2 + \text{давление в правом предсердии}$, где $V_{\text{ТР}}$ – пиковая скорость потока трикуспидальной регургитации. ДДЛА рассчитывали по конечной диастолической скорости легочной регургитации с помощью непрерывно-волновой доплерографии: $\text{ДДЛА} = 4V_{\text{ЛР}}^2 + \text{давление в правом предсердии}$, где $V_{\text{ЛР}}$ – скорость потока легочной регургитации в конце диастолы. $\text{СрДЛА} = 1/3 (\text{СДЛА}) + 2/3 (\text{ДДЛА})$ [11]. Критерием наличия ЛГ считали величину СДЛА более 40 мм рт.ст. [11].

Для оценки межоператорской воспроизводимости анализ производился двумя независимыми исследователями у 20 случайно выбранных пациентов на серошальных изображениях. Для оценки внутриоператорской воспроизводимости был проведен анализ одним оператором с разницей более 4 нед у 20 случайно выбранных пациентов.

Статистическую обработку производили с использованием пакета прикладных программ Medcalc (версия 22.005-64bit). Корреляционный анализ в исследовании включал в себя применение коэффициента Пирсона (для нормально распределенных величин) и коэффициента корреляции рангов Спирмена (для величин с распределением, отличным от нормального), вычисление корреляционной матрицы, расчет 95% доверительных интервалов (ДИ) для стати-

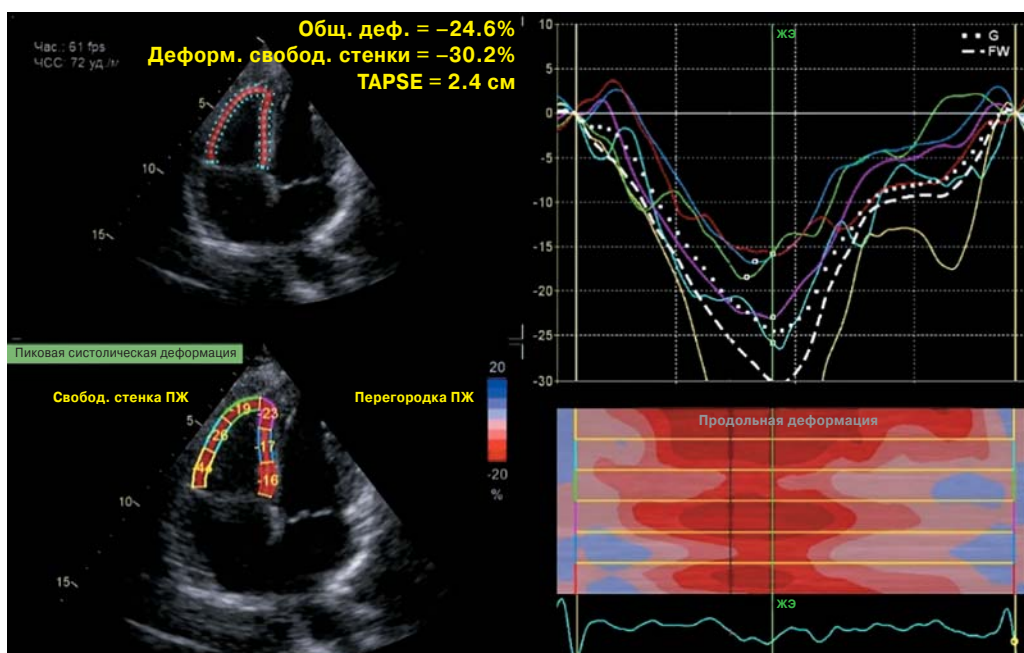


Рис. 4. Продольная деформация ПЖ в норме, измеренная из апикального четырехкамерного доступа с ориентацией на ПЖ. Общ. деф. – ГПСД ПЖ, Деформ. свобод. стенки – ПСД СС ПЖ, G – график ГПСД ПЖ, FW – график ПСД СС ПЖ.

Fig. 4. Normal right ventricular longitudinal strain measured from the apical four-chamber view with RV-focused orientation. Общ. деф. – RVGLS, Деформ. свобод. стенки – RVFWLS, G – RVGLS graph, FW – RVFWLS graph.

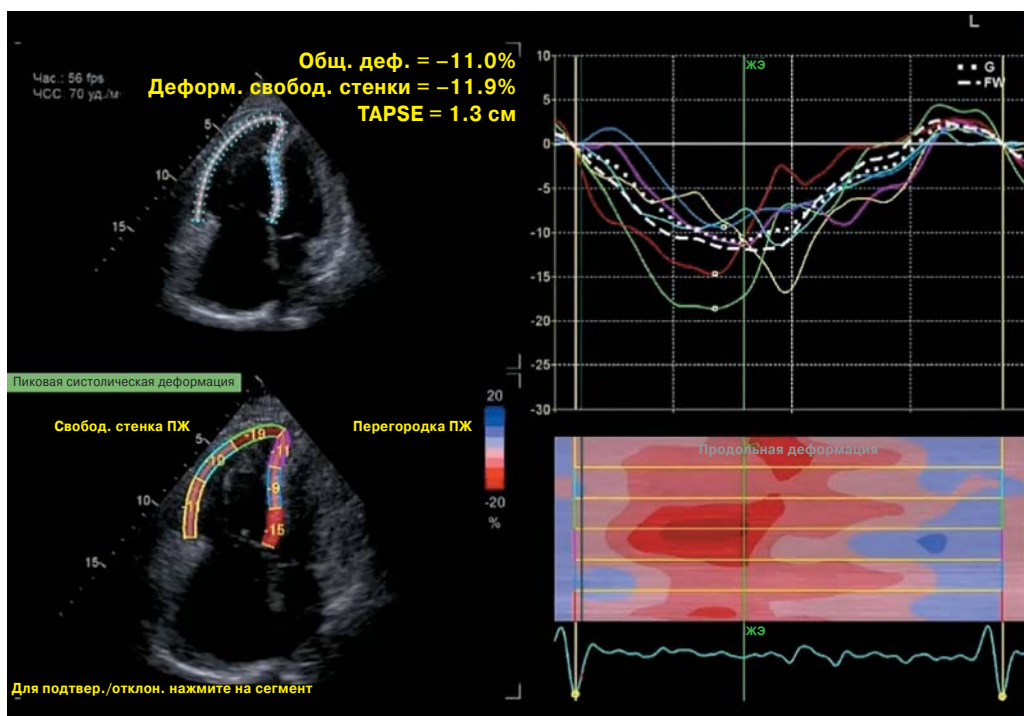


Рис. 5. Изменение продольной деформации ПЖ при ХСН и ЛГ. Общ. деф. – ГПСД ПЖ, Деформ. свобод. стенки – ПСД СС ПЖ, G – график ГПСД ПЖ, FW – график ПСД СС ПЖ.

Fig. 5. Changes in right ventricular longitudinal strain in CHF and PH. Общ. деф. – RVGLS, Деформ. свобод. стенки – RVFWLS, G - RVGLS graph, FW – RVFWLS graph.

стически значимых коэффициентов. Для оценки диагностической значимости показателей продольной деформации ПЖ использовали ROC-анализ с представлением пороговых значений, чувствительности и специфичности предлагаемых тестов, а также площади под кривой (area under the curve – AUC) с 95% ДИ.

При оценке воспроизводимости рассчитывался коэффициент вариации (CV) и коэффициент внутригрупповой корреляции. Слабой считалась вариабельность при CV <10%, средней – при CV от 10 до 20%, сильной – при CV >20%. При значении коэффициента внутригрупповой корреляции менее 0,5 воспроизводимость классифицировалась как плохая, при 0,50–0,75 – умеренная, 0,75–0,90 – хорошая и более 0,90 – отличная.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В контрольной группе показатели систолической функции ЛЖ были в пределах нормативных значений: ФВ ЛЖ составила $64,8 \pm 4,3\%$, ГПД ЛЖ $20,5 \pm 2,0\%$. При ХСН и ЛГ ФВ ЛЖ была сохранена у 27 (65,9%) пациентов, в то же время снижение продольной деформации ЛЖ отмечалось гораздо в большем числе случаев – у 38 (92,7%).

Показатели систолической функции ПЖ в исследуемых группах представлены в табл. 1.

У пациентов с ХСН и ЛГ отмечалось снижение всех показателей систолической функции ПЖ по сравнению с контрольной группой. Выявлено достоверное различие показателей функции ПЖ у пациентов с сохраненной и сниженной ФВ ЛЖ (табл. 2). Показатели систолической функ-

Таблица 1. Показатели систолической функции ПЖ в исследуемых группах

Table 1. Right ventricular systolic function parameters in the study groups

Показатель	Контрольная группа (n = 31)	Группа ХСН и ЛГ (n = 41)	p
TAPSE, мм	24,0 22,0–25,0 $23,5 \pm 2,3$ 18,0–27,0	16,0 13,0–17,3 $15,7 \pm 4,4$ 6,0–29,0	p < 0,0001
Фракционное изменение площади ПЖ, %	49,6 42,5–52,8 $48,4 \pm 7,0$ 37,0–67,0	32,0 24,8–35,8 $32,0 \pm 10,0$ 16,0–60,0	p < 0,0001
s, мс	15,0 13,0–16,0 $14,7 \pm 2,7$ 10,0–22,0	11,0 7,8–13,0 $10,9 \pm 4,0$ 4,0–23,0	p < 0,0001
ГПСД ПЖ, %	22,6 21,3–24,6 $23,1 \pm 2,6$ 18,5–29,0	14,7 10,9–18,6 $14,8 \pm 5,4$ 6,1–25,7	p < 0,0001
ПСД СС ПЖ, %	25,0 22,7–28,6 $25,8 \pm 3,8$ 20,2–33,5	16,2 12,4–21,9 $17,2 \pm 6,4$ 6,9–31,0	p < 0,0001

Примечание. Здесь и в табл. 2: количественные данные представлены в виде медианы (1-я строка ячейки), интерквартильного размаха (2-я строка ячейки), $M \pm SD$ (3-я строка ячейки) и min–max (4-я строка ячейки). TAPSE – амплитуда движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана; s – максимальная систолическая скорость движения латеральной части фиброзного кольца трикуспидального клапана в режиме тканевого доплера; ГПСД ПЖ – глобальная продольная систолическая деформация ПЖ; ПСД СС ПЖ – пиковая систолическая деформация свободной стенки ПЖ.

Таблица 2. Показатели систолической функции ПЖ при сохраненной и сниженной ФВ ЛЖ
Table 2. Right ventricular systolic function parameters in patients with preserved and reduced LVEF

Показатель	Сохраненная ФВ ЛЖ (n = 27)	Сниженная ФВ ЛЖ (n = 14)	p
TAPSE, мм	17,0 15,0–18,8 17,2 ± 4,2 10,0–29,0	13,0 12,0–15,0 12,9 ± 3,3 6,0–19,0	0,0013
Фракционное изменение площади ПЖ, %	34,0 30,5–41,0 35,2 ± 10,2 17,0–60,0	26,0 21,0–31,0 25,8 ± 5,9 16,0–34,0	0,0012
s, мс	12,0 10,0–13,8 12,3 ± 3,9 6,0–23,0	7,5 6,0–9,0 8,1 ± 2,6 4,0–14,0	0,0008
ГПСД ПЖ, %	17,3 13,2–19,8 17,1 ± 4,8 7,4–25,7	10,5 7,8–12,0 10,5 ± 3,5 6,1–18,4	0,0001
ПСД СС ПЖ, %	20,0 15,5–23,8 19,7 ± 6,1 7,9–31,0	12,0 9,7–14,7 12,5 ± 3,8 6,9–21,2	0,0003

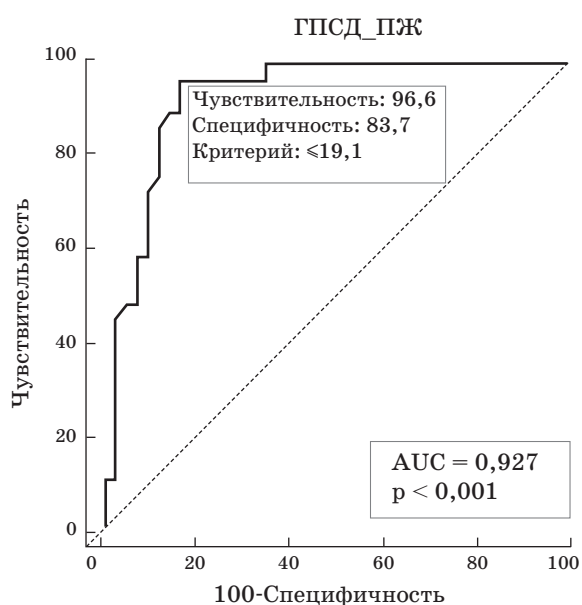


Рис. 6. Диагностическая значимость ГПСД ПЖ у пациентов с ХСН и ЛГ.

