



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-40-45>

Диагностическая оценка ангиоархитектоники меланомы хориоидеи

И.Е. Панова¹, Е.В. Самкович¹ ✉, П.А. Нечипоренко², Н.Н. Григорьева^{3, 4}

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал, ул. Ярослава Гашека, д. 21, Санкт-Петербург, 192283, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

³ СПб ГБУЗ «ГКДЦ № 1», ул. Сикейроса, д. 10, Санкт-Петербург, 194354, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, кафедра оториноларингологии и офтальмологии медицинского факультета, 21-я линия Васильевского острова, д. 8а, Санкт-Петербург, 199106, Россия

Цель работы — изучение ангиоархитектоники меланомы хориоидеи (МХ) с различными биометрическими характеристиками на основе сопоставления результатов ангиографии с индоцианином зеленым (ИАГ) и ОКТ-ангиографии (ОКТА). **Материал и методы.** ИАГ и ОКТА выполнены у 45 пациентов (45 глаз) с МХ (20 мужчин, 25 женщин, средний возраст — $57,36 \pm 15,11$ года). Информативность методов и характер ангиоархитектоники изучены при различной элевации опухоли: до 3 мм (малые МХ) и в диапазоне 3,1–5,0 мм (средние МХ). **Результаты.** Установлена высокая диагностическая значимость ИАГ и ОКТА в диагностике сосудистой сети МХ (89 и 71 % соответственно). При малых МХ диагностическая информативность обоих методов сопоставима, а при средних МХ более информативна ИАГ. Сосудистая сеть малых МХ характеризуется преобладанием I типа (59 %), средних — II типа ангиоархитектоники (81 %), сопоставимость паттернов при ИАГ и ОКТА отмечена у 93,8 % пациентов. Определена средняя глубина идентификации сосудов при проведении ОКТА: при МХ высотой до 1,9 мм — в диапазоне 186 мкм, от 2 до 3 мм — 220 мкм, 3 мм и более — 255 мкм. **Заключение.** Применение контрастной и бесконтрастной ангиографии для оценки сосудистой сети МХ характеризуется высокой информативностью и позволяет определять тип ангиоархитектоники. Применение ОКТА более информативно для опухолей с элевацией до 3 мм. Для повышения точности и результативности ОКТА-идентификацию новообразованных сосудов следует проводить с учетом установленных параметров.

Ключевые слова: меланома хориоидеи; оптическая когерентная томография — ангиография; ангиография с индоцианином зеленым; сосудистая сеть меланомы хориоидеи; ангиогенез меланомы хориоидеи; офтальмоонкология

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Панова И.Е., Самкович Е.В., Нечипоренко П.А., Григорьева Н.Н. Диагностическая оценка ангиоархитектоники меланомы хориоидеи. Российский офтальмологический журнал. 2021; 14 (3): 40-5. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-40-45>

A diagnostic assessment of angioarchitectonics of choroidal melanoma

Irina E. Panova¹, Elena V. Samkovich¹ ✉, Pavel A. Nechiporenko², Nyurguyana N. Grigoryeva^{3, 4}

¹ St. Petersburg branch of the Academician S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Clinic, 21, Yaroslava Gasheka St., St. Petersburg, 192283, Russia

² Pavlov First St. Petersburg State Medical University, 6-8, L'va Tolstogo St., St. Petersburg, 197022, Russia

³ St. Petersburg consultative diagnostic center #1, 10, Siqueiros St., St. Petersburg, 194354, Russia

⁴ Pavlov First St. Petersburg State Medical University, department of otorhinolaryngology and ophthalmology, 8a, line 21 of Vasil'evsky ostrov, Saint-Petersburg, 199106, Russia
e.samkovich@mail.ru

Purpose: to study angioarchitectonics of choroidal melanoma with varied biometric characteristics by comparing the results of indocyanine green angiography (IAG) and OCT angiography (OCTA). **Material and methods.** Angiography with indocyanine green and OCT angiography was performed in 45 choroidal melanoma patients (45 eyes, 20 men, 25 women, mean age 57.36 ± 15.11 years) to see the features of angioarchitectonics for various tumor elevations: up to 3 mm (small choroidal melanomas) and within the 3.1–5.0 mm range (medium choroidal melanomas) and assess the informative value of the techniques. **Results.** We established a high diagnostic value of angiography with indocyanine green and OCT angiography in the diagnosis of vasculature of choroidal melanoma (89% and 71%, respectively), an acceptable significance in small choroidal melanomas, and a higher informative value of angiography with indocyanine green in medium choroidal melanomas. The vasculature of small choroidal melanomas is characterized by type 1 angioarchitectonics predominance (59%), while that of medium-sized melanomas corresponds to type 2 angioarchitectonics (81%). The pattern match in angiography with indocyanine green and OCT angiography took place in 93.8% of patients. The average depth of vessel identification during OCT angiography was determined to stay within the range of 186 μm for choroidal melanomas of up to 1.9 mm high, 220 μm for melanomas between 2 and 3 mm high, and 255 μm for melanomas higher than 3 mm. **Conclusions.** The use of contrast and non-contrast angiography in assessing the vasculature of choroidal melanoma is highly informative and useful for the assessment of the type of angioarchitectonics. The use of OCT angiography is more informative for tumors with an elevation of up to 3 mm. In order to increase the accuracy and effectiveness of OCTA, the identification of newly formed vessels should be carried out with regard to the parameters established.

