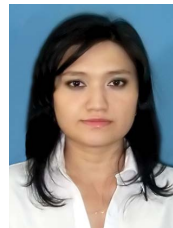


Оптическая когерентная томография с ангиографией в диагностике изменений органа зрения при атеросклерозе



М.С. Насимова



Д.К. Махмамова

Ташкентский институт усовершенствования врачей Министерства здравоохранения Республики Узбекистан
ул. Паркент, 51, Ташкент, 100007, Узбекистан

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(1):141–148

Изучение параметров оптической когерентной томографии с ангиографией (ОКТА) расширяет представления о состоянии гемодинамики для раннего выявления сосудистых нарушений органа зрения (ОЗ) при атеросклерозе (АС). **Цель:** изучить параметры ОКТА при изменениях органа зрения на фоне АС. **Пациенты и методы.** Материалом исследования явились 26 пациентов (41 глаз) с изменениями ОЗ при АС. Возрастной контингент пациентов колебался от 32 до 78 лет, средний возраст составил $47,5 \pm 2,0$ года. В исследовании участвовали 10 женщин, 16 мужчин. В зависимости от поражения органов-мишеней (О-М) все пациенты условно были разделены на 2 группы: в I группу (19 глаз) вошли пациенты без поражения, а II группу (22 глаза) составили пациенты с поражением О-М. **Результаты.** При регистрации ОКТА у больных I группы отмечалось снижение плотности капилляров поверхностной сосудистой сети на 15 % ($45,21 \pm 2,62$ % ($p < 0,05$)), глубокой сосудистой сети на 19 % ($45,89 \pm 2,71$ % ($p < 0,05$)). В макулярной области участок гипоперфузируемой сетчатки составил $1,07 \pm 0,14$ мм² ($p < 0,05$). В области диска зрительного нерва отмечались участки гипоперфузии в поверхностных слоях на 7 глазах, в глубоких слоях — на 4 глазах. Анализ ОКТА у больных II группы выявил резкое снижение (на 48 %) плотности капилляров как в поверхностном, так и в глубоком сосудистом сплетении сетчатки, что составило $33,91 \pm 3,01$ % ($p < 0,05$); $33,65 \pm 2,89$ % ($p < 0,05$) соответственно. В макулярной области участок неперфузируемой сетчатки составил $2,19 \pm 0,21$ мм² ($p < 0,05$). В области диска зрительного нерва отмечались участки неперфузии как в поверхностных слоях, так и в глубоких слоях на 4 глазах. **Заключение.** Использование ОКТА позволяет выявить изменения гемоперфузии во всех слоях сетчатки и зрительного нерва на ранних этапах развития АС, что способствует ранней диагностике и мониторингу заболевания.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография с ангиографией, ишемические заболевания органа зрения, атеросклероз, гемоперфузия, сосудистые сплетения сетчатки и зрительного нерва

Для цитирования: Насимова М.С., Махмамова Д.К. Оптическая когерентная томография с ангиографией в диагностике изменений органа зрения при атеросклерозе. *Офтальмология*. 2022;19(1):141–148. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-1-141-148>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Optical Coherence Tomography with Angiography in the Diagnosis of Changes in the Organ of Vision at Atherosclerosis

M.S. Kasimova, D.H. Mahkamova

Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education of the Ministry of Health of Republic of Uzbekistan
Parkent, 51. Tashkent, 100007, Uzbekistan

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2022;19(1):141–148

Background. The study of the parameters of optical coherence tomography with angiography (OCTA) broadens the understanding of the state of hemodynamics for the early detection of vascular disorders of the organ of vision in atherosclerosis (AS). **Purpose.** To study the parameters of OCTA with changes in the organ of vision against the background of AS. **Patients and methods.** 26 patients (41 eyes) with changes in the organ of vision in AS. The age contingent of patients ranged from 32 to 78 years, the average age was 47.5 ± 2.0 year, of which 10 were women, 16 men. Depending on the damage to target organs, all patients were conditionally divided into 2 groups: group I (19 eyes) included patients without damage, and group II (22 eyes) consisted of patients with target organs damage. **Results.** The registration of OCTA in patients of group I, a decrease in the density of capillaries of the superficial vascular network was 15 % and amounted to 45.21 ± 2.62 % ($p < 0.05$), of the deep vascular plexus by 19 %, which amounted to 45.89 ± 2.71 % ($p < 0.05$). In the macular region, the area of the hypoperfused retina was 1.07 ± 0.14 mm² ($p < 0.05$). In the region of the optic nerve disc, areas of hypoperfusion were noted in the superficial layers in 7 eyes and in the deep layers in 4 eyes. Analysis of OCTA in patients of group II revealed a sharp decrease (by 48 %) in the density of capillaries in both the superficial and deep vascular plexuses of the retina, which amounted to 33.91 ± 3.01 % ($p < 0.05$); 33.65 ± 2.89 % ($p < 0.05$), respectively. In the macular region, the area of the non-perfused retina was 2.19 ± 0.21 mm² ($p < 0.05$). In the area of the optic nerve disc, areas of nonperfusion were noted both in the surface layers and in the deep layers in 4 eyes. **Conclusion.** The use of OCTA allows to detect changes in hemoperfusion in all layers of the retina and optic nerve in the early stages of AS development, which will allow early diagnosis and monitoring of the disease.

