Оптическая когерентная томография-ангиография выявлении предикторов эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи







Е.Б. Мякошина

С.В. Саакян

О.А. Иванова

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(1):96-102

Цель работы: выявить предикторы эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи с помощью метода оптической когерентной томографии-ангиографии. Пациенты и методы. Обследовано 34 пациента с начальной меланомой хориоидеи в возрасте в среднем 55,0 ± 2,9 года. Оптическую когерентную томографию-ангиографию осуществляли с помощью оптического когерентного томографа OCT-Angiography (Software for RS-3000 Advance, Nidek, Япония) до и через 4 месяца после сеанса транспупиллярной термотерапии. Транспупиллярную термотерапию проводили диодным лазером Nidec DC 3300. **Результаты.** До ТТТ имел место петлевидный, коленчато-извитой с неравномерным просветом гетерогенный характер сосудистой сети опухоли с многочисленными изгибами и переплетениями, расположенной под сосудами сетчатни в центральной зоне; площадь неоваскулярной сосудистой сети составляла 32,82 мм², плотность — 12,42 %. Ограничивающая аваскулярная зона находилась по периферии, вокруг меланомы — гомогенный гиперрефлективный ободок расширенных хориокапилляров. Через 4 месяца после сеанса ТТТ в 24 (70,6 %) из 34 случаев отмечена окклюзия хориокапилляров в центральной и периферической зоне опухоли (аваскулярные области), расширение больших и средних сосудов хориоидеи вокруг очага — предикторов полной девитализации опухоли (хориоретинальный рубец). У 6 (17,6 %) из 34 пациентов имелась окклюзия хориокапилляров в центральной зоне, расширение больших и средних сосудов хориоидеи вокруг опухоли, по ее периферии и в парацентральной области, ретинохориоидальные анастомозы по периферии и в парацентральной зоне, гетерогенная неоваснуляризация хорионапилляров; уменьшение площади сосудистой сети до $12,44 \text{ мм}^2$, плотности — до 6,15 %, (p < 0,05). Эти харантеристики являются прединторами частичной девитализации начальной меланомы хориоидеи (остаточная опухоль). В 4 (11,8 %) из 34 случаев отмечены сосуды опухоли в области опухоли, большие и средние сосуды хориоидеи вокруг, по ее периферии и в центральной зоне, онклюзия хорионапилляров в центральной зоне, ретинохориоидальные анастомозы по периферии и в центральной зоне, гетерогенная неоваскуляризация хориокапилляров вокруг; площадь сосудистой сети — 29,13 мм², плотность — 10,17 %, (p > 0,05), отсутствие девитализации (продолженный рост). Заключение. Внедрение оптической когерентной томографии-ангиографии позволило выявить предикторы эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи, представляющие собой различные типы васнуляризации опухоли, свидетельствующие о полной, частичной или отсутствии ее девитализации после лечения.

Ключевые слова: начальная меланома хориоидеи, оптическая когерентная томография-ангиография, транспупиллярная термотерапия

Для цитирования: Мякошина Е.Б., Саакян С.В., Иванова О.А. Оптическая когерентная томография-ангиография в выявлении предикторов эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи. *Офтальмология*. 2021;18(1):96–102. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-96-102

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

Конфликт интересов отсутствует



Optical Coherence Tomography — Angiography in Revealing Predictors of Small Choroidal Melanoma Transpupillary Thermotherapy Efficiency

E.B. Myakoshina, S.V. Saakyan, O.A. Ivanova
Helmholtz National Medical Center of Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya, 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(1):96-102

