

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ С АНГИОГРАФИЕЙ В ДИАГНОСТИКЕ ТЯЖЕСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ТРАВМ ОРГАНА ЗРЕНИЯ

Агзамова С.С.¹, Янгиева С.А.²

1. Доктор медицинских наук, доцент кафедры Офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, sara2408@yandex.ru, +998(90)9501315, <https://orcid.org/0000-0003-3829-7762>
 2. Стажер исследователь кафедры Офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, rakhmatullaevs@gmail.com, +998 90 907 80 79

Аннотация. Актуальность. Раннее и точное определение тяжести повреждений глазного яблока является ключевым фактором для выбора оптимальной лечебной тактики, прогнозирования функциональных исходов и предотвращения осложнений. **Цель исследования.** Изучить диагностические преимущества применения оптической когерентной томографии с ангиографией (ОКТ-А) в оценке степени тяжести повреждений сетчатки и зрительного нерва у пациентов с закрытыми травмами органа зрения (ЗТОЗ). **Материалы и методы.** Обследовано 50 пациентов с ЗТОЗ, исследованных методом ОКТ-А на приборе OCT SOLIX OPTOVUE (США). Контрольную группу составили 25 здоровых лиц того же возраста. Изучались показатели плотности сосудов поверхностного (SCP), глубокого (DCP) и радиального перипапиллярного (RPC) капиллярных сплетений на 1–3 сутки, через 1 и 3 месяца после травмы. **Результаты.** При раннем обращении (в первые 1–3 сутки) выявлено значительное снижение плотности сосудов, особенно в DCP (34,1% против 47,31% в контроле). Через 1 месяц отмечена тенденция к восстановлению микроциркуляции (DCP – 38,45%, SCP – 45,1%, RPC – 45,5%). **Заключение.** ОКТ-А позволяет выявлять сосудистые нарушения даже при легкой степени травмы, когда офтальмоскопическая картина остаётся нормальной, что делает метод высокоинформативным для динамического наблюдения и прогноза зрительных функций.

Ключевые слова: ОКТ-А, закрытая травма органа зрения, микроциркуляция сетчатки, плотность сосудов, зрительный нерв.

Для цитирования:

Агзамова С.С., Янгиева С.А. Опыт использования данных оптической когерентной томографии с ангиографией в диагностике тяжести изменений травм органа зрения. Передовая офтальмология. 2025; 15 (4):12–16.

КЎРУВ АЪЗОСИ ЖАРОҲАТЛАРИДАГИ ЎЗГАРИШЛАРНИ ОВИРЛИК ДАРАЖАСИНИ ТАШХИСЛАШДА АНГИОГРАФИЯЛИ ОПТИК КОГЕРЕНТ ТОМОГРАФИЯСИ МАЪЛУМОТЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ ТАЖРИБАСИ

Агзамова С.С.¹, Янгиева С.А.²

1. Тиббиёт фанлари доктори, Офтальмология кафедраси доценти, Тошкент давлат тиббиёт университети, sara2408@yandex.ru, +998(90)9501315, <https://orcid.org/0000-0003-3829-7762>
 2. Стажер тадқиқотчи, Офтальмология кафедраси, Тошкент давлат тиббиёт университети, rakhmatullaevs@gmail.com, +998 90 907 80 79

Аннотация. Долзарблиги. Кўз олмаси шикастланишининг оғирлик даражасини эрта ва аниқ тарзда аниқлаш, оптимал даволаш тактикаси танлашда, функционал натижаларни башорат қилишда ва асоратларнинг олдини олишда муҳим омил ҳисобланади. **Тадқиқот мақсади.** Кўрув аъзоси ёпиқ жароҳатлари (КАЁЖ) бўлган беморларда тўр парда ва кўрув нерви шикастланишининг оғирлик даражасини баҳолашда ангиографияли оптик когерент томографияни (А-ОСТ) қўллашнинг диагностик афзалликларини ўрганиш. **Материал ва услублар.** ОСТ SOLIX OPTOVUE (АҚШ) аппаратида А-ОСТ усули ёрдамида КАЁЖ бўлган жами 50 бемор текширилди. Назорат гуруҳи бир хил ёшдаги 25 нафар соғлом одамдан иборат эди. Жароҳатдан кейинги 1–3 кун, шунингдек 1 ва 3 ойлар давомида капилляр плексусларининг юзаки (SCP), чуқур (DCP) ва радиал перипапиллар (RPC) қон томир зичлиги кўрсаткичлари ўрганилди. **Натижалар.** Эрта (1–3 кун ичида) мурожаат қилинганда қон томирлар зичлигининг сезиларли камайиши аниқланган, айниқса DCP қатламида (34,1% назорат гуруҳидаги 47,31% га нисбатан). 1 ойдан сўнг микроциркуляциянинг

