

## ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ АНГИОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАЗЕРНОЙ КОАГУЛЯЦИИ СЕТЧАТКИ ПРИ АКТИВНЫХ СТАДИЯХ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ

Ирина Георгиевна ТРИФАНЕНКОВА, Александр Владимирович ТЕРЕЩЕНКО,  
Юлия Александровна СИДОРОВА, Вадим Владимирович ШАУЛОВ,  
Сергей Владимирович ИСАЕВ

*МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова Минздрава России, Калужский филиал 248007, г. Калуга, ул. Святослава Федорова, 5*

Целью исследования является оценка эффективности лазерной коагуляции сетчатки (ЛКС) при ретинопатии недоношенных (РН) с использованием флуоресцентной ангиографии (ФАГ), выявление ангиографических признаков регресса и прогрессирования заболевания, особенностей формирования сосудов в ранне-аваскулярной сетчатке в зависимости от стадии РН и использованного метода лечения. **Материал и методы.** Под наблюдением находились 58 недоношенных новорожденных (116 глаз) с различными стадиями активной РН, требующими проведения ЛКС. Гестационный срок детей составил от 24 до 31 недели (в среднем 28,1 недели), масса тела при рождении – от 680 до 1800 г (в среднем 1100 г). Всем младенцам проводилась цифровая ретиноскопия с ФАГ на ретинальной педиатрической цифровой видеосистеме «RetCam-3» («Clarity Medical Systems Inc.», США) со встроенным ангиографическим блоком. В 94 случаях лазеркоагуляция (ЛК) выполнялась в паттерновом режиме на лазерной офтальмологической системе «PASCAL Photocoagulator» («OptiMedica», США) по разработанной технологии ранней дозированной ЛК, оптимизированной по энергетическим параметрам, в 12 случаях – в режиме одиночного импульса на лазерной офтальмологической установке «Visulas 532s», тип лазера Nd:YLF («Carl Zeiss Meditec AG», Германия), в 10 случаях ЛК была проведена в перинатальном центре глубоко недоношенным нетранспортабельным детям диодным лазером «Iridex IQ 810» («IRIDEX», США) с использованием налобного офтальмоскопа. **Результаты.** Наиболее оптимальной с точки зрения эффективности и безопасности для недоношенного ребенка является методика дозированной паттерновой ЛК, что подтверждается полученными ангиографическими данными, свидетельствующими об активном прорастании сосудов в зону коагуляции. Ангиографическая картина регресса РН после ЛК в режиме одиночного импульса существенно не отличалась по сравнению с паттерновой ЛК. Однако, учитывая преимущества паттерновой технологии, технология одиночного импульса должна использоваться лишь при отсутствии высокотехнологичного оборудования. Послеоперационный ангиографический мониторинг после ЛК с использованием налобного офтальмоскопа показал несовершенство данной технологии, проявляющееся характерными ангиографическими признаками, такими как хаотичный рост сосудов в зоне ЛК. **Заключение.** ФАГ сетчатки открывает широкие возможности как ранней оценки эффективности ЛК, так и детальной оценки отдаленных результатов лечения в зависимости от стадии РН и выбранного метода ЛК. Использование результатов ФАГ-исследований будет способствовать совершенствованию лазерных технологий и повышению качества лечения РН.

**Ключевые слова:** флуоресцентная ангиография, лазерная коагуляция сетчатки, активные стадии ретинопатии недоношенных.

Общепризнанным подходом в лечении активной ретинопатии недоношенных (РН) является лазерная коагуляция аваскулярной сетчатки (ЛКС). Используемые при этом методики варьируют от широко применяемой транспупиллярной ЛКС с использованием налобного бинокулярного офтальмоскопа либо стандартной ЛКС в режиме

одиночного импульса на стационарной щелевой лампе до инновационной дозированной паттерновой ЛКС [4, 12]. Эффективность проведенного лазерного лечения составляет, по данным различных авторов, от 81,3 до 94,5 % [1, 3, 5, 14]. Традиционные способы оценки результатов лечения чаще всего сводятся к субъективным опи-

*Трифаненкова И.Г. – к.м.н., зам. директора по научной работе, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Терещенко А.В. – д.м.н., директор, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Сидорова Ю.А. – к.м.н., зав. отделением лазерной хирургии донной патологии глаза, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Шаулов В.В. – врач-офтальмолог, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Исаев С.В. – врач-офтальмолог, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

сательным методикам. Однако существует объективный количественный метод, разработанный в Калужском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» и учитывающий, что основным индикатором активности ретинопатии недоношенных или ее снижения является состояние сосудов сетчатки. Метод основывается на результатах цифровой морфометрии сосудов сетчатки [10, 11]. В то же время одним из информативных способов оценки состояния сосудов является разработанный еще в 60-е годы прошлого столетия метод флуоресцентной ангиографии (ФАГ) глазного дна. Появившаяся возможность проведения ФАГ у недоношенных детей с использованием ретинальной педиатрической камеры RetCam, которая оснащена специальным ангиографическим блоком, может способствовать повышению точности оценки состояния сосудов при данном заболевании и в комплексе с высокоточным методом цифровой морфометрии давать объективную оценку результатов лазерного лечения РН [9, 10, 15, 17, 19].