Keywords: choroidal melanoma; optical coherence tomography angiography; indocyanine green angiography; vasculature of choroidal melanoma; angiogenesis of choroidal melanoma; ophthalmic oncology

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Panova I.E., Samkovich E.V., Nechiporenko P.A., Grigoryeva N.N. A diagnostic assessment of angioarchitectonics of choroidal melanoma. Russian ophthalmological journal. 2021; 14 (3): 40-5 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-40-45>

Меланома хориоидеи (МХ) является одной из самых злокачественных опухолей органа зрения, характеризуется возможностью развития метастазов и летального исхода в различные сроки от начала лечения [1–6]. Не вызывает сомнения, что ранняя диагностика опухоли, как и своевременное начало лечения определяют витальный прогноз.

Развитие данной опухоли в глазу происходит стадийно, в процессе роста в ней формируется неоваскулярная сеть, что, наряду с пролиферацией злокачественных клеток, определяет ее метастатический потенциал [6, 7]. Опухолевый ангиогенез развивается за счет миграции клеток эндотелия, образования анастомозов с близлежащими кровеносными сосудами и инициации кровотока по вновь сформированному капилляру [8, 9]. Кроме того, для МХ существует альтернативный аваскулярный механизм развития сосудов без участия эндотелиальных клеток и молекулярных факторов ангиогенеза — васкулогенной мимикрии, идентификация которой возможна на основе применения PAS-реакции [10–16]. Патоморфологические исследования ангиоархитектоники МХ позволили R. Folberg и соавт. [14] установить две основные группы опухолей: МХ, которые содержат параллельные, параллельные с пересечением, изолированные прямые сосудистые каналы и «немые» аваску-

лярные зоны и опухоли, которые включают сети, петли, арки с ветвлениями или арки без ветвления. Выделение двух типов ангиоархитектоники важно с точки зрения установленного факта о возможности участия сосудистых структур в виде петель, арок и сетей в генерализации процесса [12–16].

Идентификация сосудистых структур в МХ с помощью различных инструментальных методов (ангиографии с контрастом, ультразвуковой доплерографии, оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (ОКТА)) является одним из важных этапов диагностики. Оценка ангиоархитектоники МХ *in vivo* возможна на основе ангиографии с индоцианином зеленым (ИАГ) и ОКТА, перспективность применения последней определяется неинвазивностью и доступностью данной методики. ОКТА, в основе которой лежит алгоритм декорреляционной амплитудной ангиографии с разделением спектра (split-spectrum amplitude decorrelation angiography — SSADA), дает возможность без введения красителя получать изображения микрососудистой сети с высоким разрешением, а также неинвазивно определять форму, калибр, структуру и локализацию новообразованных сосудов [17–23]. Значительное количество работ в офтальмоонкологии посвящено применению ОКТА для дифференциальной диагностики внутриглазных новообразований,

невусов и начальных меланом, а также для оценки постлучевых изменений заднего отдела глаза [24–28].

Ограничения применения данных методов, сложности интерпретации полученных результатов, отсутствие исследований ангиоархитектоники МХ при ее различных биометрических характеристиках послужили основанием для проведения данного исследования.

ЦЕЛЬ работы — изучение ангиоархитектоники МХ с различными биометрическими характеристиками на основе сопоставления результатов ИАГ и ОКТА.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Инструментальное исследование с применением ИАГ и ОКТА выполнено в 2017–2021 гг. у 45 пациентов (45 глаз), в том числе 20 мужчин и 25 женщин, в возрасте 21–82 лет (в среднем $57,36 \pm 15,11$ года). Все пациенты подписывали информированное согласие на диагностическое вмешательство.

Исходная проминенция МХ варьировала от 0,6 до 5 мм, диаметр основания опухоли — от 4,1 до 10,2 мм. По степени пигментации превалировала умеренная (53,3 %) и слабая (37,8 %) степень выраженности, густопигментированные МХ определялись у 4 (8,9 %) из 45 больных. В соответствии с общепринятой градацией онкологического заболевания по системе TNM, предложенной AJCC (TNM 8th edition, 2017) [29], распределение пациентов было следующим: T₁N₀M₀ — 25 пациентов, T₂N₀M₀ — 15 пациентов, T₃N₀M₀ — 5 пациентов.