Fig. 6. Diagnostic value of RVGLS in patients with CHF and PH.

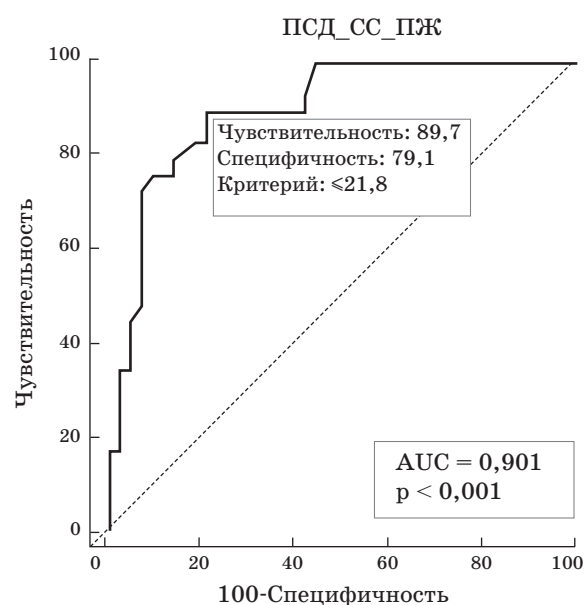


Рис. 7. Диагностическая значимость ПСД СС ПЖ у пациентов с ХСН и ЛГ.

Fig. 7. Diagnostic value of RVFWLS in patients with CHF and PH.

Таблица 3. Оценка коэффициента внутригрупповой корреляции**Table 3.** Intraclass correlation coefficient analysis

Вид корреляции	ГПСД ПЖ	ПСД СС ПЖ
Межоператорская	0,98	0,96
Внутриоператорская	0,96	0,96

ции ПЖ у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ были достоверно ниже, чем при сохраненной ФВ ЛЖ.

Дисфункция ПЖ по критерию ФИП <35% при сохраненной ФВ ЛЖ ($n = 27$) отмечена у 15 (55,6%) пациентов. В то же время у всех пациентов со сниженной ФВ ЛЖ значение ФИП ПЖ было менее 35%.

Результаты ROC-анализа для показателей продольной деформации ПЖ представлены на рис. 6, 7.

Проведенный ROC-анализ показал высокую диагностическую значимость параметров продольной деформации ПЖ при ХСН и ЛГ. У пациентов с ХСН и ЛГ при пороговом значении ГПСД ПЖ $\leq 19,1\%$ определялась высокая чувствительность (96,6%) и специфичность (83,7%) в отношении дисфункции ПЖ. Для ПСД СС ПЖ при значении $\leq 21,8\%$ показатели чувствительности и специфичности были несколько ниже (89,7 и 79,1% соответственно).

Для анализа внутри- и межоператорской воспроизводимости вычисляли коэффициент внутригрупповой корреляции, значения которого представлены в табл. 3. Параметры воспроизводимости были следующими: внутриоператорская воспроизводимость – CV для ПСД СС ПЖ составил 11,8%, для ГПСД ПЖ – 9,6%. Межоператорская воспроизводимость: CV для ПСД СС ПЖ – 10,1%, для ПСД ПЖ – 6,5%.

Для обоих показателей продольной деформации ПЖ воспроизводимость по данным значений коэффициента внутригрупповой корреляции может быть оценена как отличная.

ОБСУЖДЕНИЕ

Всесторонняя оценка функции ПЖ у больных с ХСН и ЛГ по данным трансторакальной ЭхоКГ является важным этапом диагностики. Количество исследо-

ваний об эхокардиографической оценке функции ПЖ при ХСН постоянно растет [14–19]. Применение новых технологий, таких как спекл-трекинг-ЭхоКГ, позволяет выявить более ранние изменения ПЖ. Однако остается открытым вопрос о референсных значениях деформации ПЖ [15], о прогностической ценности продольной деформации каждого отдельного сегмента свободной стенки ПЖ и МЖП, а также значений глобального стрейна ПЖ [16]. Кроме того, некоторые авторы отмечают зависимость полученных значений продольной деформации ПЖ от опыта оператора в выполнении этого метода, а также зависимость референсных значений от программного обеспечения [17]. Нами отмечена слабая меж- и внутриоператорская вариабельность для ГПСД ПЖ, умеренная – для ПСД СС ПЖ, что согласуется с данными предыдущих исследований [18].

Значения продольной деформации ПЖ у здоровых лиц в нашем исследовании сопоставимы с ранее проведенными исследованиями [10, 17, 20]. Выявлены достоверные различия в показателях функции ПЖ у пациентов с ХСН и ЛГ с сохраненной и сниженной ФВ ЛЖ. Более выраженные отличия наблюдались у показателей продольной деформации ПЖ. В доступных источниках мы не нашли исследований с похожим дизайном, однако в исследованиях о роли дисфункции ПЖ в течении ХСН есть данные о продольной деформации ПЖ. Так, D.A. Morris и соавт. при исследовании показателей продольной деформации ПЖ у пациентов с ХСН отметили, что эти параметры значительно связаны с симптоматическим статусом пациентов [17]. В исследовании M.L. Naesck и соавт. отмечена высокая прогностическая значимость значения ПСД СС ПЖ <19% в оценке трехлетней выживаемости у пациентов с ЛГ (в том числе при ХСН) [18]. S. Lejeune и соавт. также отметили значимые различия ГПСД ПЖ у здоровых лиц ($25,9 \pm 4,2\%$) и пациентов с ХСН с сохраненной ФВ ЛЖ ($21,7 \pm 4,9\%$), а значения ГПСД ПЖ менее 17,5% и ПСД СС ПЖ менее 18,1% были предикторами общей смертности в популяции пациентов с ХСН с сохраненной ФВ ЛЖ [19]. Кроме того, авторы отметили хорошую корреляцию ФВ ПЖ, измеренную при МРТ, и ГПСД ПЖ [21].

В нашем исследовании проведена оценка диагностической значимости методов измерения продольной деформации ПЖ в выявлении его дисфункции. Отмечено, что применение методики спекл-трекинг-ЭхоКГ может помочь в диагностике дисфункции ПЖ у больных с ХСН и ЛГ, особенно при сохраненной ФВ ЛЖ. По данным ROC-анализа отмечена высокая диагностическая значимость параметров продольной деформации ПЖ для выявления дисфункции ПЖ при ХСН и ЛГ, особенно для показателя ГПСД ПЖ. Это можно объяснить тем, что миокард обоих желудочков и МЖП являются одним целым, а также вовлечением миокарда ПЖ в миопатический процесс [7, 21]. Ограничениями нашего исследования являлись невозможность проведения всем пациентам магнитно-резонансной томографии сердца, которая является “золотым стандартом” оценки функции ПЖ, а также небольшое количество включенных в наше исследование пациентов.

ВЫВОДЫ

1. Выявлено достоверное снижение всех показателей систолической функции ПЖ у пациентов с ХСН и ЛГ ($p < 0,0001$) вне зависимости от величины ФВ ЛЖ.

2. Показатели ГПСД ПЖ и ПСД СС ПЖ продемонстрировали высокую чувствительность и специфичность в отношении дисфункции ПЖ.

3. Анализ меж- и внутриоператорской вариабельности, а также коэффициента внутригрупповой корреляции показал хорошую воспроизводимость показателей продольной деформации ПЖ.

Участие авторов

Кондрашова К.В. – проведение исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ и интерпретация полученных данных, написание и редактирование текста, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Рыбакова М.К. – концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Kondrashova K.V. – conducting research, review of publications, analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Rybakova M.K. – concept and design of the study, review of publications, text preparation and editing, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ [REFERENCES]

1. Lahm T., McCaslin C.A., Wozniak T.C. et al. Medical and surgical treatment of acute right ventricular failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2010; 56 (18): 1435–1446. <http://doi.org/10.1016/j.jacc.2010.05.046>
2. Галявич А.С., Терещенко С.Н., Ускач Т.М. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал.* 2024; 29 (11): 6162. <http://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162> Galyavich A.S., Tereshchenko S.N., Uskach T.M. et al. 2024 Clinical practice guidelines for Chronic heart failure. *Russian Journal of Cardiology.* 2024; 29 (11): 6162. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6162> (In Russian)
3. Исламова М.Р., Лазарев П.В., Сафарова А.Ф., Кобалава Ж.Д. Значение дисфункции правого желудочка, правожелудочково-артериального сопряжения при хронической сердечной недостаточности: роль эхокардиографии. *Кардиология.* 2018; 58 (5): 82–90. <http://doi.org/10.18087/cardio.2018.5.10124> Islamova M.R., Lazarev P. V., Safarova A.F., Kobalava Zh.D. The Value of Right Ventricular Dysfunction and Right Ventricular-Pulmonary Artery Coupling in Chronic Heart Failure: The Role of Echocardiography. *Kardiologiia.* 2018; 58 (5): 82–90. <http://doi.org/10.18087/cardio.2018.5.10124> (In Russian)
4. Konishi K., Dohi K., Tanimura M. et al. Quantifying longitudinal right ventricular dysfunction in patients with old myocardial infarction by using speckle-tracking strain echocardiography. *Cardiovasc. Ultrasound.* 2013; 11: 23. <http://doi.org/10.1186/1476-7120-11-23>
5. Antoni M.L., Scherp tong R.W., Atary J.Z. et al. Prognostic value of right ventricular function in patients after acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2010; 3 (3): 264–271. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.109.914366>

