DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj678836 EDN: ZXAEFG

Возможности эхографии в диагностике патологических изменений заднего сегмента глаза

Т.Н. Киселёва, А.Л. Баталова, Е.К. Елисеева

Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней имени Гельмгольца, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Эхография до настоящего времени остаётся одним из важных методов визуализации в офтальмологии, особенно при непрозрачных средах глаза, когда проведение оптических методов исследования затруднено. В обзоре представлены сведения о возможностях разных методов ультразвукового исследования: А-эхографии, В-сканирования, цветового допплеровского картирования в оценке состояния заднего сегмента глаза.

Метод эхографии демонстрирует высокую эффективность в дифференциальной диагностике отслойки сетчатки, задней отслойки стекловидного тела и витреальных патологических изменений, включая псевдомембраны и шварты. Существует большое количество публикаций, посвящённых сравнительному анализу различных методов инструментальной диагностики патологии заднего сегмента глаза, включая ультразвуковое исследование, с определением их точности и объективности; продемонстрирована высокая чувствительность и воспроизводимость эхографии в диагностике отслойки сетчатки, задней отслойки стекловидного тела, ретинальных разрывов, витреальных шварт. Основными преимуществами комплексного ультразвукового исследования, включающего В-режим, цветовое допплеровское картирование и высокочастное серошкальное сканирование, являются детальная визуализация центральных и периферических структур глаза, возможность дифференциации васкулярных и аваскулярных внутриглазных образований, а также мониторинг состояния оптических сред и оболочек после различных методов лечения заболеваний заднего сегмента глаза.

Ключевые слова: А-эхография; В-сканирование; витреальные шварты; витреоретинальная патология; задний сегмент глаза; задняя отслойка стекловидного тела; отслойка сетчатки; ретинальный разрыв; ультразвуковое исследование; цветовое допплеровское картирование; эхография.

Как цитировать:
Киселёва Т.Н., Баталова А.Л., Елисеева Е.К. Возможности эхографии в диагностике патологических изменений заднего сегмента глаза // Российская педиатрическая офтальмология. 2025. Т. 20, № 2. С. 131–138. DOI: 10.17816/rpoj678836 EDN: ZXAEFG

Рукопись получена: 24.04.2025 **Рукопись одобрена:** 22.05.2025 **Опубликована online:** 30.06.2025

ЭКО • ВЕКТОР

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International
© Эко-Вектор, 2025

DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj678836 EDN: ZXAEFG

Echography in the Diagnosis of Pathological Changes in Posterior Segment

Tatiana N. Kiseleva, Aset L. Batalova, Elena K. Eliseeva

National Medical Research Center of Eye Diseases named after Helmholtz, Moscow, Russia

ABSTRACT

To date, echography remains one of the important imaging methods in ophthalmology, especially in case of opaque ocular media when examination is challenging. The review provides information on various ultrasound methods, including A-scan, B-scan, and color flow Doppler, for assessing the posterior segment. Echography is highly effective in differential diagnosis of retinal detachment, posterior vitreous detachment, and vitreous pathological changes, including pseudomembranes and strands. There are multiple publications on comparative analysis assessing accuracy and objectivity of various instrumental methods for diagnosis of posterior segment pathologies, including ultrasound. These analyses have demonstrated high sensitivity and reproducibility of ultrasound in the diagnosis of retinal detachment, posterior vitreous detachment, retinal breaks, and vitreous strands. The main advantages of comprehensive ultrasound, including B-scan, color flow Doppler, and high-frequency grey-scale imaging, are detailed visualization of the central and peripheral eye structures, ability to differentiate vascular and avascular intraocular areas, and monitoring ocular media and membranes following various therapies of the posterior segment diseases.

Keywords: A-scan; B-scan; vitreous strands; vitreoretinal pathology; posterior segment; posterior vitreous detachment; retinal detachment; retinal break; ultrasound; color flow Doppler; echography.

