

Дискаленко О.В.¹, Коникова О.А.^{1,2}

РАННЯЯ ВИТРЕКТОМИЯ ПРИ IVA СТАДИИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ: ЗА И ПРОТИВ

¹ЛОГБУЗ «Детская клиническая больница», 195009, Санкт-Петербург, РФ;²ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, 194100, Санкт-Петербург, РФ

Цель – оценить эффективность и безопасность ранней лессберегающей витрешвартэктомии в лечении детей с активной IVa стадией ретинопатии недоношенных в ближайшие и отдаленные сроки после вмешательства.

Материал и методы. На основании современных методов обследования, включая электрофизиологическое, проанализированы результаты раннего витреоретинального хирургического вмешательства у 83 детей (116 глаз) в возрасте $40,0 \pm 1,8$ недель при IVa стадии ретинопатии недоношенных.

Результаты. Стабилизация ретинопатии недоношенных с полным прилеганием отслоенной сетчатки и купированием сосудистой активности на глазном дне была достигнута на 113 глазах (в 97,4% случаев). У 13 пациентов (15 глаз, 13,3%) в первые 3 месяца наблюдения была выявлена глаукома. Максимальная корригированная острота зрения у детей в возрасте $4,0 \pm 0,6$ лет после витрешвартэктомии составила, в среднем, $0,34 \pm 0,07$, сферический эквивалент миопической рефракции – $9,8 \pm 1,5$ дптр. Электрофизиологическое исследование показало существенное снижение электрогенеза центральных отделов сетчатки, особенно слоя биполярных ядерных клеток, несмотря на отсутствие заметных офтальмоскопических изменений в заднем полюсе глазного дна, как у детей после витрешвартэктомии, так и у детей с IVa стадией ретинопатии недоношенных в анамнезе, не перенесших витреоретинальных вмешательств.

Заключение. Незамедлительная витрешвартэктомия на IVa стадии активного периода ретинопатии недоношенных, при первых признаках формирования отслойки сетчатки, является эффективным, патогенетически обоснованным способом стабилизации патологического процесса. Однако после микроинвазивной лессберегающей витрэктомии у детей следует учитывать повышенный риск развития глаукомы. Острота зрения остается сниженной из-за нарушения созревания сетчатки на IVa стадии ретинопатии недоношенных как после витрешвартэктомии, так и без нее.

Ключевые слова: ретинопатия недоношенных; отслойка сетчатки; витрэктомия; функциональный исход; электрофизиологическое исследование; глаукома; миопия.

Для цитирования: Дискаленко О.В., Коникова О.А. Ранняя витрэктомия при IVa стадии ретинопатии недоношенных: за и против. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2016; 11 (3): 133-137. DOI: 10.18821/1993-1859-2016-11-2-133-137.

Для корреспонденции: Коникова Ольга Александровна, врач-ординатор отделения микрохирургии глаза ЛОГБУЗ «Детская клиническая больница», ассистент кафедры офтальмологии с курсом клинической фармакологии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, 194100, Санкт-Петербург, E-mail: olgakonikova@gmail.com

Diskalenko O.V.¹, Konikova L.A.^{1,2}

EARLY VITRECTOMY IN THE CASE OF STAGE IVA RETINOPATHY OF PREMATURITY: PRO AND CONTRA

¹Leningrad Regional Children's Clinical Hospital, Saint Petersburg, 195009, Russian Federation;²Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Objective. To evaluate the effectiveness and safety of early lens-sparing vitrectomy for the treatment of the children presenting with stage IVa retinopathy of prematurity during the early and late periods after the surgical intervention.

Material and methods. We analyzed the results of the early surgical intervention for vitrectomy with synechiae removal in 83 children (116 eyes) at the mean age of 40.0 ± 1.8 weeks with stage IVa retinopathy of prematurity with the use of modern methods including electrophysiological techniques.