6. Sciatti E., Vizzardi E., Bonadei I. et al. Prognostic value of RV isovolumic acceleration and tissue strain in moderate HFrEF. *Eur. J. Clin. Invest.* 2015; 45 (10): 1052–1059. <http://doi.org/10.1111/eci.12505>
7. D'Andrea A., Salerno G., Scarafile R. et al. Right ventricular myocardial function in patients with either idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy without clinical sign of right heart failure: effects of cardiac resynchronization therapy. *Pacing Clin. Electrophysiol.* 2009; 32 (8): 1017–1029. <http://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2009.02434.x>
8. Fine N.M., Chen L., Bastiansen P.M. et al. Reference Values for Right Ventricular Strain in Patients without Cardiopulmonary Disease: A Prospective Evaluation and Meta-Analysis. *Echocardiography.* 2015; 32 (5): 787–796. <http://doi.org/10.1111/echo.12806>
9. Vitarelli A., Mangieri E., Terzano C. et al. Three-dimensional echocardiography and 2D-3D speckle-tracking imaging in chronic pulmonary hypertension: diagnostic accuracy in detecting hemodynamic signs of right ventricular (RV) failure. *J. Am. Heart Assoc.* 2015; 4 (3): e001584. <http://doi.org/10.1161/JAHA.114.001584>
10. Lang R.M., Badano L.P., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2015; 28 (1): 1–39. e14. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2014.10.003>
11. Rudski L.G., Lai W.W., Afilalo J. et al. Guidelines for the echocardiographic assessment of the right heart in adults: a report from the American Society of Echocardiography endorsed by the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, and the Canadian Society of Echocardiography. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2010; 23 (7): 685–713; quiz 786–788. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2010.05.010>
12. Wu V.C., Takeuchi M. Echocardiographic assessment of right ventricular systolic function. *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2018; 8 (1): 70–79. <http://doi.org/10.21037/cdt.2017.06.05>
13. Kittipovanonth M., Bellavia D., Chandrasekaran K. et al. Doppler myocardial imaging for early detection of right ventricular dysfunction in patients with pulmonary hypertension. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2008; 21 (9): 1035–1041. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2008.07.002>
14. Tadic M., Pieske-Kraigher E., Cuspidi C. et al. Right ventricular strain in heart failure: Clinical perspective. *Arch. Cardiovasc. Dis.* 2017; 110 (10): 562–571. <http://doi.org/10.1016/j.acvd.2017.05.002>
15. Park J.H., Choi J.O., Park S.W. et al. Normal references of right ventricular strain values by two-dimensional strain echocardiography according to the age and gender. *Int. J. Cardiovasc. Imaging.* 2018; 34 (2): 177–183. <http://doi.org/10.1007/s10554-017-1217-9>
16. Ji M., Wu W., He L. et al. Right Ventricular Longitudinal Strain in Patients with Heart Failure. *Diagnostics (Basel).* 2022; 12 (2): 445. <http://doi.org/10.3390/diagnostics12020445>
17. Morris D.A., Krisper M., Nakatani S. et al. Normal range and usefulness of right ventricular systolic strain to detect subtle right ventricular systolic abnormalities in patients with heart failure: a multicentre study. *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.* 2017; 18 (2): 212–223. <http://doi.org/10.1093/ehjci/jew011>
18. Haack M.L., Scherptong R.W., Marsan N.A. et al. Prognostic value of right ventricular longitudinal peak systolic strain in patients with pulmonary hypertension. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2012; 5 (5): 628–636. <http://doi.org/10.1161/CIRCIMAGING.111.971465>
19. Lejeune S., Roy C., Ciocea V. et al. Right Ventricular Global Longitudinal Strain and Outcomes in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. *J. Am. Soc. Echocardiogr.* 2020; 33 (8): 973–984.e2. <http://doi.org/10.1016/j.echo.2020.02.016>
20. Wang T.K.M., Grimm R.A., Rodriguez L.L. et al. Defining the reference range for right ventricular systolic strain by echocardiography in healthy subjects: a meta-analysis. *PLoS One.* 2021; 16 (8): e0256547. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256547>
21. Павлюкова Е.Н., Кузель Д.А., Матюшин Г.В., Савченко Е.А., Филиппова С.А. Ротация, скручивание и раскручивание левого желудочка: физиологическая роль и значение в клинической практике. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии.* 2015; 11 (1): 68–78. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2015-11-1-68-78>
Pavlyukova E.N., Kuzhel D.A., Matyushin G.V. et al. Left ventricular rotation, twist and untwist: physiological role and clinical relevance. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology.* 2015; 11 (1): 68–78. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2015-11-1-68-78> (In Russian)

Comprehensive evaluation of right ventricular function in patients with chronic heart failure and pulmonary hypertension

K.V. Kondrashova^{1*}, M.K. Rybakova²

¹ Kaluga Regional Clinical Hospital; 1, Vishnevsky str., Kaluga 248007, Russian Federation

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

Ksenia V. Kondrashova – M.D., Head of Ultrasound Diagnostics Department, Regional Vascular Center, Kaluga Regional Clinical Hospital, Kaluga. <https://orcid.org/0009-0000-4672-2779>

Marina K. Rybakova – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Diagnostic Ultrasound Division, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow.

Correspondence* to Ksenia V. Kondrashova – e-mail: xenijasv@yandex.ru

Right ventricular (RV) dysfunction plays a significant role in the progression, complications, and outcomes of chronic heart failure (CHF). Timely diagnosis of RV dysfunction allows for therapeutic adjustments and helps prevent adverse disease outcomes.

Objective. To determine the diagnostic value and reproducibility of RV longitudinal strain parameters for detecting RV dysfunction in patients with CHF and pulmonary hypertension (PH) using two-dimensional speckle-tracking echocardiography.

Materials and Methods. A total of 41 patients with CHF due to coronary heart disease or dilated cardiomyopathy and signs of PH, by transthoracic echocardiography, were examined. The mean age was 69.2 ± 10.1 years; 12 (29%) were women, and 29 (71%) were men. Left ventricular ejection fraction (LVEF) remained normal in most CHF patients (65.9%). Echocardiographic assessment included standard RV function parameters, as well as longitudinal strain (RV global longitudinal systolic strain (RVGLS) and RV longitudinal systolic free wall strain (RVFWLS)). The control group comprised 31 individuals with no signs of cardiac dysfunction at rest (mean age: 57.9 ± 12.2 years). The reproducibility of RVGLS and RVFWLS measurement method was evaluated by analyzing inter- and intra-operator variability.

Results. A significant decrease in all RV systolic function parameters was observed in CHF and PH patients ($p < 0.0001$). RV function parameters were lower in patients with reduced left ventricular ejection fraction. ROC analysis demonstrated high sensitivity and specificity of RVGLS and RVFWLS in detecting RV dysfunction. The assessment of inter- and intra-operator variability, as well as the intraclass correlation coefficient, confirmed the good reproducibility of RV longitudinal strain measurement method.

Conclusions. A comprehensive evaluation of RV function using strain imaging techniques in patients with CHF and PH improves the detection of RV dysfunction.

Keywords: speckle-tracking echocardiography; right ventricular function; chronic heart failure

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Kondrashova K.V., Rybakova M.K. Comprehensive evaluation of right ventricular function in patients with chronic heart failure and pulmonary hypertension. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 74–84. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-317> (In Russian)

Received: 01.12.2024.

Accepted for publication: 12.02.2025.

Published online: 02.03.2025.

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

<https://doi.org/10.24835/1607-0771-318>

Оценка эффективности лазерной интерстициальной коагуляции при выполнении вакуумной аспирационной резекции новообразований молочных желез под ультразвуковым контролем

Е.А. Марущак^{1, 2}, А.В. Бутенко¹, Е.А. Зубарева², Е.П. Фисенко¹*

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

² ФГБАУ ВО “Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова” Минздрава России; 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1, Российская Федерация

Рост заболеваемости как доброкачественной, так и злокачественной патологией молочных желез (МЖ), а также совершенствование и активное внедрение в хирургическую практику новых высокотехнологичных оперативных методик привели к увеличению количества выполняемых вакуумных аспирационных биопсий (ВАБ). Наряду с ростом числа выполняемых ВАБ отмечается тенденция к расширению возможностей методики – от биопсии новообразования с диагностической целью к его полному удалению с лечебной целью как аналога традиционной секторальной резекции. Существует множество различных вариантов выполнения тотальной ВАБ, однако в большинстве случаев речь идет об удалении одного небольшого новообразования в одной МЖ, поскольку лимитирующим фактором выступает риск интраоперационного кровотечения и неполного удаления ткани опухоли. Таким образом, в настоящее время актуальными вопросами в этой области интервенционной малоинвазивной маммологии являются разработка адекватной методики интраоперационного гемостаза, направленной на профилактику осложнений и расширение возможностей ВАБ в плане удаления крупных и множественных новообразований, а также описание ультразвуковых критериев ее эффективности и достаточности при навигации в режиме реального времени.

Марущак Елена Александровна – канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики научно-клинического центра №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”; доцент кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ИНОПР ФГБАУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-5639-3315>

Бутенко Алексей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по лечебной работе, главный врач научно-клинического центра №2 ФГБНУ “Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского”, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-4390-9276>

Зубарева Елена Анатольевна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой ультразвуковой диагностики ФДПО ИНОПР ФГБАУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

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

Контактная информация*: Марущак Елена Александровна – e-mail: e.marushchak@mail.ru

В статье представлен опыт выполнения ВАБ при удалении единичных и множественных новообразований МЖ у 986 пациенток, в том числе множественных одномоментно в обеих МЖ, с применением лазерной интерстициальной коагуляции (ЛИК) и без нее. Описаны методика выполнения ЛИК под ультразвуковым контролем в режиме реального времени, а также ультразвуковые критерии ее эффективности и достаточности.

Цель исследования: оценка эффективности ЛИК при ВАБ под ультразвуковым контролем у пациенток с новообразованиями молочных желез.

Материал и методы. За период 2017–2024 гг. включительно в дневном стационаре НКЦ №2 РНХЦ имени академика Б.В. Петровского (ранее ЦКБ Российской академии наук) были выполнены ВАБ под ультразвуковым контролем 986 пациенткам. Всего было удалено 1433 новообразования. Количество одновременно удаляемых новообразований у одной пациентки варьировало от 1 до 7. Размер удаляемых образований достигал максимально 54 мм. Показания к вмешательствам определяли на основании результатов инструментальных методов диагностики (со стратификацией по шкале BI-RADS), а также анамнеза, жалоб, лабораторных данных. Всем пациенткам перед ВАБ с лечебной целью на дооперационном этапе выполняли морфологическую верификацию (тонкоигольную аспирационную биопсию или трепанобиопсию). Находясь в процессе разработки эффективного способа интраоперационного гемостаза, 275 пациенткам была выполнена ВАБ без использования ЛИК. ВАБ с применением ЛИК в качестве профилактики геморрагических осложнений была проведена 711 женщинам.

Результаты. Применение ЛИК позволяет существенно расширить возможности ВАБ при удалении множественных и/или крупных новообразований МЖ. Так, общий процент геморрагических осложнений в группе ВАБ без ЛИК составил 4,36%, а в группе с применением ЛИК уменьшился до 1,97%. Общий процент остаточной ткани в группе ВАБ без применения ЛИК достигал 16%, а в группе ВАБ с применением ЛИК снизился до 6,89%. При соблюдении описанной методики ультразвуковой навигации и контроля достаточности ЛИК ВАБ является альтернативой открытым вмешательствам на МЖ. ЛИК повышает безопасность ВАБ путем минимизации количества геморрагических осложнений, расширяет ее возможности, а также минимизирует риски остаточной ткани и способствует формированию более нежного рубца. По данным однофакторного регрессионного анализа значимыми для развития гематом явились длинник новообразований, их количество, факт множественности и воздействие ЛИК. По данным многофакторного анализа независимыми факторами, ассоциированными с повышением вероятности послеоперационных гематом, являлись увеличение длинника новообразования и множественные удаляемые новообразования, тогда как применение ЛИК сопровождалось снижением вероятности развития гематом в 2,47 раза.

Заключение. Лазерная интерстициальная коагуляция, являясь независимым фактором, достоверно снижает количество геморрагических осложнений (в 2,47 раза) при выполнении лечебной ВАБ, позволяя одномоментно безопасно удалять множественные новообразования, в том числе в обеих МЖ, а также новообразования крупных размеров. Применение ЛИК позволяет уменьшить время последующей эластической компрессии МЖ с 24 до 6 ч, снизить риск остаточной ткани и минимизировать рубцовый процесс в ложе удаленного новообразования.

Ключевые слова: УЗИ; ультразвуковая диагностика; молочная железа; ВАБ; вакуумная аспирационная биопсия; BI-RADS; ультразвуковая навигация; лазерная интерстициальная коагуляция; кровотечение

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

Финансирование. Работа выполнена по инициативе авторов без привлечения финансирования.

Цитирование: Марущак Е.А., Бутенко А.В., Зубарева Е.А., Фисенко Е.П. Оценка эффективности лазерной интерстициальной коагуляции при выполнении вакуумной аспирационной резекции новообразований молочных желез под ультразвуковым контролем. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2025; 31 (1): 85–100. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-318>

Поступила в редакцию: 12.12.2024.

Принята к печати: 05.02.2025.

Опубликована online: 03.03.2025.