С учетом метрических характеристик, согласно классификации J. Shields [30], больные были разделены на 2 группы. I группу («малые» МХ) составили больные с проминенцией опухоли от 0,6 до 3,0 мм (n = 29), II группу («средние» МХ) — от 3,1 до 5 мм (n = 16).

Диагностика МХ основывалась на жалобах, данных анамнеза и клинико-инструментального обследования.

Стандартное офтальмологическое обследование включало визометрию, авторефрактометрию, тонометрию, биомикроофтальмоскопию, ультразвуковое исследование. ИАГ выполнена 45 пациентам на ретинальном ангиографе-2 (HRA-2 — Heidelberg Retina Angiograph-2 + OCT). В качестве контраста использовался индоцианин зеленый — пульсион 25 мг (Indocyanine green — Pulsion, BAG Health Care, GmbH, Германия, регистрационный номер ЛП-001963 от 28.12.2012). При обследовании обязательным было использование видеорежима и выполнение снимков начиная с ранней фазы (до 30 с), затем через каждую минуту до окончания средней фазы, затем на 10, 15, 20, 30-й минутах исследования. По данным ИАГ, оценивали наличие или отсутствие («немые» зоны) патологических сосудистых паттернов в проекции опухоли, их локализацию и тип: прямые, параллельные сосуды (в том числе с анастомозами), сосуды в форме арок, петель и сетей.

ОКТА выполнена 45 пациентам с помощью оптического когерентного томографа RTVue XR Avanti (Optovue, Inc., Fremont, CA, США) с применением алгоритма split-spectrum amplitude decorrelation angiography (SSADA) в режиме Angio Retina, размер зоны сканирования составлял 6 × 6 мм. В ручном режиме оценивалась глубина, на которой максимально отчетливо визуализировалась патологическая сосудистая сеть опухоли. Оценка

результатов ангиографии осуществлялась тремя независимыми экспертами.

Статистический анализ проводился в пакетах программ Microsoft Excel 2010 и IBM SPSS Statistics 21. Для проверки распределения количественных данных на нормальность использовали тест Шапиро — Уилка. Результаты описательной статистики представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — среднее значение, а σ — стандартное отклонение для параметрических данных, а также в виде медианы, 25-го и 75-го квантилей для непараметрических данных. Для выявления значимости различий по качественному признаку использован критерий χ^2 или точный критерий Фишера (в случае малого числа наблюдений). Для сравнения значений нормально распределенных количественных признаков использовали t-критерий Стьюдента или критерий Манна — Уитни в случае распределения, отличного от нормального. Сравнения 3 групп проводились с помощью непараметрического критерия Краскела — Уоллиса. При множественных сравнениях применялась поправка Бонферрони.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенностью данного исследования являлась последовательность применения инструментальных методик для оценки ангиоархитектоники МХ. Вначале всем пациентам проводили ИАГ, после детальной оценки полученных снимков с применением видеорежима выполняли ОКТА, интервал между исследованиями составлял 1–2 дня. Это позволяло определить зону поиска новообразованных сосудов в опухоли и более корректно трактовать полученные результаты.

Результаты сравнительного анализа частоты идентификации сосудистой сети МХ малых и средних размеров при проведении ОКТА и ИАГ представлены в таблице 1.

Из результатов, представленных в таблице 1, следует, что сосудистая сеть в МХ малых и средних размеров идентифицирована у 88,9 % больных при проведении ангиографии с контрастом и у 71,1 % пациентов при ОКТА. Сравнительный анализ частоты выявления патологической сосудистой сети при проведении инвазивной и неинвазивной ангиографии при МХ с различными биометрическими характеристиками показал более высокую значимость ИАГ при средних МХ и практически сопоставимую, не имеющую статистических различий ($p > 0,05$), значимость обоих методов при малых МХ.

Высокая информативность ИАГ в выявлении сосудистой сети в опухоли, показанная в нашей работе, находится в полном соответствии с результатами других авторов, что позволяет считать его золотым стандартом в прижизненном (*in vivo*) выявлении патологической сосудистой сети в МХ [31–34]. В данном исследовании патологическая сосудистая сеть не определялась у 5 пациентов с малыми МХ, что,

Таблица 1. Сравнительный анализ частоты идентификации патологической сосудистой сети малых и средних МХ при проведении ИАГ и ОКТА

Table 1. Comparative analysis of the frequency of identification of the pathological vascular network of small and medium choroidal melanomas (CM) during indocyanine green (ICG) angiography and OCT — angiography (OCTA)

Диагностические методы Diagnostic methods	МХ малые CM small n = 29	МХ средние CM medium n = 16	p-value	Всего Total n = 45
ИАГ ICG	24 (83 %)	16 (100 %)	p = 0,079*	40 (88,9 %)
ОКТА OCTA	23 (79 %)	9 (56 %)	p > 0,05	32 (71,1 %)

Примечание. * — различие между малыми и средними МХ достоверно.