тикланиш тенденцияси кузатилган (DCP – 38,45%, SCP – 45,1%, RPC – 45,5%). Хулоса. А-ОСТ ҳатто енгил даражадаги жароҳатларда ҳам, офталмоскопик тасвир нормал бўлиб қолган ҳолатларда ҳам томир ўзгаришларини аниқлаш имконини беради. Бу эса усулни динамик назорат ва кўриш функцияларини башоратлаш учун юқори ахборотга эга қилади.

Калит сўзлар: А-ОСТ, кўрув аъзоси ёпиқ жароҳатлари, тўр парда микроциркуляцияси, қон томир зичлиги, кўрув нерви

Иқтибос учун:

Агзамова С.С., Янгиева С.А. Кўрув аъзоси жароҳатларидаги ўзгаришларни оғирлик даражасини ташхислашда ангиографияли оптик когерент томографияси маълумотларидан фойдаланиш тажрибаси. - Илғор офтальмология. 2025; 15(4):12-16.

EXPERIENCE IN USING OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY AND ANGIOGRAPHY DATA IN DIAGNOSING THE SEVERITY OF CHANGES IN VISUAL ORGAN INJURIES

Agzamova S.S.¹, Yangieva S.A.²

1. Doctor of Sciences, Associate Professor of the department of Ophthalmology, Tashkent state medical university, sara2408@yandex.ru, +998(90)9501315, <https://orcid.org/0000-0003-3829-7762>

2. Stager researcher, Department of Ophthalmology, Tashkent state medical university, rakhmatullaevs@gmail.com, +998 90 907 80 79

Annotation. Relevance. Early and accurate determination of the severity of eyeball damage is a key factor for choosing optimal treatment tactics, predicting functional outcomes and preventing complications. **Purpose of the study.** To study the diagnostic advantages of using optical coherence tomography with angiography (OCT-A) in assessing the severity of retinal and optic nerve damage in patients with closed eye injuries (CEI). **Material and methods.** 50 patients with CTD were examined using the OCT-A method on the OCT SOLIX OPTOVUE device (USA). The control group consisted of 25 healthy individuals of the same age. The indices of vessel density of the superficial (SCP), deep (DCP) and radial peripapillary (RPC) capillary plexuses were studied on days 1–3, 1 and 3 months after injury. **Results.** In early treatment (in the first 1–3 days), a significant decrease in vascular density was revealed, especially in the DCP (34.1% versus 47.31% in the control). After 1 month, a tendency towards restoration of microcirculation was noted (DCP – 38.45%, SCP – 45.1%, RPC – 45.5%). **Conclusion.** OCT-A allows for the detection of vascular disorders even in cases of mild trauma, when the ophthalmoscopic picture remains normal, making the method highly informative for dynamic monitoring and prognosis of visual functions.

Key words: OCT-A, closed eye injury, retinal microcirculation, vascular density, optic nerve.

For citation:

Agzamova S.S., Yangieva S.A. Experience in using optical coherence tomography and angiography data in diagnosing the severity of changes in visual organ injuries. Advanced ophthalmology. 2025;15(4):12-16.

Актуальность. Контузии глаза, являющиеся самым частым проявлением закрытой травмы органа зрения (ЗТОЗ), занимают одно из первых мест в общей структуре травматических повреждений органа зрения. Контузия является одной из основных причин, приводящих к инвалидности в 17,9–33% случаев. ЗТОЗ остаются одной из актуальных проблем офтальмологии, поскольку часто приводят к стойкому снижению зрительных функций даже при отсутствии выраженных морфологических изменений. Повреждения зрительного нерва при черепно-мозговой травме встречаются в 0,5–5% наблюдений, при краниоорбитальных повреждениях – в 11,2% [1,2]. Травматическая оптическая нейропатия (ТОН) в 50% случаев при скулоорбитальных травмах может явиться причиной возникновения стойкой утраты зрения [4,5].

Традиционные методы офтальмологической диагностики, включая биомикроскопию, офтальмоскопию и ультразвуковое исследование, часто

ограничены в способности выявлять микросудистые изменения и субклинические структурные повреждения хориоидеи, сетчатки и зрительного нерва. Однако, это позволяет сделать современный метод визуализации, такой как оптическая когерентная томография с ангиографией (ОКТ-А). Она предоставляет уникальные возможности для количественной и качественной оценки поражений, выявления ишемических участков, микроаневризм, зон отека и нарушений микроциркуляции.

Раннее и точное определение тяжести повреждений структур глазного яблока является ключевым фактором и открывает новые перспективы для мониторинга динамики повреждений, выбора индивидуализированной лечебной стратегии, прогнозирования функциональных исходов и предотвращения осложнений.

Таким образом, исследование критериев показателей ОКТ-А при глазной травме является актуальным направлением в офтальмологии.

Цель исследования. Изучить диагностические преимущества применения ОКТ-А в определении степени тяжести и динамики сосудистых изменений при ЗТОЗ.

Материалы и методы исследования. Обследовано 50 пациентов (50 глаз) с ЗТОЗ легкой степени, из них 34 мужчины (68%) и 16 женщин (32%) в возрасте от 19 до 43 лет (средний возраст $29,23 \pm 3,05$ лет) – основная группа. Контрольную группу составили 25 здоровых репрезентативных лиц (50 глаз). По характеру травм большинство случаев (64%) были обусловлены тупыми бытовыми или производственными повреждениями, 26% – спортивными травмами и 10% – травмами, вследствие дорожно-транспортных происшествий.

ОКТ-А исследование проводилось на приборе OCT SOLIX OPTOVUE (США). Оценивались показатели плотности сосудов: поверхностного капиллярного сплетения (SCP), глубокого капиллярного сплетения (DCP), радиального перипапиллярного сплетения (RPC).

Измерения выполнялись в 1–3 сутки, через 1 и 3 месяца после травмы. Статистический анализ проводился с использованием программного пакета SPSS 26.0.

Результаты исследования. В раннем периоде (1–3 сутки после травмы) при стандартной офтальмоскопии, в большинстве случаев (82%), выраженных морфологических изменений сетчатки не выявлено, однако при исследовании методом ОКТ-А отмечалось достоверное снижение плотности сосудов всех исследованных капиллярных сетей по сравнению с контрольной группой (Табл. 1, рис.1).

вальными кровоизлияниями, отёком сетчатки или снижением остроты зрения $< 0,3$) отмечались наиболее низкие значения DCP – до 31–32%, что свидетельствует о выраженном нарушении микроциркуляции в глубоких капиллярных сплетениях слоев сетчатки.

Результаты анализа динамики восстановления сосудистой плотности, выполненные через 1 месяц, показали частичное восстановление показателей микроциркуляции в SCP на 5,2, в DCP – на 4,4, и в RPC – на 3,8 (Таблица 1, рис.1).

Через 3 месяца после травмы тенденция к нормализации сохранялась в основном в SCP и в RPC, а показатели DCP оставались низкими на 4,5.

Наиболее выраженное снижение DCP отмечалось в группе тяжёлых травм (до $30,2 \pm 2,6\%$), при средней степени – $35,4 \pm 2,3\%$, при лёгкой – $39,5 \pm 2,0\%$.

Даже у пациентов с лёгкими травмами, где офтальмоскопическая картина оставалась нормальной, ОКТ-А выявляла субклиническое снижение сосудистой плотности, особенно в DCP, что подтверждает высокую чувствительность метода и данного показателя.