Целью исследования является оценка эффективности ЛКС при РН с использованием ФАГ, выявление ангиографических признаков регресса и прогрессирования заболевания, особенностей формирования сосудов в ранее аваскулярной сетчатке в зависимости от стадии РН и использованного метода лечения.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 58 недоношенных новорожденных (116 глаз) с различными стадиями активной РН, требующими проведения ЛКС. Гестационный срок детей составил от 24 до 31 недели (в среднем 28,1 недели), масса тела при рождении – от 680 до 1800 г (в среднем 1100 г). II стадия РН с неблагоприятным типом течения заболевания отмечалась на 22 глазах, III стадия также с неблагоприятным типом течения – на 66 глазах, задняя агрессивная РН – на 28 глазах, из них стадия ранних клинических проявлений – на 16 глазах, стадия манифестации – на 12 глазах.

Всем младенцам проводилась непрямая бинокулярная офтальмоскопия, биомикроскопия, а также цифровая ретиноскопия с ФАГ, последняя выполнялась на ретинальной педиатрической цифровой видеосистеме «RetCam-3» («Clarity Medical Systems Inc.», США) со встроенным ангиографическим блоком. 10%-й раствор флуоресцеина натрия в изотоническом растворе NaCl вводился внутривенно болюсно в дозе 0,05 мл/кг массы тела. Обследование с записью цифрового видео длилось в среднем 2–3 мин, при необходимости получения поздних изображений – 4–6 мин. В дальнейшем цифровое видео исполь-

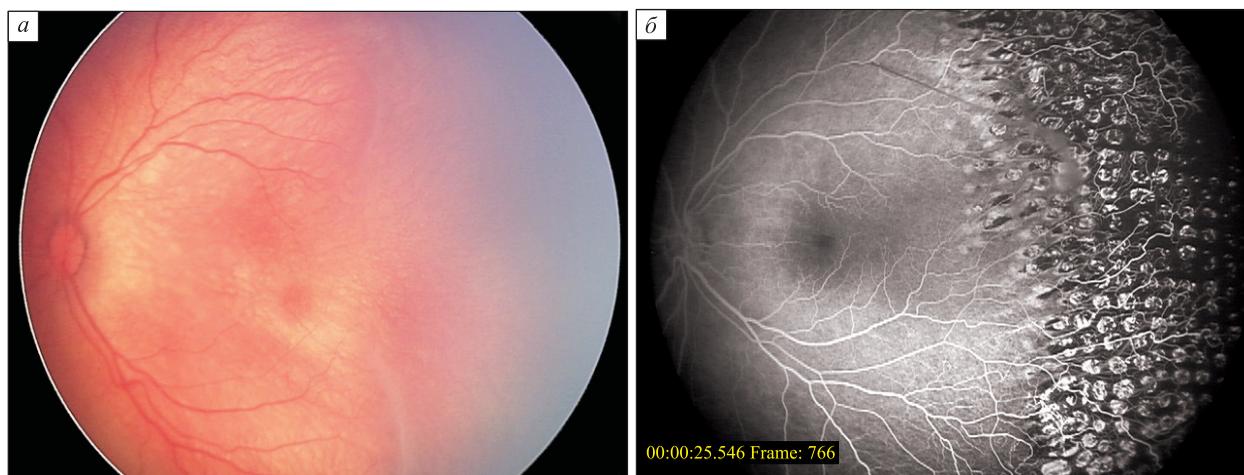
зовалось в режиме временного покадрового документирования для получения описательно-хронологических характеристик ретинальной и хориоидальной циркуляции и феноменов флуоресценции.

ЛКС осуществлялась под ингаляционным масочным наркозом (севофлуран с кислородно-воздушной смесью, наркозный аппарат «Fabius» («Dräger Medical AG&Co. KG», Германия) с использованием ларингеальной маски, на специальном столике-приставке с регулируемой высотой подъема, в условиях максимального медикаментозного мириаза. В 94 случаях лазеркоагуляция (ЛК) проводилась в паттерновом режиме на лазерной офтальмологической системе «PASCAL Photocoagulator» («OptiMedica», США) с длиной волны 532 нм транспупиллярно, с использованием роговичной контактной линзы «Quad Pediatric Fundus Lens» («Volk», США) по разработанной технологии ранней дозированной коагуляции, оптимизированной по энергетическим параметрам [13]. В 12 случаях ЛК выполнялась в режиме одиночного импульса на лазерной офтальмологической установке «Visulas 532s», тип лазера Nd:YLF, с удвоением частоты, длина волны 532 нм («Carl Zeiss Meditec AG», Германия). В 10 случаях ЛК была проведена в перинатальном центре глубококондоношенным нетранспортабельным детям диодным лазером Iridex IQ 810 с использованием налобного офтальмоскопа.

