

КОНЦЕПЦИЯ АНАТОМИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ФОВЕОЛЫ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ СКВОЗНЫХ МАКУЛЯРНЫХ РАЗРЫВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ОКТ-КОНТРОЛЯ

© Я.В. Байбородов^{1,2}

¹ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Для цитирования: Байбородов Я.В. Концепция анатомической реконструкции фовеолы в хирургическом лечении сквозных макулярных разрывов с использованием интраоперационного ОКТ-контроля // Офтальмологические ведомости. — 2017. — Т. 10. — № 3. — С. 12–17. doi: 10.17816/OV10312-17

Поступила в редакцию: 03.07.2017

Принята к печати: 23.08.2017

✧ **Актуальность.** Концепция анатомической реконструкции фовеолы в хирургическом лечении макулярных разрывов представляет собой минимально инвазивный подход, основанный на щадящих принципах визуализации и удаления прозрачных структур. **Цель.** Оценить практическую значимость применения интраоперационной оптической когерентной томографии (ИОКТ) высокого разрешения в хирургическом лечении макулярных разрывов. **Материал и методы.** В исследование было включено 95 пациентов (95 глаз) с макулярными разрывами диаметром от 400 до 800 микрон, прооперированных в период с сентября 2015 по октябрь 2016 года. **Результаты.** ИОКТ-контроль способствует анатомическому и функциональному успеху хирургического лечения макулярных разрывов, позволяя детализировать анатомические структуры витреомакулярного интерфейса в ходе хирургического вмешательства и более точно определиться с выбором тампонирующего агента в конце операции. **Заключение.** Предложенная анатомическая реконструкция фовеолы в хирургическом лечении сквозных макулярных разрывов, усиленная интраоперационным ОКТ-контролем, обеспечивает высокие функциональные и анатомические послеоперационные показатели сетчатки.

✧ **Ключевые слова:** макулярный разрыв; витрэктомия; интраоперационный ОКТ-контроль.

THE CONCEPT OF THE FOVEOLA ANATOMICAL RECONSTRUCTION IN THE SURGICAL TREATMENT OF FULL-THICKNESS MACULAR TEARS USING INTRAOPERATIVE OCT CONTROL

© Ya.V. Bayborodov^{1,2}

¹Sv. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Saint Petersburg department, Russia;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

For citation: Bayborodov YaV. The concept of the foveola anatomical reconstruction in the surgical treatment of full-thickness macular tears using intraoperative OCT control. *Ophthalmology Journal*. 2017;10(3):12-17. doi: 10.17816/OV10312-17

Received: 03.07.2017

Accepted: 23.08.2017

✧ **Background.** The concept of foveola anatomical reconstruction in surgical treatment of macular holes is a minimally invasive approach based on sparing principles of visualization and removal of transparent structures. **Purpose.** To estimate the practical value of high-resolution intraoperative OCT control (IOCT)

at surgical treatment of macular holes. **Materials and methods.** The study included 95 patients (95 eyes) with macular holes from 400 to 900 microns in diameter, being during the period from September 2015 to October 2016. **Results.** IOCT control increases the anatomical and functional success of macular hole surgery, allowing determining more accurately the vitreomacular interface anatomical structures during the procedure and making more precise choice of tamponade agent to the end of it. **Conclusion.** The proposed foveola anatomical reconstruction in surgical treatment of full-thickness macular holes enhanced by intraoperative OCT control provides high functional and anatomic postoperative retinal indices.

✧ **Keywords:** macular hole; vitrectomy; intraoperative OCT control.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция анатомической реконструкции фовеолы в хирургическом лечении макулярных разрывов представляет собой минимально инвазивный подход, основанный на принципах визуализации прозрачных структур, включающий в себя: удаление внутренней пограничной мембраны (ВПМ) сетчатки без окрашивания с использованием низкотоксичного зелёного света при низкой яркости светового потока, контроль за полнотой удаления ВПМ с помощью интраоперационной оптической когерентной томографии (ИОКТ), дифференцированный подход к площади удаления ВПМ с учётом диаметра разрыва, применение последовательной техники механического сближения краёв разрыва с помощью мягкой силиконовой канюли, оптимальный выбор тампонирующего агента при завершении операции (воздух, газ или силикон), кратковременное (1–3 дня) положение пациента лицом вниз в послеоперационном периоде [1–3].

