

ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ И ИМПЛАНТАЦИЯ ИОЛ CATARACT SURGERY AND IOL IMPLANTATION

Научная статья

УДК 617.741-004.1-08

doi: 10.25276/0235-4160-2021-4-6-11

Критерии надежности измерений оптической когерентной томографии у пациентов с возрастной катарактой

Александр Анатольевич Шпак, Анна Алексеевна Трошина

НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Определить оптимальные критерии надежности результатов измерений количественных показателей оптической когерентной томографии (ОКТ) у пациентов с возрастной катарактой. **Материал и методы.** Обследовано 83 пациента (83 глаза) с возрастной катарактой до и после факэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы. Выраженность помутнения хрусталика оценивали по силе сигнала ОКТ, определяемой самим прибором (Cirrus HD-OCT), и на основе денситометрического анализа Шаймпфлюг-изображений, а также биомикроскопически по классификации ВОЗ. Дооперационное измерение считали надежным, если отличие от послеоперационного измерения не превышало 5 мкм для средней толщины перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (пСНВС) и 8 мкм для толщины сетчатки в фовеальной зоне. **Результаты.** По данным ROC-анализа только показатель силы ОКТ-сигнала позволял отличить надежные измерения ОКТ: для толщины пСНВС вели-

чина площади под ROC-кривой (AUC) силы ОКТ-сигнала составила 0,815 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,720–0,909), для толщины сетчатки в фовеальной зоне – 0,756 (95% ДИ 0,632–0,880). Наилучшее пороговое значение силы сигнала, позволяющее получать надежные данные, составило 5,5 для пСНВС и 4,5 для толщины сетчатки в фовеальной зоне (учитывая, что сила сигнала измеряется в целых числах, указанные величины следует округлить до 6 и 5 соответственно). Остальные изученные параметры имели AUC не более 0,6, что не позволяет использовать их для оценки данных ОКТ. **Заключение.** У пациентов с возрастной катарактой критериями надежности измерений структур глазного дна методом ОКТ могут служить только собственные данные прибора (сила ОКТ-сигнала). Наименьшее значение силы сигнала, позволяющее получать надежные данные на приборе Cirrus HD-OCT, составляет 6 для пСНВС и 5 для толщины сетчатки в фовеальной зоне.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография, катаракта, сетчатка, слой нервных волокон, денситометрия хрусталика ■

Для цитирования: Шпак А.А., Трошина А.А. Критерии надежности измерений оптической когерентной томографии у пациентов с возрастной катарактой. Офтальмохирургия. 2021;4: 6–11. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-4-6-11>

Автор, ответственный за переписку: Анна Алексеевна Трошина, anna.troshina221B@yandex.ru

ABSTRACT

Original article

Criteria for the reliability of optical coherence tomography measurements in patients with age-related cataract

Alexander A. Shpak, Anna A. Troshina

Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

Purpose. To determine optimal criteria for reliable optical coherence tomography (OCT) measurements in patients with age-related cataract. **Material and methods.** We examined 83 patients (83 eyes) with age-related cataract before and after cataract surgery. The intensity of lens opacity was assessed by the Cirrus HD-OCT signal strength and Pentacam-based Scheimpflug images analysis. Clinical cataract grading was performed according to the WHO classification. Preoperative measurement

was considered reliable if its' difference with postoperative measurement did not exceed 5 μm for the peripapillary retinal nerve fiber layer thickness (pRNFL) and 8 μm for the central subfield thickness. **Results.** According to the ROC analysis, only the OCT signal strength allows to distinguish reliable OCT measurements: area under the ROC-curve (AUC) of the OCT signal strength was 0.815 (95% confidence interval 0.720–0.909) for the pRNFL and 0.756 (95% CI: 0.632–0.880) for the central subfield thickness.

The best signal strength thresholds for reliable data were 5.5 for pRNFL and 4.5 for the central macular thickness (considering that the signal strength is measured in integers, these values should be rounded to 6 and 5 respectively). The rest of the studied parameters had AUC less than 0.6 so they cannot be used for evaluating OCT data. **Conclusion.** In patients with

age-related cataract, only OCT signal strength can determine reliability of the OCT measurements. The lowest signal strength for reliable data on the Cirrus HD-OCT is 6 for pRNFL and 5 for central subfield thickness.