Keywords: optical coherence tomography with angiography, ischemic diseases of the organ of vision, atherosclerosis, hemoperfusion, vascular plexuses of the retina and optic nerve

For citation: Kasimova M.S., Mahkamova D.H. Optical Coherence Tomography with Angiography in the Diagnosis of Changes in the Organ of Vision at Atherosclerosis. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(1):141–148. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-1-141-148>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы атеросклероз (АС) принято считать патологическим процессом, поражающим чаще всего лиц пожилого и старческого возраста, однако отмечается тенденция к омоложению заболевания [1, 2].

Деструктивные изменения сосудистой стенки лежат в основе формирования атеросклеротических бляшек, аневризм, пристеночных и облитерирующих тромбов, интрамуральных кровоизлияний. Возникновение спазма сосудов, тромбоза, эмболии также может привести к острому нарушению кровообращения как в головном мозге, сердце, так и во всех структурах органа зрения (ОЗ) [1, 3–5]. Нарушение проходимости крови по артериальному и венозному сосудистому руслу вызывает ишемические изменения не только заднего, но и переднего сегмента глазного яблока с развитием вторичных дистрофий [4–6]. При этом офтальмологические манифестации могут быть единственными предикторами развития острых нарушений кровообращения мозга и сердца. Поэтому раннее выявление нарушений гемодинамики органа зрения является важной задачей, которая позволит предупреждать развитие грозных заболеваний, угрожающих жизни больного.

В офтальмологии в последние годы широко используются методы оценки гемодинамики глазного яблока, одним из высокоинформативных, легкодоступных и неинвазивных является оптическая когерентная томография с режимом ангиографии (ОКТ-ангиография (ОКТА)). Данный метод характеризуется определением изменений амплитуды отраженных от тканей оптических лучей. Метод основан на измерении степени декорреляции амплитуды в определенной точке оптического В-скана при выполнении нескольких последовательных по времени В-сканов (split-spectrum amplitude-decorrelation angiography — SSADA), что является результатом изменения характеристик рассеивания и поглощения луча в конкретной точке сканирования с течением времени.

ОКТА дает возможность оценить перфузию диска зрительного нерва (ДЗН), сетчатки, хориоидеи. При сосудистых нарушениях органа зрения плотная сеть перипапиллярных артерий, вен и капилляров может быть ослаблена и в поверхностной сосудистой сети диска, и в более глубокой решетчатой пластине. Гемодинамика сетчатки оценивается понятием “Flow Index” — «индекс кровотока». Данный индекс содержит информацию о плотности сосудов и скорости кровотока (усредненное значение декорреляции в исследуемой

М.С. Касимова, Д.Н. Махкамова

Контактная информация: Махкамова Дилбар Н. dilbarmk@mail.ru

Оптическая когерентная томография с ангиографией в диагностике изменений органа зрения...

зоне сетчатки) [7–10]. Перспективность использования ОКТА определяется достаточной информативностью и безопасностью применения метода в динамике процесса. Изучение параметров ОКТА расширяет представления о состоянии сосудистой сети сетчатки, зрительного нерва и хориоидеи, что способствует детальному исследованию гемодинамики для раннего выявления сосудистых нарушений органа зрения при АС без введения красителя [1–3].

Цель исследования: изучить параметры оптической когерентной томографии с ангиографией при изменениях органа зрения на фоне атеросклероза.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего было обследовано 26 пациентов (41 глаз) с изменениями органа зрения при АС. Возрастной контингент пациентов колебался от 32 до 78 лет (средний возраст $47,5 \pm 2,0$ года), из них 10 женщин, 16 мужчин. Критерием включения больных в данное исследование, по рекомендациям экспертов ВОЗ, являлись: наличие дислипидемии (повышение уровней общего холестерина, триглицеридов, липопротеидов), повышение индекса массы тела, индекса курения, отношения окружности талии и бедра, а также АС эхографически, ангиографически или коронарографически доказанное поражение сосудов органов-мишеней (О-М). Критериями исключения из данного исследования явились: наличие сахарного диабета, заболевания органа зрения, острое нарушение мозгового кровообращения, наличие злокачественных и аутоиммунных заболеваний.

Диагноз, а также поражение О-М при АС устанавливалось кардиологами, неврологами и ангиохирургами.

Для проведения научного исследования получено одобрение этической комиссии по медицинским исследованиям Этического и Фармацевтического комитета РУЗ в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации. Для включения в научно-исследовательскую работу получено добровольное информированное согласие больных.

В зависимости от поражения О-М (головного мозга и сердца) все пациенты условно были разделены на 2 группы: в первую (19 глаз) вошли пациенты без поражения О-М, а вторую (22 глаза) составили пациенты с поражением О-М.

У всех пациентов осуществляли комплексное обследование, включавшее исследование остроты центрального зрения, кинетическую и компьютерную статическую периметрию, тонометрию, гониоскопию, биомикроскопию, офтальмоскопию глазного дна, ультразвуковую доплерографию сосудов глаза и брахиоцефального ствола.

Для мультимодальной оценки (морфологических и гемодинамических) параметров ДЗН и сетчатки всем пациентам исследовали область ДЗН (протокол ONH) и макулярную область (RNFL, GCC) на оптическом

когерентном томографе с функцией ангиографии Topcon Triton plus (Ver. 10.13) (Swept Source OCT).