Техника удаления мембран без окрашивания предъявляет к хирургу высокие требования по распознаванию структур витреомакулярного интерфейса. «Тонким местом» данной операции является контроль за тотальностью удаления всех мембран интерфейса непосредственно в процессе выполнения операции.

Новейшая технология, представляющая собой синтез ОКТ высокого разрешения и операционного микроскопа, является тем необходимым звеном, которое может осуществить интраоперационный контроль удаления прозрачных мембран в ходе хирургического вмешательства [4, 5].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить практическую значимость применения ИОКТ высокого разрешения в хирургическом лечении макулярных разрывов, основанном на концепции анатомической реконструкции фовеолы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование было включено 95 пациентов (95 глаз) с макулярными разрывами диаметром от 400 до 900 микрон, прооперированных в период с сентября 2015 по октябрь 2016 года.

Пациенты были разделены на 2 группы: контрольную (КГ) — 35 пациентов и исследуемую (ИГ) — 60 пациентов.

Распределение пациентов по возрасту и полу с указанием исходной остроты зрения и диаметра макулярного разрыва приведено в табл. 1.

Пациенты обеих групп были прооперированы одним хирургом (Я.В. Байбородов).

Всем пациентам до и после операции выполнены следующие исследования: визометрия, оптическая когерентная томография (ОКТ) на томографах Stratus и Cirrus фирмы Carl Zeiss Meditec.

Для осуществления динамического интраоперационного контроля состояния макулы в ходе оперативных вмешательств использовался операционный микроскоп с интегрированным ОКТ высокого разрешения (Carl Zeiss Meditec OPMI LUMERA® 700 with the integrated SD-OCT camera RESCAN™ 700).

Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием программного пакета STATISTIKA 6,0.

Распределение пациентов по возрасту и полу с указанием исходной остроты зрения и диаметра макулярного разрыва в зависимости от техники хирургии

Таблица 1

Patients' distribution by age and sex, baseline visual acuity and macular tear diameter, depending on the surgical technique

Table 1

Разделение по технике операции	Пол		Средний возраст	Острота зрения	Диаметр разрыва
	муж	жен		Среднее ± SD	
Контрольная группа (35)	15	20	60,1 ± 3,1	0,22 ± 0,12	584,67 ± 173,51
Исследуемая группа (60)	19	41	59,2 ± 2,7	0,23 ± 0,11	590,36 ± 188,90

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИЙ

Все операции в обеих группах выполнялись с использованием трёхпортового доступа к полости стекловидного тела, разового набора инструментов калибра 27 G. Вторым этапом в обеих группах осуществлялись субтотальная витрэктомия, отделение и удаление задней гиалоидной мембраны (ЗГМ) после предварительного контрастирования кеналогом. Следующим этапом выполнялся дозированный пилинг ВПМ по предложенному нами способу (авторское свидетельство RU02409332 «Способ хирургического лечения макулярных разрывов», Я.В. Байбородов, Л.И. Балашевич, от 20.01.2011)[6]. Удаление ВПМ производилось без применения витальных красителей с использованием жёлтого ртутного источника света с цветовой температурой 4300 Кельвин. Яркость светового потока устанавливалась на минимальное значение (2 % от максимальной мощности), равное 1000 люкс, замер производили с помощью отечественного люксметра ТКА-ПКМ. Затем с помощью мягкой силиконовой канюли края макулярного разрыва сближали до полного их соприкосновения. При этом в контрольной группе выбор тампонирующего агента (воздух или силикон) был обусловлен данными дооперационной ОКТ и зависел от диаметра разрыва. В отличие от контрольной, пациентам исследуемой группы проводили интраоперационное ОКТ-сканирование с контролем расхождения краёв разрыва после их сближения. По результатам принимали решение о типе тампонады (воздух или силикон). В конце операций проводилась герметизация входов в витреальную полость глаза.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительные анатомические и функциональные послеоперационные результаты в исследуемых группах представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, ИОКТ-контроль повышает анатомический успех хирургического лечения макулярных разрывов. Так, в исследуемой группе у 98 % пациентов имело место закрытие