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность рака молочной железы (РМЖ) в России в 2023 г. составила 541,7 на 100 тыс. населения [1]. По данным Международного агентства по исследованию рака (МАИР, IACR) РМЖ является одним из самых распространенных видов рака: в 2022 г. в мире зарегистрировано 2 296 840 случаев этого заболевания [2]. Одновременно наблюдается рост доброкачественной дисплазии молочной железы (ДДМЖ), частота которой по оценке ряда авторов достигает 50% и выше [3, 4].

Исходя из национальных клинических рекомендаций (НКТ) по лечению ДДМЖ, оперативные вмешательства показаны при атипической протоковой гиперплазии, плоской эпителиальной гиперплазии, дольковой эпителиальной гиперплазии, дольковым раке *in situ*, радиальном рубце с атипией, атипичных кистах МЖ. Также рекомендовано выполнение пирамидального иссечения протока пациенткам из группы BI-RADS 1–3 (Breast Imaging-Reporting and Data System) с односторонними, персистирующими спонтанными выделениями из одного протока [4]. В рекомендациях зарубежных медицинских сообществ показания шире. Так, Европейская ассоциация визуализации МЖ также рекомендует удаление фиброаденомы (ФА) у пациенток с факторами риска в виде носительства мутаций в генах BRCA 1, BRCA 2, семейного анамнеза (РМЖ у близких родственников), при ФА перед процедурой экстракорпорального оплодотворения и при планировании беременности [5].

НКТ по лечению РМЖ рекомендуют выполнять всем пациентам в обязательном порядке прицельную биопсию новообразования МЖ для морфологической верификации диагноза и составления плана лечения. При этом должно быть выполнено патологоанатомическое исследование с применением иммуногистохимических методов, что, в свою очередь, делает крайне важным забор качественного информативного биопсийного материала [6].

Таким образом, проблема хирургического лечения доброкачественных образований МЖ, а также получения максимально информативных образцов тканей для последующего морфологического исследования в настоящее время не теряет свою актуальность.

Развитие и повсеместное внедрение новых миниинвазивных технологий в хирургическую практику привело к более широкому распространению вакуумной аспирационной биопсии (ВАБ). В настоящее время методика широко применяется в качестве метода полного удаления доброкачественных новообразований и показывает преимущества перед традиционными открытыми вмешательствами. Метаанализ, представленный китайскими исследователями с участием 5256 пациентов, не выявил существенной разницы в корреляции размеров опухоли и послеоперационных гематом, а также наличия остаточной ткани между ВАБ и традиционными операциями при наличии преимуществ по размеру разреза, объему интраоперационной кровопотери, продолжительности вмешательства, времени заживления, частоте раневой инфекции и выраженности деформации МЖ [7].

Представляют интерес сообщения ряда зарубежных исследователей о расширении показаний к ВАБ с лечебной целью до оперативного лечения РМЖ [8].

Несмотря на распространение ВАБ, лимитирующими факторами на данный момент остаются количество и размеры удаляемых новообразований, коррелирующие с риском геморрагических осложнений. Это приводит к необходимости поиска эффективных и безопасных методов интраоперационного гемостаза [9, 10]. Размеры удаляемых образований без применения инструментальных методов интраоперационного гемостаза широко варьируют: некоторые авторы описывают пороговое значение до 1,5 см [11, 12], другие отмечают пороговое значение 2–3 см [13–16], а некоторые показывают эффективность метода и при образованиях размером более 3 см [17, 18], однако процент геморрагических осложнений при этом варьирует.

По наблюдениям Е.С. Ко и соавт. [19], через неделю после проведения ВАБ частота образования гематом достигает 84%, и их средний диаметр составляет 13,2 мм.

Применение лазерной интерстициальной коагуляции (ЛИК) в совокупности с соблюдением методологии разметки и интраоперационной ультразвуковой навигации позволяет значительно расширить возможности ВАБ по удалению крупных и/или

множественных новообразований, в том числе в двух МЖ одновременно [20, 21].

Цель исследования: оценка эффективности ЛИК в уменьшении геморрагических осложнений и остаточной ткани при ВАБ под ультразвуковым контролем с лечебной целью у пациенток с новообразованиями молочных желез.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2017 по 2024 г. включительно в ФГБНУ РНЦХ имени академика Б.В. Петровского (ранее Центральная клиническая больница Российской академии наук) были выполнены ВАБ под ультразвуковым контролем

986 пациенткам. Согласие пациенток на осмотр, медицинское вмешательство, обработку данных было получено.

Возраст пациенток составил от 18 лет до 81 года (медиана 37 [31; 44] лет), при этом всего было удалено 1433 новообразования МЖ. Количество одновременно удаляемых новообразований у одной пациентки составляло от 1 до 7 в одной МЖ. Размер образований при этом варьировал от небольших (до 10 мм) до максимально достигающих 54 мм по длинной оси (медиана 13,0 [10,0; 18,0] мм) (рис. 1).

Пациенткам на дооперационном этапе, помимо классического клинического осмотра врачом-онкологом со сбором данных

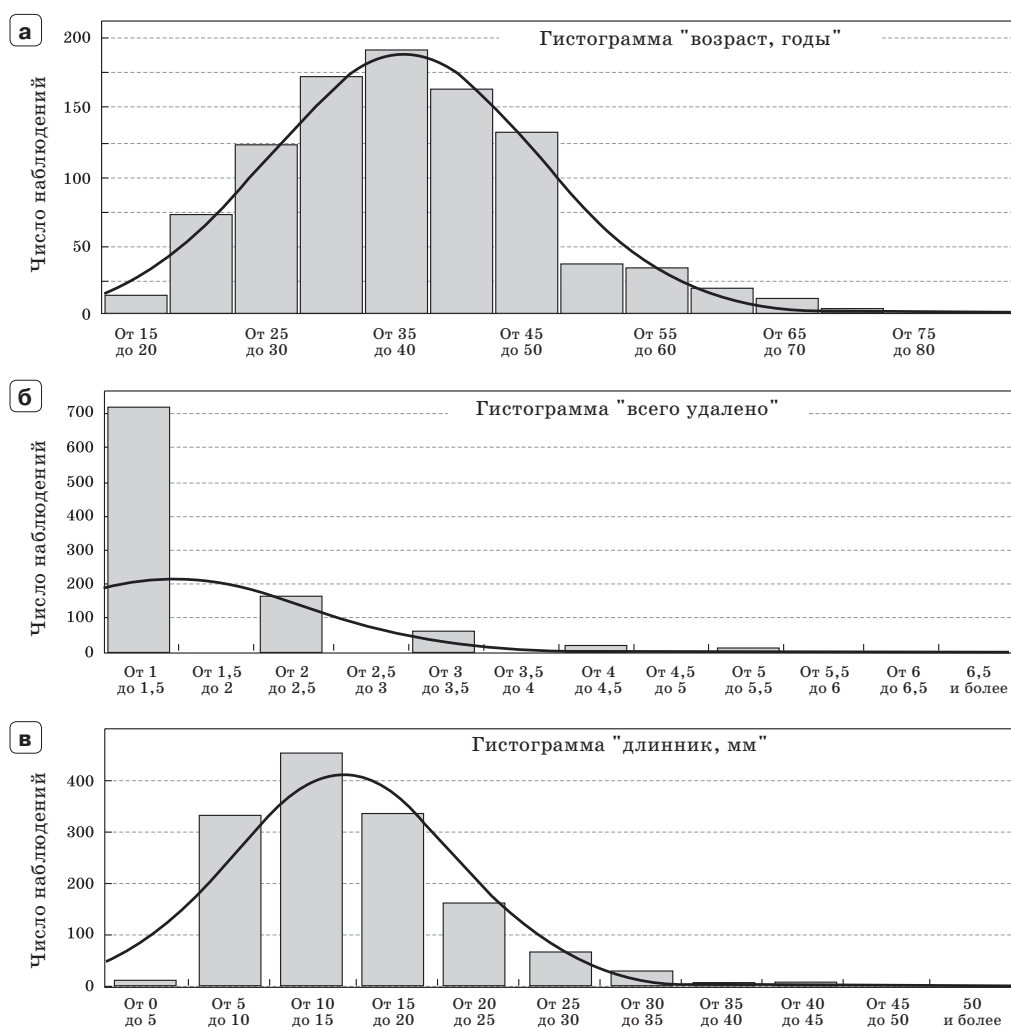


Рис. 1. Распределение пациенток по возрасту (а), количеству удаленных новообразований (б), размерам удаленных новообразований (в).

Fig. 1. Distribution of patients by age (а), number of removed neoplasms (б), and size of removed neoplasms (в).

анамнеза и жалоб, выполняли различные методы инструментальной диагностики или их комбинации: мультипараметрическое ультразвуковое исследование (УЗИ), маммографию, дуктографию, магнитно-резонансную томографию с болюсным внутривенным контрастированием со стратификацией онкологического риска по шкале BI-RADS.

Показания к ВАБ определялись врачом-онкологом согласно НКР с учетом индивидуальной тактики в отношении пациентки (например, планируемые программы экстракорпорального оплодотворения, наличие жалоб при крупных симптомных образованиях). Лечение оказывалось с учетом порядка оказания медицинской помощи по профилю “онкология” [4, 22].

Противопоказаниями к ВАБ под ультразвуковым контролем являлись: патология свертывающей системы крови, наличие гнойного воспаления в МЖ, верифицированный РМЖ, невозможность проведения местной анестезии, отсутствие четкой визуализации образования при УЗИ. В настоящее исследование не вошли пациентки с верифицированным РМЖ, моложе 18 лет, а также пациенты мужского пола.

Все новообразования МЖ у пациенток, направляемых на ВАБ с лечебной целью, ранее были морфологически верифицированы как доброкачественные. Затем все удаленные новообразования подлежали обязательному гистологическому исследованию.

Предоперационную разметку с определением точек доступа роботизированной иглы и нанесением накожных меток и интраоперационную навигацию проводили под ультразвуковым контролем в режиме реального времени на ультразвуковом сканере VolusonE8 Expert General Elektrik (США) с использованием матричного мультичастотного линейного датчика ML 6–15 МГц согласно описанной методологии [20].

ВАБ выполняли в условиях операционной дневного стационара под местной анестезией с использованием 1% раствора нарпина от 40 до 100 мл одноразовыми стерильными роботизированными зондами-иглами 7 или 10 G под ультразвуковым контролем на маммотоме второго поколения EnCorENSPiRE (BARD, США). При этом иглы 7 G были использованы редко, при более крупных образованиях размерами свыше 25 мм (таких было 121 (8,4%) из

1433). Для интраоперационной ультразвуковой навигации использовался вышеупомянутый ультразвуковой сканер.

Гистологическое исследование полученного материала проводилось по стандартной методике с окраской гематоксилин-эозином под увеличением от 50 до 400.

В качестве способа профилактики геморрагических осложнений использовалась ЛИК с помощью аппарата лазерного хирургического МЕДИОЛА-АЛМОХ-0,1/0,25-“ЛАМИ”, ООО “Опттехника” (Россия).

Статистический анализ данных выполнялся с использованием программного обеспечения Excel 2019 (Microsoft, США) и JMP Pro 17 (SAS, США). Для проверки распределения количественных показателей на нормальность применялся обобщенный тест Д’Агостино–Пирсона. Гипотеза о нормальности распределения отвергнута во всех случаях, количественные показатели описывались в виде медианы и квартилей “Me [Q25%; Q75%]”. Качественные признаки представлены в виде долей и частот выявления признака (%).

Статистическая значимость различий между изучаемыми группами для количественных переменных оценивалась с помощью критерия U Манна–Уитни, для качественных показателей – с использованием критерия χ^2 Пирсона.