В большинстве случаев (%) динамика восстановления сосудистой плотности коррелировала с повышением остроты зрения. Средняя острота зрения (без коррекции) повысилась с $0,42 \pm 0,08$ ($p \leq 0,05$) в раннем периоде до $0,76 \pm 0,06$ ($p \leq 0,05$) через 3 месяца наблюдения в основной группе (Табл.2).

Обсуждение. Результаты проведенного исследования показали, что ЗТОЗ сопровождаются выраженными нарушениями микроциркуляции сетчатки, которые могут быть объективно зарегистрированы с помощью ОКТ-А уже в ранние сроки

Таблица 1. Средние значения плотности сосудистых сплетений в динамике при ЗТОЗ по данным ОКТ-А (%)

Показатель	Период наблюдения после травмы (основная группа)			Контрольная группа
	1–3 сутки	Через 1 месяц	Через 3 месяца	
Поверхностное капиллярное сплетение (SCP), %	$39,9 \pm 3,8$	$45,1 \pm 2,1$	$46,2 \pm 2,6^*$	$46,8 \pm 2,5$
Глубокое капиллярное сплетение (DCP), %	$34,1 \pm 3,9$	$38,5 \pm 4,1$	$42,8 \pm 3,1^*$	$47,3 \pm 1,8$
Радиальное перипапиллярное сплетение (RPC), %	$41,7 \pm 4,2$	$45,5 \pm 2,6$	$46,0 \pm 1,9$	$46,7 \pm 2,1$

Примечание: * обозначает достоверность разности показателей между группами при $p \leq 0,05$

Наиболее выраженные изменения наблюдались в DCP, где плотность сосудов снижалась в среднем до $34,1 \pm 3,9\%$ ($p < 0,01$) в основной группе, тогда как показатели контрольной группы составляли $47,3 \pm 1,8\%$. В SCP плотность сосудов снижалась до $39,9 \pm 3,8\%$, а в RPC – до $41,7 \pm 4,2\%$ (в основной группе).

У пациентов с более тяжёлой степенью травмы (сопровождавшейся субконъюнктив-

после травмы. Полученные данные подтверждают, что именно ОКТ-А обладает высокой чувствительностью к изменениям сосудистого русла даже при отсутствии офтальмоскопических признаков повреждения.

В раннем периоде травмы (1–3 сутки) наиболее выраженные изменения отмечались в DCP, где снижение сосудистой плотности достигало 30–35% по сравнению с контролем.