макулярного дефекта, что позволило получить более высокую остроту зрения.

Визуализация с помощью ИОКТ различных этапов хирургического вмешательства в ходе его выполнения позволяет также более точно определиться с выбором тампонирующего агента (воздух или силикон) в конце операции. Двойной контроль за смещением сетчатки — визуальный и по ОКТ — позволял более деликатно производить сближение её краёв, равно как и вовремя заметить даже минимальное их расхождение.

Необходимо отметить, что у 10 пациентов исследуемой группы, которым производилась силиконовая тампонада, при диаметре разрыва от 400 до 600 микрон наблюдалось очень быстрое повышение остроты зрения с 0,2 до 0,6–0,7 в течение суток.

ОБСУЖДЕНИЕ

Не вызывает сомнения, что основным направлением офтальмохирургии сегодня является минимализация травматического воздействия. Использование высоких технологий, в частности итраоперационного ОКТ-контроля в хирургии витреомакулярного интерфейса, позволяет не только детализировать особенности взаимодействия мембран, но и выполнять оперативные вмешательства более деликатно.

Наши интраоперационные клинические наблюдения с помощью интегрированного в микроскоп ОКТ позволяют утверждать, что в витреомакулярном интерфейсе нет никаких других мембран, кроме ЗГМ и ВПМ.

Для наглядности данного суждения считаем целесообразным привести ряд клинических примеров. Нами установлено, что волокнистая ткань вокруг разрыва является остатками ЗГМ стекловидного тела, отделение и удаление которой обеспечивает результативность лечения. Удаление ВПМ через макулярный разрыв не приводит к отрыву остатков ЗГМ и повреждению нейроэпителия, ИОКТ-контроль наглядно демонстрирует, что нейроэпителий начинается ниже как минимум на 200 микрон (рис. 1).

Сравнительные функциональные и анатомические результаты у пациентов после хирургического лечения макулярных разрывов

Таблица 2

Table 2

Comparative functional and anatomical outcomes in patients after macular tear surgical treatment

Группы	Закрытие разрыва	Незакрытие разрыва	Средняя острота зрения через 7 дней после операции	<i>p</i>
Контрольная	31 (87 %)	4 (13 %)	0,31 ± 0,19	0,005
Исследуемая	59 (98 %)	1 (2 %)	0,53 ± 0,17	0,005

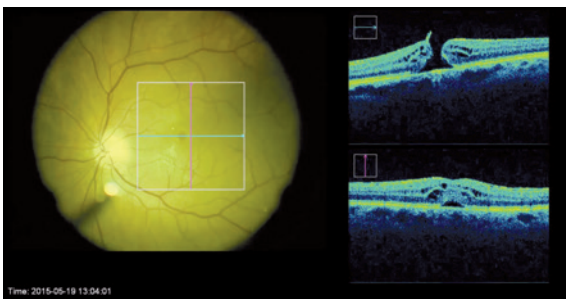
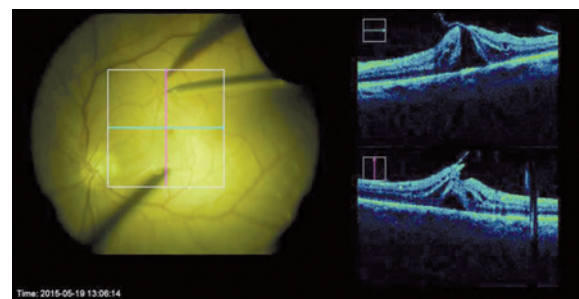
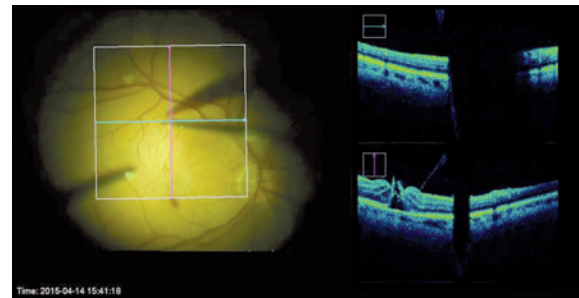