Purpose. To reveal predictors of small choroidal melanoma transpupillary thermotherapy efficiency using optical coherence tomography-angiography. Patients and methods. 34 patients with small choroidal melanoma at an average age of 55.0 ± 2.9 years were examined. Optical coherence tomography-angiography was performed on an OCT-Angiography Software for RS-3000 Advance Optical Coherent Tomograph, Nidek, Japan, before and 4 months after 1 session of transpupillary thermotherapy. Transpupillary thermotherapy (TTT) was performed with a Nidec DC 3300 diode laser. Results. Prior to TTT — a loop-shaped, cranked-convoluted with an uneven lumen heterogeneous nature of the vasculature of the tumor with numerous bends and interlacing, located under the vessels of the retina in the central zone; the area of neovascular vasculature is 32.82 mm2, the density is 12.42 %. The limiting avascular zone is on the periphery. Around melanoma is a homogeneous hyperreflective rim of dilated choriocapillaries. 4 months after 1 session of TTT in 24 (70.6 %) of 34 cases — occlusion of the choriocapillaries in the central and peripheral zone of the tumor (avascular regions), expansion of the large and medium vessels of the choroid around the focus — predictors of complete tumor devitalization (chorioretinal scar). In 6 (17.6 %) of 34 patients, occlusion of the choriocapillaries in the central zone, expansion of large and medium vessels of the choroid around the tumor, along its periphery and in the paracentral region, retinochoroidal anastamoses along the periphery and in the paracentral zone, heterogeneous neovascularization of the choriocapillaries around; decrease in the area of vasculature — 12.44 mm^2 , density — 6.15 %, (p < 0.05) — predictors of partial devitalization of small choroidal melanoma (residual tumor). In 4 (11.8 %) of 34 cases, tumor vessels in the tumor area, large and medium vessels of the choroid around, along its periphery and in the central zone, occlusion of the choriocapillaries in the central zone, retinochoroidal anastamoses in the periphery and in the central zone, heterogeneous neovascularization choriocapillaries around; vascular network area — 29.13 mm², density — 10.17 %, (p > 0.05), lack of devitalization (continued growth). **Conclusion.** The introduction of optical coherence tomography-angiography revealed the predictors of the effectiveness of transpupillary thermotherapy of the initial melanoma of the choroid, which are various types of tumor vascularization, indicating its about complete, partial or absence devitalization after treatment.

Keywords: small choroidal melanoma, optical coherence tomography-angiography, transpupillary thermotherapy

For citation: Myakoshina E.B., Saakyan S.V., Ivanova O.A. Optical Coherence Tomography — Angiography in Revealing Predictors of Small Choroidal Melanoma Transpupillary Thermotherapy Efficiency. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(1):96–102. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-1-96-102

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

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Меланома хориоидеи — злокачественная опухоль сосудистой оболочки глаза, являющаяся одной из самых частых внутриглазных новообразований, склонная к раннему метастазированию, достигающему даже на ранних стадиях 15 % [1–3]. При начальной меланоме хориоидеи применяют лазерное (разрушающая лазерная коагуляция, транспупиллярная термотерапия) и лучевое (брахитерапия) лечение [4–7].

Главная цель лазерной деструкции состоит в девитализации морфологического субстрата злокачественной опухоли, в первую очередь сосудов, питающих ее, и, кроме того, неопластической паренхимы, жизнеспособность которой утрачивается вследствие деструкции и гибели клеток новообразования [8].

Задачей органосохранного лазерного лечения является достижение аваскулярного хориоретинального рубца, препятствующего проникновению опухолевых клеток в кровеносные и лимфатические сосуды, тем самым предотвращающего метастазирование.

Для оценки эффективности органосохраняющего лазерного лечения, наличия или отсутствия девитали-

зации, определения показаний к повторной деструкции меланомы хориоидеи применяют методы офтальмоскопии, эхографии с доплерографией, флюоресцентной ангиографии, спектральной оптической когерентной томографии [9, 10].

В последние годы в офтальмологии появился метод неинвазивной визуализации сосудов — оптическая когерентная томография с протоколом ОКТ-ангиографии (ОКТ-А), разработанный Ү. Јіа и соавт. в 2012 г. [11]. Основным преимуществом ОКТ-А является тот факт, что она не регистрирует изменение сосудистой проницаемости (просачивание красителя), проявляющееся при традиционной ангиографии, дающей пятнистую, а в дальнейшем диффузную гиперфлюоресценцию при внутриглазных новообразованиях, зачастую экранирующую основной признак опухоли — ее сосуды. ОКТ-А дает возможность четкой визуализации собственных сосудов новообразования [12, 13]. В настоящее время существуют единичные работы по применению ОКТ-А для исследования преимущественно макулы и области диска зрительного нерва после лечения меланомы хориоидеи [14–19], практически не затрагивая признаки девитализации самой опухоли.