Возраст младенцев на момент ЛК варьировал от 5 до 9 недель (в среднем 6,7 недели), постконцептуальный возраст (ПКВ) в среднем составил 35,3 недели. ФАГ-исследования проводились до ЛК и в сроки наблюдения от двух недель до 12 лет после ЛК. Количество исследований одному ребенку варьировало от 1 до 4 (в среднем 2,7).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведения паттерновой ЛКС на II стадии РН с неблагоприятным типом течения во всех случаях (20 глаз) наблюдался регресс заболевания, характеризующийся следующими ретиноскопическими признаками: купирование ишемического отека сетчатки, нормализация диаметра сосудов, постепенная резорбция демаркационного вала с его последующим полным исчезновением. ФАГ через один месяц после вмешательства выявляла активное прорастание ретинальных сосудов по направлению к зубчатой линии в ранее аваскулярной зоне в виде контрастирующихся множественных коллатералей, патологических феноменов гиперфлуоресценции не наблюдалось. Последующие ангиографические исследования обнаруживали физиологичный рост



**Рис. 1.** Активная РН с неблагоприятным типом течения, 3 стадия. Регресс после паттерновой ЛКС. а – цветная фотография. Возраст 7 недель (ПКВ 35 недель). До ЛКС. Расширение магистральных сосудов, вал ЭРП, расположенный на границе I и II границ глазного дна, отграничивающий обширную зону аваскулярной сетчатки. б – ФАГ. Через 12 мес. после ЛКС. Артериовенозная фаза. Активное прорастание сосудов в зону ЛКС

сосудов в ранее аваскулярную сетчатку. Таким образом, ранняя ЛКС привела к быстрому регрессу заболевания и формированию правильной ангиоархитектоники сетчатки, регрессу заболевания.

На III стадии РН с неблагоприятным типом после паттерновой ЛК на 71 глазу (в 96 % случаев) наблюдался регресс заболевания: уменьшение высоты и объема вала экстраретинальной фиброваскулярной пролиферации (ЭРП), постепенная резорбция ретинальных геморрагий. Зона ЛК выглядела как участки различной степени выраженности хориоретинальной атрофии с неоднородной пигментацией. Наблюдение за течением процесса с использованием ФАГ через один месяц выявляло полное отсутствие гиперфлуоресцентных мелких округлых очажков (ангиографический признак плоскостной интра- и преретинальной пролиферации) в васкуляризированной сетчатке, незначительную гиперфлуоресценцию в области остаточных участков вала ЭРП. Начальный хаотичный рост сосудов в зону ЛК обнаруживался не ранее одного месяца после ЛК, при этом сформированные сосуды нередко имели разнонаправленный рост, наблюдалось просачивание флуоресцеина из их концевых участков. Через 2–3 месяца после ЛК выявлялся более физиологичный характер роста ретинальных сосудов в ранее аваскулярную сетчатку с запустеванием множественных коллатералей, гиперфлуоресценция выявлялась лишь в единичных случаях (рис. 1). В случаях дальнейшего прогрессирования РН (3 глаза) наблюдалась характерная ангиографическая картина: исчезновение извитости концевых сосудов сосудистых аркад из-за их

натяжения вследствие продолженного роста фиброваскулярной ткани в полость стекловидного тела, гиперфлуоресценция различной степени выраженности вплоть до диффузного массивного просачивания из сети новообразованных сосудов на поздней фазе. Данное состояние является показанием к проведению витректомии.

ФАГ, проведенная в отдаленные сроки после ЛК (от 1 до 12 лет), выявила разнообразие ангиоархитектоники в зоне ЛКС, от активного прорастания сосудов вплоть до зубчатой линии (в 63 % случаев) до недостаточного их формирования (в 37 % случаев), а в некоторых зонах – полного их отсутствия. Сформированные ретинальные сосуды практически всегда имели четкие границы без признаков просачивания, что свидетельствует о состоятельности их стенки. Однако в единичных случаях мы наблюдали сохраняющуюся гиперфлуоресценцию в концевых зонах растущих сосудов даже в возрасте 2–3 лет.

