

Прогнозирование функциональных результатов факоэмульсификации начальной или незрелой катаракты при миопии высокой степени

А.А. Пилягина¹О.Л. Фабрикантов^{1,2}С.В. Шутова^{1,2}

¹ МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова Министерства здравоохранения
Российской Федерации, Тамбовский филиал
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

² Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Медицинский институт
ул. Советская, 93, Тамбов, 392000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2018;15(2S):126–133

Актуальность. Хирургия осложненной катаракты при миопии высокой степени сопряжена с повышенным риском интра- и послеоперационных осложнений, обусловленных данным фоновым заболеванием. Наличие помутнений хрусталика оказывает определенное влияние на результаты многих функциональных диагностических тестов. Актуальным является изучение диагностических и прогностических возможностей современных методов исследования, таких как спектральная оптическая когерентная томография, ультразвуковая биомикроскопия и В-сканирование, у пациентов с миопией высокой степени и катарактой. Правильный прогноз зрительных функций у данной категории пациентов позволит решить вопрос о целесообразности проведения факоэмульсификации катаракты, снизить риск осложнений. **Цель:** определить прогностические критерии исхода факоэмульсификации осложненной катаракты при миопии высокой степени. **Пациенты и методы.** Обследовано 62 пациента (101 глаз) с начальной или незрелой катарактой и миопией высокой степени. Всем пациентам выполнены ультразвуковая биомикроскопия периферии сетчатки, ультразвуковое В-сканирование стекловидного тела и спектральная оптическая когерентная томография макулярной зоны до операции, в первые дни после операции, через 1 месяц, через 6–8 месяцев. Осуществляли корреляционный анализ исходных морфологических параметров с послеоперационной остротой зрения. Для решения задачи прогнозирования благоприятного исхода (достижения определенного уровня остроты зрения к определенному сроку после операции) был применен метод бинарной логистической регрессии. **Результаты и заключение.** Проведенный математический анализ показал наличие взаимосвязи послеоперационной остроты зрения с исходными морфологическими параметрами в миопическом глазу: величиной переднезадней оси глаза, высотой задней отслойки стекловидного тела, задней стафиломой, протяженностью ретиношизиса в верхненаружном сегменте, высотой эпиретинальной мембраны, деструкцией и разрывом пигментного эпителия, повышенной рефлексивностью хориоидеи, субфовеальной толщиной хориоидеи. Построены математические модели, которые позволяют прогнозировать с высокой точностью вероятность достижения определенного уровня послеоперационной остроты зрения после факоэмульсификации катаракты у пациентов с миопией высокой степени.

Ключевые слова: офтальмология, миопия высокой степени, катаракта, факоэмульсификация, острота зрения

Для цитирования: Пилягина А.А., Фабрикантов О.Л., Шутова С.В. Прогнозирование функциональных результатов факоэмульсификации начальной или незрелой катаракты при миопии высокой степени. *Офтальмология*. 2018;15(2S):126–133. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-126-133>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Prognosis of Functional Results of Arising or Immature Cataract Phacoemulsification High Myopia

A.A. Pilyagina¹, O.L. Fabrikantov^{1,2}, S.V. Shutova^{1,2}

¹ The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch
Rasskazovskoe shosse, 1, Tambov, 392000, Russia

² Derzhavin Tambov State University, Medical Institute
Sovetskaya str., 93, Tambov, 392000, Russia

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2018;15(2S):126–133

Actuality. Complicated cataract surgery in high myopia is accompanied by the high risk of intra- and postoperative complications caused by this background disease. The presence of lens opalescence influences the results of many functional diagnostic tests. Diagnostic and prognostic research of the modern methods of investigation such as spectral optical coherence tomography, ultrasound biomicroscopy and B-scanning is urgent in patients with high myopia and cataract. The true prognosis of visual functions in these patients will allow solving the problem of cataract phacoemulsification expediency, decreasing the risks of complications. **Purpose.** To determine prognostic criteria of complicated cataract phacoemulsification outcome in high myopia. **Patients and methods.** 62 patients (101 eyes) with arising or immature cataract and high myopia were examined. All patients underwent ultrasound biomicroscopy of retinal periphery, ultrasound B-scanning of vitreous body and spectral optical coherence tomography of macular zone preoperatively, in the first postoperative days, in a month, in 6–8 months. We performed the correlation analysis of the initial morphological parameters and postoperative visual acuity. To solve the problem of the favorable outcome prognostication (achieving a certain level of visual acuity by the definite term after surgery) the method of binary logistic regression was used. **Results and conclusion.** The performed mathematical analysis showed the correlation between the postoperative visual acuity and the initial morphological parameters in a myopic eye: the value of ocular anterior posterior axis, the height of the posterior vitreous detachment, posterior staphyloma, the retinoschisis length in the superior outer segment, epiretinal membrane height, pigmented epithelium destruction and discharge, increased choroidal reflectivity, subfoveal choroidal thickness. We built the mathematical models that allowed predicting with high accuracy the probability of achieving a certain level of postoperative visual acuity following cataract phacoemulsification in high myopia.