Цель работы: выявить предикторы эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи с помощью метода ОКТ-А.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Обследовано 34 пациента с начальной меланомой хориоидеи в возрасте от 36 до 65 лет (в среднем 55,0 \pm 2,9 года).

Больным проводили обследование с помощью стандартных общеофтальмологических методов. Стадию меланомы хориоидеи до лечения определяли по проминенции и диаметру основания с помощью ультразвукового исследования. Эхографически уровень проминенции начальной меланомы составил в среднем 2,3 \pm 0,9 мм, диаметр основания — 8,7 \pm 0,6 мм.

При офтальмоскопии оценивали цвет, форму, границы, поверхность, пигментацию, наличие оранжевого пигмента, зон дискомплексации пигмента, друз, субретинального экссудата, сосудов новообразования до и после лечения. Все опухоли локализовались в макулярной и парамакулярной зоне.

ОКТ-А осуществляли с помощью оптического когерентного томографа OCT-Angiography Software for RS-3000 Advance (Nidek, Япония) с применением алгоритма амплитудно-декорреляционной спектроскопии (SSADA) и En Face в режиме AngioRetina. Размеры зон сканирования составляли 3×3 и 6×6 мм. При анализе сканов ОКТ-А уровень расположения слоя сканирования (En Face) выставлялся в четырех режимах (поверхностное сосудистое сплетение, глубокое сосудистое сплетение, наружные слои сетчатки, слой хориокапилляров) с анализом локализации и формы сетей новообразованных сосудов на уровне хориокапилляров. Для оценки информативности ОКТ-А в процессе лечения начальной меланомы методом TTT измеряли площадь и плотность неоваскулярной сосудистой сети на одинаковых уровнях расположения слоя сканирования по вертикали.

Всем пациентам провели транспупиллярную термотерапию (ТТТ) диодным лазером Nidec DC 3300 с длиной волны 810 нм (экспозиция 60 с, мощность от 300 до $1000\,\mathrm{MBT}$, диаметр коагулятов от $2000\,\mathrm{Mkm}$, количество коагулятов — 6). ОКТ-А выполняли до и через 4 месяца после сеанса ТТТ.

Статистическая обработка данных была проведена с помощью программного комплекса SPSS Statistica 17.0 (критерий U Манна — Уитни), уровень статистической значимости: p < 0.05.

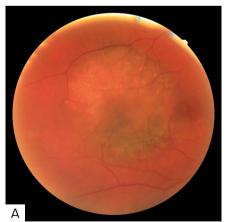
РЕЗУЛЬТАТЫ

Офтальмоскопически до лечения начальная меланома хориоидеи во всех 34 случаях представляла собой пигментированную опухоль овальной формы аспидного цвета с нечеткими, неровными границами, гладкой поверхностью с оранжевым пигментом, выявляемым у половины пациентов (рис. 1А). Субретинальный экссудат и сосуды опухоли клинически не определяли.

При проведении спектральной ОКТ диагностировали элевацию хориоидального профиля в сторону стекловидного тела, ретинальный отек, отслойку нейроэпителия, гиперрефлективную полосу на уровне хориокапилляров с эффектом «тени» подлежащих структур (рис. 1Б).

До проведения ТТТ ОКТ-А показала наличие петлевидного, коленчато-извитого с неравномерным просветом гетерогенного характера сосудистой сети опухоли с многочисленными изгибами и переплетениями, расположенной под сосудами сетчатки в центральной зоне. При этом площадь неоваскулярной сосудистой сети составила 32,82 мм², ее плотность — 12,42 %. Ограничивающую аваскулярную зону диагностировали по периферии образования. Вокруг меланомы определяли гомогенный гиперрефлективный ободок расширенных хориокапилляров (рис. 1В).