Зачастую диагностируемое с помощью ФАГ недостаточное формирование перимакулярных сосудов у младенцев с III активной стадией РН через 12 месяцев после ЛК уже не выявляется, сопровождаясь ангиографической картиной нормализации архитектоники перимакулярной сосудистой сети. Нередко выявляемые при цифровой ретиноскопии в отдаленные сроки (до 7 лет) участки преретинального фиброза в зонах ранее расположенного вала ЭРП не контрастировались, что говорило о запустевании ранее активных сосудов. В случаях формирования грубой хориоретинальной атрофии в зоне ЛК наблюдалось контрастирование сосудов крупного поряд-

ка хориоидеи вследствие атрофии пигментного эпителия.

В группе младенцев с задней агрессивной РН после паттерновой ЛК на стадии ранних клинических проявлений регресс заболевания был достигнут на 12 глазах (75 % случаев): наблюдались значительное уменьшение сосудистой активности на глазном дне в виде уменьшения диаметра и извитости сосудов, уменьшение выраженности ишемического отека сетчатки, уплощение и исчезновение демаркационного вала. Мониторинг с использованием ФАГ выявлял значительное уменьшение площади гиперфлуоресценции (как в зоне демаркации, так и в васкуляризированной сетчатке) уже через 3–4 недели после ЛК, однако множественные прорастающие в ранее аваскулярную сетчатку патологические коллатерали контрастировались как неполноценные, с выраженным просачиванием, сосуды. В дальнейшем явления ликеджа исчезали, однако нередко характер роста сосудов был аномальным (шунты, возвратные сосуды, длинные плети без делений на сосуды меньшего порядка).

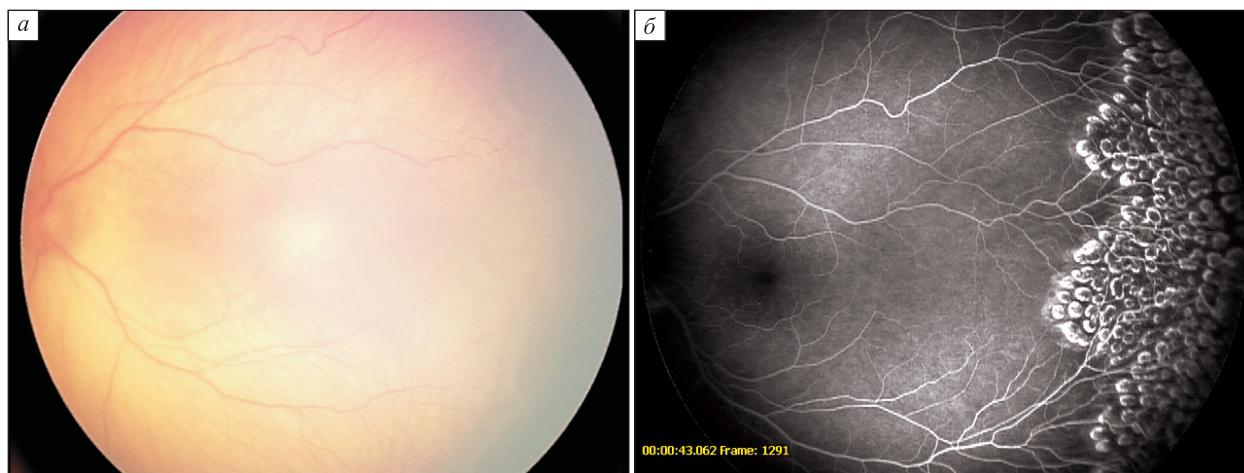
На глазах с задней агрессивной РН в стадии манифестации при положительной динамике процесса (7 глаз, 58 %) после выполнения паттерновой ЛК отмечались постепенный регресс ЭРП, уменьшение экссудации в стекловидное тело, резорбция геморрагий. При этом состояние повышенной извитости сосудов заднего полюса сохранялось, уменьшаясь лишь незначительно к 1–2 годам после ЛК. Ангиографическая картина выявляла медленную регрессию признаков неоваскулярной активности. Так, даже через 3 мес. после ЛК у некоторых детей по-прежнему имелись мелкие очаги гиперфлуоресценции в васкуляризированной зоне сетчатки. Вал ЭРП, на цифровых фотографиях выглядящий как остаточный, визуализировался как зоны сохраняющейся массивной гиперфлуоресценции. Постепенная резорбция активных сосудов в пролиферативной ткани, сопровождающаяся уменьшением патологического ликеджа, происходила в течение 1–2 лет, а незначительные явления просачивания могли обнаруживаться даже в возрасте 3–4 лет. Резкое нарушение ангиоархитектоники сетчатки, четко выявляющееся при ФАГ в отдаленном периоде (срок наблюдения – до 6 лет), имелось у каждого третьего ребенка: смещение макулярной зоны в участке ЛК – извитые, с резким изменением направления роста сосуды и шунты, микроциркуляторное русло не контрастируется, что говорит о длительно сохраняющейся ишемии.

