

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39>



Высокочастотная эхография глаза в диагностике макулярных разрывов

Т.Н. Киселева, К.В. Луговкина, А.Н. Бедретдинов, П.А. Бычков, М.В. Рябина, М.С. Зайцев✉

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — сравнительная оценка результатов ультразвукового исследования (УЗИ) заднего полюса глаза с использованием длиннофокусного высокочастотного (20 МГц) и стандартного (10 МГц) датчиков и оптической когерентной томографии (ОКТ) сетчатки у пациентов с макулярным разрывом (МР). **Материал и методы.** Обследовано 20 больных с МР хотя бы в одном глазу, которым помимо ОКТ макулярной области проводили эхографию глаза в В-режиме с использованием стандартного 10 МГц датчика и длиннофокусного высокочастотного датчика с частотой излучения 20 МГц. **Результаты.** Комплексное применение ОКТ сетчатки и УЗИ позволило определить МР в 22 (100 %) глазах. МР с помощью ОКТ был диагностирован в 20 (91 %) глазах, в 2 глазах исследование не проведено из-за зрелой катаракты. С использованием 20 МГц датчика МР выявлен в 16 (73 %) глазах, а с помощью 10 МГц датчика — лишь в 10 (45 %) глазах. **Заключение.** Высокочастотная эхография глаза может быть использована для скрининга с целью выявления МР при нарушении прозрачности оптических сред глаза.

Ключевые слова: макулярный разрыв; оптическая когерентная томография; эхография глаза; высокочастотный длиннофокусный ультразвуковой датчик

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Киселева Т.Н., Луговкина К.В., Бедретдинов А.Н., Бычков П.А., Рябина М.В., Зайцев М.С. Высокочастотная эхография глаза в диагностике макулярных разрывов. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15 (3): 34-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39>

High-frequency echography of the eye in macular hole diagnosis

Tatiana N. Kiseleva, Ksenija V. Lugovkina, Alexey N. Bedretdinov, Pavel A. Bychkov, Marina V. Ryabina, Maxim S. Zaytsev✉

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
zaicev1549@yandex.ru

Purpose: a comparative estimation of ultrasound examinations of the posterior eye pole of patients with a macular hole using a long-focus high-frequency (20 MHz) and a standard 10 MHz probe with optical coherence tomography (OCT). **Materials and methods.** 20 patients with a macular hole in at least one eye were examined using OCT of the macular area and B-mode echography with a standard 10 MHz probe and a long-focus high-frequency 20 MHz probe. **Results.** The complex OCT/ultrasound examination detected a macular hole in 22 (100 %) eyes, while OCT alone confirmed the diagnosis in 20 eyes (91 %). OCT could not be performed in 2 eyes due to a dense cataract. Ultrasound examination with a 20-MHz probe detected a macular hole in 16 eyes (73 %), whilst the standard ultrasound method (10 MHz probe) could only detect it in 10 eyes (45 %). **Conclusion.** High-frequency ultrasound examination of the eye can be used for screening aimed at detecting a possible macular hole in cases of opacities of the optical media of the eye.

Keywords: macular hole; optical coherence tomography; ultrasound examination; long focal high-frequency probe

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Kiseleva T.N., Lugovkina K.V., Bedretdinov A.N., Bychkov P.A., Ryabina M.V., Zaytsev M.S. High-frequency echography of the eye in macular hole diagnosis. Russian ophthalmological journal. 2022; 15 (3): 34-9 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39>

Ультразвуковой метод исследования является частью комплексного офтальмологического обследования, проводится с учетом анамнеза и данных основных клинических методов диагностики [1]. К основным достоинствам ультразвукового исследования относятся безопасность, возможность его многократного применения у пациентов любого возраста, отсутствие необходимости предварительной подготовки к исследованию, экономичность и относительная быстрота, отсутствие абсолютных противопоказаний.