Через 4 месяца после сеанса ТТТ проводили обследование пациентов и в 24 (70,6 %) из 34 случаев клинически





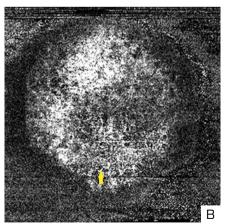


Рис. 1. Офтальмоскопия: А — спектральная оптическая когерентная томография; Б — ОНТ-ангиография начальной меланомы хориоидеи до лечения; В — желтой стрелкой указаны сосуды опухоли

Fig. 1. Ophthalmoscopy: A — spectral optical coherence tomography; B — OCT angiography; B — the tumor vessels are indicated by yellow arrow of small choroidal melanoma before treatment

в области начальной меланомы отмечали серый фокус овальной формы с четкими перистыми границами, неровной поверхностью (рис. 2A).

С помощью спектральной ОКТ выявлены полная дезорганизация всех слоев сетчатки и хориоидеи, их истончение, ровный хориоидальный профиль (рис. 2Б).

ОКТ-А показала окклюзию хориокапилляров в центральной и периферической зоне опухоли, представленной аваскулярными областями, что не давало возможности подсчитать площадь и плотность неоваскулярной сосудистой сети в зоне фокуса. Кроме того, отмечали наличие расширенных больших и средних сосудов хориоидеи вокруг очага, что являлось предикторами полной девитализации опухоли (рис. 2В). В этих случаях проведенное лазерное лечение оценивали как эффективное и отмечали формирование хориоретинального рубца.

Офтальмоскопически у 6 (17,6 %) из 34 пациентов диагностировали слегка проминирующий овальный фокус серо-белесоватого цвета с коагуляционными

изменениями на поверхности сетчатки, с нечеткими контурами, неровной поверхностью (рис. 3A).

При этом спектральная ОКТ дала возможность диагностировать элевацию хориоидального профиля в сторону стекловидного тела, дезорганизацию слоев сетчатки, эффект «тени» подлежащих структур, однако степень девитализации образования выявить оказалось затруднительно (рис. 3Б).

В этих случаях с помощью ОКТ-А выявляли окклюзию хориокапилляров только в центральной зоне меланомы, расширение больших и средних сосудов хориоидеи вокруг опухоли, по ее периферии и в парацентральной области, ретинохориоидальные анастомозы по периферии и в парацентральной зоне опухоли, гетерогенную неоваскуляризацию хориокапилляров вокруг новообразования (рис. 3В). Достоверно уменьшались площадь неоваскулярной сосудистой сети до $12,44 \text{ мм}^2$ и ее плотность до 6,15%, (p < 0,05). Такие показатели нами оценивались как предикторы частичной девитализации

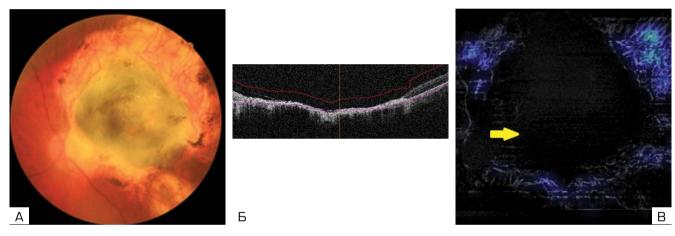


Рис. 2. Офтальмоскопия: A — спектральная оптическая когерентная томография; Б — ОКТ-ангиография; В — желтой стрелкой уназаны аваскулярные зоны хориоретинального рубца через 3 месяца после ТТТ начальной меланомы хориоидеи

Fig. 2. Ophthalmoscopy: A — spectral optical coherence tomography; B — OCT angiography; B — avascular zones are indicated by yellow arrow of the chorioretinal scar 3 months after TTT of small choroidal melanoma

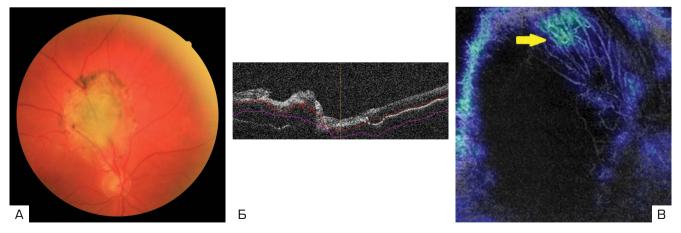


Рис. 3. Офтальмоскопия: A — спектральная оптическая когерентная томография; Б — ОКТ-ангиография; В — желтой стрелкой указаны остаточные сосудистые петли остаточной опухоли через 3 месяца после ТТТ начальной меланомы хориоидеи