На 9 глазах с задней агрессивной РН (31 %) через 2–4 недели после ЛК наблюдалось усиление сосудистой активности с появлением сливной

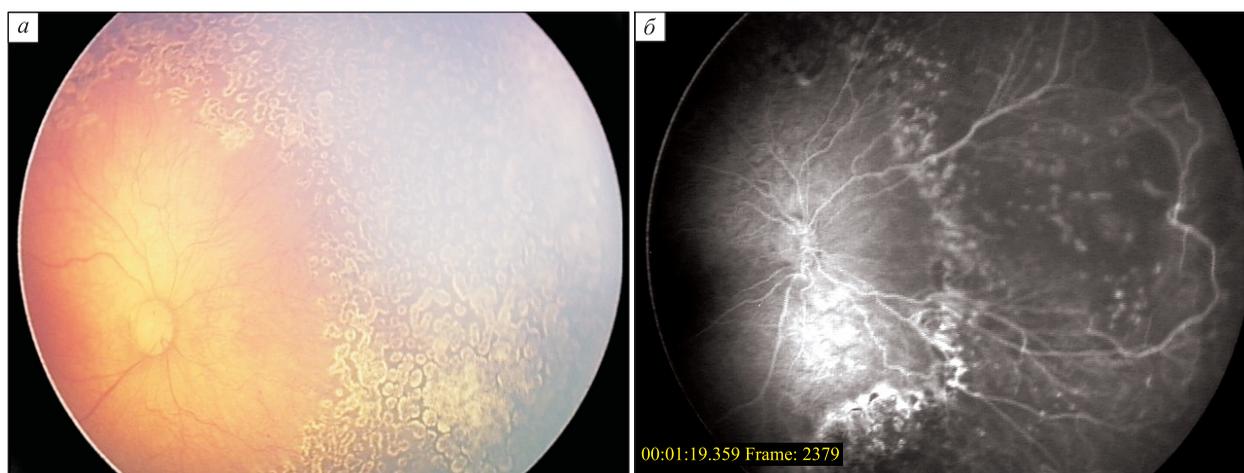
ЭРП и развитием тракционной отслойки сетчатки. ФАГ выявляла массивную гиперфлуоресценцию над всей площадью аваскулярной сетчатки с накоплением флуоресцеина в задних слоях стекловидного тела на поздних фазах ангиографии. Следует отметить, что всем этим детям ЛК была выполнена практически на грани перехода в развитую стадию заболевания. В целях предотвращения тотальной отслойки сетчатки на всех 9 глазах была проведена ранняя витрэктомия.

В 12 случаях ФАГ-исследования проводились после выполнения ЛК в режиме одиночного импульса. Так как эта технология активно использовалась нами лишь до 2010 г., а ФАГ-исследования при РН начались с 2012 г., ФАГ этой группе пациентов была выполнена в сроки от 2 лет после ЛК. Анализ полученных результатов показал, что существенных отличий в ФАГ-картине динамики заболевания после проведения ЛК в режиме одиночного импульса по сравнению с паттерновой коагуляцией не имеется, кроме чаще встречающейся гиперфлуоресценции в участках грубой хориоретинальной атрофии (контрастирование сосудов крупного порядка хориоидеи вследствие атрофии пигментного эпителия). Характер роста сосудов в ранее аваскулярную сетчатку, особенности ангиоархитектоники сетчатки, в том числе ее микроциркуляторной составляющей, после проведенного лазерного вмешательства был аналогичен таковому после паттерновой ЛК (рис. 2).

Также нами проводился послеоперационный ангиографический мониторинг после ЛК с использованием налобного офтальмоскопа нетранспортабельным детям в перинатальном центре, срок наблюдения в этой группе составил до 3 лет после коагуляции. В отличие от вышеописанной группы, были зафиксированы характерные признаки, связанные с особенностями выполнения коагуляции по данной технологии. Так, при проведении цифровой ретиноскопии после ЛК на 8 из 10 глаз выявлялись различные по форме и размеру участки аваскулярной сетчатки, не подвергшиеся лазерному воздействию, что связано со сложностью визуализации и доступа, особенно крайней периферии, у глубоконедоношенного ребенка при данной технологии. ФАГ выявила отсутствие роста сосудов в этих зонах, при этом в зонах коагуляции в течение 6 мес. сформировались собственные сосуды сетчатки. На 9 из 10 глаз обнаруживались участки грубой хориоретинальной атрофии (рис. 3) как следствие гиперкоагуляции, которая связана со сложностями в точной постановке коагулятов и возможностью перекрывания лазерных пятен между собой, а также трудностью адекватного дозирования мощности лазерного воздействия при использовании



**Рис. 2.** Активная РН с неблагоприятным типом течения, 2 стадия. Регресс после ЛКС, проведенной в режиме одиночного импульса. а – цветная фотография. Возраст 6 недель (ПКВ 36 недель). Ишемический отек сетчатки, проявляющийся желтым фоном глазного дна, увеличение диаметра вен, демаркационный вал извилистой формы на границе II зоны глазного дна. б – ФАГ. Через 4 мес. после ЛКС. Артериовенозная фаза. Физиологичный рост сосудов в ранее аваскулярную сетчатку



**Рис. 3.** Регресс задней агрессивной РН после транспупиллярной ЛКС с использованием налобного офтальмоскопа, проведенной в перинатальном центре. а – цветная фотография. Через 1,5 мес. после ЛКС. Ишемический (желтый) фон глазного дна, сужение сосудов. Обширная зона хориоретинальной атрофии после ЛК, участков ЭРП не выявляется. б – ФАГ. Через 2 года после ЛКС. Поздняя артериовенозная фаза. В зоне ЛК выявляется хаотичный рост сосудов. Сохраняется гиперфлуоресценция в концевых зонах растущих сосудов

данной технологии. При ангиографическом исследовании обнаруживался недостаточный рост сосудов в эти зоны, его направление было хаотичным. Кроме того, наблюдалось яркое контрастирование хориоидальных сосудов крупного порядка в зоне хориоретинальной атрофии.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленные работы по оценке результатов ЛКС при РН свидетельствуют о неоспоримой ее результативности в достижении положитель-

ных функциональных и структурных исходов заболевания. В арсенале офтальмологов имеются различные методики коагуляции, определены их эффективность, преимущества и недостатки [1–3, 14, 16]. Разработан дифференцированный подход к выполнению коагуляции с учетом стадии, типа течения, локализации процесса и степени сосудистых нарушений [13]. Проведены масштабные исследования по разработке объективного количественного метода оценки результатов лечения, основанного на результатах цифровой морфометрии сосудов сетчатки [6–8].

Настоящее исследование посвящено изучению возможностей ФАГ, широко применяющийся при разнообразной офтальмологической сосудистой патологии, для оценки эффективности ЛК при ретинопатии недоношенных, а также выявлению ангиографических признаков регресса и прогрессирования заболевания в зависимости от стадии РН и использованного метода лечения.

На наш взгляд, наиболее оптимальной, с точки зрения эффективности и безопасности для недоношенного ребенка, является методика дозированной паттерновой ЛК, что подтверждается полученными ангиографическими результатами. Так, эффективность ЛК на II стадии РН с неблагоприятным типом течения составила 100 %, а ФАГ во всех случаях выявила быстрое восстановление кровоснабжения в ранее аваскулярной сетчатке и отсутствие патологических феноменов гиперфлуоресценции уже спустя 1 мес. Своевременная коагуляция на III стадии РН с неблагоприятным типом привела к регрессу заболевания в 96 % случаев. Ангиографический мониторинг в сроки 1 мес. после ЛК выявлял лишь незначительную гиперфлуоресценцию в области остаточного вала ЭРП. Несмотря на то что начальный рост сосудов в зону ЛК имел хаотичный вид, через 2–3 мес. после ЛК обнаруживалось заустевание множественных коллатералей, и характер роста становился физиологичным, гиперфлуоресценция выявлялась лишь в единичных случаях, нормализовалась архитектура перимакулярной сосудистой сети.

ФАГ после паттерновой ЛК на стадии ранних клинических проявлений задней агрессивной РН дополняла и уточняла ретиноскопическую картину регрессирования заболевания. Обнаруживалось значительное уменьшение площади гиперфлуоресценции (как в зоне демаркации, так и в васкуляризированной сетчатке) уже через 3–4 недели после ЛК, что доказывает быстрое снижение неоваскулярной активности. При более запущенных стадиях и тяжелых клинических проявлениях задней агрессивной РН (стадия манифестации) ангиографические исследования выявили медленную регрессию признаков неоваскулярной активности. Так, постепенная резорбция активных сосудов в пролиферативной ткани, сопровождающаяся уменьшением патологического ликеджа, в некоторых случаях происходила в течение 1–2 лет. Кроме того, в отдаленном периоде обнаруживалось выраженное нарушение ангиоархитектоники сетчатки, доказывающее сохраняющуюся и после проведения ЛК дезорганизацию сосудистой системы, характерную для тяжелых стадий задней агрессивной РН. Все вы-

шеперечисленное подтверждает необходимость проведения ЛК при самых ранних проявлениях задней агрессивной РН [4, 12, 18, 20]. Помимо этого, выявленные особенности обуславливают необходимость длительного наблюдения пациентов, перенесших тяжелые формы РН.

Ангиографическая картина регресса РН после ЛК в режиме одиночного импульса и после паттерновой ЛК существенно не различалась. Однако, учитывая преимущества паттерновой технологии (значительное сокращение продолжительности вмешательства, а следовательно, наркозного пособия недоношенному ребенку, высокая дозированность лазерного воздействия), технология одиночного импульса должна использоваться лишь при отсутствии высокотехнологичного оборудования.

Послеоперационный ангиографический мониторинг после ЛК с использованием налобного офтальмоскопа показал несовершенство данной технологии, проявляющееся характерными ангиографическими признаками. В то же время следует учитывать особенности состояния сетчатки данной группы детей, обусловленные тяжестью их соматического состояния, – выраженный отек, требующий использования высоких значений суммарной мощности коагуляции. Это, в купе с описанными ранее техническими сложностями данной методики (сложность визуализации и точной постановки коагулятов, возможность их перекрытия между собой), нередко ведет к гиперкоагуляции и развитию впоследствии грубой хориоретинальной атрофии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФАГ сетчатки, являясь высокоинформативным методом исследования, открывает широкие возможности как ранней оценки эффективности ЛК, так и детальной оценки отдаленных результатов лечения в зависимости от стадии РН и использованного метода ЛК. Проведение ранней, дозированной, контролируемой по энергетическим параметрам ЛК обеспечивает достижение устойчивого регресса РН с минимальными остаточными ангиографическими проявлениями и формированием правильной ангиоархитектоники сетчатки. Использование результатов ФАГ-исследований будет способствовать совершенствованию лазерных технологий и повышению качества лечения РН.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Конфликт интересов отсутствует.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асташева И.Б., Сидоренко Е.И., Аксенова И.И. Лазеркоагуляция в лечении различных форм ретинопатии недоношенных // Вестн. офтальмологии. 2005. (2). 31–34.
2. Коротких С.А., Степанова Е.А., Кулакова М.В. Злокачественная ретинопатия недоношенных: особенности перинатального анамнеза, клиники, эффективность лазерного лечения // Рос. педиатр. офтальмология. 2007. (4). 13–14.
3. Сайдашева Э.И., Буяновская С.В., Ковшов Ф.В. Лазерное лечение ретинопатии недоношенных // Рос. педиатр. офтальмология. 2014. 9. (4). 47.
4. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Володин П.Л., Трифаненкова И.Г., Сидорова Ю.А. Лечение активных стадий ретинопатии недоношенных с использованием паттерновой технологии лазеркоагуляции сетчатки // Бюл. СО РАМН. 2014. 34. (3). 98–103.
5. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Володин П.Л., Трифаненкова И.Г., Терещенкова М.С. Паттерная лазерная коагуляция сетчатки в лечении задней агрессивной ретинопатии недоношенных // Вестн. офтальмологии. 2010. (6). 38–43.
6. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Исаев С.В., Трифаненкова И.Г. Морфометрические показатели сосудов сетчатки у недоношенных детей с ретинопатией недоношенных в зависимости от стадии и типа течения заболевания // Вестн. Тамбовского ун-та. Сер. Естеств. и техн. науки. 2014. 19. (4). 1207–1211.
7. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Исаев С.В., Трифаненкова И.Г., Терещенкова М.С. Цифровая морфометрия ретинальных сосудов в анализе результатов лазерного лечения ретинопатии недоношенных // Офтальмохирургия. 2014. (2). 44–50.
8. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Исаев С.В., Трифаненкова И.Г., Юдина Ю.А. Морфометрическое исследование состояния ретинальных сосудов на ранних стадиях ретинопатии недоношенных // Офтальмология. 2013. (3). 10–14.
9. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Терещенкова М.С., Трифаненкова И.Г. Классификация задней агрессивной ретинопатии недоношенных, основанная на клинических и морфометрических критериях // Офтальмология. 2012. (2). 29–32.
10. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Терещенкова М.С., Трифаненкова И.Г., Кузнецов А.А., Юдина Ю.А. Компьютерный анализ сетчатки и ретинальных сосудов при ретинопатии недоношенных // Офтальмохирургия. 2009. (5). 48–51.
11. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Трифаненкова И.Г., Терещенкова М.С. Рабочая классификация ранних стадий ретинопатии недоношенных // Офтальмохирургия. 2008. (1). 32–34.
12. Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Сидорова Ю.А., Терещенкова М.С. Инновационная интегрированная паттерновая система «Integre Pro Scan»: первый опыт лечения активных стадий ретинопатии недоношенных // Соврем. технологии в офтальмологии. 2017. (5). 58–60.
13. Терещенко А.В. Современная система диагностики, лечения и организации высокотехнологичной офтальмологической помощи детям с активными стадиями ретинопатии недоношенных: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2014.
14. Axer-Siegel R.I., Maharshak M., Snir R., Friling R., Ehrlich I., Sherf B., Shalev L., Sirota D. Weinberger Diode laser treatment of retinopathy of prematurity: anatomical and refractive outcomes // Retina. 2008. 28. (6). 839–846.
15. Azad R., Chandra P., Khan M., Darswal A. Role of intravenous fluorescein angiography in early detection and regression of retinopathy of prematurity // J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus. 2008. 45. (1). 36–39.
16. Ells A.L., Gole G.A., Lloyd Hildebrand P., Ingram A., Wilson C.M., Geoff Williams R. Posterior to the ridge laser treatment for severe stage 3 retinopathy of prematurity // Eye (Lond.). 2013. 27. (4). 525–530.
17. Guagliano R., Barilla D., Bertone C. Fluorescein angiography-based diagnosis for retinopathy of prematurity: expert-non expert comparison // Eur. J. Ophthalmol. 2013. 23. (6). 881–886.
18. Gunn D.J., Cartwright D.W., Gole G.A. Prevalence and outcomes of laser treatment of aggressive posterior retinopathy of prematurity // Clin. Exp. Ophthalmol. 2014. 42. (5). 459–465.
19. Lepore D., Molle F., Pagliara M. Atlas of fluorescein angiographic findings in eyes undergoing laser for retinopathy of prematurity // Ophthalmology. 2011. 118. (1). 168–175.
20. Peralta Calvo J., Abelairas Gómez J. Diode laser photocoagulation for zone I pre-threshold retinopathy of prematurity // Arch. Soc. Esp. Oftalmol. 2001. 76. (1). 19–23.

## FLUORESCENT ANGIOGRAPHY IN THE EVALUATION OF THE RESULTS OF LASER COAGULATION OF THE RETINA AT THE ACTIVE STAGES OF RETINOPATHY OF PREMATURITY

Irina Georgievna TRIFANENKOVA, Alexandr Vladimirovich TERESHCHENKO,  
Yuliya Aleksandrovna SIDOROVA, Vadim Vladimirovich SHAULOV,  
Sergey Vladimirovich ISAEV

*S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Kaluga Branch  
248007, Kaluga, Svyatoslav Fedorov str., 5*

---

The aim of the study is to evaluate the effectiveness of retinal laser photocoagulation (RLC) in retinopathy of prematurity (RP) using fluorescent angiography (FAG), to identify angiographic signs of regression and progression of the disease, the features of the formation of vessels in the previously avascular retina, depending on the RP stage and the method of treatment used. **Material and methods.** The study included 58 preterm infants (116 eyes) with different stages of active ROP, requiring RLC. Gestational age of children ranged from 24 to 31 weeks (average 28.1 weeks), birth weight – from 680 to 1800 g (average 1100 g). All infants underwent digital retinoscopy with FAG on a retinal pediatric digital video system «RetCam-3» («Clarity Medical Systems Inc.», USA) with a built-in angiographic unit. In 94 cases, LC was performed in the pattern mode on the laser ophthalmic system «PASCAL Photocoagulator» («OptiMedica», USA) using the developed technology of early dosed coagulation optimized for energy parameters. In 12 cases, LC was performed in a single pulse mode on a laser ophthalmic device «Visulas 532s», laser type Nd:YLF («Carl Zeiss Meditec AG», Germany). In 10 cases, the RLC was conducted in the perinatal centre of the extremely premature children non-transportable diode laser «Iridex IQ 810» («IRIDEX», USA) using head ophthalmoscope. **Results.** The technique of dosed pattern RLC was the most optimal from the point of view of efficiency and safety for a premature baby, which was confirmed by the angiographic data obtained, indicating an active vascular germination in the coagulation zone. Angiographic picture of the regression of RP after the RLC in single pulse was not significantly different from the pattern LC. However, taking into consideration the pattern technology advantages, the single pulse technology should be used only in case of high-tech equipment absence. Postoperative angiographic monitoring after LC using a forehead ophthalmoscope showed the imperfection of this technology, which is manifested by characteristic angiographic signs, such as chaotic growth of blood vessels in the LC area. **Conclusion.** FAG opens wide possibilities both in the early assessment of the efficacy of LC and in the detailed assessment of the long-term results of treatment depending on the RP stage and the used LC method. The use of the results of FAG studies will contribute to the improvement of laser technologies and improve the quality of RP treatment.

---

**Key words:** fluorescent angiography, retinal laser photocoagulation, the active stage of retinopathy of prematurity.

*Trifanenkova I.G. – candidate of medical sciences, deputy director for research, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Tereshchenko A.V. – doctor of medical sciences, director, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Sidorova Yu.A. – candidate of medical sciences, head of department of laser surgery of eye bottom pathology, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Shaulov V.V. – ophthalmologist, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*

*Isaev S.V. – ophthalmologist, e-mail: nauka@mntk.kaluga.ru*