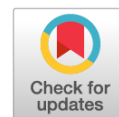


DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj112251>

Значение оптической когерентной томографии с ангиографией для оценки зрительных функций у детей с рубцовой ретинопатией недоношенных

Л.А. Катаргина, Л.В. Коголева, Н.А. Осипова, Н.Ш. Кокоева

НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Цель. Сравнительная оценка морфометрических, структурных и микрососудистых параметров макулярной зоны у детей с рубцовой ретинопатией недоношенных (РН) I–III степеней с различной остротой зрения и здоровых сверстников.

Материал и методы. Обследовано 18 детей (36 глаз) в возрасте от 8 до 18 лет с РН рубцовой фазы I–III степеней. Контрольную группу составили 10 сверстников (20 глаз). Всем детям помимо стандартного офтальмологического обследования проводилась оптическая когерентная томография (ОКТ), а также оптическая когерентная томография с ангиографией (ОКТА). Диагностику проводили на томографе RS-3000 Advance 2, Nidek (Япония). В полученных сканах размером 3х3 мм с центром в фовеа осуществляли оценку сосудистой и перфузионной плотности поверхностного и глубокого капиллярных сплетений сетчатки, а также фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ), измеряли толщину сетчатки в фовеа, оценивали структуру нейроэпителия в макуле.

Результаты. У детей, родившихся на сроке до 27 недель, центральная толщина сетчатки была выше ($231,8 \pm 18,2$ мкм), чем у более «зрелых» детей ($208,2 \pm 15,2$ мкм), взаимосвязь данного параметра с остротой зрения не выявлена. Сосудистая плотность поверхностного капиллярного сплетения сетчатки (ПКСС) в группе детей с РН максимальной скорректированной остротой зрения (МКОЗ) до 0,4 составила $1,46 \text{ mm}^{-1}$, выше 0,4 — $1,35 \text{ mm}^{-1}$, в контрольной группе — $1,89 \text{ mm}^{-1}$. Значение ПКСС в группах с различным значением МКОЗ (до 0,4; выше 0,4; в контрольной группе) составило 9,2%, 10,03% и 13,3%, соответственно. Сосудистая плотность глубокого капиллярного сплетения сетчатки (ГКСС) в группе детей с РН с МКОЗ до 0,4 составила $2,8 \text{ mm}^{-1}$, выше 0,4 — $3,0 \text{ mm}^{-1}$, в контрольной группе — $3,2 \text{ mm}^{-1}$, а перфузионная плотность ГКСС в указанных группах — 25,7; 30,9; 31,7%, соответственно.

Заключение. Анализ архитектоники ретинального сосудистого русла у детей с ретинопатией новорождённых с помощью оптической когерентной томографии с ангиографией позволяет оценивать взаимосвязь нарушений микроциркуляции центральной зоны сетчатки с остротой зрения, что имеет большое научно-практическое значение.

Ключевые слова: оптическая когерентная томография с ангиографией; оптическая когерентная томография; ретинопатия недоношенных; острота зрения.

Как цитировать:

Катаргина Л.А., Коголева Л.В., Осипова Н.А., Кокоева Н.Ш. Значение оптической когерентной томографии с ангиографией для оценки зрительных функций у детей с рубцовой ретинопатией недоношенных // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2023. Т. 18. №1. С. 13–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj112251>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj112251>

Value of optical coherence tomography angiography for the assessment of visual functions in children with retinopathy of prematurity

Lyudmila A. Katargina, Lyudmila V. Kogoleva, Natalya A. Osipova, Nina Sh. Kokoeva

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

AIM: To compare and assess morphometric, structural, and microvascular parameters of the macular zone in children with cicatricial ROP grades I–III with different visual acuity from those in healthy peers.

MATERIAL AND METHODS: Eighteen children (36 eyes) aged 8–18 years with cicatricial ROP grades I–III were examined. Ten peers (20 eyes) made up the control group. All children, in addition to the standard ophthalmological examination, underwent optical coherence tomography and optical coherence tomography with angiography (OCTA). The diagnosis was carried out on a tomograph RS-3000 Advance 2 (Nidek (Japan)). In the resulting 3×3 mm scans with a center in the fovea, the vascular and perfusion density of the superficial retinal capillary plexus (SCP), deep retinal capillary plexus (DSP), and the foveolar avascular zone, were measured, the thickness of the retina in the fovea was evaluated, and the structure of the neuroepithelium in the macula was assessed.

