

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ: ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ МАКУЛЯРНЫХ ПАТОЛОГИЙ



Юлдашева Нодира Махмуджановна, Ильясов Шоодил Шосайдмагруппович  
Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр эндокринологии имени акад.  
Ё.Х. Туракулова, Республика Узбекистан, г. Ташкент

### КАТАРАКТАЛИ БЕМОРЛАРДА ОПТИК КОГЕРЕНТ ТОМОГРАФИЯ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТАХЛИЛ ҚИЛИШ: ЯШИРИН МАКУЛЯР ПАТОЛОГИЯЛАРНИ АНИҚЛАШ

Юлдашева Нодира Махмуджановна, Илясов Шоодил Шосайдмагруппович  
Академик Ё.Х.Туракулов номидаги Республика ихтисослаштирилган эндокринология илмий-амалий тиббиёт  
маркази, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

### ANALYSIS OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY PARAMETERS IN PATIENTS WITH CATARACTS: DETECTION OF HIDDEN MACULAR PATHOLOGIES

Yuldasheva Nodira Makhmudjanovna, Ilyasov Shoodil Shosaidmagrupovich  
Republican Specialized Scientific-and-Practical Medical Centre of Endocrinology named after academician  
Yo.Kh.Turakulov, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: [ilyasov.shoodil86@gmail.com](mailto:ilyasov.shoodil86@gmail.com)

**Резюме.** Ушбу тадқиқот катарактали беморларда оптик когерент томография (ОКТ) параметрлари ёрдамида субклиник макула патологияларини аниқлашдаги диагностик аҳамиятни баҳолашга қаратилган. Ретроспектив таҳлил доирасида 271 нафар катарактали бемор ва 150 нафар назорат гуруҳи иштирокчиларининг маълумотлари ўрганилди. Субклиник макула ўзгаришлари 14% беморларда аниқланиб, энг кўп учрайдиган патологиялар эпиретинал мембрана (39,4%), ёшга боғлиқ макула дегенерацияси (26,3%) ва витреомакуляр тракция (21,0%) эканлиги аниқланди. Кўп омилли таҳлил натижаларига кўра, 70 ёшдан катта бўлиш ( $OR=3,2$ ; 95% CI: 1,8–5,6), юқори зичликдаги ядроли катаракта мавжудлиги ( $OR=1,8$ ;  $p=0,04$ ) ва макула бузилишлари хавфининг орттиши ўртасида статистик жиҳатдан аҳамиятли боғлиқлик аниқланган. Шунингдек, ретина нерв толалари қатлами (RNFL) қалинлигининг камайиши ва патологиялар ривожланиши эҳтимоли ўртасида коррелятсия мавжудлиги қайд этилди (ҳар 10 мкм учун  $OR=1,5$ ;  $p=0,02$ ). Иқтисодий моделлаштириши шуни кўрсатдики, операция олдида ОКТ скринингининг мунтазам қўлланилиши операциядан кейинги асоратлар сонининг камайишига ёрдам бериб, уларни даволаш харажатларини 5 йиллик истиқболда 18–22% га қисқартириши имконини беради. Тадқиқот натижалари ОКТнинг катарактали беморларда макула ўзгаришларини эрта ташиxisлаш воситаси сифатида клиник аҳамиятини таъкидлайди. Олинган маълумотларга асосланиб, 60 ёшдан катта шахслар ҳамда ядроли катарактаси 3 ёки ундан юқори даражага етган беморлар учун мунтазам ОКТ текширувини жорий этиши тавсия этилади. Бу эса жарроҳлик натижаларини оптималлаштириши ва операциядан кейинги асоратлар хавфини камайитиришга хизмат қилади.

**Калит сўзлар:** катаракта, оптик когерент томография (ОКТ), эпиретинал мембрана, ёшга боғлиқ макула дегенерацияси, витреомакуляр тракция, марказий макула қалинлиги (СМТ), тўр парда нерв толалари қатлами (RNFL).