To cite this article:
Kiseleva TN, Batalova AL, Eliseeva E.K. Echography in the Diagnosis of Pathological Changes in Posterior Segment. *Russian Pediatric Ophthalmology.* 2025;20(2):131–138. DOI: 10.17816/rpoj678836 EDN: ZXAEFG

Submitted: 24.04.2025 **Accepted:** 22.05.2025 **Published online:** 30.06.2025

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International license
© Eco-Vector, 2025

ВВЕДЕНИЕ

В современной офтальмологии существуют инструментальные методы, позволяющие визуализировать и оценивать состояние заднего сегмента глазного яблока. Наиболее часто в клинической практике применяют такие методы, как конфокальная сканирующая лазерная офтальмоскопия, оптическая когерентная томография (ОКТ), включая ангиорежим, а также ультразвуковое исследование (УЗИ). Они давно зарекомендовали себя как высокоинформативные в диагностике витреоретинальной патологии. Однако при затруднённой или невозможной визуализации глазного дна из-за выраженных помутнений оптических сред, УЗИ занимает ключевое место в обследовании таких пациентов. Кроме того, данный метод обладает такими преимуществами, как:

- неинвазивность;
- доступность;
- простота выполнения;
- невысокоя стоимость;
- отсутствие противопоказаний;
- отсутствие необходимости в специальной подготовке пациента к исследованию [1, 2].

РАЗВИТИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Первая публикация, посвящённая применению ультразвука в диагностике заболеваний глаз, появилась в 1956 году. В ней G.H. Mundt и соавт. [3] описали случаи использования иммерсионного А-сканирования с применением рефлектоскопа для диагностики отслойки сетчатки, внутриглазных опухолей (меланома, ретинобластома), а также врождённых аномалий развития глаз. В 1958 году G. Baum и соавт. [4] совместно разработали первый офтальмологический двухмерный иммерсионный серошкальный ультразвуковой прибор (В-скан). Внедрение контактного метода В-сканирования глаза, который на сегодняшний день успешно используют в клинической практике, связано с именами N.R. Bronson и F.T. Turner [5]. В 1972 году они впервые продемонстрировали диагностические возможности данного метода при витреоретинальной патологии.

В конце 70-х годов австрийский офтальмолог K.C. Ossoinig [6] разработал стандарты УЗИ глаза, охватывающие как технические характеристики диагностических приборов, так и методику его проведения. Эти стандарты позволили специалистам проводить воспроизводимую и сравнительную оценку эхограмм глаза. В начале 90-х годов в офтальмологическую практику внедрено цветовое допплеровское картирование (ЦДК), что открыло новые возможности для дифференциации васкулярных и аваскулярных внутриглазных образований [7].

За последнее десятилетие наблюдают значительное усовершенствование ультразвуковой диагностики в офтальмологии. Для оценки патологии заднего сегмента глаза разработаны методы визуализации с использованием специальных высокочастотных датчиков, что позволило повысить разрешающую способность. Наряду с этим внедряют программные решения, обеспечивающие сохранение, анализ и трёхмерную (3D) реконструкцию изображений, а также оптимизацию ультразвуковых частот с учётом характеристик тканей и требований безопасности при использовании высокоинтенсивного диагностического ультразвука [8, 9].

Наиболее распространённым методом в клинической практике остаётся В-сканирование, позволяющее оценить патологические изменения оболочек глаза и оптических сред в условиях их непрозрачности. Однако при визуализации глаза в В-режиме нередко возникают трудности в дифференциальной диагностике отслойки сетчатки и различных витреоретинальных изменений из-за схожести их эхографической картины. Это послужило стимулом для разработки и внедрения метода количественной оценки внутренней структуры тканей визуализируемых внутриглазных патологических очагов. В результате в клиническую практику внедрён метод стандартизированной А-эхографии, основанный на применении специализированного трансдьюсера с частотой 8 МГц и последующей цифровой компьютерной обработке полученных эхограмм [1, 10].

ДИАГНОСТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ЗАДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА

В последние годы проведено большое число исследований, посвящённых сравнительному анализу различных методов инструментальной диагностики патологии заднего сегмента глаза, включая УЗИ, с определением их точности и объективности [11–14].

Так, A.A. Ansari и соавт. [11] изучили информативность В-сканирования заднего сегмента на примере 170 глаз, из которых 148 (87,05%) имели непрозрачные оптические среды. Авторы сравнивали эхографические и клинические результаты, а также данные, полученные при хирургических вмешательствах. Наиболее частыми диагнозами у обследуемых пациентов были: посттравматическая патология заднего отдела глаза — 30,59%; отслойка сетчатки — 24,70%; задняя отслойка стекловидного тела (ЗОСТ) — 20,6%; кровоизлияние в стекловидное тело — 18,82%. Анализ результатов УЗИ продемонстрировал подтверждение предварительного диагноза в 50 случаях (29,41%) и значительное уточнение клинических данных в 119 (70%).

