

УДК 617.713-089.844

## СУПРАХОРИОИДАЛЬНОЕ ВВЕДЕНИЕ ТРИАМЦИНОЛОНА АЦЕТОНИДА У ПАЦИЕНТОВ С МАКУЛЯРНЫМ ОТЕКОМ, АССОЦИИРОВАННЫМ С ВИТРЕКТОМИЕЙ: ТЕХНИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ

**А.Е. Першакова<sup>1</sup>, И.С. Казаков<sup>1</sup>, М.А. Артемов<sup>1</sup>, А.В. Золотарев<sup>1, 2</sup>, О.В. Жукова<sup>1, 2</sup>, Е.В. Карлова<sup>1, 2</sup>, Е.Б. Ерошевская<sup>1, 2</sup>, В.М. Малов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГБУЗ «СОКОБ имени Т.И. Ерошевского» (Самара, Россия)

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия)

Для цитирования: Першакова А.Е., Казаков И.С., Артемов М.А., Золотарев А.В., Жукова О.В., Карлова Е.В., Ерошевская Е.Б., Малов В.М. Супрахоориоидальное введение триамцинолона ацетонида у пациентов с макулярным отеком, ассоциированным с витректомией: техника и результаты. *Аспирантский вестник Поволжья*. 2023;23(4):44-50. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.44-50

### ■ Сведения об авторах

Першакова А.Е. – врач-офтальмолог офтальмологического микрохирургического отделения №4. ORCID: 0000-0002-7107-7115

E-mail: anastasia.pershakova@mail.ru

Казаков И.С. – заведующий офтальмологическим микрохирургическим отделением №4. ORCID: 0000-0003-3589-8618

E-mail: dr-cz@yandex.ru

Артемов М.А. – врач-офтальмолог офтальмологического микрохирургического отделения №4. ORCID: 0000-0002-4992-1957

E-mail: artemov1989@gmail.com

Золотарев А.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО, главный врач, заведующий кафедрой глазных болезней ИПО.

ORCID: 0000-0002-9107-5221 E-mail: a.v.zolotarev@samsmu.ru

Жукова О.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0003-1246-370X E-mail: olga-g@list.ru

Карлова Е.В. – д-р мед. наук, доцент кафедры глазных болезней ИПО, заместитель главного врача по инновационно-технологическому

развитию. ORCID: 0000-0003-4929-8832 E-mail: karlova@inbox.ru

Ерошевская Е.Б. – д-р мед. наук, профессор кафедры глазных болезней ИПО, врач-офтальмолог офтальмологического дневного

стационара №2. ORCID: 0000-0002-2137-7769 E-mail: vision63@yandex.ru

Малов В.М. – д-р мед. наук, профессор кафедры глазных болезней ИПО. ORCID: 0000-0001-7366-7955 E-mail: v.m.malov@samsmu.ru

Рукопись получена: 23.09.2023

Рецензия получена: 28.10.2023

Решение о публикации: 29.10.2023

### ■ Аннотация

**Цель** – изучение эффективности введения триамцинолона ацетонида (ТА) в супрахоориоидальное пространство с помощью микроиглы для лечения макулярного отека (МО), ассоциированного с витректомией.

**Материал и методы.** В процессе исследования был проведен анализ результатов супрахоориоидального введения ТА 8 пациентам (8 глаз), наблюдавшимся с МО, возникшим как осложнение после проведения витректомии. Офтальмологическое обследование включало визометрию, бесконтактную тонометрию, непрямую офтальмоскопию с линзой 78 D, а также ОКТ макулярной области. МКОЗ до операции составила от 0,1 до 0,8 (0,25 (0,1; 0,5), толщина сетчатки в фовеолярной области по данным ОКТ варьировала от 342 до 728 мкм (513 (443; 585,5)). В ходе операции всем пациентам проводили введение 0,1 мл ТА с помощью микроиглы в супрахоориоидальное пространство на расстоянии 3,5–4,0 мм от лимба.

**Результаты.** Через 1 месяц после супрахоориоидального введения ТА наблюдали статистически значимые уменьшение высоты МО до 327,5 (309; 380,5) мкм ( $p=0,011719$ ) и повышение МКОЗ до 0,45 (0,25; 0,8) ( $p=0,027709$ ). Через 3 месяца после операции толщина сетчатки в макулярной области равнялась 333,5 (311,5; 503) ( $p=0,068704$ ). Отсутствие статистической значимости в уменьшении МО спустя 3 месяца после супрахоориоидального введения ТА объясняется тем, что у 3 из 8 пациентов (37,5%) спустя 3 месяца произошел рецидив МО. Тем не менее МКОЗ достоверно повысилась и составила 0,6 (0,25; 0,9) ( $p=0,043115$ ). У 5 из 8 пациентов (62,5%) в течение 3 месяцев был достигнут стабильный положительный результат в виде купирования МО. Повышение ВГД отмечалось лишь в 2 случаях измерений в ходе послеоперационного наблюдения у пациентов, наблюдающихся по поводу вторичной глаукомы в качестве сопутствующего диагноза, и было успешно купировано в обоих случаях после проведения коррекции гипотензивного режима.

