

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И КЛИНИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ SS-ОКТ CASIA2 ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА

Алхарки Л.*, Матющенко А.Г., Дудиева Ф.К.,
Школяренко Н.Ю., Алтемирова Х.Х., Меремкулова М.О.

Федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Научно-исследовательский институт глазных
болезней им. М.М. Краснова», Москва

DOI: 10.25881/20728255_2025_20_4_S1_132

Резюме. Современная swept-source ОКТ (SS-ОКТ), в частности система CASIA2, стала ключевым инструментом в офтальмологии для визуализации переднего сегмента глаза. Её технологические преимущества, включая длину волны ~1310 нм и высокую скорость сканирования, обеспечивают глубокое проникновение и высокое качество изображения роговицы, угла передней камеры, радужки и хрусталика. Это позволяет перейти от качественной оценки к точной количественной биометрии. Метод особенно важен для диагностики и мониторинга закрытоугольной глаукомы, объективно оценивая степень иридо trabecularного контакта с помощью индекса ITC, что помогает в выборе между лазерной иридотомией и удалением хрусталика. Точные замеры параметров хрусталика (толщина, кривизна, положение) раскрывают его роль в патогенезе заболевания. Применение ОКТ также эффективно для мониторинга изменений после интравитреальных инъекций и неинвазивной визуализации слезных путей. Перспективным направлением является интеграция количественных данных ОКТ с алгоритмами машинного обучения для персонализации лечения. Таким образом, SS-ОКТ существенно расширяет возможности диагностики, планирования вмешательств и прогнозирования исходов в рефракционной, катарактальной и глаукомной хирургии.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография, катаракта, глаукома, CASIA2.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего сегмента за последние годы превратилась из вспомогательного метода в один из ключевых инструментов клинической офтальмологии. Применение swept-source технологий с длиной волны около 1310 нм и высокой скоростью сканирования позволило существенно увеличить глубину проникновения сигнала и улучшить качество визуализации роговицы, угла передней камеры, радужки и хрусталика по сравнению с ранними спектральными системами, что принципиально расширило задачи биометрии и морфометрии переднего отрезка глаза [1]. Эти технические преимущества особенно заметны при оценке кривизны задней поверхности роговицы, параметров угла и топографии хрусталика, включая радиусы кривизны его поверхностей, положение, наклон и децентрацию. Переход к стандартизации измерений относительно топографической оси роговицы вместо зрачковой линии повышает сопоставимость и воспроизводимость количественных метрик, необходимых для клинических решений при рефракционной и катарактальной хирургии, а также при глаукоме с узким и закрытым углом [1].

MODERN CAPABILITIES AND CLINICAL APPLICATION OF SS-OCT CASIA2 IN THE EXAMINATION OF THE ANTERIOR SEGMENT OF THE EYE

Alkharki L.*, Matyushchenko A.G., Dudieva F.K., Shkolarenko N.Yu.,
Altemirova H.H., Meremkulova M.O.

Federal State Budgetary Institution of Science «M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases», Moscow

Abstract. Modern swept-source OCT (SS-OCT), in particular the CASIA2 system, has become a key tool in ophthalmology for visualizing the anterior segment of the eye. Its technological advantages, including a wavelength of ~1310 nm and high scanning speed, ensure deep penetration and high image quality of the cornea, anterior chamber angle, iris and lens. This allows us to move from qualitative assessment to accurate quantitative biometrics. The method is especially important for the diagnosis and monitoring of angle-closure glaucoma, objectively assessing the degree of iridotrabecular contact using the ITC index, which helps in choosing between laser iridotomy and lens removal. Accurate measurements of the lens parameters (thickness, curvature, position) reveal its role in the pathogenesis of the disease. The use of OCT is also effective for monitoring changes after intravitreal injections and noninvasive visualization of lacrimal tracts. A promising direction is the integration of quantitative OCT data with machine learning algorithms to personalize treatment. Thus, SS-OCT significantly expands the possibilities of diagnosis, intervention planning, and outcome prediction in refractive, cataract, and glaucoma surgery.

Keywords: optical coherence tomography, cataract, glaucoma, CASIA2.

