DOI: https://doi.org/10.25276/0235-4160-2020-2-12-19
УДК 617.72

Разработка и анализ эффективности клинико-математической системы прогнозирования развития ятрогенного синдрома «сухого глаза» после факоэмульсификации возрастной катаракты

С.В. Тонконогий[1], О.В. Коленко[1, 2], А.В. Васильев[1], Я.Е. Пашенцев[1]

[1] *ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Хабаровский филиал;*
[2] *КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» Министерства здравоохранения Хабаровского края*

РЕФЕРАТ

Цель. Разработка и анализ эффективности клинико-математической системы прогнозирования развития синдрома «сухого глаза» (ССГ) после факоэмульсификации (ФЭ) возрастной катаракты (ВК).

Материал и методы. 120 пациентов (120 глаз), оперированных по поводу ВК: 52 мужчин и 68 женщин. Возраст: от 62 до 83 лет (в среднем 69,3±6,4 года). Основные критерии отбора в исследование: отсутствие объективных и субъективных признаков ССГ, наличие начальной или незрелой ВК и оптимальных условий для операции – отсутствие роговичной патологии и наличие медикаментозного мидриаза 6 мм и более. Обследование – стандартное предоперационное; через 3 мес. после ФЭ – тест Ширмера 1, время разрыва слезной пленки, ОКТ-картирование на приборе Avanti RTVue XR (Optovue, США). Вышеуказанные показатели были выбраны как потенциальные предикторы для разработки алгоритмов прогнозирования развития ССГ после ФЭ ВК. Пациенты были разделены на группы: 1-я группа – 31 пациент (31 глаз), у которого после ФЭ развился ССГ, 2-я группа – 89 пациентов (89 глаз) без признаков ССГ.

Результаты. На основе особенностей индуцированного повреждения структур глазной поверхности при лечении ВК для прогнозирования ССГ после ФЭ ВК были разработаны два алгоритма, которые показали высокие прогностические характеристики: чувствительность – 80–90%, специфичность – 80–87%, позволяющие считать их обоснованными и информативными.

Заключение. Проведенный анализ разработанной клинико-математической системы прогнозирования развития синдрома ССГ после ФЭ ВК показал ее высокую эффективность. Применение разработанной методики в широкой офтальмологической практике целесообразно для обеспечения максимальной медико-социальной реабилитации пациентов с ВК.

Ключевые слова: *синдром «сухого глаза», факоэмульсификация, слезопродукция, проба Ширмера 1, время разрыва слезной пленки.*

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

Офтальмохирургия. 2020;2: 12–19.

ABSTRACT

Development and Analysis of Effectiveness of Predictive Clinical-Mathematical System of Development of Dry Eye Syndrome after Phacoemulsification of Senile Cataract

S.V. Tonkonogii[1], O.V. Kolenko[1, 2], A.V. Vasiliev[1], Y.E. Pashentsev[1]

[1]*S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Khabarovsk Branch;*
[2]*Postgraduate Institute for Public Health Workers, Khabarovsk*

Purpose. Development and analysis of effectiveness of predictive clinical-mathematical system of development of dry eye syndrome (DES) after phacoemulsification (PE) of senile cataract (SC).

Material and methods. 120 patients (120 eyes) after SC surgery: 52 men and 68 women. Age: from 62 to 83 years (average 69.3±6.4 years). The main selection criteria for study were the absence of objective and subjective signs of DES, the presence of initial or immature SC and optimal conditions for surgery – absence of corneal pathology and mydriasis of 6 mm or more. Standard preoperative examination; 3 months after PE – Schirmer 1 test, tear break-up time, OCT mapping (Avanti RTVue XR, Optovue, USA). The above indicators were selected as potential predictors for development of algorithms for predicting of development of DES after PE of SC. Patients were divided into groups: 1st group consisted of 31 patients (31 eyes) with DES developed after PE, 2nd group consisted of 89 patients (89 eyes) without signs of DES.

Results. Based on peculiarities of induced damage to structures of ocular surface in treatment of SC, two algorithms were developed to predict DES after FE of SC, which shown high prognostic characteristics: sensitivity – 80–90% and specificity – 80–87%, allowing to consider them reasonable and informative.

Conclusion. The analysis of the developed clinical and mathematical system for predicting the development of DES after PE of SC showed its high efficiency. Application of developed technique in ophthalmic practice is advisable to ensure maximum medical and social rehabilitation of patients with SC.

Key words: *dry eye syndrome, phacoemulsification, tear production, Schirmer 1 test, tear break-up time.*

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2020;2: 12–19.