Сканирование производилось на скорости 100 000 сканов в 1 секунду. Данный режим позволяет получать ОКТА-граммы в следующих размерах: 3×3 , $4,5 \times 4,5$, 6×6 и $7,5 \times 7,5$ мм с разрешением 304×304 пикселя. Выполняли автоматическую сегментацию сканов сетчатки на superficial, deep слои внутренней сетчатки; наружную сетчатку и хориокапиллярный слой. Superficial, т.е. поверхностный слой ОКТА-граммы, включает сосуды поверхностной сосудистой сети внутренней сетчатки (в слое ганглиозных клеток) и сосудистую сеть в слое нервных волокон сетчатки, данный слой включает в себя слои с 3 мкм ниже поверхности внутренней пограничной мембраны и до уровня 15 мкм ниже внутреннего сетчатого слоя (ВСС). Deep, т.е. глубокий слой, включает от уровня 15 мкм внутреннего сетчатого слоя до уровня 70 мкм ниже этого же слоя (ВСС). В данный слой попадают кровеносные сосуды глубокой сосудистой сети, расположенные преимущественно во внутреннем ядерном слое и вблизи его границы с наружным сетчатым слоем. Слой наружной сетчатки — outer Retina — располагается от уровня 70 мкм ниже внутреннего сетчатого слоя до уровня 30 мкм ниже поверхности пигментного эпителия сетчатки. Слой хориоидальных капилляров, располагающийся между уровнями 30 и 60 мкм ниже поверхности пигментного эпителия сетчатки, именуется Choroid Cap.

Был проведен статистический анализ полученных данных с помощью пакета компьютерных программ Statistica 6.0. Определяли среднее значение (M), стандартное отклонение (s). Для сравнения вариационных рядов использовали критерии Манна — Уитни, Уилкоксона и Z-критерий. Критический уровень значимости равнялся 5 % ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе полученных результатов было выявлено, что пациенты первой группы жаловались на туман перед глазом, кратковременное ухудшение зрения, дискомфорт и сухость в глазу. При исследовании остроты зрения показатели были в пределах нормальных значений и составили с максимальной коррекцией в среднем $0,87 \pm 0,18$ ($p < 0,05$), внутриглазное давление — $17,41 \pm 0,21$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). При исследовании полей зрения на 6 глазах определили относительные скотомы, на 5 глазах — концентрическое сужение, 8 глаз были без патологических изменений полей зрения.

При биомикроскопии переднего сегмента глазного яблока ишемическая ангиопатия лимба I степени определялась на 6 глазах, II степени — на 5. На 12 глазах отмечалась слабость зрачковых реакций. При регистрации данных компьютерной периметрии имело место снижение светочувствительности сетчатки — MD $-2,51 \pm 0,11$ dB, PSD $3,59 \pm 0,09$ dB ($p < 0,05$), присутствовали относительные скотомы, увеличение

площади слепого пятна при сохранении высокой остроты зрения.

Исследование слезопродукции у данной группы пациентов выявило снижение показателей пробы Ширмера, которое было в пределах $7,84 \pm 0,23$ мм ($p < 0,05$). При изучении цитологического состава слезной жидкости у пациентов первой группы был обнаружен небольшой моноцитоз $4,01 \pm 0,23$ ($p < 0,05$) при нормальных значениях кислотно-щелочного баланса — pH $7,61 \pm 0,21$. Помимо этого, при исследовании маркера ишемии S100 [4, 5] у данного контингента больных отмечалось повышение его количества в 8 раз, что составило $0,87 \pm 0,012$ мкг/л ($p < 0,05$) при норме $0,109$ мкг/л.

Регистрация электрофизиологических параметров (ЭФП) зрительного нерва и сетчатки не выявила патологических изменений латентности и амплитуды зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) и электроретинографии (ЭРГ) у пациентов 1-й группы.

Проведенное исследование на оптическом когерентном томографе выявило утолщение слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) верхнего и нижнего сегмента на 11 глазах, истончение нейроретинального пояса (НРП) на 7 глазах, истончение пара- и перифовеальной области на 8 глазах.

При регистрации ОКТА у больных первой группы отмечалось снижение плотности капилляров superficial слоя — поверхностной сосудистой сети — на 15 % ($45,21 \pm 2,62$ % ($p < 0,05$)), deep слоя — глубокой сосудистой сети — на 19 % ($45,89 \pm 2,71$ % ($p < 0,05$)). В макулярной области участок гипоперфузируемой сетчатки составил $1,07 \pm 0,14$ мм² ($p < 0,05$). В области ДЗН отмечались участки гипоперфузии в поверхностных слоях на 7 глазах, в глубоких слоях — на 4 глазах (рис. 1).

При офтальмодоплерографии регистрировалась гемодинамически незначимая асимметрия кровообращения органа зрения, спазм глазной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних коротких цилиарных артерий (ЗКЦА), индекс резистивности (RI) был в пределах нормальных значений и составил (ГА, ЦАС, ЗКЦА) — 0,69, 0,65, 0,60 соответственно ($p < 0,05$). Состояние коллатерального кровообращения в поверхностной височной артерии (ПВА) было в пределах нормальных значений.