Keywords: ophthalmology, high myopia, cataract, phacoemulsification, visual acuity

For citation: Pilyagina A.A., Fabrikantov O.L., Shutova S.V. Prognosis of Functional Results of Arising or Immature Cataract Phacoemulsification High Myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(2S):126–133. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-126-133>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о прогнозировании функциональных исходов оперативного лечения катаракты остается актуальным и в настоящее время. Известно, что наличие помутнений хрусталика оказывает определенное влияние на результаты многих функциональных диагностических тестов. Исследование Ронзиной И.А. показало, что возрастная катаракта может искажать показатели таких функциональных методов исследования, как статическая периметрия, ретиальная острота зрения, критическая частота слияния мельканий, общая, макулярная и ритмическая электроретинография, зрительные вызванные потенциалы на вспышку. Это может приводить к ошибочным заключениям о функциональном состоянии сетчатки и зрительного анализатора [1]. Результаты исследования позволили автору рассчитать поправочные коэффициенты, нивелирующие изменения показателей функциональных тестов вследствие развития возрастной катаракты. Однако при наличии осложненной катаракты снижение зрительных функций может быть обусловлено не только помутнением хрусталика, но и симптоматикой основного заболевания, что требует поиска дополнительных прогностических критериев.

Мартопляс К.В. и соавт. изучили возможность прогнозирования отдаленного клинко-функционального результата факоемульсификации осложненной катаракты у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа на основе морфометрического анализа макулярной области с помощью оптической когерентной томографии и биохимического анализа крови [2]. Авторы определили наиболее важные прогностические критерии, влияющие на восстановление зрительных функций после хирургии диабетической катаракты. К этим критериям относятся острота зрения контрлатерального глаза, возраст пациента, максимальный уровень глюкозы крови, толщина и объем сетчатки макулярной области.

В работе Ковалевской М.А. и соавт. проведен поиск маркеров для прогноза результата хирургического лечения осложненной катаракты у пациентов с метаболическим синдромом на основе изучения ферментов-антиоксидантов в слезной жидкости [3]. Результаты исследования показали, что при осложненной катаракте на фоне метаболического синдрома концентрация пероксиредоксина-6 в слезе, отражающего уровень антиоксидантной защиты, исходно и после факоемульсификации ниже, чем у пациентов с возрастной катарактой,

A.A. Pilyagina, O.L. Fabrikantov, S.V. Shutova

Contact information: Pilyagina Anastasiya A. naukatmb@mail.ru

Prognosis of Functional Results of Arising or Immature Cataract Phacoemulsification High Myopia

что определяет течение послеоперационного периода и риск развития осложнений.

Наличие периферических и центральных витреохориоретинальных изменений в миопическом глазу может приводить к нестабильным зрительным функциям у пациентов после хирургии катаракты [4]. В связи с этим проблема прогнозирования функционального исхода фактоэмульсификации осложненной катаракты у пациентов с высокой миопией остается крайне актуальной. Современные методы визуализации структур глаза открывают новые диагностические возможности. Спектральная оптическая когерентная томография (ОКТ) является высокоинформативным методом диагностики патологии витреомакулярного интерфейса [5–8]. Благодаря высокой разрешающей способности 3–6 мкм, высокой скорости сканирования ОКТ позволяет обнаружить изменения сетчатки на доклинической стадии. Ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) широко применяется для микровизуализации структур переднего отдела глаза в норме и при различной глазной патологии [9–15]. Использование УБМ для оценки периферии сетчатки и преретинального стекловидного тела дает возможность диагностировать витреоретинальную патологию при наличии помутнений хрусталика [16], что имеет существенное значение у пациентов с миопией высокой степени.

В доступной нам литературе отсутствуют работы, посвященные изучению возможности прогнозирования результатов хирургического лечения катаракты при миопии высокой степени с помощью таких современных методов исследования, как спектральная оптическая когерентная томография и ультразвуковая биомикроскопия. Вышеизложенное обусловило начало настоящих исследований, определило их целесообразность и актуальность.

Цель: определить прогностические критерии исхода фактоэмульсификации осложненной катаракты при миопии высокой степени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 62 пациента (101 глаз) с начальной или незрелой катарактой на фоне миопии высокой степени, подвергшихся фактоэмульсификации с имплантацией эластичной заднекамерной интраокулярной линзы. Возраст пациентов варьировал от 37 до 88 лет и составил в среднем $65,04 \pm 1,16$ лет. Сферозэквивалент рефракции находился в диапазоне от $-6,75$ до $-24,0$ дптр, среднее значение составило $-13,63 \pm 0,59$ дптр. Максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) до операции варьировала от 0,25 до 0,8, в среднем $0,34 \pm 0,02$. Длина переднезадней оси глаза (ПЗО) по данным ультразвуковой биометрии составила в среднем $28,17 \pm 0,23$ мм (от 26,0 до 34,8 мм).