АКТУАЛЬНОСТЬ

По данным разных авторов, дисфункция структур глазной поверхности (СГП), возникающая после факоэмульсификации (ФЭ) возрастной катаракты (ВК), приводит к появлению или усилению синдрома «сухого глаза» (ССГ) у 3,6–16% пациентов [1–3]. Согласно современным представлениям (TFOS DEWS, 2017), под ССГ понимают мультифакторное заболевание глазной поверхности, характеризующееся нарушением гомеостаза слезной пленки и сопровождающееся офтальмологическими симптомами, в развитии которых этиологическую роль играют нарушение стабильности, гиперосмолярность слезной пленки, повреждение и воспаление глазной поверхности, а также нейросенсорные изменения [4]. Известно, что риск возникновения ССГ у людей старшей возрастной группы, к которым относятся пациенты с ВК, очень высок вследствие инволюционных изменений СГП на фоне сопутствующих соматических заболеваний, системного применения лекарственных препаратов, что увеличивает риск нарушения слезопродукции (СП), ухудшает стабильность слезной пленки и усиливает индуцированное мультифакторное поражение конъюнктивы и роговицы [5]. Все вышеперечисленные исходные факторы на фоне хирургической травмы при ФЭ обусловливают высокую вероятность развития ятрогенного ССГ (TFOS DEWS II, 2017) после операции и резко снижают качество медико-социальной реабилитации больных [6–12].

Несомненно, задачей офтальмологов при лечении больных с ВК является не только необходимость выявления индуцированного ССГ после операции, но и разработка способов прогнозирования его появления для проведения обоснованной превентивной терапии. Подавляющее большинство исследователей при прогнозировании развития ССГ у данной категории пациентов ориентируются только на исходные клинические показатели суммарной СП (тест Ширмера) и времени разрыва слезной пленки (ВРСП), послеоперационная динамика которых очень вариабельна [13, 14]. В то же время, несмотря на то что изменения со стороны СП и стабильности слезной пленки являются пусковыми факторами в развитии ССГ, они не всегда в полной мере отражают индуцированные изменения эпителия роговицы, степень и сроки купирования которых, как и состояние СП, определяют вероятность появления необратимого морфофункционального повреждения СГП [15, 16].

Таким образом, не вызывает сомнения тот факт, что индуцированная дисфункция СГП, оказывающая крайне неблагоприятное влияние на зрительные функции оперированного глаза, эмоциональный статус пациента и нуждающаяся в длительной постоянной терапии, резко ухудшает качество медико-социальной реабилитации пациентов и вызывает необходимость разработки эффективной системы прогнозирования ее возникновения для определения методов ее профилактики и своевременного лечения [17].

ЦЕЛЬ

Разработка и анализ эффективности клинико-математической системы прогнозирования развития ятрогенного ССГ после ФЭ ВК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено исследование клинико-функционального состояния СГП у 120 пациентов (120 глаз), оперированных по поводу ВК. Основными критериями отбора в исследование были: отсутствие объективных и субъективных признаков ССГ, наличие начальной или незрелой ВК и оптимальных условий для операции – отсутствие роговичной патологии и наличие медикаментозного мидриаза 6 мм и более. В исследование не включали пациентов с наличием признаков блефароконъюнктивита, рубцов и помутнений роговицы, а также с системными иммунными и метаболическими нарушениями. Кроме того, из исследования исключались пациенты с наличием эпителиальных дефектов роговицы, выявленных при проведении ОКТ перед операцией.

Для корреспонденции:
Тонконогий Сергей Викторович – врач-офтальмолог
ORCID ID: 0000-0002-6514-7236
E-mail: naukakhvmntk@mail.ru

Таблица 1

Показатели исходной слезопродукции, времени разрыва слезной пленки (ВРСП) и послеоперационной толщины эпителия роговицы (ТЭР) у пациентов с возрастной катарактой

Table 1

Indicators of initial tear production, tear break-up time (TBUT) and postoperative corneal epithelial thickness (CET) in patients with senile cataract

Показатель Indicator	1-я группа (n=31) 1st group (n=31) M±σ (min–max)	2-я группа (n=89) 2nd group (n=89) M±σ (min–max)
Проба Ширмера 1, мм Schirmer 1 test, mm	7,1±1,6 (5–10)	11,9±1,9 (9–15)*
ВРСП, с TBUT, s	7,1±1,5 (4–9)	10,6±1,1 (8–13)*
ТЭР-1 – через 10 сут. после операции, мкм CET-1 – 10 days post-op., μm	49,2±2,4 (46–54)	53,2±1,5 (50–55)*
ТЭР-2 – через 30 сут. после операции, мкм CET-2 – 30 days post-op., μm	48,3±2,5 (44–53)	53,8±0,9 (52–55)*

Примечание: * – значимые отличия с 1-й группой (p<0,01).
Note: * – significant differences with the 1st group (p<0.01).