RESULTS: In children born before 27 weeks, the central retinal thickness was higher than that in more “mature” children (231.8 ± 18.2 and 208.2 ± 15.2 μm , respectively), and the relationship of this parameter with visual acuity was not explored. The vascular density of SCP in children with ROP and best-corrected visual acuity (BCVA) up to 0.4 and more than 0.4 were 1.46 mm^{-1} and 1.35 mm^{-1} , respectively; and in the control group, it was 1.89 mm^{-1} .

The perfusion densities of the SCP in these groups were 9.2%, 10.03%, and 13.3%, respectively. The vascular densities of the Deep capillary plexus (DCP) in children with ROP with BCVA up to 0.4 and more than 0.4 were 2.8 mm^{-1} and 3.0 mm^{-1} , respectively; in the control group, it was 3.2 mm^{-1} , and the perfusion density of the deep capillary plexus (DCP) in indicated groups were 25.7%, 30.9%, and 31.7%, respectively.

CONCLUSION: The analysis of the architectonics of the retinal vascular bed in children with ROP using OCTA makes it possible to assess the relationship between microcirculation disorders in the central zone of the retina and visual acuity, which is of great scientific and practical importance.

Keywords: optical coherence tomography; optical coherence tomography with angiography; retinopathy of prematurity; visual acuity.

To cite this article:

Katargina LA, Kogoleva LV, Osipova NA, Kokoeva NS. Value of optical coherence tomography angiography for the assessment of visual functions in children with retinopathy of prematurity. *Russian pediatric ophthalmology*. 2023;18(1):13–20. DOI: <https://doi.org/10.17816/rpoj112251>

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки сосудистых изменений и выявления неперфузионных зон сетчатки и хориоидеи в офтальмологии традиционно применялись флюоресцентная ангиография и ангиография с индоцианином зелёным, которые имеют ряд ограничений и противопоказаний. В настоящее время в практику офтальмолога прочно вошла оптическая когерентная томография с ангиографией (ОКТА). Новая методика позволяет визуализировать поверхностный и глубокий капиллярные сосудистые сплетения сетчатки и слой хориокапилляров без предварительного внутривенного введения красителя с одновременной оценкой структуры сетчатки. С помощью специального программного обеспечения приборов ОКТА возможно проводить качественную и количественную оценку сосудистой и перфузионной плотности указанных сосудистых структур в зоне сканирования, а также оценивать параметры фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ).

Проводятся клинические и научные исследования, направленные на изучение роли нарушений микроциркуляции глазного дна, выявленных при ОКТА, в патогенезе различных заболеваний глазного дна, а также для оценки эффективности методов лечения и прогнозирования характера течения и исхода патологических процессов. В частности, было показано, что такой параметр как ФАЗ является высокочувствительным к воздействиям ишемии и может служить индикатором тяжёлых патологических процессов. Известно, что увеличение площади ФАЗ происходит при диабетической ретинопатии, при окклюзии вен сетчатки и другой патологии [1]. Напротив, при недоношенности и глазном альбинизме площадь ФАЗ уменьшается [2].

Важно отметить, что неинвазивный характер и бесконтактность ОКТА открыли широкие возможности её применения в педиатрии, в том числе при обследовании детей младшего возраста [3].

Закономерно, что проведение ОКТА привлекло внимание исследователей и клиницистов в аспекте заболеваний глазного дна детей, сопровождающихся сосудистыми аномалиями, к числу которых относится ретинопатия недоношенных (РН) как в активной, так и в рубцовой фазах.

При рубцовой РН нередко отмечается довольно большой разброс зрительных функций (в частности, остроты зрения) при сходных анатомических исходах активной фазы заболевания, т.е. наблюдаются широкие колебания функций в рамках одной и той же степени РН. Безусловно, на зрительные функции недоношенных детей оказывает влияние сложный комплекс факторов, таких как рефракция, состояние зрительных проводящих путей и головного мозга и другие [4]. Однако разные функции отмечаются и при прочих равных показателях.

Изучение микрососудистых изменений с помощью ОКТА в комплексе с морфометрическими и структурными показателями центральной области сетчатки

представляет собой перспективное направление исследований для оценки и прогнозирования зрительных функций.

Цель. Сравнительная оценка морфометрических, структурных и микрососудистых параметров макулярной зоны у детей с рубцовой РН I–III степеней с различным функциональным исходом и здоровых сверстников.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 18 детей (36 глаз) от 8 до 18 лет с РН рубцовой фазы 1–3 степени. Контрольную группу составили 10 доношенных сверстников (20 глаз). Включение данных обследования детей проводилось после получения письменного согласия их официальных представителей.

Дети исследуемой группы родились на сроке 26–31 недель гестации с массой тела 780–1320 г. У 13 детей (26 глаз) активная РН закончилась самопроизвольным регрессом, у 5 детей (10 глаз) регресс наступил после лазеркоагуляции сетчатки.

Всем детям, помимо стандартного офтальмологического обследования (визометрия, рефрактометрия, тонометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия), проводилась ОКТА на оптическом когерентном томографе RS-3000 Advance 2, Nidek (Япония). В полученных сканах размером 3х3 мм с центром в фовеа осуществляли оценку сосудистой и перфузионной плотности поверхностного и глубокого капиллярных сплетений сетчатки всей области сканирования, а также фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ). Сегментация слоёв осуществлялась автоматически, расчёт параметров проводился на базе стандартного программного обеспечения прибора. Измерялась толщина сетчатки в фовеа, оценивалась структура нейрорепарации в макуле.

Статистическая обработка результатов проводилась в программе IBM SPSS Statistics (версия 22) и с использованием статистического пакета Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ретинопатия новорождённых (РН) I степени выявлена на 8 глазах, на 12 глазах обнаружено заболевание II степени, на 6 глазах — III степени. На 10 глазах была миопия слабой степени, на 15 глазах — миопия средней степени, на 6 глазах — высокой степени, на 3 глазах — гиперметропия, а эметропия выявлена лишь на двух глазах. Достаточно высокая (0,5–1,0) максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ) выявлена на 14 глазах с РН I–II степеней; острота зрения ниже 0,4 (0,2–0,4) была на 22 глазах с РН I–III степеней, из них на 6 глазах — с заболеванием I степени.

У детей контрольной группы наблюдалась миопия слабой и средней степеней, МКОЗ у всех детей составляла 1,0.

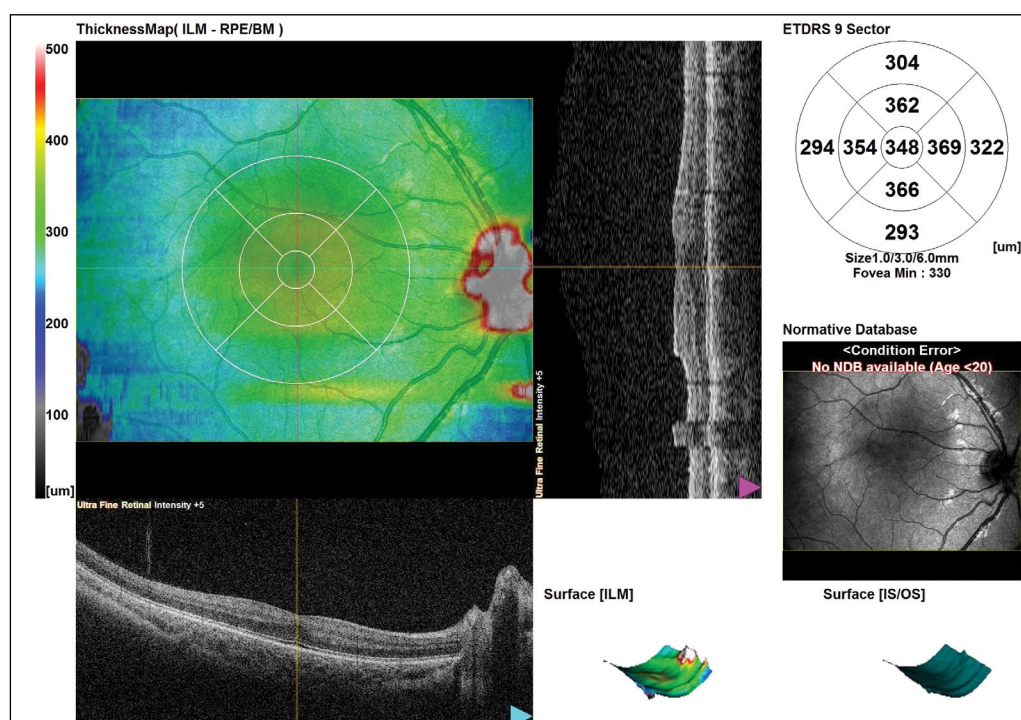


Рис. 1. Оптическая когерентная томография макулярной зоны сетчатки ребёнка с диагнозом: РН, I степень, рубцовая фаза: персистенция внутренних слоёв сетчатки в фовеа.

Fig. 1. Optical coherence tomography of the macular area of the retina of a child with a diagnosis of ROP, grade I, cicatricial phase: persistence of the inner layers of the retina in the fovea.

Сглаженность или отсутствие фовеолярной депрессии по данным ОКТ наблюдалось на 14 глазах, в том числе на 3 глазах с I степенью РН, на 5 глазах — с заболеванием II степени, а на 6 глазах — с III степенью РН. Отсутствие или сглаженность фовеолярной депрессии на глазах с заболеванием I–II степеней в большинстве случаев объяснялось сохранением эмбрионального строения макулы (нарушение дифференцировки макулы) (рис. 1).

У детей, родившихся на сроке до 27 недель, центральная толщина сетчатки (ЦТС) была выше, чем у более «зрелых» детей ($231,8 \pm 18,2$ против $208,2 \pm 15,2$, $p > 0,05$). При II степени заболевания (2 глаза) и при III степени сглаженность и отсутствие фовеолярной депрессии объяснялось тракционной деформацией макулы. В исследуемой группе мы не выявили ретиношизиса, витреоретинальной тракции, эпиретинальных мембран в центральной зоне.

Данные ОКТА показали, что у детей с ретинопатией новорождённых ФАЗ поверхностного капиллярного сплетения сетчатки определялась лишь в 32% случаев, в то время как в контрольной группе детей ФАЗ выявили в 100% случаев. Сравнительный статистический анализ площади ФАЗ в исследуемых группах представлялся некорректным вследствие низкой частоты её выявления у детей с РН.

Оценка параметров поверхностного капиллярного сплетения сетчатки (ПКСС)

Сосудистая плотность ПКСС в группе детей с РН в среднем составила $1,39 \pm 0,08 \text{ mm}^{-1}$, а в контрольной

группе — $1,89 \pm 0,08 \text{ mm}^{-1}$ ($p > 0,05$). При этом, в подгруппе детей с РН с МКОЗ до 0,4 данный показатель составил $1,46 \pm 0,2 \text{ mm}^{-1}$, а выше 0,4 — $1,35 \pm 0,07 \text{ mm}^{-1}$ ($p > 0,05$) (рис. 2).

Перфузионная плотность ПКСС у детей с РН в среднем составила $9,7 \pm 0,78\%$, в контрольной группе детей — $13,3 \pm 0,75\%$ ($p > 0,05$). У детей с РН с МКОЗ до 0,4 данный параметр равнялся $9,2 \pm 1,8\%$, с остротой зрения выше 0,4 — $10,03 \pm 0,76\%$ ($p > 0,05$).

Оценка параметров глубокого капиллярного сплетения сетчатки (ГКСС)

Сосудистая плотность ГКСС в группе детей с РН в среднем составила $2,9 \pm 0,11 \text{ mm}^{-1}$, в контрольной группе — $3,2 \pm 0,06 \text{ mm}^{-1}$ ($p > 0,05$). При этом, в подгруппе детей с РН с МКОЗ до 0,4 данный показатель составил $2,8 \pm 0,28 \text{ mm}^{-1}$, а выше 0,4 — $3,0 \pm 0,09 \text{ mm}^{-1}$ ($p > 0,05$) (рис. 3).

Перфузионная плотность ГКСС у детей с РН в среднем составила $29,1 \pm 1,54\%$, в контрольной группе детей — $31,7 \pm 1,03\%$ ($p > 0,05$). У детей с РН с МКОЗ до 0,4 данный параметр был равен $25,7 \pm 3,34\%$, с остротой зрения выше 0,4 — $30,9 \pm 1,37\%$ ($p > 0,05$).