Key words: optical coherence tomography, cataract, retina, nerve fiber layer, lens densitometry ■

For citation: Shpak A.A., Troshina A.A. Criteria for the reliability of optical coherence tomography measurements in patients with age-related cataract. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2021;4: 6–11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2021-4-6-11>

Corresponding author: Anna A. Troshina, anna.troshina221B@yandex.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Для пациентов с возрастной катарактой крайне важной является предоперационная оценка функционального состояния сетчатки и зрительного нерва; нередко возникает необходимость выявления сопутствующей офтальмологической патологии, в частности глаукомы, диабетического макулярного отека и пр. Весьма информативным методом объективной оценки структур глазного дна является оптическая когерентная томография (ОКТ). Однако ввиду помутнения хрусталика визуализация заднего отрезка глаза нередко бывает затруднена, что может существенно снижать качество изображений и точность измерений ОКТ. В связи с этим актуальным является вопрос надежности измерений ОКТ на глазах с катарактой.

Вопрос о влиянии катаракты на результаты измерений параметров сетчатки и перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки (пСНВС) методом ОКТ изучался в ряде работ [1–5]. Однако до настоящего времени не выработаны общепринятые критерии выраженности помутнений хрусталика, допускающие использование количественных показателей ОКТ у пациентов с катарактой.

ЦЕЛЬ

Определить оптимальные критерии надежности результатов измерений количественных показателей ОКТ у пациентов с возрастной катарактой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено обследование 83 пациентов (83 глаз) до и после операции фактоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ФЭК+ИОЛ). Все пациенты были оперированы одним опытным хирургом и отбирались сплошным методом. Критерием включения была возрастная катаракта, позволяющая получить ОКТ-изображения структур глазного дна. Критериями исключения были неустойчивая фиксация, серьезная сопутствующая офтальмологическая и соматическая пато-

логия. У всех пациентов оценивали только один глаз с наибольшей плотностью катаракты, на котором проводили ФЭК+ИОЛ в первую очередь.

Всем пациентам была выполнена ФЭК+ИОЛ на аппаратах Infinity или Centurion (Alcon) по стандартной методике. Имплантировали монофокальные заднекамерные ИОЛ с капсульной фиксацией. Интра- и послеоперационные осложнения отсутствовали. Послеоперационная острота зрения с коррекцией во всех случаях составила не менее 0,5.

Помимо традиционных методов обследования, за 1–2 дня до и на следующий день после операции выполняли спектральную ОКТ по общепринятой методике с расширением зрачка на приборе Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec). Исследование области диска зрительного нерва (ДЗН) выполняли по протоколу «Optic Disc Cube 200x200» с обработкой данных по протоколу «ONH and RNFL OU Analysis». Наибольшее значение придавали средней толщине пСНВС (Average RNFL Thickness). Сканирование макулярной области осуществляли по протоколу «Macular Cube 512x128» с последующим анализом толщины сетчатки «Macular Thickness Analysis». Наибольшее значение придавали средней толщине сетчатки в фовеальной зоне диаметром 1 мм. Дооперационное измерение считали надежным, если отличие от послеоперационного измерения не превышало предел повторяемости/воспроизводимости [6]. По собственным данным, для средней толщины пСНВС этот предел составляет 4–5 мкм [7–9], для фовеальной зоны, по данным [10], – 7–8 мкм. В настоящей работе как допустимый использовали предел повторяемости/воспроизводимости 5 мкм для пСНВС и 8 мкм для фовеальной зоны.

Выраженность помутнения хрусталика оценивали по силе сигнала ОКТ, определяемой самим прибором, данным денситометрии и биомикроскопии.

Денситометрию хрусталика у всех пациентов выполняли после расширения зрачка за 1 сутки до операции на приборе Pentacam HR (Oculus). Проводили оценку средней и максимальной оптической плотности хрусталика на основе встроенного программного обеспечения по шкале от 0 (отсутствие помутнения) до 100 (полностью непрозрачный хрусталик), а также стадии катаракты (Pentacam Nucleus Staging, от 0 до 5) на основе значений денситометрии в трех измерениях.