Возраст пациентов варьировал от 62 до 83 лет (в среднем 69,3±6,4 года). В исследовании участвовали 52 мужчины и 68 женщин.

Кроме стандартного предоперационного офтальмологического обследования (рефрактометрия, офтальмометрия, биометрия, визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия и тонометрия), всем пациентам перед операцией и через 3 мес. после ФЭ для оценки суммарной СП проводили тест Ширмера 1 с помощью тест-полосок и исследовали ВРСП с помощью секундомера. Также всем пациентам для изучения состояния эпителия роговицы проводили ОКТ-картирование на приборе Avanti RTVue XR (Optovue, США). Суммарный показатель толщины эпителия роговицы (ТЭР) высчитывали как среднюю из ее значений в 25 квадрантах и определяли через 10 (ТЭР-1) и 30 (ТЭР-2) сут. после операции.

На основании проведенных нами исследований вышеуказанные показатели, характеризующие состояние СГП (СП, ВРСП, ТЭР-1, ТЭР-2) и определяющие риск возникновения ССГ, были выбраны как потенциальные предикторы для разработки алгоритмов прогнозирования развития ССГ после ФЭ ВК [10, 11].

У всех пациентов, включенных в группу наблюдения, ФЭ выполняли по стандартной методике phaco-chop с применением факоэмульсификатора Infiniti (Alcon, США) через роговичный тоннельный разрез шириной 2,2 мм и парацентез шириной 1,0 мм с последующей имплантацией различных моделей акриловых ИОЛ.

Через 3 мес. после ФЭ по признаку наличия ССГ все пациенты были разделены на 2 группы.

В 1-ю группу вошел 31 пациент (31 глаз), у которого на фоне ухудшения клинико-функционального состояния СГП после ФЭ развился ятрогенный ССГ [12], с наличием характерных жалоб (на транзиторные ухудшения зрения, покраснение, чувство инородного тела, слезотечение или «сухость» глаза) [18, 19]. Во 2-ю группу были включены 89 пациентов (89 глаз) без признаков ССГ.

Статистическая обработка проводилась в программе IBM SPSS Statistics 20. Данные представлены в виде M±σ, где M – среднее значение, σ – стандартное отклонение. Использовался U-критерий Манна – Уитни. Отличия считались значимыми на уровне p=0,01. Прогнозирование выполнялось методом бинарной логистической регрессии с использованием ROC-анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значения исходных предоперационных показателей СП, ВРСП и послеоперационной ТЭР у пациентов с ВК представлены в *таблице 1*.

Анализ данных, представленных в *таблице 1*, выявил, что все исследуемые показатели в обеих группах имели статистически значимые межгрупповые различия. Закономерно, что у пациентов 1-й группы было исходное умеренное угнетение СП (по классификации Сомова Е.Е. и Бржеского В.В., 1998), а во 2-й – умеренное и легкое угнетение СП [20]. Причем через 3 мес. после операции у пациентов 1-й группы на фоне наличия характерных для ССГ жалоб на чувство инородного тела отмечалось снижение средних значений СП на 8,5%, а ВРСП – на 14,1%, что свидетельствовало о явной исходной и послеоперационной кли-

Таблица 2

Показатели слезопродукции и времени разрыва слезной пленки (ВРСП) через 3 мес. после факоэмульсификации возрастной катаракты

Table 2

Indicators of tear production and tear break-up time (TBUT) 3 months after phacoemulsification of senile cataract

Показатель Indicator	1-я группа (n=31) 1st group (n=31) M±σ (min-max)	2-я группа (n=89) 2nd group (n=89) M±σ (min-max)
Проба Ширмера 1, мм Schirmer 1 test, mm	6,5±1,4 (4–8)	10,9±1,4 (9–15)*
ВРСП, с TBUT, s	6,1±1,3 (4–9)	11,1±1,1 (9–13)*

Примечание: * – значимые отличия с 1-й группой (p<0,01).
Note: * – significant differences with the 1st group (p<0.01).

нико-функциональной депрессии СГП *(табл. 2)*.

Учитывая тот факт, что индуцированное повреждение СГП при ФЭ ВК на фоне ее исходной дисфункции способно вызвать срыв локального гомеостаза с развитием ССГ, следующей задачей была разработка алгоритмов прогнозирования возникновения ССГ через 3 мес. после ФЭ, а также верификация их обоснованности и эффективности.

Для решения поставленной задачи вся совокупность пациентов (120 глаз) была случайным образом разделена на обучающую и экзаменационную группы в соотношении 2:1. На обучающей группе (80 глаз) строились алгоритмы прогнозирования, а на экзаменационной группе (40 глаз) они проверялись на обоснованность и эффективность.