Таким образом, отмечалась тенденция к снижению всех параметров микроциркуляции макулярной зоны сетчатки у детей с РН по сравнению с контрольной группой детей. Наиболее показательной в сравнительной оценке стала перфузионная плотность обоих капиллярных сплетений сетчатки. Выявленную тенденцию можно

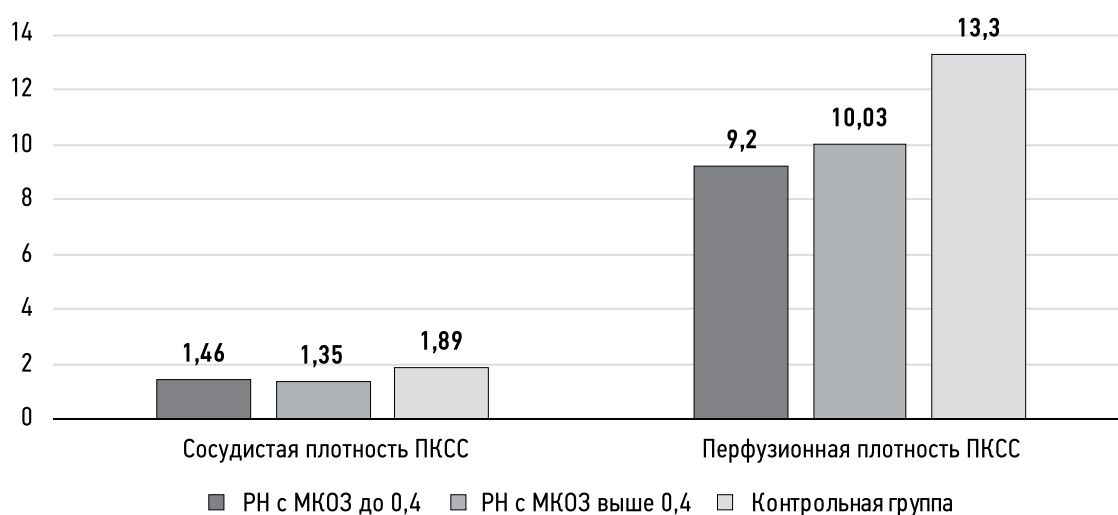


Рис. 2. Параметры поверхностного капиллярного сплетения сетчатки (ПКСС): сосудистая плотность, мм⁻¹, перфузионная плотность, %. РН — ретинопатия новорождённых; МКОЗ — максимально корригированная острота зрения.

Fig. 2. Superficial capillary plexus parameters (SCP): vascular density, mm⁻¹, perfusion density, %. ROP — retinopathy of prematurity; BCVA — best corrected visual acuity.

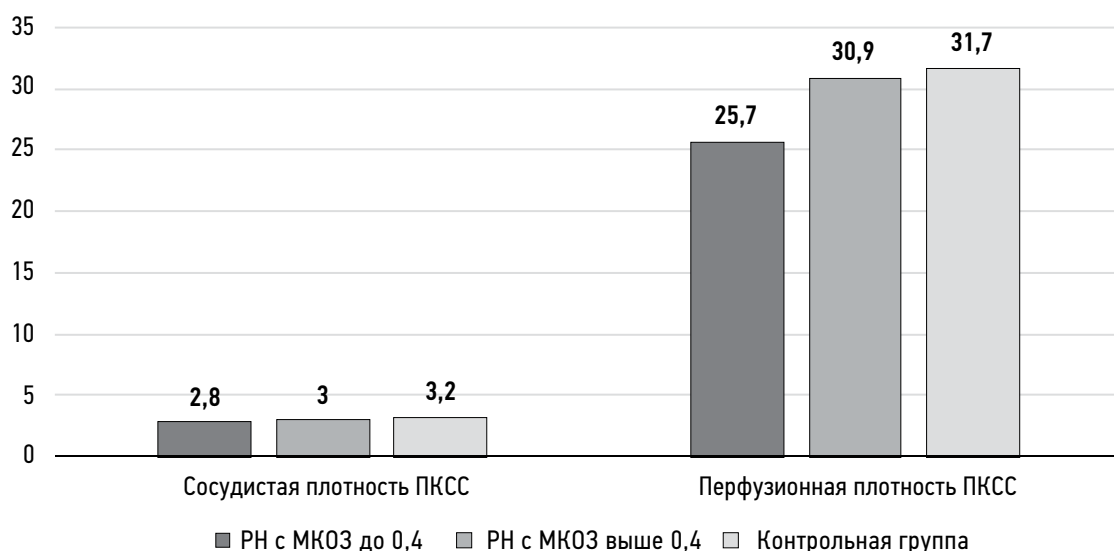


Рис. 3. Параметры глубокого капиллярного сплетения сетчатки (ГКСС): сосудистая плотность, мм⁻¹, перфузионная плотность, %. РН — ретинопатия новорождённых; МКОЗ — максимально корригированная острота зрения.