Таблица

Показатели, изученные в качестве возможных критериев надежности измерений ОКТ

Table

Indicators studied as possible criteria for reliability of OCT measurements

Метод исследования, показатель Method, indicator	Значения Values
Оптическая когерентная томография Optical coherence tomography	
Сила сигнала для области диска зрительного нерва, $M \pm \sigma$ (мин-макс) Signal strength for the optic disk area, $M \pm \sigma$ (min-max)	$5,1 \pm 2,0$ (0-10)
Сила сигнала для макулярной зоны, $M \pm \sigma$ (мин-макс) Signal strength for the macular zone, $M \pm \sigma$ (min-max)	$5,6 \pm 1,8$ (0-9)
Денситометрия Шаймпфлюг-изображений Densitometry of Scheimpflug images	
Средняя оптическая плотность хрусталика, $M \pm \sigma$ (мин-макс) Average lens density, $M \pm \sigma$ (min-max)	$14,6 \pm 5,7$ (9,0-41,9)
Максимальная оптическая плотность хрусталика, $M \pm \sigma$ (мин-макс) Maximum lens density, $M \pm \sigma$ (min-max)	$54,0 \pm 23,4$ (23,1-100,0)
Стадия катаракты (Pentacam Nucleus Staging), Me (ИКР) Cataract grade (Pentacam Nucleus Staging), Me (IQR)	2 (1-2)
Биомикроскопия Biomicroscopy	
Помутнение ядра, Me (ИКР) Lens opacity, Me (IQR)	2 (1-3)
Помутнение кортикальных слоев, Me (ИКР) Cortical opacity, Me (IQR)	2 (1-2)
Помутнение задней капсулы, Me (ИКР) Posterior subcapsular opacity, Me (IQR)	0 (0-1)
Примечание: Me (ИКР) – медиана (интерквартильный размах). Note: Me (IQR) – median (interquartile range).	

Биомикроскопическую оценку плотности катаракты проводили по упрощенной системе ВОЗ [11], при этом оценивалось помутнение ядра, кортикальных слоев и задней капсулы в баллах от 0 до 3; вычисляли также суммарное помутнение всех слоев хрусталика как сумму баллов.

Статистическую обработку осуществляли с использованием программ Excel (Microsoft) и R. Для оценки нормальности распределения использовали критерий Колмогорова–Смирнова. Нормально распределенные показатели приведены в формате $M \pm \sigma$. Показатели с распределением, отличным от нормального, и порядковые показатели представлены в виде медианы с указанием интерквартильного размаха – Me (ИКР). Значение различных показателей как критериев надежности измерений определяли с помощью ROC-анализа (receiver operating characteristic – ROC). Для оценки характеристических (ROC) кривых рассчитывали площадь под ROC-кривой (area under the curve – AUC), которая может изменяться в

диапазоне от 0,5 (полное отсутствие информативности показателя) до 1,0 (максимальная информативность). Также определяли оптимальную пороговую величину показателя (точку отсечения), соответствующую максимальным уровням чувствительности и специфичности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полное обследование прошли все 83 пациента (83 глаза). Средний возраст больных составил $70,9 \pm 9,7$ года (от 33 до 87 лет), из них 24 мужчины и 59 женщин. Длина передне-задней оси оперированных глаз была в среднем $23,36 \pm 1,05$ (от 20,14 до 26,2) мм.

Количественные характеристики показателей, изученных в качестве возможных критериев надежности измерений ОКТ, представлены в *таблице*.

Как видно из *таблицы*, для максимальной информативности в исследовании были включены пациенты

как с небольшими, так и с выраженными помутнениями хрусталика.

Проведенный ROC-анализ выявил существенные преимущества показателя силы сигнала, определяемого самим прибором, по сравнению с другими изученными критериями. Так, для толщины пСНВС величина AUC составила 0,815 (95% доверительный интервал (ДИ) 0,720–0,909). При этом наилучшее пороговое значение силы сигнала прибора, позволяющее получать надежные данные пСНВС, составило 5,5 (чувствительность 0,640, специфичность 0,848).