В качестве метода прогнозирования был выбран метод бинарной логистической регрессии, который по множеству значений предикторов позволяет прогнозировать наступление бинарного (случилось или не случилось) события, в данном случае – наличие (1) или отсутствие (0) ССГ через 3 мес. после операции [21, 22].

Выбранные 4 показателя *(табл. 1)*, имеющие статистически значимые межгрупповые различия, которые были взяты в качестве потенциальных предикторов для алгоритма прогнозирования, а также исходы наблюдений (наличие/отсутствие ССГ) для всех 80 глаз пациентов обучающей группы составили обучающую матрицу наблюдений, обработка которой в статистическом пакете программ IBM SPSS Statistics 20 позволила определить коэффициенты логистической регрессии алгоритма № 1 *(табл. 3)*.

Бинарная логистическая регрессия применялась в модификации с условным исключением предикторов, которая на начальном этапе включает в модель все потенциальные предикторы, а на следующих шагах из модели исключаются те предикторы, которые не улучшают качество прогнозирования. В качестве критерия исключения использовался стандартный подход с F-тестом (F≥0,1) [20].

В ходе проведенного анализа предикторы «Ширмер 1» и «ТЭР-2» показали свою прогностическую значимость. Предикторы «ВРСП» и «ТЭР-1» были исключены программой SPSS Statistics как не улучшающие прогнозирование.

Таким образом, логистическая регрессия алгоритма № 1 имеет следующий вид:

$$f = 1/\{1 + e^{[-(-4,042*X_1-2,869*X_4+185,376)]}\} \quad (1),$$

где Xi – значение i-го предиктора [22].

Далее, аналогично созданию алгоритма № 1, была предпринята попытка построения прогностического алгоритма № 2, который отличался от алгоритма №1 тем, что изначально из списка потенциальных предикторов намеренно были исключены «ТЭР-1» и «ТЭР-2» для того, чтобы иметь возможность прогнозировать возникновение ССГ только на основе исходного функционального состояния СГП перед операцией. В остальном применялся такой же подход, как и в алгоритме № 1. Коэффициенты логистической регрессии представлены в *таблице 4*.

Оба предиктора показали свою прогностическую значимость. Как видно из *таблицы 4*, логистическая регрессия для алгоритма № 2 имеет следующий вид:

$$f = 1/\{1 + e^{[-(-2,059*X_1-1,518*X_2+33,252)]}\} \quad (2).$$

Для нахождения точек отсечения для обоих алгоритмов использовался ROC-анализ (receiver operating characteristic) [22]. На *рисунке* представлены ROC-кривые для двух алгоритмов.

Максимальная суммарная чувствительность и специфичность достигались для алгоритма №1 в точке отсечения 0,59. При этом чувствительность алгоритма составила 88%, специфичность – 92%. Аналогично, для алгоритма № 2 в точке отсече-

Таблица 3

Коэффициенты логистической регрессии для алгоритма № 1

Table 3

Logistic regression coefficients for algorithm No. 1

Предиктор Predictor		Коэффициент регрессии Regression coefficient	Стандартная ошибка Standard error	p
X1	Проба Ширмера 1, мм Schirmer 1 test, mm	-4,042	1,866	0,030
X2	Время разрыва слезной пленки, с Tear break-up time, s	Предиктор исключен Predictor excluded	–	–
X3	Толщина эпителия роговицы 1 –через 10 сут. после операции, мкм Corneal epithelium thickness 1 – 10 days post-op., μm	Предиктор исключен Predictor excluded	–	–
X4	Толщина эпителия роговицы 2 – через 30 сут. после операции, мкм Corneal epithelium thickness-2 – 30 days post-op., μm	-2,869	1,670	0,086
	Константа Constant	185,376	90,51	0,041

ния 0,53 чувствительность составила 81%, специфичность – 83%.

Сравнение алгоритмов между собой по площади под ROC-кривой (Area Under Curve – AUC) представлены в *таблице 5*.

Площадь под ROC-кривой для алгоритма № 1 ожидаемо оказалась больше, чем AUC для алгоритма № 2, и составила 0,927, что говорит о прогнозировании отличного качества. AUC для алгоритма № 2 составила 0,803, что говорит о прогнозировании очень хорошего качества.

На завершающем этапе исследования верификация полученных алгоритмов проводилась с использованием экзаменационной группы (40 пациентов, 40 глаз), которая не учитывалась при создании алгоритмов прогнозирования, и таким образом проводилась проверка на независимых данных. Для этого каждому пациенту экзаменационной группы давался прогноз возникновения ССГ через 3 мес. после проведения ФЭ ВК по двум представленным алгоритмам, затем оба варианта прогноза сравнивались с фактическим наличием ССГ в указанный срок после операции. Результаты представлены в *таблице 6*.