Для изучения связи между отдельными факторами и наличием признаков применялась модель бинарной логистической регрессии с определением отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). В многофакторный регрессионный анализ на финальном этапе включались показатели, продемонстрировавшие значимость различий на уровне 0,05. Уровень значимости при проверке статистических гипотез определен на уровне $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Согласно задачам исследования, было необходимо определить эффективность ЛИК, выполненной под ультразвуковой навигацией в режиме реального времени, по сравнению с традиционным медикаментозно-компрессионным способом, заключающимся в назначении в течение 2 дней до процедуры приема препарата транексамовой кислоты 500 мг 2 раза в день и нало-

жении давящей повязки тотчас после выполнения ВАБ (эластичный бинт с компрессией 2-го класса на срок до 24–40 ч).

Находясь в процессе разработки эффективного метода интраоперационного гемостаза, выполнены ВАБ с применением медикаментозно-компрессионного способа в качестве профилактики геморрагических осложнений у 275 пациенток. Удаление единичного образования выполнено у 204 (74,2%) пациенток, множественных – у 71 (25,8%). Односторонняя ВАБ выполнена у 249 (90,6%) пациенток, двусторонняя – у 26 (9,4%).

В группу с применением ЛИК вошло 711 пациенток, сопоставимых по возрасту, размерам, количеству удаляемых образований, количеству одномоментно оперированных МЖ. Удаление единичного образования выполнено у 512 (72,0%) пациенток, множественных – у 199 (28,0%). Односторонняя ВАБ выполнена у 628 (88,3%) пациенток, двусторонняя – у 83 (11,7%) (табл. 1, 2).

Исходя из представленных в табл. 1 и 2 данных, пациентки в группах с/без ЛИК были сопоставимы по возрасту, количеству и размерам удаляемых новообразований, а также по одномоментности сторон вмешательства (односторонняя/двусторонняя

ВАБ) и удалению единичных или множественных новообразований ($p > 0,05$).

В день выполнения ВАБ всем пациенткам проводили разметку точек ввода роботизированной иглы-зонда, затем в операционной выполняли ВАБ под ультразвуковой навигацией, согласно разработанной и ранее опубликованной методике [20].

По категориям BI-RADS при предоперационном УЗИ было установлено, что большинство пациенток как в группе с ЛИК, так и без ЛИК были классифицированы в категорию BI-RADS 3, однако доля таких пациенток была несколько выше в группе с ЛИК (567 (79,7%) против 178 (64,7%), $p < 0,0001$). Для BI-RADS 4a отмечалось примерно равномерное распределение пациенток (34 (12,4%) в группе без ЛИК и 82 (11,5%) в группе с ЛИК). Доля BI-RADS 2 в группе без ЛИК составила 61 (22,2%), в группе с ЛИК – 49 (6,9%). Пациенток с BI-RADS 4b, 4с в группе без ЛИК не отмечалось, в группе с ЛИК категории BI-RADS 4b были у 8 (1,13%) и 4с – у 4 (0,56%) пациенток. Категория BI-RADS 5 при УЗИ была установлена у 1 пациентки в группе с ЛИК. Еще раз отметим, что до этапа удаления путем ВАБ новообразования были морфологически верифицированы как доброкачественные.

Таблица 1. Сопоставимость групп пациенток с ЛИК и без ЛИК (Me [LQ; UQ])

Table 1. Comparability of patient groups with and without LIC (Me [LQ; UQ])

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	p
Возраст, годы	37,00 [31,00; 44,00]	37,00 [31,00; 45,00]	0,431
Количество	1,00 [1,00; 2,00]	1,00 [1,00; 2,00]	0,392
Длинник, мм	15,00 [11,00; 19,00]	15,00 [11,00; 20,00]	0,264

Таблица 2. Распределение групп пациенток с ЛИК и без ЛИК по количеству одномоментно оперированных молочных желез и новообразований

Table 2. Distribution of patient groups with and without LIC by the number of simultaneously operated breasts and masses

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	Всего	p
Односторонняя	249 (90,6%)	628 (88,33%)	877	0,319
Двусторонняя	26 (9,4%)	83 (11,67%)	109	
Единичные	204 (74,18%)	512 (72,01%)	716	0,493
Множественные	71 (25,82%)	199 (27,99%)	270	

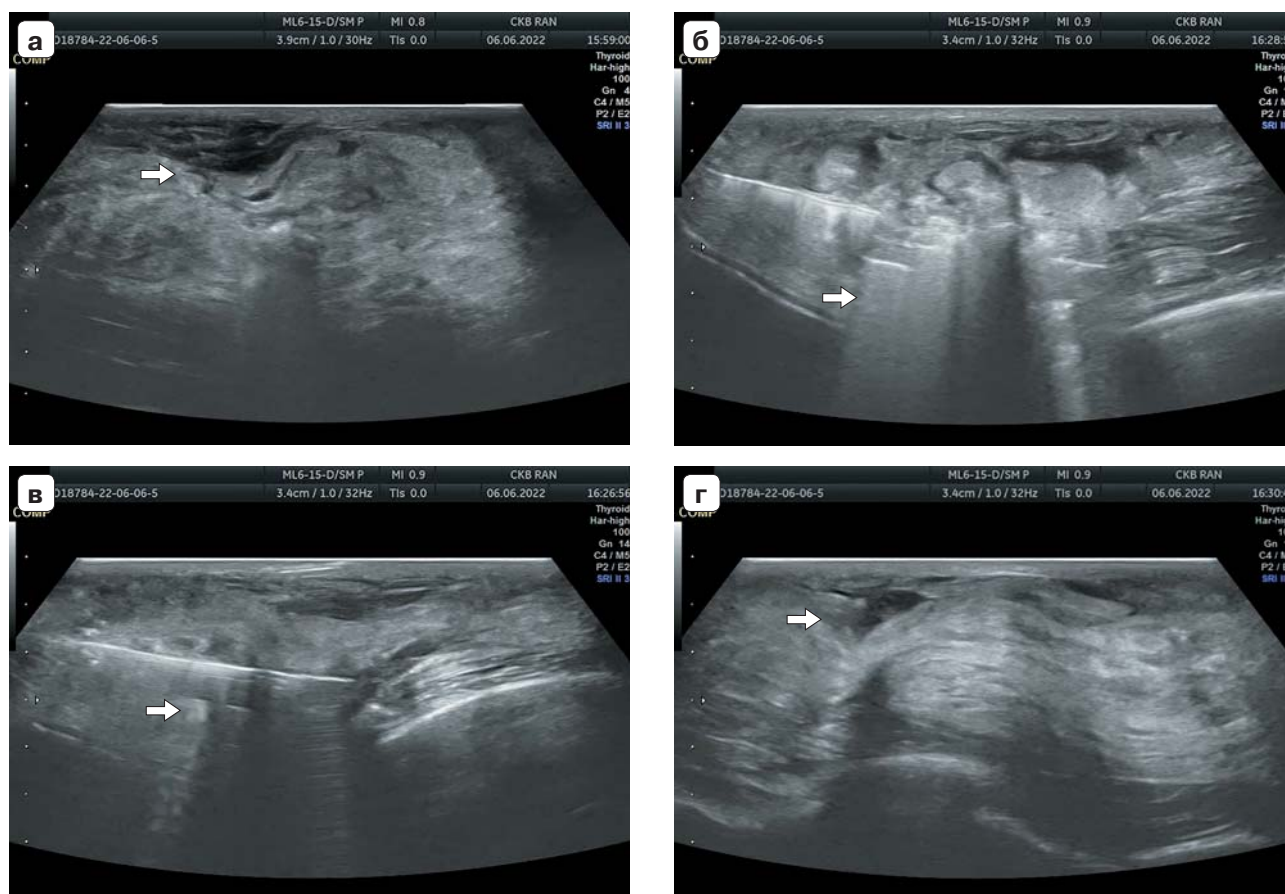


Рис. 2. Этапы оценки ткани МЖ в ложе удаленного с помощью ВАБ образования в процессе выполнения интраоперационного гемостаза путем ЛИК. **а** – ложе удаленного образования содержит анэхогенные элементы гематомы (стрелка); **б** – эффект кавитации/выпаривания жидкости в момент начала работы лазера (гиперэхогенные полосы обозначены стрелкой); **в** – завершение лазерной коагуляции – жидкость выпарилась, гиперэхогенные полосы не визуализируются (стрелка); **г** – ткань МЖ после завершения ЛИК в зоне ВАБ (стрелка).

Fig. 2. Stages of breast tissue assessment in the bed of the removed lesion by VAB during intraoperative hemostasis using LIC. **a** – the bed of the removed lesion contains anechoic hematoma elements (arrow); **б** – cavitation/evaporation effect at the onset of laser activation (hyperechoic bands indicated by an arrow); **в** – completion of laser coagulation – fluid has evaporated, hyperechoic bands are no longer visible (arrow); **г** – breast tissue after completion of LIC in the VAB area (arrow).

Всем пациенткам после выполнения ВАБ вне зависимости от размеров, количества образований и иных факторов проводилась эластическая компрессия МЖ широкими бинтами. Длительность компрессии определялась в объеме до 6 ч с учетом применения ЛИК и 24–40 ч без нее.

После удаления новообразования при УЗИ оценивали окружающие ткани для констатации полного удаления опухоли и наличия/отсутствия кровотечения. Роботизированная игла в это время продолжала

работать в режиме вакуум-аспирации. На данном этапе в ложе удаленного образования при УЗИ элементы гематомы визуализировали в виде анэхогенных жидкостных структур (рис. 2а).

Затем в рабочий канал роботизированной иглы-зонда маммотома (рис. 3а) помещали лазерный световод. Благодаря вращению иглы осуществляли поворот апертуры с лазером на 360° (рис. 3б). Таким образом, процессом коагуляции полностью управлял врач в режиме реального времени под контролем ультразвука.

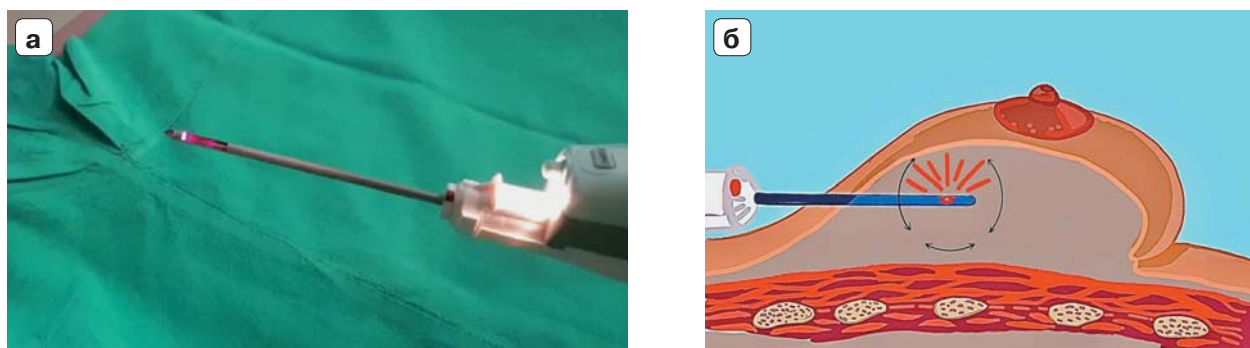


Рис. 3. Лазер в апертуре иглы-зонда. **а** – лазер в апертуре иглы-зонда; **б** – схема лазерной коагуляции ложа удаленного новообразования МЖ (авторский рисунок Марущак Е.А.).

Fig. 3. Laser in the aperture of the needle probe. **a** – laser in the aperture of the needle probe; **b** – schematic representation of laser coagulation of the bed of the removed breast mass (author's illustration by E.A. Marushchak).

Наиболее принципиальным моментом, определяющим эффективность ЛИК, является ультразвуковой мониторинг его воздействия на ткани. Начало коагуляции определяли с момента появления первых признаков кавитации (выпаривания) жидкости в ложе удаленного новообразования, имеющих вид экзогенных полос, распространяющихся книзу от роботизированной иглы (рис. 2б). Первые секунды вапоризация идет достаточно активно, что сопровождается формированием большого количества экзогенных полос, практически сплошь занимающих пространство под иглой. Далее по мере выпаривания жидкости эффект кавитации ослабевает: экзогенные полосы постепенно редуцируются (рис. 2в). Критерием достаточности воздействия ЛИК при ультразвуковом контроле является полное исчезновение видимого эффекта кавитации.

