

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-99-104>



# Прогностические факторы функциональных результатов хирургии идиопатических (первичных) эпимакулярных мембран: продолжительность эпимакулярной пролиферации. Часть 1

С.Г. Торопыгин, С.В. Назарова, Х. Даварах, А.Н. Маслов

ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100, Россия

*В первой части обзора рассматриваются типы эпимакулярных мембран (ЭММ), вопросы их эпидемиологии, стандарта лечения, топографии макулярной сетчатки в норме, представленной на оптической когерентной томограмме, а также зависимость функциональных результатов хирургии ЭММ от продолжительности заболевания.*

**Ключевые слова:** эпимакулярная мембрана; внутренняя пограничная мембрана сетчатки; оптическая когерентная томография; витреоретинальная хирургия

**Конфликт интересов:** отсутствует.

**Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Для цитирования:** Торопыгин С.Г., Назарова С.В., Даварах Х., Маслов А.Н. Прогностические факторы функциональных результатов хирургии идиопатических (первичных) эпимакулярных мембран: продолжительность эпимакулярной пролиферации. Часть 1. Российский офтальмологический журнал. 2020; 13 (2): 99–104.

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-99-104>

## Prognostic factors of functional results of surgery for idiopathic (primary) epimacular membranes: the duration of epimacular proliferation. Part 1

Sergei G. Toropygin, Stanislava V. Nazarova, Haiyan Dawarah, Alexander N. Maslov

Tver State Medical University, 4, Sovetskaya St., Tver, 170100, Russia

doctorop@mail.ru

*Part 1 of the review presents types of epimacular membranes (EMM), their epidemiology and management standard, topography of normal fovea seen on the optical coherence tomography, as well as dependence of functional results of surgery on disease duration.*

**Keywords:** epimacular membrane; internal retinal limiting membrane; optical coherence tomography; vitreoretinal surgery

**Conflict of interests:** there is no conflict of interests.

**Financial disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

**For citation:** Toropygin S.G., Nazarova S.V., Dawarah H., Maslov A.N. Prognostic factors of functional results of surgery for idiopathic (primary) epimacular membranes: the duration of epimacular proliferation. Part 1. Russian ophthalmological journal. 2020; 13 (2): 99–104 (In Russian).

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-99-104>

Эпимакулярная мембрана (ЭММ), или центральная эпиретинальная мембрана, — патологическая фибро-целлюлярная мембрана, выстилающая внутреннюю поверхность макулы [1, 2]. Впервые эпиретинальные мембраны были описаны российским офтальмологом проф. А.В. Ивановым в 1865 г. в фундаментальном исследовании, посвященном глазной патоморфологии [3].

Пусковым механизмом к развитию ЭММ является повреждение какой-либо зоны сетчатки или цилиарного тела фактически любой этиологии. Такое повреждение приводит к миграции ряда клеток (глиальных, пигментного эпителия, фибробластов, макрофагов, гиалоцитов и др.) на внутреннюю пограничную мембрану (ВПМ) макулы. При этом ВПМ выступает в качестве матрицы для пролиферации этих клеток на ее поверхности. Последние продуцируют коллаген, ламинин, фибронектин и, таким образом, формируют фибро-целлюлярную мембрану [1, 4, 5].

ЭММ представляют собой полиэтиологическую нозологическую единицу [1]. Принято различать идиопатические (первичные), вторичные и ятрогенные ЭММ [2]. Вторичные ЭММ осложняют течение ряда глазных заболеваний — сосудистой патологии сетчатки, увеитов, ретинитов, внутриглазных опухолей, разрывов и отслойки сетчатки, травм и дистрофий сетчатки. Ятрогенные ЭММ развиваются после лазерной коагуляции сетчатки, криоретинопексии, хирургии катаракты, ИАГ-лазерных дисцизий вторичной катаракты, хирургии отслойки сетчатки и при силиконовой тампонаде витреальной полости.

Этиология же идиопатических ЭММ, как следует из названия, долгое время оставалась неизвестной. В настоящее время считается доказанным, что причиной развития идиопатических ЭММ является задняя отслойка стекловидного тела<sup>1</sup>, при которой задний гиалоид в процессе отделения от сетчатки тракционно повреждает подлежащую ВПМ. Это приводит к миграции глиальных клеток сетчатки через дефекты ВПМ на ее поверхность и последующему развитию ЭММ [1, 2, 6–8].

ЭММ относятся к чрезвычайно распространенной офтальмопатологии. По данным популяционных исследований [9, 10], ЭММ различной этиологии страдают от 2,2 до 34,1 % населения старше 40 и 63 лет соответственно. В 2,8–35 % случаев ЭММ поражают оба глаза [11, 12]. При этом заболеваемость ЭММ увеличивается с возрастом [9, 10–12]; мужчины и женщины болеют примерно с одинаковой частотой [9]. Согласно Blue Mountains Eye Study, диабетическая ретинопатия осложняется развитием ЭММ в 11 %, окклюзии ретинальных вен — в 16,1 %, а хирургия катаракты — в 16,8 % случаев [13]. Наиболее же часто встречаются идиопатические мембраны; они составляют до 80 % случаев от всех глаз с ЭММ [14].