Как видно из *таблицы 6*, риск возникновения ССГ по алгоритму № 1 прогнозировался в 13 глазах, по алгоритму № 2 – в 14 глазах. Фактически, через 3 мес. после ФЭ при обследовании пациентов экзаменационной группы были выявлены 10 пациентов с признаками ССГ.

Из 13 пациентов с прогнозируемым по алгоритму № 1 ССГ осложнение фактически возникло только у 9, однако его признаки также име-

Таблица 4

Коэффициенты логистической регрессии для алгоритма № 2

Table 4

Logistic regression coefficients for algorithm No. 2

Предиктор Predictor		Коэффициент регрессии Regression coefficient	Стандартная ошибка Standard error	p
X1	Проба Ширмера 1, мм Schirmer 1 test, mm	-2,059	0,995	0,038
X2	Время разрыва слезной пленки, с Tear break-up time, s	-1,518	0,823	0,073
	Константа Constant	33,252	16,746	0,047

ли место у одного пациента с благоприятным прогнозом.

Из 14 пациентов с прогнозируемым по алгоритму № 2 ССГ только 8 имели признаки его наличия, однако синдром также развился у 2 пациентов с благоприятным прогнозом.

Таким образом, для алгоритма № 1 верификация на экзаменационной выборке пациентов показывает чувствительность прогноза 90% (9 из 10), специфичность – 87% (26 из 30). Для алгоритма № 2 чувствительность прогноза составила 80% (8 из 10), специфичность – 80% (24 из 30). Эти значения хорошо соотносятся с соответствующими значениями для обучающей группы пациентов, поэтому полученные прогностические алгоритмы можно считать обоснованными и эффективными.

Таким образом, прогнозирование возникновения ССГ для пациентов после ФЭ ВК производится по следующей схеме:

1. При диагностических обследованиях врач-офтальмолог определяет числовые значения предикторов.

2. Значения этих предикторов подставляются в логистическую функцию f – выражение (1) для алгоритма № 1 и выражение (2) для алгоритма № 2.

3. Если значение логистической функции f≥0,59 для алгоритма № 1 или f≥0,53 для алгоритма № 2, то прогнозируется возникновение ССГ через 3 мес. после ФЭ катаракты. В противном случае дается благоприятный прогноз.

Пример прогнозирования по алгоритму № 1. У пациента А. 62 лет, которому проведена ФЭ ВК, через 1 мес после операции прогнозируется возникновение ССГ. Предоперационный тест Ширмера 1 составил 10 мм, ТЭР-2 – 49 мкм. Подстановка этих предикторов в выражение (1) дает:

$$f = 1/\{1 + e^{[-(-4{,}042*10-2{,}869*49+185{,}376)]}\} = 0{,}988.$$

Так как f, равная 0,988, больше, чем 0,59 (точка отсечения), то прогнозируется возникновение ССГ в течение 3 мес. после ФЭ. В действительности, по прошествии 2 мес. после ФЭ у пациента А. появились характерные для ССГ жалобы и произошло уменьшение теста Ширмера 1 до 7,2 мм.

Пример прогнозирования по алгоритму № 2. Пациенту Б. 68 лет планируется ФЭ ВК, и прогноз возникновения ССГ дается непосредствен-