После выполнения ЛИК и удаления иглы-зонда повторно проводили оценку МЖ путем полипозиционного УЗИ (рис. 2г), в том числе более детально на предмет полного удаления ткани новообразования, поскольку после надежной остановки кровотечения при отсутствии гематомы качество визуализации ложа после резекции значительно выше. Таким образом, выполнение ЛИК снижает риск неполного удаления опухоли. Толщина деструкции ткани МЖ в зоне лазерного воздействия минимальна, составляет около 0,04 мм (рис. 4б), что впоследствии уменьшит количество сформированной рубцовой ткани в зоне ВАБ-резекции и, соответственно, улучшит косметический эффект, снизив риск деформации МЖ.

Следующим положительным аспектом является тот факт, что условия ультразвуковой визуализации при одномоментной резекции следующего новообразования в этой же МЖ субъективно ухудшаются в гораздо меньшей степени, чем без ее применения. Это объясняется не только отсутствием гематомы, но и меньшим отеком ткани и частичной вапоризацией излишнего, затрудняющего дифференцировку границ очаговой патологии анестетика в зоне воздействия ЛИК.

В качестве примера приводим клиническое наблюдение пациентки Р., 19 лет (согласие на использование фотоматериалов получено).

Пациентка поступила в клинику для удаления образования правой МЖ. При проведении УЗИ в правой МЖ выявлено гипоехогенное образование горизонтальной пространственной ориентации с четкими волнистыми контурами, размерами 49 × 22 × 35 мм. За образованием определяли латеральные тени и эффект дорсального усиления (рис. 4а). При ЦДК образование было слабоваскуляризовано в виде единичных локусов кровотока. Заключение: BI-RADS 4a. Образование было морфологически верифицировано как доброкачественное путем выполнения трепанобиопсии. По данным морфологического исследования представлено смешанной фибroadеномой. В лечебных целях выполнена ВАБ с применением ЛИК для удаления выявленного образования. Проведено тотальное гистологическое исследование ткани удаленной опухоли, на гистологическом препарате выявлены зоны некроза в результате работы ЛИК (рис. 4б).

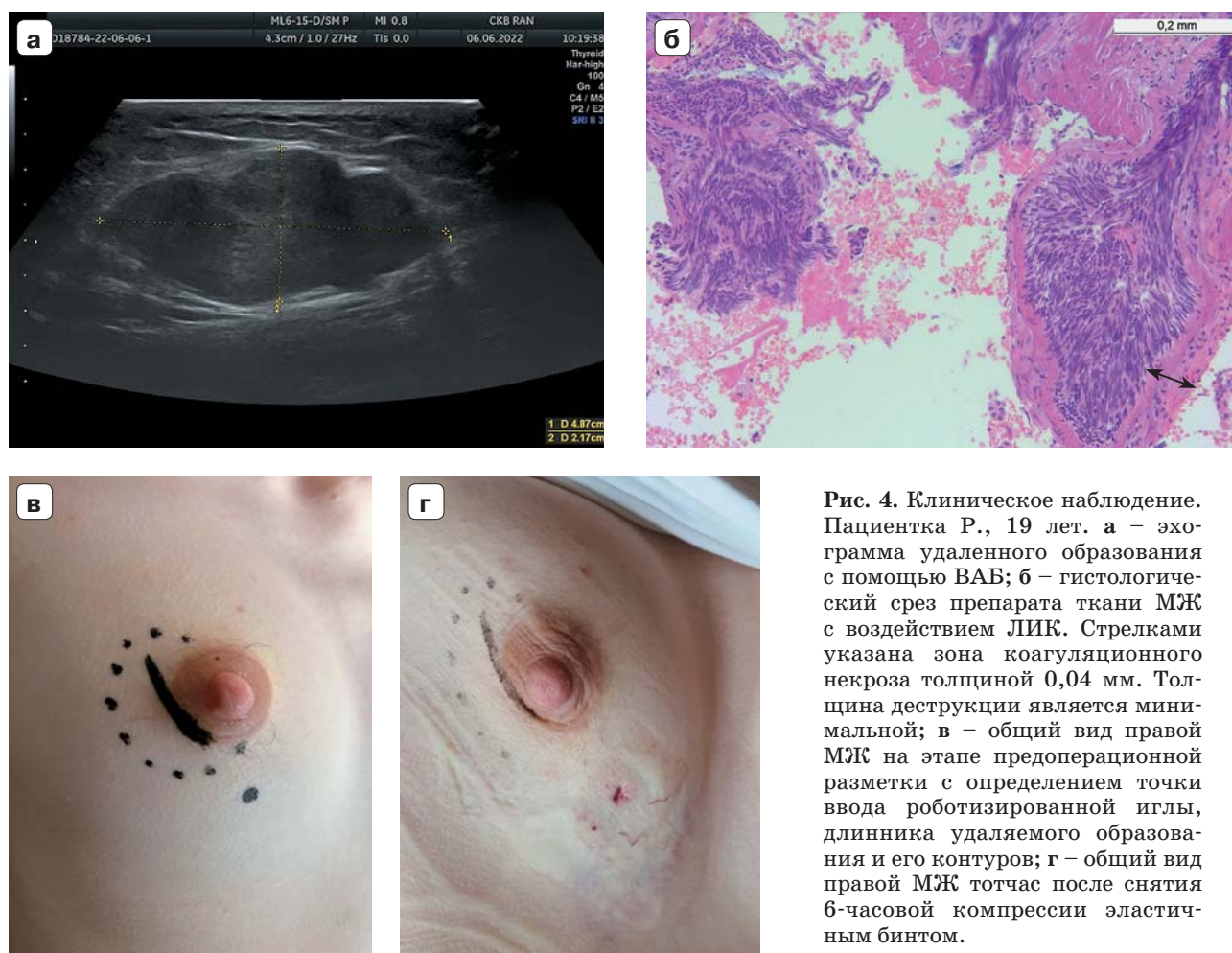


Рис. 4. Клиническое наблюдение. Пациентка Р., 19 лет. **а** – эхограмма удаленного образования с помощью ВАБ; **б** – гистологический срез препарата ткани МЖ с воздействием ЛИК. Стрелками указана зона коагуляционного некроза толщиной 0,04 мм. Толщина деструкции является минимальной; **в** – общий вид правой МЖ на этапе предоперационной разметки с определением точки ввода роботизированной иглы, длинника удаляемого образования и его контуров; **г** – общий вид правой МЖ тотчас после снятия 6-часовой компрессии эластичным бинтом.

Fig. 4. Clinical case. Patient R., 19 years old. **a** – ultrasound image of the lesion excised using VAB; **б** – histological section of breast tissue treated with LIC. Arrows indicate the coagulation necrosis zone, 0.04 mm thick. The destruction depth is minimal; **в** – general view of the right breast during preoperative marking, determining the entry point for the robotic needle, the length of the lesion to be removed, and its contours; **г** – general view of the right breast immediately after removal of the elastic bandage following 6-hour compression.

До начала миниинвазивного вмешательства предварительно была выполнена предоперационная разметка с определением точки доступа роботизированной иглы (рис. 4в). После выполнения процедуры проведена 6-часовая эластическая компрессия зоны оперативного вмешательства; вид МЖ тотчас после снятия бинта представлен на рис. 4г.

На следующий день после ВАБ пациенткам выполняли УЗИ с целью повторного контроля полного удаления ткани новообразования и наличия гематомы. В настоящем исследовании гематомами считали отграниченные жидкостные скопления

(полости) размерами более 15 мм, что соответствует данным других исследователей. Так, S.M. Fu и соавт. предлагают считать гематомами жидкостные скопления размерами более 20 мм [23]. При этом некоторые авторы считают гематомами и скопления меньшего размера. Так, в исследовании E.S. Ko и соавт. их средний размер представлен как 13,2 мм, соответственно, и частота данного осложнения выше, чем у других авторов [19]. При выполнении УЗИ в ранние сроки после ВАБ следует помнить, что ткани МЖ в зоне резекции отечны, и в ряде случаев может создаваться ложная картина наличия остаточной ткани опухо-

Таблица 3. Сопоставление осложнений ВАБ в группах с ЛИК и без ЛИК
Table 3. Comparison of VAB complications in groups with and without LIC

Показатель	Без ЛИК (n = 275)	С ЛИК (n = 711)	Всего	p
Гематома	12 (4,36%)	14 (1,97%)	26	0,0353
Остаточная ткань	44 (16,00%)	49 (6,89%)	93	<0,0001

Таблица 4. Частота осложнений в группе ВАБ без применения ЛИК
Table 4. Incidence of complications in the VAB group without LIC

Вариант ВАБ	Количество пациенток	Количество гематом	Количество случаев остаточной ткани
Единичное образование	204	5 (2,4%)	29 (14,2%)
Множественные образования	71	7 (9,8%)	15 (21%)
Односторонняя ВАБ	249	8 (3,2%)	37 (14,8%)
Двусторонняя ВАБ	26	4 (15,3%)	7 (26,9%)
Итого	275	12 (4,36%)	44 (16%)

ли. При подозрении на таковую следует повторить УЗИ в динамике после регресса отека. Таким образом, при подозрении на остаточную ткань образования по результатам УЗИ в раннем периоде после ВАБ окончательную трактовку исхода операции проводили в сроки 3–6 мес после операции.

При выполнении УЗИ в отдаленном периоде также было отмечено формирование минимальных, а в ряде случаев фактически неопределяемых рубцовых изменений железистой ткани в зоне выполнения ВАБ с применением ЛИК, в то время как у пациенток после ВАБ с традиционным компрессионным способом гемостаза рубцовые изменения в зоне резекции были более выражены.

В группе без применения ЛИК частота гематом и остаточной ткани была статистически значимо выше ($p = 0,0353$), чем в группе с применением предложенного способа интраоперационного гемостаза (табл. 3).

В группе без применения ЛИК гематомы сформировались у 5 (2,4%) пациенток при удалении единичных новообразований и у 7 (9,8%) – при удалении множественных (табл. 4); их размеры варьировали от 15 до 150 мм. Был выше процент гематом в этой группе при выполнении двусторонней ВАБ: 15,3% против 3,2% при вмешательстве на одной МЖ. Это обусловлено тем, что при двусторонней ВАБ без ЛИК

нет возможности сразу после вмешательства на первой МЖ провести ее адекватную компрессию тугим эластическим бинтованием и приступить к операции на второй железе. В группе с применением ЛИК такой разницы нет, что свидетельствует об эффективности гемостаза на протяжении длительного времени выполнения вмешательства на обеих МЖ на этапе до наложения эластической компрессии. У одной пациентки гематома размером 150 мм потребовала эвакуации, что было осуществлено через точку ввода роботизированной иглы вакуум-аспирацией. Также следует отметить, что чаще гематомы наблюдались у пациенток с локализацией новообразований в медиальных квадрантах МЖ, так как данная зона в последующем подвергается меньшему давлению при наложении эластичного бинта и в ряде случаев требует использования тампона-прокладки под эластичный бинт для создания локального давления.

У пациенток после применения ЛИК (табл. 5) общая частота гематом в процентном отношении снизилась в 2 раза, а остаточной ткани – в 2,5 раза. При этом максимальная полость гематомы в зоне резекции не превышала 3 см, а в случае ВАБ без ЛИК размер гематомы достигал 15 см.