В последние годы бурное развитие компьютерных технологий и внедрение их в сферу медицинской техники значительно обогатили и расширили возможности ультразвука. Появление новых высокотехнологичных методик, включающих высокочастотную эхографию, дуплексное сканирование, эходенситометрию, трехмерную эхографию, заставляет внести коррективы в общеизвестные алгоритмы диагностики патологии глаза. Разработка методов высокочастотного серовещательного сканирования для обеспечения высокой разрешающей способности изображений структур переднего и заднего отделов глазного яблока на сегодняшний день — одно из важных направлений в развитии диагностического ультразвука в офтальмологии.

Первые работы по использованию высокочастотной эхографии в медицине были опубликованы в конце 80-х — начале 90-х гг. и касались изучения возможностей этого метода для повышения эффективности диагностики в дерматологии, кардиологии, урологии и гастроэнтерологии [2–5]. В офтальмологии высокочастотная эхография (35–50 МГц) получила распространение с 1991 г. для визуализации переднего отдела глаза [6]. С тех пор ультразвуковая биомикроскопия применяется в диагностике глаукомы, при травмах, воспалительной патологии глазного яблока, в офтальмоонкологии, рефракционной хирургии и других областях.

Применение высокочастотных ультразвуковых датчиков для визуализации заднего отдела глаза впервые было предложено S. Newick и соавт. [7], которые представили преимущества этого метода для выявления таких патологических состояний, как меланома и невус хориоидеи, влажная форма возрастной макулярной дегенерации (ВМД) и задний склерит. Без сомнений, метод оптической когерентной томографии (ОКТ) является золотым стандартом в диагностике патологических состояний макулы. Принцип получения изображений в оптическом томографе аналогичен таковому при ультразвуковом исследовании (УЗИ), однако вместо звуковых волн при ОКТ применяется оптическое излучение инфракрасного диапазона световой волны [8, 9]. Наличие сопутствующей патологии, сопровождающейся помутнением оптических сред глаза, является ограничением для применения ОКТ, что стимулирует поиск новых способов визуализации структур заднего отдела глаза с сопоставимо высоким уровнем детализации. В таких случаях единственным методом объективной оценки состояния сред и оболочек глаза, в том числе макулярной области, остается эхография [10, 11].

По сравнению со стандартными датчиками (8–10 МГц), которые наиболее часто применяются в офтальмологической практике, высокочастотные датчики (20 МГц) позволя-

ют получить более четкое и детализированное изображение структур заднего полюса глаза [7]. С учетом высокой частоты и разнообразия случаев патологических изменений макулярной области (эпиретинальная мембрана с тракционным синдромом, влажная форма ВМД, макулярный разрыв, МР) использование высокочастотной эхографии приобретает большое значение в диагностике этой патологии при непрозрачных оптических средах глаза [10, 12].

МР — патология, сопровождающаяся образованием дефекта в макулярной области сетчатки, что приводит к ухудшению или потере центрального зрения. Основной причиной образования дефекта в макуле является тракция стекловидного тела и ее непосредственное воздействие на макулярную область [13]. По классификации J. Gass выделяют 4 стадии макулярного разрыва: от угрозы его образования (I стадия) до формирования отверстия на всю толщину сетчатки со скоплением субретинальной жидкости (IV стадия) [14]. В литературе имеются лишь единичные публикации, в которых высокочастотное ультразвуковое сканирование глаза рекомендуется для диагностики МР, в особенности в тех случаях, когда не может быть использован метод ОКТ [10].

ЦЕЛЬЮ настоящей работы явилась сравнительная оценка результатов УЗИ заднего полюса глаза с использованием длиннофокусного высокочастотного (20 МГц) и стандартного (10 МГц) датчиков и ОКТ сетчатки у пациентов с МР.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 20 пациентов в возрасте от 42 до 68 лет (в среднем $61,4 \pm 6,5$ года) с МР хотя бы на одном глазу. Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием, включающим визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию и тонометрию, всем пациентам была выполнена ОКТ сетчатки с использованием оптического когерентного томографа Stratus 3000 (Carl Zeiss, Германия), а также УЗИ глаза.

