

Выводы:

1. При антиангиогенной терапии ДМО с нормальным витреоретинальным интерфейсом улучшение остроты зрения значимое, при патологическом — недостоверное.

2. Степень улучшения средней остроты зрения при антиангиогенной терапии ДМО достоверно ниже при наличии патологии витреоретинального интерфейса.

3. Степень снижения средней толщины центральной сетчатки при антиангиогенной терапии ДМО достоверно ниже при наличии патологии витреоретинального интерфейса.

4. Наличие патологии витреоретинального интерфейса снижает эффективность антиангиогенной терапии ДМО по общепринятым морфологическому и функциональному критериям.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Литература)

1. Musat O, Cernat C, Labib M, et al. Diabetic macular edema. *Romanian J Ophthalmol* 2015; 59 (3): 133–6.
2. Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, et al. Optical coherence tomography of the human retina. *Arch Ophthalmol* 1995; 113 (3): 325–32.
3. Neroev VV. Current issues in the treatment of diabetic macular edema. *Russian Ophthalmological Journal* 2012; 5 (1): 4–7. *Russian* (Нероев В.В. Современные аспекты лечения

диабетического макулярного отека. *Российский офтальмологический журнал* 2012; 5 (1): 4–7).

4. Kulikov AN, Sosnovskii SV, Berezin RD, et al. Vitreoretinal interface abnormalities in diabetic macular edema and effectiveness of anti-VEGF therapy: an optical coherence tomography study. *Clin Ophthalmol* 2017; 11: 1995–2002. DOI: 10.2147/OPHT.S146019. eCollection 2017.

5. Kulikov AN, Sosnovskii SV, Berezin RD, et al. Dynamics of vitreomacular interface pathology in patients with DMO on the background of antiVEGF therapy. In: VII All-Russian (with foreign participation) seminar «MAKULA-2016». Rostov-on-Don, 2016; p. 206–17. *Russian* (Куликов А.Н., Сосновский С.В., Березин Р.Д. и др. Динамика патологии витреомакулярного интерфейса у больных с ДМО на фоне антиVEGF-терапии. В кн.: VII Всероссийский (с зарубежным участием) семинар «МАКУЛА-2016». Ростов-на-Дону, 2016; с. 206–17).

6. Brown DM, Schmidt-Erfurth U, Do DV, et al. Intravitreal aflibercept for diabetic macular edema: 100-Week Results from the VISTA and VIVID Studies. *Ophthalmology* 2015; 122 (10): 2044–52. DOI: 10.1016/j.ophtha.2015.06.017.

7. Boiko EV, Sosnovskii SV, Berezin RD, et al. Antiangiogenic therapy in ophthalmology. St. Petersburg: Military Medical Academy n. a. S. M. Kirov, 2013; 292 p. *Russian* (Бойко Э.В., Сосновский С.В., Березин Р.Д. и др. Антиангиогенная терапия в офтальмологии. СПб.: ВМедА им. С.М. Кирова, 2013; 292 с.).

8. Maier M, Abraham S, Frank C, et al. Therapeutic Options in Vitreomacular Traction with or without a Macular Hole. *Klin Monbl Augenheilkd* 2016; 233 (5): 622–30.

9. Kozak I, Barteselli G, Sepah YJ, et al. Correlation of Vitreomacular Traction with Foveal Thickness, Subfoveal Choroidal Thickness, and Vitreomacular/Foveal Angle. *Curr Eye Res* 2017; 42 (2): 297–301.

УДК 617.7–089

Оригинальная статья

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ШЕСТИ ФОРМУЛ ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ НА ГЛАЗАХ С АКСИАЛЬНОЙ ДЛИНОЙ 20–22 ММ

К.Б. Першин — сеть офтальмологических клиник «Эксимер», медицинский директор, профессор, доктор медицинских наук; **Н.Ф. Пашинова** — офтальмологическая клиника «Эксимер» (Москва), главный врач, доктор медицинских наук; **И.А. Лих** — офтальмологическая клиника «Эксимер» (Новосибирск), врач-офтальмолог; **А.Ю. Цыганков** — сеть офтальмологических клиник «Эксимер», научный референт медицинского директора, кандидат медицинских наук

ANALYSIS OF SIX FORMULAS FOR INTRAOCULAR LENS OPTIC POWER CALCULATION PRECISION ON EYES WITH AXIAL LENGTH OF 20–22 MM

K.B. Pershin — Network of Ophthalmological Clinics “Eximer”, Medical Director, Professor, DSc; **N.F. Pashinova** — Moscow Ophthalmological Clinic “Eximer”, Head Doctor, DSc; **I.A. Likh** — Novosibirsk Ophthalmological Clinic “Eximer”, Ophthalmologist; **A.Iu. Tsygankov** — Network of Ophthalmological Clinics “Eximer”, Scientific Advisor of the Medical Director, PhD.

Дата поступления — 10.04.2020 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Лих И.А., Цыганков А.Ю. Анализ точности шести формул для расчета оптической силы интраокулярных линз на глазах с аксиальной длиной 20–22 мм. *Саратовский научно-медицинский журнал* 2020; 16 (2): 638–642.

Цель: сравнительный анализ точности расчета оптической силы интраокулярных линз (ИОЛ) у пациентов с длиной глаза в диапазоне от 20 до 22 и от 22 до 24 мм. **Материал и методы.** В исследовании участвовали 104 пациента (147 глаз). Опытную группу (I) составили 56 пациентов (81 глаз) с короткой передне-задней осью от 20,02 до 21,98 мм (21,17±0,56). Группу сравнения (II) составили 48 пациентов (66 глаз) с нормальной аксиальной длиной 22,75±0,46 (22,0–23,77) мм. Проводили ретроспективный расчет эффективности формул Hoffer-Q, Holladay 2, SRK/T, Olsen, Haigis и Barrett Universal II. **Результаты.** Группа I характеризовалась статистически незначимыми ($p < 0,05$) различиями в средней погрешности оценки для формул Holladay 2, Hoffer-Q, SRK/T, Olsen и Barrett Universal II (0,19±0,14; 0,23±0,08; 0,15±0,09; 0,21±0,13 и 0,17±0,21 дптр соответственно). При использовании формулы Haigis получена наименьшая средняя погрешность оценки (0,11±0,02), различия значимы на уровне тенденции ($0,05 < p < 0,1$). Аналогичные данные получены для средней абсолютной погрешности. Проведенный сравнительный анализ показал значимое ($p < 0,05$) преимущество формулы Haigis по сравнению с Holladay 2 и Olsen, а также значимое на уровне тенденции ($0,05 < p < 0,1$) по сравнению с Hoffer-Q, SRK/T и Barrett Universal II. В группе II значимых различий не выявлено. **Заключение.** Исследование шести формул, применяемых при расчете оптической силы ИОЛ, для глаз с длиной в диапазоне от 20 до 22 мм показало преимущество применения формулы Haigis для достижения оптимальной целевой рефракции.

Ключевые слова: фактоэмulsionификация катаракты, формула для расчета интраокулярной линзы, гиперметропия.

Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA, Tsygankov Alu. Analysis of six formulas for intraocular lens optical power calculation precision in eyes with axial length of 20–22 mm. Saratov Journal of Medical Scientific Research 2020; 16 (2): 638–642.

The purpose of the study was to conduct comparative analysis of the accuracy of IOL optical power calculation for eyes with an axial length of 20–22 mm and 22–24 mm. *Material and Methods.* 147 eyes of 104 patients were included in the study. The study group (I) included 56 patients (81 eyes) with short eyes (average axial eye length 21.17 ± 0.56 (20.02–21.98 mm). Comparison group (II) consisted of 48 patients (66 eyes) with a normal axial length of 22.75 ± 0.46 (22.0–23.77) mm. The IOL optical power was calculated using the SRK/T formula, and the retrospective comparison was made using the Hoffer-Q, Holladay 2, Olsen, Haigis and Barrett Universal I formulas. *Results.* Group I was characterized by statistically insignificant ($p < 0.05$) differences in the average estimation error for Holladay 2, Hoffer-Q, SRK/T, Olsen and Barrett Universal II formulas (0.19 ± 0.14 , 0.23 ± 0.08 , 0.15 ± 0.09 , 0.21 ± 0.13 and 0.17 ± 0.21 D respectively). When using the Haigis formula, the smallest average estimation error was obtained (0.11 ± 0.02), the differences are significant at the trend level ($0.05 < p < 0.1$). Similar data were obtained for the average absolute error. Comparative analysis showed a significant ($p < 0.05$) advantage of the Haigis formula compared to Holladay 2 and Olsen, it was also significant at the trend level ($0.05 < p < 0.1$) compared to Hoffer-Q, SRK/T and Barrett Universal II. In group II, no significant differences were found. *Conclusion.* Analysis of the effectiveness of six modern formulas for IOL optical power calculation in eyes with axial length of 20–22 mm is presented. The advantage of using the Haigis formula to achieve optimal target refraction is determined.

Key words: cataract phacoemulsification, formula for calculating IOL, hyperopia.

Введение. В настоящее время точность рефракционных процедур признается одним из основных требований к хирургии катаракты, что достигается за счет попадания в целевую рефракцию в послеоперационном периоде. Развитие как инструментальной базы для выполнения более точных хирургических вмешательств, так и математических подходов к более точному предоперационному расчету представляется, по мнению исследователей, ключевым условием для достижения желаемого рефракционного результата у пациентов после удаления катаракты или прозрачного хрусталика [1].

Преломляющая способность прооперированного глаза в целом зависит от рефракции роговицы и хрусталика, аксиальной длины глаза и расположения ИОЛ [2]. Все указанные факторы играют значимую роль в достижении функциональных результатов в послеоперационном периоде [3–5]. Для глаз с нормальной аксиальной длиной (22–24 мм) представлен целый ряд формул для расчета оптической силы ИОЛ, включая формулы третьего поколения, однако при наличии аксиальной длины более 24 мм или менее 22 мм попадание в послеоперационную рефракцию представляется затруднительным [1, 3, 6].

Цель: сравнительный анализ точности расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с длиной глаза в диапазоне от 20 до 22 и от 22 до 24 мм.

Материал и методы. В исследовании участвовали 104 пациента (147 глаз). В опытную группу (I) включены 56 пациентов (81 глаз) с короткой передне-задней осью от 20,02 до 21,98 мм ($21,17 \pm 0,56$), которым проведена факоэмульсификация катаракты, или удаление прозрачного хрусталика, с имплантацией ИОЛ. Мужчины составили 44,7% ($n=25$), женщины 55,3% ($n=31$). Возрастной диапазон: от 36 до 88 лет ($62,3 \pm 13,7$ года).

В группу II (сравнения) вошли 48 пациентов (66 глаз) с нормальной аксиальной длиной $22,75 \pm 0,46$ (22,0–23,77) мм с имплантацией различных моделей ИОЛ. Женщины составили 60,4% ($n=29$), мужчины 39,6% ($n=19$), возраст от 33 до 84 лет ($68,6 \pm 9,7$ года).

Всем пациентам проводили как стандартное (авторефрактометрия, тонометрия, визометрия, компьютерная периметрия, биомикроскопия, офтальмоскопия в условиях максимального миопии), так и специальное (кератотопография, эзография, ультразвуковая пахиметрия, оптическая когерентная

биометрия с определением аксиальной длины глаза, глубины передней камеры и кривизны роговицы, по показаниям — оптическая когерентная томография) офтальмологическое обследование.

Статистически значимых различий между группами в предоперационном периоде не выявлено, за исключением аксиальной длины глазного яблока и сферического компонента рефракции ($3,2$ дптр в группе I против $-0,4$ дптр в группе II, $p < 0,05$).

Факоэмульсификацию катаракты и удаление прозрачного хрусталика с имплантацией различных монофокальных ИОЛ (Alcon, США) выполняли по стандартной методике. Проводили ретроспективный расчет эффективности формул Hoffer-Q, Holladay 2, SRK/T, Olsen, Haigis и Barrett Universal II. Точность каждой из формул рассчитывали, сравнивая различие между целевым и расчетным SE (в идеале равное нулю) через 6 месяцев после хирургического вмешательства. Анализ осуществляли с помощью программного обеспечения системы VERION© и открытых данных на сайтах исследуемых формул. Период наблюдения пациентов составил $13,0 \pm 2,7$ (6–72) месяца.

Статистическую обработку результатов проводили с применением компьютерных программ Microsoft Excel 2010 (Microsoft corp., США) и Statistica 10.1 (StatSoft, США). Рассчитывали среднее арифметическое значение (M), стандартное отклонение от него (SD), минимальные и максимальные значения. При оценке значимости различий результатов применяли t -критерий Стьюдента. Для сравнения частоты встречаемости признака применяли точный критерий Фишера. Доверительный интервал составил 95% при значимости на уровне тенденции 90%. Отклонение расчетного значения сферического эквивалента от целевого определяли с помощью дисперсионного анализа (ANOVA) и регрессионного анализа, при этом проводили ретроспективное сравнение отклонения сферического эквивалента при использовании различных формул для расчета ИОЛ. Для оценки различий средних погрешностей применяли тест Kruskal Wallis. Погрешность оценки (E) определяли как разницу между фактической послеоперационной SE в течение шести месяцев наблюдения и прогнозируемой послеоперационной SE. Абсолютную погрешность (AE) определяли как абсолютное значение E . Среднее значение AE рассчитывали для каждой формулы. Различия в средней AE для шести формул были проанализированы; кроме того, оценивали процент глаз с AE в пределах $\pm 0,50$ и $\pm 1,0$ дптр для каждой формулы.

Ответственный автор — Цыганков Александр Юрьевич
Тел.: +7 (909) 1617700
E-mail: alextsygankov1986@yandex.ru

Анализ эффективности формул для расчета оптической силы интраокулярных линз для глаз с аксиальной длиной 20,0–22,0 мм

Значение	Holladay 2	Hoffer-Q	Haigis	SRK/T	Olsen	Barrett Universal II
Средняя погрешность оценки (дптр) \pm SD	0,19 \pm 0,14	0,23 \pm 0,08	0,11 \pm 0,02	0,15 \pm 0,09	0,21 \pm 0,13	0,17 \pm 0,21
Диапазон погрешности оценки (дптр)	от -0,14 до +0,65	от -0,32 до +0,47	от -0,12 до +0,36	от -0,16 до +0,55	от -0,24 до +0,71	от -0,18 до +0,46
Средняя абсолютная погрешность (дптр) \pm SD	0,23 \pm 0,06	0,16 \pm 0,11	0,08 \pm 0,02	0,19 \pm 0,09	0,24 \pm 0,13	0,18 \pm 0,05
Диапазон абсолютной погрешности (дптр)	от 0,01 до 0,78	от 0,01 до 0,59	от 0,00 до 0,29	от 0,02 до 0,43	от 0,02 до 1,61	от 0,01 до 0,32
Медианная абсолютная погрешность (дптр)	0,28	0,24	0,14	0,30	0,32	0,22

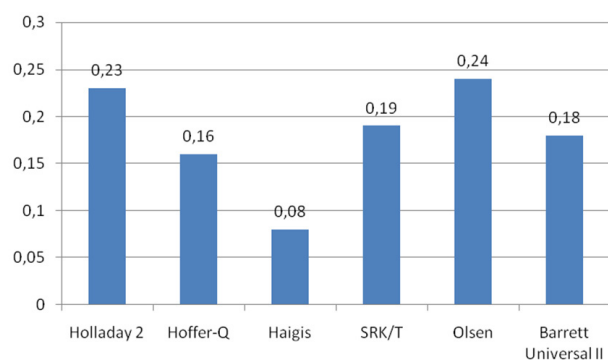


Рис. 1. Усредненные значения средней абсолютной погрешности для шести используемых формул в группе I

Таблица 2

Сравнений средних величин абсолютной погрешности в группе I

Сравнение MAE	Значение p (тест Kruskal Wallis)
Holladay 2/Hoffer-Q	>0,05
Holladay 2/Haigis	<0,05
Holladay 2/SRK/T	>0,05
Holladay 2/Olsen	>0,05
Holladay 2/Barrett Universal II	>0,05
Hoffer-Q/Haigis	0,05<p<0,1*
Hoffer-Q/SRK/T	>0,05
Hoffer-Q/Olsen	>0,05
Hoffer-Q/Barrett Universal II	>0,05
Haigis/SRK/T	0,05<p<0,1*
Haigis/Olsen	<0,05**
Haigis/Barrett Universal II	0,05<p<0,1*
SRK/T/Olsen	>0,05
SRK/T/Barrett Universal II	>0,05
Olsen/Barrett Universal II	>0,05

Примечание: * — различия значимы на уровне тенденции; ** — различия статистически значимы.

Результаты. Результаты статистического анализа в группе I представлены в табл. 1.

Группа характеризовалась статистически незначимыми ($p < 0,05$) различиями в средней погрешно-

сти оценки для формул Holladay 2, Hoffer-Q, SRK/T, Olsen и Barrett Universal II (0,19 \pm 0,14; 0,23 \pm 0,08; 0,15 \pm 0,09; 0,21 \pm 0,13 и 0,17 \pm 0,21 дптр соответственно). Вместе с тем при использовании формулы Haigis получена наименьшая средняя погрешность оценки (0,11 \pm 0,02), различия значимы на уровне тенденции (0,05< p <0,1). Аналогичное распределение значений показано для средней абсолютной погрешности. Для формул Haigis, Hoffer-Q, Barrett Universal II, SRK/T, Holladay 2 и Olsen она составила 0,08 \pm 0,02; 0,16 \pm 0,11; 0,18 \pm 0,05; 0,19 \pm 0,09; 0,23 \pm 0,06 и 0,24 \pm 0,13 дптр соответственно, что свидетельствует о некотором преимуществе формулы Haigis при расчете оптической силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза 20,0–22,0 мм (рис. 1).

Процент глаз с АЕ в пределах $\pm 0,50$ дптр для формул Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen и Barrett Universal II составил 79,0, 81,5, 93,4, 88,9, 80,2 и 92,5% соответственно; в пределах $\pm 1,00$ дптр — 97,5, 100, 100, 100, 93,4 и 100% соответственно.

После расчета средних значений проведен попарный анализ с учетом каждой из исследуемых формул (табл. 2).

Проведенный сравнительный анализ показал значимое ($p < 0,05$) преимущество формулы Haigis по сравнению с Holladay 2 и Olsen, а также значимое на уровне тенденции (0,05< p <0,1) по сравнению с Hoffer-Q, SRK/T и Barrett Universal II. При попарном сравнении других исследуемых формул статистически значимых различий не выявлено ($p > 0,05$).

Схожий анализ представлен по группе II (сравнения) для глаз с аксиальной длиной 22,0–24,0 мм (табл. 3).