Также ЛИК показала эффективность в профилактике остаточной ткани удаляемого новообразования. В группе без ЛИК

Таблица 5. Частота осложнений в группе ВАБ с применением ЛИК**Table 5.** Incidence of complications in the VAB group with LIC

Вариант ВАБ	Количество пациенток	Количество гематом	Количество случаев остаточной ткани
Единичное образование	512	8 (1,5%)	29 (5,6%)
Множественные образования	199	6 (3%)	20 (10%)
Односторонняя ВАБ	628	12 (1,9%)	41 (6,5%)
Двусторонняя ВАБ	83	2 (2,4%)	8 (9,6%)
Итого	711	14 (1,97%)	49 (6,89%)

процент остаточной ткани составил 16% против 6,89% в группе с ЛИК. Данный эффект, как уже было отмечено выше, обусловлен тем, что после коагуляции ложа удаленного образования происходит вапоризация жидкости (в том числе и анестетика), а также субъективно менее выражен отек тканей. Это улучшает ультразвуковую визуализацию области операции: ткани более четко дифференцируются, что позволяет объективно оценить ложе при УЗИ тотчас после процедуры и, в случае необходимости, выполнить дополнительные туры режущей иглой в зонах, вызывающих сомнение на наличие остаточной ткани.

Иные осложнения, представленные ранением кожи, мышц, перфорацией грудной стенки, острыми продолжающимися кровотечениями, формированием псевдоанев-

ризм, а также нагноением операционной раны, не встречались.

Далее с целью оценки ассоциации отдельных факторов с частотой послеоперационных гематом был проведен однофакторный регрессионный анализ, по результатам которого показатели, продемонстрировавшие значимость, были включены в многофакторную модель (табл. 6, значимые показатели выделены жирным шрифтом). Независимыми факторами, ассоциированными с повышением вероятности послеоперационных гематом, являлись увеличение длинника новообразования и множественные удаляемые новообразования, тогда как применение ЛИК сопровождалось снижением вероятности развития гематом в 2,47 раза (ОШ 0,405 (95% ДИ 0,184–0,895)).

Таблица 6. Анализ влияния факторов на вероятность формирования гематом**Table 6.** Analysis of factors influencing the probability of hematoma formation

Показатель	Однофакторная модель		Многофакторная модель	
	ОШ (95% ДИ)	p	ОШ (95% ДИ)	p
Возраст	1,020 (0,980–1,053)	0,3891	–	–
Количество удаленных новообразований	1,721 (1,334–2,221)	<0,0001	–	–
Длинник, мм	1,053 (1,009–1,099)	0,0181	1,051 (1,005–1,099)	0,0301
ЛИК	0,440 (0,201–0,964)	0,0402	0,405 (0,184–0,895)	0,0255
Множественные удаляемые новообразования	2,735 (1,251–5,979)	0,0117	2,543 (1,155–5,601)	0,0205
Односторонняя ВАБ	0,510 (0,188–1,382)	0,1857	–	–

ОБСУЖДЕНИЕ

Важным аспектом при выполнении ВАБ является использование оптимального метода гемостаза. При выполнении ЛИК при ВАБ под ультразвуковым контролем имеется возможность контролировать работу лазера в режиме реального времени и управлять плоскостью его воздействия, осуществляя коагуляцию зоны интереса на 360° из одной точки введения. Интраоперационное УЗИ также позволяет оценить эффективность и достаточность ЛИК. Именно использование надежного интраоперационного метода гемостаза позволяет расширить возможности ВАБ в части удаления крупных и/или множественных новообразований МЖ.

Поскольку ВАБ неразрывно связана с УЗИ, только соблюдение алгоритмов определения оптимальной предоперационной разметки точек ввода роботизированной иглы-зонда, а также методологии интраоперационного УЗИ на всех этапах вмешательства позволяет достичь максимального эффекта.

При проведении анализа влияния различных факторов на формирование гематом после ВАБ выявлено, что значимыми являются количество одномоментно удаляемых новообразований, их размер и использование ЛИК в качестве способа гемостаза. Причем при многофакторном анализе установлено, что ЛИК является независимым фактором влияния, снижающим вероятность гематом в 2,47 раза.

Применение ЛИК при ВАБ по полученным в настоящем исследовании данным также показало, что частота наличия случаев остаточной ткани в этой группе пациенток наблюдалась в 2 раза реже. При удалении единичных новообразований путем ВАБ с использованием ЛИК частота гематом составила 1,5%, при множественных – 3% ($p = 0,2110$). Существуют иные методы гемостаза при ВАБ, такие как применение катетера Фолея в ложе удаленных образований, использование тромбин-желатинового матрикса, гелевой пены, спирта, применение внутрисосудистой эмболизации (последняя применяется редко и преимущественно в случае неконтролируемых кровотечений). Один из указанных методов гемостаза – применение катетера Фолея в ложе резецированного образования, ана-

лизируемый в исследовании S.M. Fu и соавт., показал снижение частоты гематом до 6,7% у пациенток с единичными новообразованиями и до 10,4% – с множественными [23]. Кроме того, использование данной методики связано с необходимостью помещать и раздувать баллон катетера Фолея непосредственно в ложе удаленного образования и выдерживать экспозицию 10 мин. ЛИК проводится через апертуру роботизированной иглы, не требуя ее извлечения и дополнительных манипуляций с тканями ложа. Еще одной методикой гемостаза при ВАБ является использование тромбин-желатинового матрикса, которая, по данным исследования Y. Tzeng и соавт., не показала значимой разницы в части профилактики именно полостных жидкостных скоплений (25% против 26,7%), но снизила риск острых кровотечений до 5,5% [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При соблюдении определенных принципов предоперационной разметки и ультразвуковой навигации, а также при условии использования ЛИК ВАБ может применяться с лечебной целью для удаления доброкачественных новообразований молочных желез, в том числе у пациенток с крупными и/или множественными опухолями. ЛИК позволяет расширить возможности ВАБ и улучшить ее безопасность в части снижения риска геморрагических осложнений в 2,47 раза. Также в группе пациенток с применением ЛИК частота случаев остаточной ткани удаляемых новообразований наблюдалась в два 2 раза реже по сравнению с группой без ЛИК.

Участие авторов

Марущак Е.А. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, проведение исследования, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста статьи.

Бутенко А.В. – участие в научном дизайне, подготовка, подготовка, создание опубликованной работы.

Зубарева Е.А. – ответственность за целостность всех частей статьи, подготовка, создание опубликованной работы.

Фисенко Е.П. – подготовка и редактирование текста статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Marushchak E.A. – concept and design of the study, collection and analysis of data, conducting research, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Butenko A.V. – participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

Zubareva E.A. – responsibility for the integrity of all parts of the article, preparation and creation of the published work.

Fisenko E.P. – text preparation and editing, approval of the final version of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году / Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2024. 262 с. ISBN 978-5-85502-297-1
2. Cancer Today International Agency for Research on Cancer/Cancer. Today. Available at: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/cancers/20-breast-fact-sheet.pdf>
3. Севостьянова О.Ю., Чумарная О.Ю., Севостьянова Н.Е. и др. Динамика заболеваемости доброкачественной дисплазией молочной железы на региональном уровне. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2023; 19 (2): 25–33. <http://doi.org/10.17650/1994-4098-2023-19-2-25-33>
4. Клинические рекомендации “Доброкачественная дисплазия молочной железы” от 2024 г. Утверждены Минздравом РФ. Available at: http://disuria.ru/_ld/9/996_kr20N60mz.pdf
5. Бусько Е.А., Семиглазов В.В., Аполлонова В.С., Целуйко А.И. и др. Интервенционные технологии в маммологии. Учебное пособие. СПб.: ФГБУ НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова Минздрава России, 2020. 84 с. ISBN 978-5-6045022-5-9
6. Клинические рекомендации “Рак молочной железы” от 2021 г. Утверждены Минздравом РФ. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/scheme/379_4
7. Ding B., Chen D., Li X. et al. Meta analysis of efficacy and safety between Mammotome vacuum-assisted breast biopsy and open excision for benign breast tumor. *Gland. Surg.* 2013; 2 (2): 69–79. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2227-684X.2013.05.06>
8. Perretta T., Meucci R., Pistolesi C.A. et al. Ultrasound-guided laser ablation after excisional vacuum-assisted breast biopsy for small malignant breast lesions: preliminary results. *Technol. Cancer Res. Treat.* 2021; 20: 1–9. <http://doi.org/10.1177/1533033820980089>
9. Леванов А.В., Марущак Е.А., Плетнер П.Д., Магомедова П. Ультразвуковая навигация для вакуумной аспирационной биопсии при новообразованиях молочных желез – от диагностической значимости к лечебной: Тезисы VIII съезда РАСУДМ с международным участием. Москва, 2–5 октября 2019 г. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2019; 3 (Приложение): 48.
10. Леванов А.В., Марущак Е.А., Дьяченко В.В., Михайлова О.В., Сидоров А.О. Использование лазерного интерстициального излучения для коагуляции и профилактики гематом при выполнении вакуумной аспирационной биопсии. Материалы IX Петербургского международного онкологического форума «Белые ночи 2023». *Вопросы онкологии*. 2023; 69 (3). Приложение: 414–415.
11. Plantade R., Hammou J.C., Gerard F. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy: review of 382 cases. *J. Radiol.* 2005; 86 (9, Pt 1): 1003–1015. PMID: 16224340
12. Kibil W., Hodorowicz-Zaniewska D., Szczepanik A. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted core biopsy in the diagnosis and treatment of focal lesions of the breast – own experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*. 2013; 8 (1): 63–68. <http://doi.org/10.5114/wiitm.2011.31630>
13. March D.E., Coughlin B.F., Barham R.B. et al. Breast masses: removal of all US evidence during biopsy by using a handheld vacuum-assisted device – initial experience. *Radiology*. 2003; 227 (2): 549–555. <http://doi.org/10.1148/radiol.2272020476>
14. Yao F., Li J., Wan Y. et al. Sonographically guided vacuum-assisted breast biopsy for complete excision of presumed benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31 (12): 1951–1957. PMID: 23197548
15. Grady I., Gorsuch H., Wilburn-Bailey S. Long-term outcome of benign fibroadenomas treated by ultrasound-guided percutaneous excision. *Breast J.* 2008; 14 (3): 275–278. <http://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2008.00574.x>
16. Tagaya N., Nakagawa A., Ishikawa Y. et al. Experience with ultrasonographically guided vacuum-assisted resection of benign breast tumors. *Clin. Radiol.* 2008; 63 (4): 396–400. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2007.06.012>
17. Park H.L., Kwak J.Y., Jung H. et al. Is mammo-tome excision feasible for benign breast masses bigger than 3 cm in the greatest dimension? *J. Kor. Surg. Soc.* 2006; 70: 25–29.
18. Kolman S., Zonderland M.H. Fibroadenomen verwijderden met vacuumbiopsie. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 2011; 155: 1–3.
19. Ko E.S., Bae Y.A., Kim M.J. et al. Factors affecting the efficacy of ultrasound-guided vacuum-assisted percutaneous excision for removal of benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2008; 27 (1): 65–73.
20. Марущак Е.А., Леванов А.В., Zubareva E.A., Горский В.А., Глушков П.С. Особенности предоперационной разметки и навигации при выполнении вакуумной аспирационной биопсии новообразований молочных желез под контролем ультразвукового исследования. *REJR*. 2024; 14 (2): 43–56. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-2-43-56>
21. Леванов А.В., Марущак Е.А., Сидоров А.О., Некрасов Д.А., Мнихович М.В., Ветлицына С.В., Ширипенко И.А., Ахсанова П.А., Смеянов В.В.,