Fig. 3. Ophthalmoscopy: A — spectral optical coherence tomography; B — OCT angiography; B — the yellow arrow indicates the residual vascular loops of the residual tumor 3 months after TTT of small choroidal melanoma





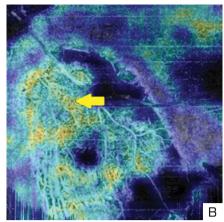


Рис. 4. Офтальмоскопия: А — спектральная оптическая когерентная томография; Б — ОКТ-ангиография; В — желтой стрелкой указаны собственные сосуды в зоне продолженного роста, зеленой стрелкой указана неоваскуляризация по периферии образования продолженного роста опухоли через 3 месяца после ТТТ начальной меланомы хориоидеи

Fig. 4. Ophthalmoscopy: A — spectral optical coherence tomography; B — OCT angiography; B — the yellow arrow indicates own vessels in the zone of continued growth, the green arrow indicates neovascularization at the periphery of tumor) of continued tumor growth 3 months after TTT of small choroid melanoma

начальной МХ после лазерной деструкции, которые свидетельствовали о сохранении остаточной опухоли, что являлось относительным показанием к повторному лечению.

У небольшого количества больных (4 (11,8 %) из 34) на глазном дне выявляли проминирующий очаг овальной формы аспидного цвета с неровными, нечеткими границами, аспидного цвета с признаками лазеркоагулятов на поверхности (рис. 4A).

Спектральная ОКТ предоставила возможность определить элевацию хориоидального профиля в сторону стекловидного тела, дезорганизацию слоев сетчатки, эффект «тени» подлежащих структур, что затрудняло оценку активности опухоли (рис. 4Б).

С помощью ОКТ-А диагностировали сосуды опухоли в области фокуса, большие и средние сосуды хориоидеи вокруг фокуса, по его периферии и в центральной зоне,

окклюзию хориокапилляров в центральной зоне, ретинохориоидальные анастомозы по периферии и в центральной зоне, гетерогенную неоваскуляризацию хориокапилляров вокруг очага (рис. 4В). Отмечали незначительное уменьшение площади неоваскулярной сосудистой сети до $29,13~{\rm mm}^2$ и ее плотности до $10,17~{\rm %},~(p>0,05)$. Такие ситуации оценивали как отсутствие девитализации начальной меланомы хориоидеи после лазерной деструкции и сохранения жизнеспособности образования, что являлось абсолютным показанием к повторной деструкции начальной меланомы хориоидеи (табл.).

ОБСУЖДЕНИЕ

Меланома хориоидеи — злокачественная внутриглазная опухоль, характеризующаяся агрессивным течением и неблагоприятным витальным прогнозом [1–3]. Адекватная диагностика дает возможность выявлять

Таблица. Предикторы эффективности лечения ТТТ начальной меланомы хориоидеи, выявленные с помощью ОКТ-А

Table. Predictors of treatment efficacy of TTT of small choroidal melanoma detected using OCT-A

Предикторы / Predictors	До лечения / Before treatment	Девитализация начальной MX / Devitalization of small uveal melanoma		
		полная / full (n = 24)	частичная / partial (n = 6)	отсутствие / absence (n = 4)
сосуды опухоли / Tumor vessels	+	-	-	+
Гомогенный гиперрефлективный ободок расширенных хориокапилляров / Homogeneous hyperreflective rim of expanded choriocapillaries	+	-	-	-
Расширенные большие и средние сосуды хориоидеи / Enlarged large and medium vessels of the choroid	-	+	+	+
Окклюзия хориокапилляров / Occlusion of the choriocapillaries	-	+	+	+
Ретинохориоидальные анастомозы / Retinochoroidal anastomoses	-	-	+	+
Гетерогенная неоваскуляризация хориокапилляров / Heterogeneous neovascularization of choriocapillaries	-	-	+	+
Площадь неоваскулярной сосудистой сети (мм²) / Neovascular vascular network area (mm²)	32,82	0	12,44*	29,13
Плотность неоваскулярной сосудистой сети (%) / Density of the neovascular vasculature (%)	12,42	0	6,15*	10,17

Примечание. n — количество пациентов, * — достоверность различий. Note: n — number of patients, * — significance of differences.