Эхографическое исследование проводилось транспальпебрально с использованием стандартного 10 МГц датчика и длиннофокусного 20 МГц датчика для заднего отдела глаза на приборе Aviso (Quantel Medical, Франция), при этом настройки коэффициента усиления ультразвукового сигнала (Gain) и яркости были одинаковыми для обоих датчиков.

При проведении эхографии глаза оценивали прозрачность стекловидного тела, наличие задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ), состояние витреоретинального интерфейса, наличие витреоретинальных тракций, однородность экзоструктуры и состояние поверхности контура макулярной области. Характеристика МР осуществлялась на основании классификации J. Gass и в соответствии с данными ОКТ по следующим признакам: диаметр отверстия до 200 мкм — II стадия, от 200 до 400 мкм — III стадия, более 450 мкм — IV стадия [14, 15].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все пациенты предъявляли жалобы на снижение зрения, искажение изображения предметов, наличие пятен в

центре поля зрения и/или метаморфопсии различной степени выраженности в одном (18 пациентов) или в обоих глазах (2 пациента).

По данным комплексного обследования 40 глаз с использованием ОКТ и УЗИ МР был диагностирован в 22 глазах. ОКТ удалось выполнить на 38 глазах, на 2 глазах проведение данного исследования не представлялось возможным из-за наличия зрелой катаракты. С помощью ОКТ был диагностирован МР в 20 (91 %) глазах: II стадия определялась в 4 глазах, III стадия — на 7 глазах, IV стадия — в 9 глазах.

УЗИ выполнено во всех случаях, включая пациентов со зрелой катарактой. МР II стадии (меньше 200 мкм) при стандартном В-сканировании (10 МГц) и высокочастотной эхографии не визуализировались (рис. 1, А—В).

С использованием длиннофокусного 20 МГц датчика МР диагностирован в 16 (73 %) глазах, из них в 2 глазах со зрелой катарактой, являющейся препятствием для проведения ОКТ, были обнаружены МР III и IV стадий. У пациентов с III и IV стадиями МР и диаметром 400 мкм и более выявлено совпадение результатов УЗИ, полученных с помощью 20 МГц датчика, и данных ОКТ сетчатки (рис. 2, А—В, рис. 3, А—В).

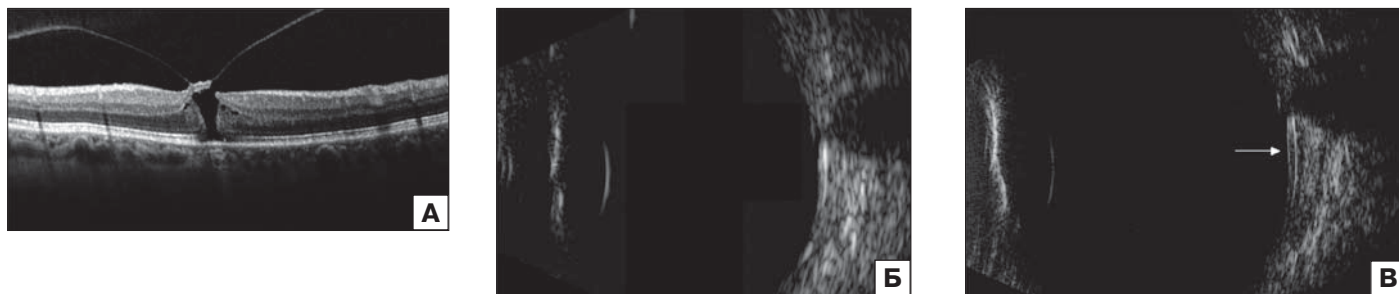


Рис. 1. Макулярный разрыв II стадии: А — оптическая когерентная томография: неполная ЗОСТ, витреомакулярная тракция, сквозной разрыв с базальным диаметром 195 мкм, единичные микрокисты нейрорепителля; Б — эхограмма в В-режиме (10 МГц); В — эхограмма в В-режиме (20 МГц): определяется неровность поверхности контура макулы (стрелка)