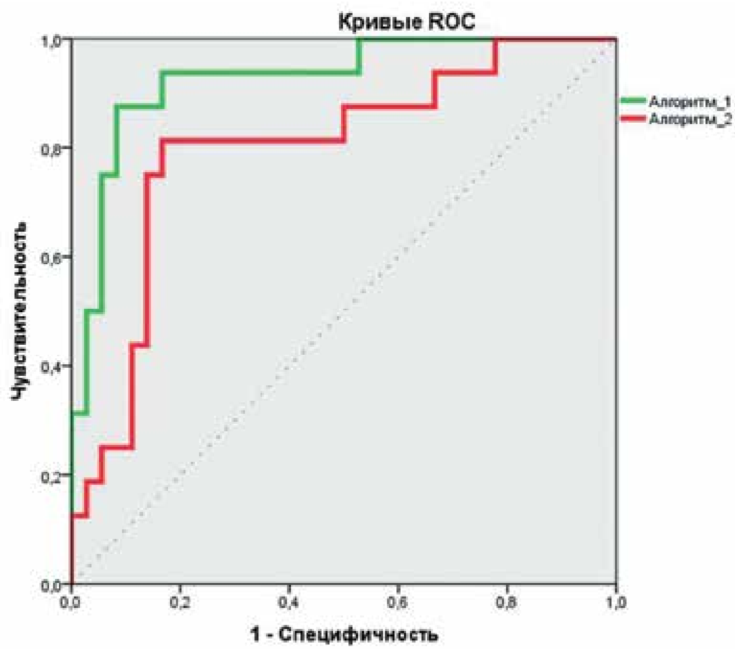

Рис. ROC-кривые для алгоритмов № 1 и № 2

Fig. ROC curves for algorithms No. 1 and No. 2

Таблица 5

AUC для ROC-кривых алгоритмов прогнозирования № 1 и № 2

Table 5

AUC for ROC curve predictive algorithms No. 1 and No. 2

Алгоритм прогнозирования Predictive algorithms	AUC Area Under Curve	Стандартная ошибка Standard error	p[a]	95% доверительный интервал 95% confidence interval	
				нижняя граница Lower bound	верхняя граница Upper bound
Алгоритм № 1 Algorithm No. 1	0,927	0,040	<0,001	0,850	1,000
Алгоритм № 2 Algorithm No. 2	0,803	0,069	0,001	0,667	0,939

Примечание: [a] – нулевая гипотеза: истинная площадь равна 0,5.
Note: [a] – null hypothesis: true area = 0.5.

Таблица 6

Прогнозируемые и фактические исходы возникновения синдрома «сухого глаза» у пациентов экзаменационной группы

Table 6

Predicted and actual outcomes of dry eye syndrome in patients of the examination group

Алгоритм № 1 Algorithm No. 1		Прогнозируемые осложнения Predicted complications		
		Да/Yes	Нет/No	Всего/Total
Фактические осложнения Actual complications	Да/Yes	9	1	10
	Нет/No	4	26	30
	Всего/Total	13	27	40
Алгоритм № 2 Algorithm No. 2		**Прогнозируемые осложнения Predicted complications**		
		Да/Yes	Нет/No	Всего/Total
Фактические осложнения Actual complications	Да/Yes	8	2	10
	Нет/No	6	24	30
	Всего/Total	14	26	40

но перед операцией с использованием теста Ширмера 1 и ВРСП, которые составили 11 мм и 9 с соответственно. Подстановка этих предикторов в выражение (2) дает:

$$f = 1/\{1 + e^{[-(-2{,}059*11-1{,}518*9+33{,}252)]}\} = 0{,}045.$$

Так как f, равная 0,045, меньше, чем 0,53 (точка отсечения), то возникновение ССГ не прогнозируется. Проведенное через 3 мес. обследование пациента не выявило ухудшения динамики СП на фоне отсутствия каких-либо жалоб на состояние оперированного глаза.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время основными задачами хирургии ВК выступает не только достижение максимального функционального результата лечения, но и обеспечение высокого качества жизни пролеченных больных [17]. Очевидно, что одним из способов решения поставленных задач является максимальное снижение частоты интра- и послеоперационных осложнений при лечении пациентов с ВК, в том числе прогнозирования и профилактики индуцированного ССГ.

Представленные данные проверки разработанной клинико-математической системы прогнозирования развития синдрома ССГ после ФЭ ВК на основе метода бинарной логистической регрессии показали ее высокую эффективность вследствие высоких характеристик обоих алгоритмов: чувствительность – 80–90%, специфичность – 80–87%.

Разработка двух алгоритмов была продиктована особенностями индуцированного повреждения СГП при лечении ВК. Как известно, хирургическая травма при проведении ФЭ вызывает характерную динамику СП, которая сначала резко усиливается, затем снижается ниже исходной, после чего постепенно увеличивается до предоперационных значений, вследствие чего рядом исследователей, проводивших контроль в фазу снижения СП, делается вывод о наличии ССГ у 80–90% пациентов в течение месяца после операции [3, 14, 23]. В то же время другие авторы, проводившие исследование состояния СГП, говорят о сохранении симптомов ССГ в течение 3 мес. и более у 9,8–66,2% оперированных пациентов [24–26]. Необходимость изучения не только степени, но и сроков ответной реакции оперированного глаза обусловлена тем, что индивидуальные иммуно-компенсаторные механизмы определяют длительность восстановительного периода, которую практически невозможно предвидеть перед или сразу же после операции. Также, кроме хирургической травмы, артифакичный глаз каждого пациента может по-разному реагировать на инстилляции антибиотиков и противовоспалительных препаратов, оказывающих негативное влияние на СГП в течение достаточно длительного срока [18, 27–29].

В силу вышесказанного, создание системы из двух алгоритмов прогнозирования ССГ после ФЭ ВК было целесообразно и оправданно вследствие наличия возможности как самостоятельного, так и комплексного их использования. Алгоритм № 2, применяемый на первом (предоперационном) этапе, позволит определить степень риска развития ССГ, а алгоритм № 1 на втором (послеоперационном) этапе наблюдения укажет на необходимость проведения специального иммуномодулирующего и кератопротективного лечения у каждого конкретного пациента.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ разработанной клинико-математической системы прогнозирования развития синдрома ССГ после ФЭ ВК показал ее высокую эффективность.

2. Главные характеристики обоих алгоритмов – чувствительность (80–90%) и специфичность (80–87%), позволяют считать их обоснованными и информативными.

3. Применение разработанной методики в широкой офтальмологической практике целесообразно для обеспечения максимальной медико-социальной реабилитации пациентов с ВК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Szakats I, Sebestyen M, Toth E, Purebl G. Dry eye symptoms, patient-reported visual functioning, and health anxiety influencing patient satisfaction after cataract surgery. Curr Eye Res. 2017;42(6): 832–836. doi:10.1080/02713683.2016.1262429.
2. Yu Y, Hua H, Wu M, Yu Y, Yu W, Lai K, Yao K. Evaluation of dry eye after femtosecond laser-assisted cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2015;41(12): 2614–2623. doi:10.1016/j.jcrs.2015.06.036.
3. Sutu C, Fukuoka H, Afshari NA. Mechanisms and management of dry eye in cataract surgery patients. Curr Opin Ophthalmol. 2016;27(1): 24–30. doi:10.1097/ICU.0000000000000227.
4. Craig JP, Nelson JD, Azar DT, Belmonte C, Bron AJ, Chauhan SK, de Paiva CS, Gomes JAP, Hammitt KM, Jones L, Nichols JJ, Nichols KK, Novack GD, Stapleton FJ, Willcox MDP, Wolffsohn JS, Sullivan DA. TFOS DEWS II Report Executive Summary. Ocul Surf. 2017;15(4): 802–812. doi:10.1016/j.jtos.2017.08.003.
5. Бржеский В.В., Егорова Г.Б., Егоров Е.А. Синдром «сухого глаза» и заболевания глазной поверхности: клиника, диагностика, лечение. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2016. [Brzeski VV, Egorova GB, Egorov EA. Sindrom «sukhogo glaza" i zabolevaniya glaznoy poverkhnosti: klinika, diagnostika, lecheniye. M.: GEOTAR-Media; 2016. (In Russ.)].
6. Moss SE, Klein R, Klein BE. Long-term incidence of dry eye in an older population. Optom Vis Sci. 2008;85(8): 668–674. doi:10.1097/OPX.0b013e318181a947.
7. Якушева Л.А. Факторы и причины развития синдрома «сухого глаза» (на примере ФСНКЦ ФМБА России). In situ. 2016;8: 41–44. [Yakusheva LA. Faktory i prichiny razvitiya sindroma «sukhogo glaza» (na primere FSNKTS FMBA Rossii). In situ. 2016;8: 41–44. (In Russ.)].
8. Ерёменко А.И., Бойко А.А., Янченко С.В., Дубинкина В.О., Куликова О.В. Профилактика комбинированного синдрома сухого глаза у пациентов старшей возрастной группы после катарактальной хирургии. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2006;7(3): 122–125. [Eremenko AI, Boiko AA, Yanchenko SV, Dubinkina VO, Kulikova OV. Prophylaxis of secondary dry eye syndrome after the cataract extraction with IOL implantation. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2006;7(3): 122–125. (In Russ.)].
9. Астахов С.Ю., Ткаченко Н.В. Выявление и лечение синдрома «сухого глаза» у пациентов, перенесших факоэмульсификацию. Офтальмологические ведомости. 2011;4(4): 79–83. [Astakhov SYu, Tkachenko NV. Dry eye syndrome detection and treatment in patients after phacoemulsification. Ophthalmology journal. 2011;4(4): 79–83. (In Russ.)].
10. Noor NA. Dry eye disease: the undervalued impact on quality of life. W J Opthalmol & Vision Res. 2018;1(1). doi: 10.33552/WJOVR.2018.01.000505
11. Liyue H, Chiang PP, Sung SC, Tong L. Dry eye-related visual blurring and irritative symptoms and their association with depression and anxiety in eye clinic patients. Curr Eye Res. 2016;41(5): 590–599. doi:10.3109/02713683.2015.1056804.
12. Gomes JAP, Azar DT, Baudouin C, Efron N, Hirayama M, Horwath-Winter J, Kim T, Mehta JS, Messmer EM, Pepose JS, Sangwan VS, Weiner AL, Wilson SE, Wolffsohn JS. TFOS DEWS II iatrogenic report. Ocul Surf. 2017;15(3): 511–538. doi:10.1016/j.jtos.2017.05.004.
13. Тонконогий С.В., Васильев А.В., Бай Л. Исследование динамики слезопродукции у больных с возрастной катарактой до и после проведения факоэмульсификации. Офтальмологические ведомости. 2018;11(1): 6–9. [Tonkonogii SV, Vasiliev AV, Bai L. Investigation of tear production dynamics in patients with age-related cataract before and after phacoemulsification. Ophthalmology journal. 2018;11(1): 6–9. (In Russ.)]. doi:10.17816/OV1116-9.