Для измерения толщины сетчатки в фовеальной зоне значение AUC силы ОКТ-сигнала составило 0,756 (95% ДИ 0,632–0,880) (рисунк). Оптимальный порог силы ОКТ-сигнала для корректного измерения сетчатки в фовеальной зоне составил 4,5 (чувствительность 0,893, специфичность 0,555). Учитывая, что сила сигнала измеряется только в целых числах, на практике наименьшее значение силы сигнала прибора, позволяющее получать достоверные данные, составляет 6 для пСНВС и 5 для толщины сетчатки в фовеальной зоне.

Остальные изученные параметры как для пСНВС, так и для толщины сетчатки в фовеальной зоне имели AUC менее 0,6, что было близко к уровню случайности.

Следует особо отметить, что по данным ROC-анализа биомикроскопия хрусталика не позволяет с достаточной точностью прогнозировать возможность надежного проведения измерений методом ОКТ (AUC для всех параметров был близок к 0,5) и на нее нельзя ориентироваться при оценке результатов ОКТ. Определенным исключением служит только выраженная (3 балла) заднекапсулярная катаракта. Из 7 таких глаз измерения толщины сетчатки в фовеальной зоне не были надежными в 5 случаях, измерения пСНВС – в 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Критерии надежности измерений ОКТ установлены в настоящей работе для прибора Cirrus HD-OCT и не могут быть использованы для других приборов. Однако для всех приборов может быть дана общая рекомендация – соблюдать требования производителя к необходимой силе сигнала. Например, желательно, чтобы сила сигнала (для нее используют разные названия) на приборах Optovue была не менее 39 из 100, на приборах Heidelberg Engineering – не менее 15 из 40, на приборах Topcon – не менее 45 из 100 [12]. Так, показано, что ошибки сегментирования, являющиеся основной причиной неправильных измерений, на приборе RTVue-100 (Optovue) при силе сигнала менее 45 встречаются достоверно чаще [4].

Согласно ряду исследований, на качество ОКТ-изображений и измерений, наряду с помутнениями оптических сред (патология роговицы, катаракта, изменения стекловидного тела, силикон в витреальной полости), могут оказывать влияние такие факторы, как су-

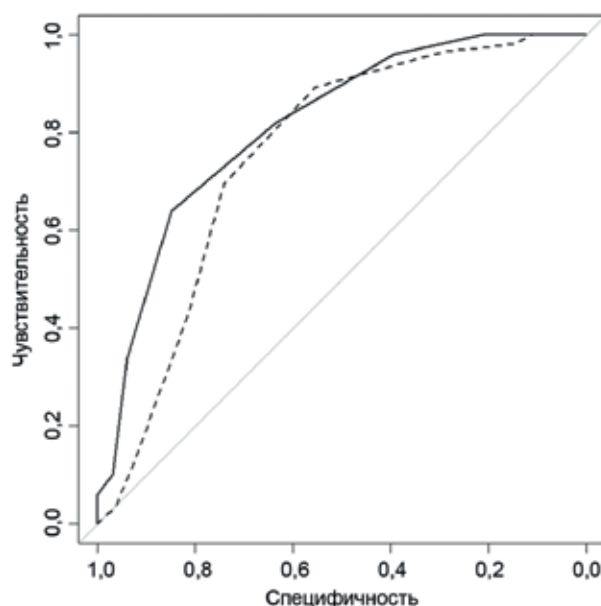


Рис. Характеристические (ROC) кривые классификации надежности измерений оптической когерентной томографии по изменениям средней толщины пСНВС (сплошная линия) и толщины сетчатки в фовеальной зоне (пунктирная линия)

Fig. ROC curves for classifying the reliability of optical coherence tomography measurements based on changes in pRNFL thickness (solid line) and central subfield thickness (dotted line)

жение зрачка, старческий возраст, сниженная острота зрения, высокая миопия [13, 14]. У пожилых людей катаракта является наиболее частой причиной непрозрачности оптических сред и, как следствие, влияет на качество изображений и измерений ОКТ [1, 15, 16]. Катаракта часто сопутствует патологии сетчатки и зрительного нерва и может быть препятствующим фактором при диагностике и последующем наблюдении пациентов методом ОКТ [3].