Всем пациентам, данные которых вошли в анализ работы, помимо стандартного офтальмологического обследования (визометрия, рефрактометрия, пневмо-

тонометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, ультразвуковая биометрия), было проведено исследование периферии сетчатки с помощью ультразвуковой биомикроскопии с помощью аппарата UD-6000 (Tomey, Япония). Исследование стекловидного тела выполняли методом ультразвукового В-сканирования с использованием прибора UD-1000 (Tomey, Япония), исследование центральной зоны сетчатки — с помощью спектральной оптической когерентной томографии (SOCT Copernicus HR, Optopol, Польша) до операции, в первые дни послеоперационного периода, через 1 и 6–8 месяцев.

С помощью УБМ исследовали состояние переднего кортекса и базиса стекловидного тела, а также проводили оценку акустических изменений периферии сетчатки от зубчатой линии до экватора, наличие тракционного компонента. В ходе исследования определяли локализацию и степень выраженности периферического ретиношизиса, а также проводили морфометрические измерения выявляемых изменений сетчатки, а именно, определяли высоту и протяженность ретиношизиса.

Анализ результатов ОКТ-сканирования включал определение таких параметров, как субфовеальная толщина хориоидеи, оценка оптической плотности слоев сетчатки и хориоидеи по отношению к оптической плотности ретинального пигментного эпителия, состояние и сохранность пигментного эпителия. При оценке состояния витреомакулярного интерфейса определяли наличие и степень выраженности эпиретинального фиброза. При визуализации эпиретинальной мембраны (ЭРМ) оценивали ее толщину, оптическую плотность, степень натяжения и тенденцию к отслаиванию от подлежащей сетчатки, наличие тракций и деформации подлежащей к мембране сетчатки, а также проводили измерение высоты отслоения ЭРМ как расстояния от гиперрефлексивной линии, соответствующей самой мембране, до внутренней поверхности сетчатки. Толщину хориоидеи измеряли субфовеально и оценивали как расстояние от гиперрефлексивной границы, соответствующей комплексу «пигментный эпителий — мембрана Бруха», до хориоидо-склерального интерфейса.

При проведении ультразвукового В-сканирования обращали внимание на наличие и степень выраженности деструкции стекловидного тела, наличие его полной или частичной задней отслойки, адгезии гиалоидной мембраны в центральной зоне, появление коллапса и увеличение флюктуации отслоенного стекловидного тела при движении глаза. Измерение высоты ЗОСТ проводили в аксиальном положении датчика от внутреннего контура оболочек глаза до задней гиалоидной мембраны. Особенное внимание обращали на наличие задней стафиломы.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли в программе Statistica 10.0, корреляционный анализ — методом Пирсона (для количественных величин) и Спирмана (для качественных). Для решения задачи прогнозирования благоприятного исхода (до-

стижения определенного уровня остроты зрения к определенному сроку после операции) был применен метод бинарной логистической регрессии. Послеоперационное повышение остроты зрения до определенного уровня (0,3; 0,4; 0,7), кодировалось как бинарный признак (0 — острота зрения меньше заданного уровня, 1 — острота зрения больше или равна заданному уровню).

Проверка адекватности (cross-validation) статистической модели осуществлялась путем применения процедуры «скользящего экзамена» — поочередного удаления наблюдений (25%) и пересчета модели. Отличия полу-

ченных результатов (по параметру точности прогноза) не превышали 10%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ морфологических параметров в исходном состоянии у пациентов с миопией высокой степени и катарактой показал, что многие из них взаимосвязаны с высокой статистической значимостью с определенным уровнем остроты зрения в относительно ранние (1 месяц) и отдаленные (6–8 месяцев) сроки после фактоэмульсификации (табл. 1).

Таблица 1. Корреляционные взаимосвязи исходных морфологических параметров с определенным уровнем послеоперационной остроты зрения у пациентов с миопией высокой степени*

Table 1. Correlation between the initial morphological parameters and definite level of postoperative visual acuity in patients with high myopia

Параметры Parameters	Острота зрения через 1 месяц после операции Visual acuity in a month after surgery				Острота зрения через 6–8 месяцев после операции Visual acuity in 6–8 months after surgery			
	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8	≥0,3	≥0,4	≥0,7	≥0,8
Величина ПЗО Value of anterior-posterior axis	-0,476	-0,476	-0,322	-0,348	-0,476	-0,476	-0,322	-0,341
Высота ЗОСТ Height of posterior vitreous detachment	—	—	-0,399	-0,327	—	—	-0,399	-0,319
Задняя стафилома Posterior staphyloma	-0,292	-0,292	-0,359	-0,429	-0,292	-0,292	-0,359	-0,392
Высота ЭРМ Height of epiretinal membrane	-0,275	-0,275	-0,318	-0,297	-0,275	-0,275	-0,318	-0,332
Деструкция ПЭ Pigment epithelium destruction	—	—	-0,383	-0,364	—	—	-0,383	-0,322
Разряжение ПЭ Pigment epithelium discharge	—	—	-0,309	-0,273	—	—	-0,309	
Повышенная рефлективность хориоидеи High choroidal reflectivity	-0,318	-0,318	-0,251	—	-0,318	-0,318	-0,251	-0,267
Субфовеальная толщина хориоидеи Subfoveal choroidal thickness	0,260	0,260	0,395	0,316	0,260	0,260	0,395	0,351

Примечание: * — в таблице приведены только статистически значимые коэффициенты корреляции ($p \leq 0,05$).

Note: * — only statistically significant correlation coefficients ($p \leq 0,05$) are given in the table.

Закономерно, что во всех случаях значимую роль играет величина переднезадней оси глаза: чем она больше, тем меньше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения после операции, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции. Высота ЗОСТ отрицательно коррелирует только с высоким уровнем послеоперационной остроты зрения ($\geq 0,7$ и $\geq 0,8$). Чем больше высота отслойки задней гиаловидной мембраны, тем меньше вероятность достижения остроты зрения 0,7 и выше после операции. Отмечается обратная корреляционная взаимосвязь между задней стафилемой и послеоперационной остротой зрения. При наличии задней стафилемы вероятность достижения определенного уровня послеоперационной остроты зрения снижается, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции. Причем наблюдается тенденция к усилению данной взаимосвязи с более высокой остротой зрения как через 1 месяц, так и через 6–8 месяцев наблюдения.

Установлена значимая корреляционная связь между анализируемыми ОКТ-параметрами макулярной зоны

и максимально скорректированной остротой зрения у пациентов с миопией высокой степени после фактоэмульсификации катаракты. Чем больше высота отстояния эпиретинальной мембраны от поверхности сетчатки по данным ОКТ, тем меньше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения в послеоперационном периоде, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции.

Уровень послеоперационной остроты зрения зависит от состояния и сохранности ретинального пигментного эпителия (ПЭ) в макулярной зоне. При наличии деструкции и разряжения ПЭ вероятность достижения высокой остроты зрения ($\geq 0,7$ и $0,8$) в ранние и отдаленные сроки после операции снижается, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляции. Обнаружена значимая обратная взаимосвязь между наличием повышенной рефлективности хориоидеи и определенным уровнем остроты зрения после операции. При наличии повышенной рефлективности хориоидеи вероятность достижения высокого уровня остроты зрения после операции снижается. Имеет ме-

сто прямая корреляция между субфовеальной толщиной хориоидеи и послеоперационной остротой зрения. Чем больше толщина хориоидеи в центре фовеа, тем выше вероятность достижения определенного уровня остроты зрения после операции, на что указывают положительные коэффициенты корреляции. Причем взаимосвязь усиливается с более высоким уровнем послеоперационной остроты зрения.

Указанные параметры (предикторы) включались в прогностические модели, построение которых осуществлялось методом бинарной логистической регрессии, где изучалась взаимосвязь между всеми значимо коррелирующими параметрами и определенным уровнем остроты зрения как наступившим или не наступившим событием.

Уравнение для оценки вероятности достижения определенного положительного результата выглядит следующим образом:

$$y = 1 - \exp(p) / (1 + \exp(p)),$$

где $p = (b_0 + b_1 \cdot x_1 + \dots + b_n \cdot x_n)$, b_0, b_1, \dots, b_n — регрессионные коэффициенты независимых переменных x_0, x_1, \dots, x_n .

Предсказываемые значения для зависимой переменной больше или равны 0 и меньше или равны 1 при любых значениях независимых переменных, причем при $y < 0,5$ прогнозируют низкую вероятность заданного уровня остроты зрения (событие не наступит), а $y \geq 0,5$ — высокую вероятность (данная острота зрения будет достигнута).

Сравнительная характеристика прогностических моделей представлена в табл. 2.

Таблица 2. Прогностическая информативность математических моделей

Table 2. Prognostic information content of mathematical models

Прогнозируемая острота зрения Predicted visual acuity	Предикторы Predictors	Статистическая значимость математического уравнения χ^2 (p) Statistical significance of mathematical equation χ^2 (p)	% верных прогнозов % of true prognosis
≥0,3; 1 мес	Величина ПЗО, высота ЭРМ, повышенная рефлективность хориоидеи, задняя стафилома, субфовеальная толщина хориоидеи Value of anterior-posterior axis, height of epiretinal membrane, high choroidal reflectivity, posterior staphyloma, subfoveal choroidal thickness	21,220 (p = 0,001)	96,1
≥0,3; 6–8 мес			
≥0,4; 1 мес			
≥0,4; 6–8 мес			
≥0,7; 1 мес	Величина ПЗО, высота ЗОСТ, высота ЭРМ, деструкция ПЭ, разряжение ПЭ, повышенная рефлективность хориоидеи, задняя стафилома, субфовеальная толщина хориоидеи Value of anterior-posterior axis, height of posterior vitreous detachment, height of epiretinal membrane, pigment epithelium destruction, pigment epithelium discharge, high choroidal reflectivity, posterior staphyloma, subfoveal choroidal thickness	15,965 (p = 0,043)	72,55
≥0,7; 6–8 мес	Величина ПЗО, высота ЗОСТ, высота ЭРМ, деструкция ПЭ, разряжение ПЭ, повышенная рефлективность хориоидеи Value of anterior-posterior axis, height of posterior vitreous detachment, height of epiretinal membrane, pigment epithelium destruction, pigment epithelium discharge	18,262 (p = 0,006)	79,03
≥0,8; 1 мес	Построить нельзя It is not possible to built		
≥0,8; 6–8 мес	Величина ПЗО, высота ЗОСТ, протяженность РШЗ в верхненаружном сегменте, высота ЭРМ, деструкция ПЭ, повышенная рефлективность хориоидеи Value of anterior-posterior axis, height of posterior vitreous detachment, retinoschisis length in the superior outer segment, height of epiretinal membrane, pigment epithelium destruction, high choroidal reflectivity	20,146 (p = 0,003)	72,58

Следует отметить, что при прогнозировании остроты зрения в ранний и отдаленный послеоперационный период значимость предикторов не различается для уровня остроты зрения 0,3 и 0,4. Однако предикторы отличаются для остроты зрения 0,7 и 0,8. Высокий уровень остроты зрения (0,7 и выше) детерминируют, помимо прочих предикторов, высота ЗОСТ, а также деструкция и разряжение ПЭ, а для остроты зрения 0,8 играет роль протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте.

Полученные математические модели имеют высокую долю правильных прогнозов. Работоспособность математических моделей прогноза демонстрируется на клиническом примере.

Клинический пример

Пациент А., 1953 г. р.

Диагноз: Осложненная незрелая катаракта. Миопия высокой степени.

Данные дооперационного обследования: МКОЗ 0,25; сферозэквивалент рефракции –9,5 дптр; величина ПЗО 28,45 мм; по данным В-сканирования: ЗОСТ полная, высота ЗОСТ 8,22 мм, задняя стафилома; по данным УБМ: ретиношизис в верхненаружном сегменте (высота 0,21 мм, протяженность 0,38 мм). По данным ОКТ: эпиретинальная мембрана высотой 25 мкм, деструкция и разряжение пигментного эпителия, повышенная рефлективность хориоидеи, субфовеальная толщина хориоидеи 94 мкм (рис. 1, 2).

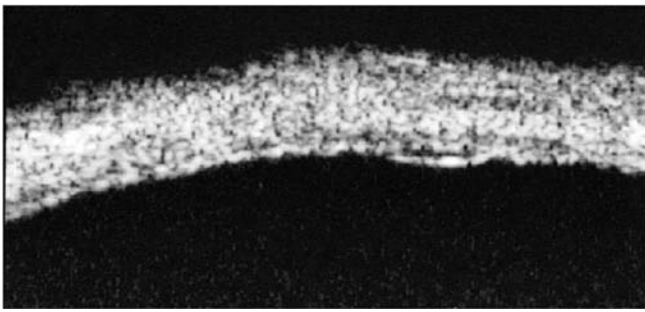


Рис. 1. УБМ крайней периферии сетчатки пациента с незрелой катарактой и миопией высокой степени. Периферический ретиношизис (высота 0,21 мм, протяженность 0,38 мм, локализация — верхненаружный сегмент)

Fig. 1. UBM of the extreme retinal periphery in patient with immature cataract and high myopia. Peripheral retinoschisis (height 0.21 mm, length 0.38 mm, localization is superior outer segment)

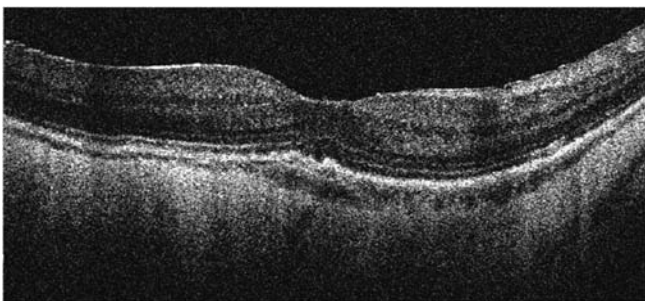


Рис. 2. ОКТ макулярной зоны сетчатки пациента с незрелой катарактой и миопией высокой степени. Эпиретинальная мембрана высотой 25 мкм, деструкция и разряжение пигментного эпителия, повышенная рефлективность хориоидеи, субфовеальная толщина хориоидеи 94 мкм

Fig. 2. OCT of retinal macular zone in patient with immature cataract and high myopia. Epiretinal membrane height 25 mkm, destruction and discharge of pigment epithelium, high choroidal reflectivity, subfoveal choroidal thickness 94 mkm

С помощью математического моделирования вероятности достижения остроты зрения (O_3) $\geq 0,3$ и $\geq 0,4$ через 1 и 6–8 месяцев после операции нами получена следующая функция:

$$y = 1 - \exp(-37,4158 + 1,1262X_1 + 0,01640X_2 + 2,165576X_3 + 0,393742X_4 + 0,000561X_5) / (1 + \exp(-37,4158 + 1,1262X_1 + 0,01640X_2 + 2,165576X_3 + 0,393742X_4 + 0,000561X_5)),$$

где X_1 — величина переднезадней оси глаза; X_2 — высота эпиретинальной мембраны; X_3 — повышенная рефлективность хориоидеи; X_4 — задняя стафилома; X_5 — субфовеальная толщина хориоидеи.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

$$y = 1 - \exp(-37,4158 + 1,1262 \times 28,45 + 0,01640 \times 25 + 2,165576 \times 1 + 0,393742 \times 1 + 0,000561 \times 94) / (1 + \exp(-37,4158 + 1,1262 \times 28,45 + 0,01640 \times 25 + 2,165576 \times 1 + 0,393742 \times 1 + 0,000561 \times 94)) = 0,91.$$

Полученное значение переменной $y \geq 0,5$, прогнозируем с высокой точностью вероятность достижения заданного уровня послеоперационной остроты зрения через 1 и 6–8 месяцев у данного пациента.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O_3) $\geq 0,7$ через 1 месяц после операции получена следующая функция:

$$y = 1 - \exp(-3,21965 + 0,087559X_1 + 0,20107X_2 + 0,005555X_3 + 0,866684X_4 - 0,396872X_5 - 0,303080X_6 + 0,439039X_7 - 0,009627X_8) / (1 + \exp(-3,21965 + 0,087559X_1 + 0,20107X_2 + 0,005555X_3 + 0,866684X_4 - 0,396872X_5 - 0,303080X_6 + 0,439039X_7 - 0,009627X_8)),$$

где X_1 — величина переднезадней оси глаза; X_2 — высота ЗОСТ; X_3 — высота эпиретинальной мембраны; X_4 — деструкция пигментного эпителия; X_5 — разрежение пигментного эпителия; X_6 — повышенная рефлективность хориоидеи; X_7 — задняя стафилома; X_8 — субфовеальная толщина хориоидеи.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

$$y = 1 - \exp(-3,21965 + 0,087559 \times 28,45 + 0,20107 \times 8,22 + 0,005555 \times 25 + 0,866684 \times 1 - 0,396872 \times 1 - 0,303080 \times 1 + 0,439039 \times 1 - 0,009627 \times 94) / (1 + \exp(-3,21965 + 0,087559 \times 28,45 + 0,20107 \times 8,22 + 0,005555 \times 25 + 0,866684 \times 1 - 0,396872 \times 1 - 0,303080 \times 1 + 0,439039 \times 1 - 0,009627 \times 94)) = 0,32.$$

При полученном значении переменной $y < 0,5$ прогнозируем низкую вероятность достижения послеоперационной остроты зрения $\geq 0,7$ через 1 месяц у данного пациента.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O_3) $\geq 0,7$ через 6–8 месяцев после операции получена следующая функция:

$$y = 1 - \exp(-8,002 + 0,21983X_1 + 0,24868X_2 + 0,00313X_3 + 1,272495X_4 - 0,042341X_5 - 0,35775X_6) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983X_1 + 0,24868X_2 + 0,00313X_3 + 1,272495X_4 - 0,042341X_5 - 0,35775X_6)),$$

где X_1 — величина переднезадней оси глаза; X_2 — высота ЗОСТ; X_3 — высота эпиретинальной мембраны; X_4 — деструкция пигментного эпителия; X_5 — разрежение пигментного эпителия; X_6 — повышенная рефлективность хориоидеи.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

$$y = 1 - \exp(-8,002 + 0,21983 \times 28,45 + 0,24868 \times 8,22 + 0,00313 \times 25 + 1,272495 \times 1 - 0,042341 \times 1 - 0,35775 \times 1) / (1 + \exp(-8,002 + 0,21983 \times 28,45 + 0,24868 \times 8,22 + 0,00313 \times 25 + 1,272495 \times 1 - 0,042341 \times 1 - 0,35775 \times 1)) = 0,22.$$

При полученном значении переменной $y < 0,5$ прогнозируем низкую вероятность достижения послеоперационной остроты зрения $\geq 0,7$ через 6–8 месяцев у данного пациента.

При математическом моделировании вероятности достижения остроты зрения (O_3) $\geq 0,8$ через 6–8 месяцев после операции получена следующая функция:

$$y = 1 - \exp(-12,0921 + 0,38992X_1 + 0,143721X_2 + 0,3881X_3 + 0,008188X_4 + 0,340909X_5 + 0,057346X_6) / (1 + \exp(-12,0921 + 0,38992X_1 + 0,143721X_2 + 0,3881X_3 + 0,008188X_4 + 0,340909X_5 + 0,057346X_6)),$$

где X_1 — величина переднезадней оси глаза; X_2 — высота

ЗОСТ; X_3 — протяженность ретиношизиса в верхненаружном сегменте; X_4 — высота эпиретинальной мембраны; X_5 — деструкция пигментного эпителия; X_6 — повышенная рефлективность хориоидеи.

Подставляя полученные данные в уравнение, получаем:

$$y = 1 - \exp(-12,0921 + 0,38992 \times 28,45 + 0,143721 \times 8,22 + 0,3881 \times 0,38 + 0,008188 \times 25 + 0,340909 \times 1 + 0,057346 \times 1) / (1 + \exp(-12,0921 + 0,38992 \times 28,45 + 0,143721 \times 8,22 + 0,3881 \times 0,38 + 0,008188 \times 25 + 0,340909 \times 1 + 0,057346 \times 1)) = 0,28.$$

При полученном значении переменной $y < 0,5$ прогнозируем низкую вероятность достижения послеоперационной остроты зрения $\geq 0,8$ через 6–8 месяцев у данного пациента.

Таким образом, максимально вероятная острота зрения через 1 и 6–8 месяцев после операции, согласно расчетам, будет в диапазоне от 0,4 до 0,7. Послеоперационная острота зрения, полученная экспериментально через 1 и 6–8 месяцев после факоэмульсификации катаракты у данного пациента, составила 0,5. Прогноз полностью совпадает с экспериментальными данными. В дальнейшем планируется создание программы для ЭВМ, которая автоматически будет производить расчет прогноза послеоперационной остроты зрения.

ВЫВОДЫ

С помощью корреляционного анализа выявлено наличие взаимосвязи между послеоперационной остротой

зрения и морфологическими параметрами в исходном состоянии у пациентов с миопией высокой степени и катарактой.

Построена математическая модель, которая позволяет прогнозировать с высокой точностью вероятность достижения определенного уровня остроты зрения в ранние и отдаленные сроки после операции при миопии высокой степени и начальной или незрелой катаракте до операции.

Для модели прогноза с начальной или незрелой катарактой послеоперационную остроту зрения детерминируют следующие предикторы: величина переднезадней оси глаза, высота ЗОСТ, задняя стафилома, высота эпиретинальной мембраны, деструкция и разрежение пигментного эпителия, повышенная рефлективность хориоидеи, субфовеальная толщина хориоидеи.

Комплексное обследование пациентов с миопией высокой степени и катарактой, включающее проведение ОКТ и ультразвукового исследования, обеспечивает более точное определение показаний к факоэмульсификации и ее прогноз.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Пилигина А.А., — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;

Шутова С.В. — статистическая обработка;