**Выводы.** Данная методика эффективна в лечении макулярного отека, ассоциированного с витректомией, а также безопасна, что может быть основанием для дальнейшего ее изучения.

■ **Ключевые слова:** супрахоориоидальное пространство, триамцинолона ацетонид, макулярный отек, микроигла, витректомия.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

### ■ Список сокращений

КМО – кистозный макулярный отек, МО – макулярный отек, ВГД – внутриглазное давление, РОС – регматогенная отслойка сетчатки, СХП – супрахоориоидальное пространство, ОКТ – оптическая когерентная томография, ЛС – лекарственное средство, ТА – триамцинолона ацетонид.

# SUPRACHOROIDAL ADMINISTRATION OF TRIAMCINOLONE ACETONIDE IN PATIENTS WITH MACULAR EDEMA AFTER VITRECTOMY: TECHNIQUE AND RESULTS

Anastasiya E. Pershakova<sup>1</sup>, Ilya S. Kazakov<sup>1</sup>, Mikhail A. Artemov<sup>1</sup>, Andrei V. Zolotarev<sup>1, 2</sup>, Olga V. Zhukova<sup>1, 2</sup>, Elena V. Karlova<sup>1, 2</sup>, Elena B. Eroshevskaya<sup>1, 2</sup>, Vladimir M. Malov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Samara Regional Clinical Ophthalmological Hospital named after T.I. Eroshevsky (Samara, Russia)

<sup>2</sup>Samara State Medical University (Samara, Russia)

**Citation:** Pershakova AE, Kazakov IS, Artemov MA, Zolotarev AV, Zhukova OV, Karlova EV, Eroshevskaya EB, Malov VM. **Suprachoroidal administration of triamcinolone acetonide in patients with macular edema after vitrectomy: Technique and results.** *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*. 2023;23(4):44-50. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.4.44-50

## Information about authors

Anastasiya E. Pershakova – ophthalmologist of the Ophthalmic Microsurgery Department №4. ORCID: 0000-0002-7107-7115

E-mail: anastasia.pershakova@mail.ru

Ilya S. Kazakov – Head of the Ophthalmic Microsurgery Department №4. ORCID: 0000-0003-3589-8618 E-mail: dr-cz@yandex.ru

Mikhail A. Artemov – ophthalmologist of the Ophthalmic Microsurgery Department №4. ORCID: 0000-0002-4992-1957

E-mail: artemov1989@gmail.com

Andrei V. Zolotarev – PhD, Associate professor, Head of the Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, Chief

Physician. ORCID: 0000-0002-9107-5221 E-mail: a.v.zolotarev@samsmu.ru

Olga V. Zhukova – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education. ORCID: 0000-0003-1246-370X

E-mail: olga-g@list.ru

Elena V. Karlova – PhD, Associate professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, Deputy Chief Physician for

innovation and technology development. ORCID: 0000-0003-4929-8832 E-mail: karlova@inbox.ru

Elena B. Eroshevskaya – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education, ophthalmologist of the

Ophthalmology Day Hospital №2. ORCID: 0000-0002-2137-7769 E-mail: vision63@yandex.ru

Vladimir M. Malov – PhD, Professor, Department of Eye Diseases of the Institute of Postgraduate Education. ORCID: 0000-0001-7366-7955

E-mail: v.m.malov@samsmu.ru

Received: 23.09.2023

Revision Received: 28.10.2023

Accepted: 29.10.2023

## Abstract

**Aim** – to study the effectiveness of triamcinolone acetonide (TA) injection into the suprachoroidal space using a microneedle for the treatment of macular edema after vitrectomy.

**Material and methods.** During the study, the results of suprachoroidal administration of triamcinolone acetonide were analyzed in 8 patients (8 eyes) who were observed with macular edema as a complication of vitrectomy. Ophthalmological examination included visometry, non-contact tonometry, indirect ophthalmoscopy with lens 78 D, and optical coherence tomography (OCT) of the macular area. Best corrected visual acuity (BCVA) before the operation ranged from 0.1 to 0.8 (0.25 (0.10; 0.50), retinal thickness in the foveolar area varied from 342 to 728  $\mu\text{m}$  (513.0 (443.0; 585.5) according to OCT data. During the operation, all patients underwent the injection of 0.1 ml of triamcinolone acetonide using a microneedle into the suprachoroidal space 3.5-4.0 mm posterior to the limbus.

**Results.** One month after suprachoroidal injection of TA, the thickness of macular edema statistically significantly decreased to 327.5 (309.0; 380.5)  $\mu\text{m}$  ( $p = 0.011719$ ) and BCVA increased to 0.45 (0.25; 0.80) ( $p = 0.027709$ ). Three months after surgery, the retinal thickness in the macular area was 333.5 (311.5; 503.0) ( $p = 0.068704$ ). The lack of statistical significance in the reduction of macular edema 3 months after suprachoroidal TA injection is explained by the fact that 3 out of 8 patients (37.5%) experienced a recurrence of macular edema after 3 months. However, BCVA has significantly increased to 0.6 (0.25; 0.90) ( $p = 0.043115$ ). In 5 out of 8 patients (62.5%) a stable positive result was achieved within 3 months in the form of relief of macular edema. In the postoperative period, an increase in intraocular pressure was noted only in 2 cases of measurements, in patients observed for secondary glaucoma as a concomitant diagnosis. Intraocular pressure was compensated in both cases after correction of the treatment regimen.