Fig. 3. Deep capillary plexus (DCP) parameters: vascular density, mm⁻¹, perfusion density, %. ROP — retinopathy of prematurity; BCVA — corrected visual acuity.

объяснить нарушением васкуляризации сетчатки при РН не только на периферии, но и в центральных отделах, которое наравне с самим фактом недоношенности может лежать в основе нарушения дифференцировки макулы.

Было выявлено, что перфузионная плотность обоих капиллярных сплетений сетчатки у детей с РН с МКОЗ меньше 0,4 имела чёткую тенденцию к снижению по сравнению с аналогичным показателем у детей с более высокой МКОЗ, причём в большей степени на уровне ГКСС. Важно отметить, что на 4 глазах с РН I–II степеней у глубоко недоношенных детей при сниженных исследуемых параметрах острота зрения была достаточно высокой (0,5–0,8),

что свидетельствует об отсутствии сильной корреляции между микрососудистыми особенностями макулярной зоны и функциональными показателями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отношении фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ) у всех детей с РН определяется достоверное её уменьшение по сравнению с группой доношенных детей [5–8], что согласуется с результатами нашего исследования. Однако в отношении фовеальной сосудистой плотности данные противоречивы, в одних работах отмечается её повышение по сравнению с детьми без РН [7, 8],

а в других — показано снижение показателя [9]. Известны исследования, направленные на изучение корреляции выявленных нарушений ангиоархитектоники сетчатки и степени незрелости недоношенных детей, видом проводимого лечения РН, параметрами сетчатки макулярной зоны и остротой зрения [8, 10–13], однако, убедительной взаимосвязи на настоящий момент не выявлено. Было показано, что у детей с РН, которым в анамнезе была проведена лазеркоагуляция аваскулярных зон сетчатки, были выявлены более высокая сосудистая плотность и меньшая площадь ФАЗ по сравнению с группой детей с самопроизвольным регрессом РН [5]. В другом исследовании при сравнении параметров макулярной зоны сетчатки между группой детей с тяжёлой РН в анамнезе и группой здоровых детей было показано, что у детей первой группы отмечалась значительно меньшая площадь ФАЗ и более высокая сосудистая плотность, кроме того, фовеальная толщина была значительно выше по сравнению с группой контроля. Была отмечена отрицательная зависимость между площадью ФАЗ и толщиной сетчатки в фовеа, а также положительная корреляция между фовеальной сосудистой плотностью и толщиной сетчатки в фовеа. Показано, что более высокая плотность ПКСС при рубцовой РН ассоциировалась с более высокими зрительными функциями [14], что также нашло отражение и в результатах нашей работы.

Таким образом, ОКТА выявила новые потенциально патогенетически значимые особенности структуры микрососудистого русла макулярной зоны сетчатки, продемонстрировав вовлечённость в патологический процесс при РН, помимо периферических, центральных ретинальных сосудов. Изучение архитектоники ретинального и хориоидального сосудистого русла у детей с РН с помощью ОКТА представляет собой перспективное направление исследований, позволяющее анализировать взаимосвязь нарушений микроциркуляции центральной зоны сетчатки с различными параметрами зрительных функций у детей с рубцовой РН. Полученные результаты исследования имеют большое значение с точки зрения прогноза заболевания и могут составить основу новых терапевтических

подходов к ведению таких пациентов. Вместе с тем, важно отметить, что только комплексная оценка всех параметров ОКТ, ОКТА и клинико-функционального состояния глаз с РН позволяет более чётко и полно выявить причины нарушения зрительных функций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределён следующим образом: Л.А. Катаргина — разработка концепции исследования, научное редактирование; Л.В. Коголева — построение плана исследования, научное редактирование; Н.А. Осипова — обследование пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; Н.Ш. Кокоева — обследование пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников.