Results. Stabilization of stage retinopathy of prematurity with the complete reattachment of the retina and the elimination of the vascular activity in the fundus have been achieved in 97.4% of the cases (113 eyes). Thirteen patients (15 eyes or 13.3%) turned out to have glaucoma within the first 3 months after the onset of observations. The maximum corrected visual acuity after vitrectomy in the children at the age of 4.0 ± 0.6 averaged 0.34 ± 0.07 , the spherical equivalent of myopic refraction was estimated at 9.8 ± 1.5 D. The electrophysiological study has demonstrated the well apparent reduction of electrogenesis in the central portion of the retina especially in the cone cells and the bipolar nuclear cell layer despite the absence of the noticeable ophthalmological changes in the posterior pole of the fundus in the children treated by lens-sparing vitrectomy as well as in the patients presenting with stage IVa retinopathy of prematurity managed given no vitreoretinal surgery.

Conclusion. Urgent vitrectomy with synechiae removal during the acute period of stage IVa of retinopathy of prematurity is an efficacious and pathogenetically substantiated method for the stabilization of this pathology provided the surgical intervention is performed upon the appearance of the very first signs of retinal detachment.

However, the increased risk of glaucoma formation after minimally invasive lens-sparing vitrectomy should be taken into consideration. Moreover, the visual acuity remains impaired due to the inhibition of maturation of the retina at stage IVa of retinopathy of prematurity both after vitrectomy with synechiae removal and in the absence of such intervention.

Keywords: *retinopathy of prematurity; retinal detachment; vitrectomy; functional outcome; electrophysiological study; glaucoma; myopia.*

For citation: Diskalenko O.V., Konikova O.A. Early vitrectomy in the case of stage IVa retinopathy of prematurity: pro and contra. Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya (Russian Pediatric Ophthalmology) 2016; 11 (3): 133-137. (In Russ.). DOI: 10.18821/1993-1859-2016-11-2-133-137.

For correspondence: Konikova Ol'ga Aleksandrovna – doctor of Eye Microsurgery Department, Leningrad Regional Children's Clinical Hospital, a department of ophthalmology, Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint-Petersburg, 194100, E-mail: olgakonikova@gmail.com

Information about authors: Konikova O.A. <http://orcid.org/000-0003-1493-0535>

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The study had no sponsorship.

Contribution: Oleg V. Diskalenko – 70%, Ol'ga A. Konikova – 30%.

Received 15 January 2016

Accepted 15 February 2016

Актуальность. Известно, что нормальное формирование стекловидного тела при ретинопатии недоношенных (РН) нарушается на самых ранних этапах развития неоваскуляризации в ответ на гипоксию и ишемию [1]. Замедляется физиологический механизм апоптоза эмбриональной сосудистой сети, на месте которой в процессе экстраретинальной пролиферации в дальнейшем может сформироваться рубцовая ткань, способствующая в итоге развитию тракционной отслойки сетчатки [2, 3].

При этом в первые недели существования такой отслойки вновь образованные тракционные мембраны представлены, в большей степени, нейроглией, которая практически прозрачна и потому зачастую не видима глазу. Вероятно, этот факт не позволяет вовремя обнаружить тракционную отслойку сетчатки – увидеть ее в проекции проминирующего гребня нередко бывает практически невозможно даже при использовании стереоофтальмоскопии. Создает трудности для своевременного выявления прогрессирующего тракционного синдрома и выраженная экссудация в процессе развития активной РН. Далеко не всегда формирующаяся отслойка сетчатки, а также тракции, ее вызывающие, визуализируются при В-сканировании глазного яблока и даже опытный специалист может столкнуться с проблемой интерпретации полученных при офтальмоскопии данных и испытывать сложности в своевременном выявлении IVa стадии заболевания. Эти обстоятельства объясняют нередко позднее направление детей для лечения в витреоретинальные хирургические центры [4].

В целом же, несмотря на высокую эффективность профилактики РН, рекомендательный характер более раннего проведения профилактической лазеркоагуляции сетчатки в предпороговую стадию, при локализации процесса в I зоне и при задней агрессивной форме ретинопатии недоношенных (ЗАРН), РН нередко достигает IV и V стадии, продолжая оставаться актуальной проблемой [5].

При этом целесообразность выполнения витреоретинальных хирургических вмешательств при начальных признаках формирования отслойки сетчатки вследствие РН, а также при ЗАРН признается многими авторами [6–10]. По нашим многолетним наблюдениям, ранняя микроинвазивная ленсбере-

гающая витрэктомия при развитии даже минимальной по площади отслойки сетчатки, является эффективным методом стабилизации патологического процесса. Такое вмешательство, по нашему мнению, является более щадящим по отношению к ткани сетчатки, в сравнении с «надежной» лазеркоагуляцией, которую, особенно при развитии ЗАРН, зачастую выполняют в режиме панретинальной.