**Conclusion.** The presented technique is effective in treatment of macular edema associated with vitrectomy, as well as safe, which may be the reason for its further study.

**Keywords:** suprachoroidal space, triamcinolone acetonide, macular edema, microneedle, vitrectomy.

**Conflict of interest:** nothing to disclose.

## ВВЕДЕНИЕ

Кистозный макулярный отек (КМО) является частой, хотя и мало исследованной причиной низкого зрения после витреоретинальной хирургии. Длительно существующий КМО приводит к необратимому структурному повреждению клеток наружного ядерного слоя сетчатки, что может являться причиной стойкого снижения остроты зрения. Хотя этиология КМО, возникающего после витрэктомии pars plana, до конца не изучена, известно, что асептическое внутриглазное воспаление является одним из основных факторов в его развитии [1].

C.J. Chang и соавт. (1995) подтвердили, что апоптоз клеток сетчатки и макулярный отек (МО) могут наблюдаться уже через несколько часов после возникновения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) и лишь усиливаются в процессе ее существования [2–3]. Частота выявления МО после проведения витрэктомии pars plana по поводу РОС, согласно данным исследователей, составляет 6–36% [4–5]. Низкая максимально корригируемая острота зрения (МКОЗ), тяжелые стадии пролиферативной витреоретинопатии, хирургия катаракты в течение 6 месяцев после хирургического лечения отслойки сетчатки являются

факторами риска возникновения МО в течение года после хирургического лечения РОС [6]. Пилинг внутренней пограничной мембраны в ходе витрэктомии по поводу РОС с пролиферативной витреоретинопатией направлен на уменьшение послеоперационного МО, однако не всегда является достаточно эффективным: МО после операции в таких случаях выявляется с частотой 12–47% [7–9].

Тракционное механическое воздействие на макулярную область, возникающее при наличии эпиретинального фиброза и витреомакулярного тракционного синдрома, приводит к повреждению сосудов сетчатки и высвобождению медиаторов воспаления, нарушающих работу гематоофтальмического барьера. Таким образом, витреомакулярный тракционный синдром может быть причиной возникновения как тракционного, так и экссудативного КМО [10–11]. Классификация отека, выявленного в таком случае после витрэктомии, может быть затруднительной: он может как персистировать после разрешения тракции, так и быть самостоятельным осложнением после витрэктомии.

Лечение МО, возникшего после витрэктомии pars plana, осложняется тем, что период полувыведения лекарственных средств после интравитреального введения существенно уменьшается в авитреальных глазах.

В результате интравитреального введения имплантата дексаметазона у 17 пациентов с МО, возникшим после витрэктомии, А. Thanos и соавт. (2018) было установлено статистически значимое уменьшение высоты отека через 1 месяц после операции. Однако у всех пациентов через 3 месяца после операции был выявлен рецидив отека, что привело к необходимости повторного введения имплантата [12].

Таким образом, имеющиеся данные о методах купирования КМО, возникшего после витрэктомии, являются недостаточными, чтобы рекомендовать их в качестве адекватных путей лечения.

В последнее время супрахориоидальное пространство (СХП) стало рассматриваться как потенциальный путь для введения лекарственных веществ и доставки их к задним отделам глазного яблока [13]. СХП располагается между хориоидеей и склерой, имеет толщину 10–34 мкм, начинается на расстоянии 2–3 мм от выхода зрительного нерва и заканчивается, не доходя примерно 3 мм до места прикрепления цилиарного тела. В норме СХП почти не выражено, но в условиях воспаления и отека может достигать значительных размеров вследствие скопления экссудата, раздвигающего супрахориоидальные пластинки.

Согласно результатам проведенных исследований, благодаря проведению супрахориоидальной инъекции можно достичь десятикратного увеличения концентрации лекарственных средств (ЛС) в тканях сетчатки и хориоидеи и значительного уменьшения его содержания в структурах переднего сегмента глазного яблока (влага передней камеры, хрусталик) по сравнению с интравитреальным путем введения ЛС [14]. Использование микроигл для введения ЛС в СХП было впервые предложено S.R. Patel в 2011 году [15]. Преимуществами данного способа введения ЛС является доставка ЛС к хориоидеи, сетчатке и пигментному эпителию сетчатки без необходимости

в нарушении целостности внутренней пограничной мембраны [13], а также ограничение доступа ЛС к структурам переднего отрезка глазного яблока и предотвращение возникновения связанных с этим побочных эффектов, таких как повышение внутриглазного давления (ВГД) и помутнение хрусталика [16–18]. Супрахориоидальное введение (СХВ) ЛС является альтернативным методом введения ЛС, который может обеспечить более длительное нахождение, а следовательно, и действие лекарственного вещества, что обуславливает снижение инъекционной нагрузки на пациента.