В ретроспективном исследовании B. Jacobsen и соавт. [12] подтвердили диагноз отслойки сетчатки с помощью эхографии в 31 (91%) из 34 случаев.

DOI: https://doi.org/10.17816/rpoj678836

В другом зарубежном исследовании проанализированы результаты В-сканирования 192 глаз, разделённых на две группы: с наличием зрелой катаракты (111 глаз) и без неё (81 глаз). Во вторую группу вошли пациенты с различной патологией, препятствующей офтальмоскопии: кровоизлияние в стекловидное тело — 28 глаз (34,56%); посттравматическая патология заднего отдела глаза — 17 глаз (20,98%); помутнение роговицы — 13 глаз (16,04%); воспалительные процессы — 10 глаз (12,34%); другие заболевания глаз, включая врождённую патологию, деструкцию стекловидного тела, друзы диска зрительного нерва и внутриглазные инородные тела, — 13 глаз (16,04%). Авторы отметили высокую диагностическую точность метода при визуализации заднего сегмента глаза, в частности в случаях выявления признаков отслойки сетчатки и фиксированной к оболочкам ЗОСТ на фоне непрозрачности оптических сред [13].

S. Lahham и соавт. [14] при проведении комплексного инструментального обследования 225 пациентов в отделении неотложной помощи продемонстрировали высокую чувствительность и специфичность УЗИ (96,9 и 88,1% соответственно) для диагностики отслойки сетчатки и гемофтальма (81,9 и 82,3% соответственно). При выявлении ЗОСТ чувствительность и специфичность метода составила 42,5 и 96,0% соответственно.

Значительное количество отечественных исследований посвящено оценке информативности ультразвуковых методов при различных патологических состояниях стекловидного тела и сетчатки [15–17].

По данным Т.В. Качан и соавт. [15], комплексное применение стандартных офтальмологических методов, ОКТ и В-сканирования существенно повышает диагностическую эффективность и способствует более точному планированию лечения периферических ретинальных разрывов и отслоек сетчатки. При отслойке сетчатки УЗИ позволяет чётко визуализировать характерную мембраноподобную структуру, отделённую от подлежащих оболочек. Кроме того, одним из важных эхографических критериев является умеренная подвижность отслоённой сетчатки при кинетическом тесте в режиме реального времени. В-сканирование даёт возможность оценить высоту отслойки и её протяжённость, что имеет значение для выбора тактики лечения. Авторы выявили периферическую регматогенную отслойку сетчатки в 23 из 49 глаз (46,9%), клапанный разрыв без признаков отслойки сетчатки — в 6 глазах (12,2%) и дырчатый периферический ретинальный разрыв без отслойки сетчатки — в 20 глазах (40,8%). Периферическую отслойку сетчатки диагностировали в 15 глазах (65%) с использованием фундус-линзы и В-сканирования, в 23 (100%) — с применением ОКТ. В исследовании доказана необходимость её применения в случае периферических разрывов, что значительно повышает эффективность диагностики отслойки сетчатки.

П.Л. Володин и соавт. [16] сравнили информативность непрямой офтальмоскопии и В-сканирования в диагностике периферических разрывов сетчатки у 239 пациентов с острой симптоматической ЗОСТ. Её эхографическая картина характеризуется наличием тонкой подвижной мембраны, фиксированной в зоне диска зрительного нерва и свободно флотирующей в витреальной полости. В отличие от отслойки сетчатки, при наличии ЗОСТ отсутствует фиксация в периферических отделах глазного дна, что также отчётливо возможно определить при динамическом наблюдении. Точность В-сканирования в диагностике периферических разрывов сетчатки составила 96%, тогда как для непрямой офтальмоскопии — 89%.

D.K. Boruah и соавт. [17], обследовав 81 пациента (81 глаз) с патологией заднего сегмента глаза на фоне катаракты, провели сравнительный анализ информативности В-эхографии и других офтальмологических диагностических методов с применением критерия однородности χ^2. Согласно полученным данным, чувствительность, специфичность и точность УЗИ глазного яблока составила 87,32, 80 и 86,42% соответственно. Различия между результатами УЗИ и предварительным диагнозом были статистически значимыми (p=0,0005).