Рис. 1. Макулярный разрыв после отделения и удаления задней гиалоидной мембраны (ЗГМ): на верхнем горизонтальном скане видны остатки ЗГМ на левом краю разрыва, нейроэпителий начинается ниже минимум на 200 микрон

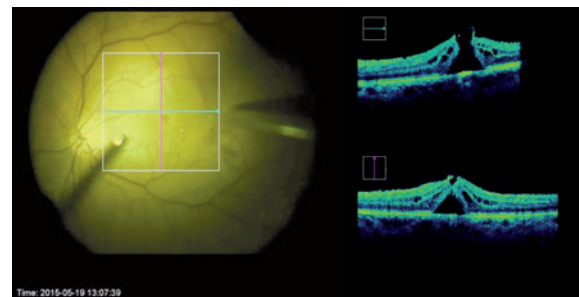
Fig. 1. Macular hole after posterior hyaloid membrane separation and removal: PHM remnants at the tear's left edge are seen on the upper horizontal scan, the neuroepithelium layer is at least 200 microns below it



a



b



c

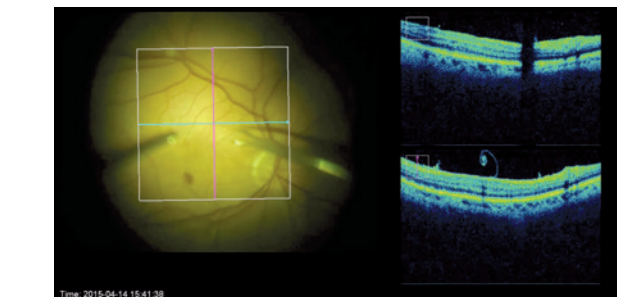


Рис. 3. На нижнем вертикальном скане видно, как внутренняя пограничная мембрана скручивается в трубочку, что облегчает её поиск по ОКТ

Fig. 3. Lower vertical scan shows ILM twisted into a tube, which facilitates its evaluation with OCT

Рис. 2. Как видно на нижнем вертикальном скане: захват и приближение ВПМ вплотную к краю разрыва и фрагментам ЗГМ на его краях не приводит ни к отрыву остатков ЗГМ от края разрыва, ни тем более к отрыву нейроэпителия, как думают некоторые хирурги (*a*). На нижнем горизонтальном скане видно, что ВПМ, проведённая через разрыв, — уже на другой стороне, остатки ЗГМ на краю разрыва не оторваны (*b*). Фиксированные остатки ЗГМ по краям разрыва после полного удаления ВПМ через разрыв. ЗГМ и ВПМ не связаны между собой в фовеоле — это разные анатомические образования (*c*)

Fig. 2. As one can see on the lower vertical scan, the ILM catching and pulling close up to the tear edge with the PHM fragments does not lead to a separation of the PHM remnants from the tear edge or moreover to neuroepithelium break-off, as some surgeons think (*a*). Lower horizontal scan shows ILM already pulled to the other side of the tear; PHM remnants on the tear edge are not torn off (*b*). Fixed PHM remnants are seen at the edges of the tear after complete ILM removal being it. PHM and ILM are not linked to each other in the foveola: these are different anatomical formations (*c*)