Note. * — difference between small and medium CM is significant.

возможно, обусловлено небольшими размерами новообразования, а также выраженной пигментацией опухоли. Это подтверждается другими исследованиями, указывающими на ограничения информативности методики, связанные со степенью пигментации новообразования [33, 34].

Важным этапом в нашей работе являлся анализ сопоставимости определяемых типов сосудистых паттернов в оценке ангиоархитектоники МХ при использовании ОКТА и ИАГ. Установлено, что сосудистый рисунок совпадал у 30 (93,8 %) из 32 пациентов, у двух пациентов со средними размерами опухоли ОКТА оказалась неинформативной, вероятно, за счет трансудативного компонента над опухолью.

Представленные клинические примеры наглядно отражают сопоставимость полученных изображений. Так, на рисунке 1 при МХ с элевацией 0,6 мм определяется развитый сосудистый паттерн в виде сетей, при этом ОКТА демонстрирует более выраженную сосудистую сеть в опухоли, чем ИАГ.

Использование двух вариантов ангиографического исследования позволяет выявить патологические сосуды в форме арок с ветвлениями и демонстрирует полную сопоставимость полученных изображений при МХ высотой 2,1 мм (рис. 2).

Однако при высоте МХ более 3 мм информативность ОКТА значительно ниже: результат двух исследований, представленный на рисунке 3, наглядно демонстрирует отсутствие возможности выявления сосудов в опухоли при ее высоте 4,5 мм.

Можно констатировать, что ОКТА является информативным методом идентификации и оценки сосудистой сети МХ малых размеров. Данный метод исследования дает возможность четко визуализировать структуру, форму, плотность сосудистой сети, а также детально оценить данные о конкретном слое и глубине сканирования. Неинвазивность и высокая информативность ОКТА позволяют считать ее альтернативой контрастным методам диагностики сосудистой сети опухоли.

С учетом результатов, демонстрирующих сопоставимость изображений сосудистой сети МХ, полученных при выполнении контрастной ангиографии и ОКТА, далее нами была исследована частота выявления двух основных типов ангиоархитектоники МХ. Данный анализ проведен при различных размерах опухоли, и за основу взят метод ИАГ, как золотой стандарт в изучении процессов в хориоиде (табл. 2).

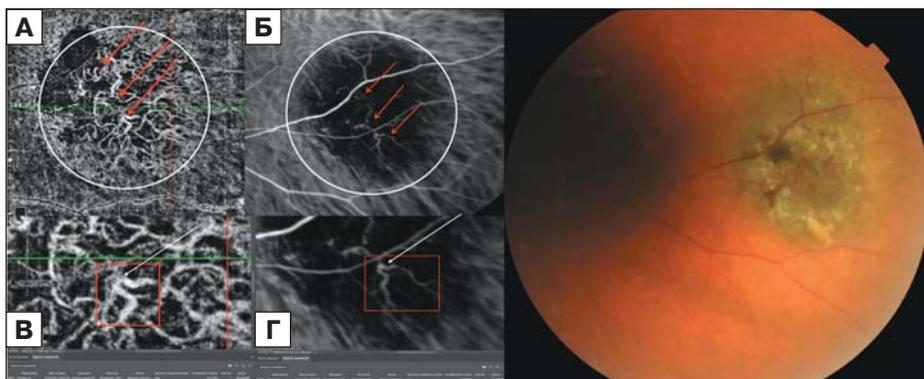


Рис. 1. Меланома хориоидеи. Размер опухоли 0,8 × 6,7 мм. Полное соответствие определяемых сосудистых структур, идентифицированных по ИАГ и ОКТА. Область поиска сосудов обозначена рамкой. Патологические паттерны в виде «сетей» выделены стрелками. А, В — ОКТА. Б, Г — ИАГ

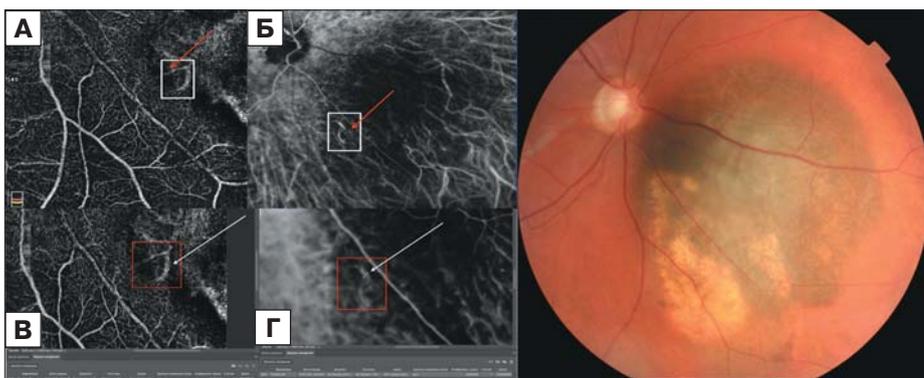


Рис. 2. Меланома хориоидеи. Размер опухоли 2,1 × 7,2 мм. Полное соответствие определяемых сосудистых структур, идентифицированных по ИАГ и ОКТА. Область поиска сосудов обозначена рамкой. Патологические паттерны в виде «арки с ветвлением» выделены стрелками. А, В — ОКТА. Б, Г — ИАГ