Однако, с другой стороны, существует мнение о том, что витреоретинальное хирургическое вмешательство на пике пролиферативной активности может усугубить патологический процесс в силу его высокой травматичности, осложниться развитием гемофтальма, а также рефрактерной глаукомы. Учитывая это, некоторые авторы вполне обоснованно высказывают сомнения в эффективности подобных операций [11, 12]. К тому же у таких больных весьма проблематично достижение высоких зрительных функций [5]. Наряду с этим опубликованы результаты и ряда исследований, демонстрирующих высокую эффективность витреоретинального хирургического лечения как ЗАРН [6, 10], так и локальной отслойки сетчатки при традиционном течении ретинопатии [7].

Тем не менее показания к витреоретинальному хирургическому лечению в отношении детей с локальной отслойкой сетчатки, а также детей с высоким риском развития отслойки сетчатки определены недостаточно четко. Не до конца изучены исходы и осложнения раннего оперативного лечения локальной периферической отслойки сетчатки в активный период РН. Об отдаленных же функциональных результатах раннего витреоретинального вмешательства у маловесных младенцев с ретинопатией недоношенных имеются лишь немногочисленные сообщения зарубежных авторов [13–18].

Цель исследования: оценить эффективность и безопасность ранней ленсберегающей витршваргэктомии (ВШЭ) в лечении детей с активной IVa стадией РН в ближайшие и отдаленные сроки после вмешательства.

Материал и методы. Основную группу составили 83 ребенка (116 глаз), обратившихся для хирургического лечения в отделение микрохирургии глаза ЛОГБУЗ «Детская клиническая больница» Санкт-

Петербурга в 2010–2011 гг. Критерием включения в исследование явилось наличие локальной отслойки сетчатки без вовлечения макулярной зоны на фоне активной РН, эффективное хирургическое лечение которой возможно было осуществить без удаления прозрачного хрусталика. Все пациенты родились недоношенными на 22–34-й неделе гестации ($28,9 \pm 0,3$) с весом 650–2200 г ($1229,4 \pm 47,8$ г).

У 47 детей (75 глаз; 64,6%) витреоретинальной операции предшествовала лазеркоагуляция сетчатки в различных стационарах по месту жительства, у 36 (41 глаз; 35,4%) витрэктомия явилась первичным вмешательством.

В среднем, ленсберегающая ВШЭ выполнена всем детям на $40,0 \pm 1,8$ неделе их постконцептуального возраста. Вмешательство осуществляли при обнаружении локальной отслойки сетчатки, вне зависимости от ее площади и локализации. Хрусталик оставляли только при условии отсутствия фиброзных тяжей, плотно прилегающих к его задней капсуле. Технология витреоретинального хирургического лечения включала субтотальное удаление стекловидного тела с деликатным рассечением полупрозрачных эпиретинальных мембран, оказывающих тракционное действие как непосредственно в области отслоенной сетчатки, так и над диском зрительного нерва, где практически всегда обнаруживается избыточное разрастание нейроглии. Радикально эпиретинальные мембраны не удаляли в целях минимизации риска формирования ятрогенных разрывов сетчатки. При необходимости проводили диатермокоагуляцию новообразованных сосудов в стекловидном теле. Для лучшей визуализации эпиретинальных структур использовали склерокомпрессию.

Все дети находились под динамическим наблюдением в течение 4–5 лет от момента оперативного лечения.

9 детей (11 глаз) со спонтанной стабилизацией активной фазы РН на IVa стадии в анамнезе были отобраны ретроспективно и составили группу контроля.

Методы обследования зависели от возраста и включали визометрию, рефрактометрию, фоторегистрацию глазного дна на ретинальной камере “RetCam-2”, обратную стереоофтальмоскопию, А- и В-сканирование, электрофизиологическое исследование, тонометрию (при необходимости, в условиях медикаментозного сна).