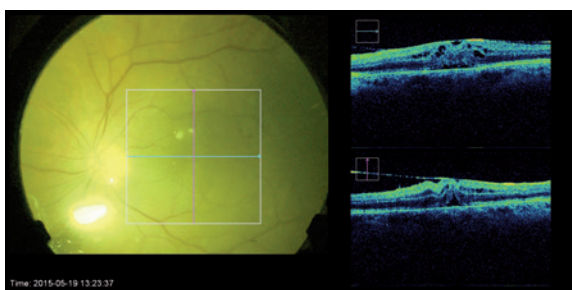


Рис. 4. Полное закрытие макулярного разрыва — интраоперационная ОКТ в воздушной среде

Fig. 4. Complete macular hole closure — intraoperative OCT in the air environ

ИОКТ-контроль позволил определить, что ЗГМ и ВПМ не связаны между собой в фовеоле и представляют собой разные анатомические образования (рис. 2).

Представленные в данном клиническом наблюдении ОКТ, выполненные в ходе операции,

позволяют утверждать, что адгезия ЗГМ вокруг разрыва слишком прочна, удалить её с краёв разрыва можно только намеренно.

Чёткая визуализация ВПМ на ОКТ, встроенном в микроскоп, способствует её лёгкому обнаружению и удалению. При этом следует отметить,

Алгоритм выбора техники хирургического лечения макулярных разрывов с учётом их диаметра

Таблица 3

Table 3

Macular hole surgical treatment technique choosing algorithm depending on the tear diameter

Тип макулярного разрыва	Элементы техники операции				
	удаление ЗГМ	удаление ВПМ	тампонада воздухом	тампонада силиконом	сближение краёв разрыва
Сенильный: диаметр (мкм) до 100	Отделение ЗГМ	—	—	—	—
диаметр (мкм) 100–400	+	++	++++	-	+
диаметр (мкм) 400–600	+	+++	Выбор зависит от ригидности сетчатки		+ ++
диаметр (мкм) 600–900	+	++++	—	++	++++

что ВПМ в ходе хирургического вмешательства имеет тенденцию скручиваться в трубочку, что облегчает её поиск (рис. 3).

Одним из достоинств интраоперационной ОКТ является также возможность проводить данное исследование в ходе операции как в воздушной среде, так и в ПФОС и в силиконе (рис. 4).

Высокая результативность малоинвазивной хирургии макулярных разрывов с применением ИОКТ-контроля позволила нам обобщить результаты и сформулировать алгоритм выбора тактики хирургического лечения (табл. 3).

Как показали наши исследования, при наличии сенильного разрыва диаметром до 100 мкм оперативное вмешательство достаточно в объёме отделения ЗГМ, при размере дефекта макулы, превышающего 100 мкм, дополнительно требуется удаление ВПМ.

Сближение краёв макулярного разрыва, приводит не только к интраоперационному закрытию макулярного разрыва, но еще и к высокому функциональному результату, так как увеличивает плотность колбочек в фовеоле.

ИОКТ позволяет в ходе операции определить с выбором тампонирующего агента — воздух или силикон. Мы полагаем, что вопрос о выборе вида тампонады должен решаться не только с учётом размера дефекта: при диаметре 100–400 мкм предпочтительна тампонада воздухом, при 400–600 мкм выбор зависит от ригидности сетчатки, при размере дефекта более 600 мкм целесообразна тампонада силиконом.