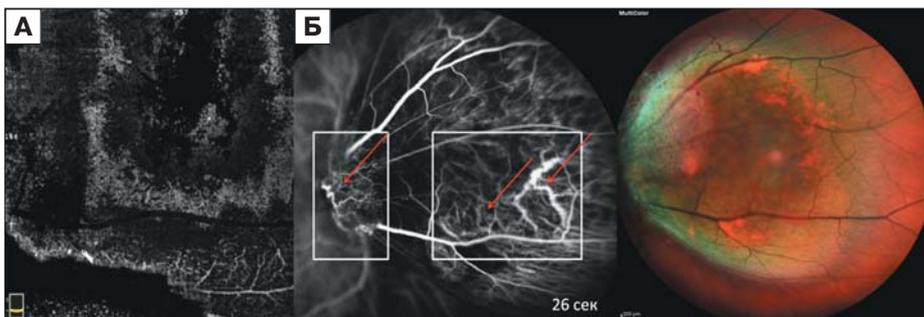


Рис. 3. Меланома хориоидеи. Размер опухоли 4,5 × 10,3 мм. Отсутствие визуализации сосудистого рисунка по данным ОКТА. Наличие патологических сосудистых паттернов в виде «сетей» по данным ИАГ (выделены стрелками). Область поиска сосудов обозначена рамкой. А — ОКТА. Б — ИАГ

Таблица 2. Частота типов ангиографических паттернов МХ малых и средних размеров при проведении ИАГ
Table 2. Frequency of types of angiographic patterns of small and medium-sized choroidal melanoma during indocyanine green angiography

Типы паттернов Types of patterns	МХ малые CM small n = 29	МХ средние CM medium n = 16	p-value
I тип I type	17 (58,6 %)	3 (18,8 %)	p = 0,013*
II тип II type	12 (41,4 %)	13 (81,3 %)	

Примечание. * — различие между малыми и средними МХ достоверно.
Note. * — difference between small and medium CM is significant.

Как следует из результатов, представленных в таблице 2, при малых МХ достоверно чаще (в 58,6 %) был диагностирован I ангиографический тип, представленный прямыми и параллельными сосудами, а также артериальными «немными» зонами, в то время как при средних МХ достоверно чаще (81,3 %) определялся II тип неоваскуляризации с развитием сосудов в виде арок, петель и сетей.

Данное исследование позволило установить зависимость варианта ангиоархитектоники, определяемого на основе инструментальных диагностических методик, от биометрических характеристик опухоли и констатировать, что по мере роста опухоли происходит развитие ее сосудистой сети. Установленные закономерности находятся в полном соответствии с данными литературы, основанными на патоморфологическом изучении МХ, которые свидетельствуют о том, что только 20,9 % МХ имеют невосподобную ангиоархитектонику и варианты ангиоархитектоники в виде петель, арок и сетей, характерные для опухолей большего размера, отличающихся неблагоприятным витальным прогнозом [14–16].

Практическая значимость полученных данных определяется возможностью выявления сосудистого рисунка в опухоли в ходе проведения ангиографии, что имеет значение не только в дифференциальной диагностике малых меланом и невосов, как показано в ряде исследований, но и в определении возможного прогноза рисков метастазирования [16].

Важной частью данного исследования явилось изучение глубины идентификации новообразованных сосудов в МХ различных размеров, что возможно только на основе применения ОКТА в ручном режиме сканирования (табл. 3).

Результаты, представленные в таблице 3, демонстрируют, что при элевации опухоли до 1,9 мм средняя глубина идентификации сосудистой сети от вершины опухоли составила 186 мкм, при высоте более 2 мм была достоверно ниже и составила 220 мкм, при средних МХ — 255 мкм. Полученные данные определяют зону поиска новообразованных сосудов при проведении ОКТА, что способствует повышению точности и результативности данного метода исследования. Важным моментом является использование ручного режима сканирования при проведении ОКТА и

прицельное исследование сосудов в опухоли на различной глубине с учетом элевации образования. Дальнейшее совершенствование технологии ОКТА, возможно, позволит информативно исследовать сосудистую сеть в МХ с более высокой элевацией [35].

ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ частоты идентификации патологической сосудистой сети при ОКТА и ИАГ при малых и средних МХ показал более

высокую значимость метода ангиографии с индоцианином зеленым при средних МХ и сопоставимую значимость обоих методик при малых МХ ($p > 0,05$). Сопоставимость типов сосудистых паттернов в оценке ангиоархитектоники сосудистой сети при ОКТА и ИАГ отмечена у 93,8 % пациентов.

2. Ангиоархитектоника малых МХ характеризуется преобладанием I (невусоподобного) типа, средних — II типа с преобладанием сетей, что отражает развитие сосудистой сети опухоли в процессе ее роста.

3. Установлены достоверные различия в глубине сканирования в ходе проведения ОКТА при МХ с различными биометрическими характеристиками, что целесообразно учитывать в клинической практике.

Литература/References

1. Бровкина А.Ф. Офтальмоонкология. Руководство для врачей. Москва: Медицина; 2002. [Brovkina A.F. Ophthalmooncology. Guide for physicians. Moscow: Meditsina; 2002 (In Russian)].
2. Бровкина А.Ф., Панова И.Е., Саакян С.В. Офтальмоонкология: новое за последние два десятилетия. Вестник офтальмологии. 2014; 130 (6): 13–9. [Brovkina A.F., Panova I.E., Saakyan S.V. Ophthalmooncology: new over the past two decades. Vestnik oftalmologii. 2014; 130 (6): 13–9 (in Russian)].
3. Вазенин А.В., Панова И.Е. Избранные вопросы онкоофтальмологии. Москва: Изд-во РАМН; 2006. [Vazhenin A.V., Panova I.E. Selected questions of oncophthalmology. Moscow: Izd-vo RAMN; 2006 (in Russian)].
4. Саакян С.В., Цыганков А.Ю., Амирян А.Г., Склярлова Н.В., Залетаев Д.В. Выживаемость при увеальной меланоме: роль молекулярно-генетических факторов. Вестник офтальмологии. 2016; 132 (1): 3–9. [Saakyan S.V., Tsygankov A.Yu., Amiryan A.G., Sklyarova N.V., Zaletaev D.V. Survival in uveal melanoma: the role of molecular genetic factors. Vestnik oftalmologii. 2016; 132 (1): 3–9 (in Russian)]. doi:10.17116/oftalma201613213-9
5. Панова И.Е., Власова О.С., Гюнтер Е.И., Самкович Е.В., Шаманова А.Ю. Клинико-инструментальные критерии риска метастазирования меланомы хориоидеи. Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (3): 30–6. [Panova I.E., Vlasova O.S., Gjunter E.I., Samkovich E.V., et al. Clinical and instrumental criteria for the risk of metastasis of choroidal melanoma. Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (3): 30–6 (in Russian)]. https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-3-30-36
6. Зиангирова Г.Г., Лихванцева В.Г. Опухоли сосудистого тракта глаза. Москва: Последнее слово; 2003. [Ziangirova G.G., Likhvantseva V.G. Tumors of the vascular tract of the eye. Moscow: Poslednee slovo; 2003 (in Russian)].
7. Вит В.В. Опухолевая патология органа зрения. Том 1. Одесса: «Астропринт»; 2009. [Vit V.V. Tumor pathology of the organ of vision. Tom 1. Odessa: «Astroprint»; 2009 (in Russian)].

Таблица 3. Сравнительная оценка глубины идентификации сосудов малых и средних МХ при проведении ОКТА
Table 3. Comparative assessment of the depth of identification of vessels of small and medium choroidal melanomas during OCT-angiography

Глубина идентификации сосудов в опухоли Depth of vascular identification in a tumor	I группа I group (0,6–1,9 мм) n = 16	II группа II group (2–3 мм) n = 13	III группа III group (3,1–5,0 мм) n = 8	p-value
	Median [25 %; 75 %]	Median [25 %; 75 %]	Median [25 %; 75 %]	
		186 μm [156,5; 198,5]	220 μm [190; 260]	255 μm [221,5; 286,5]