Результаты. Стабилизация РН с полным прилеганием отслоенной сетчатки и купированием сосудистой активности на глазном дне была достигнута у 80 детей (113 глаз; 97,4%). У одного пациента на 1 глазу в динамике ретинопатия недоношенных прогрессировала до IVb стадии заболевания, у двух развилась V ее стадия и из дальнейшего анализа они были исключены.

При гладком, в целом, течении послеоперационного периода, особое внимание при наблюдении за пациентами после ленсберегающей ВШЭ традиционно уделялось мониторингу внутриглазного давления [19].

Так, в анализируемой группе прооперированных пациентов глаукома была выявлена у 13 детей (15 глаз, 13,3%) в первые 3 месяца наблюдения, в группе контроля – у одного пациента на 1 глазу (9,1%). Во

всех случаях глаукома дебютировала по типу острого приступа с выраженным отеком роговицы и значительным увеличением глазного яблока в размере. Во всех случаях требовалось хирургическое лечение.

Поздние рецидивы отслойки сетчатки зафиксированы на двух глазах у детей основной группы в возрасте 2 и 4 лет (0,02%). В обоих случаях тотальная воронкообразная отслойка сетчатки развилась из-за формирования гигантских ее разрывов после травмы, сопровождалась развитием обширного гемофтальма и имела неблагоприятный прогноз.

Известно, что снижение зрения у детей с РН имеет многофакторный характер [20] и связано не только с РН как таковой, но и с сопутствующей патологией ЦНС, отсутствием своевременной коррекции аномалий рефракции и др. Поэтому для более подробной оценки функционального состояния органа зрения в отдаленный период после хирургического лечения локальной отслойки сетчатки была выделена отдельная относительно однородная группа пациентов. Исключены были дети с глаукомой, грубой неврологической патологией, частичной атрофией зрительного нерва, дисбинокулярной и рефракционной амблиопией (вследствие несоблюдения назначенной оптической коррекции миопии и плеоптического лечения). С учетом этих ограничений, в анализ были включены 34 пациента (45 глаз) основной группы (средний возраст на момент обследования составил $4,0 \pm 0,6$ года) и 9 детей (10 глаз) контрольной группы (в возрасте $10,1 \pm 1,0$ год).

Сведения о максимальной корригированной остроте зрения, а также клинической рефракции пациентов с IVa стадией РН представлены в таблице. Из таблицы видно, что статистически значимых различий по максимальной корригированной остроте зрения и клинической рефракции между исследуемыми группами пациентов не выявлено. Хотя необходимо отметить, что средние величины максимальной корригированной остроты зрения, а также сферического эквивалента рефракции были все же заметно выше на глазах после ВШЭ.

Другим немаловажным показателем благоприятного исхода РН является характеристика глазного дна. Известно, что наиболее серьезной проблемой, сопровождающей рубцовую фазу РН, является возникновение поздней отслойки сетчатки, носящей, как правило, регматогенный характер. И важнейшими факторами риска развития этого грозного осложнения являются как периферические витреохориоретинальные дистрофии в области демаркации, так и нарушение тонкой структуры витреоретинального интерфейса [21], приводящее к тракции со стороны стекловидного тела и вторичной отслойке сетчатки.

В настоящем исследовании частота изменения витреоретинального интерфейса в рубцовую фазу заболевания оказалась крайне невысокой после ВШЭ (3 пациента, 3 глаза, 6,7%), тогда как у неоперированных пациентов тракционное воздействие стекловидного тела на сетчатку без развития ее отслойки на момент обследования было обнаружено у каждого третьего пациента (4 глаза, 40,0% $p < 0,05$). Локальные тракционные, тракционно-регматогенные отслойки сетчатки встречались также значительно

Острота зрения и клиническая рефракция у пациентов с IVa стадией в рубцовом периоде РН

Анализируемый параметр	1-я группа (после ВШЭ) <i>n</i> = 45	2-я группа (спонтанный регресс РН) <i>n</i> = 10	<i>p</i>
Острота зрения (отн. ед.)	0,34±0,07	0,26±0,05	> 0,05
Миопия (дптр)	9,80±1,50	6,50±1,20	> 0,05

Примечание. *n* – число глаз.

реже у пациентов после витреоретинального хирургического лечения (2 глаза, 4,4%), чем на глазах со спонтанным регрессом РН, где они были выявлены у 7 пациентов на 7 глазах (70,0%, *p* < 0,01, $\phi^* = 4,459$).