В результате исследования больных второй группы с поражением О-М были выявлены жалобы на снижение зрения, временную слепоту на один глаз после переключения — на 3 глазах (постпрандиальная слепота), после физического перенапряжения — на 3 глазах, а также после яркого освещения — на 1 глазу. Пациенты, помимо этого, жаловались на отсутствие зрения нижней части (9 глаз) и верхней части (7 глаз) поля зрения.

Показатели остроты зрения с максимальной коррекцией были в пределах $0,07 \pm 0,002$ ($p < 0,05$), внутриглазное давление в пределах $21,31 \pm 0,09$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). При кинетической периметрии на 7 глазах были определены абсолютные скотомы, на 7

глазах — концентрическое сужение, на 8 глазах — секторальные выпадения поля зрения. Категория данных пациентов демонстрировала стойкое снижение как центрального, так и периферического зрения.

Биомикроскопия переднего отрезка глазного яблока выявила наличие ишемической ангиопатии лимба III степени у всех пациентов, а также имела место сенильная дуга на 15 глазах. Слабость зрачковых реакций наблюдалась на 18 глазах.

При исследовании светочувствительности сетчатки при компьютерной периметрии регистрировалось ее снижение: MD $-13,11 \pm 0,42$ dB, PSD $7,81 \pm 0,21$ dB ($p < 0,05$). У пациентов данной группы также наблюдалось снижение светочувствительности парного глаза при сохранении высокой остроты зрения.

Изучение слезопродуцирующей функции у данного контингента больных выявило резкое снижение показателей пробы Ширмера, которое было в пределах $4,08 \pm 0,13$ мм ($p < 0,05$). При изучении цитологического состава слезной жидкости у пациентов первой группы было обнаружено увеличение количества моноцитов и лимфоцитов $6,12 \pm 0,31$ ($p < 0,05$), а также отмечался сдвиг кислотно-щелочного баланса в щелочную сторону pH $9,01 \pm 0,03$. Помимо этого, при исследовании маркера ишемии S100 [4, 5] у данного контингента больных имело место повышение его количества в 34 раза, что составило $3,706 \pm 0,031$ мкг/л ($p < 0,05$) при норме $0,109$ мкг/л.

Регистрация ЭФП зрительного нерва и сетчатки выявила статистически значимое удлинение латентности всех пиков и резкое снижение амплитуды потенциалов при ЗВП и ЭРГ у пациентов 2-й группы с поражением О-М.

Следующая категория больных демонстрировала изменения параметров ОСТ в виде увеличения площади НРП (14 глаз) и утолщение СНВС в перипапиллярной зоне. Здесь также регистрировались участки высокого нейроретинального отека (12 глаз).

На 8 глазах определено истончение НРП, на 11 — истончение СНВС перипапиллярной зоны и на 10 глазах — истончение пара- и перифовеальной области. На 19 глазах наблюдалось перераспределение пигментного эпителия. Эти изменения наблюдались у пациентов в стадии регресса ишемического отека НРП и СНВС перипапиллярной и макулярной областей, также визуализировалась эпиретинальная мембрана на 11 глазах. На 9 глазах регистрировался высокий кистозный отек макулярной области. Этим пациентам в последующем была рекомендована анти-VEGF терапия.

Проведенный анализ ОКТА у больных второй группы с поражением О-М выявил резкое снижение (на 48 %) плотности капилляров как в поверхностном — S, так и в глубоком — D сосудистом сплетении сетчатки — $33,91 \pm 3,01$ % ($p < 0,05$) и $33,65 \pm 2,89$ % соответственно ($p < 0,05$). В макулярной области участок неперфузируемой сетчатки составил $2,19 \pm 0,21$ мм² ($p < 0,05$) (рис. 2).