8. Лихтенштейн А.В., Шаном В.С. Опухолевый рост: ткани, клетки, молекулы. Патологическая физиология 1998; 3: 25–44. [Lichtenstein A.V., Shapov V.S. Tumor growth: tissues, cells, molecules. *Patologicheskaja fiziologija*. 1998; 3: 25–44 (In Russian)].
9. Пальцев М.А., Аничков Н.М. Атлас патологии опухолей человека. Москва: Медицина; 2005. [Pal'tsev M.A., Anichkov N.M. Atlas of pathology of human tumors. Moscow: Meditsina; 2005 (In Russian)].
10. Folberg R., Peer J., Gruman L.M., et al. The morphologic characteristics of tumor blood vessels as a marker of tumor progression in primary human uveal melanoma: a matched case-control study. *Human pathology*. 1992; 23 (11): 1298–305. [https://doi.org/10.1016/0046-8177\(92\)90299-1](https://doi.org/10.1016/0046-8177(92)90299-1)
11. Folkman J. Tumor angiogenesis. Advances in cancer research. Academic Press. 1974: 331–58. doi: 10.1016/S0065-230(08)60058-5
12. Foss A.E., Alexander R.A., Hungerford J.L., et al. Reassessment of the PAS patterns in uveal melanoma. *Br Journ. of Ophthalmol*. 1997; 81: 240–246. <https://bjoo.bmj.com/content/81/3/240>
13. Folberg R., Hendrix M.J.C., Maniatis A.J. Vasculogenic mimicry and tumor angiogenesis. *The American journal of pathology*. 2000; 156 (2): 361–81. [https://doi.org/10.1016/S0002-9440\(10\)64739-6](https://doi.org/10.1016/S0002-9440(10)64739-6)
14. Folberg R., Menaffey M., Gardner L.M., et al. The microcirculation of choroidal and ciliary body melanomas. *Eye*. 1997; 11: 227–38. <https://doi.org/10.1038/eye.1997.57>
15. Rummelt V., Mehaffey M.G., Campbell R.J., et al. Microcirculation architecture of metastases from primary ciliary body and choroidal melanomas. *American journal of ophthalmology*. 1998; 126 (2): 303–5. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(98\)00164-0](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(98)00164-0)
16. Maniatis A.J., Folberg R., Hess A., et al. Vascular channel formation by human melanoma cells in vivo and in vitro: vasculogenic mimicry. *The American journal of pathology*. 1999; 155 (3): 739–52. [https://doi.org/10.1016/S0002-9440\(10\)65173-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9440(10)65173-5)
17. Coscas G., Lupidi M., Coscas F., et al. Heidelberg Spectralis Optical Coherence Tomography Angiography: Technical aspects. *Dev. Ophthalmol*. 2016; 56: 1–5. doi: 10.1159/000442768
18. Jia Y., Bailey S.T., Hwang T.S., McClintic S.M., et al. Quantitative optical coherence tomography angiography of vascular abnormalities in the living human eye. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2015; 112 (18): 2395–402. <https://doi.org/10.1073/pnas.1500185112>
19. Саакян С.В., Мякошина Е.Б., Хегатян М.Р. и др. ОКТ-ангиография в диагностике начальной меланомы и невусов хориоидеи. *Офтальмология*. 2020; 17 (3): 465–72. [Saakjan S.V., Myakoshina E.B., Hegtjan M.R. et al. OCT angiography in the diagnosis of initial melanoma and choroidal nevi. *Oftal'mologija*. 2020; 17 (3): 465–72 (in Russian)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-465-472>
20. Стоюхина А.С., Будзинская М.В., Стоюхин С.Г. и др. Оптическая когерентная томография-ангиография в офтальмоонкологии. *Вестник офтальмологии*. 2019; 135 (1): 104–11. [Stojuhina A.S., Budzinskaja M.V., Stojuhin S.G., et al. Optical coherence tomography-angiography in ophthalmic oncology. *Vestnik oftal'mologii*. 2019; 135(1): 104–11 (in Russian)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma2019135011104>
21. Hagag A.M., Gao S.S., Jia Y., et al. Optical coherence tomography angiography: technical principles and clinical applications in ophthalmology. *Taiwan journal of ophthalmology*. 2017; 7 (3): 115. doi:10.4103/tjo.tjo_31_17
22. Lumbroso B., Huang D., Jia Y., Fujimoto J.A., Rispoli M. Clinical guide to AngioOCT. Jaypee; 2014.
23. Ghassemi F., Mirshahi R., Fadaka, K., Sabour S. Optical coherence tomography angiography in choroidal melanoma and nevus. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ)*. 2018; 12: 207. doi:10.2147/OPTH.S148897
24. Shields C.L., Say E.A., Samara W.A., Khoo C.T., et al. Optical coherence tomography angiography of the macula after plaque radiotherapy of choroidal melanoma: Comparison of irradiated versus nonirradiated eyes in 65 patients. *Retina*. 2016; 36 (8): 1493–505. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000001021>
25. Cennamo G., Breve M.A., Velotti N., et al. Evaluation of vascular changes with optical coherence tomography angiography after plaque radiotherapy of choroidal melanoma. *Ophthalmic research*. 2018; 60 (4): 238–42. <https://doi.org/10.1159/000490571>
26. Say E.A., Ferenczy S., Magrath G.N., et al. Image quality and artifacts on optical coherence tomography angiography: comparison of pathologic and paired fellow eyes in 65 patients with unilateral choroidal melanoma treated with plaque radiotherapy. *Retina*. 2017; 37 (9): 1660–73. doi: 10.1097/IAE.0000000000001414
27. Lim L.A.S., Camp D.A., Ancona-Lezama D., et al. Wide-Field (15 × 9 mm) Swept-Source Optical Coherence Tomography Angiography following plaque radiotherapy of choroidal melanoma: an analysis of 105 eyes. *The Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 2020; 9 (4): 326–34. doi: 10.1097/APO.0000000000000282
28. Preziosa C., Corvi F., Staurengi G., Pellegrini M. Extended field imaging optical coherence tomography angiography for the study of retinal and choroidal changes after radiation therapy for choroidal melanoma: Comparison with Wide-Field Angiography. *Retina*. 2021; 41 (2): 373–80. doi: 10.1097/IAE.0000000000002848
29. Byrd D.R., Carducci M. A., Compton C. C. AJCC cancer staging manual. New York: Springer; 2010.
30. Shields J.A. Diagnosis and management of intraocular tumors. St. Louis: CV Mosby; 1983.
31. Панова И.Е., Самкович Е.В., Мелихова М.В., Григорьева Н.Н. Ангиография с индоцианином зеленым в диагностике новообразований хориоидеи. *Вестник офтальмологии* 2020; 136 (5): 5–13. [Panova I.E., Samkovich E.V., Melihova M.V., Grigor'eva N.N. Angiography with indocyanine green in the diagnosis of choroidal neoplasms. *Вестник офтальмологии* 2020; 136 (5): 5–13 (in Russian)]. doi: 10.17116/oftalma20201360515
32. Mueller A.J., Bartsch D.U., Folberg R., et al. Imaging the microvasculature of choroidal melanomas with confocal indocyanine green scanning laser ophthalmoscopy. *Arch. Ophthalmol*. 1998; 116: 31–3. doi: 10.1001/archoph.116.1.31
33. Shields C.L., Shields J.A., De Potter P. Patterns of indocyanine green videoangiography of choroidal tumours. *Br. Journ. of Ophthalmol*. 1995; 79 (3): 237–45. <http://dx.doi.org/10.1136/bjo.1995.79.3.237>
34. Yannuzzi L., Lawrence A. Indocyanine green angiography: a perspective on use in the clinical setting. *American journal of ophthalmology*. 2011; 151 (5): 745–51. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.01.043>
35. Pellegrini M., Corvi F., Invernizzi A., et al. Swept-source optical coherence tomography angiography in choroidal melanoma: an analysis of 22 consecutive cases. *Retina*. 2019; 39 (8): 1510–19. doi: 10.1097/IAE.0000000000002205