образование на ранних стадиях с целью проведения органосохранного лечения, которое включает лазерные и лучевые методы [4–7]. В последние годы в современной офтальмологии появился метод ОКТ-А [11], позволяющий неинвазивно определять основной патогномоничный признак опухоли — ее сосуды [12, 13].

В современной литературе присутствуют работы, в которых освещены результаты использования метода ОКТ-А для исследования различных областей глазного дна при меланоме хориоидеи после лечения [14–19]. Так, исследование макулярной зоны после облучения начальной меланомы узким медицинским протонным пучком показало, что во всех случаях определяется постлучевая макулопатия, проявляющаяся уменьшением плотности сосудов на уровне всех сплетений, разрежением хориокапиллярного слоя [14–16].

Другие исследователи изучали циркуляцию перипапиллярной сетчатки до и после брахитерапии меланомы хориоидеи с йодовым офтальмоаппликатором I¹²⁵ [17]. Ученые отметили, что до лечения перипапиллярная сетчатка как в глазах с опухолью, так и без нее, не была изменена. Однако после проведения брахитерапии плотность ретинальных капилляров перипапиллярной области оказалась ниже по сравнению с парными глазами, что являлось важным критерием прогноза зрительных функций [17].

Изучение парафовеолярного поверхностного капиллярного сплетения показало снижение его плотности, кроме того, отмечено увеличение площади фовеолярной аваскулярной зоны после брахитерапии и облучения меланомы хориоидеи узким медицинским протонным пучком [18]. Эти показатели свидетельствовали о ранних признаках лучевой макулопатии.

В области опухоли после ТТТ с помощью ОКТ-А было диагностировано отсутствие перфузии сетчатки, наличие сосудистых аномалий, неоваскуляризации [19].

Таким образом, существующие работы в основном посвящены изучению неоваскуляризации макулярной и перипапиллярной зоны после лечения при внецентральной локализации меланомы с целью прогнозирования зрительных функций. Однако, по нашему мнению, изучение зоны опухоли, независимо от ее расположения на глазном дне, имеет первоочередное значение для оценки эффективности проведенного лечения и витального прогноза.

Собственные исследования показали, что при пигментированных опухолях офтальмоскопически сосуды

образования не обнаруживаются, тогда как ОКТ-А дает возможность во всех случаях выявить сосудистый компонент на уровне хориоидеи до лечения.

Кроме того, в собственных исследованиях мы обнаружили, что после лазерной деструкции отмечается сходная клиническая и морфометрическая картина формирующихся очагов, что не дает возможности выявить наличие или отсутствие признаков девитализации образования — отсутствие сосудов. Метод ОКТ-А позволяет диагностировать различные сосудистые изменения в опухоли и выявить предикторы полной девитализации опухоли, представляющие собой окклюзию хориокапилляров в центральной и периферической зоне, наличие расширенных больших и средних сосудов хориоидеи вокруг очага. К предикторам частичной девитализации нами отнесены окклюзия хориокапилляров только в центральной зоне опухоли, расширение больших и средних сосудов хориоидеи вокруг опухоли, по ее периферии и в парацентральной области, ретинохориоидальные анастомозы по периферии и в парацентральной зоне опухоли, гетерогенная неоваскуляризация хориокапилляров по периферии новообразования. При отсутствии девитализации собственные исследования показали наличие сосудов опухоли в области фокуса, больших и средних сосудов хориоидеи вокруг фокуса, по его периферии и в центральной зоне, окклюзии хориокапилляров в центральной зоне, ретинохориоидальных анастомозов по периферии и в центральной зоне, гетерогенной неоваскуляризации хориокапилляров вокруг очага (табл.). Вышеозначенные признаки дают возможность своевременно начать лечение и обнаружить признаки рецидива или продолженного роста, что в итоге увеличит процент эффективности проводимой терапии злокачественной опухоли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, внедрение оптической когерентной томографии-ангиографии позволило выявить предикторы эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи, представляющие собой различные типы васкуляризации опухоли, свидетельствующие о полной, частичной или отсутствии ее девитализации после лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Мякошина Е.Б. — организация исследований, трактовка результатов, анализ материала, автор идеи;