Кроме того, данная процедура имеет высокий профиль безопасности, что подтверждает отсутствие таких осложнений, как возникновение супрахориоидальных кровоизлияний, эндофтальмита, а также отслойки сетчатки в ходе проведения клинических исследований.

Ряд исследований (TANZANITE, SAPPHIRE, TOPAZ; HULK, TYBEE; PEACHTREE, MAGNOLIA; AZALEA) показали высокую эффективность супрахориоидального введения триамцинолона ацетонида (ТА) в лечении диабетического МО, посттромботического МО, а также МО, возникшего на фоне неинфекционного увеита [19–20].

В литературе описываются лишь два случая применения методики СХВ ТА с помощью микроиглы в качестве метода лечения МО, возникшего после витрэктомии pars plana, выполненной по поводу эпимакулярного фиброза; применение данной методики в этих случаях сопровождалось достоверным увеличением МКОЗ и уменьшением высоты МО при отсутствии интра- и послеоперационных осложнений [21].

Использование СХВ ТА для лечения МО, возникшего после витрэктомии pars plana, представляется интересным и многообещающим методом лечения данной патологии, заслуживающим изучения.

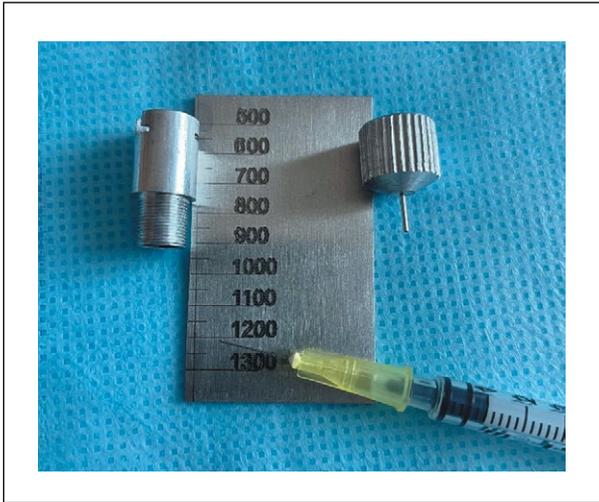
## ЦЕЛЬ

Изучение эффективности введения триамцинолона ацетонида в супрахориоидальное пространство с помощью микроиглы для лечения макулярного отека, ассоциированного с витрэктомией.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В процессе исследования был проведен анализ результатов супрахориоидального введения триамцинолона ацетонида 8 пациентам (8 глаз) в возрасте от 64 до 72 лет (70,5 (64,5; 71,5); из них 4 мужчины и 4 женщины, находившимся на лечении в СОКОБ им. Т.И. Ерошевского в 2022 году.

До операции, на следующий день, а также через 1 и 3 месяца после операции пациентам проводили офтальмологическое обследование, которое включало визометрию (таблица Сивцева – Головина), пневмотонометрию при помощи бесконтактного пневмотонометра Reichert 7CR (США), непрямую офтальмоскопию за щелевой лампой с линзой VOLK 78 D, оптическую когерентную томографию (ОКТ) макулярной области на аппарате Optopol Technology Revo NX (SOCT Copernicus REVO NX, Польша). Перед операцией пациентам проводили ОКТ переднего отрезка глаза с помощью аппарата Anterior (Heidelberg Engineering,

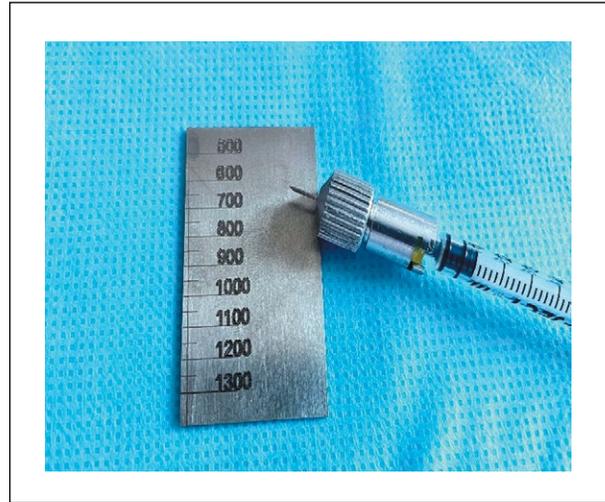


**Рисунок 1.** Устройство для введения триамцинолона ацетонида в разобранном виде.

**Figure 1.** Device for the injection of triamcinolone acetonide in dissembled form.

Германия) с целью измерения толщины склеры в 3,5–4 мм от лимба. Согласно анамнестическим данным, макулярный отек возникал как осложнение витрэктомии по поводу РОС (4 пациента); витрэктомии по поводу эпимакулярного фиброза (1 пациент); комбинированной хирургии катаракты (факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ) и РОС (витрэктомия) (1 пациент); комбинированной хирургии катаракты (факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ) и эпимакулярного фиброза (витрэктомия) (2 пациента). МКОЗ до операции составила от 0,1 до 0,8 (0,25 (0,1; 0,5), толщина сетчатки в фовеолярной области по данным ОКТ варьировала от 342 до 728 мкм (513 (443; 585,5). Все глаза были артефакчными. 7 из 8 пациентов (87,5%), получивших лечение, наблюдались по поводу глаукомы в качестве сопутствующего диагноза, из них 4 пациента (50%) страдали вторичной глаукомой, вызванной эмульгированием силиконового масла после перенесенной эндовитреальной силиконовой тампонады, 3 пациента (37,5%) наблюдались по поводу открытоугольной глаукомы; ВГД до операции у всех пациентов было в пределах нормы (15,5 (13,5; 18) мм рт. ст.). Пациенты находились под динамическим наблюдением от 3 до 6 месяцев. *Критериями исключения* из группы исследования являлись заболевания и состояния, которые могли вызвать МО, такие как посттравматическая ретинопатия, диабетическая ретинопатия, задний увеит, а также травма органа зрения в анамнезе.