Вклад авторов в работу: И.Е. Панова — концепция и дизайн исследования; И.Е. Панова, Е.В. Самкович, П.А. Нечипоренко, Н.Н. Григорьева — сбор и обработка материала; И.Е. Панова, Е.В. Самкович — статистическая обработка, написание текста статьи и его редактирование. **Author's contribution:** I.E. Panova — concept and design of the study; I.E. Panova, E.V. Samkovich, P.A. Nechiporenko, N. N. Grigoryeva — data collection and processing; I.E. Panova, E.V. Samkovich — statistical analysis, writing and editing of the article.

Поступила: 28.06.2021. Переработана: 16.07.2021. Принята к печати: 17.07.2021
Originally received: 28.06.2021. Final revision: 16.07.2021. Accepted: 17.07.2021

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал, ул. Ярослава Гашека, д. 21, Санкт-Петербург, 192283, Россия

Ирина Евгеньевна Панова — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе

Елена Владиславовна Самкович — врач-офтальмолог, младший научный сотрудник

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

Павел Андреевич Нечипоренко — канд. мед. наук, врач-офтальмолог

¹ СПб ГБУЗ «ГКДЦ № 1», ул. Сикейроса, д. 10, Санкт-Петербург, 194354, Россия

² ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, кафедра оториноларингологии и офтальмологии медицинского факультета, 21-я линия Васильевского острова, д. 8а, Санкт-Петербург, 199106, Россия

Нюргяна Николаевна Григорьева — канд. мед. наук, врач-офтальмолог¹, ассистент²

Для контактов: Елена Владиславовна Самкович,
e.samkovich@mail.ru

St. Petersburg branch of the Academician S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Clinic, 21, Yaroslava Gashka St., St. Petersburg, 192283, Russia

Irina E. Panova — Dr. of Med. Sci., professor, deputy director for science

Elena V. Samkovich — ophthalmologist, junior researcher

Pavlov First St. Petersburg State Medical University, 6–8, L'va Tolstogo St., St. Petersburg, 197022, Russia

Pavel A. Nechiporenko — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist

¹ St. Petersburg consultative diagnostic center #1, 10, Siqueiros St., St. Petersburg, 194354, Russia

² Pavlov First St. Petersburg State Medical University, department of otorhinolaryngology and ophthalmology, 8a, line 21 of Vasil'evsky ostrov, Saint-Petersburg, 199106, Russia

Nyurguyana N. Grigoryeva — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist¹, assistant professor²

Contact information: Elena V. Samkovich,
e.samkovich@mail.ru