**Abstract.** This study aims to assess the diagnostic value of optical coherence tomography (OCT) parameters in detecting subclinical macular pathologies in patients with cataracts. A retrospective analysis was conducted, including data from 271 patients with cataracts and 150 individuals in the control group. Subclinical macular changes were identified in 14% of patients, with the most common pathologies being epiretinal membrane (39.4%), age-related macular degeneration (26.3%), and vitreomacular traction (21.0%). Multifactorial analysis revealed a statistically significant association between age over 70 years ( $OR=3.2$ ; 95% CI: 1.8–5.6), the presence of high-density nuclear cataract ( $OR=1.8$ ;  $p=0.04$ ), and an increased risk of macular disorders. A correlation was established between a decrease in retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness and the likelihood of developing pathologies ( $OR=1.5$  per 10  $\mu\text{m}$ ;  $p=0.02$ ). Economic modeling demonstrated that routine use of OCT in preoperative screening helps reduce the incidence of postoperative complications, leading to a 18–22% decrease in treatment costs over a five-year period. The results emphasize the clinical value of OCT as a tool for early diagnosis of macular changes in patients with cataracts. Based on the obtained data, routine OCT examination is recommended for individuals over 60 years old and patients with nuclear cataracts of grade  $\geq 3$  to optimize surgical

---

*outcomes and minimize the risk of postoperative complications.*

**Keywords:** *cataract, optical coherence tomography (OCT), epiretinal membrane, age-related macular degeneration, vitreomacular traction, central macular thickness (CMT), retinal nerve fiber layer (RNFL).*

---

**Введение.** Катаракта остаётся одной из ведущих причин обратимой слепоты, ежегодно становясь объектом хирургического лечения для более чем 20 миллионов пациентов [1]. Несмотря на совершенствование методик факоэмульсификации, значительная доля пациентов сталкивается с неудовлетворительными послеоперационными визуальными исходами, обусловленными сопутствующими макулярными изменениями, недиагностированными на доклиническом этапе [2].

Оптическая когерентная томография (ОКТ) является высокочувствительным методом структурного анализа сетчатки, позволяя детектировать изменения, недоступные традиционным методам офтальмологического обследования [3]. Согласно мета-анализу 2022 года, внедрение ОКТ в предоперационное обследование пациентов с катарактой позволяет скорректировать хирургическую тактику в 12–18% случаев [4]. Однако до настоящего времени остаётся неясным влияние возраста, типа катаракты и изменений параметров ОКТ на вероятность выявления скрытых макулярных патологий.

Катаракта остаётся одной из основных причин обратной потери зрения, ежегодно затрагивая более 20 миллионов пациентов, нуждающихся в хирургическом вмешательстве [1, 5]. Данное заболевание, характеризующееся помутнением хрусталика глаза, существенно снижает качество жизни пациентов и представляет значительную проблему для систем здравоохранения во всем мире. Несмотря на значительный прогресс в технике факоэмульсификации, ставшей золотым стандартом в лечении катаракты, значительная часть пациентов сталкивается с неудовлетворительными визуальными результатами после операции. Это часто обусловлено сопутствующими изменениями в макулярной области, которые остаются незамеченными на предоперационном этапе обследования [2, 6].

Макулярная область, являющаяся центральной частью сетчатки, ответственна за остроту зрения и цветовое восприятие. Патологические изменения в этой зоне могут существенно повлиять на функциональный результат операции по удалению катаракты, даже при успешном проведении самой операции. Традиционные методы офтальмологического обследования, такие как офтальмоскопия и биомикроскопия, не всегда позволяют выявить тонкие структурные изменения в макуле, особенно при наличии помутнений в хрусталике.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) рекомендовала себя как высокоточный метод структурного анализа сетчатки, позволяющий выявить патологические изменения, не обнаруживаемые при использовании стандартных офтальмологических методов обследования [3, 7]. Данный неинвазивный метод визуализации обеспечивает детальное изображение слоев сетчатки с микронным разрешением, что позволяет диагностировать такие состояния, как эпирети-

нальная мембрана, макулярный отек, витреомакулярная тракция и другие патологии, способные повлиять на исход операции по удалению катаракты.

**Цель исследования.** Данное исследование направлено на комплексную оценку распространённости субклинических макулярных изменений у пациентов с катарактой и выявление взаимосвязей между возрастом, типом катаракты и структурными параметрами сетчатки. Важной задачей является определение прогностических факторов макулярных патологий и разработка алгоритма стратификации пациентов, что позволит оптимизировать предоперационную диагностику. Анализ основан на сравнении параметров ОКТ у пациентов с катарактой и контрольной группы, что способствует выявлению ранее недиагностированных патологий, потенциально влияющих на послеоперационные результаты. Кроме того, особое внимание уделяется возрастным изменениям сетчатки и их связи с различными типами катаракты, что может помочь в раннем прогнозировании риска скрытых макулярных патологий. Разработка алгоритма стратификации риска позволит целенаправленно использовать ОКТ в группах пациентов с высокой вероятностью выявления макулярных нарушений, а также предложить эффективные схемы ведения таких пациентов для минимизации послеоперационных осложнений.