В условиях операционной всем пациентам проводили стандартную обработку операционного поля 5% раствором Повидона йода двукратно с экспозицией 5 минут, эпibuльбарную анестезию 0,5% раствором проксиметакаина. Иглу 30-gauge устанавливали в специальный фиксатор (**рисунки 1, 2**), с помощью которого длину иглы регулировали в соответствии с результатами измерений толщины склеры (**рисунки 3**), полученными при выполнении ОКТ переднего отрезка глаза (800–850 мкм), после чего проводили введение 0,1 мл (4 мг) триамцинолона ацетонида перпендикулярно склере в супрахориоидальное пространство на расстоянии



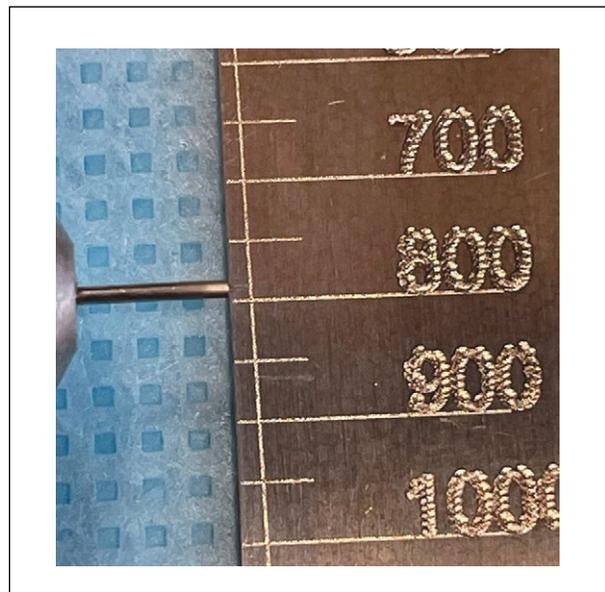
**Рисунок 2.** Устройство для введения триамцинолона ацетонида в собранном виде.

**Figure 2.** Device for the injection of triamcinolone acetonide in assembled form.

3,5–4,0 мм от лимба в верхне-височном или верхне-назальном квадрантах глазного яблока.

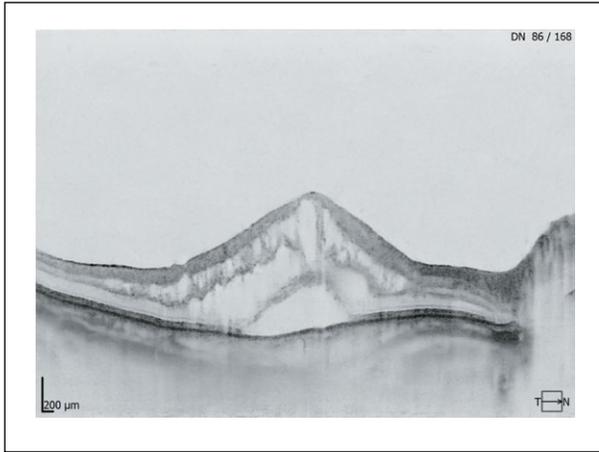
Интраоперационные и ранние послеоперационные осложнения, такие как супрахориоидальное кровоизлияние, гемофтальм, отслойка сетчатки, эндофтальмит, окклюзия центральной артерии сетчатки, а также пенетрация в стекловидное тело, отсутствовали. 3 пациентам СХВ ТА проводилось в условиях круглосуточного стационара, 5 пациентам – амбулаторно. В послеоперационном периоде всем пациентам назначались инстилляции бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмония 4 раза в день на протяжении 7 дней. В процессе динамического наблюдения не применялось никаких дополнительных мер для купирования МО.

Ввиду небольшого размера выборки и отличного от нормального распределения анализируемых показателей,



**Рисунок 3.** Измерение длины микроиглы с помощью линейки.

**Figure 3.** Measuring the length of the microneedle with a ruler.



**Рисунок 4.** Пациент К., диагноз «Макулярный отек. Оперированная отслойка сетчатки. Авитрия». МКОЗ до операции 0,1 н/к. Толщина сетчатки в макулярной области по данным ОКТ макулы до операции 728 мкм.

**Figure 4.** Patient K., diagnosis «Macular edema. Operated retinal detachment. Avitria». BCVA before operation was 0,1. Retinal thickness in the macular area according to OCT results before operation was 728 µm.