Эктопия и деформация макулярной зоны, формирование центрального ретиношизиса также чаще были обнаружены на глазах со спонтанным регрессом РН (8 глаз, 80,0%), чем после ВШЭ (16 глаз, 35,6%, *p* < 0,05, $\phi^* = 2,011$). В отдаленный период наблюдения офтальмоскопически сохранной макулярная зона оставалась у 10 пациентов после ВШЭ (11 глаз, 24,4%) и ни у одного ребенка со спонтанной стабилизацией РН.

И тем не менее, как видно из таблицы, достичь высокой корригированной остроты зрения пациентам с IVa стадией ретинопатии все же не удавалось, несмотря на благоприятный в анатомическом отношении результат оперативного лечения. И для уточнения природы зрительных нарушений мы провели детальное электрофизиологическое исследование.

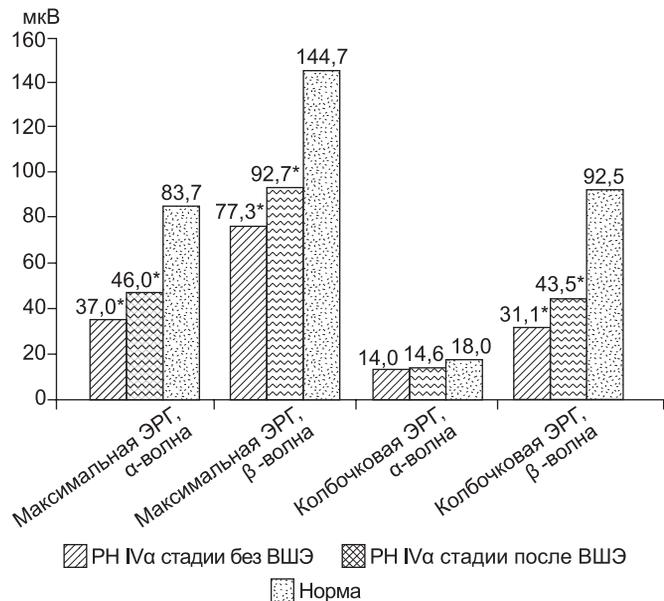
По результатам стандартной электроретинограммы, выраженное нарушение функциональной активности сетчатки выявлено у всех обследованных пациентов как со спонтанной стабилизацией активного патологического процесса, так и после проведенного хирургического лечения (см. рисунок).

Обсуждение. Таким образом, причиной относительно низких зрительных функций у детей с IVa стадией РН, вероятно, служит нарушение созревания клеточных элементов, а также формирование правильной архитектоники проксимальных отделов центральной сетчатки, которое неминуемо сопровождается развитием ретинопатии на периферии глазного дна.

Примечательно, что выявлено существенное снижение электрогенеза центральных отделов сетчатки, в особенности слоя биполярных ядерных клеток, несмотря на отсутствие существенных офтальмоскопических изменений сетчатки в заднем полюсе глазного дна. Статистически значимых различий в состоянии функциональной активности сетчатки в анализируемых группах у детей с IVa стадией РН обнаружено не было.

При этом витрэктомия хотя и может потенциально являться фактором, повреждающим клеточные элементы сетчатки в чувствительный период их созревания, в конечном итоге не оказывает дополнительного значимого травмирующего действия на незрелую сетчатку недоношенного ребенка.

Долгосрочные наблюдения за пациентами после хирургического лечения локальной отслойки сетчатки, проведенного в раннем возрасте, выявляют склонность к большей миопизации глаз после ВШЭ. Кроме того, практически на каждом десятом глазу



Состояние функциональной активности центральных и периферических отделов сетчатки у пациентов с IVa стадией РН.

* – различия статистически значимы по сравнению с нормой, *p* < 0,01.

у таких детей развивается глаукома, требующая хирургического лечения. Однако в 97,4% случаев ранней ленсберегающей витрэктомии сохранено предметное зрение. Полученные данные согласуются, в целом, с наблюдениями других авторов [14, 22].

Результаты электрофизиологического обследования не показали значимых отличий функциональной активности сетчатки у детей после ВШЭ в сравнении с неоперированными пациентами.

