

Научная статья

УДК 617.747

DOI: <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2023-2-14-21>

Интраоперационная индукция задней отслойки стекловидного тела без окрашивания задней гиалоидной мембраны как этап хирургического лечения витреоретинальной патологии

Н.М. Шилов¹, А.В. Терещенко^{1, 2}, И.Г. Трифаненкова^{1, 2}, Н.Н. Юдина¹, Е.В. Ерохина¹, М.А. Плахотный¹, С.В. Новиков¹

¹Калужский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фегорова» Минздрава России, Калуга

²Медицинский институт ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», Калуга

РЕФЕРАТ

Цель. Разработать технологию интраоперационной индукции задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) без окрашивания задней гиалоидной мембраны и оценить ее клиническую эффективность. **Материал и методы.** В исследование были включены 10 недоношенных детей (18 глаз) с 3 (8 глаз) и 4а- (10 глаз) стадиями активной ретинопатии недоношенных (РН) и 70 взрослых пациентов (70 глаз) с первичными сквозными макулярными разрывами, из них 48 глаз — со средними (диаметром 250–400 мкм) и 22 глаза — с большими (диаметром более 400 мкм). Всем пациентам по показаниям была проведена витреоретинальная хирургия с применением разработанной в Калужском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» методики интраоперационной индукции ЗОСТ, для осуществления которой используется витреотом, при этом красители не применяют. **Результаты.** У всех пациентов, вошедших в исследование, удалось инициировать ЗОСТ интраоперационно без использования красителей и дополнительных инструментов. Осложнений на данном этапе опе-

рации не было ни в одном случае. У детей с активной РН с помощью наконечника витреотома индуцировали ЗОСТ, отделяли заднюю гиалоидную мембрану (ЗГМ) от прилежащей сетчатки практически на всем протяжении и проводили максимальное удаление витреума. Этого удалось добиться на всех 18 глазах. У взрослых пациентов с макулярными разрывами после успешной индукции ЗОСТ во всех 70 случаях удалось провести операцию в полном объеме, с полноценным формированием лоскута внутренней пограничной мембраны и закрытием макулярного разрыва. **Заключение.** Разработанная методика интраоперационной индукции ЗОСТ является эффективной при отделении ЗГМ и задних кортикальных слоев стекловидного тела от сетчатки, снижает продолжительность и травматичность операции, не требует специальных инструментов, а также красителей и может успешно применяться в качестве начального этапа витреоретинальных операций для создания доступа к проведению последующих этапов хирургического лечения.

Ключевые слова: индукция задней отслойки стекловидного тела, ретинопатия недоношенных, макулярный разрыв

Для цитирования: Шилов Н.М., Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Юдина Н.Н., Ерохина Е.В., Плахотный М.А., Новиков С.В. Интраоперационная индукция задней отслойки стекловидного тела без окрашивания задней гиалоидной мембраны как этап хирургического лечения витреоретинальной патологии. Российская детская офтальмология. 2023;2: 14–21.

DOI: <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2023-2-14-21>

Автор, ответственный за переписку: Ирина Георгиевна Трифаненкова, наука@eye-kaluga.com

ABSTRACT

Original article

Intraoperative induction of posterior vitreous detachment without staining of the posterior hyaloid membrane as a stage of surgical treatment of vitreoretinal pathology

N.M. Shilov¹, A.V. Tereshchenko^{1, 2}, I.G. Trifanenkova^{1, 2}, N.N. Yudina¹, E.V. Erokhina¹, M.A. Plakhotnyi¹, S.V. Novikov¹

¹S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Kaluga Branch, Kaluga, Russian Federation

²Kaluga State Medical University of K.E. Tsiolkovski, Kaluga, Russian Federation

Purpose. To develop a technology for intraoperative induction of posterior vitreous detachment without staining the posterior hyaloid membrane and evaluate its clinical effectiveness.

Material and methods. The study included 10 premature infants (18 eyes) with stages 3 (8 eyes) and 4a (10 eyes) of active ROP and 70 adult patients (70 eyes) with primary penetrating macular

holes, 48 of them with medium (diameter 250–400 µm) and 22 large holes (more than 400 µm in diameter). According to the indications, all patients underwent vitreoretinal surgery using the technique of intraoperative induction of posterior vitreous detachment (PVD) developed in the Kaluga branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution. A vitreotome is used, while dyes are not used during vitreoretinal surgery. **Results.** It was possible to initiate the posterior vitreous detachment intraoperatively without the use of dyes and additional instruments for all patients included in the study. There were no complications at this stage of the operation in any case. In children with active ROP, posterior vitreous detachment was induced using the tip of a vitreotome, the posterior hyaloid membrane was separated from the adjacent retina almost along its entire length, and the maximum removal of the vitreum was

performed. This was achieved in all 18 eyes. In adult patients with macular rupture after successful induction of posterior vitreous detachment, in all 70 cases it was possible to perform the operation completely, with the formation of the inner limiting membrane flap and the closure of the macular rupture.