Многие авторы изучали влияние помутнений оптических сред, в частности катаракты, на качество ОКТ-измерений [2, 4, 13, 17–19]. Однако лишь в единичных работах велся поиск возможных критериев надежности измерений ОКТ. Так, в работе [13] на приборе предыдущего поколения Stratus 3000 для пСНВС определен критерий, близкий к установленному нами: сила сигнала не менее 6 из 10.

В предыдущих работах авторов настоящей статьи [20] изучалось влияние ФЭК+ИОЛ на показатели ОКТ у пациентов с близорукостью. Было установлено, что в первый день после операции параметры сетчатки, пСНВС и ДЗН, измеряемые методом ОКТ, изменяются весьма незначительно. Однако в это исследование были включены только пациенты с умеренными помутнениями хрусталика, сила сигнала прибора Cirrus HD-OCT до операции во всех случаях была не ниже 5.

В литературе описаны различные субъективные и объективные способы оценки помутнения хрустали-

ка [21–23]. Предложено несколько классификаций, позволяющих субъективно оценить степень помутнения хрусталика, из которых наиболее распространена система LOCS III [24]. Используемая в настоящей работе для клинической оценки степени помутнения хрусталика более упрощенная классификация ВОЗ не позволила оценить надежность измерений ОКТ. Однако оценка по классификации LOCS III также не могла быть информативной, так как не коррелировала с изменениями пСНВС после операции [2].

Среди инструментальных методов определения плотности хрусталика выделяют денситометрический анализ Шаймпфлюг-изображений на приборе Pentacam HR (функция Pentacam Nucleus Staging; PNS). Нами не было выявлено существенной информативности денситометрии хрусталика на приборе Pentacam HR, что совпадает с мнением других авторов [17].

Несколькими авторами было отмечено, что заднекапсулярные помутнения вызывают наибольшие изменения качества ОКТ-изображения [13, 25, 26]. Этот тип помутнения характеризуется особой плотностью и расположением в оптическом центре, что ухудшает светопропускание в большей степени, чем при других типах помутнения хрусталика. В настоящей работе также было обнаружено, что заднекапсулярные катаракты значительно снижают надежность измерений ОКТ, особенно в фoveальной области.

Настоящая работа имеет ряд ограничений. Пороговые значения силы ОКТ-сигнала определены только для прибора Cirrus HD-OCT, что уже обсуждено выше. В рамках данного исследования оценивались результаты, полученные на следующий день после вмешательства, когда послеоперационные изменения могли оказывать влияние на результаты измерений. Однако у обследованных пациентов послеоперационная реакция в первые дни была минимальной и не создавала никаких сложностей в проведении исследований. Были детально изучены только два параметра – средняя толщина пСНВС и сетчатки в фoveальной зоне, поскольку именно эти параметры имеют наибольшее практическое значение в диагностике глаукомы и макулярной патологии и по ним имеются данные о пределе повторяемости/воспроизводимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, у пациентов с возрастной катарактой критериями надежности измерений структур глазного дна методом ОКТ могут служить только собственные данные прибора (сила ОКТ-сигнала). Наименьшее значение силы сигнала, позволяющее получать надежные данные на приборе Cirrus HD-OCT, составляет 6 для пСНВС и 5 для толщины сетчатки в фoveальной зоне. Показатели денситометрии хрусталика на приборе Pentacam HR и клиническая оценка степени помутне-