Особое место ОКТ переднего сегмента занимает в диагностике и мониторинге заболеваний закрытого угла. Возможность кругового (360°) анализа с автоматическим выделением зон иридо trabecularного контакта обеспечила переход от качественной гониоскопической оценки к объективным количественным индикаторам: индекс ITC (IridoTrabecular Contact Index) и площадь ITC дают интегральную характеристику степени «закрытия» угла и позволяют сравнивать группы пациентов с разным статусом хрусталика. В реальной клинической когорте показатели ITC у больных с первичным закрытием угла были достоверно выше как в факических, так и в псевдофакических глазах, причём максимальные значения наблюдались у пациентов с сохранённым естественным хрусталиком; после экстракции хрусталика сохранялся остаточный иридо trabecularный контакт, что подчёркивает необходимость персонализированной хирургической тактики и раннего вмешательства у части пациентов [2]. Эти наблюдения согласуются с работами, указывающими на значимость морфологии радужки (её конфигурации и выпуклости) как одного из факторов риска закрытия угла передней камеры [3].

* e-mail: petrachkov@retinadoctor.ru

Интерпретация параметров хрусталика при помощи ОКТ переднего сегмента — ещё одно направление, где технология существенно меняет клиническую практику. Количественная оценка толщины, радиусов кривизны, высоты свода и положения хрусталика, а также их изменений при аккомодации помогает понять вклад хрусталика в рефрактогенез и в патогенез закрытоугольной глаукомы. С учётом того, что именно увеличение объёма и переднего сдвига хрусталика нередко ведут к сужению угла, детальные биометрические профили, регистрируемые на swept-source ОКТ, приобретают прикладное значение при выборе между лазерной иридотомией и ленсэктомией, а также при прогнозировании послеоперационного раскрытия угла [1; 2; 6; 8].

Клиническая полезность ОКТ переднего сегмента выходит за рамки глаукомы. Так, высокое пространственное разрешение и стабильная геометрия измерений позволяют регистрировать небольшие изменения глубины и объёма передней камеры, конфигурации радужки и параметров угла на фоне вмешательств и процедур, которые, казалось бы, относятся к заднему сегменту. Показано, что даже после повторных интравитреальных инъекций значимых сдвигов иридохрусталиковой диафрагмы у пациентов с псевдофакией, по данным ОКТ переднего сегмента, как правило, не происходит; при этом мониторинг биометрии переднего сегмента помогает безопасно вести пациентов с сопутствующим риском повышения внутриглазного давления [4].

Существенную роль ОКТ играет и при патологии слёзных путей: неинвазивная визуализация горизонтального отдела слёзоотводящих путей и оценка анатомических ориентиров позволяют стандартизировать диагностику и объективизировать тактику лечения, что ранее было затруднительно из-за ограничений традиционных методов [5]. Хотя эта область выходит за классические «рамки» переднего сегмента в узком смысле, она наглядно демонстрирует широту клинических сценариев, где томография с большими глубинами сканирования и высокой скоростью даёт значимый вклад.

Ещё одним перспективным направлением является интеграция количественной ОКТ-биометрии с методами машинного обучения. Сочетание объективных метрик переднего сегмента и алгоритмов классификации позволяет сравнивать эффекты различных вмешательств (например, лазерной иридотомии и экстракции хрусталика) не только по конечным офтальмотонус-ориентированным исходам, но и по комплексным морфологическим предикторам, что делает возможным индивидуализированный выбор лечения при заболеваниях закрытого угла [6].

Таким образом, современная ОКТ переднего сегмента (включая системы класса swept-source) обеспечивает стандартизованную количественную визуализацию роговицы, радужки, угла и хрусталика, расширяя спектр клинических приложений — от диагностики и