- Катчиева П.Х. Вакуумная аспирационная биопсия: эволюция метода, профилактика геморрагических осложнений. *Амбулаторная хирургия*. 2024; 21 (2): 142–152. <https://doi.org/10.21518/akh2024-021>
22. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 19.02.2021 г. №116н “Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях”. Available at: <https://base.garant.ru/400533605>
 23. Fu S.M., Wang X.M., Yin C.Y., Song H. Effectiveness of hemostasis with Foley catheter after vacuum-assisted breast biopsy. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (7): 1213–1220. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.05.17>
 24. Tzeng Y.T., Liu S.I., Wang B.W. et al. The Efficacy of Thrombin-Gelatin Matrix in Hemostasis for Large Breast Tumor after Vacuum-Assisted Breast Biopsy. *J. Pers. Med.* 2022; 12 (2): 301. <https://doi.org/10.3390/jpm12020301>
- ## REFERENCES
1. The state of oncological care for the Russian population in 2023 / Eds by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, A.O. Shakhzadova. Moscow: P. Hertsen Moscow Oncology Research Institute (MORI) for administrative and economic work – the branch of the FSBI “National Medical Research Radiological Centre” (NMRR) of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2024. 262 p. ISBN 978-5-85502-297-1 (In Russian)
 2. Cancer Today International Agency for Research on Cancer/Cancer. Today. Available at: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/cancers/20-breast-fact-sheet.pdf>
 3. Sevostyanova O.Yu., Chumarnaya T.V., Sevostyanova N.E. et al. Dynamics of the incidence of benign breast disease at the regional level. *Tumors of Female Reproductive System*. 2023; 19 (2): 25–33. <https://doi.org/10.17650/1994-4098-2023-19-2-25-33> (In Russian)
 4. Clinical recommendations “Benign breast dysplasia” from 2024 Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. Available at: http://disuria.ru/_ld/9/996_kr20N60mz.pdf (In Russian)
 5. Busko E.A., Semiglazov V.V., Apollonova V.S., Tseluiko A.I. et al. Interventional technologies in mammology. The training manual. Saint Petersburg: N.N. Petrov National Medicine Research Center of oncology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 2020. 84 p. ISBN 978-5-6045022-5-9 (In Russian)
 6. Clinical guidelines “Breast Cancer” from 2021 Approved by the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/379_4 (In Russian)
 7. Ding B., Chen D., Li X. et al. Meta analysis of efficacy and safety between Mammotome vacuum-assisted breast biopsy and open excision for benign breast tumor. *Gland. Surg.* 2013; 2 (2): 69–79. <http://doi.org/10.3978/j.issn.2227-684X.2013.05.06>
 8. Perretta T., Meucci R., Pistolese C.A. et al. Ultrasound-guided laser ablation after excisional vacuum-assisted breast biopsy for small malignant breast lesions: preliminary results. *Technol. Cancer Res. Treat.* 2021; 20: 1–9. <http://doi.org/10.1177/1533033820980089>
 9. Levanov A.V., Marushchak E.A., Pletner P.D., Magomedova P. Ultrasound navigation for vacuum aspiration biopsy in breast tumors – from diagnostic significance to therapeutic: Abstracts of the VIII RASUDM Congress with international participation. Moscow, October 2–5, 2019. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2019; 3 (Suppl.): 48. (In Russian)
 10. Levanov A.V., Marushchak E.A., Dyachenko V.V. et al. The use of laser interstitial radiation for coagulation and prevention of hematomas during vacuum aspiration biopsy. Materials of the IX St. Petersburg International Oncological Forum “White Nights 2023”. *Voprosy onkologii = Issues of oncology*; 2023; 69 (3). (Suppl.): 414–415. (In Russian)
 11. Plantade R., Hammou J.C., Gerard F. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy: review of 382 cases. *J. Radiol.* 2005; 86 (9, Pt 1): 1003–1015. PMID: 16224340
 12. Kibil W., Hodorowicz-Zaniewska D., Szczepanik A. et al. Ultrasound-guided vacuum-assisted core biopsy in the diagnosis and treatment of focal lesions of the breast – own experience. *Videosurgery and Other Miniinvasive Techniques*. 2013; 8 (1): 63–68. <http://doi.org/10.5114/wiitm.2011.31630>
 13. March D.E., Coughlin B.F., Barham R.B. et al. Breast masses: removal of all US evidence during biopsy by using a handheld vacuum-assisted device – initial experience. *Radiology*. 2003; 227 (2): 549–555. <http://doi.org/10.1148/radiol.2272020476>
 14. Yao F., Li J., Wan Y. et al. Sonographically guided vacuum-assisted breast biopsy for complete excision of presumed benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2012; 31 (12): 1951–1957. PMID: 23197548
 15. Grady L., Gorsuch H., Wilburn-Bailey S. Long-term outcome of benign fibroadenomas treated by ultrasound-guided percutaneous excision. *Breast J.* 2008; 14 (3): 275–278. <http://doi.org/10.1111/j.1524-4741.2008.00574.x>
 16. Tagaya N., Nakagawa A., Ishikawa Y. et al. Experience with ultrasonographically guided vacuum-assisted resection of benign breast tumors. *Clin. Radiol.* 2008; 63 (4): 396–400. <http://doi.org/10.1016/j.crad.2007.06.012>
 17. Park H.L., Kwak J.Y., Jung H. et al. Is mammo- tome excision feasible for benign breast masses bigger than 3 cm in the greatest dimension? *J. Kor. Surg. Soc.* 2006; 70: 25–29.
 18. Kolman S., Zonderlabd M.H. Fibroadenomen verwijderen met vacuumbiopsie. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* 2011; 155: 1–3.
 19. Ko E.S., Bae Y.A., Kim M.J. et al. Factors affecting the efficacy of ultrasound-guided vacuum-assisted percutaneous excision for removal of benign breast lesions. *J. Ultrasound Med.* 2008; 27 (1): 65–73.
 20. Maruchak E.A., Levanow A.V., Zubareva E.A. et al. Features of preoperative marking and navigation during vacuum aspiration biopsy of breast

- masses under the ultrasound control. *REJR*. 2024; 14 (2): 43–56. <http://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-2-43-56>. (In Russian)
21. Levanov A.V., Marushchak E.A., Sidorov A.O. et al. Vacuum aspiration biopsy: evolution of the method, prevention of hemorrhagic complications. *Ambulatornaya khirurgiya = Ambulatory Surgery (Russia)*. 2024; 21 (2): 142–152. <https://doi.org/10.21518/akh2024-021> (In Russian)
 22. Order of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation dated 02/19/2021 No. 116n “On approval of the Procedure for providing medical care to the adult population with oncological diseases”. Available at: <https://base.garant.ru/400533605> (In Russian)
 23. Fu S.M., Wang X.M., Yin C.Y., Song H. Effectiveness of hemostasis with Foley catheter after vacuum-assisted breast biopsy. *J. Thorac. Dis.* 2015; 7 (7): 1213–1220. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2015.05.17>
 24. Tzeng Y.T., Liu S.I., Wang B.W. et al. The Efficacy of Thrombin-Gelatin Matrix in Hemostasis for Large Breast Tumor after Vacuum-Assisted Breast Biopsy. *J. Pers. Med.* 2022; 12 (2): 301. <https://doi.org/10.3390/jpm12020301>

Evaluation of the effectiveness of laser interstitial coagulation in ultrasound-guided vacuum-assisted aspiration resection of breast neoplasms

E.A. Marushchak^{1, 2}, A.V. Butenko¹, E.A. Zubareva², E.P. Fisenko¹*

¹ B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center; 2, Abrikosovsky lane, Moscow 119991, Russian Federation

² Pirogov Russian National Research Medical University; 1, Ostriviyanova str., Moscow 117997, Russian Federation

Elena A. Marushchak – M.D., Cand. of Sci. (Med.), Head of the ultrasound diagnostics department Scientific and Clinical Center No. 2 B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center; Associate Professor of the ultrasound diagnostics department, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0001-5639-3315>

Alexey V. Butenko – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Associate Director for Medical Work, Chief Physician of Scientific and Clinical Center No. 2 B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, Moscow. <https://orcid.org/0000-0003-4390-9276>

Elena A. Zubareva – M.D., Doct. of Sci. (Med.), Professor, Chief of the ultrasound diagnostics department N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9997-4715>

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

Correspondence* to Elena A. Marushchak – e-mail: e.marushchak@mail.ru

The increasing incidence of both benign and malignant breast pathology, along with advancements and the active implementation of high-tech surgical techniques, has led to a rise in the number of vacuum-assisted biopsies (VAB) performed. In addition to the growing number of VAB procedures, there is a trend toward expanding the method’s capabilities—from performing biopsies for diagnostic purposes to the complete removal of lesions for therapeutic purposes as an alternative to traditional segmental resection. There are numerous variations of total VAB, but in most cases, it involves the removal of a single small lesion in one breast, as the limiting factors include the risk of intraoperative bleeding and incomplete tumor tissue removal. Therefore, key issues in the field of interventional minimally invasive breast surgery today include the development of an adequate intraoperative hemostasis technique aimed at preventing complications, expanding VAB capabilities for the removal of larger and multiple lesions, and defining ultrasound criteria for its effectiveness and adequacy in real-time navigation.

The article presents an analysis of VAB procedures performed for the removal of single and multiple breast lesions in 986 patients, including simultaneous excision of multiple lesions in both breasts, with and without the use of laser interstitial coagulation (LIC). The methodology of LIC under real-time ultrasound guidance is described, along with ultrasound criteria for assessing its effectiveness and adequacy.

Objective. To evaluate the effectiveness of laser interstitial coagulation (LIC) during ultrasound-guided vacuum-assisted biopsy (VAB) in patients with breast masses.

Materials and Methods. From 2017 to 2024, a total of 986 patients underwent ultrasound-guided VAB in the day hospital of the B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center, SCC №2. A total of 1,433 breast lesions were removed, with the number of excised lesions per patient ranging from 1 to 7. The maximum lesion size removed was 54 mm. Indications for intervention were determined based on instrumental diagnostic methods (stratified according to the BI-RADS scale), as well as patient history, symptoms, and laboratory findings. Before therapeutic VAB, all patients underwent preoperative morphological verification. While in the process of developing an effective intraoperative hemostasis technique, VAB was performed without LIC in 275 patients. In 711 patients, VAB was performed with LIC as a prevention against hemorrhagic complications.

Results. The use of LIC significantly expands the capabilities of vacuum-assisted biopsy (VAB) for the removal of multiple and/or large breast lesions. The overall rate of hemorrhagic complications in the VAB group without LIC was 4.36%, whereas in the LIC-assisted VAB group, it decreased to 1.97%. The residual tissue rate in the VAB group without LIC reached 16%, while in the LIC-assisted group, it was reduced to 6.89%. When adhering to the described ultrasound navigation technique and adequacy control of LIC, VAB serves as an alternative to “open” breast surgeries. LIC enhances the safety of VAB by minimizing the incidence of hemorrhagic complications, expanding its capabilities, reducing the risk of residual tissue, and promoting the formation of a finer scar. According to univariate regression analysis, significant factors influencing hematoma development included lesion length, the number of lesions, lesion multiplicity, and LIC application. Multivariate analysis identified lesion length and the number of excised lesions as independent factors associated with an increased risk of postoperative hematomas, while the use of LIC was associated with a 2.47-fold reduction in hematoma risk.

Conclusion. LIC is an independent factor that significantly reduces the incidence of hemorrhagic complications during therapeutic vacuum-assisted biopsy by 2.47 times. This technique enables the safe and simultaneous removal of multiple lesions, including those affecting both breasts, as well as large-sized lesions. The use of LIC reduces the required duration of subsequent elastic breast compression from 24 to 6 hours and the risk of residual tumor tissue, and minimizes scar formation in the tumor bed.

Keywords: *ultrasound; breast; VAB; vacuum aspiration biopsy; BI-RADS; ultrasound guidance; laser interstitial coagulation; bleeding*

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

Financing. This study had no sponsorship.

Citation: Marushchak E.A., Butenko A.V., Zubareva E.A., Fisenko E.P. Evaluation of the effectiveness of laser interstitial coagulation in ultrasound-guided vacuum-assisted aspiration resection of breast neoplasms. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2025; 31 (1): 85–100. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-318> (In Russian)

Received: 12.12.2024.

Accepted for publication: 05.02.2025.

Published online: 03.03.2025.