Сформулированная нами концепция анатомической реконструкции фовеолы, предложенный алгоритм выбора тактики хирургического лечения (см. табл. 3) и высокая эффективность данной технологии позволяют утверждать, что на сегодня любой макулярный разрыв можно закрыть интра-

операционно с помощью деликатных манипуляций. При этом интраоперационная ОКТ служит тем инструментом в руках витреоретинального хирурга, который даёт возможность контроля точности воздействия на мембраны витреомакулярного интерфейса на всех этапах хирургического вмешательства и обеспечивает высокие функциональные и анатомические послеоперационные показатели в послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

1. Анатомическая реконструкция фовеолы в хирургическом лечении макулярных разрывов, включающая удаление ВПМ сетчатки без окрашивания, с использованием света с низкой токсичностью и яркостью светового потока, щадящий подход к площади удаления ВПМ, применение техники сближения краёв разрыва под интраоперационным ОКТ-контролем, оптимальный выбор тампонирующего агента при завершении операции обуславливают высокий функциональный результат.
2. Применение интраоперационного ОКТ-контроля при хирургии макулярного разрыва обеспечивает достоверно более высокую частоту закрытия макулярного разрыва.
3. Предложенный алгоритм выбора тактики хирургического лечения макулярных разрывов позволяет выбрать оптимальный вид тампонады с учётом размером дефекта и может использоваться в клинической практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбородов Я.В., Балашевич Л.И. Концепция анатомической реконструкции фовеолы в хирургии макулярных разрывов с использованием интраоперационного ОКТ-контроля. Сборник «Макула-2016». — 2016. — С. 283–294. [Bajborodov JaV, Balashevich LI. Konceptija anatomicheskoy rekonstrukcii

- foveoly v hirurgii makuljarnyh razryvov s ispol'zovaniem intraoperacionnogo OKT-kontrolja. Sbornik "Makula-2016". 2016. P. 283-294. (In Russ.)]
2. Байбородов Я.В. Интраоперационная оптическая когерентная томография высокого разрешения в щадящей хирургии патологии витреомакулярного интерфейса // Современные технологии в офтальмологии. — 2016. — № 1. — С. 28–30. [Bajborodov JaV. Intraoperacionnaja opticheskaja kogerentnaja tomografija vysokogo razreshenija v shhadjashhej hirurgii patologii vitreomakuljarnogo interfejsa. *Sovremennye tehnologii v oftal'mologii*. 2016;(1):28-30. (In Russ.)]
 3. Байбородов Я.В. Сравнительная эффективность микроинвазивной хирургии макулярных разрывов диаметром 400 мкм с ксеноновым и ртутным светом // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2011. — № 14. — С. 49–50. [Bajborodov JaV. Sravnitel'naja jeffektivnost' mikroinvazivnoj hirurgii makuljarnyh razryvov diametrom 400 mkm s ksenonovym i rtutnym svetom. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011;(14):49-50. (In Russ.)]
 4. Wykoff CC, Berrocal AM, Scheffler AC, et al. Intraoperative OCT of a full-thickness macular hole before and after internal limiting membrane peeling. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2010;41(1):7-11. doi: 10.3928/15428877-20091230-01.
 5. Pichi F, Alkabes M, Nucci P, Ciardella AP. Intraoperative SD-OCT in macular surgery. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2012;43:54-60. doi: 10.3928/15428877-20121001-08.
 6. Патент РФ на изобретение № RU02409332 C2/ 20.01.2011. Байбородов Я.В., Балашевич Л.И. Способ хирургического лечения макулярных разрывов. [Patent RUS No RU02409332 C2/ 20.01.2011. Bajborodov JaV, Balashevich LI. Sposob hirurgicheskogo lechenija makuljarnjih razrivov. (In Russ.)]

Сведения об авторе

Ярослав Владимирович Байбородов — канд. мед. наук, врач высшей категории, заведующий хирургическим отделением Санкт-Петербургского филиала ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова. Ассистент кафедры офтальмологии. ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова». Санкт-Петербург. E-mail: Yaroslavvitsug@rambler.ru.

Information about the author

Jaroslav V. Bayborodov — MD, PhD, head of surgical department. IR & TC "Eye Microsurgery" named after academician S.N. Fyodorov, Saint Petersburg Branch; assistant, Ophthalmology Department. I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Saint Petersburg, Russia. E-mail: Yaroslavvitsug@rambler.ru.