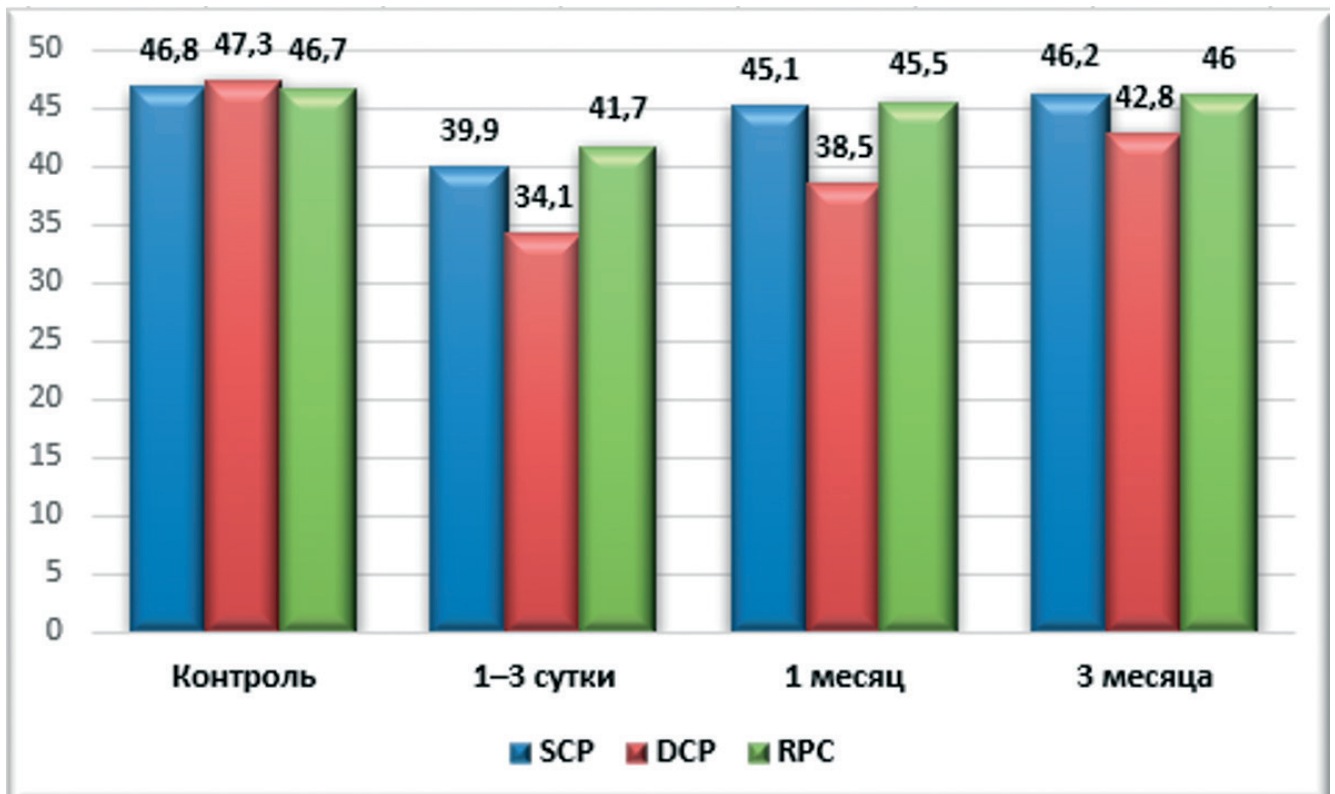


Рис. 1. Динамика плотности сосудов при ЗТОЗ по данным А-ОКТ

Таблица 2. Динамика остроты зрения у пациентов с ЗТОЗ.

Период	Средняя острота зрения (без коррекции)
1–3 сутки	0,42 ± 0,08
1 месяц	0,61 ± 0,07
3 месяца	0,76 ± 0,06

Это согласуется с данными ряда исследований (Spaide et al., 2015; Nagiel et al., 2018) [7,8], указывающими на то, что DCP наиболее чувствительно реагирует на ишемические и травматические воздействия вследствие меньшего диаметра сосудов и высокой метаболической активности фоторецепторного слоя.

Снижение плотности сосудов сплетений SCP и RPC было менее выраженным, однако также достоверным. Эти изменения могут быть связаны как с непосредственным травматическим воздействием на сосудистую стенку, так и с компенсаторным спазмом капилляров, что приводит к транзиторному нарушению перфузии.

Через 1 месяц после травмы наблюдалась чёткая тенденция к восстановлению сосудистой плотности, особенно в SCP, что, вероятно, отражает активацию репаративных процессов и улучшение гемодинамики. Однако показатели DCP к этому сроку оставались сниженными относительно контрольных значений, что свидетельствует о неполном восстановлении микроциркуляции в глубинных слоях сплетений. Аналогичная

картина сохранялась и через 3 месяца, что может указывать на персистирующие ишемические изменения, особенно при более тяжёлых степенях травмы.

Важно отметить, что выявленные изменения по данным ОКТ-А коррелировали с функциональными показателями — восстановлением остроты зрения. Пациенты, у которых к трём месяцам отмечалось значительное повышение сосудистой плотности в DCP и SCP, демонстрировали также лучшие результаты зрительных функций. Это подтверждает связь между структурными и функциональными параметрами, что ранее отмечалось в работах De Carlo et al. (2015) и Касимовой М.С. и Юсупова Ш.И. (2022) [3].

Таким образом, полученные результаты демонстрируют высокую информативность ОКТ-А для объективной оценки степени и динамики сосудистых нарушений при ЗТОЗ. Метод позволяет не только выявить субклинические изменения, но и использовать их для прогнозирования исхода травмы и оценки эффективности лечения.