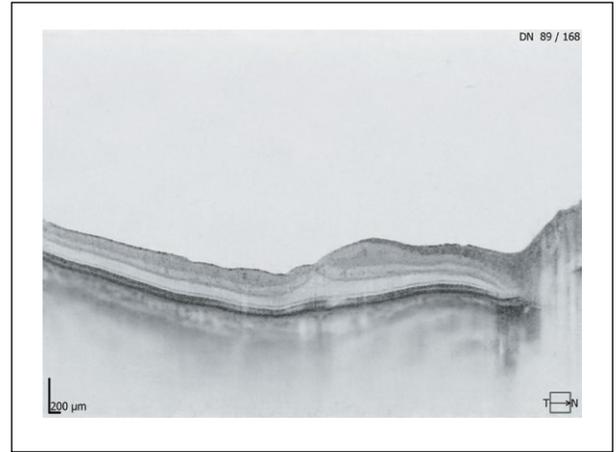
в данном исследовании использовали непараметрические методы статистического анализа. Данные представлены в виде значений медианы и квартилей 1 и 3 (Me (Q1; Q3)). Для определения достоверности изменения величины показателей в сравнении с исходными в течение исследования использовали критерий Уилкоксона. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Центральная толщина сетчатки уменьшилась с 513 (443; 585,5) мкм до 352 (289,5; 487) мкм на следующий день после операции ( $p=0,011719$ ). В раннем послеоперационном периоде ВГД у всех пациентов сохранялась в пределах нормы (15 (13;17) мм рт. ст.) ( $p=0,916512$ ); МКОЗ не изменилась и составила 0,3 (0,15; 0,6) ( $p=0,067890$ ).

Через 1 месяц после супрахориоидального введения ТА наблюдали статистически значимые уменьшение высоты МО до 327,5 (309; 380,5) мкм ( $p=0,011719$ ) и повышение МКОЗ до 0,45 (0,25; 0,8) ( $p=0,027709$ ). Уровень ВГД не изменился в сравнении с исходными показателями ( $p=0,062980$ ) и находился в пределах нормальных значений (17,5 (16; 20)).

Через 3 месяца после операции толщина сетчатки в макулярной области равнялась 333,5 (311,5; 503) ( $p=0,068704$ ). Отсутствие статистической значимости в уменьшении МО спустя три месяца после супрахориоидального введения ТА объясняется тем, что у 3 из 8 пациентов (37,5%) спустя 3 месяца произошел рецидив МО, в связи с чем пациентам было предложено повторить введение препарата. Тем не менее, МКОЗ через 3 месяца послеоперационного наблюдения достоверно повысилась и составила 0,6 (0,25; 0,9) ( $p=0,043115$ ). ВГД равнялось 18,0 (15,5; 20,5) и статистически значимо не отличалось от исходных значений ( $p=0,105646$ ). У 5 из 8 пациентов (62,5%) в течение 3 месяцев был достигнут стабильный положительный результат в виде купирования МО (рисунки 4, 5).



**Рисунок 5.** Пациент К., 6 месяцев после операции. МКОЗ=0,9 н/к. Толщина сетчатки в макулярной области по данным ОКТ макулы 311 мкм.

**Figure 5.** Patient K., 6 months after surgery. BCVA=0,9. Retinal thickness in the macular area according to OCT results is 311 µm.

Повышение ВГД отмечалось лишь в 2 случаях измерений у пациентов, наблюдающихся по поводу вторичной глаукомы в качестве сопутствующего диагноза, до 24 и 26 мм рт. ст. через 1 и через 3 месяца после операции соответственно. Офтальмогипертензия была успешно купирована в обоих случаях после проведения коррекции гипотензивного режима.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящий момент существуют разнообразные методики введения ЛС в СХП. Использование микрокатетера для доступа в СХП и введения в СХП комбинации ТА и бевацизумаба *in vivo* описана М. Tetz и соавт. (2012). После проведения внутривенной седации и ретробульбарной анестезии проводился разрез на всю толщину склеры с помощью скальпеля длиной 2–3 мм в верхне-височном квадранте. Микрокатетер, присоединенный к шприцу объемом 1 мл и содержащий в своем просвете фиброволокно, обеспечивающее локализацию светящегося диода вблизи наконечника катетера, вводился в СХП через разрез и продвигался к заднему полюсу глаза. Расположение микрокатетера мониторировалось с помощью операционного микроскопа путем визуализации через одноразовую линзу для витрэктомии светящегося кончика катетера под сетчаткой. При достижении его расположения под макулой проводилось введение лекарственного препарата, катетер извлекался, на склеральный и конъюнктивальный разрезы накладывался шов викриловой нитью 8/0. Хотя авторы методики докладывают об отсутствии случаев пенетрации в стекловидное тело в ходе выполнения операции, нельзя не отметить, что данная процедура инвазивна, требует анестезиологического пособия и проведения ретробульбарной анестезии и сложна для использования в рутинной офтальмологической практике [22].