ния хрусталика мало информативны в качестве критериев надежности измерений ОКТ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. El-Ashry M, Appaswamy S, Deokule S, Pagliarini S. The effect of phacoemulsification cataract surgery on the measurement of retinal nerve fiber layer thickness using optical coherence tomography. *Curr Eye Res.* 2006;31(5): 409–413. doi: 10.1080/02713680600646882
2. Kim NR, Lee H, Lee ES, Kim JH, Hong S, Seong GJ, Kim CY. Influence of cataract on time domain and spectral domain optical coherence tomography retinal nerve fiber layer measurements. *J Glaucoma.* 2012;21(2): 116–122. doi: 10.1097/IJG.0b013e31820277da
3. Kok PH, van den Berg TJP, van Dijk HW, Stehouwer M, van der Meulen IJE, Mourits MP, Verbraak FD. The relationship between the optical density of cataract and its influence on retinal nerve fibre layer thickness measured with spectral domain optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol.* 2013;91(5): 418–424. doi: 10.1111/j.1755-3768.2012.02514.x
4. Nakatani Y, Higashide T, Ohkubo S, Takeda H, Sugiyama K. Effect of cataract and its removal on ganglion cell complex thickness and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness measurements by fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma.* 2013;22(6): 447–455. doi: 10.1097/IJG.0b013e3182894a16
5. Lee DW, Kim JM, Park KH, Choi CY, Cho JG. Effect of media opacity on retinal nerve fiber layer thickness measurements by optical coherence tomography. *J Ophthalmic Vis Res.* 2010;5(3): 151–157.
6. Шпак А.А. Оптическая когерентная томография: проблемы и решения. М.: Издательство «Офтальмология»; 2019. [Shpak AA. Optical coherence tomography: problems and decisions. M.: Izdatel'stvo «Oftalmologiya»; 2019. (In Russ.)]
7. Шпак А.А., Огородникова С.Н. Ошибки классической и спектральной оптической когерентной томографии при измерении слоя нервных волокон сетчатки у здоровых лиц. *Вестник офтальмологии.* 2010;126(5): 19–21. [Shpak AA, Ogorodnikova SN. Errors of classical and spectral optical coherence tomography in the measurement of retinal nerve fiber layer in healthy individuals. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2010;126(5): 19–21. (In Russ.)]
8. Шпак А.А., Малаханова М.К., Огородникова С.Н. Оценка стереометрических параметров диска зрительного нерва и слоя нервных волокон сетчатки на приборе HRT III. Сообщение 3: Сравнение ошибки методов Гейдельбергской ретинотомографии и спектральной оптической когерентной томографии. *Вестник офтальмологии.* 2011;127(2): 46–49. [Shpak AA, Malakhonova MK, Ogorodnikova SN. Evaluation of stereometric parameters of the optic disc and retinal nerve fiber layer with Heidelberg retina tomograph III. Part 3. Comparison of measurement error of spectral-domain optical coherence tomography and heidelberg retinal tomography. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2011;127(2): 46–49. (In Russ.)]
9. Shpak AA, Sevostyanova MK, Ogorodnikova SN, Shormazh IN. Comparison of measurement error of Cirrus HD-OCT and Heidelberg Retina Tomograph 3 in patients with early glaucomatous visual field defect. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2012;250(2): 271–277. doi: 10.1007/s00417-011-1808-4
10. Hanumunthadu D, Wang JP, Chen W, Wong EN, Chen Y, Morgan WH, Patel PJ, Chen FK. Impact of retinal pigment epithelium pathology on spectral-domain optical coherence tomography-derived macular thickness and volume metrics and their intersession repeatability. *Clin Exp Ophthalmol.* 2017;45(3): 270–279. doi: 10.1111/ceo.12868
11. Thyelfors B, Chylack LT, Konyama K, Sasaki K, Sperduto R, Taylor HR, West S, WHO Cataract Grading Group. A simplified cataract grading system. *Ophthalmic Epidemiol.* 2002;9(2): 83–95. doi: 10.1076/opep.9.2.83.1523
12. Huang Y, Gangaputra S, Lee KE, Narkar AR, Klein R, Klein BE, Meurer SM, Danis RP. Signal quality assessment of retinal optical coherence tomography images. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(4): 2133–2141. doi: 10.1167/iov.11-8755
13. Mwanza J, Bhorade A, Sekhon N et al. Effect of cataract and its removal on signal strength and peripapillary retinal nerve fiber layer optical coherence tomography measurements. *J Glaucoma.* 2011;20(1): 37–43. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181ccb93b
14. Lee R, Tham YC, Cheung CY, Sidhartha E, Siantar RG, Lim SH, Wong TY, Cheng CY. Factors affecting signal strength in spectral-domain optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol.* 2018;96(1): e54–e58. doi: 10.1111/aos.13443
15. Savini G, Zanini M, Barboni P. Influence of pupil size and cataract on retinal nerve fiber layer thickness measurements by Stratus OCT. *J Glaucoma.* 2006;15(4): 336–340. doi: 10.1097/01.jig.0000212244.64584.c2
16. Sanchez-Cano A, Pablo LE, Larrosa JM, Polo V. The effect of phacoemulsification cataract surgery on polarimetry and tomography measurements for glaucoma diagnosis. *J Glaucoma.* 2010;19(7): 468–474. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181c4aed8
17. Mauschitz M, Roth F, Holz F, Breteler MMB, Finger RP. The impact of lens opacity on SD-OCT retinal nerve fiber layer and Bruch's membrane opening measurements using the anatomical positioning system (APS). *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2017;58(5): 2804–2809. doi: 10.1167/iov.17-21675
18. Bambo M, Garcia-Martin E, Otin S, Sancho E, Fuentes I, Herrero R, Satue M, Pablo L. Influence of cataract surgery on repeatability and measurements of spectral domain optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol.* 2014;98(1): 52–58. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303752
19. Garcia-Martin E, Fernandez J, Gil-Arribas L, Polo V, Larrosa JM, Otin S, Fuentes I, Pablo L. Effect of cataract surgery on optical coherence tomography measurements and repeatability in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2013;54(8): 5303–5312. doi: 10.1167/iov.13-12390
20. Шпак А.А., Коробкова М.В., Трошина А.А. Влияние интраокулярной коррекции на показатели оптической когерентной томографии при миопии. *Вестник офтальмологии.* 2019;135(4): 3–9. [Shpak AA, Korobkova MV, Troshina AA. Effect of cataract extraction with intraocular lens implantation in patients with myopia on optical coherence tomography measurements. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2019;135(4): 3–9. (In Russ.)] doi: 10.17116/oftalma20191350413

21. Makhotkina NY, Berendschot TJM, van den Biggelaar FJM, Weik ARH, Nuijts RMMA. Comparability of subjective and objective measurements of nuclear density in cataract patients. *Acta Ophthalmol.* 2018;96(4): 356–363. doi: 10.1111/aos.13694
22. Lim DH, Kim TH, Chung ES, Chung TY. Measurement of lens density using Scheimpflug imaging system as a screening test in the field of health examination for age-related cataract. *Br J Ophthalmol.* 2015;99(2): 184–191. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305632
23. Kim M, Eom Y, Song JS, Kim HM. Effect of cataract grade according to wide-field fundus images on measurement of macular thickness in cataract patients. *Korean J Ophthalmol.* 2018; 32(3): 172–181. doi: 10.3341/kjo.2017.0067
24. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, Friend J, McCarthy D, Wu SY. The Lens opacities classification system III. The longitudinal study of cataract study group. *Arch Ophthalmol.* 1993;111(6): 831–836. doi: 10.1001/archophth.1993.01090060119035
25. van Velthoven ME, van der Linden MH, de Smet MD, Faber DJ, Verbraak FD. Influence of cataract on optical coherence tomography image quality and retinal thickness. *Br J Ophthalmol.* 2006;90(10): 1259–1262. doi: 10.1136/bjo.2004.097022
26. Gonzalez-Ocampo-Dorta S, Garcia-Medina JJ, Feliciano-Sanchez A, Scalerandi G. Effect of posterior capsular opacification removal on macular optical coherence tomography. *Eur J Ophthalmol.* 2008;18(3): 435–441. doi: 10.1177/112067210801800319

Информация об авторах

Александр Анатольевич Шпак, д.м.н., профессор, a_shpak@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0273-3307>
Анна Алексеевна Трошина, аспирант, anna.troshina221B@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0218-5139>

Information about the authors

Alexander A. Shpak, Doctor of Science (Medicine), Professor; a_shpak@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0273-3307>
Anna A. Troshina, Postgraduate Doctor; anna.troshina221B@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0218-5139>

Вклад авторов в работу:

А.А. Шпак: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

А.А. Трошина: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Author's contribution:

A.A. Shpak: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing the text, editing, final approval of the version to be published.

A.A. Troshina: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing the text, editing, final approval of the version to be published.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Авторство: Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ICMJE.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Authorship: All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria. **Patient consent for publication:** No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 19.06.2021
Переработана: 08.07.2021
Принята к печати: 14.09.2021

Originally received: 19.06.2021
Final revision: 08.07.2021
Accepted: 14.09.2021