Следует отметить, что несмотря на выраженные восстановительные тенденции, не у всех пациентов сосудистая плотность полностью нормализуется в течение трёх месяцев. Это может быть связано с развитием вторичных дегенеративных процессов или стойким нарушением перфузии в результате микрососудистого спазма и повреждения эндотелия. Это наблюдается и в показателях остроты зрения, не достигших нормы.

Ограничением данного исследования является относительно небольшой объём выборки и отсутствие анализа зависимости изменений от конкретных типов травм. Тем не менее, полученные результаты могут служить основанием для более масштабных исследований, направленных на определение прогностической значимости показателей ОКТ-А и разработку персонализированных схем реабилитации при травмах органа зрения.

Выводы.

1. Применение ОКТ-А позволяет выявлять нарушения микроциркуляции сетчатки у пациентов с ЗТОЗ уже в ранние сроки после повреждения, даже при отсутствии изменений на стандартной ОКТ и при офтальмоскопии.
2. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в глубоком капиллярном сплетении (DCP), где снижение плотности сосудов в первые сутки после травмы достигает

30–35% по сравнению с контролем, что свидетельствует о высокой чувствительности этого слоя к ишемическому воздействию.

3. Восстановление сосудистой плотности происходит постепенно и неравномерно: поверхностные и перипапиллярные слои (SCP и RPC) восстанавливаются быстрее, чем глубокие, что указывает на различия в реактивности сосудистого русла сетчатки.
4. Динамика показателей ОКТ-А коррелирует с улучшением остроты зрения, что подтверждает диагностическую и прогностическую значимость метода при оценке степени тяжести травмы и эффективности проводимого лечения.
5. Регулярное мониторирование состояния сосудистой сети с помощью ОКТ-А позволяет объективно контролировать процесс восстановления, своевременно выявлять персистирующие микроциркуляторные нарушения и оптимизировать терапевтическую тактику.
6. Включение ОКТ-А в стандартный алгоритм обследования пациентов с ЗТОЗ целесообразно для ранней диагностики, прогнозирования исходов и повышения эффективности комплексного лечения травм органа зрения.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Агзамова С.С. Ретроспективный анализ состояния офтальмологического статуса при травмах скуло-орбитального комплекса. Научно-практический журнал STOMATOLOGIYA. 2021;82(1):89-92. <https://doi.org/10.34920/2091-5845-2021-29>
2. Гундорова Р.А., Степанов А.В., Джигоева А.В., Капитонов Ю.А., Романова И.Ю. Медикаментозное лечение травматического гемофтальма стекловидного тела. // Сб. трудов: Российский общенациональный офтальмологический форум, т.1. - М., 2009. - С.53-56.
3. Касимова Ф.А., Юсупов Ш.И. Изменения микроциркуляции сетчатки при тупых травмах глаза по данным ОКТ-ангиографии. Вестник офтальмологии. 2022;138(3):42-48.
4. Котелин И. В. Повреждения глаза, орбиты и зрительного нерва, сочетанные с черепно-мозговой травмой: Клиника, МРТ-диагностика, лечение // Автореф. дис. д-ра мед. наук. - М., 2014. - 25 с.
5. Левченко О.В. Хирургическое лечение краниоорбитальных повреждений в остром периоде черепно-мозговой травмы // Автореф. дис. д-ра мед. наук. - М., 2012. - 46 с.
6. De Carlo T.E., Romano A., Waheed N.K., Duker J.S. A review of optical coherence tomography angiography (OCTA). Int J Retina Vitreous. 2015;1:5. DOI: 10.1186/s40942-015-0005-8
7. Nagiel A., Sadda S.R., Sarraf D. OCTA and retinal vascular imaging in trauma and retinal disorders. Eye (Lond). 2018;32(10):1763-1770.
8. Spaide R.F., Klancnik J.M., Cooney M.J. Retinal vascular layers imaged by optical coherence tomography angiography. JAMA Ophthalmology. 2015;133(1):45-50. DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2014.3616