Саакян С.В. — руководство научными исследованиями, организация исследований, трактовка результатов, автор идеи;

Иванова О.А. — проведение исследований, обработка и анализ материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Бровкина А. Ф., Панова И. Е., Саакян С.В. Офтальмоонкология: новое за последние два десятилетия. Вестник офтальмологии. 2014;130(6):13–19. [Brovkina A.F., Panova I.E., Saakyan S.V. Ophthalmic oncology: new over the past two decades. Annales of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii. 2014;130(6):13–19 (In Puss.)]
- Singh A.D., Turell M.E., Topham A.K. Uveal melanoma: trends in incidence, treatment, and survival. *Ophthalmology*. 2011;118:1881–1885. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.01.040
- Damato B.E., Heimann H., Kalirai H., Coupland S.E. Age, survival predictors, and metastatic death in patients with choroidal melanoma: tentative evidence of a therapeutic effect on survival. *JAMA Ophthalmol.* 2014;132(5):605–613. DOI: 10.1001/ jamaophthalmol.2014.77
- Бровкина А.Ф. Органосохранное лечение внутриглазных опухолей (тенденции развития). Вестник офтальмологии. 2003;1:22–25. [Brovkina A.F. Organsaving treatment of intraocular tumors (developmental trends). Annales of Ophthalmology = Vestnik oftal'mologii. 2003;1:22–25 (In Russ.)].

- Mashayekhi A., Shields C.L., Rishi P., Atalay H.T., Pellegrini M., McLaughlin J.P., Patrick K.A., Morton S.J., Remmer M.H., Parendo A., Schlitt M.A., Shields J.A. Primary transpupillary thermotherapy for choroidal melanoma in 391 cases: importance of risk factors in tumor control. *Ophthalmology*. 2015;122(3):600–609. DOI: 10.1016/j.ophtha.2014.09.029
- Kiratli H., Bilgic S. Choriovitreal neovascularization following transpupillary thermotherapy for choroidal melanoma. Eye. 2003;17:437–438.
- Midena E., Pilotto E., De Belvis V., Zaltron S., Doro D., Segato T., Piermarocchi S. Choroidal Vascular Changes after Transpupillary Thermotherapy for Choroidal Melanoma. *Ophthalmology*. 2003;110(11):2216–2222. DOI: 10.1016/S0161-6420(03)00715-2
- Давыдов М.И., Ганцев III.Х. Онкология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 920 с. [Davydov M.I., Gantsev Sh.Kh. Onkologiya. Moscow: GEOTAR-Media, 2010. 920 р. (In Russ.)].
- Саакян С.В., Мякошина Е.Б., Юровская Н.Н. Спектральная оптическая когерентная томография в оценке эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи. Вестинк офтальмологии. 2013;129(3):32–37. [Saakyan S.V., Myakoshina E.B., Yurovskaya N.N. Spectral optical coherence tomography in evaluating the effectiveness of transpupillary thermotherapy of primary choroid melanoma. Annales of Ophthalmology = Vestnik oftal mologii. 2013;129(3):32–37 (In Russ.)].
- Нероев В.В., Саакян С.В., Амирян А.Г., Вальский В.В. Клинико-эхографические факторы прогноза эффективности брахитерапии увеальной меланомы. Russian Electronic Journal of Radiology. 2018;8(1):40–51. [Neroev V.V., Saakyan S.V., Amiryan A.G., Val'skiy V.V. Clinical-echographic factors predicting the effectiveness of brachytherapy of uveal melanoma. Russian Electronic Journal of Radiology. 2018;8(1):40–51 (In Russ.)]. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-1-40-51
- Jia Y., Tan O., Tokayer J., Potsaid B., Wang Y., Liu J.J., Kraus M.F., Subhash H., Fujimoto J.G., Hornegger J., Huang D. Split-spectrum amplitude-decorrelation angiography with optical coherence tomography. *Opt Express*. 2012;20(4):4710. DOI: 10.1364/OF.20.004710
- 12. Neroev V., Saakyan S., Myakoshina E. OCT Angiography in the diagnosis of small choroidal tumors. *Journal of Global Pharma Technology*. 2018;10(5):249–256.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации Мякошина Елена Борисовна

кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела офтальмоонкологии и радиологии

ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации Саакян Светлана Ваговна

доктор медицинских наук проф., начальник отдела офтальмоонкологии и радио-

ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации Иванова Ольга Андреевна

кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отдела офтальмоонкологии и радиологии

ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

- Нероев В.В., Саакян С.В., Мякошина Е.Б., Охоцимская Т.Д., Фадеева В.А. Оптическая когерентная томография-ангиография в диагностике начальной меланомы и отграниченной гемангиомы хориоидеи. Вестник офтальмологии. 2018;134(3):4–18. [Neroev V.V., Saakyan S.V., Myakoshina E.B., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. Role of optical coherence tomography angiography in diagnostics of early choroidal melanoma and circumscribed choroidal hemangioma. Annals of Ophthalmology = Vestnik oftal mologii. 2018;134(3):4–18 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma201813434
- Sellam A., Coscas F., Dendale R., Lupidi M., Coscas G., Desjardins L., Cassoux N.
 Optical Coherence Tomography Angiography of Macular Features After Proton
 Beam Radiotherapy for Small Choroidal Melanoma. American Journal of Ophthal mology. 2017;181:12–19. DOI: 10.1016/j.ajo.2017.06.008
- Shields C.L., Say E.A., Samara W.A., Khoo C.T., Mashayekhi A., Shields J.A. 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):1493–1505. DOI: 10.1097/IAE.000000000001021
- Say E.A., Samara W.A., Khoo C.T., Magrath G.N., Sharma P., Ferenczy S., Shields C.L. Parafoveal capillary density after plaque radiotherapy for choroidal melanoma: Analysis of Eyes Without Radiation Maculopathy. *Retina*. 2016;36(9):1670–1678. DOI: 10.1097/IAE.000000000001085
- Skalet A.H., Liu L., Binder C., Miller A.K., Wang J., Wilson D.J., Crilly R., Thomas C.R., Jr., Hung A.Y., Huang D., Jia Y. Quantitative OCT Angiography Evaluation of Peripapillary Retinal Circulation after Plaque Brachytherapy. *Ophthalmology*. 2018;125(4):466–470. DOI: 10.1016/j.oret.2017.06.005
- Randerson E.L., Warren C., Linderman R.E., Strampe M.R., Sparks I., Russell H., McKenney K., Carroll J., Wirostko W. Optical Coherence Tomography Angiography (OCTA) after Plaque and Proton Beam Radiotherapy for Uveal Melanoma. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2017;58(8):1691.
- Gündüz A.K. Swept-source optical coherence tomography and angiography findings in intraocular tumors and changes after treatment. 2019. SSOCT-2019. https:// www.issoct.com/swept-source-optical-coherence-tomography-and-angiographyfindings-in-intraocular-tumors-and-changes-after-treatment-889/

ABOUT THE AUTHORS

Helmholtz National Medical Center of Eye Diseases Myakoshina Elena B. PhD, researcher, Department of ophthalmology and radiology Sadovaya-Chernogryazskaya 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Center of Eye Diseases Saakyan Svetlana V. MD, Professor, head of Ocular oncology department Sadovaya-Chernogryazskaya 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

Helmholtz National Medical Center of Eye Diseases Ivanova Olga A. PhD, researcher, Department of ophthalmology and radiology Sadovaya-Chernogryazskaya 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation