Научная статья
УДК 617.7:616-006.81
doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-18-24

Первый опыт транссклеральной лазерной термотерапии ретинобластомы

А.А. Яровой, Д.П. Володин, Р.А. Логинов
НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва

РЕФЕРАТ

Цель. Оценить эффективность транссклеральной термотерапии (ТСТТ) у 8 пациентов с ретинобластомой (РБ). **Материал и методы.** Всего методом ТСТТ было пролечено 8 пациентов (9 глаз, 22 очага) с РБ. Средний возраст на момент лечения составил 28 месяцев (от 10 до 45 мес.). Бинокулярная форма РБ наблюдалась у 6 пациентов, монокулярная – у 2. Все опухолевые очаги располагались преэкваториально (7 очагов на средней периферии и 15 на крайней периферии глазного дна). Количество пролеченных очагов в одном глазу варьировало от 1 до 6. Средняя толщина опухоли составила 0,7 мм (от 0,5 до 1,4 мм), средняя протяженность – 1,5 мм (от 1,0 до 2,9 мм). ТСТТ проводилась трансконъюнктивально с использованием диодного лазера со следующими параметрами: длина волны – 810 нм, диаметр пятна – 1000 мкм, мощность – от 200 до 500 мВт (средняя – 350 мВт), экспозиция составляла от 3 до 15 сек в сканирующем режиме. **Результаты.** Клинически полная регрессия опухоли после ТСТТ была достигнута в 86% случаев (19 очагов). В одном случае (5%) была отмечена частичная регрессия опухоли с последующим проведением транспупиллярной термотерапии. В 2 случаях (9%) был отмечен продолженный рост опухоли на рубце, что потребовало применения криодеструкции. В результате лечения локальный контроль за состоянием опухоли удалось достичь во всех случаях (22 очага). Все глаза сохранены, все пациенты, вошедшие в исследование, живы без отдаленных метастазов. Осложнений как со стороны переднего, так и со стороны заднего отрезка, а также визуальных признаков повреждения склеры не наблюдалось ни в одном случае. Срок наблюдения после ТСТТ составил от 3 до 11 месяцев (в среднем – 6 мес.). **Заключение.** Первый опыт применения ТСТТ при лечении РБ свидетельствует о том, что данный метод является весьма перспективным и может применяться для лечения малых РБ, расположенных на средней и крайней периферии глазного дна при отсутствии риска повреждения радужки и экватора хрусталика, что выгодно отличает данный метод от транспупиллярной термотерапии.

Ключевые слова: *ретинобластома, транссклеральная термотерапия, лазерное лечение, преэкваториальная локализация, малые опухоли* ■

Для цитирования: Яровой А.А., Володин Д.П., Логинов Р.А. Первый опыт транссклеральной лазерной термотерапии ретинобластомы. Офтальмохирургия. 2023;1: 18–24. doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-18-24
Автор, ответственный за переписку: Денис Павлович Володин, volodin.den2016@yandex.ru

ABSTRACT

Original article

The first experience of transscleral laser thermotherapy of retinoblastoma

A.A. Yarovoy, D.P. Volodin, R.A. Loginov
S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russian Federation

Purpose. To evaluate the efficacy of transscleral thermotherapy (TSTT) in eight patients with retinoblastoma (Rb). **Material and methods.** In total, 8 patients (9 eyes, 22 tumors) with Rb were treated by TSTT. The average age at the time of treatment was 28 months (from 10 to 45 months). Bilateral Rb was observed in six patients, unilateral – in two. All tumors had preequatorial localization (7 foci – on the mid periphery and 15 – on the far periphery of the fundus). The number of tumors in one eye varied from 1 to 6. The mean tumor thickness was 0.7 mm (from 0.5 to 1.4), the mean basal diameter was 1.5 mm (from 1.0 to 2.9). TSTT was performed transconjunctivally using a diode laser with the following parameters: wavelength – 810 nm, spot diameter – 1000 microns, power from 200 to 500 MW (average – 350 MW), exposure – from 3 to 15 seconds in the scanning mode. **Results.** Complete tumor regression after TSTT was achieved in 86% of cases (19 tumors). In one case (5%) an incomplete tumor regression was observed and transpupillary thermotherapy was performed. In two cases (9%) continued tumor growth occurred, which required the use of cryotherapy. Overall local tumor control was achieved in all cases (22 tumors). All eyes are preserved, all patients included in the study are alive without distant metastases. No complications from both the anterior and posterior segments, as well as visual signs of scleral

© Яровой А.А., Володин Д.П., Логинов Р.А., 2023
CC BY 4.0

damage were not observed in any case. The follow-up period after TSTT ranged from 3 to 11 months (mean – 6 months). **Conclusion.** First experience of TSTT showed that this method is very promising and can be used to treat small Rb of preequatorial localization in the absence of risk of damage to the iris and equator of the lens, which is the benefit of TSTT compared to transpupillary thermotherapy.

Key words: *retinoblastoma, transcleral thermotherapy, laser treatment, preequatorial localization, small tumors* ■

For citation: Yarovoy A.A., Volodin D.P., Loginov R.A. The first experience of transscleral laser thermotherapy of retinoblastoma. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2023;1:18–24. doi: 10.25276/0235-4160-2023-1-18-24
Corresponding author: Denis P. Volodin, volodin.den2016@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Ретинобластома (РБ) – злокачественное новообразование сетчатки, являющееся без своевременного и адекватного лечения жизнеугрожающим состоянием. РБ является наиболее распространенной внутриглазной злокачественной опухолью у детей и наиболее часто встречается у пациентов в возрасте до 5 лет, чаще всего до года [1].

Важнейшей задачей лечения пациентов с РБ является не только достижение полной регрессии опухоли с сохранением глаза, но и попытка сохранения зрительных функций, в особенности у детей с РБ на единственном глазу, путем минимизации повреждающего воздействия химиотерапевтических и локальных методов лечения.

Лечение РБ на современном этапе включает в себя двухэтапный подход с применением на первом этапе системной и/или локальной химиотерапии с целью хеморедукции опухоли с последующим разрушением остаточной опухоли с применением локальных офтальмологических методов, таких как брахитерапия (БТ), криодеструкция (КД) и транспупиллярная лазерная термотерапия (ТТТ) [2, 3].

Несмотря на значительные в успехи в развитии химиотерапевтического лечения РБ за последние 10–20 лет, локальные методы лечения РБ являются незаменимыми в современной клинической практике, в особенности для лечения малых РБ, и в частности, преэкваториальной локализации, которая является «труднодоступной» для системной и локальной химиотерапии [4, 5].

Среди методов локального лечения лазерные методы, а именно ТТТ, занимают одну из ведущих позиций, как по нашим данным, так и по данным зарубежных исследований [6–8]. Это обусловлено тем, что неинвазивность в сочетании с возможностью прецизионной фокусировки лазерного излучения и минимальным риском развития осложнений делает ТТТ методом выбора для лечения опухолевых очагов малого размера (высотой менее 2–2,5 мм, протяженностью менее 3 мм). Это позволяет добиваться полной регрессии опухоли с минимальным повреждением окружающих опухоль здоровых тканей, а следовательно – способствует сохранению зрительных функций, что особенно важно при лечении очагов, расположенных в функционально значимых зонах глазного дна.

Впервые идея гипертермического воздействия на опухоль (путем общей гипертермии глаза) у детей с РБ была предложена J. Lagendijk в 1982 г., который сумел добиться полной регрессии опухоли у двух пациентов [9]. Впоследствии A.L. Murphree и соавт. адаптировали лазерную систему к операционному микроскопу и впервые описали возможность разрушения РБ транспупиллярно [10]. В 1999 г. C.L. Shields и соавт. оптимизировали технологию ТТТ и сформулировали показания к ее проведению, которые не теряют своей актуальности и по сей день (малые опухоли, как правило, постэкваториальной локализации) [6].

Несмотря на вышеуказанные преимущества, метод ТТТ не лишен осложнений, в особенности со стороны переднего отрезка. Так, по данным наиболее крупных исследований, наиболее частыми осложнениями ТТТ являются секторальная атрофия радужки, локальное помутнение хрусталика и формирование передних и задних синехий [6, 7, 11, 12]. Вопреки тому, что данные осложнения не являются фатальными для глаза, их наличие может затруднять адекватный контроль за состоянием периферии глазного дна, а также препятствовать проведению повторных сеансов ТТТ. Особенно высокий риск развития данных осложнений возникает при преэкваториальной локализации опухолевых очагов, что служит ограничением для проведения традиционной ТТТ ввиду того, что анатомическое строение глаза не позволяет вывести очаг в проекцию зрачка и добиться полноценной его визуализации, а выполнение ТТТ в подобных условиях значительно повышает риск развития вышеуказанных осложнений. Предложенная нами технология проведения ТТТ с предварительной склерокомпрессией позволила добиться регрессии опухолей периферической локализации, значительно увеличив их долю в общей структуре пролеченных методом ТТТ очагов [8, 13]. Однако даже с применением подобных методик полностью исключить риск повреждения радужки и хрусталика при транспупиллярной доставке лазерного излучения остается невозможным.

Согласно имеющимся отечественным и зарубежным публикациям, «золотым» стандартом лечения малых опухолевых очагов периферической локализации (высотой до 2–3 мм, протяженностью до 3–5 мм) без распространения на передний отрезок глаза и без витреальных опухолевых отсевов является криодеструкция (КД) [3, 14,

15]. Несмотря на высокий процент локального контроля в лечении РБ (70–79%), КД остается достаточно агрессивным и травматичным методом с большой площадью повреждения здоровых тканей, необходимостью зачастую выполнения хирургического вмешательства с разрезом конъюнктивы, а также возможным развитием таких внутриглазных осложнений, как частичный гемофтальм, отслойка сетчатки, разрыв сетчатки и формирование витреоретинальных тракций. Также необходимо отметить, что частота вышеуказанных осложнений повышается при повторном проведении КД [14–16].

Учитывая все вышесказанное, можно констатировать, что лечение малых РБ периферической локализации требует особого подхода и поиска более щадящих способов локального воздействия, в особенности у детей с РБ на единственном или единственно видящем глазу. Одним из таких методов может стать лазерная трансскле-ральная термотерапия (ТСТТ), которой были посвящены единичные работы применительно к лечению меланомы хориоидеи (преимущественно экспериментального характера) и вазопролиферативной опухоли сетчатки [17–23]. Несмотря на единичные упоминания трансскле-рального подхода как возможного способа доставки лазерного излучения в наиболее значимых работах, посвященных ТТТ РБ [6], и описание одного клинического случая выполнения трансскле-ральной лазеркоагуляции РБ с применением лазера с длиной волны 810 нм [24], на сегодняшний день в имеющейся научной литературе не представлено ни одного исследования, посвященного ТСТТ РБ, с детальным описанием технологии, энергетических параметров и результатов применения данного метода лечения.

ЦЕЛЬ

Оценить результаты ТСТТ на примере 8 пациентов с РБ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В период с апреля по декабрь 2021 г. методом ТСТТ пролечено 8 детей (9 глаз, 22 очага) с РБ. Из них 5 пациентов были мальчики, 3 – девочки. Средний возраст на момент лечения составил 28 месяцев (от 8 до 45 мес.). Бинокулярная форма РБ наблюдалась у 6 пациентов, монокулярная – у 2.

Распределение по стадиям и группам согласно классификации TNM и ABC-классификации РБ было следующим: T1a (стадия A) – 2 глаза (22%), T1b (стадия B) – 2 глаза (22%), T2a стадия (группа C) – 1 глаз (11%), T2b стадия (группа D) – 4 глаза (45%).

Всем пациентам ТСТТ проводилась при наличии остаточных или рецидивных (в 2 случаях) опухолевых очагов после завершения системной полихимиотерапии (от 3 до 6 курсов по схеме VEC). Двум пациентам дополнительно выполнялась селективная интраартериальная химиотерапия (1 курс), одному пациенту – интравитреальная химиотерапия (1 курс). Необходимо отметить, что существенной динамики состояния опухолевых очагов, включенных в данное исследование, после проведения химиотерапии не наблюдалось. В одном случае показанием к проведению ТСТТ служила остаточная опухолевая ткань после ТТТ.

Критериями включения пациентов в данное исследование являлись наличие остаточной или рецидивной опухоли после окончания химиотерапевтического и локального лечения, малый размер опухолевых очагов (высота менее 2 мм и протяженность менее 3 мм), а также периферическая локализации опухоли кпереди от экватора.

Все опухолевые очаги располагались преэкваториально (7 очагов – на средней периферии и 15 – на крайней периферии глазного дна). Распределение опухолевых очагов по отделам было следующим: верхний отдел (2 очага), верхне-наружный отдел (1 очаг), внутренний отдел (4 очага), нижний отдел (3 очага), нижне-внутренний отдел (5 очагов), нижне-наружный отдел (7 очагов). Количество пролеченных очагов в одном глазу варьировало от 1 до 6. Средняя толщина опухоли составила 0,7 мм (от 0,5 до 1,4 мм), средняя протяженность – 1,5 мм (от 1,0 до 2,9 мм).

Перед проведением ТСТТ всем детям проводились осмотр переднего отрезка при помощи операционного микроскопа, непрямая офтальмоскопия, цифровая фоторегистрация с применением ретинальной педиатрической камеры (RetCam III Clarity Medical Systems), а также ультразвуковые методы исследования с целью измерения размеров опухолевого очага (B-сканирование и ультразвуковая биомикроскопия).

Во всех случаях лазерное вмешательство выполнялось под общей анестезией после достижения максимального медикаментозного мидриаза под контролем непрямой офтальмоскопии с использованием налобного бинокулярного офтальмоскопа и линзы для непрямой офтальмоскопии 20 дптр. ТСТТ проводилась трансконъюнктивально без разреза конъюнктивы с использованием диодного лазера ближнего инфракрасного спектра при помощи специального трансскле-рального наконечника типа Side-focus со следующими энергетическими параметрами: длина волны – 810 нм, диаметр пятна – 1000 мкм, мощность – от 200 до 500 мВт (средняя – 350 мВт), плотность мощности – от 20 до 50 Вт/см^2 (средняя – 35 Вт/см^2). Во всех случаях ТСТТ проводилась по разработанной нами технологии, при которой сперва выполняли склерокомпрессию лазерным наконечником в зоне опухолевого очага с целью выведения его в проекцию зрачка для обеспечения полноценной визуализации, после чего выполнялась ТСТТ в сканирующем режиме с непрерывным перемещением лазерного пятна по поверхности опухоли с захватом здоровых тканей с экспозицией от 3 до 15 сек на одно пятно. Пе-

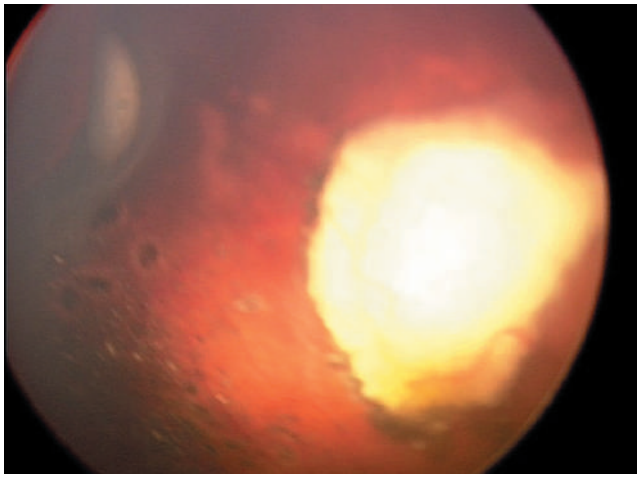


Рис. 1. Малый опухолевый очаг на крайней периферии перед проведением транссклеральной термотерапии

Fig. 1. Small retinoblastoma focus on the far periphery before transscleral thermotherapy

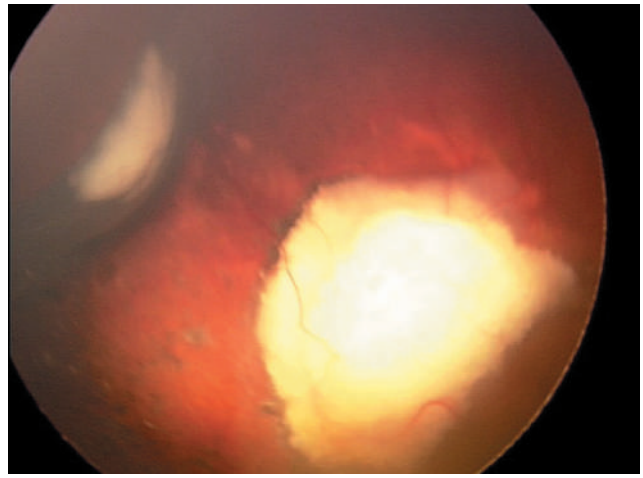


Рис. 2. Малый опухолевый очаг на крайней периферии через 1 мин после транссклеральной термотерапии

Fig. 2. Small retinoblastoma focus on the far periphery one minute after transscleral thermotherapy

ремещение пятна регулировалось под визуальным контролем до появления характерного эффекта в виде последовательного побеления поверхности каждого участка опухоли, что являлось критерием достаточности лазерного воздействия [25].

Статистическая обработка материала проводилась в программе Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинически полная регрессия опухоли после ТСТТ была достигнута в 86% случаев (19 очагов), при этом в 18 случаях полная резорбция опухоли наблюдалась после одного сеанса ТСТТ, для одного очага потребовалось проведение двух сеансов. На *рисунках 1–6* представлена клинически полная регрессия опухолевых очагов на крайней периферии *(рис. 1–3)* и на средней периферии *(рис. 4–6)*. В одном случае (5%) была отмечена частичная регрессия опухоли с последующим проведением ТТТ с достижением полной регрессии опухоли. В двух случаях (9%) был отмечен продолженный рост опухоли на рубце, что потребовало применения КД. В результате лечения локального контроля за состоянием опухоли удалось достичь во всех случаях (22 очага). Все пациенты, вошедшие в исследование, живы, все глаза сохранены, один пациент находится в процессе лечения (проведена ТТТ на очаг, не подверженный ТСТТ). Осложнений как со стороны переднего, так и со стороны заднего отрезка не наблюдалось ни в одном случае. Также ни у одного пациента не наблюдалось визуальных признаков повреждения склеры, состояние которой оценивалось как после сеанса ТСТТ, так и на контрольных осмотрах каждые 1,5–2 месяца. Срок наблюдения после ТСТТ составил от 3 до 11 месяцев (в среднем – 6 мес.). Признаков рецидива опухоли на рубце, а также метастазирования не выявлено ни у одного пациента в указанные сроки наблюдения.

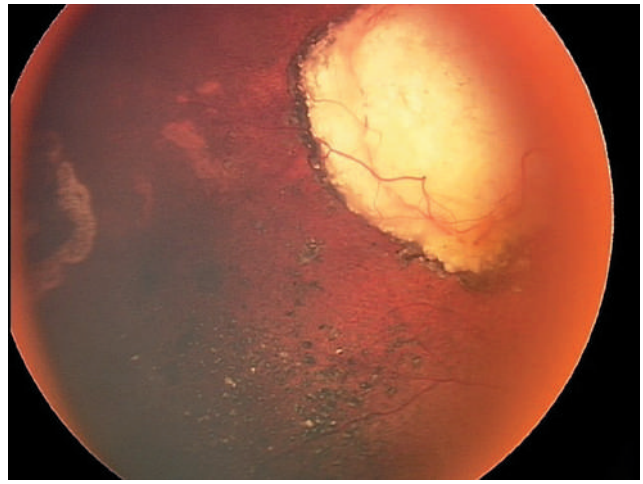


Рис. 3. Клинически полная регрессия очага после 1 сеанса трансскле-ральной термотерапии

Fig. 3. Complete tumor regression after 1 session of transscleral thermotherapy

ОБСУЖДЕНИЕ

С учетом высокой актуальности проблемы локального лечения малых РБ периферической локализации, целью нашего исследования явилось изучение вопроса эффективности и безопасности ТСТТ для лечения РБ. Воз-

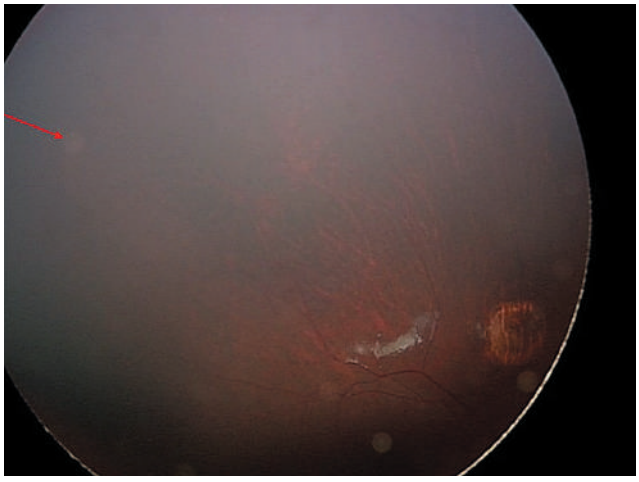


Рис. 4. Малый опухолевый очаг на средней периферии перед проведением транссклеральной термотерапии (опухоль выделена красной стрелкой)

Fig. 4. Small retinoblastoma focus on the mid periphery before transscleral thermotherapy (the tumor is marked by red arrow)

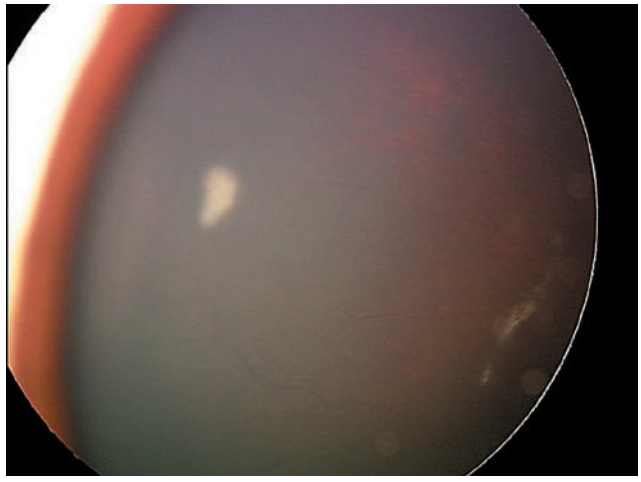


Рис. 5. Малый опухолевый очаг на средней периферии через 1 мин после транссклеральной термотерапии

Fig. 5. Small retinoblastoma focus on the mid periphery one minute after transscleral thermotherapy

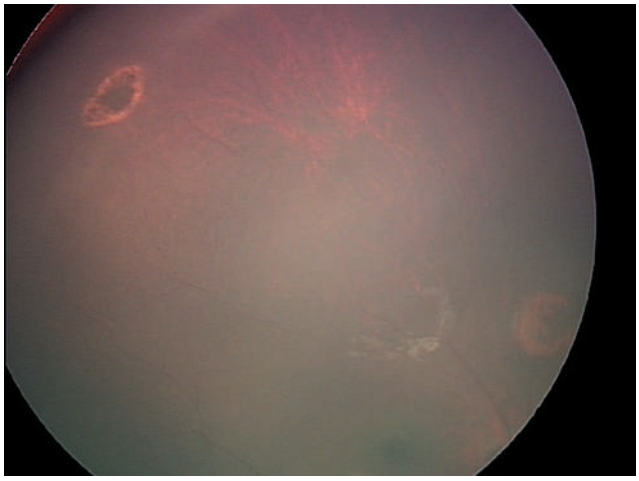


Рис. 6. Клинически полная регрессия очага после 1 сеанса транссклеральной термотерапии

Fig. 6. Complete tumor regression after 1 session of transscleral thermotherapy

можности применения ТСТТ в лечении внутриглазных опухолей ранее изучались как в качестве самостоятельного метода лечения, так и в качестве комбинированного с ТТТ лазерного воздействия при меланоме хориоидеи. При этом данные работы носили преимущественно экспериментальный характер, в которых изучались возможности оптимизации способа транссклеральной доставки лазерного излучения, глубина некроза опухоли, температурные значения в опухоли и на границе склера/опухоль, а также морфологические изменения склеры при различных энергетических параметрах, которые происходили при ТСТТ [17–22]. Несмотря на упоминание в работах C.L. Shields и соавт. и P. Hamel и соавт. транссклерального подхода как возможного способа доставки лазерного излучения при РБ, в данных работах не описана детальная технология ТСТТ, не представлены характеристика и количество пациентов, а также опухолевых очагов, пролеченных с использованием ТСТТ, также отсутствуют данные о сроках наблюдения [6, 26]. Единственная имеющаяся публикация, посвященная возможности транссклерального применения лазерного излучения инфракрасного спектра, а именно с длиной волны 810 нм, принадлежит D.H. Abramson и соавт. и представлена клиническим случаем транссклеральной лазеркоагуляции РБ [24].

Учитывая перспективы ТСТТ в лечении внутриглазных опухолей, можно говорить о том, что важнейшим вопросом остается безопасность данного метода в отношении склеры. В работе A. Vogel и соавт. было показано, что оптимальной длиной волны для транссклерального способа доставки лазерного излучения обладает диодный лазер ближнего инфракрасного диапазона (810 нм) благодаря таким характеристикам, как высокая пропускающая способность склеры для данной длины волны (до 35%), низкое поглощение склерой (6%) и узкое распределение лазерного пучка с возможностью формирования дискретного сфокусированного лазерного пятна [27]. Что же касается термической устойчивости склеры, то в экспериментальных исследованиях по ТСТТ на донорских глазах и на глазах экспериментальных животных A.I. Rem и соавт. было показано, что лазерное воздействие в субкоагуляционном режиме (при температуре от 45 до 60 °C) с экспозицией 60 сек не приводит к необратимому повреждению склеры [19, 21]. Однако актуальной задачей оставался подбор оптимальных энергетических параметров, при которых станет возможным разрушение

опухолевой ткани на достаточную глубину при безопасном воздействии на склеру. Подобное исследование было проведено Э.В. Бойко и соавт., в которой было показано, что при плотности мощности 25 Вт/см^2 признаков коагуляции склеры не отмечалось ни в одном случае при экспозиции 60 сек, при плотности мощности 50 Вт/см^2 отмечались отчетливые признаки повреждения склеры в 48,8% случаев при экспозиции 45 сек и в 67,8% случаев при экспозиции 60 сек. При плотности мощности 75 Вт/см^2 признаки коагуляции склеры наблюдали в 55,6% случаев уже при экспозиции 15 сек, а при экспозиции 60 сек коагуляция наблюдалась во всех случаях [17].

В нашей работе параметры плотности мощности составили от 20 до 50 Вт/см^2 (средняя – 35 Вт/см^2) при экспозиции лазерного излучения от 3 до 15 сек, что соответствовало безопасным значениям плотности мощности и экспозиции, описанным в работе Э.В. Бойко [17]. Визуальное состояние склеры оценивалось нами как непосредственно после сеанса ТСТТ, так и на контрольных осмотрах спустя 1,5–2 месяца. Признаков повреждения склеры ни в одном случае в нашем исследовании не обнаруживалось.

Также при подборе оптимальной мощности лазерного излучения мы ориентировались на собственный опыт и основные публикации по ТТТ РБ, в которых средняя мощность варьировалась от 350 до 420 мВт, а диаметр пятна составлял от 0,8 до 2 мм [6–8]. В нашей работе вышеуказанные параметры составили 350 мВт и 1,0 мм соответственно. В единственном описанном клиническом случае по транссклеральной лазеркоагуляции РБ использовались сопоставимые с нашим исследованием энергетические параметры (мощность – 350 мВт и диаметр пятна – 1 мм), при этом в данной работе не указаны значения экспозиции лазерного излучения, однако сами авторы заявляют о проведении транссклерального воздействия в режиме коагуляции [24].

Несмотря на малый объем нашего исследования (8 пациентов, 9 глаз, 22 очага), эффективность ТСТТ (86%) была сопоставима как с наиболее крупными работами по ТТТ (78–92%), так и с публикациями, посвященными КД (70–79%) [6, 7, 11, 12, 14, 15]. Ни у одного из пациентов не отмечалось случаев повреждения радужки и хрусталика, что безусловно выгодно отличает данный метод от традиционной ТТТ, также ни в одном случае не отмечалось и осложнений со стороны заднего отрезка. Что же касается офтальмоскопических изменений опухоли непосредственно после (отек и побеление поверхности опухолевой ткани) и спустя 1,5–2 месяца (формирование плоского хориоретинального рубца) после сеанса ТСТТ, данные изменения не отличались от ТТТ.

К относительным недостаткам настоящего исследования можно отнести его малый объем, краткосрочные результаты и определенные технические неудобства, связанные со скольжением лазерного наконечника по поверхности конъюнктивы в ходе ТСТТ, что в ряде случаев требовало дополнительной фиксации глаза пинцетом. Также необходимо отметить более маленький диаметр лазерного пятна, нежели при ТТТ, что было особенно заметно при линейном диаметре опухолевых очагов более 1,5 мм. Так, в частности, в обоих случаях продолженного роста опухоли с последующим применением КД имели место очаги протяженностью 2,6 и 2,9 мм соответственно. Учитывая все это, можно говорить о том, что необходимым условием более широкого использования ТСТТ для лечения РБ являются дальнейший набор пациентов, оптимизация данной технологии и последующий анализ полученных результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные результаты представлены лишь небольшой серией клинических случаев с небольшим сроком наблюдения, однако первый опыт применения ТСТТ при лечении РБ свидетельствует о том, что данный метод является весьма перспективным и может применяться для лечения малых РБ, расположенных на средней и крайней периферии глазного дна при отсутствии риска повреждения радужки и экватора хрусталика, что выгодно отличает данный метод от ТТТ. Прецизионность и дозированность лазерного воздействия в сочетании с неинвазивной методикой выполнения ТСТТ позволяют осуществить более щадящее воздействие на опухолевый очаг с минимальным повреждением окружающих здоровых тканей, тем самым обеспечивая минимальный риск развития осложнений, что особенно важно при мультифокальном поражении РБ, в особенности у детей с РБ на единственном глазу.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Broaddus E, Topham A, Singh AD. Incidence of retinoblastoma in the USA: 1975–2004. Br J Ophthalmology. 2009;93(1): 21–23. doi: 10.1136/bjo.2008.138750

2. Ancona-Lezama D, Dalvin LA, Shields CL. Modern treatment of retinoblastoma: A 2020 review. Ind J Ophthalmol. 2020;68(11): 2356–2365. doi: 10.4103/ijo.IJO_721_20

3. Поляков В.Г. Клинические рекомендации «Ретинобластома». Министерство здравоохранения Российской Федерации. 2017. [Polyakov VG. Clinical recommendations «Retinoblastoma». Ministry of Health of the Russian Federation. 2017. (In Russ.)]

4. Ушакова Т.Л., Трофимов И.А., Горовцова О.В., Яровой А.А., Саакян С.В., Летягин И.А., Матинян Н.В., Кукушкин А.В., Мартынов Л.А., Погребняков И.В., Иванова О.А. Новая эра органосохраняющего лечения детей с интраокулярной ретинобластомой в России: мультицентровое когортное исследование. Онкопедиатрия. 2018;5(1): 51–69. [Ushakova TL, Trofimov IA, Gorovtsova OV, Yarovoy AA, Saakyan SV, Letyagin IA, Matinyan NV, Kukushkin AV, Martynov LA, Pogrebnyakov IV, Ivanova OA. A new era of organ-preserving treatment of children with intraocular retinoblastoma in Russia: a multicenter cohort study. Onkopediatriya. 2018;5(1): 51–69. (In Russ.)]

5. Яровой А.А., Ушакова Т.Л., Поляков В.Г., Булгакова Е.С., Кривовяз О.С., Горовцова О.В. Результаты локального лечения ретинобластомы при недостаточной эффективности полихимиотерапии. Офтальмохирургия. 2015(1): 79–84. [Yarovoy AA, Ushakova TL, Polyakov VG, Bulgakova ES, Krivovyaz OS, Gorovtsova OV. Results of local treatment of retinoblastoma after polychemotherapy. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2015(1): 79–84. (In Russ.)]

6. Shields CL, Santos MC, Diniz W, Gündüz K, Mercado G, Cater JR, Shields JA. Thermotherapy for retinoblastoma. Arch Ophthalmol. 1999;117(7): 885–893. doi: 10.1001/archopht.117.7.885

7. Abramson DH, Schefler AC. Transpupillary thermotherapy as initial treatment for small intraocular retinoblastoma: technique and predictors of success. Ophthalmology. 2004; 111(5): 984–991. doi: 10.1016/j.ophtha.2003.08.035

8. Яровой А.А., Володин Д.П., Яровая В.А., Ушакова Т.Л., Котова Е.С., Чочаева А.М., Поляков В.Г. Лазерная транспупиллярная термотерапия ретинобластомы. Российский журнал детской гематологии и онкологии. 2021(3): 43–49. [Yarovoy AA, Volodin DP, Yarovaya VA, Ushakova TL, Kotova ES, Chochaeva AM, Polyakov VG. Transpupillary laser thermotherapy of retinoblastoma. Russian Journal of Pediatric Hematology and Oncology. 2021(3): 43–49. (In Russ.)] doi: 10.21682/2311-1267-2021-8-3-43-49

9. Lagendijk JJ. A microwave heating technique for the hyperthermic treatment of tumours in the eye, especially retinoblastoma. Phys Med Biol. 1982;27(11): 1313. doi: 10.1088/0031-9155/27/11/002

10. Murphree AL, Villablanca JG, Deegan WF, Sato JK, Malogolowkin M, Fisher A, Parker R, Reed E, Gomer CJ. Chemotherapy plus local treatment in the management of intraocular retinoblastoma. Arch Ophthalmol. 1996;114(11): 1348–1356. doi: 10.1001/archopht.1996.01100140548005

11. Desjardins L, Chefchaouni MC, Lumbroso L, Levy C, Asselain B, Bours D, Vedrenne J, Zucker JM, Doz F. Functional results after treatment of retinoblastoma. J AAPOS. 2002;6(2): 108–111. doi: 10.1067/mpa.2002.121451

12. Lumbroso L, Doz F, Levy C, Dendale R, Vedrenne J, Bours D, Zucker JM, Asselain B, Desjardins L. Diode laser thermotherapy and chemothermotherapy in the treatment of retinoblastoma. J Fr Ophtalmol. 2003;26(2): 154–159.

13. Патент РФ на изобретение № 2715194/ 25.02.2020. Бюл. № 6. Яровой А.А., Дога А.В., Логинов Р.А., Яровая В.А., Котельникова А.В. Способ лазерного лечения патологии крайней периферии глазного дна при обратной офтальмоскопии. Доступно по: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet [Ссылка активна на 10.04.2022]. [Patent RUS № 2715194/ 25.02.2020. Byul. № 6. Yarovoy AA, Doga AV, Loginov RA, Yarovaya VA, Kotel'nikova AV. A method of laser treatment of pathology of the extreme periphery of the fundus during reverse ophthalmoscopy. Available from: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet [Accessed 10th April 2022] (In Russ.)]

14. Abramson DH, Ellsworth RM, Rozakis GW. Cryotherapy for retinoblastoma. Arch Ophthalmol. 1982;100(8): 1253–1256. doi: 10.1001/archopht.1982.01030040231003

15. Shields JA, Parsons H, Shields CL, Giblin ME. The role of cryotherapy in the management of retinoblastoma. Am J Ophthalmol. 1989;108(3): 260–264. doi: 10.1016/0002-9394(89)90116-5

16. Molteno AC. Efficacy of cryotherapy in retinoblastoma. S Afr Med J. 1976;50(28): 1089–1092.

17. Бойко Э.В., Шишкин М.М., Ян А.В., Кольцов А.А. Экспериментальное обоснование возможности транссклеральной лазерной термотерапии внутриглазных новообразований (Сообщение первое). Офтальмохирургия. 2005(4): 38-42. [Boiko EV, Shishkin MM, Yan AV, Kol'tsov AA. Experimental substantiation of the possibility of transcleral laser thermotherapy of intraocular neoplasms (First message). Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2005(4): 38–42. (In Russ.)]