Conclusion. The developed technique for intraoperative induction of posterior vitreous detachment is effective in separating the posterior hyaloid membrane and posterior cortical layers of the vitreous body from the retina, reduces the duration and trauma of the operation, does not require special instruments or dyes, and can be successfully used as the initial stage of vitreoretinal operations to create access to the subsequent stages of surgery treatment.

Key words: *induction of posterior vitreous detachment, retinopathy of prematurity, macular rupture*

For quoting: Shilov N.M., Tereshchenko A.V., Trifanenkova I.G., Yudina N.N., Erokhina E.V., Plakhotniy M.A., Novikov S.V. Intraoperative induction of posterior vitreous detachment without staining of the posterior hyaloid membrane as a stage of surgical treatment of vitreoretinal pathology. *Rossiyskaya detskaya oftalmologiya*. 2023;2: 14–21. DOI: <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2023-2-14-21>

Corresponding author: Irina G. Trifanenkova, nauka@eye-kaluga.com

Индукция задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) является одним из наиболее важных этапов витреоретинальной хирургии, от успешного проведения которого в немалой степени зависит исход операции.

Прикрепление кортикальных слоев стекловидного тела (СТ) к внутренней пограничной мембране (ВПМ) сетчатки играет важную роль в патофизиологии целого ряда витреоретинальных заболеваний, таких как идиопатические макулярные разрывы, отслойка сетчатки, витреомакулярный тракционный синдром, пролиферативная диабетическая ретинопатия, тяжелые стадии ретинопатии недоношенных (РН) [1].

Многочисленные публикации, посвященные методам интраоперационной индукции ЗОСТ при различной офтальмопатологии, свидетельствуют о продолжающемся поиске в этом направлении [2–7].

Несмотря на постоянное совершенствование применяемых методов и разработку нового инструментария, индукцию ЗОСТ не всегда удается провести полноценно [8, 9]. Так, у недоношенных детей в ходе хирургического лечения активных стадий РН, сопровождающихся развитием отслойки сетчатки, необходимо на всем протяжении поднять заднюю гиаловидной мембраны (ЗГМ) и освободить сетчатку от витреума, что является непростой задачей из-за высокой степени адгезии ЗГМ к сетчатке. В хирургическом лечении сквозного макулярного разрыва с применением методики «перевернутого лоскута» без полноценной интраоперационной индукции ЗОСТ невозможно приступить к формированию лоскута ВПМ для успешного закрытия макулярного разрыва [10].

Основную сложность при индукции ЗОСТ представляет собой прозрачность СТ и сложность его визуализации интраоперационно. Для решения этой проблемы было предложено множество красителей: трипановый синий, триамцинолона ацетонид, Витреоконтраст и др. [11–13]. Окрашивающие вещества, безусловно, облегчают задачу визуализации и удаления витреума, однако их применение сопряжено с токсическим воздействием на внутриглазные структуры.

В Калужском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» предложена методика интраоперационной индукции ЗОСТ, проведение которой не требует применения красителей, что и определило цель настоящей работы.

ЦЕЛЬ

Разработать технологию интраоперационной индукции задней отслойки стекловидного тела без окрашивания задней гиаловидной мембраны и оценить ее клиническую эффективность.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 10 недоношенных детей (18 глаз) с 3 (8 глаз) и 4а- (10 глаз) стадиями активной РН и 70 взрослых пациентов (70 глаз) с первичными сквозными макулярными разрывами, из них 48 глаз – со средними (диаметром 250–400 мкм) и 22 глаза – с большими (диаметром более 400 мкм).

Всем пациентам по показаниям была проведена витреоретинальная хирургия с применением раз-

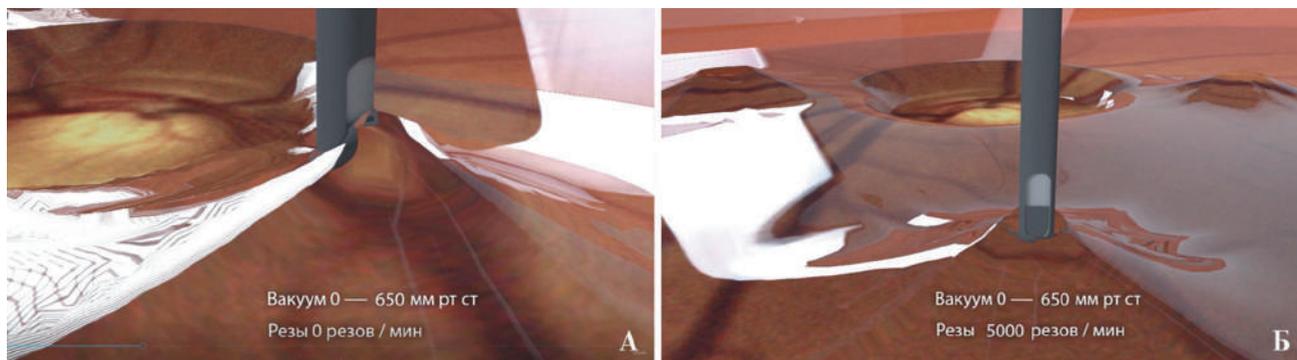


Рис. 1. Нанесение витреотомом микроперфораций в ЗГМ concentрично ДЗН за счет чередования режима «вакуум» (А) и «резы» (Б)

Fig. 1. Application of microperforations in the posterior hyaloid membrane with a vitreotome is concentric to the optic disc due to the alternation of the "vacuum" (A) and "cutting" (B) modes

работанной в Калужском филиале МНТК «Микрохирургия глаза» методики интраоперационной индукции ЗОСТ¹, для осуществления которой используется витреотом, при этом красители не применяют.

Техника операции. После проведения срединной 25–27g витрэктомии приступают непосредственно к интраоперационной индукции ЗОСТ. Используемые параметры вакуума – от 0 до 650 мм рт. ст., частота резов – 5 000–10 000 в мин. Манипуляции по отделению задних кортикальных слоев СТ производят парапапиллярно (0,5 мм от края диска зрительного нерва [ДЗН]) сверху, снизу и с носовой стороны (височную зону оставляют интактной). Подводя витреотом на расстояние 0,3–0,5 мм от поверхности сетчатки и чередуя режим максимального вакуума (достижение окклюзии окна витреотома) и режим «резы», наносят микроперфорации в ЗГМ concentрично ДЗН. Окно витреотома при этом направлено в сторону, противоположную центру ДЗН (рис. 1).

Далее в режиме «вакуум» наконечником витреотома движениями от ДЗН к периферии отделяют ЗГМ от сетчатки и ДЗН. При этом жидкость из витреальной полости через микроперфорации поступает в субгиалоидное пространство и в момент создания вакуума является толкающей силой, с помощью которой происходит отделение ЗГМ от сетчатки (закон Паскаля²).

¹ См. подробнее: Терещенко А.В., Шилов Н.М., Юдина Н.Н. Способ интраоперационной индукции задней отслойки стекловидного тела в хирургическом лечении витреоретинальной патологии. Патент на изобретение №2779789

² Паскаля закон. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/118844/Паскаля> (дата обращения: 17.01.2023). по заявке №2021137938, приоритет от 20.12.2021. Опубл. 13.09.2022. Бюл. №26.

В случае неуспеха всю описанную выше процедуру, начиная с микроперфораций в заднем гиалоиде, можно выполнить повторно, пока не произойдет отделение ЗГМ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов, вошедших в исследование, удалось инициировать ЗОСТ интраоперационно без использования красителей и дополнительных инструментов. Осложнений на данном этапе операции не было ни в одном случае.

У детей с активной РН с помощью наконечника витреотома индуцировали ЗОСТ, отделяли ЗГМ от прилежащей сетчатки практически на всем протяжении и проводили максимальное удаление витреума. Этого удалось добиться на всех 18 глазах. Далее приступали к последующим этапам витреального вмешательства. Интраоперационно были отмечены геморрагические осложнения из надорванных ретиновитреальных новообразованных сосудов, которые купировались с помощью подводной диатермокоагуляции. В послеоперационный период в 5 глазах наблюдались незначительные пристеночные кровоизлияния, которые самостоятельно разрешались.

В группе детей с РН сроки наблюдения составили от 9 до 18 мес. Во всех глазах удалось добиться стабилизации патологического процесса с полным прилеганием сетчатки, дополнительных вмешательств не понадобилось ни в одном случае (рис. 2).

У взрослых пациентов с макулярными разрывами после индукции ЗОСТ отделяли ЗГМ до средней периферии, проводили локальную витрэктомия, освобождали центральную сетчатку от прилежащего витреума, затем выполняли необходимые этапы хирургии. Использовали методику «переворнутого лоскута» ВПМ [14], которая требует тщательного уда-

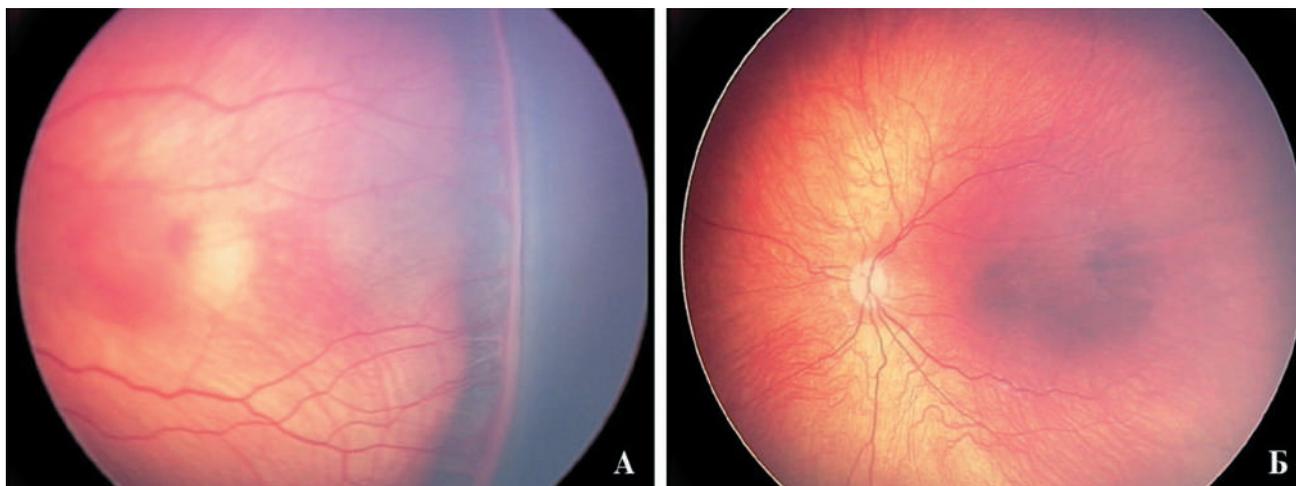


Рис. 2. Цифровая ретиноскопия пациента с неблагоприятным типом течения 3-й стадии активной РН: до (А) и через 6 нед. после первичной витрэктомии (Б) – стабилизации патологического процесса

Fig. 2. Digital retinoscopy of a patient with an unfavorable course of stage 3 of active ROP: before (A) and 6 weeks after primary vitrectomy (B) – stabilization of the pathological process

ления ЗГМ и центрального пристеночного витреума. Во всех 70 случаях удалось провести операцию в полном объеме, с полноценным формированием лоскута ВПМ и закрытием макулярного разрыва.

Сроки наблюдения составили от 3 до 6 мес. Через 2 нед. после хирургии при контрольном осмотре по данным оптической когерентной томографии лоскут ВПМ занимал стабильное положение, закрывая МР. К концу срока наблюдения (3–6 мес.) отмечалось полное закрытие разрыва.

ОБСУЖДЕНИЕ

Являясь истинной базальной мембраной, ЗГМ покрывает сетчатку и участвует в патогенезе многих патологических витреоретинальных состояний [15]. При отсутствии ЗОСТ ЗГМ плотно прилежит к поверхности сетчатки. При частичной ЗОСТ ЗГМ местами отходит от поверхности глазного дна, при этом замкнутое ретрогиалоидное пространство полностью заполнено жидкостью. При попытке отделения ЗГМ путем тракции (аспирационно-тракционным методом) возникает «мембранно-вакуумный эффект», то есть в ретрогиалоидном пространстве возникает разряжение (отрицательное давление), которое препятствует отделению СТ от сетчатки. Чем большую площадь мембраны пытаются поднять одновременно, тем большие силы будут противодействовать и мешать это сделать.

Отечественные и зарубежные специалисты предлагают различные хирургические техники отделения стекловидного тела от поверхности сетчатки

и ДЗН [11, 16, 17], которые можно разделить на две основные группы: механические и биохимические.

Биохимические методы менее травматичны в сравнении с механическими, однако введение в СТ различных ферментативных агентов, лизирующих его компоненты, имеет ряд недостатков: токсичность, возникновение различных аутоиммунных реакций и др. Кроме того, ферментативные препараты в допустимой нетоксичной концентрации не вызывают отслоения СТ, что сдерживает их широкое клиническое использование [18, 19].

Для индукции ЗОСТ механическим путем используются различные инструменты. На протяжении многих лет применение вакуумной активной аспирации по краю ДЗН было наиболее часто применяемым методом [20]. Кроме того, использовали нейлоновую щетку с регулируемым наконечником 10-0 для создания микроотверстий в задней части гиалоида, после чего использовали витректор для завершения ЗОСТ [21]. Применяли иглу с силиконовым наконечником, чтобы создать отверстия в задней части стекловидного тела [22]. Использовали микро-витреоретинальное лезвие 20g, дистальный конец которого сгибали под углом 120–135° для захвата заднего гиалоида [23]. Описано применение микропика 25g, расположенной под углом 45°, для проникновения в субгиалоидное пространство и подъема заднего гиалоида с помощью активной аспирации [20]. Аналогичные манипуляции выполнялись с помощью самодельной пика, в качестве которой использовали согнутую иглу 25g [24]. ЗОСТ также создавали при помощи скрапера с алмазным напылением

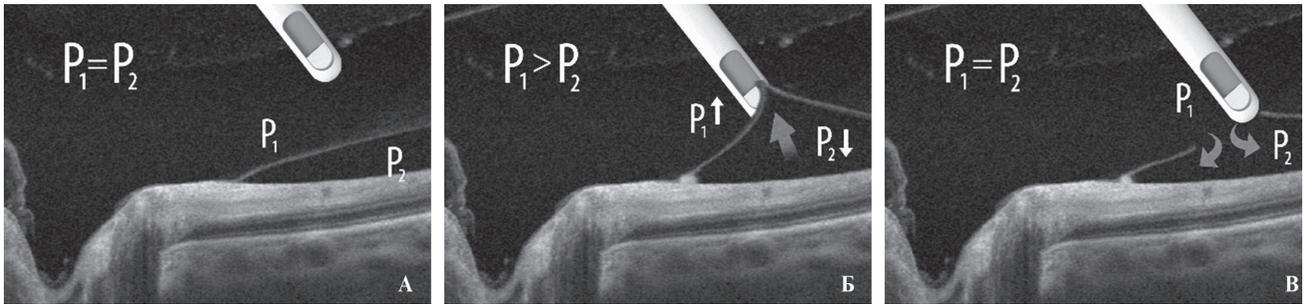


Рис. 3. А – равенство давления жидкости в витреальной полости P_1 и в ретрогиалоидном пространстве P_2 ; Б – нарушение равновесия ($P_1 > P_2$) за счет перфорации ЗГМ по краю ДЗН согласно закону Паскаля; В – выравнивание давления в витреальной полости P_1 и в ретрогиалоидном пространстве P_2 за счет перемещения жидкости

Fig. 3. А – equality of fluid pressure in the vitreal cavity P_1 and in the retroglialoid space P_2 ; Б – imbalance ($P_1 > P_2$) due to perforation of the PGM along the edge of the OND according to Pascal's law; В – equalization of pressure in the vitreal cavity P_1 and in the retroglialoid space P_2 due to fluid movement

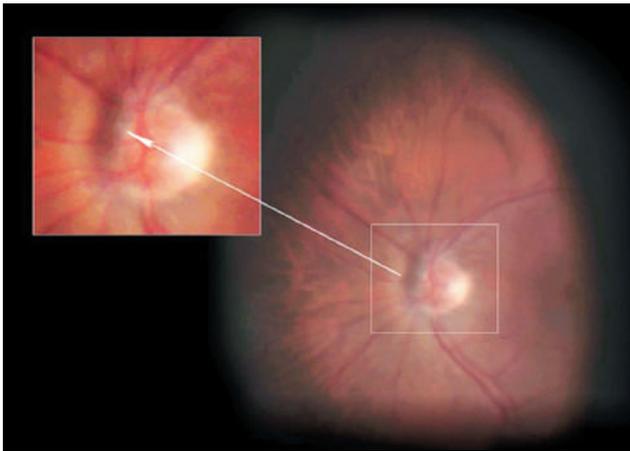


Рис. 4. «Мениск» по краю ДЗН в момент окклюзии окна витреотома в режиме «вакуум»

Fig. 4. "Meniscus" along the edge of the optic disc at the moment of occlusion of the vitreotomy window in the "vacuum" mode

посредством разрыва в задних кортикальных слоях СТ, а затем приподнимали задний гиалоид, вставляя скрапер через созданный разрыв [25].

Основной недостаток механических способов индукции ЗОСТ – повышенная травматичность с риском ятрогенных повреждений сетчатки.

При разработке представленной в данной работе методики индукции ЗОСТ для объяснения физики процесса мы обратились к закону Паскаля: давление, производимое на жидкость или газ, передается в любую точку одинаково во всех направлениях. Существует некое равновесие между жидкостью в витреальной полости и жидкостью в ретрогиалоид-

ном пространстве, между которыми находится ЗГМ (рис. 3) и, чтобы инициировать ЗОСТ, необходимо его нарушить. При нанесении микроперфораций в ЗГМ создаются условия для проникновения жидкости в ретрогиалоидное пространство и индукции ЗОСТ при работе вакуума. Эта жидкость является действующим фактором, выравнивающим давление на ЗГМ, благодаря чему удается получить индукцию заднего гиалоида и полностью (при необходимости на всем протяжении) отделить от сетчатки СТ.

Учитывая, что крепление задних кортикальных слоев СТ максимально прочное по краю ДЗН, для эффективной и безопасной индукции ЗОСТ воздействие на ЗГМ необходимо оказывать по краю ДЗН [26]. В режиме максимального вакуума происходит окклюзия окна витреотома волокнами СТ, и появляется характерный «мениск» по краю ДЗН, соответствующий натяжению ЗГМ по краю ДЗН в месте локальной ЗОСТ парапапиллярно (рис. 4).

Это позволяет визуализировать прозрачные задние кортикальные слои стекловидного тела в парапапиллярной зоне без окрашивания. Чередую работу витреотома в режимах «резы» и «вакуум», оставляя в неподвижном положении наконечник витреотома, удастся перфорировать ЗГМ и нарушить «равновесие» между двумя жидкостными средами по обе стороны ЗГМ без применения дополнительных инструментов.

Окно витреотома всегда необходимо располагать параллельно поверхности сетчатки и на расстоянии примерно 0,5 мм от нее, что сводит к минимуму риск ее повреждения даже на максимальном вакууме. Все манипуляции со СТ проводятся вокруг ДЗН (в пределах 0,5 мм от него), кроме темпорального квадранта в зоне папилломакулярного пучка нервных волокон, чтобы исключить его травмирование.

У недоношенных детей степень адгезии ЗГМ и подлежащей сетчатки значительна, что всегда вызывает трудности в получении ЗОСТ, однако предложенный метод позволил нам во всех случаях у пациентов с активной РН инициировать ЗОСТ, поднять ЗГМ на всем протяжении и освободить сетчатку от витреума. Стабилизации патологического процесса в виде снижения сосудистой активности, прилегания сетчатки на всем протяжении, продолженный физиологический рост сосудов в аваскулярную зону наблюдался во всех 18 глазах, дополнительных оперативных вмешательств не понадобилось ни в одном случае.

Одним из эффективных методов в лечении макулярных разрывов сегодня признан метод перевернутого лоскута фрагмента ВПМ, когда создаются благоприятные условия для полного закрытия макулярного отверстия [27]. Между тем невозможно приступить к манипуляциям на ВПМ, пока не будут удалены ЗГМ и пристеночный витреум. Разработанная методика позволяет эффективно и безопасно, без использования красителей и дополнительных инструментов, интраоперационно инициировать ЗОСТ и приступить к последующим этапам операции для получения максимального анатомического и функционального результатов в послеоперационный период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика интраоперационной индукции ЗОСТ эффективна при отделении ЗГМ и задних кортикальных слоев СТ от сетчатки, снижает продолжительность и травматичность операции, не требует специальных инструментов, а также красителей и может успешно применяться в качестве начального этапа витреоретинальных операций для создания доступа к проведению последующих этапов хирургического лечения.

Предлагаемый метод применим для хирургического лечения макулярной патологии сетчатки различного генеза, в частности макулярных разрывов сетчатки и эпиретинальных мембран, а также в хирургическом лечении отслойки сетчатки, тяжелых стадий РН (при условии прилегания сетчатки парапапиллярно) и других заболеваний витреоретинального интерфейса и СТ.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Phillips JD, Hwang ES, Morgan DJ, et al. Structure and mechanics of the vitreoretinal interface. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2022;134: 105399. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105399
2. Терещенко А.В., Шилов Н.М., Юдина Н.Н. и др. Прогнозируемая интраоперационная индукция задней отслойки стекловидного тела. Современные технологии в офтальмологии. 2022;1(41): 133–136. [Tereshchenko AV, Shilov NM, Yudina NN, et al. Predictable intraoperative induction of posterior vitreous detachment. *Modern Technologies in Ophthalmology.* 2022;1(41): 133–136. (In Russ.)]
3. Петрачков Д.В., Золотарев А.В., Замыцкий П.А. и др. Пневматическая индукция задней отслойки стекловидного тела – малоинвазивный способ лечения витреомакулярного тракционного синдрома. Казанский медицинский журнал. 2017;98(5): 865–868. [Petrachkov DV, Zolotarev AV, Zamytsky PA, et al. Pneumatic induction of posterior vitreous detachment – a minimally invasive method for the treatment of vitreomacular traction syndrome. *Kazan Medical Journal.* 2017;98(5): 865–868. (In Russ.)]
4. Ботабекова Т.К., Аль-Асталь М.С., Жургумбаева Г.К. и др. Гистоморфологическое обоснование применения водного раствора мочевины с целью индукции задней отслойки стекловидного тела. Точка зрения. Восток – Запад. 2016;3: 163–165. [Botabekova TK, Al-Astal MS, Zhurgumbaeva GK, et al. Histomorphological substantiation of the use of an aqueous solution of urea to induce posterior vitreous detachment. *Point of view. East – West.* 2016;3: 163–165. (In Russ.)]
5. Patel NA, Berrocal AM. Induction of posterior vitreous detachment in pediatric patients by radial perifoveal stripping. *Retin Cases Brief Rep.* 2022;16(4): 470–472. doi: 10.1097/ICB.0000000000001010
6. Santra M, Sharma M, Katoch D, et al. Induction of posterior vitreous detachment (PVD) by non-enzymatic reagents targeting vitreous collagen liquefaction as well as vitreoretinal adhesion. *Sci Rep.* 2020;19(10(1)): 8250. doi: 10.1038/s41598-020-64931-3
7. Patel DS, Khan IJ, Zayed MG, et al. Full diagnostic vitrectomy with posterior vitreous detachment induction for the diagnosis of vitritis due to uncertain etiology. *Retina.* 2019;39(10): 1872–1879. doi: 10.1097/IAE.0000000000002243
8. Rahman R, Murray CD, Stephenson J. Risk factors for iatrogenic retinal breaks induced by separation of posterior hyaloid face during 23-gauge pars plana vitrectomy. *Eye (Lond).* 2013;27: 652–656. doi: 10.1038/eye.2013.6
9. Chuang CC, Chen SN. Induction of posterior vitreous detachment in pediatric vitrectomy by preoperative intravitreal injection of tissue plasminogen activator. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2016;53(2): 113–118. doi: 10.3928/01913913-20160209-01
10. Шилов Н.М., Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г. и др. Модификация технологии закрытия больших идиопатических макулярных разрывов с применением методики поэтапного формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны. Современные технологии в офтальмологии. 2017;5(18): 79–82. [Shilov NM, Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, et al. Modification of the technology for closing large idiopathic macular holes using the technique of stage-by-stage formation of a fragment of the internal limiting membrane. *Modern technologies in ophthalmology.* 2017; 5(18) 79–82. (In Russ.)]
11. Кислицына Н.М., Колесник С.В., Новиков С.В. и др. Современные возможности контрастирования витреоретинального интерфейса (экспериментальное исследование). Офтальмология. 2018; 15(2S): 231–238. [Kislitsyna NM, Kolesnik SV, Novikov SV, et al. Modern possibilities of contrasting the vitreoretinal interface (experimental study). *Ophthalmology.* 2018; 15 (2S): 231–238. (In Russ.)]

12. Matsumoto H, Yamanaka I, Hisatomi T, et al. Triamcinolone acetate-assisted pars plana vitrectomy improves residual posterior vitreous hyaloids removal: ultrastructural analysis of the inner limiting membrane peeling. *Retina*. 2007; 27: 174–179. doi: 10.1097/01.iae.0000237954.35359.f0
13. Кислицына Н.М., Новиков С.В., Беликова С.В. Применение нового контрастного вещества («Витреоконтраст») для визуализации структур стекловидного тела (экспериментальное исследование). *Офтальмохирургия*. 2010; 1: 54–57 [Kislitsyna NM, Novikov SV, Belikova SV. The use of a new contrast agent (“Vitrecontrast”) for visualization of vitreous body structures (experimental study). *Ophthalmosurgery*. 2010; 1: 54–57 (In Russ.)]
14. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.О. и др. Методика поэтапного формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны в хирургическом лечении больших идиопатических макулярных отверстий. *Вестник офтальмологии*. 2016; 132(1): 23–30. [Bely YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, et al. The method of stage-by-stage formation of a fragment of the internal limiting membrane in the surgical treatment of large idiopathic macular holes. *Vestnik oftalmologii*. 2016; 132(1): 23–30. (In Russ.)]
15. Fincham GS, James S, Spickett C, et al. Posterior vitreous detachment and the posterior hyaloid membrane. *Ophthalmology*. 2018; 125(2): 227–236. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.08.001
16. Cernichiario-Espinosa LA, Berrocal AM. Novel surgical technique for inducing posterior vitreous detachment during pars plana vitrectomy for pediatric patients using a flexible loop. *Retin Cases Brief Rep*. 2020; 14(2): 137–140. doi: 10.1097/ICB.0000000000000664
17. Tang WY, Zhang T, Wang KY, et al. A simple new technique for the induction of residual posterior vitreous cortex removal and membrane peeling. *Int J Ophthalmol*. 2021; 18(14(4)): 622–625. doi: 10.18240/ij.2021.04.21
18. Soliman MK, Agarwal A, Sarwar S, et al. Pharmacologic vitreolysis in vascular diseases of the retina. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2016; 47(1): 60–68. doi: 10.3928/23258160-20151214-09
19. Rizzo S, Bacherini D. Enzymatic vitreolysis for vitreomacular traction in diabetic retinopathy. *Dev Ophthalmol*. 2017; 60: 160–164. doi: 10.1159/000460275
20. Ellabban AA, Barry R, Sallam AA. Surgical induction of posterior vitreous detachment using combined sharp dissection and active aspiration. *Acta Ophthalmol*. 2016; 94(6): 524–525. doi: 10.1111/aos.12957
21. Peyman GA, Livir-Rallatos C, Canakis C, Conway MD. An adjustable-tip brush for the induction of posterior hyaloid separation and epiretinal membrane peeling. *Am J Ophthalmol*. 2002; 133: 705–707. doi: 10.1016/s0002-9394(02)01342-9
22. Otani T, Kishi S. Surgically induced posterior vitreous detachment by tearing the premacular vitreous cortex. *Retina*. 2009; 29: 1193–1194. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181ac7c2d
23. Desai UR, Bhatti RA, Khan KA, Rubowitz A. Sharp dissection of the Weiss ring to induce a posterior vitreous detachment. *Br J Ophthalmol*. 2008; 92: 420–422. DOI: 10.1136/bjo.2007.124651
24. Garg SJ. Use of a suction pick in small-gauge surgery facilitates induction of a posterior vitreous detachment. *Retina*. 2008; 28: 153–156. doi: 10.1097/IAE.0b013e31818baa15
25. Takeuchi M, Takayama K, Sato T, et al. Non-aspiration technique to induce posterior vitreous detachment in minimum incision vitrectomy system. *Br J Ophthalmol*. 2012; 96: 1378–1379. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301628
26. Кански Дж., Милевски С., Дамато Б. Заболевания глазного дна. Пер. с англ., под ред. проф. Аветисова. М.: «МЕДпресс информ»; 2009. [Kansky J, Milewski S, Damato B. *Fundusdiseases*. Translation from English, edited by Prof. Avetisov. M.: “MEDpress inform”; 2009. (In Russ.)]
27. Белый Ю.А., Терещенко А.В., Шкворченко Д.О. и др. Новая методика формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны в хирургическом лечении больших идиопатических макулярных разрывов. *Офтальмология*. 2015; 12(4): 27–33. [Bely YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, et al. A new technique for the formation of a fragment of the internal limiting membrane in the surgical treatment of large idiopathic macular holes. *Ophthalmology*. 2015; 12(4): 27–33. (In Russ.)]

Информация об авторах

Николай Михайлович Шилов — к.м.н., заведующий приемным отделением, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-2392-3049>

Александр Владимирович Терещенко — д.м.н., директор филиала, профессор кафедры хирургии, nauka@eye-kaluga.com, <http://orcid.org/0000-0002-0840-2675>

Ирина Георгиевна Трифаненкова — д.м.н., заместитель директора по научной работе, профессор кафедры хирургии, nauka@eye-kaluga.com, <http://orcid.org/0000-0001-9202-5181>

Нина Николаевна Юдина — к.м.н., заведующая 2-м офтальмологическим отделением, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-2135-8162>

Елена Владимировна Ерохина — заведующая 2-м диагностическим отделением, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0001-7320-9209>

Михаил Алексеевич Плахотный — к.м.н., заведующий оперблоком, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-4099-819X>

Сергей Васильевич Новиков — врач-офтальмолог, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0003-4953-4663>

Information about the authors

Nikolay M. Shilov — PhD (Med.), Head of the Admission Department, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-2392-3049>

Alexander V. Tereshchenko — Doct. of Sci. (Med.), Director of the branch, Professor of the Surgery Department, nauka@eye-kaluga.com, <http://orcid.org/0000-0002-0840-2675>

Irina G. Trifanenkova — Doct. of Sci. (Med.), Deputy Director for Scientific Work, Professor of the Surgery Department, nauka@eye-kaluga.com, <http://orcid.org/0000-0001-9202-5181>

Nina N. Yudina — PhD, Head of the 2nd Ophthalmology Department, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-2135-8162>

Elena V. Erokhina — Head of the 2nd Diagnostic Department, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0001-7320-9209>

Mikhail A. Plakhotniy – PhD (Med.), Head of the Surgery Unit, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0002-4099-819X>
Sergey V. Novikov – Ophthalmologist, nauka@eye-kaluga.com, <https://orcid.org/0000-0003-4953-4663>

Вклад авторов в работу:

Н.М. Шилов: сбор, анализ и обработка материала, написание текста.

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

И.Г. Трифаненкова: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование.

Н.Н. Юдина: написание текста, редактирование.

Е.В. Ерохина: сбор, анализ и обработка материала.

М.А. Плахотный: сбор, анализ и обработка материала,

С.В. Новиков: сбор, анализ и обработка материала.

Author's contribution:

N.M. Shilov: collection, analysis, and processing of the material, writing.

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

I.G. Trifanenkova: significant contribution to the concept and design of the work, editing.

N.N. Yudina: writing the text, editing.

E.V. Erokhina: collection, analysis, and processing of the material.

M.A. Plakhotniy: collection, analysis, and processing of the material.

S.V. Novikov: collection, analysis, and processing of the material.

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

Авторство: Все авторы подтверждают, что они соответствуют действующим критериям авторства ИСМЖЕ.

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

Конфликт интересов: Отсутствует.

ORCID ID: И.Г. Трифаненкова, 0000-0001-9202-5181

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.

Authorship: All authors confirm that they meet the current ICMJE authorship criteria.

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.

ORCID ID: I.G. Trifanenkova, 0000-0001-9202-5181

Поступила: 28.12.2022.

Переработана: 26.05.2023.

Принята к печати: 27.06.2023.

Originally received: 28.12.2022.

Final revision: 26.05.2023.

Accepted: 27.06.2023.