В отдаленные сроки наблюдения после хирургического вмешательства профиль заднего полюса и периферии глазного дна на глазах после витрэктомии, осуществленной в раннем возрасте, был деформирован значительно меньше, чем у детей с самопроизвольной стабилизацией IVa стадии РН.

Заключение

Таким образом, незамедлительная витршвартэктомия на IVa стадии ретинопатии недоношенных активного периода, при первых признаках формирования отслойки сетчатки, является эффективным, патогенетически обоснованным способом не только стабилизации патологического процесса, но и предупреждения дальнейшей тракционной деформации ретинальной ткани на периферии и в заднем полюсе глаза. Это позволяет сохранить архитектуру макулярной зоны сетчатки и, соответственно, перспективы развития максимально возможных зрительных функций.

Следует безусловно учитывать и повышенный риск развития глаукомы у детей после микроинвазивной ленсберегающей витрэктомии и обращать особое внимание на уровень офтальмотонуса в первое полугодие жизни. И благодаря своевременному выявлению и незамедлительному хирургическому лечению глаукомы у пациентов с ретинопатией недоношенных возможности для развития зрительных функций сохраняются. Вместе с тем промедление при развитии отслойки сетчатки может иметь фа-

тальные последствия с неутешительными функциональными результатами реконструктивного оперативного лечения на IVb и V стадиях заболевания.

Долевое участие авторов: Дискаленко О.В. – 70%, Коникова О.А. – 30%.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Финансирование исследования и публикации не осуществлялось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коникова О.А., Бржеский В.В., Федотова Е.П., Насыров Р.А. Кислород-индуцированная ретинопатия как экспериментальная модель ретинопатии недоношенных детей. *Офтальмологические ведомости*. 2013; (3): 37–42.
2. Силаева Н.Ф. Патоморфология и патогенез ретинопатии недоношенных. *Вестн. офтальмол.* 1990; (2): 22–5.
3. Saint-Geniez M., D'Amore P. Development and pathology of the hyaloid, choroidal and retinal vasculature. *Int. J. Dev. Biol.* 2004; 48: 1045–58.
4. Дискаленко О.В., Коникова О.А., Бржеский В.В., Гайдар М.В. Анатомо-функциональные результаты левитришвартэктомии, выполненной в различном возрасте детям с V стадией ретинопатии недоношенных. *Рос. педиатр. офтальмол.* 2014; (4): 5–9.
5. Дискаленко О.В., Коникова О.А. Функциональные исходы IVb и V стадии ретинопатии недоношенных. *Педиатр.* 2013; (1): 16–21.
6. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Володин П.Л. Особенности диагностики и лечения задней агрессивной ретинопатии недоношенных. В кн.: *Восток-Запад: Сборник научных трудов Международной конференции по офтальмохирургии*. Уфа; 2010: 472–4.
7. Скрипец П.П., Махмутов В.Ю. Опыт витреоретинального хирургического лечения детей с 4 стадией активной ретинопатии недоношенных (РН). Клинические и функциональные результаты. *Российская детская офтальмология*. 2013; (2): 29–33.