ADDITIONAL INFO

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. L.A. Katargina and L.V. Kogoleva designed the study; N.A. Osipova and N.Sh. Kokoeva examined patients, analyzed data, wrote the manuscript with input from all authors. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

ЛИТЕРАТУРА

1. Samara W.A., Say E.A., Khoo C.N.L., et al. Correlation of foveal avascular zone size with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography // *Retina*. 2015. Vol. 35, N 11. P. 2188–2195. doi: 10.1097/IAE.0000000000000847
2. Mintz-Hittner H.A., Knight-Nanan D.M., Satriano D.R., Kretzer F.L. A small foveal avascular zone may be an historic mark of prematurity // *Ophthalmology*. 1999. Vol. 106, N 7. P. 1409–1413. doi: 10.1016/S0161-6420(99)00732-0
3. Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Панамарева С.В. Оптическая когерентная томография-ангиография в детской офтальмологической практике (обзор литературы) // *Офтальмология*. 2021. Т. 18, № 1. С. 5–11. doi: 10.18008/1816-5095-2021-1-5-11
4. Коголева Л.В. Клинико-функциональное состояние глаз у глубоко недоношенных детей в отдаленный период // *Российская педиатрическая офтальмология*. 2014. Т. 9, № 3. С. 14–20. doi: 10.17816/rpoj37594
5. Falavarjani K.G., Iafe N.A., Velez F.G., et al. Optical coherence tomography angiography of the fovea in children born preterm // *Retina*. 2017. Vol. 37, N 12. P. 2289–2294. doi: 10.1097/IAE.0000000000001471
6. Bowl W., Bowl M., Schweinfurth S., et al. OCT Angiography in Young Children with a History of Retinopathy of Prematurity // *Ophthalmol Retina*. 2018. Vol. 2, N 9. P. 972–978. doi: 10.1016/j.oret.2018.02.004

7. Jabroun M.N., AlWattar B.K., Fulton A.B. Optical Coherence Tomography Angiography in Prematurity // *Semin Ophthalmol.* 2021. Vol. 36, N 4. P. 264–269. doi: 10.1080/08820538.2021.1893760
8. Rezar-Dreindl S., Eibenberger K., Told R., et al. Retinal vessel architecture in retinopathy of prematurity and healthy controls using swept-source optical coherence tomography angiography // *Acta Ophthalmol.* 2021. Vol. 99, N 2. P. e232–e239. doi: 10.1111/aos.14557
9. Nonobe N., Kaneko H., Ito Y., et al. Optical coherence tomography angiography of the foveal avascular zone in children with a history of treatment-requiring retinopathy of prematurity // *Retina.* 2019. Vol. 39, N 1. P. 111–117. doi: 10.1097/IAE.0000000000001937
10. Czeszyk A., Hautz W., Jaworski M., et al. Morphology and Vessel Density of the Macula in Preterm Children Using Optical Coherence Tomography Angiography // *J Clin Med.* 2022. Vol. 11, N 5. P. 1337. doi: 10.3390/jcm11051337
11. Carreira A.R., Cardoso J., Lopes D., et al. Long-term macular vascular density measured by OCT-A in children with reti-

nopathy of prematurity with and without need of laser treatment // *Eur J Ophthalmol.* 2021. Vol. 31, N 6. P. 3337–3341. doi: 10.1177/1120672120983204

12. Lepore D., Ji M.H., Quinn G.E., et al. Functional and Morphologic Findings at Four Years After Intravitreal Bevacizumab or Laser for Type 1 ROP // *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2020. Vol. 51, N 3. P. 180–186. doi: 10.3928/23258160-20200228-07

13. Deng X., Cheng Y., Zhu X.-M., et al. Foveal structure changes in infants treated with anti-VEGF therapy or laser therapy guided by optical coherence tomography angiography for retinopathy of prematurity // *Int J Ophthalmol.* 2022. Vol. 15, N 1. P. 106–112. doi: 10.18240/ijo.2022.01.16

14. Chen Y.C., Chen Y.T., Chen S.N. Foveal microvascular anomalies on optical coherence tomography angiography and the correlation with foveal thickness and visual acuity in retinopathy of prematurity // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019. Vol. 257, N 1. P. 23–30. doi: 10.1007/s00417-018-4162-y