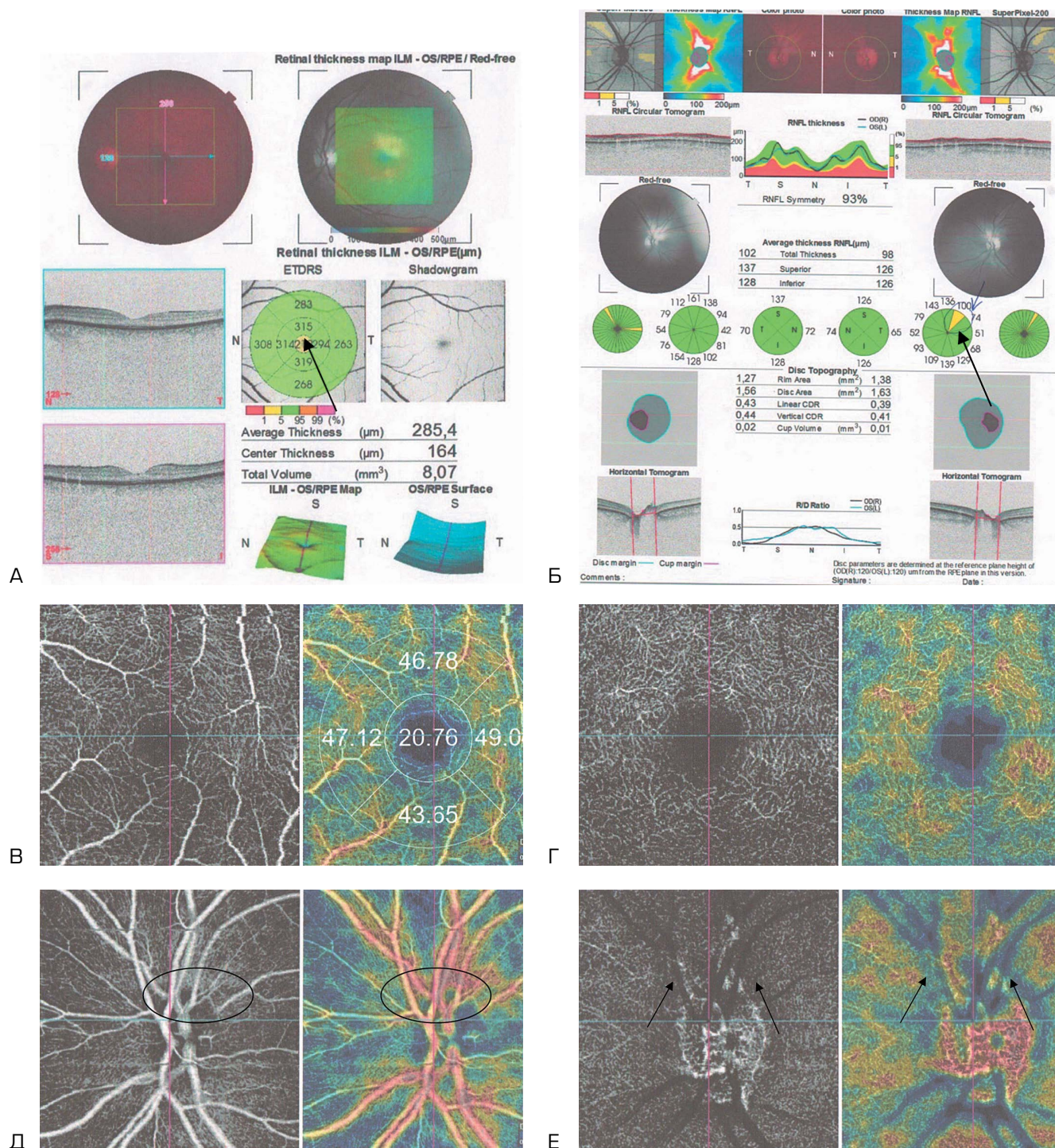


Рис. 1. Оптическая когерентная томография с ангиографией пациента 1-й группы (без поражения органов-мишеней). А — ОКТ в бескрасном режиме, визуализируется истончение фовеальной области (площадь сканирования 6×6 мм); Б — визуализируется истончение нейроретинального пояса перипапиллярной области; В, Г — регистрируется гипоперфузия фовеальной области поверхностной (В) и глубокой (Г) сосудистых сетей (площадь сканирования 3×3 мм); Д, Е — регистрируется гипоперфузия области зрительного нерва поверхностной (Д) и глубокой (Е) сосудистых сетей (площадь сканирования 3×3 мм)

Fig. 1. Optical coherence tomography with angiography of a patient of the 1st group (without damage to target organs). А — OCT in redless mode, visualized thinning of the foveal region (scan area 6×6 mm); Б — visualized of thinning of the neuroretinal girdle of the peripapillary region; В, Г — recorded hypoperfusion of the foveal region of the superficial (В) and deep (Г) vascular plexuses (scanning area 3×3 mm); Д, Е — recorded hypoperfusion of the optic nerve region of the superficial (Д) and deep (Е) vascular plexuses (scanning area 3×3 mm)

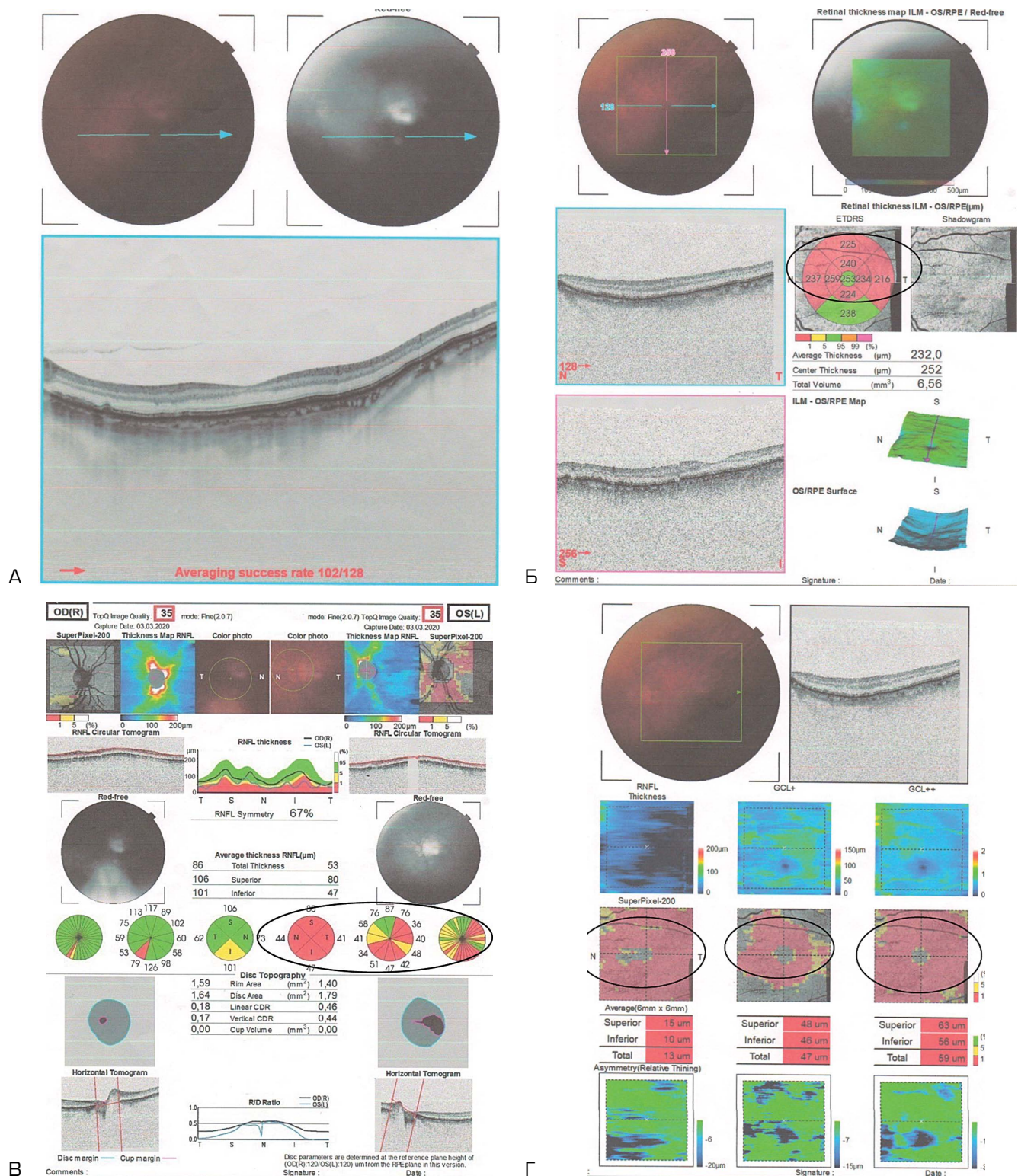


Рис. 2. Оптическая когерентная томография с ангиографией пациента 2-й группы (с поражением органов-мишеней). А, Б — ОКТ в бескрасном режиме, визуализируется резкое истончение пара и перифовеальной области, а также хориокапиллярного слоя (площадь сканирования 6×6 мм); В, Г — визуализируется истончение нейроретинального пояса и слоя нервных волокон сетчатки перипапиллярной области, значительное уменьшение толщины комплекса ганглионарных клеток сетчатки в центральной зоне (площадь сканирования 6×6 мм)

Fig. 2. Optical coherence tomography with angiography of a patient of group 2 (with damage to target organs). A, Б — OCT in redless mode, a sharp thinning of the parafoveal and perifoveal region, as well as the choriocapillary layer (scan area 6×6 mm) is visualized; В, Г — the thinning of the neuroretinal girdle and retinal nerve layer of the peripapillary region, a significant decrease in the thickness of the complex of retinal ganglion cells in the central zone (scan area 6×6 mm) are visualized.

В области ДЗН отмечались участки неперфузии как в поверхностных слоях, так и в глубоких слоях на 4 глазах.

При доплерографии регистрировалась гемодинамически значимая асимметрия параметров кровообращения в магистральных сосудах глаза и экстракраниальных отделах брахиоцефального ствола. Так, индекс резистивности сосудов глаза был повышен и составил RI (ГА, ЦАС, ЗКЦА) — 0,74, 0,71, 0,69 соответственно ($p < 0,05$). При изучении состоятельности коллатерального кровообращения в ПВА отмечено снижение параметров гемодинамики ($39,14 \pm 2,19$ см/с ($p < 0,05$)) и повышение индекса резистивности (RI ПВА — 0,72), что указывало на неблагоприятное течение ишемического процесса [5].

Помимо этого, у больных с поражением О-М выявлена сопутствующая патология в виде артериальной гипертензии I–II степени (9 больных), хронической ишемии мозга (7 больных), ишемической болезни сердца (5 больных), чего не наблюдалось у пациентов без поражения О-М.

В данной работе представлено использование метода ОКТА для ранней диагностики изменений зрительного нерва и сетчатки на фоне АС впервые в сравнительном аспекте с компьютерной периметрией, ЗВП, а также ультразвуковой доплерографией сосудов органа зрения. Несмотря на то что метод ОКТА не информативен в отношении количественных характеристик гемодинамики (скорость кровотока, резистивность сосудистой стенки и т.д.) сосудов глаза [11, 12], он позволяет определять всю микроциркуляторную сеть (сосуды различного калибра, вплоть до капилляров) по всей толщине сетчатки и зрительного нерва. Метод, являясь легкодоступным и неинвазивным [13–16], позволяет обнаруживать не только поверхностную, но и (в отличие от флюоресцентной ангиографии) глубокую сосудистую сеть сетчатки и зрительного нерва. Следует отметить, что офтальмодоплерография и ОКТА являются взаимодополняющими методами [11, 12].

В настоящее время в литературе существуют единичные работы по применению ОКТА при сосудистой патологии ОЗ [2, 9, 12, 13]. Так, был применен метод ОКТА при окклюзии вен сетчатки, при котором выявили наименьшую перфузию при ишемическом типе окклюзии ретинальных вен. Отмечалась разница показателей перфузии с ишемическим и неишемическим типом только при зоне сканирования 3×3 мм. Авторы, помимо гипоперфузии как в поверхностной, так и в глубокой сосудистой сети, отмечали наличие микроаневризм и телеангиоэктазий у обследованных больных [12]. Это доказывает, что ОКТА позволяет выявлять нарушения перфузии во всех сосудистых слоях центральной зоны сетчатки, а также микроваскулярные аномалии у больных с окклюзией вен сетчатки.

I. Gendelman и соавт. обнаружили увеличение дефицита кровотока в хориокапиллярах с нарастанием его ближе к макулярной области у больных с диабетической ретинопатией [13].

Была отмечена высокая чувствительность (89,2 %) и специфичность (93,3 %) ОКТА при выявлении типов неоваскуляризации возрастной макулярной дегенерации, при которой новообразованные сосуды располагаются под пигментным эпителием при скрытой форме хронической неоваскуляризации и при классической — с локализацией неоваскулярного комплекса над пигментным эпителием [16].

Нами было обнаружено снижение плотности сосудов как во внутренних, так и в глубоких слоях сетчатки и зрительного нерва даже при высоких зрительных функциях в начале заболевания. Так, при ранних стадиях атеросклеротического поражения сосудов, при отсутствии поражения О-М отмечалось снижение плотности капилляров и поверхностной, и глубокой сосудистой сети, а также наличие участков гипоперфузии сетчатки и зрительного нерва во всех слоях сосудистого сплетения. Примечательно, что даже на ранних этапах развития патологического процесса у больных с АС без клинических проявлений имело место снижение перфузии и плотности сосудистой сети не только в области сосудов большего калибра, но и в макулярной зоне. Это указывает на ухудшение трофики и вовлечение макулярной области в патологический процесс уже на ранних стадиях АС.

При развитии, углублении процесса и поражении О-М отмечалось достоверное снижение плотности капилляров как в поверхностном, так и в глубоком сосудистом сплетении сетчатки, в макулярной области участок неперфузируемой сетчатки имел тенденцию к расширению. В области ДЗН — участки неперфузии как в поверхностных, так и в глубоких слоях сосудистых сплетений. Этот факт заслуживает внимания, так как эти проявления могут служить предикторами острых и хронических нарушений гемодинамики не только органа зрения, но и О-М при атеросклерозе, что позволит предупредить развитие грозных осложнений, угрожающих жизни больного.

Вышеизложенные данные правомерны как в отношении раннего выявления атеросклеротического поражения сосудов органа зрения, когда снижение плотности сосудистой сети является информативным, так и в мониторинге течения ишемического процесса, когда важным аспектом является состояние микроциркуляторного русла всех слоев сетчатки и зрительного нерва.

Выводы

Настоящее исследование позволило выявить нарушения гемоперфузии во всех слоях сетчатки и ДЗН на ранних этапах развития атеросклеротического процесса, когда еще О-М не были задействованы. Данное состояние демонстрирует возможность использования метода ОКТА для идентификации АС на ранних этапах заболевания, что позволит предупредить инвалидизацию населения и предотвратить летальные исходы.

С генерализацией АС и повреждением О-М использование ОКТА позволяет мониторировать ишемический процесс, что способствует более адекватному ведению больных с нарушениями гемодинамики ОЗ при АС.

В перспективе высокая информативность может способствовать разработке критериев ОКТА для ранней