8. Терещенко А.В., Белый Ю.А., Тактика витреоретинальной хирургии при ретинопатии недоношенных. *Российская детская офтальмология*. 2015; (3): <http://www.eyepress.ru/article.aspx?18671>.
9. Wu W.C., Lai C.C., Lin R.I., Wang N.K., Chao A.N., Chen K.J. et al. Modified 23-gauge vitrectomy system for stage 4 retinopathy of prematurity. *Arch. Ophthalmol.* 2011; 129 (10): 1326–31.
10. Micelli Ferrari T., Furino C., Lorusso V. et al. Three-port lens-sparing vitrectomy for aggressive posterior retinopathy of prematurity: early surgery before tractional retinal detachment appearance. *Eur. J. Ophthalmol.* 2007; 17 (5): 785–9.
11. Катаргина Л.А. Современные взгляды на проблему ретинопатии недоношенных. *Вестн. офтальмол.* 2014; (4): 23–7.
12. Yokoi T., Yokoi T., Kobayashi Y. et al. Risk factors for recurrent fibrovascular proliferation in aggressive posterior retinopathy of prematurity after early vitreous surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 2010; 150 (1): 10–5.
13. Repka M., Tung B. et al. Outcome of eyes developing retinal detachment during the early treatment for retinopathy of prematurity study. *Arch. Ophthalmol.* 2011; 129 (9): 1175–9.
14. Bhende P., Gopal L. et al. Functional and anatomical outcomes after primary lens-sparing pars plana vitrectomy for Stage 4 retinopathy of prematurity. *Indian J. Ophthalmol.* 2009; 4: 267–71.
15. Gilbert W., Quinn G., Dobson V. et al. Partial retinal detachment at 3 months after threshold retinopathy of prematurity. Long-term structural and functional outcome. Multicenter Trial of Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group. *Arch. Ophthalmol.* 1996; 114 (9): 1085–91.
16. Joshi M., Trese M., Capone A. Optical coherence tomography findings in stage 4A retinopathy of prematurity: a theory for visual variability. *Ophthalmology*. 2006; 113 (4): 657–60.
17. Lakhnani R.R., Sun R.L., Albini T.A., Coffee R., Coats D.K., Holz E.R. Visual outcomes after 3-port lens-sparing vitrectomy in stage 4 retinopathy of prematurity. *Arch. Ophthalmol.* 2006; 124 (5): 675–9.
18. Prenner J.L., Capone A. Jr., Trese M.T. Visual outcomes after lens-sparing vitrectomy for stage 4A retinopathy of prematurity. *Ophthalmology*. 2004; 111: 2271–3.
19. Зерцалова М.А., Бржеский В.В., Дискаленко О.В., Гайдар М.В. Особенности клинического течения глаукомы у детей, родившихся на разных сроках гестации. *Клиническая офтальмология*. 2011; 12 (2): 53–5.
20. Катаргина Л.А., Коголева Л.В., Белова М.В., Мамакаева И.Р. Клинические исходы и факторы, ведущие к нарушению зрения у детей с рубцовой и регрессивной ретинопатией недоношенных. *Клиническая офтальмология*. 2009; 10 (3): 3–6.
21. Трояновский Р.Л., Синявский О.А., Солонина С.Н., и др. Ретинопатия недоношенных: профилактика и лечение отслоек сетчатки в отдаленный период. В кн.: *Ретинопатия недоношенных 2013: Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием*. М.; 2013: 213–6.

22. Iwahashi-Shima C., Miki A., Hamasaki T., Otori Y., Matsushita K., Kiuchi Y. et al. Intraocular pressure elevation is a delayed-onset complication after successful vitrectomy for stages 4 and 5 retinopathy of prematurity. *Retina*. 2012; 32 (8): 1636–42.

REFERENCES

1. Konikova O.A., Brzheskiy V.V., Fedotova E.P., Nasyrov R.A. Oxygen-induced retinopathy as an experimental model of retinopathy of prematurity. *Oftal'mologicheskie vedomosti*. 2013; (3): 37–42. (in Russian)
2. Silyaeva N.F. Pathology and pathogenesis of retinopathy of prematurity. *Vestn. oftal'mol.* 1990; (2): 22–5. (in Russian)
3. Saint-Geniez M., D'Amore P. Development and pathology of the hyaloid, choroidal and retinal vasculature. *Int. J. Dev. Biol.* 2004; 48: 1045–58.
4. Diskalenko O.V., Konikova O.A., Brzheskiy V.V., Gaydar M.V. Anatomical and functional outcome of the lensvitrectomy for different age children with stage 5 retinopathy of prematurity. *Ros. pediatri. oftal'mol.* 2014; (4): 5–9. (in Russian)
5. Diskalenko O.V., Konikova O.A. Functional outcomes IV and V stage of retinopathy of prematurity. *Pediatr.* 2013; (1): 16–21. (in Russian)
6. Tereshchenko A.V., Belyy Yu.A., Volodin P.L. Diagnosis and treatment of aggressive posterior retinopathy of prematurity. In: *East-West: Collection of scientific papers of the International Conference for ophthalmic surgery. [Osobennosti diagnostiki i lecheniya zadney agressivnoy retinopatii nedonoshennykh]*. Ufa; 2010: 472–4. (in Russian)
7. Skripets P.P., Makhmutov V.Yu. Experience vitreoretinal surgical treatment of children with stage 4 active retinopathy of prematurity (ROP). Clinical and functional results. *Rossiyskaya detskaya oftal'mologiya*. 2013; (2): 29–33. (in Russian)
8. Tereshchenko A.V., Belyy Yu.A. Tactics vitreoretinal surgery for retinopathy of prematurity. *Rossiyskaya detskaya oftal'mologiya*. 2015; (3): <http://www.eyepress.ru/article.aspx?18671>. (in Russian)
9. Wu W.C., Lai C.C., Lin R.I., Wang N.K., Chao A.N., Chen K.J. et al. Modified 23-gauge vitrectomy system for stage 4 retinopathy of prematurity. *Arch. Ophthalmol.* 2011; 129 (10): 1326–31.
10. Micelli Ferrari T., Furino C., Lorusso V. et al. Three-port lens-sparing vitrectomy for aggressive posterior retinopathy of prematurity: early surgery before tractional retinal detachment appearance. *Eur. J. Ophthalmol.* 2007; 17 (5): 785–9.
11. Katargina L.A. Modern views on the problem of retinopathy of prematurity. *Vestn. oftal'mol.* 2014; (4): 23–7. (in Russian)
12. Yokoi T., Yokoi T., Kobayashi Y. et al. Risk factors for recurrent fibrovascular proliferation in aggressive posterior retinopathy of prematurity after early vitreous surgery. *Am. J. Ophthalmol.* 2010; 150 (1): 10–5.
13. Repka M., Tung B. et al. Outcome of eyes developing retinal detachment during the early treatment for retinopathy of prematurity study. *Arch. Ophthalmol.* 2011; 129 (9): 1175–9.
14. Bhende P., Gopal L. et al. Functional and anatomical outcomes after primary lens-sparing pars plana vitrectomy for Stage 4 retinopathy of prematurity. *Indian J. Ophthalmol.* 2009; 4: 267–71.
15. Gilbert W., Quinn G., Dobson V. et al. Partial retinal detachment at 3 months after threshold retinopathy of prematurity. Long-term structural and functional outcome. Multicenter Trial of Cryotherapy for Retinopathy of Prematurity Cooperative Group. *Arch. Ophthalmol.* 1996; 114 (9): 1085–91.
16. Joshi M., Trese M., Capone A. Optical coherence tomography findings in stage 4A retinopathy of prematurity: a theory for visual variability. *Ophthalmology*. 2006; 113 (4): 657–60.
17. Lakhnani R.R., Sun R.L., Albini T.A., Coffee R., Coats D.K., Holz E.R. Visual outcomes after 3-port lens-sparing vitrectomy in stage 4 retinopathy of prematurity. *Arch. Ophthalmol.* 2006; 124 (5): 675–9.
18. Prenner J.L., Capone A. Jr., Trese M.T. Visual outcomes after lens-sparing vitrectomy for stage 4A retinopathy of prematurity. *Ophthalmology*. 2004; 111: 2271–3.
19. Zertsalova M.A., Brzheskiy V.V., Diskalenko O.V., Gaydar M.V. The clinical course of glaucoma in children born in the different periods of gestation. *Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2011; 12 (2): 53–5. (in Russian)
20. Katargina L.A., Kogoleva L.V., Belova M.V., Mamakaeva I.R. Clinical outcomes and factors visual impairment in children with regressive retinopathy of prematurity. *Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2009; 10 (3): 3–6. (in Russian)
21. Troyanovskiy R.L., Sinyavskiy O.A., Solonina S.N. et al. Retinopathy of prematurity: prevention and treatment of retinal detachments in remote period. In: *Collection of Scientific Papers Russian Scientific and Practical Conference "Retinopathy of Prematurity 2013". [Retinopatiya nedonoshennykh: profilaktika i lechenie otsloek setchatki v otdalenny period]*. Moscow; 2013: 213–6. (in Russian)
22. Iwahashi-Shima C., Miki A., Hamasaki T., Otori Y., Matsushita K., Kiuchi Y. et al. Intraocular pressure elevation is a delayed-onset complication after successful vitrectomy for stages 4 and 5 retinopathy of prematurity. *Retina*. 2012; 32 (8): 1636–42.