Фабрикантов О.Л. — концепция и дизайн исследования, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ронзина И.А., Шелудченко В.М. Прогнозирование зрительных функций в современной хирургии катаракт. *Вестник офтальмологии*. 2004;5:44–47. [Ronzi-na I.A., Sheludchenko V.M. Prognostication of visual functions in conventional cataract surgery. *Annals of ophthalmology= Vestnik oftal'mologii*. 2004;5:44–47. (In Russ.)]
2. Мартоплас К.В., Кульбида М.П., Мирненко В.В. Модель прогноза отдаленного клинико-функционального результата эмульсификации осложненных катаракт у больных с сахарным диабетом II типа. *Проблемы экологической та медичної генетики I клінічної імунології*. 2011;4(106):39–48. [Martoplyas K.V., Kul'bida M.P., Mirnenko V.V. The model of remote clinical-functional outcome prognosis in patients with complicated cataract dm type II emulsification. *Problems of ecological and medical genetics and clinical immunology=Problemi ekologichnoi ta medichnoi genetiki I klinichnoi imunologii*. 2011;4(106):39–48. (In Ukr.)]
3. Ковалевская М.А., Ведринцева Н.В. Окислительный стресс в прогнозировании результатов факоэмульсификации катаракт. *Офтальмология*. 2015;12(1):69–75. [Kovalevskaya M.A., Vedrintseva N.V. Oxidative stress as a predictor of cataract surgery outcomes. *Ophthalmology in Russia=Oftal'mologiya*. 2015;12(1):69–75. (In Russ.)]. DOI: <http://dx.doi.org/10.18008/1816-5095-2015-1-69-75>
4. Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Толчинская А.И. Интраокулярная коррекция в хирургии осложненных катаракт. Москва: Новое в медицине, 2004. [Takhchidi Kh.P., Egorova E.V., Tolchinskaya A.I. Intraocular correction in complicated cataract surgery. Moscow: Medical news, 2004. (In Russ.)].
5. Шпак А.А. Спектральная оптическая когерентная томография высокого разрешения. Атлас. Москва: Человек, 2014. [Shpak A.A. Spectral optical coherence tomography of high frequency. Moscow: Person, 2014. (In Russ.)]
6. Fujimoto J., Huang D. Foreword: 25 years of optical coherence tomography. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2016;57(9): OCTI–OCTII. DOI: 10.1167/iavs.16-20269
7. Costa R.A., Skaf M., Melo R.A., Calucci D., Cardillo J.A., Castro J.C., Huang D., Wojtkowski M. Retinal assessment using optical coherence tomography. *Prog. Retin. Eye Res.* 2006;25(3):325–53. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2006.03.001
8. Ng D.S., Cheung C.Y., Luk F.O., Mohamed S., Brelen ME, Yam J.C., Tsang C.W., Lai T.Y. Advances of optical coherence tomography in myopia and pathologic myopia. *Eye (Lond.)*. 2016;30(7):901–16. DOI: 10.1038/eye.2016.47
9. Тахчиди Х.П., Егорова Э.В., Узунян Д.Г. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии переднего сегмента глаза. М.: ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза», 2007. [Takhchidi Kh.P., Egorova E.V., Uzunyan D.G. Ultrasound
- biomicroscopy in diagnosing the pathology of ocular anterior segment. Moscow: "Eye Microsurgery", 2007. (In Russ.)]
10. Михина И.В., Фабрикантов О.Л. Ультразвуковая биомикроскопия в оценке положения МИОЛ-Аккорд после факоэмульсификации осложненной катаракты на фоне псевдоэкзофалиативного синдрома. *Вестник Тамбовского университета*. 2013;18(1):262–264. [Mikhina I.V., Fabrikantov O.L. Ultrasonic bio-microscopy to situation assess of MIOL-Accord after phacoemulsification complicated cataract at pseudoexfoliation syndrome. *Tambov University Reports=Vestnik Tambovskogo Universiteta*. 2013;18(1):262–264. (In Russ.)]
11. Аветисов С.Э., Амбарцумян А.Р., Аветисов К.С. Диагностические возможности ультразвуковой биомикроскопии в факохирургии. *Вестник офтальмологии*. 2013;129(5):32–42. [Avetisov S.E., Ambartsumyan A.R., Avetisov K.S. Diagnostic capabilities of ultrasound biomicroscopy in phaco surgery. *Annals of ophthalmology= Vestnik oftal'mologii*. 2013;129(5):32–42. (In Russ.)]
12. Do T., Nguyen X.H., Dao L.H., Tran T.D., et al. Ultrasound biomicroscopic diagnosis of angle closure mechanisms in Vietnamese subjects with unilateral angle closure glaucoma. *J. Glaucoma*. 2017;21. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000856
13. Mansoori T., Balakrishna N. Anterior segment morphology in primary angle closure glaucoma using ultrasound biomicroscopy. *J. Curr. Glaucoma Pract.* 2017;11(3):86–91. DOI: 10.5005/jp-journals-10028-1230
14. Okamoto Y., Okamoto F., Nakano S., Oshika T. Morphometric assessment of normal human ciliary body using ultrasound biomicroscopy. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2017;255(12):2437–42. DOI: 10.1007/s00417-017-3809-4
15. Janssens K., Mertens M., Lauwers N., De Keizer R.J., et al. To study and determine the role of anterior segment optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in corneal and conjunctival tumors. *J. Ophthalmol.* 2016;2016:1–11. DOI: 10.1155/2016/1048760
16. Егорова Э.В., Узунян Д.Г., Винник Н.А., Казиев С.Н. Ультразвуковая биомикроскопия в диагностике патологии периферии сетчатки и прилежащего стекловидного тела у пациентов с периферическими дистрофиями сетчатки. *Офтальмология*. 2012;9(1):63–66. [Egorova E.V., Uzunyan D.G., Vinnik N.A., Kaziev S.N. Changes of the periphery of retina and adjoining vitreous body revealed by UBM-investigation associated with different peripheral retinal degeneration. *Ophthalmology in Russia=Oftal'mologiya*. 2012;9(1):63–66. (In Russ.)]

А.А. Пилигина, О.Л. Фабрикантов, С.В. Шутова

Контактная информация: Пилигина Анастасия Александровна naukatmb@mail.ru

Прогнозирование функциональных результатов факоэмульсификации начальной или незрелой катаракты...

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Пилягина Анастасия Александровна
зав. приемным отделением, врач-офтальмолог
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра офтальмологии Медицинского института ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина». Фабрикантов Олег Львович
доктор медицинских наук, директор, заведующий кафедрой
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра медицинской биологии с курсом инфекционных болезней Медицинского института Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина
Шутова Светлана Владимировна
научный сотрудник, зав. кафедрой
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация
ул. Советская, 93, Тамбов, 392000, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch
Pilyagina Anastasiya A.
head of reception department, ophthalmologist
Rasskazovskoe shosse, 1, Tambov, 392000, Russia

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch
Derzhavin Tambov State University, Medical Institute
Fabrikantov Oleg L.
MD, director, the head of ophthalmological department
Rasskazovskoe shosse, 1, Tambov, 392000, Russia

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Derzhavin Tambov State University, Medical Institute
Shutova Svetlana V.
researcher, the head of the department of medical biology with the course of infectious diseases
Rasskazovskoe shosse, 1, Tambov, 392000, Russia
Sovetskaya str., 93, Tambov, 392000, Russia