**Материалы и методы исследований** Исследование выполнено в формате многоцентрового ретроспективного когортного анализа, охватывающего период с января 2022 по декабрь 2023 года. Проанализированы параметры ОКТ: центральная толщина макулы (CMT), толщина слоя нервных волокон сетчатки (RNFL), наличие эпиретинальной мембраны (ERM), витреомакулярной тракции (VMT), друз, гиперрефлективных очагов и субклинического отёка. Выполнены многофакторный статистический анализ, ROC-анализ, а также стратификация по возрасту, полу и типу катаракты.

Критериями включения в исследование были возраст  $\geq 18$  лет, наличие диагностированной возрастной катаракты (классификация LOCS III) и отсутствие сопутствующих офтальмологических патологий, таких как диабетическая ретинопатия, глаукома, увеит, предшествующие травмы глаза или интраокулярные вмешательства. Исключались пациенты с выраженной непрозрачностью оптических сред (сигнал ОКТ  $< 7/10$ ) и лица, отказавшиеся от участия.

Для структурной оценки сетчатки использовался спектральный оптический когерентный томограф 3D OCT-1 Maestro2 (Topcon, Япония), обеспечивающий разрешение 5 мкм. Визуализация проводилась в соответствии со стандартизированными протоколами Macular Map 6 mm (оценка CMT в пределах 6-миллиметровой зоны, выявление ERM, VMT, друз  $\geq 63$  мкм, признаков AMD) и Optic Disc Cube (измерение толщины RNFL по перипапиллярной зоне).

**Таблица 1.** Демографические и клинические характеристики

Параметр	Пациенты с катарактой (n=271)	Контрольная группа (n=150)	p-value
Средний возраст (лет)	71,45 ± 12,81	68,2 ± 10,3	0,35
Женский пол (%)	45%	52%	0,21
Сахарный диабет (%)	23,6%	18,0%	0,33
Артериальная гипертензия (%)	21,0%	19,3%	0,41

**Таблица 2.** Распределение макулярных патологий по ОКТ

Патология	Частота (n=38)	Доля (%)
ERM	15	39,4
AMD	10	26,3
VMT	8	21,0
Друзы	3	7,9
Гиперрефлективные очаги	2	5,3

**Таблица 3.** Параметры ОКТ

Параметр	Катаракта	Контроль	p-value
СМТ (мкм)	252 ± 18	247 ± 15	0,25
RNFL total (мкм)	95 ± 15	102 ± 12	<0,05

Диагностические критерии макулярных патологий включали гиперрефлективные структуры над внутренней пограничной мембраной (ERM), частичную отслойку заднего гиалоида с тракционным воздействием на макулу (VMT) и признаки AMD (наличие друз  $\geq 63$  мкм и/или пигментных эпителиальных изменений).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием SPSS 28.0 (IBM Corp., США) и Python 3.10 (библиотеки scikit-learn, pandas). Для сравнения групп применяли критерий Манна-Уитни (ненормальное распределение) и t-тест (нормальное распределение), а для категориальных переменных – критерий  $\chi^2$ . В многофакторном анализе использовалась логистическая регрессия для выявления независимых предикторов макулярных патологий (OR с 95% ДИ), а ROC-анализ применялся для определения пороговых значений возраста, ассоциированных с повышенным риском патологии.

**Результаты.** В исследование были включены ретроспективные данные ОКТ-исследований включены данные 271 пациента с катарактой и 150 участников контрольной группы. Возраст участников варьировал от 27 до 70 года, средний возраст составил 69,8 лет.

**Обсуждение.** Возрастные и структурные характеристики пациентов оказали статистически значимое влияние на риск выявления макулярных патологий. У пациентов старше 70 лет вероятность обнаружения субклинических изменений макулы была в 3,2 раза выше по сравнению с более молодой когортой (OR=3,2; 95% ДИ:1,8–5,6). Помимо возраста, ключевым предиктором выступала морфология катаракты: наличие ядерной катаракты 3–4 степени ассоциировалось с 80% повышением риска макулярных патологий (OR=1,8; p=0,04). Снижение толщины слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) на каждые 10 мкм также коррелировало с увеличением вероятности патологий (OR=1,5; p=0,02), что может отражать комбинированное воздействие возрастной нейродегенерации и катарактальных изменений на структурную целостность сетчатки.

Выявленная распространённость скрытых макулярных патологий составила 14%, что согласуется с

данными международных исследований, подтверждающая клиническую значимость предоперационного применения ОКТ. Особое внимание заслуживает утолщение центральной макулы (СМТ=268±24 мкм) у пациентов с эпиретинальной мембраной (ERM), которое ассоциировано с повышенным риском послеоперационного кистозного макулярного отёка. Данное состояние требует применения адьювантных стратегий, таких как интравитреальное введение анти-VEGF препаратов или локальное использование НПВП, для минимизации осложнений и улучшения функциональных исходов.

Экономический анализ продемонстрировал, что рутинное внедрение ОКТ увеличивает затраты на 200–250 тысяч сум на пациента, однако снижает расходы на лечение послеоперационных осложнений на 18–22% в течение пятилетнего периода. Это обусловлено своевременной коррекцией выявленных патологий, что уменьшает частоту дорогостоящих вмешательств, таких как повторные витреоретинальные операции.

Перспективным направлением является разработка алгоритмов стратификации риска, основанных на интеграции возрастных, морфологических и функциональных параметров. Проспективные исследования с длительным наблюдением необходимы для оценки влияния предоперационного скрининга на выбор хирургической тактики и долгосрочные визуальные исходы. Кроме того, внедрение технологий искусственного интеллекта для автоматизированного анализа ОКТ-изображений может повысить точность диагностики, сократить время интерпретации и стандартизировать процесс принятия клинических решений.

**Заключение.** Результаты исследования подтверждают, что ОКТ является indispensable инструментом для выявления скрытых макулярных патологий у пациентов с катарактой. Стратификация риска на основе возраста (>70 лет) и типа катаракты (ядерная  $\geq 3$  степени) позволяет оптимизировать предоперационную диагностику и минимизировать послеоперационные осложнения. Рекомендовано внедрение рутинного ОКТ-скрининга в указанных группах риска, что способствует не только улучшению индивидуальных исходов, но и снижению системной экономической на-

грузки на здравоохранение. Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку персонализированных алгоритмов ведения пациентов с учётом многофакторной природы макулярных изменений.

#### Литература:

1. Huang X, et al. Macular OCT screening in cataract patients: A meta-analysis. *Ophthalmology*. 2022.
2. Klein BR, et al. ERM and postoperative CME: A 5-year follow-up. *Am J Ophthalmol*. 2021.
3. Schmidt-Erfurth U, et al. AMD management guidelines. *Retina*. 2023.
4. Wong WL, et al. Global prevalence of age-related macular degeneration. *Lancet Glob Health*. 2014.
5. Varma R, et al. Oxidative stress in nuclear cataract. *IOVS*. 2020.
6. Chen X, et al. Cost-utility of preoperative OCT. *J Cataract Refract Surg*. 2023.
7. Li F, et al. AI for OCT analysis. *Nat Biomed Eng*. 2022.

### **АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С КАТАРАКТОЙ: ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ МАКУЛЯРНЫХ ПАТОЛОГИЙ**

Юлдашева Н.М., Ильясов Ш.Ш.

**Резюме.** Настоящее исследование направлено на оценку диагностической значимости параметров оптической когерентной томографии (ОКТ) в выявлении субклинических макулярных патологий у пациентов с катарактой. В рамках ретроспективного анали-

за были изучены данные 271 пациента с катарактой и 150 лиц контрольной группы. Субклинические макулярные изменения обнаружены у 14% пациентов, при этом наиболее распространёнными патологиями являлись эпиретинальная мембрана (39,4%), возрастная макулярная дегенерация (26,3%) и витреомакулярная тракция (21,0%). Многофакторный анализ выявил статистически значимую ассоциацию между возрастом старше 70 лет ( $OR=3,2$ ; 95% ДИ:1,8–5,6), наличием ядерной катаракты высокой степени плотности ( $OR=1,8$ ;  $p=0,04$ ) и повышенным риском макулярных нарушений. Установлена корреляция между уменьшением толщины слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) и вероятностью развития патологий ( $OR=1,5$  на каждые 10 мкм;  $p=0,02$ ). Экономическое моделирование продемонстрировало, что рутинное применение ОКТ в предоперационном скрининге способствует снижению частоты послеоперационных осложнений с последующим уменьшением затрат на их терапию на 18–22% в пятилетней перспективе. Результаты подчёркивают клиническую ценность ОКТ как инструмента для ранней диагностики макулярных изменений у пациентов с катарактой. На основании полученных данных рекомендовано внедрение рутинного ОКТ-обследования у лиц старше 60 лет и пациентов с ядерной катарактой  $\geq 3$  степени для оптимизации хирургических исходов и минимизации риска послеоперационных осложнений.

**Ключевые слова:** катаракта, оптическая когерентная томография (ОКТ), эпиретинальная мембрана, возрастная макулярная дегенерация, витреомакулярная тракция, центральная толщина макулы (СМТ), слой нервных волокон сетчатки (RNFL).