Fig. 1. Stage II macular hole: А — optical coherence tomography: partial PVD, vitreomacular traction, full-thickness defect of retinal tissue diameter — 195 micron, single retinal microcysts; Б — B-scan ultrasound (10 MHz); В — B-scan ultrasound (20 MHz): macular surface irregularity (arrow)

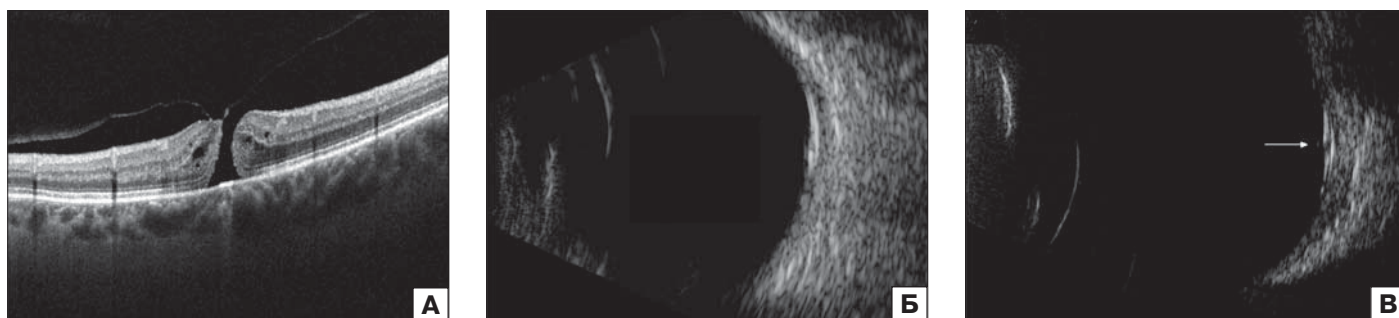


Рис. 2. Макулярный разрыв III стадии: А — оптическая когерентная томография: неполная ЗОСТ, витреомакулярная тракция, сквозной разрыв с кистовидным отеком краев; Б — эхограмма в В-режиме (10 МГц): визуализируется локальный участок проминенции в области макулы; В — эхограмма в В-режиме (20 МГц): определяется локальный участок проминенции в области макулы с точечным дефектом и гиперэхогенное включение в виде «крышечки» над МР (стрелка), отслойка заднего гиалоида

Fig. 2. Stage III macular hole: А — optical coherence tomography: partial PVD, vitreomacular traction, full-thickness defect of retinal tissue with cystoid edema of the edges of the MH; Б — B-scan ultrasound (10 MHz): local prominence of retinal tissue in macular zone; В — B-scan ultrasound (20 MHz): local prominence in the macula with tiny defect and hyperechoic operculum overlying the MH (arrow), detachment of posterior hyaloid