14. Тонконогий С.В., Васильев А.В., Егорова А.В. Исследование динамики слезопродукции и морфометрических параметров роговицы после факоэмульсификации возрастной катаракты. Офтальмохирургия. 2019;2: 7–12. [Tonkonogii SV, Vasiliev AV, Egorova AV. Assessment of tear production dynamics and morphometric parameters of cornea after phacoemulsification of senile cataract. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;(2): 7–12. (In Russ.)]. doi:10.25276/0235-4160-2019-2-7-12.
15. Ridder WH 3rd, Tomlinson A, Huang JF, Li J. Impaired visual performance in patients with dry eye. Ocul Surf. 2011;9(1): 42–55. doi:10.1016/s1542-0124(11)70009-x.
16. Bron AJ, de Paiva CS, Chauhan SK, Bonini S, Gabison EE, Jain S, Knop E, Markoulli M, Ogawa Y, Perez V, Uchino Y, Yokoi N, Zoukhri D, Sullivan DA. TFOS DEWS II pathophysiology report. Ocul Surf. 2017;15(3): 438–510. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.011.
17. Al-Zubi Kh, Hijazeen M, Nasser R. Quality of life after cataract surgery in Jordan. Glob J Health Sci. 2018;10(7): 128. doi:10.5539/gjhs.v10n7p128.
18. Cetinkaya S, Mestan E, Acir NO, Cetinkaya YF, Dadaci Z, Yener HI. The course of dry eye after phacoemulsification surgery. BMC Ophthalmol. 2015;15: 68. doi:10.1186/s12886-015-0058-3.
19. Oh T, Jung Y, Chang D, Kim J, Kim H. Changes in the tear film and ocular surface after cataract surgery. Jpn J Ophthalmol. 2012;56(2): 113–118. doi:10.1007/s10384-012-0117-8.
20. Бржеский В.В., Сомов Е.Е. Роговично-конъюнктивальный ксероз (диагностика, клиника, лечение). СПб; 2003. [Brzeski VV, Somov EE. Rogovichno-konyunktivalnyy kseroz (diagnostika, klinika, lecheniye). SPb; 2003. (In Russ.)].
21. Герасимов А.Н. Медицинская статистика. М.: ООО «Медицинское информационное агентство»; 2007. [Gerasimov AN. Meditsinskaya statistika. M.: OOO «Meditsinskoye informatsionnoye agentstvo»; 2007. (In Russ.)].
22. Ланг Т.А., Сесик М. Как описывать статистику в медицине. Аннотированное руководство для авторов, редакторов и рецензентов. М.: Практическая медицина; 2011. [Lang TA, Sesik M. Kak opisyvat' statistiku v meditsine. Annotirovannoye rukovodstvo dlya avtorov, redaktorov i retsenzentov. M.: Prakticheskaya meditsina; 2011. (In Russ.)].
23. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. СПб.: ВМедА; 2002. [Yunkerov VI, Grigoriev SG. Matematiko-statisticheskaya obrabotka dannykh meditsinskikh issledovaniy. SPb.: VMedA; 2002. (In Russ.)].
24. Jayshree MP, Shivkumar H, Monalisha P, Mallikarjun S. A prospective study of dry eye after manual small incision cataract surgery in rural population of Bagalkot. J Clin Res Ophthalmol. 2017;4(2): 25–29. doi:10.17352/2455-1414.000040.
25. Singh S. Changes in tear film secretion and tear film stability after clear corneal phacoemulsification. All India Ophthalmological Society, 73rd: Abstracts; 2015.
26. Venugopal KC, Krishnaraj PA, Chandan N. Evaluation of dry eye after manual small incision cataract surgery with corneoscleral tunnel incision. J Clin Diagn Res. 2012;6(6): 1029–1033.
27. Kasetsuwan N, Satitpitakul V, Changul T, Jariyakosol S. Incidence and pattern of dry eye after cataract surgery. PLoS One. 2013;8(11): e78657. doi:10.1371/journal.pone.0078657.
28. Khadke A, Khan MA, Moulick P, Gupta S, Shankar S. A clinical study to evaluate incidence of dry eye following cataract surgery. Ind J Clin Exp Ophthalmol. 2018;4(2): 213–216. doi:10.18231/2395-1451.2018.0047.
29. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na K-S, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II epidemiology report. Ocul Surf. 2017;15(3): 334–365. doi:10.1016/j.jtos.2017.05.003.

Поступила 18.11.2019