Запатентованный одноразовый микроинжектор (Clearside Biomedical, США), разработанный специально для введения ТА в СХП, прост в использовании, методика

его применения схожа с методикой выполнения интравитреальной инъекции. Выполнение инъекции ТА в СХП с помощью микроинжектора производится в 3,5–4 мм от лимба с использованием микроиглы длиной 900 мкм, вводимой перпендикулярно склере. После введения иглы на поршень шприца микроинжектора оказывается легкое давление; в данный момент хирург может отмечать умеренное сопротивление потоку вводимого ЛС, так как в норме СХП находится в состоянии коллапса, в связи с чем некоторое давление со стороны нагнетаемого потока жидкости необходимо для его раскрытия. В процессе введения ЛС СХП начинает расширяться, ЛС проникает в СХП, в ходе чего ощущается снижение сопротивления при давлении на поршень микроинжектора. Если хирург продолжает ощущать сопротивление потоку жидкости, рекомендуется сменить микроиглу на аналогичную длиной 1100 мкм [23]. Данный метод отличается высоким профилем безопасности согласно результатам клинических испытаний [24], однако высокая стоимость, а также отсутствие сертификации в РФ ограничивают его применение.

D.D. Zhang и соавт. (2022) предложили использовать одноразовую микроиглу 30-gauge длиной 1,27 см, присоединенную к шприцу объемом 1 мл для введения ТА в СХП. Инъекция проводилась в 3,5–4 мм от лимба параллельно ему под углом 15–20 градусов; для ограничения подвижности глазного яблока использовалось фиксационное кольцо. После погружения среза иглы в толщу склеры хирург начинал оказывать умеренное давление на поршень шприца, продолжая введение иглы; признаком проникновения иглы в СХП было уменьшение сопротивления поршня шприца давлению, необходимому для введения ЛС. Однако данная манипуляция требует определенного навыка. Авторы методики описывают 2 случая пенетрации цилиарного тела и непреднамеренного введения ТА интравитреально, что они связывают с недостаточной фиксацией глазного яблока во время манипуляции [21].

Результаты, полученные в ходе настоящего исследования, демонстрируют, что описанная нами методика дает возможность легко, безопасно и минимально инвазивно проводить инъекции в СХП. Предварительное измерение толщины склеры в зоне введения ТА с помощью ОКТ переднего отрезка глаза и регулирование длины микроиглы в соответствии с полученными показателями позволяют осуществлять таргетное введение ЛС и избежать риска пенетрации в стекловидное тело. Кроме того, данный метод обладает такими преимуществами, как быстрое достижение терапевтического эффекта, что подтверждается увеличением МКОЗ и уменьшением высоты МО уже на следующий день после лечения, и низкая стоимость процедуры.

Приведенные в статье показатели безопасности и эффективности введения ТА в СХП с помощью микроиглы позволяют предположить, что описанная нами методика в некоторых случаях, в особенности при авитрии, может быть альтернативой проведению интравитреальных инъекций. В связи с простотой выполнения данной манипуляции возможно проведение ее в амбулаторных условиях.

## ВЫВОДЫ

В результате анализа анатомических и функциональных результатов введения ТА в СХП с помощью микроиглы можно сделать вывод, что данная методика эффективна в лечении МО, ассоциированного с витреэктомией, а также безопасна, что может быть основанием для дальнейшего ее изучения.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Romano V, Angi M, Scotti F, et al. Inflammation and macular oedema after pars plana vitrectomy. *Mediators Inflamm.* 2013;2013:971758. doi: 10.1155/2013/971758
- Chang CJ, Lai WW, Edward DP, Tso MO. Apoptotic photoreceptor cell death after traumatic retinal detachment in humans. *Arch Ophthalmol.* 1995;113(7):880-886. doi: 10.1001/archophth.1995.01100070054025
- Berglin L, Algvere PV, Seregard S. Photoreceptor decay over time and apoptosis in experimental retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1997;235(5):306-312. doi: 10.1007/BF01739640
- Delolme MP, Dugas B, Nicot F, et al. Anatomical and functional macular changes after rhegmatogenous retinal detachment with macula off. *Am J Ophthalmol.* 2012;153(1):128-136. doi: 10.1016/j.ajo.2011.06.010
- Yang JY, Kim HK, Kim SH, Kim SS. Incidence and Risk Factors of Cystoid Macular Edema after Vitrectomy with Silicone Oil Tamponade for Retinal Detachment. *Korean J Ophthalmol.* 2018;32(3):204-210. doi: 10.3341/kjo.2017.0050
- Merad M, Vêrité F, Baudin F, et al. Cystoid Macular Edema after Rhegmatogenous Retinal Detachment Repair with Pars Plana Vitrectomy: Rate, Risk Factors, and Outcomes. *J Clin Med.* 2022;11(16):4914. doi: 10.3390/jcm11164914
- Odrobina DC, Michalewska Z, Michalewski J, Nawrocki J. High-speed, high-resolution spectral optical coherence tomography in patients after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for proliferative vitreoretinopathy retinal detachment. *Retina.* 2010;30(6):881-886. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181c96952
- Schocket LS, Witkin AJ, Fujimoto JG, et al. Ultrahigh-resolution optical coherence tomography in patients with decreased visual acuity after retinal detachment repair. *Ophthalmology.* 2006;113(4):666-672. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.01.003
- Kiss CG, Richter-Müksch S, Sacu S, et al. Anatomy and function of the macula after surgery for retinal detachment complicated by proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol.* 2007;144(6):872-877. doi: 10.1016/j.ajo.2007.08.001
- Johnson MW. Perifoveal vitreous detachment and its macular complications. *Trans Am Ophthalmol Soc.* 2005;103:537-567.
- Haouchine B, Massin P, Gaudric A. Foveal pseudocyst as the first step in macular hole formation: a prospective study by optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2001;108(1):15-22. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00519-4
- Thanos A, Todorich B, Yonekawa Y, et al. Dexamethasone intravitreal implant for the treatment of recalcitrant macular edema after rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retina.* 2018;38(6):1084-1090. doi: 10.1097/IAE.0000000000001720
- Chiang B, Jung JH, Prausnitz MR. The suprachoroidal space as a route of administration to the posterior segment of the eye. *Adv Drug Deliv Rev.* 2018;126:58-66. doi: 10.1016/j.addr.2018.03.001
- Patel SR, Berezovsky DE, McCarey BE, et al. Targeted administration into the suprachoroidal space using a microneedle for drug delivery to the posterior segment of