и дифференциальной диагностики сосудистых и ишемических заболеваний органа зрения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Касимова М. С. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование; Махкамова Д. К. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Будзинская М.В., Федоров А.А., Плюхова А.А., Воеводина Т.М., Балацкая Н.В. Морфологические проявления системного атеросклероза структур глазного дна (экспериментальное исследование). *Вестник офтальмологии*. 2013;129(2):3–7. [Boudzinskaya M.V., Fedorov A.A., Plyukhova A.A., Voyevodina T.M., Balatskaya N.V. Morphological manifestations of systemic atherosclerosis found in fundus (experimental study). *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii* 2013;129(2): 3–7 (In Russ.)].
- Тулъцева С.Н., Астахов Ю.С., Руховец А.Г., Титаренко А.Н. Информативность ОКТ-ангиографии в сочетании с исследованиями регионарной гемодинамики при окклюзии вен сетчатки. *Офтальмологическое ведомство*. 2017;10(2):40–48. [Tul'tseva S.N., Astakhov Yu.S., Rukhovets A.G., Titarenko A.N. Diagnostic value of oct-angiography and regional hemodynamic assessment in patients with retinal vein occlusion. *Ophthalmology journal = Oftalmologicheskoe vedomstvo*. 2017;10(2):40–48 (In Russ.)]. DOI: 10.17816/ov10240-48
- Cullinane D.C., Jenkins J.M., Schwartz M., Lavin P., Morris J. A. Anterior ischemic optic neuropathy: a complication after systemic inflammatory response syndrome. *Journal of Trauma*. 2012;48(3):381–386. DOI: 10.1097/00005373-200003000-00003
- Makhkamova D.K. S100 marker in the diagnosis of ocular ischemic syndrome. *Ophthalmologica-Karger*. 2014;232(1):54–55. DOI: 10.1159/000368726
- Махкамова Д.К. Этиопатогенез развития глазного ишемического синдрома. *Вестник офтальмологии*. 2017;133(2):120–124. [Makhkamova D.K. Etiopathogenesis of ocular ischemic syndrome. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii* 2017;133(2):120–124 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma20171332120-124
- Glueck S.J., Lim T.H. Giant cell arteritis causing bilateral sequential AION case report. *Singapore Medical Journal*. 2004;41(1):32–33.
- Wang Y., Fawzi A.A., Varma R. Pilot study of optical coherence tomography measurement of retinal blood flow in retinal and optic nerve diseases. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 2011;52:840–845. DOI: 10.1167/iovs.10-5985
- Jia Y., Morrison J.C., Tokayer J. Quantitative OCT angiography of optic nerve head blood flow. *Biomed Opt Express*. 2012;3:3127–3137. DOI: 10.1364/boe.3.003127
- Jia Y., Wei E., Wang X. Optical coherence tomography angiography of optic disc perfusion in glaucoma. *Ophthalmology*. 2014;121:1322–1332. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.01.021
- Srinivasan V.J., Adler D.C., Chen Y. Ultrahigh-speed optical coherence tomography for three-dimensional and en face imaging of the retina and optic nerve head. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 2008;49:5103–5110. DOI: 10.1167/iovs.08-2127
- Аникина М.А., Матненко Т.Ю., Лебедев О.И. Оптическая когерентная томография-ангиография: перспективный метод в офтальмологической диагностике. *Практическая медицина*. 2018;3(114):7–10. [Anikina M.A., Matnenko T.Ju., Lebedev O.I. Optical coherence tomography — angiography: a promising method in the ophthalmological diagnostics. *Practical medicine = Prakticheskaya meditsina*. 2018;3(114):7–10 (In Russ.)].
- Будзинская М.В., Шеланкова А.В., Михайлова М.А., Плюхова А.А., Нуриева Н.М., Фомин А.В. Изменения центральной зоны глазного дна при ретинальных венозных окклюзиях по данным оптической когерентной томографии-ангиографии. *Вестник офтальмологии*. 2016;132(5):15–22. [Budzinskaya M.V., Shelankova A.V., Mikhaylova M.A., Plyukhova A.A., Nuriyeva N.M., Fomin A.V. Analysis of changes in central macular thickness based on optical coherence tomography angiography findings in retinal vein occlusion. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2016;132(5):15–22 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2016132515-22
- Gendelman I., Alibhai A.Y., Moul E.M., Levine E.S., Braun P.X., Mehta N., Zhao Y., Ishibazawa A., Sorour O.A., Bauman C.R., Witkin A.J., Reichel E., Fujimoto J.G., Duker J.S., Waheed N.K. Topographic analysis of macular choriocapillaris flow deficits in diabetic retinopathy using swept-source optical coherence tomography angiography. *International Journal Retina Vitreous*. 2020 Mar 19;6:6. DOI: 10.1186/s40942-020-00209-0
- Курьшева Н.И., Маслова Е.В. Оптическая когерентная томография с функцией ангиографии в диагностике глаукомы. *Вестник офтальмологии*. 2016;132(5):98–102. [Kuryshcheva N.I., Maslova E.V. Optical coherence tomography angiography in glaucoma diagnosis. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii* 2016;132(5):98–102 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2016132598-102
- Park S.H., Cho H., Hwang S.J., Jeon B., Seong M., Yeom H., Kang M.H., Lim H.W., Shin Y.U. Changes in the Retinal Microvasculature Measured Using Optical Coherence Tomography Angiography According to Age. *Journal of Clinical Medicine*. 2020 Mar 24;9(3):883. DOI: 10.3390/jcm9030883
- Шаимов Т.Б., Панова И.Е., Шаимов Р.Б., Шаимова В.А., Шаимова Т.А., Фомин А.В. Оптическая когерентная томография-ангиография в диагностике неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации. *Вестник офтальмологии*. 2015;131(5):4–13. [Shaimov T.B., Panova I.E., Shaimov R.B., Shaimova V.A., Shaimova T.A., Fomin A.V. Optical coherence tomography-angiography in the diagnosis of neovascular form of age-related macular degeneration. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii* 2015;131(5):4-13 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma201513154-12

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ташкентский институт усовершенствования врачей
Касимова Мунирахон Садикжановна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
ул. Паркент, 51, Ташкент, 100007, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0002-2883-3923>

Ташкентский институт усовершенствования врачей
Махкамова Дилбар Камалджановна
PhD, старший научный сотрудник
ул. Паркент, 51, Ташкент, 100007, Узбекистан
<https://orcid.org/0000-0001-6080-7680>

ABOUT THE AUTHORS

Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education
Kasimova Munirahon S.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
Parkent, 51, Tashkent, 100007, Uzbekistan
<https://orcid.org/0000-0002-2883-3923>

Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education
Makhkamova Dilbar K.
PhD, Senior Research Officer of the Ophthalmology Department
Parkent, 51, Tashkent, 100007, Uzbekistan
<https://orcid.org/0000-0001-6080-7680>