Таким образом, В-сканирование до настоящего времени остаётся высокоинформативным методом дифференциальной диагностики отслойки сетчатки и сосудистой оболочки. Основными эхографическими признаками отслойки сосудистой оболочки являются наличие одной или нескольких утолщённых плёнчатых структур в виде полусфер различной величины и протяжённости, проминирующих к центру глазного яблока, при этом между отслоёнными участками всегда есть перемычки, где сосудистая оболочка прилежит к склере: при кинетической пробе пузыри неподвижны. В отличие от отслойки сетчатки, контуры отслойки сосудистой оболочки не примыкают к зоне диска зрительного нерва. Она может распространяться на все квадранты глазного яблока от крайней периферии до центральной зоны. При выраженной высокой отслойке сосудистой оболочки на двухмерных эхограммах выявляют соприкосновение пузырей отслоённой оболочки друг с другом («целующаяся» отслойка). В зависимости от её этиологии субхориоидальная жидкость может быть анэхогенной или содержать включения различной формы и количества, с серозным или геморрагическим содержимым [8, 18].

Как отмечено выше, по сравнению с другими методами визуализации, такими как ОКТ и флюоресцентная ангиография, УЗИ имеет преимущества. С помощью ультразвука можно оценить качественные и количественные характеристики внутриглазных патологических структур в динамике при помутнении оптических сред глаза (при катаракте, гемофтальме, помутнениях роговицы) [19, 20].

Одно из главных достоинств эхографии — возможность исследования периферических отделов сетчатки, что затруднительно при использовании других методов

визуализации. Это особенно важно для выявления периферических разрывов сетчатки и распространённости её отслойки [8].

Большое внимание исследователей привлекает использование высокочастотных ультразвуковых датчиков (высокочастное серошкальное сканирование), для визуализации заднего сегмента глаза — метод, впервые предложенный S. Hewick и соавт. [21]. Авторы продемонстрировали преимущества данного подхода для диагностики таких патологических состояний, как меланома и невус хориоидеи, влажная форма возрастной макулярной дегенерации, а также задний склерит. Несмотря на то что ОКТ является «золотым стандартом» в диагностике патологий макулярной области и диска зрительного нерва, её возможности существенно ограничены при наличии непрозрачных оптических сред [22]. В подобных клинических ситуациях УЗИ остаётся единственным объективным методом оценки состояния оболочек глаза, включая макулярную область [23].

По сравнению со стандартными датчиками (8–10 МГц), которые наиболее часто применяют в офтальмологической практике, высокочастотные датчики (20–25 МГц) позволяют получать более чёткое и детализированное изображение заднего полюса глаза [11, 24]. По результатам нашего исследования частота обнаружения макулярного разрыва с помощью ОКТ составила 91%, в свою очередь, при использовании 20 и 10 МГц датчика — 73 и 45% соответственно [25]. Эхография с использованием 10 МГц датчика наиболее информативна для общей оценки состояния стекловидного тела, его кинетических свойств, топографических взаимоотношений задней гиалоидной мембраны и сетчатки. Применение датчика с частотой 20 МГц позволяет детально визуализировать витреомакулярный интерфейс и поверхность макулярной зоны. Комплексное УЗИ с использованием как стандартного (10 МГц), так и длиннофокусного высокочастотного (20 МГц) датчиков значительно повышает диагностическую информативность при выявлении витреоретинальной и макулярной патологии у пациентов с помутнением оптических сред. Некоторые авторы рекомендуют использовать высокочастотную эхографию в качестве метода скрининга макулярных разрывов, особенно в случаях, когда проведение ОКТ невозможно [25, 26].

Кроме того, эхографический мониторинг успешно используют для оценки состояния оболочек глаза после лазерхирургического лечения и оперативных вмешательств. Так, В.А. Шаимова и соавт. [27] с помощью В-сканирования оценивали эффективность YAG-лазерного витреолизиса, определяя расстояние от помутнения в стекловидном теле до сетчатки, а также акустическую плотность визуализируемых структур в динамике — через 7 дней, 1, 3, 6, 12 и 24 мес. после вмешательства.

По данным Y.F. Li и соавт. [28], у 257 пациентов (257 глаз), перенёсших эндотампонаду витреальной полости силиконовым маслом, диагностическая точность УЗИ составила 85,6 и 93,8% в положении лёжа и сидя соответственно.

ЦДК применяют как дополнительный эхографический метод для дифференциальной диагностики васкулярных и аваскулярных внутриглазных патологических структур. Он позволяет отличить отслойку сетчатки, ЗОСТ, фиксированную к оболочкам, и фиброваскулярный тяж при синдроме первичного персистирующего гиперпластического стекловидного тела за счёт кодирования цветом кровотока в сосудах [8, 29, 30].

Для диагностики витреоретинальной патологии нередко применяют стандартизированную А-эхографию. С помощью этого метода регистрируют количественные характеристики исследуемых тканей на основе их отражающей способности, однородности и звукопоглощения [31]. Количественная эхографическая оценка витреоретинальных патологий с помощью стандартизированной А-эхографии является важной составляющей комплексного УЗИ глаза, наряду с В-режимом и ЦДК [32].

Многие авторы обращают внимание на корреляцию регистрируемых эхосигналов при патологических изменениях заднего сегмента глаза с их плотностью, что имеет значение для дифференциальной диагностики шварт, псевдомембран в стекловидном теле и отслойки сетчатки [33, 34]. Продемонстрирована высокая чувствительность и специфичность стандартизированной А-эхографии у пациентов с диабетической ретинопатией, отслойкой сетчатки и ретинопатией недоношенных [32, 35]. При А-эхографии ЗОСТ характеризуется высокой вариабельностью амплитуды эхосигнала, зависящей от угла падения ультразвукового луча на поверхность задней гиалоидной мембраны. При перпендикулярном сканировании регистрируют сигнал амплитудой 60–80%. В отличие от ЗОСТ, отслойка сетчатки на А-эхограмме практически во всех случаях визуализируется как сигнал с амплитудой, достигающей 100%. На данной особенности основана методика дифференциальной диагностики между ЗОСТ и отслойкой сетчатки. Для отслойки стекловидного тела характерен широкий двухамплитудный 100% эхосигнал, а при её геморрагическом типе за основным высокоамплитудным сигналом регистрируют дополнительные пики средней амплитуды, соответствующие кровоизлиянию. Данный метод обладает высоким потенциалом дальнейшего развития и внедрения за счёт технологического совершенствования ультразвуковых систем и оптимизации методологии исследования. Разработка новых параметров количественной оценки патологических изменений тканей глаза с помощью стандартизированной А-эхографии значительно повысит информативность метода, расширит область его применения как в качестве основного диагностического инструмента, так и в составе комплексного УЗИ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эхография — один из ключевых методов визуализации в офтальмологии, особенно при патологических состояниях, затрудняющих офтальмоскопическое исследование. Метод демонстрирует высокую эффективность в дифференциальной диагностике отслойки внутриглазных оболочек (сетчатки, сосудистой оболочки) и патологических изменений стекловидного тела, таких как ЗОСТ и шварты.

Основными преимущества комплексного УЗИ, включающего В-режим, ЦДК, высокочастное серошкальное сканирование, стандартизированную А-эхографию, являются возможность детальной визуализации внутриглазных структур при непрозрачности оптических средах, оценка динамических характеристик патологических изменений сред и оболочек глаза, детальное отображение как макулярной зоны, так и периферических отделов глазного дна, возможность дифференциации васкулярных и аваскулярных внутриглазных образований, а также мониторинг состояния тканей после различных видов лечения патологии заднего сегмента глаза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Т.Н. Киселёва — концепция работы, окончательное одобрение варианта рукописи для публикации, редактирование текста рукописи; А.Л. Баталова — сбор и анализ литературных данных, написание текста рукописи; Е.К. Елисеева — редактирование текста рукописи, подготовка к публикации. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Этическая экспертиза. Неприменимо.

Источники финансирования. Отсутствуют.

Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).

Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.

Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали два члена редакционной коллегии и научный редактор издания.

ADDITIONAL INFO

Author contributions: T.N. Kiselyova: conceptualization, final approval of the manuscript, writing—review & editing; A.L. Balatova: sources review, writing—original draft; E.K. Kiselyova: writing—review & editing, final approval of the manuscript. All authors approved the version of the manuscript to be published and agree to be accountable for all aspects of the work, ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Ethics approval: Not applicable.

Funding sources: No funding.

Disclosure of interests: The authors declare no relationships, activities, or interests for the last three years related to for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.

Statement of originality: No previously published material (text, images, or data) was used in this work.

Data availability statement: The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.

Generative AI: No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this paper.

Provenance and peer review: This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved two members of the editorial board and the in-house scientific editor.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Fisher YL. Contact B-scan ultrasonography: a practical approach. *Int. Ophthalmol. Clin.* 1979;19(4):35–36. doi: 10.1097/00004397-197901940-00006

2. Митьков В.В., Митькова М.Д., Брюховецкий Ю.А., и др. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. Москва: Издательский дом Видар-М, 2003. / Mitkov VV, Mitkova VV, Brjuhoveckiy YuA, et al. *Practical Guide to Ultrasound Diagnostics. General Ultrasound Diagnostics.* Moscow: Izdatel'skij dom Vidar-M; 2003. (In Russ.) EDN: WJABMF

3. Henry Mundt G, Hughes WF. Ultrasonics in ocular diagnosis. *American Journal of Ophthalmology.* 1956;41(3):488–498. doi: 10.1016/0002-9394(56)91262-4

4. Baum G, Greenwood I. The Application of ultrasonics locating techniques to ophthalmology. *American Journal of Ophthalmology.* 1958;46(5):319–329. doi: 10.1016/0002-9394(58)90813-4

5. Bronson NR, Turner FT. A Simple B-scan ultrasonoscope. *Archives of Ophthalmology.* 1973;90(3):237–238. doi: 10.1001/archopht.1973.01000050239012

6. Ossoinig KC. Standardized echography. *International Ophthalmology Clinics.* 1979;19(4):127–210. doi: 10.1097/00004397-197901940-00007

7. Tranquart F, Bergès O, Koskas P, et al. Color doppler imaging of orbital vessels: personal experience and literature review. *Journal of Clinical Ultrasound.* 2003;31(5):258–273. doi: 10.1002/jcu.10169

8. Нероев В.В., Киселева Т.Н., Луговкина К.В. Ультразвуковые исследования в офтальмологии. Руководство для врачей. Москва: Искра, 2019. / Neroev VV, Kiseleva TN, editors. *Ultrasound examinations in ophthalmology. Guide for doctors.* Moscow: IKAR; 2019. (In Russ.) ISBN: 978-5-7974-0655-6. Available from: https://www.labirint.ru/books/720968/

9. Зайцев М.С., Киселева Т.Н., Луговкина К.В., и др. Оценка влияния диагностического ультразвука высокой акустической мощности на ткани глаз животных в эксперименте // Российский офтальмологический журнал. 2022. Т. 15, № 3. С. 92–98. / Zaitsev MS, Kiseleva TN, Lugovkina KV, et al. Experimental assessment of the impact of high acoustic power ultrasound diagnostics on animal eyes. *Russian Ophthalmological Journal.* 2022;15(3):92–98. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-92-98 EDN: OSAOVW

10. Фридман Ф.Е, Гундорова Р.А., Кодзов М.Б. Ультразвук в офтальмологии. Москва: Медицина, 1989. / Fridman FE, Gundorova RA, Kodzov MB. *Ultrasound in ophthalmology.* Moscow: Medicina,1987. (In Russ.) ISBN: 5-225-01589-0

11. Ansari AA, Atnoor VB, Sayyad SJ, Clinical study of B-scan USG in posterior segment disorders of the eye. *Indian Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology.* 2018;4(1):78–84. doi: 10.18231/2395-1451.2018.0019 EDN: ZEGQZB

12. Jacobsen B, Lahham S, Lahham S, et al. Retrospective review of ocular point-of-care ultrasound for detection of retinal detachment. *Western Journal of Emergency Medicine.* 2016;17(2):196–200. doi: 10.5811/westjem.2015.12.28711

13. Agrawal M, Agarwal T. Evaluation of ultrasound B-scan in a tertiary eye care centre in Central India. *Indian Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology.* 2024;10(4):688–693. doi: 10.18231/j.ijceo.2024.121 EDN: WXSXPF

14. Lahham S, Shniter I, Thompson M, et al. Point-of-care ultrasonography in the diagnosis of retinal detachment, vitreous hemorrhage, and vitreous detachment in the emergency department. *JAMA Network Open.* 2019;2(4):e192162. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2019.2162

15. Качан Т.В., Скрыпник О.В., Марченко Л.Н., Данилович А.А. Особенности дифференциальной диагностики и лечения периферических ретинальных разрывов и отслоек сетчатки // Офтальмология. Восточная Европа. 2022. Т. 12, № 1. С. 68–78. / Kachan T, Skrypnik O, Marchanka L, Dalidovich A. Features of differential diagnosis and treatment of peripheral retinal tears and retinal detachments. *Ophthalmology. Eastern Europe.* 2022;12(1):68–78. doi: 10.34883/PI.2022.12.1.023 EDN: MKCQOQ

16. Володин П.Л., Белянина С.И. Острая задняя отслойка стекловидного тела // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2002. Т. 22, № 4. С. 247–253. Volodin PL, Belyanina SI. Acute posterior vitreous detachment. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology.* 2022;22(4):247–253. doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-4-247-253 EDN: CMJVTN

17. Boruah DK, Vishwakarma D, Gogoi P, et al. Utility of high-resolution ultrasonography in the evaluation of posterior segment ocular lesions using sensitivity and specificity. *Acta medica Lituanica.* 2023;30(2):177–186. doi: 10.15388/Amed.2023.30.2.9 EDN: LODILB

18. Манаенкова Г.Е., Фабрикантов О.Л. Отслойка сосудистой оболочки. Этиология, патогенез, клиника и лечение // Сибирский научный медицинский журнал. 2019. Т. 39, № 5. С. 141–148. / Manaenkova GE, Fabrikantov OL. Choroidal detachment. Etiology, pathogenesis, clinical picture and treatment. *Siberian Scientific Medical Journal.* 2019;39(5):141–148. doi: 10.15372/SSMJ20190517 EDN: KTHNCJ

19. Жукова С.И., Щуко А.Г., Юрьева Т.Н., и др. Методы ультразвукового исследования в офтальмологии: методические рекомендации. Иркутск: Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, 2015. / Zhukova SI, Shhuko AG, Jureva TN. *Ultrasound methods in ophthalmology: guidelines.* Irkutsk: Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education; 2015. (In Russ.) EDN: WXLOWR

20. Данилов О.В., Сорокин Е.Л. Возможности повышения визуализации внутриглазных структур при выполнении двумерных ультразвуковых диагностических исследований // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2013. № 1. / Danilov OV, Sorokin EL. Possibilities of improvement of visualization of intraocular structures at performance of two-dimensional ultrasonic diagnostic researches. *Journal of New Medical Technologies, eEdition.* 2013(1). EDN: RSTWWV

21. Hewick SA. A comparison of 10 MHz and 20 MHz ultrasound probes in imaging the eye and orbit. *British Journal of Ophthalmology.* 2004;88(4):551–555. doi: 10.1136/bjo.2003.028126

22. Hubschman JP, Govetto A, Spaide RF, et al. Optical coherence tomography-based consensus definition for lamellar macular hole. *British Journal of Ophthalmology.* 2020;104(12):1741–1747. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-315432 EDN: IEJDZT

23. Pak KY, Park KH, Kim KH, et al. Topographic changes of the macula after closure of idiopathic macular hole. *Retina.* 2017;37(4):667–672. doi: 10.1097/IAE.0000000000001251

24. Нероев В.В., Киселева Т.Н., Зайце М.С., и др. Сравнительный анализ биометрических параметров зрительных нервов, полученных с помощью ультразвуковых датчиков различной частоты. Российский офтальмологический журнал. 2023. Т. 16, № 4. С. 63–68. / Neroev VV, Kiseleva TN, Zaytsev MS, et al. A comparative analysis of biometric parameters of optic nerves obtained by ultrasonic sensors of varied frequencies. *Russian Ophthalmological Journal.* 2023;16(4):63–68. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-63-68 EDN: LDVYSP

25. Киселева Т.Н., Луговкина К.В., Бкдрендинова А.Н., Высокочастотная эхография глаза в диагностике макулярных разрывов // Российский офтальмологический журнал. 2022. Т. 15, № 3. С. 34–39. / Kiseleva TN, Lugovkina KV, Bedretdinov AN, et al. High-frequency echography of the eye in macular hole diagnosis. *Russian Ophthalmological Journal.* 2022;15(3):34–39. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39 EDN: FWWOWS

26. Siahmed K, Berges O, Brasseur G. Comparaison de l'échographie à 10 MHz, à 20 MHz et de la tomographie en cohérence optique dans l'évaluation des trous maculaires. *Journal Français d'Ophtalmologie.* 2005;28(7):733–736. doi: 10.1016/S0181-5512(05)80985-4

27. Shaimova VA, Shaimov TB, Shaimov RB, et al. Evaluation of YAG-laser vitreolysis effectiveness based on quantitative characterization of vitreous floaters. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2018;134(1):56–62. doi: 10.17116/oftalma2018134156-62 EDN: YSGVWM

28. Li YF, Li DJ, Wang ZY et al. Ultrasonic diagnosis of retinal detachment in eyes with silicone oil tamponade. *Chinese Journal of Ophthalmology.* 2017;53(11):842–846. doi: 10.3760/cma.j.issn.0412-4081.2017.11.008

29. Akhlaghi M, Zarei M, Ziaei M, Pourazizi M. Sensitivity, Specificity and Accuracy of Color Doppler Ultrasonography for Diagnosis of Retinal Detachment. *Journal of Ophthalmic and Vision Research.* 2020;15(2):166–171. doi: 10.18502/jovr.v15i2.6733 EDN: NSAEAL

30. Круглова Т.Б., Егиян Н.С. Синдром первичного персистирующего гиперпластического стекловидного тела. Особенности хирургии врождённой катаракты и коррекции афакии // Российская педиатрическая офтальмология. 2024. Т. 19, № 3. С. 139–145. / Kruglova TB, Egiyan NS. Persistent hyperplastic primary vitreous syndrome and features of congenital cataract surgery and aphakia correction. *Russian Pediatric Ophthalmology.* 2024;19(3):139–145. doi: 10.17816/rpoj634839 EDN: BYGUGL

31. Karolczak-Kulesza M, Rudyk M, Niestrata-Ortiz M, et al. Recommendations for ultrasound examination in ophthalmology. Part II: orbital ultrasound. *Journal of Ultrasonography.* 2018;18(75):349–354. doi: 10.15557/JoU.2018.0051

32. Bedretdinov AN, Kiseleva TN. Standardized A-echography in the diagnostics of eye diseases. *Ophthalmology Reports.* 2024;17(3):59–67. doi: 10.17816/OV383558 EDN: EPEVOJ

33. Aprelev AYe, Chuprov AD, Gorbunov AA, et al. Modern possibilities for diagnosing the patology of the posterior segment of the eye: literature review. *Orenburg Medical Bulletin.* 2023;11(2):1–7. EDN: KXXSLB

34. Venkataraman P, Kisthurmal C, Ramanathan A, et al. The many faces of secondary angle closure glaucoma: A practical approach to unveil. *Indian Journal of Ophthalmology.* 2024;72(10):1535–1536. doi: 10.4103/ijo.ijo_2905_23 EDN: GGKVCF

35. Genovesi-Ebert F, Rizzo S, Chiellini S, et al. Reliability of standardized echography before vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmologica.* 1998;212(Suppl. 1):91–92. doi: 10.1159/000055438

ОБ АВТОРАХ

*** Елисеева Елена Константиновна,** канд. мед. наук;
адрес: Россия, 105062, Москва,
ул. Садовая-Черногрязская, д. 14/19;
ORCID: 0000-0002-8099-592X;
eLibrary SPIN: 2972-9208;
e-mail: eliseevaek@ya.ru

Киселёва Татьяна Николаевна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0002-9185-6407;
eLibrary SPIN: 5824-5991;
e-mail: tkisseleva@yandex.ru

Баталова Асет Лечиевна;
ORCID: 0009-0003-3145-2464;
e-mail: a7e4ka_clg@mail.ru

AUTHORS' INFO

*** Elena K. Eliseeva,** MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya st,
Moscow, Russia, 105062;
ORCID: 0000-0002-8099-592X;
eLibrary SPIN: 2972-9208;
e-mail: eliseevaek@ya.ru

Tatiana N. Kiseleva, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0002-9185-6407;
eLibrary SPIN: 5824-5991;
e-mail: tkisseleva@yandex.ru

Aset L. Batalova, MD;
ORCID: 0009-0003-3145-2464;
e-mail: a7e4ka_clg@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author