18. Бойко Э.В., Шишкин М.М., Ян А.В., Кольцов А.А. Экспериментальное обоснование возможности транссклеральной лазерной термотерапии внутриглазных новообразований (Сообщение второе). Офтальмохирургия. 2006(4): 42–45. [Boiko EV, Shishkin MM, Yan AV, Kol'tsov AA. Experimental substantiation of the possibility of transcleral laser thermotherapy of intraocular neoplasms (Second message). Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2006(4): 42–45. (In Russ.)]

19. Rem AI, Oosterhuis JA, Journée-de Korver HG, van den Berg TJ, Keunen JE. Temperature dependence of thermal damage to the sclera: exploring the heat tolerance of the sclera for transscleral thermotherapy. Exp Eye Res. 2001;72(2): 153–162. doi: 10.1006/exer.2000.0939

20. Rem AI, Oosterhuis JA, Journée-de Korver JG, van den Berg TJ. Transscleral laser thermotherapy of hamster Greene melanoma: inducing tumour necrosis without scleral damage. Melanoma Res. 2001;11(5): 503–509. doi: 10.1097/00008390-200110000-00010

21. Rem AI, Oosterhuis JA, Journée-de Korver HG, de Wolff-Rouendaal D, Keunen JE. Transscleral thermotherapy: short-and long-term effects of transscleral conductive heating in rabbit eyes. Arch Ophthalmol. 2003;121(4): 510–516. doi: 10.1001/archopht.121.4.510

22. Rem AI, Oosterhuis JA, Keunen JE, Journée-de Korver HG. Transscleral thermotherapy with laser-induced and conductive heating in hamster Greene melanoma. Melanoma Res. 2004;14(5): 409–414. doi: 10.1097/00008390-200410000-00012

23. Сдобникова С.В., Сургуч В.К., Троицкая Н.А. Комбинированная транссклеральная и транспупиллярная термотерапия при больших вазопролиферативных опухолях сетчатки. Вестник офтальмологии. 2014;130(1): 85–90. [Sdobnikova SV, Surguch VK, Troitskaya NA. Combined transscleral and transpupillary thermotherapy in large vasoproliferative retinal tumors. The Russian Annals of Ophthalmology. 2014;130(1): 85–90. (In Russ.)]

24. Abramson DH, Servodidio CA, Nissen M. Treatment of retinoblastoma with the transscleral diode laser. Am J Ophthalmol. 1998;126(5): 733–735. doi: 10.1016/S0002-9394(98)00142-1

25. Патент РФ на изобретение № 2761292/ 06.12.2021. Бюл. № 34. Яровой А.А., Володин Д.П., Логинов Р.А., Котова Е.С., Чочаева А.М. Способ транссклеральной лазерной термотерапии внутриглазных опухолей. Доступно по: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet [Ссылка активна на 10.04.2022]. [Patent RUS № 2761292/ 06.12.2021. Byul. № 34. Yarovoy AA, Volodin DP, Loginov RA, Kotova ES, Chochaeva AM. A method of transcleral laser thermotherapy of intraocular tumors. Available from: https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet [Accessed 10th April 2022] (In Russ.)]

26. Hamel P, Heon E, Gallie BL, Budning AS. Focal therapy in the management of retinoblastoma: when to start and when to stop. J AAPOS. 2000;4(6): 334–337. doi: 10.1067/mpa.2000.107902

27. Vogel A, Dlugos C, Nuffer R, Birngruber R. Optical properties of human sclera, and their consequences for transscleral laser applications. Lasers in surgery and medicine. 1991;11(4): 331–340. doi: 10.1002/lsm.1900110404

Информация об авторах

Андрей Александрович Яровой, д.м.н., yarovoyaa@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2219-7054

Денис Павлович Володин, врач-офтальмолог, аспирант, volodin.den2016@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-3660-7803

Роман Александрович Логинов, к.м.н., врач-офтальмолог, loginov990@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5440-4209

Information about the authors

Andrey A. Yarovoy, Doctor of Sciences in Medicine, yarovoyaa@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-2219-7054

Denis P. Volodin, Ophthalmologist, PhD Student, volodin.den2016@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-3660-7803

Roman A. Loginov, PhD in Medicine, loginov990@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-5440-4209

Вклад авторов в работу:

А.А. Яровой: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Д.П. Володин: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование.

Р.А. Логинов: сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

Authors' contribution:

A.A. Yarovoy: significant contribution to the concept and design of the work, editing, final approval of the version to be published.

D.P. Volodin: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing, editing.

R.A. Loginov: collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing.

Финансирование: Авторы не получали конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

Согласие пациента на публикацию: Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Patient consent for publication: No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 12.07.2022
Переработана: 27.09.2022
Принята к печати: 29.01.2023

Originally received: 12.07.2022
Final revision: 27.09.2022
Accepted: 29.01.2023