REFERENCES

1. Samara WA, Say EA, Khoo CNL, et al. Correlation of foveal avascular zone size with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography. *Retina.* 2015;35(11):2188–2195. doi: 10.1097/IAE.0000000000000847
2. Mintz-Hittner HA, Knight-Nanan DM, Satriano DR, Kretzer FL. A small foveal avascular zone may be an historic mark of prematurity. *Ophthalmology.* 1999;106(7):1409–1413. doi: 10.1016/S0161-6420(99)00732-0
3. Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Panamareva SV. Optical Coherence Tomography-Angiography in Pediatric Ophthalmological Practice (Review). *Ophthalmology in Russia.* 2021;18(1):5–11. (In Russ). doi: 10.18008/1816-5095-2021-1-5-11
4. Kogoleva LV. Clinical and functional eye's parameters in extremely low birth weight patients with retinopathy of prematurity. *Russian Pediatric Ophthalmology.* 2014;9(3):14–19. (In Russ). doi: 10.17816/rpoj37594
5. Falavarjani KG, Iafe NA, Velez FG, et al. Optical coherence tomography angiography of the fovea in children born preterm. *Retina.* 2017;37(12):2289–2294. doi: 10.1097/IAE.0000000000001471
6. Bowl W, Bowl M, Schweinfurth S, et al. OCT Angiography in Young Children with a History of Retinopathy of Prematurity. *Ophthalmol Retina.* 2018;2(9):972–978. doi: 10.1016/j.oret.2018.02.004
7. Jabroun MN, AlWattar BK, Fulton AB. Optical Coherence Tomography Angiography in Prematurity. *Semin Ophthalmol.* 2021;36(4):264–269. doi: 10.1080/08820538.2021.1893760
8. Rezar-Dreindl S, Eibenberger K, Told R, et al. Retinal vessel architecture in retinopathy of prematurity and healthy controls using

swept-source optical coherence tomography angiography. *Acta Ophthalmol.* 2021;99(2):e232–e239. doi: 10.1111/aos.14557

9. Nonobe N, Kaneko H, Ito Y, et al. Optical coherence tomography angiography of the foveal avascular zone in children with a history of treatment-requiring retinopathy of prematurity. *Retina.* 2019;39(1):111–117. doi: 10.1097/IAE.0000000000001937

10. Czeszyk A, Hautz W, Jaworski M, et al. Morphology and Vessel Density of the Macula in Preterm Children Using Optical Coherence Tomography Angiography. *J Clin Med.* 2022;11(5):1337. doi: 10.3390/jcm11051337

11. Carreira AR, Cardoso J, Lopes D, et al. Long-term macular vascular density measured by OCT-A in children with retinopathy of prematurity with and without need of laser treatment. *Eur J Ophthalmol.* 2021;31(6):3337–3341. doi: 10.1177/1120672120983204

12. Lepore D, Ji MH, Quinn GE, et al. Functional and Morphologic Findings at Four Years After Intravitreal Bevacizumab or Laser for Type 1 ROP. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina.* 2020;51(3):180–186. doi: 10.3928/23258160-20200228-07

13. Deng X, Cheng Y, Zhu X-M, et al. Foveal structure changes in infants treated with anti-VEGF therapy or laser therapy guided by optical coherence tomography angiography for retinopathy of prematurity. *Int J Ophthalmol.* 2022;15(1):106–112. doi: 10.18240/ijo.2022.01.16

14. Chen YC, Chen YT, Chen SN. Foveal microvascular anomalies on optical coherence tomography angiography and the correlation with foveal thickness and visual acuity in retinopathy of prematurity. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2019;257(1):23–30. doi: 10.1007/s00417-018-4162-y

ОБ АВТОРАХ

Катаргина Людмила Анатольевна, д.м.н., профессор;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4857-0374>;
Author ID: 137428; e-mail: katargina@igb.ru

AUTHORS INFO

Lyudmila A. Katargina, MD, Dr. Sci. (Med.), Professor;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4857-0374>;
Author ID: 137428; e-mail: katargina@igb.ru

Коголева Людмила Викторовна, д.м.н.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2768-0443>;
e-mail: kogoleva@mail.ru

***Осипова Наталья Анатольевна**, к.м.н.;
адрес: Россия, 105062, Москва,
ул. Садовая-Черногрозская, 14/19;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3151-6910>;
eLibrary SPIN: 5872-6819; e-mail: natashamma@mail.ru

Кокоева Нина Шотаевна, врач-офтальмолог;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2927-4446>;
e-mail: ninoofta@mail.ru

Lyudmila V. Kogoleva, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2768-0443>;
e-mail: kogoleva@mail.ru

***Natalya A. Osipova**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya Str., 105062
Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3151-6910>;
eLibrary SPIN: 5872-6819; e-mail: natashamma@mail.ru

Nina Sh. Kokoeva, ophthalmologist;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2927-4446>;
e-mail: ninoofta@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author