стратификации риска при первичном закрытии угла до мониторинга биометрии после вмешательств и визуализации слёзных путей. Наиболее востребованными на практике являются: объективные индикаторы иридо-трабекулярного контакта для верификации и динамики закрытия угла, точная биометрия хрусталика и передней камеры для выбора метода лечения и прогнозирования результатов, интеграция количественных ОКТ-параметров с аналитикой данных и алгоритмами машинного обучения для персонализации тактики. Накопленные данные подтверждают высокую воспроизводимость и клиническую значимость этих подходов и поддерживают их более широкое внедрение в повседневную офтальмологическую практику [1–6]. При этом перспективной задачей остаётся унификация протоколов и нормативов измерений и расширение сравнительных исследований, включающих одновременную валидацию с гониоскопией, ультразвуковой биомикроскопией и клиническими исходами [1; 2; 7; 9].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Курышева НИ, Шарова ГА. Роль оптической когерентной томографии в диагностике заболеваний закрытого угла передней камеры. Часть 1: визуализация переднего сегмента глаза. Офтальмология. 2021;18(2):208–215. Kuryshcheva NI, Sharova GA. The Role of Optical Coherence Tomography in the Diagnosis of Angle-Closed Diseases of the Anterior Chamber. Part 1: Visualization of the Anterior Segment of the Eye. Ophthalmology in Russia. 2021;18(2):208–215 (In Russ.) doi:10.18008/1816-5095-2021-2-208-215.
2. Курышева НИ, Шарова ГА, Калимуллина ЛР. Исследование иридо-трабекулярного контакта при первичном закрытии угла. Вестник офтальмологии. 2024;140(6):24–31. Kuryshcheva NI, Sharova GA, Kalimullina LR. Investigation of Iridotrabecular Contact in Primary Angle Closure. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(6):24–31 (In Russ.) doi:10.17116/oftalma202414006124.
3. Воронин ГВ, Петров СЮ, Волжанин АВ, Эль-Сангахави АА, Аветисов КС. Изменение формы радужки и риск закрытия угла передней камеры. Вестник офтальмологии. 2020;136(2):93–98. Voronin GV, Petrov SYu, Volzhanin AV, El-Sangahawi AA, Avetisov KS. Iris Shape Change and Risk of Anterior Chamber Angle Closure. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(2):93–98 (In Russ.) doi:10.17116/oftalma202013602193.
4. Андреева ЮС, Алхарки Л, Будзинская МВ. Изменения уровня внутриглазного давления и биометрических параметров переднего сегмента глаза после интравитреальных инъекций. Вестник офтальмологии. 2024;140(2-2):7–15. Andreeva YuS, Alkharki L, Budzinskaya MV. Changes in Intraocular Pressure and Biometric Parameters of the Anterior Segment of the Eye after Intravitreal Injections. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(2-2):7–15 (In Russ.) doi:10.17116/oftalma20241400227.
5. Аткина ЕЛ, Сурнина ЗВ, Майданова АА, Краховецкий НН. Оптическая когерентная томография в диагностике патологии горизонтального отдела слёзоотводящих путей. Вестник офтальмологии. 2022;138(5-2):279–284. Atkova EL, Surnina ZV, Maydanova AA, Krahovetskiy NN. Optical Coherence Tomography in the Diagnosis of Pathologies of the Horizontal Portion of the Lacrimal Drainage System. Russian Annals of Ophthalmology. 2022;138(5-2):279–284 (In Russ.) doi:10.17116/oftalma2022138052279.
6. Курышева НИ, Померанцев АЛ, Родионова ОЕ, Шарова ГА. Методы машинного обучения в сравнительной оценке гипотензивной эффективности лазерной иридотомии и ленсэктомии при первичном закрытии угла. Офтальмология. 2022;19(3):549–556. Kuryshcheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. Machine Learning Methods in the Comparative Evaluation of Hypotensive Efficacy of

- Laser Peripheral Iridotomy and Lensectomy in Primary Angle Closure. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(3):549-556 (In Russ.) doi:10.180-08/1816-5095-2022-3-549-556.
7. Курышева НИ, Шарова ГА. Роль оптической когерентной томографии в диагностике заболеваний закрытого угла передней камеры. Часть 2: визуализация заднего сегмента глаза. *Офтальмология*. 2021;18(3):381-388. Kuryшева NI, Sharova GA. The Role of Optical Coherence Tomography in the Diagnosis of Angle-Closed Diseases of the Anterior Chamber. Part 2: Visualization of the Posterior Segment of the Eye. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3):381-388 (In Russ.). doi:10.18008/1816-5095-2021-3-381-388.
8. Файзрахманов Р.Р., Калинин М.Е., Павловский О.А., Босов Э.Д. Оценка параметров переднего отрезка по данным оптической когерентной томографии у пациентов с глаукомой <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2023-3-135-139>
9. Калинин М.Е., Файзрахманов Р.Р., Павловский О.А. Анализ данных оптической когерентной томографии у пациентов с различными вариантами глаукомного процесса. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2023;18(4,supplement):9092. https://doi.org/10.25881/207282-55_2023_18_4_S1_90 Kalinin M.E., Fayzrahmanov R.R., Pavlovsky O.A. Analysis of optical coherence tomography data in patients with various types of glaucoma.