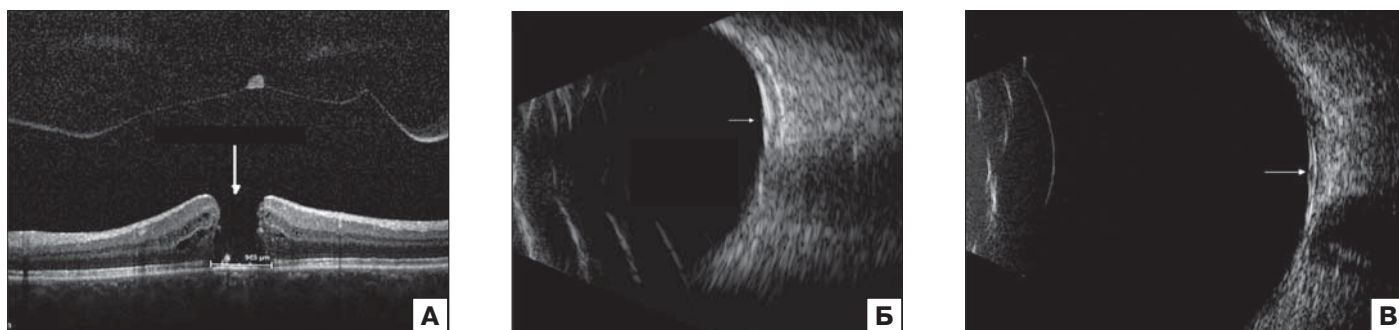


Рис. 3. Макулярный разрыв IV стадии: А — оптическая когерентная томография: полная ЗОСТ в зоне фовеа с «крышечкой», сквозной разрыв с кистовидным отеком краев, базальный диаметр более 900 мкм; Б — эхограмма в В-режиме с использованием датчика частотой 10 МГц: определяется локальная проминенция оболочек в макулярной зоне (стрелка); В — эхограмма в В-режиме с использованием датчика частотой 20 МГц: визуализируется локальное подковообразное утолщение макулярной зоны со сквозным дефектом (стрелка)

Fig. 3. Stage IV macular hole: А — optical coherence tomography shows full-thickness defect of retinal tissue in the central zone, diameter of MH — more than 900 μm, cystoid edema of the edges of the MH; Б — 10 MHz B-scan ultrasound shows slight local prominence of retinal tissue in macular zone (arrow); В — 20 MHz B-scan ultrasound shows local retinal thickening in the macular area in the form of horseshoe with perforating defect (arrow)

Использование высокочастотного ультразвукового датчика позволило измерить толщину оболочек в области макулы и выявить ряд эхографических признаков, включая витреомакулярную адгезию, частичную или тотальную ЗОСТ. Частичная, локализуемая перифовеоально ЗОСТ при контакте заднего гиалоида в области ДЗН наблюдалась в 12 глазах, тотальная ЗОСТ — в 10 глазах (таблица).

С помощью высокочастотной эхографии удалось выявить следующие типичные для МР изменения: незначительно проминирующее локальное подковообразное утолщение в макулярной области с неровным контуром и гиперэхогенное включение высокой акустической плотности в виде «крышечки» над зоной МР (18 глаз), что соответствовало III и IV стадиям МР и имело относительное сходство с изображением макулы на ОКТ.

При использовании 10 МГц датчика признаки МР были выявлены лишь в 10 (45 %) глазах с диаметром МР более 800 мкм. Так же, как и при использовании длиннофокусного 20 МГц датчика, в области макулы определялось локальное утолщение, однако края дефекта практически не визуализировались. Результаты оценки положения задней гиалоидной мембраны относительно макулярной области соответствовали данным, полученным при использовании 20 МГц датчика.

Таким образом, по результатам нашего исследования частота обнаружения МР с помощью ОКТ составила 91 %, с использованием 20 МГц датчика — 73 %, с применением 10 МГц датчика — лишь 45 %.

По данным УЗИ достоверным эхографическим критерием МР явилось наличие локальной проминенции макулярной зоны в стекловидное тело с дефектом ткани в виде гипоехогенного участка с четкими границами (подковообразное утолщение). При использовании 20 МГц датчика дефект оболочек отображался более четко, чем при использовании 10 МГц датчика, отсутствовала размытость его краев.

ОБСУЖДЕНИЕ

Приоритетным видом диагностики патологии макулярной области по-прежнему остается ОКТ, позволяющая получать высококачественное изображение структур центральной зоны сетчатки. С помощью этого метода удается

диагностировать, классифицировать и измерять диаметр МР. Однако снижение прозрачности оптических сред глаза значительно ограничивает возможности применения этого метода. Комплексное УЗИ всех анатомических элементов заднего отдела глазного яблока: стекловидного тела, субвитреального пространства, сетчатки, хориоидеи, склеры и зрительного нерва — до сих пор остается объективным и высокоинформативным методом в диагностике большинства заболеваний глазного яблока.

Существует целый ряд патологических состояний макулярной области, которые удается выявлять с помощью УЗИ, поэтому данная зона глазного дна должна быть тщательно обследована при обзорной эхографии. Комплексное УЗИ с использованием датчиков с частотой излучения 10 и 20 МГц дает возможность оценить состояние стекловидного тела и витреоретинального интерфейса.

Известно, что витреофовеальная тракция играет важную роль в образовании идиопатического МР. С того момента как J. Gass описал ранние стадии МР, развитие этой патологии объяснялось наличием тангенциальных тракций, возникающих вдоль задней поверхности стекловидного тела, которые вначале натягивают фовеолярную сетчатку, а затем растягивают ее до формирования сквозного разрыва [14]. Внедрение высокотехнологичных оптических и ультразвуковых методов исследования в офтальмологическую клиническую практику позволило внести коррективы в данную гипотезу патогенеза МР. Активация фибропластических процессов в макулярной области приводит к патологически прочной адгезии задней гиалоидной мембраны и служит причиной осложнений ЗОСТ, одним из которых является МР.

В нашем исследовании для определения состояния макулярной зоны и витреоретинального интерфейса были использованы ультразвуковые датчики с разной частотой излучения — 10 и 20 МГц, которые отличались по своим функциональным качествам. Эхография с использованием 10 МГц датчика оказалась наиболее информативной для общей оценки состояния стекловидного тела, его кинетических свойств, топографических взаимоотношений задней гиалоидной мембраны и сетчатки. С помощью 20 МГц датчика представляется возможным детально исследовать

Таблица. Эхографические признаки витреоретинальных изменений при макулярных разрывах (МР)

Table. Echographic features of vitreoretinal changes in macular holes

Стадии МР Stages of MH	Эхографические критерии Echographic features
II n = 4	Неровность поверхности контура макулы Частичная ЗОСТ при наличии контакта в области макулы и ДЗН Витреомакулярная адгезия Macular surface irregularity Partial PVD attached at the macula and optic disc Vitreomacular adhesion
III n = 8	Локальный участок проминенции в области макулы с точечным дефектом Гиперэхогенное включение высокой акустической плотности в виде «крышечки» в стекловидном теле над зоной МР Частичная ЗОСТ при наличии контакта в области макулы и ДЗН Local prominence in the macula with tiny defect Hyperechoic and high echodense operculum overlying the MH Partial PVD attached at the macula and optic disc
IV n = 10	Локальное проминирующее подковообразное утолщение макулярной области со сквозным дефектом Гиперэхогенное включение высокой акустической плотности в виде «крышечки» в стекловидном теле над зоной МР Тотальная ЗОСТ Hyperechoic and high echodense operculum Local thickness of macula in the form of horseshoe with perforating defect overlying the MH Total PVD

Примечание. n — число глаз, МР — макулярный разрыв, ЗОСТ — задняя отслойка стекловидного тела, ДЗН — диск зрительного нерва.

Note. n — number of eyes, MH — macular hole, PVD — posterior vitreous detachment.

витреомакулярный интерфейс и поверхность макулярной зоны. Способность более глубокого проникновения акустических сигналов в ткани — одно из главных преимуществ 10 МГц датчика по сравнению с 20 МГц датчиком, которое приобретает значимость при визуализации глубже лежащих структур. Датчик 10 МГц обладает более высокой чувствительностью при исследовании структур с низкой отражательной способностью ультразвука, например слабоэхогенных включений в стекловидном теле. Кроме того, для получения схожей эхографической картины исследуемых глазных структур при использовании высокочастотного датчика необходимо установить более высокие значения коэффициента усиления акустического сигнала GAIN, что может повлечь за собой появление артефактов, затрудняющих визуализацию заднего отдела глаза.

На эхограмме МР II стадии обычно не визуализируются, видна частичная отслойка заднего гиалоида с прилеганием его в макулярной области. Использование высокочастотного датчика иногда позволяет определить незначительную локальную проминенцию в области макулы.

Эхографическая картина МР III и IV стадий характеризуется наличием локального подковообразного утолщения в области макулы с частично прилегающей или отслоенной задней гиалоидной мембраной. При использовании 20 МГц датчика визуализируемый дефект оболочки, соответствующий МР, отображается более четко, чем при использовании 10 МГц датчика, и имеется возможность визуализировать дефекты $d > 400$ мкм, тогда как при использовании датчика 10 МГц — лишь более 800 мкм.

Результаты нашего исследования согласуются с данными J. Bottós и соавт. [10], К. Siahmed и соавт. [16], которые показали информативность высокочастотного линейного датчика 20 МГц для оценки витреоретинального интерфейса при МР. Однако нами впервые определена информативность стандартной и высокочастотной эхографии в диагностике МР — 45 и 73 % соответственно.

Методом наиболее точной морфометрической оценки макулярной области остается ОКТ, возможности которой, к сожалению, ограничены при помутнении оптических сред глаза. В этих случаях лишь высокочастотное ультразвуковое сканирование позволяет получить детализированное изображение структур заднего отдела глаза, оценить макулярную область и анатомо-топографические взаимоотношения структур стекловидного тела и сетчатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное УЗИ с помощью стандартного (10 МГц) и длиннофокусного высокочастотного (20 МГц) датчиков дает возможность повысить качество диагностики витреоретинальной и макулярной патологии у пациентов при помутнении оптических сред глаза. Использование высокочастотной

эхографии можно рекомендовать для скрининга пациентов на наличие МР, в особенности в тех случаях, когда не может быть использован метод ОКТ.

Литература/References

1. Фридман Ф.Е., Гундорова Р.А., Кодзов М.Б. Ультразвук в офтальмологии. Москва: Медицина; 1989. [Fridman F.E., Gundorova R.A., Kodzov M.B. Ultrasound in ophthalmology. Moscow: Medicina; 1989 (in Russian)].
2. Thiboutot D.M. Dermatological applications of high-frequency ultrasound. Proc. SPIE 1999; 3664:7–16. <https://doi.org/10.1117/12.350670>
3. Tobis J.M., Mallery J., Mahon D., et al. Intravascular ultrasound imaging of human coronary arteries *in vivo*. Analysis of tissue characterizations with comparison to *in vitro* histological specimens. Circulation. 1991; 83 (3): 913–26. doi: 10.1161/01.cir.83.3.913
4. Kirschner-Hermanns R., Klein H.M., Muller U., Schäfer W., Jakse G. Intrarethral ultrasound in women with stress incontinence. Br. J. Urol. 1994; 74 (3): 315–8. doi: 10.1111/j.1464-410x.1994.tb16618.x
5. Miller L.S., Liu J.B., Klenn P.J., et al. Endoluminal ultrasonography of the distal esophagus in systemic sclerosis. Gastroenterology 1993; 105 (1): 31–9. doi: 10.1016/0016-5085(93)90007-y
6. Pavlin C. J., Sherar M.D., Foster F.S. Subsurface ultrasound microscopic imaging of the intact eye. Ophthalmology. 1990; 97 (2): 244–50. doi: 10.1016/s0161-6420(90)32598-8
7. Hewick S.A., Fairhead A.C., Culy J.C., Atta H.R. A comparison of 10 MHz and 20 MHz ultrasound probes in imaging the eye and orbit. Br. J. Ophthalmol. 2004; 88 (4): 551–5. doi: 10.1136/bjo.2003.028126
8. Hubschman J.P., Govetto A., Spaide R.F., et al. Optical coherence tomography-based consensus definition for lamellar macular hole. Br. J. Ophthalmol. 2020; 104 (12): 1741–7. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-315432
9. Duker J.S., Kaiser P.K., Binder S., et al. The International Vitreomacular Traction Study Group classification of vitreomacular adhesion, traction, and macular hole. Ophthalmology. 2013; 120 (12): 2611–9. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.07.042
10. Bottós J.M., Torres V.L., Kanecadan L.A., et al. Macular hole: 10 and 20-MHz ultrasound and spectral-domain optical coherence tomography. Arq. Bras. Oftalmol. 2012; 75 (6): 415–9. doi: 10.1590/s0004-27492012000600009
11. Pak K.Y., Park K.H., Kim K.H., et al. Topographic changes of the macula after closure of idiopathic macular hole. Retina. 2017; 37 (4): 667–72. doi: 10.1097/IAE.0000000000001251
12. Нероев В.В., Киселева Т.Н., ред. Ультразвуковые исследования в офтальмологии: руководство для врачей. Москва: Икар; 2019. [Neroev V.V., Kiseleva T.N., eds. Ultrasound examinations in ophthalmology: a guide for physicians. Moscow: Ikar; 2019 (in Russian)].
13. Колесников А.В., Туманова Н.С., Аверина М.М. Хирургическое лечение макулярных разрывов с применением PRP-терапии. Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. 2021; 1 (1(2)): 23–7. [Kolesnikov A.V., Tumanova N.S., Averina M.M. Surgical treatment of macular tears using PRP-therapy. Vestnik operativnoy khirurgii i topograficheskoy anatomii. 2021; 1 (1(2)): 23–7 (in Russian)].
14. Gass J.D. Idiopathic senile macular hole. Its Early Stages and pathogenesis Archives of Ophthalmology. 1988; 106 (5): 629–39. doi: 10.1001/archophth.1988.01060130683026
15. Павловский О.А. Макулярный разрыв: классификационные признаки морфологических дефектов. Точка зрения. Восток — Запад. 2018; (2): 47–50. [Pavlovskii O.A. Macular rupture: classification signs of morphological defect. Tochka zreniya. Vostok-Zapad. 2018; (2): 47–50 (in Russian)]. doi: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2018-2-47-50>
16. Siahmed K., Berges O. G., Brasseur G. [Macular hole evaluation with 10-MHz and 20-MHz ultrasonography and optical coherence tomography]. J. Fr. Ophthalmol. 2005; 28 (7): 733–6. doi: 10.1016/s0181-12(05)80985-4