- the eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(8):4433-4441. doi: [10.1167/iovs.12-9872](https://doi.org/10.1167/iovs.12-9872)
15. Patel SR, Lin AS, Edelhauser HF, Prausnitz MR. Suprachoroidal drug delivery to the back of the eye using hollow microneedles. *Pharm Res.* 2011;28(1):166-176. doi: [10.1007/s11095-010-0271-y](https://doi.org/10.1007/s11095-010-0271-y)
  16. Chen M, Li X, Liu J, et al. Safety and pharmacodynamics of suprachoroidal injection of triamcinolone acetonide as a controlled ocular drug release model. *J Control Release.* 2015;203:109-117. doi: [10.1016/j.jconrel.2015.02.021](https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2015.02.021)
  17. Hancock SE, Wan CR, Fisher NE, et al. Biomechanics of suprachoroidal drug delivery: From benchtop to clinical investigation in ocular therapies. *Expert Opin Drug Deliv.* 2021;18(6):777-788. doi: [10.1080/17425247.2021.1867532](https://doi.org/10.1080/17425247.2021.1867532)
  18. Goldstein DA, Do D, Noronha G, et al. Suprachoroidal Corticosteroid Administration: A Novel Route for Local Treatment of Noninfectious Uveitis. *Transl Vis Sci Technol.* 2016;5(6):14. doi: [10.1167/tvst.5.6.14](https://doi.org/10.1167/tvst.5.6.14)
  19. Naftali Ben Haim L, Moisseiev E. Drug Delivery via the Suprachoroidal Space for the Treatment of Retinal Diseases. *Pharmaceutics.* 2021;13(7):967. doi: [10.3390/pharmaceutics13070967](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13070967)
  20. Campochiaro PA, Wykoff CC, Brown DM, et al. Suprachoroidal Triamcinolone Acetonide for Retinal Vein Occlusion: Results of the Tanzanite Study. *Ophthalmol Retina.* 2018;2(4):320-328. doi: [10.1016/j.oret.2017.07.013](https://doi.org/10.1016/j.oret.2017.07.013)
  21. Zhang DD, Che DY, Zhu DQ. A simple technique for suprachoroidal space injection of triamcinolone acetonide in treatment of macular edema. *Int J Ophthalmol.* 2022;15(12):2017-2021. doi: [10.18240/ijo.2022.12.18](https://doi.org/10.18240/ijo.2022.12.18)
  22. Tetz M, Rizzo S, Augustin AJ. Safety of submacular suprachoroidal drug administration via a microcatheter: retrospective analysis of European treatment results. *Ophthalmologica.* 2012;227(4):183-189. doi: [10.1159/000336045](https://doi.org/10.1159/000336045)
  23. Wan CR, Kapik B, Wykoff CC, et al. Clinical Characterization of Suprachoroidal Injection Procedure Utilizing a Microinjector across Three Retinal Disorders. *Transl Vis Sci Technol.* 2020;9(11):27. doi: [10.1167/tvst.9.11.27](https://doi.org/10.1167/tvst.9.11.27)
  24. Yeh S, Khurana RN, Shah M, et al. Efficacy and Safety of Suprachoroidal CLS-TA for Macular Edema Secondary to Noninfectious Uveitis: Phase 3 Randomized Trial. *Ophthalmology.* 2020;127(7):948-955. doi: [10.1016/j.ophtha.2020.01.006](https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.01.006)

■ Автор для переписки

Першакова Анастасия Евгеньевна  
Адрес: СОКОБ им. Т.И. Ерошевского, ул. Ново-Садовая, 158,  
г. Самара, Россия, 443068.

■ Corresponding Author

Anastasiya E. Pershakova  
Address: Samara Regional Clinical Ophthalmological Hospital  
n.a. T.I. Eroshevsky, 158 Novo-Sadovaya st., Samara, Russia, 443068.

E-mail: [anastasia.pershakova@mail.ru](mailto:anastasia.pershakova@mail.ru)