На протяжении последних двух десятилетий ЭММ различной этиологии и ассоциированные с ними осложнения являются самым частым показанием к оперативному вмешательству на заднем отрезке глаза [1, 2, 15]. Витрэктомия с удалением ЭММ впервые была предложена R. Machemer в 1978 г. [16].

Стандартом современного патогенетического лечения ЭММ стала соге- (над центральной сетчаткой) витрэктомия с удалением (пилингом) ЭММ и ВПМ сетчатки. Выполнение соге-витрэктомии обеспечивает доступ к макулярной зоне и удаление заднего гиалоида. Пилинг ЭММ способствует устранению тракционной деформации макулы и связанных

с этим патологических процессов. Удаление же ВПМ сетчатки обеспечивает гарантию полного удаления ЭММ [17] и ликвидирует матрицу (ВПМ) для последующего рецидива эпиретинальной пролиферации<sup>2</sup> [1, 2, 18–21].

Согласно результатам клинических наблюдений, успешная хирургия ЭММ приводит к улучшению остроты зрения на 0,2 и более у 42–83 % больных. У остальных же пациентов, даже несмотря на отсутствие каких-либо осложнений, прибавка остроты зрения не превышает одной строки или не наблюдается вовсе. При этом финальная острота зрения 0,4 и выше после удаления ЭММ отмечается только в 44–55 % случаев [22–30].

Таким образом, несмотря на технически успешное удаление ЭММ, функциональные результаты такой хирургии далеко не всегда являются удовлетворительными [31]. Следовательно, еще на этапе планирования операции целесообразно учитывать прогностические факторы, от которых будет зависеть острота зрения в послеоперационном периоде [32]. В литературе детально изучена зависимость визуальных исходов хирургического лечения ЭММ от продолжительности существования мембран и предоперационной остроты зрения [23, 27, 29, 30, 32–34]. После внедрения в клиническую практику оптической когерентной томографии (optical coherence tomography, OCT) появилась возможность анализировать морфологию макулярной сетчатки — ее профиль, толщину и структуру и на основании этого прогнозировать послеоперационный результат при ЭММ [28, 31, 35, 36].

С академической точки зрения из всего многообразия ЭММ, по нашему мнению, корректнее всего оценивать функциональные результаты хирургии идиопатических мембран, так как они не осложнены другой глазной патологией. С некоторой долей условности к этой группе пациентов можно было бы отнести и ЭММ, возникшие при периферических проблемах сетчатки — ретинальных разрывах и после барьерной лазерной коагуляции, а также после перенесенного тромбоза носовых ветвей центральной вены сетчатки. У таких больных (так же, как и при идиопатических ЭММ) предоперационная острота зрения целиком зависит только от ЭММ и того вреда, который последняя успела нанести макулярной сетчатке.

Однако послеоперационные функциональные результаты при ЭММ, развившихся при периферических ретинальных проблемах, могут быть хуже, чем при идиопатических мембранах. Это связано с более высоким риском развития осложнений (главным образом отслойки сетчатки) у пациентов с патологией периферии сетчатки [29]. Поэтому в настоящем обзоре проанализированы известные факторы, влияющие на остроту зрения после технически успешной (т. е. неосложненной) хирургии только идиопатических ЭММ.

В данной статье не обсуждается целесообразность пилинга ВПМ при эпимакулярной пролиферации. Как было указано выше, удаление ВПМ считается стандартом современного хирургического лечения ЭММ; этот вопрос подробно освещен в литературе [2, 18, 20, 21] и наших предыдущих обзорных работах [1, 37, 38].

*Топография макулярной сетчатки на оптической когерентной томограмме в норме и принципы построения макулярных карт.* Изображение макулы на OCT в значительной степени повторяет ее гистологические снимки при световой микроскопии. Именно поэтому OCT принято называть оптической *in vivo* (или прижизненной) биопсией сетчатки [39].

<sup>1</sup> Ввиду того, что этиология этих ЭММ считается доказанной, в настоящее время их иногда стали называть «первичными» [8], хотя исторически устоявшийся термин «идиопатические ЭММ» в литературе и сегодня все же преобладает.

<sup>2</sup> В одном из исследований [19] рецидивы ЭММ после хирургического лечения без удаления ВПМ были выявлены в 58 % случаев в течение 5 лет наблюдений.

Однако полного совпадения картины сетчатки на ОСТ и при гистологическом исследовании нет. Это связано с принципиально разными методологическими основами этих диагностических методик. Гистологические микропрепараты подвергаются предварительной химической фиксации, а затем окраске, необходимой для получения контраста между структурами ткани. Все это приводит к появлению ряда артефактов при последующей световой микроскопии. В то же время методика ОСТ основывается на естественных различиях оптических свойств ткани для создания контраста между ее слоями. При прохождении через сетчатку низкокогерентного света часть его отражается, другая часть рассеивается, третья — поглощается тканью. Так как различные ретинальные структуры сетчатки имеют разные оптические свойства, это и создает на ОСТ многослойную картину сетчатки [40].

На основании данных световой микроскопии в макулярной сетчатке принято выделять несколько зон<sup>3</sup> [41]. Гистологически под макулой подразумевают центральную часть сетчатки, лежащую в пределах височных сосудистых аркад и имеющую два и более слоя ганглиозных клеток<sup>4</sup>. Макула отличается высоким содержанием желтых ксантофильных пигментов и имеет диаметр 5–6 мм, в среднем 5,5 мм. В центре макулы выделяют фовеа — углубление внутренней поверхности сетчатки диаметром около 1,5 мм. Дно фовеа диаметром порядка 350 мкм называют фовеолой. Фовеола лишена ганглиозных клеток. Она состоит из колбочковых фоторецепторов, имеющих здесь максимальную плотность, а также клеток Мюллера. Центр фовеолы, в котором макула имеет минимальную толщину, называют *umbo* [6, 41]. Вокруг фовеа выделяют *parafovea* — поясик шириной около 500 мкм, а затем, более периферично, *perifovea* (лат.) шириной порядка 1,5 мм.

ОСТ выявляет все слои сетчатки, которые визуализируются при световой микроскопии. Поэтому деление макулы на вышеперечисленные зоны справедливо и для ОСТ. На томограмме макула имеет характерный профиль; определяется углубление — фовеа, дно фовеа — фовеола и центр фовеолы — *umbo*. Так же, как и при гистологическом исследовании, на ОСТ в центре фовеолы макула имеет минимальную толщину [39, 42]. При ряде патологических состояний, в том числе при макулярных отеках, макулярный профиль деформируется, при этом исчезает центральное углубление — фовеа. В таких ситуациях центр фовеолы — *umbo*, как правило,

без труда выявляется по минимальной толщине внутренних слоев сетчатки [43].

При оценке толщины макулярной сетчатки на ОСТ принято использовать макулярную карту, предложенную ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study research group, группа по изучению раннего лечения диабетической ретинопатии) в 1991 г. [44]. Карта ETDRS делит макулу на 9 секторов. Она состоит из трех концентричных окружностей, в классическом варианте диаметрами 1,0, 3,0 и 6,0 мм, которые образуют внутренний круг и два пояса вокруг него: внутренний и внешний. Таким образом, внутренний круг занимает большую часть фовеа. Внутренний пояс захватывает оставшуюся часть фовеа, всю *parafovea* и часть *perifovea*. Внешний пояс покрывает оставшуюся периферическую часть *perifovea*. При этом оба пояса разделяются радиально на квадранты: два верхних, два нижних, два наружных и два внутренних (рис. 1).

В большинстве коммерчески доступных аппаратов ОСТ используется вышеописанная макулярная карта с окружностями классических диаметров [45–48]. Однако на рынке программного обеспечения для ОСТ представлены и другие варианты построения макулярных карт. Принципиально эти карты не отличаются от стандартной сетки ETDRS, но имеют несколько другие диаметры окружностей [48, 49]. В том числе и поэтому для оценки толщины макулы в динамике целесообразно использовать один и тот же аппарат ОСТ.

Среди производителей ОСТ имеются разногласия и по методике измерения толщины макулы. Если за внутреннюю границу сетчатки во всех версиях ОСТ всегда принимается витреоретинальный интерфейс — линия раздела между витреальной полостью и сетчаткой [43, 45–50], то единого мнения об определении наружной границы не существует [51].

Ранее при использовании классических *time-domain*-аппаратов ОСТ толщину сетчатки измеряли до *ellipsoid zone* (EZ, зоны эллипсоидов) [46, 48, 50]. Позже появились спектральные ОСТ, которые имеют более высокое разрешение и позволяют четко дифференцировать горизонтальные гиперрефлективные линии наружных слоев сетчатки. При этом в зависимости от бренда аппарата ОСТ толщину сетчатки стали измерять либо вместе с EZ-линией, либо до *interdigitation zone* (IZ, зон чередования, переплетения) и даже вместе с комплексом пигментного эпителия сетчатки и мембраны Бруха [45, 48] (рис. 2). Это является еще

одной причиной использования одного и того же аппарата ОСТ при мониторинге толщины сетчатки в динамике. В противном случае результаты измерений различных аппаратов трудно сопоставимы. Дело в том, что расстояние между внутренней границей EZ-линии и наружной границей пигментного эпителия значительное и в норме составляет порядка 60–80 мкм [52].

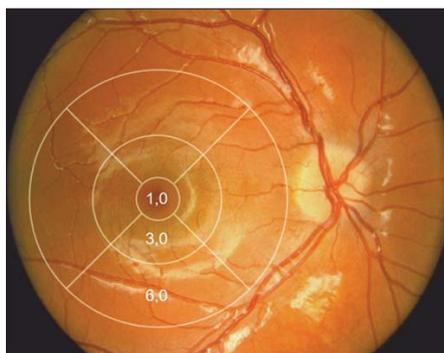


Рис. 1. Макулярная карта ETDRS 1991  
Fig. 1. ETDRS 1991 macular map

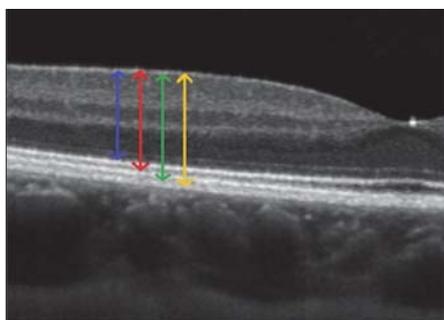


Рис. 2. Варианты измерения толщины центральной сетчатки в различных ОСТ-устройствах (синяя стрелка — до EZ, красная — до IZ, зеленая — до пигментного эпителия, желтая — вместе с комплексом пигментного эпителия)

Fig. 2. Variants of central retinal thickness measuring in different OCT devices (blue arrow — up to EZ, red arrow — up to IZ, green arrow — up to pigment epithelium, yellow arrow — with pigment epithelium)

<sup>3</sup> Подразделение макулы на зоны осуществляется именно на основании микроскопической анатомии, а не офтальмоскопии. Дело в том, что устойчивых офтальмоскопических признаков фовеа, фовеолы и *umbo* не существует. Известные фовеальный рефлекс, фовеальная депрессия и характерная желтая пигментация при офтальмоскопии часто не определяются и существенно зависят от возраста, клинической рефракции и макулярной патологии [41].

<sup>4</sup> В отличие от остальной, периферической сетчатки, имеющей только один слой ганглиозных клеток [6].

Различные варианты определения толщины сетчатки имеют как свои преимущества, так и недостатки. Так, внутренняя граница EZ-линии имеет высокий контраст. Поэтому измерение толщины сетчатки до EZ-линии отличается максимальной точностью. Понятно, что в этом случае при измерении толщины сетчатки не учитываются наружные сегменты фоторецепторов, что порождает ошибки при их поражениях — макулярном отеке, макулярных отверстиях, отслойках нейроэпителия и т. п. В таких случаях преимущество будут иметь аппараты ОСТ, измеряющие толщину сетчатки до внутренней границы пигментного эпителия. В ситуациях же, когда в патологический процесс вовлечен пигментный эпителий (при центральной серозной хориоретинопатии, отслойках пигментного эпителия, хориоидальной неоваскуляризации), целесообразно измерять толщину сетчатки вместе с комплексом пигментного эпителия и мембраны Бруха [48].

В каждом из 9 секторов карты ETRS программное обеспечение ОСТ рассчитывает среднюю толщину сетчатки. Этот параметр во внутреннем круге диаметром 1,0 мм называют foveal thickness (фовеальной толщиной, толщиной фовеа). Кроме того, на ОСТ измеряется central foveal thickness — толщина центра фовеа, т. е. толщина сетчатки в центре *umbo*. При этом считается, что толщина фовеа имеет большее практическое значение, чем толщина центра фовеа. Дело в том, что толщина фовеа складывается из измерения толщины сетчатки в гораздо большем количестве точек. Кроме того, при выраженных хронических макулярных отеках и утрате макулой структуры программное обеспечение ОСТ может совершать ошибки при определении центра фовеа [46].

Итак, в норме толщина центра фовеа является минимальной в макуле и составляет от  $182 \pm 23$  до  $253 \pm 24$  мкм при измерениях до внутренней границы [46] и до наружной границы EZ-линии [45] соответственно. Толщина фовеа несколько больше: от  $212 \pm 20$  [46] до  $262 \pm 16$  мкм [48] при аналогичной технике измерений. Далее, во внутреннем поясе макулы имеет максимальную толщину, которая затем несколько уменьшается во внешнем поясе. При поквадрантном измерении минимальная толщина сетчатки как во внутреннем, так и во внешнем поясах наблюдается в наружных квадрантах, наибольшая — во внутренних (рис. 3). При этом максимальную толщину сетчатки внутренних квадрантов обеспечивает папилло-макулярный пучок, нервные волокна которого идут через назальную часть макулы к темпоральному краю диска зрительного нерва [43, 45–50].

При интерпретации данных макулярных карт необходимо учитывать зависимость толщины сетчатки от этнической принадлежности, пола и возраста [47, 49, 50, 53].

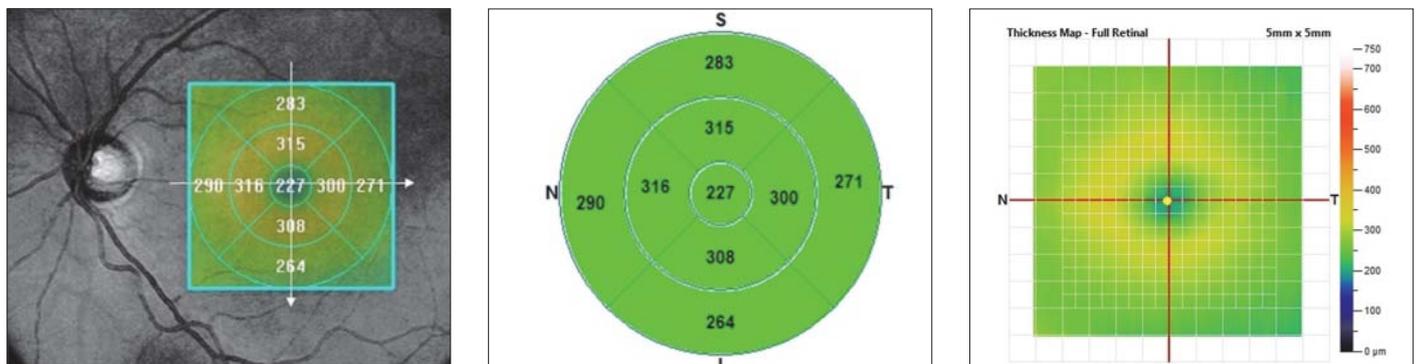
Известно, что у азиатов макула имеет максимальную толщину, у европейцев — несколько меньшую, у африканцев — минимальную [49]. Так, если толщина фовеа у европейцев при измерении до внутренней границы EZ-линии составляет в среднем 217 мкм, то у африканцев — лишь 185 мкм с разницей в 32 мкм [50]. Возможно, это связано с ослаблением светового сигнала от глазного дна за счет высокого содержания пигмента в сетчатке и хориоиде африканцев [51].

Показано также, что толщина макулярной сетчатки у мужчин больше, чем у женщин [47, 50]. Так, если при измерении до IZ-линии толщина фовеа у мужчин составляет  $226 \pm 19$  мкм, то у женщин —  $218 \pm 18$  мкм [47]. При этом наблюдается негативная корреляция толщины сетчатки с возрастом. В частности, при сканировании макулы по ходу папилло-макулярного пучка выявлено уменьшение толщины сетчатки в среднем на 0,53 мкм в год. Причем более 80 % (0,44 мкм) от этой величины приходится на снижение толщины за счет слоя нервных волокон [53].

В связи с вышеизложенным зависимость толщины сетчатки от расы, пола и возраста обязательно учитывается современным программным обеспечением ОСТ при составлении нормативов макулярных карт [50]. Известна также отрицательная корреляция толщины макулы от длины передне-задней оси [54]. Вероятнее всего, это связано с оптическим искажением площади сканируемой области при миопической рефракции [55].

*Зависимость функциональных результатов хирургического лечения ЭММ от продолжительности течения заболевания.* Согласно общемедицинским представлениям, чем дольше течет какое-либо хроническое заболевание, тем, как правило, хуже прогноз для выздоровления больного [56, 57]. Это утверждение справедливо и для пациентов с идиопатическими ЭММ [27, 32–34]. Так, в трех крупных ретроспективных исследованиях S. Pesin (270 глаз), T. Rice (264 глаза) и Y. Kauffmann (142 глаза) острота зрения после хирургии ЭММ имела обратно пропорциональную зависимость от продолжительности существования мембран. Чем дольше пациенты считали себя больными до операции, тем достоверно ниже была средняя острота зрения после удаления ЭММ [27, 32, 34]. При этом в анализе результатов хирургии ЭММ Y. Kauffmann и соавт. [32] достоверно показано, что если продолжительность симптоматики была в среднем около 10 мес, то после операции пациенты получали наиболее высокие функциональные результаты — остроту зрения 1,0 и выше. Напротив, если заболевание продолжалось в среднем на полгода дольше, то острота зрения после удаления ЭММ никогда не достигала таких высоких значений.

Как известно, умозаключение о длительности существования болезни строится на основании анамнеза



**Рис. 3.** Клинический пример макулярной карты в норме  
**Fig. 3.** Clinical picture of normal macular map

заболевания. Для сбора анамнеза используют опрос пациента и врачебные записи в доступной медицинской документации. Однако точность сведений, получаемых при опросе, во многом зависит от возраста и интеллекта пациента [57]. Учитывая, что идиопатические ЭММ развиваются исподволь и ими страдают лица пожилого возраста [5, 13], данные опроса при этом заболевании нельзя считать достоверными; они носят сугубо субъективный характер.

Напротив, записи в медицинской документации (амбулаторной карте) объективизируют сбор анамнеза и упрощают суждение о длительности течения ЭММ. Основное значение при этом имеют данные об остроте зрения и изменении картины ОСТ в динамике. В то же время записи могут быть утеряны или пациент мог вовсе не наблюдаться у офтальмолога. Последнее, в частности, связано с тем, что, как было сказано, ЭММ начинаются исподволь и прогрессируют очень медленно. При этом пациенты часто не замечают ухудшения качества зрительных функций, особенно при высокой остроте зрения на здоровом парном глазу [5].

Таким образом, не подлежит сомнению, что продолжительность заболевания коррелирует с функциональными результатами хирургии ЭММ. Тем не менее именно при идиопатических ЭММ строить прогноз хирургического лечения конкретного пациента по данным анамнеза болезни далеко не всегда представляется возможным.

#### Литература/References

1. *Торопыгин С.Г.* Хирургия тонких интраокулярных структур. Тверь: ИП Орлова З.П.; 2014. [*Toropygin S.G.* Surgery of thin intraocular structures. Tver: IP Orlova Z.P.; 2014 (in Russian)].
2. *Wickham L., Gregor Z.* Epiretinal membranes. 5th ed. Los Angeles; 2013: 1954–61. doi.org/10.1016/B978-1-4557-0737-9.00116-8
3. *Iwanoff A.* Beitrage zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 1865; 11: 135–70.
4. *Charles S., Calzada J., Wood B.* Vitreous microsurgery. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
5. *Ducourneau D., Ducourneau Y., Kuhn F.* Surgery for idiopathic epiretinal membrane and macular edema. A new concept based on a personal experience of over 16000 cases. Multimedia interactive book. 2011.
6. *Bowling B.* Kanski's clinical ophthalmology: a systematic approach, 8th edition. Sydney, Australia: Elsevier; 2016.
7. *Gass J.D.M.* Stereoscopic Atlas of Macular Diseases. Diagnosis and Treatment, ed. 3. St. Louis: C.V. Mosby; 1987.
8. *Hartmann K.I., Schuster A.K., Bartsch D.-U., et al.* Restoration of retinal layers after epiretinal membrane surgery. Retina. 2014; 34 (4): 647–54. doi: 10.1097/IAE.0000000000000003
9. *Meuer S.M., Myers C.E., Klein B.E., et al.* The epidemiology of vitreoretinal interface abnormalities as detected by spectral-domain optical coherence tomography: the Beaver Dam Eye Study. Ophthalmology. 2015; 122 (12): 787–95. doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.05.009
10. *You Q., Xu L., Jonas J.B.* Prevalence and associations of epiretinal membranes in adult Chinese: the Beijing eye study. Eye. 2008; 22: 874–9. doi.org/10.1038/sj.eye.6702786
11. *Cheung N., Tan S.P., Lee S.Y., et al.* Prevalence and risk factors for epiretinal membrane: the Singapore epidemiology of eye disease study. Br. J. Ophthalmol. 2016; 101 (3): 371–6. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-308563
12. *Ng C.H., Cheung N., Wang J.J., et al.* Prevalence and risk factors for epiretinal membranes in a multi-ethnic United States population. Ophthalmology. 2011; 118 (4): 694–9. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.08.009
13. *Mitchell P., Smith W., Chey T., et al.* Prevalence and associations of epiretinal membranes. The Blue Mountains Eye Study, Australia. Ophthalmology. 1997; 104: 1033–40. doi.org/10.1016/S0161-6420(97)30190-0
14. *Dupas B., Tayayoni R., Gaudric A.* Epiretinal membranes. J. Fr. Ophthalmol. 2015; 38 (9): 861–75. doi: 10.1016/j.jfo.2015.08.004
15. *Козн С.И., Квинтель Г.* Флюоресцентная ангиография в диагностике патологии глазного дна. Пер. с английского. Москва: Рейтар; 2005. [*Koen S.I., Kvintel' G.* Fluorescence angiography in the diagnosis of fundus pathology. Translation from English. Moscow: Rejtar; 2005 (in Russian)].
16. *Machemer R.* The surgical removal of epiretinal macular membranes (macular pucker) (author's transl.). Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 1978; 173: 36–42.
17. *Yonekawa Y., Abbey A.M., Shah A.R., et al.* Endoilluminator phototoxic maculopathy associated with combined ICG-assisted epiretinal membrane and internal limiting membrane peeling. Clinical Ophthalmology. 2014; 8: 2501–6. doi: 10.2147/OPTH.S75592
18. *Aras C., Arici C., Acar S., et al.* Peeling of internal limiting membrane during vitrectomy for complicated retinal detachment prevents epimacular membrane formation. Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2009; 247 (5): 619–23. dx.doi.org/10.1007/s00417-008-1025-y
19. *Fleissig E., Zur D., Moisseiev E., et al.* Five-year follow-up after epiretinal membrane surgery. A single-center experience. Retina. 2019; 38 (7): 1415–9. doi: 10.1097/IAE.0000000000001711
20. *Khokhar A.R., Rab K.F., Akhtar H.U.* Management of macular pucker. J. Coll. Physicians Surg. Pak. 2003; 13: 701–3. doi.org/12.2003/JCPSP.701703
21. *Park D.W., Dugel P.U., Garda J., et al.* Macular pucker removal with and without internal limiting membrane peeling: pilot study. Ophthalmology. 2003; 110 (1): 62–4. doi.org/10.1016/S0161-6420(02)01440-9
22. *Gaudric A., Cohen D.* Chirurgie des membranes epimaculaires idiopathiques. Facteurs pronostiques. J. Fr. Ophthalmol. 1992; 15: 657–68.
23. *Kim J., Rhee K.M., Woo S.J., et al.* Long-term temporal changes of macular thickness and visual outcome after vitrectomy for idiopathic epiretinal membrane. Am. J. Ophthalmol. 2010; 150 (5): 701–9. doi: 10.1016/j.ajo.2010.05.037
24. *Margherio R.R., Cox M.S., Trese M.T., et al.* Removal of epimacular membranes. Ophthalmology. 1985; 92 (8): 1075–83. doi.org/10.1016/S0161-6420(85)33902-7
25. *Mc Donald H.R., Verre W.P., Aaberg T.M.* Surgical management of idiopathic epiretinal membranes. Ophthalmology. 1986; 93: 978–83.
26. *Michels R.G.* Vitreous surgery for macular pucker. Am. J. Ophthalmol. 1981; 92 (5): 628–39. doi.org/10.1016/S0002-9394(14)74654-9
27. *Rice T.A., De Bustros S., Michels R.G., et al.* Prognostic factors in vitrectomy for epiretinal membranes of the macula. Ophthalmology. 1986; 93 (5): 602–10. doi.org/10.1016/S0161-6420(86)33689-3
28. *Suh M.H., Seo J.M., Park K.H., Yu H.G.* Associations between macular findings by optical coherence tomography and visual outcomes after epiretinal membrane removal. Am. J. Ophthalmol. 2009; 147 (3): 473–80. doi.org/10.1016/j.ajo.2008.09.020
29. *Thompson J.T.* Vitrectomy for epiretinal membranes with good visual acuity. Trans. Am. Ophthalm. Soc. 2004; 102: 97–106.
30. *Wong J.G., Sachdev N., Beaumont P.E., et al.* Visual outcomes following vitrectomy and peeling of epiretinal membrane. Clin. Exp. Ophthalmol. 2005; 33 (4): 373–8. doi.org/10.1111/j.1442-9071.2005.01025.x
31. *Mitamura Y., Hirano K., Baba T., Yamamoto S.* Correlation of visual recovery with presence of photoreceptor inner/outer segment junction in optical coherence images after epiretinal membrane surgery. Br. J. Ophthalmol. 2009; 93 (2): 171–5. doi: 10.1136/bjo.2008.146381
32. *Kauffmann Y., Ramel J.C., Lefebvre A.* Preoperative prognostic factors and predictive score in patients operated on for combined cataract and idiopathic epiretinal membrane. Am. J. Ophthalmol. 2015; 160 (1): 185–192. doi: 10.1016/j.ajo.2015.03.027
33. *Geerts L., Pertile G., van de Sompel W., et al.* Vitrectomy for epiretinal membranes: visual outcome and prognostic criteria. Bull. Soc. Belge. Ophthalmol. 2004; 293: 7–15.
34. *Pesin S.R., Olk R.J., Grand M.G., et al.* Vitrectomy for premacular fibroplasia. Prognostic factors, long-term follow-up, and time course of visual improvement. Ophthalmology. 1991; 98 (7): 1109–14. doi.org/10.1016/S0161-6420(91)32169-9
35. *Mayer W.J., Vogel M., Neubauer A., et al.* Pars plana vitrectomy and internal limiting membrane peeling in epimacular membranes: correlation of function and morphology across the macula. Ophthalmologica. 2013; 230: 9–17. doi.org/10.1159/000350233
36. *Shimozono M., Oishi A., Hata M., et al.* The significance of cone outer segment tips as a prognostic factor in epiretinal membrane surgery. Am. J. Ophthalmol. 2012; 153 (4): 698–704. doi.org/10.1016/j.ajo.2011.09.011
37. *Торопыгин С.Г., Мошетова Л.К.* Хирургия внутренней пограничной мембраны сетчатки (сообщение 1). Вестник офтальмологии. 2009; 125 (6): 46–51. [*Toropygin S.G., Moshetova L.K.* Surgery for retinal internal limiting membrane (communication 1). Vestnik oftalmologii. 2009; 125 (6): 46–51 (in Russian)].
38. *Торопыгин С.Г., Мошетова Л.К.* Хирургия внутренней пограничной мембраны сетчатки (сообщение 2). Вестник офтальмологии. 2009; 125 (6): 51–5. [*Toropygin S.G., Moshetova L.K.* Surgery for retinal internal limiting membrane (communication 2). Vestnik oftalmologii. 2009; 125 (6): 51–5 (in Russian)].
39. *Filho C.A., Yehoshua Z., Gregori G.* Optical coherence tomography in retina. Amsterdam: Elsevier; 2013: 82–110.
40. *Schuman J.S., Pulliafito C.A.* Optical coherence tomography of ocular diseases. Thorofare, NJ.: Slack; 2004.
41. *Agarwal A.* Gass' atlas of macular diseases, fifth edition. Elsevier; 2012. dx.doi.org/10.1007/s00417-012-2211-5
42. *Лумброзо Б., Рисполи М.* ОКТ (сетчатка, сосудистая оболочка, глаукома). Москва: БИНОМ; 2014. [*Lumbroso B., Rispoli M.* OCT (retina, choroid, glaucoma). Translation from English. Moscow: BINOM; 2014 (in Russian)].

43. LoDuca A.L., Zhang C., Zelkha R., Shahidi M. Thickness mapping of retinal layers by spectral domain optical coherence tomography. *Am. J. Ophthalmol.* 2010; 150 (6): 849–55. doi: 10.1016/j.ajo.2010.06.034
44. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. ETDRS report number 7: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study design and baseline patient characteristics. *Ophthalmology.* 1991; 98 (5): 741–56. doi.org/10.1016/S0161-6420(13)38009-9
45. Bentaleb-Machkour Z., Jouffroy E., Rabilloud M., et al. Comparison of central macular thickness measured by three OCT models and study of interoperator variability. *Scientific World Journal.* 2012. Available at: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/842795/> doi: 10.1100/2012/842795
46. Chan A., Duker J.S., Ko T.H., et al. Normal macular thickness measurements in healthy eyes using Stratus optical coherence tomography. *Arch. Ophthalmol.* 2006; 124: 193–8. dx.doi.org/10.1001%2Farchophth.124.2.193
47. Ooto S., Hangai M., Sakamoto A., et al. Three-dimensional profile of macular retinal thickness in normal Japanese eyes. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2010; 51 (1): 465–73. doi: 10.1167/iops.09-4047
48. Sull A.C., Vuong L.N., Price L.L., et al. Comparison of spectral/Fourier domain optical coherence tomography instruments for assessment of normal macular thickness. *Retina.* 2010; 30: 235–45. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181bd2c3b
49. Grover S., Murthy R.K., Brar V.S., Chalam K.V. Normative data for macular thickness by high definition spectral-domain optical coherence tomography (Spectralis). *Am. J. Ophthalmol.* 2009; 148 (2): 266–71. doi: 10.1016/j.ajo.2009.03.006
50. Kely P.J., Payne J.F., Trivedi R.H., et al. Macular thickness assessment in healthy eyes based on ethnicity using Stratus OCT optical coherence tomography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2008; 49 (6): 2668–72. doi: 10.1167/iops.07-1000
51. Chauhan D.S., Marshall J. The interpretation of optical coherence tomography images of the retina. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 1999; 40: 2332–42.
52. Srinivasan V.J., Monson B.K., Wojtkowski M., et al. Characterization of outer retinal morphology with high-speed, ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2008; 49 (4): 1571–9. doi: 10.1167/iops.07-0838
53. Alamouti B., Funk J. Retinal thickness decreases with age: an OCT study. *Br. J. Ophthalmol.* 2003; 87 (7): 899–901. dx.doi.org/10.1136%2Fbjo.87.7.899
54. Zhao Z., Zhou X., Jiang C., Sun X. Effect of myopia on different areas and layers of the macula: a Fourier-domain optical coherence tomography study of a Chinese cohort. *BMC Ophthalmol.* 2015; 15: 90. doi: 10.1186/s12886-015-0080-5
55. Higashide T., Ohkubo S., Hangai M., et al. Influence of clinical factors and magnification correction on normal thickness profiles of macular retinal layers using optical coherence tomography. *PLoS ONE.* 2016; 11 (1): e0147782. doi: 10.1371/journal.pone.0147782
56. Зайко Н.Н., Бутенко Г.М., Быць Ю.В. Патологическая физиология. Москва: Элиста АОЗТ «Эсен»; 1994. [Zajko N.N., Butenko G.M., Bytc' Yu.V. Pathological physiology. Moscow: Elista AOZT "Esen"; 1994 (in Russian)].
57. Мухом Н.А., Моисеев В.С. Пропедевтика внутренних болезней. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2013. [Mukhin N.A., Moiseev V.S. Propaedeutic of internal diseases. Moscow: GEOTAR—Media; 2013 (in Russian)].

**Вклад авторов в работу:** С.Г. Торопыгин — идея и дизайн обзора, финальное редактирование рукописи; С.В. Назарова — сбор и анализ литературы, написание статьи; Х. Даварах, А.Н. Маслов — сбор и анализ литературы.

Поступила: 05.07.2019  
 Переработана: 01.11.2019  
 Принята к печати: 08.11.2019

Originally received: 05.07.2019  
 Final revision: 01.11.2019  
 Accepted: 08.11.2019

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России, ул. Советская, д. 4, Тверь, 170100, Россия

**Сергей Григорьевич Торопыгин** — д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой офтальмологии

**Станислава Вячеславна Назарова** — аспирант кафедры офтальмологии

**Хаиян Даварах** — врач-офтальмолог

**Александр Николаевич Маслов** — ассистент кафедры физики, математики и медицинской информатики

**Для контактов:** Сергей Григорьевич Торопыгин,

doctorop@mail.ru;

Станислава Вячеславна Назарова,

stanislava.n@list.ru

Tver State Medical University, 4, Sovetskaya St., Tver, 170100, Russia

**Sergei G. Toropygin** — Dr. of Med. Sci., assistant professor, head of chair of ophthalmology

**Stanislava V. Nazarova** — postgraduate student, chair of ophthalmology

**Haiyan Dawarah** — ophthalmologist, chair of ophthalmology

**Alexander N. Maslov** — assistant professor, the chair of physics, mathematics and medical informatics

**Contact information:** Sergei G. Toropygin,

doctorop@mail.ru;

Stanislava V. Nazarova,

stanislava.n@list.ru