Вклад авторов в работу: Т.Н. Киселева — разработка концепции и дизайна исследования; К.В. Луговкина — написание статьи; А.Н. Бедретдинов, П.А. Бычков — сбор данных и их интерпретация; М.В. Рябина — сбор данных; М.С. Зайцев — финальная подготовка статьи к публикации.

Authors' contribution: T.N. Kiseleva — concept and design of the study; K.V. Lugovkina — writing of the article; A.N. Bedretdinov, P.A. Bychkov — data collection and interpretation; M.V. Ryabina — data collection; M.S. Zaicev — final preparation of the article for publication.

Поступила: 23.08.2021. Переработана: 22.10.2021. Принята к печати: 23.10.2021

Originally received: 23.08.2021. Final revision: 22.10.2021. Accepted: 23.10.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

Татьяна Николаевна Киселева — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела ультразвуковых исследований

Ксения Вадимовна Луговкина — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Алексей Наильевич Бедретдинов — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Павел Александрович Бычков — заведующий офтальмологическим отделением по лечению патологии сетчатки и зрительного нерва

Марина Владимировна Рябина — канд. мед. наук, старший научный сотрудник офтальмологического отделения по лечению патологии сетчатки и зрительного нерва

Максим Сергеевич Зайцев — младший научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Для контактов: Максим Сергеевич Зайцев,
zaicev1549@yandex.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Tatiana N. Kiseleva — Dr. of Med. Sci., professor, head of ultrasound department

Ksenija V. Lugovkina — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound department

Alexey N. Bedretdinov — Cand. of Med. Sci., researcher of ultrasound department

Pavel A. Bychkov — head of ophthalmic department of treatment of the pathology of retina and optic nerve

Marina V. Ryabina — Cand. of Med. Sci., senior researcher of ophthalmic department of treatment of the pathology of retina and optic nerve

Maxim S. Zaicev — junior researcher of ultrasound department

Contact information: Maxim S. Zaicev,
zaicev1549@yandex.ru