В отличие от группы I, в группе II различий между формулами Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen и Barrett Universal II при оценке средней погрешности не выявлено (0,10 \pm 0,12; 0,08 \pm 0,19; 0,02 \pm 0,05; 0,13 \pm 0,09; 0,11 \pm 0,04 и 0,06 \pm 0,10 соответственно). Схожие данные определены и для средней абсолютной погрешности (0,23 \pm 0,09; 0,29 \pm 0,13; 0,15 \pm 0,06; 0,19 \pm 0,12; 0,16 \pm 0,04 и 0,12 \pm 0,08 соответственно) (рис. 2), что свидетельствует о сопоставимой эффективности всех исследуемых формул для расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с нормальной аксиальной длиной.

Процент глаз с АЕ в пределах $\pm 0,50$ дптр для формул Holladay 2, Hoffer-Q, Haigis, SRK/T, Olsen и Barrett Universal II составил 100, 97, 100, 100, 100 и 100% соответственно, в пределах $\pm 1,00$ дптр — 100% для всех исследуемых формул.

Таблица 3

Анализ эффективности формул для расчета оптической силы интраокулярных линз для глаз с нормальной аксиальной длиной

Значение	Holladay 2	Hoffer-Q	Haigis	SRK/T	Olsen	Barrett Universal II
Средняя погрешность оценки (дптр) \pm SD	0,10 \pm 0,12	0,08 \pm 0,19	0,02 \pm 0,05	0,13 \pm 0,09	0,11 \pm 0,04	0,06 \pm 0,10
Диапазон погрешности оценки (дптр)	от -0,25 до +0,22	от -0,19 до +0,28	от -0,14 до +0,17	от -0,26 до +0,40	от -0,21 до +0,32	от -0,20 до +0,23
Средняя абсолютная погрешность (дптр) \pm SD	0,23 \pm 0,09	0,29 \pm 0,13	0,15 \pm 0,06	0,19 \pm 0,12	0,16 \pm 0,04	0,12 \pm 0,08
Диапазон абсолютной погрешности (дптр)	от 0,00 до 0,41	от 0,00 до 0,53	от 0,00 до 0,40	от 0,00 до 0,45	от 0,00 до 0,38	от 0,00 до 0,33
Медианная абсолютная погрешность (дптр)	0,20	0,22	0,19	0,12	0,12	0,10

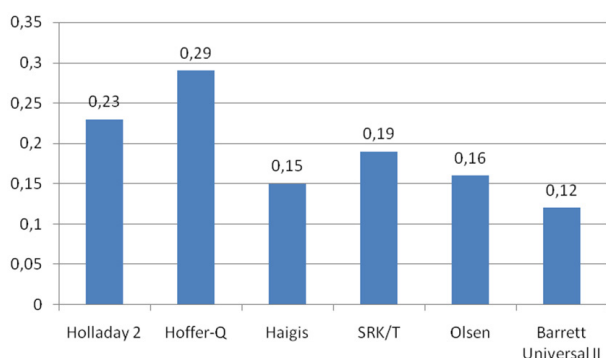


Рис. 2. Усредненные значения средней абсолютной погрешности для шести используемых формул в группе II

При проведении попарного анализа значимых различий между исследуемыми формулами не выявлено ($p > 0,05$ во всех случаях).

Обсуждение. Выбор адекватной формулы для расчета оптической силы ИОЛ на коротких глазах остается актуальной проблемой офтальмохирургии. G. Sarifi с соавт. изучали особенности расчета оптической силы ИОЛ на 28 глазах с короткой передне-задней осью и пришли к выводу об отсутствии значимых различий между исследуемыми формулами, однако несколько лучшие значения получены для формул Hoffer-Q, Haigis и Holladay 2 [7]. В нашей работе значимых отличий при проведении сравнительного анализа не выявлено, однако попарный анализ показал некоторое преимущество формулы Haigis для глаз с аксиальной длиной 20–22 мм.

В работе E.A. Gavin и C.J. Hammond показано, что формула Hoffer-Q обладает преимуществом по сравнению с SRK/T для глаз с аксиальной длиной 20–22 мм [1]. Мы не подтвердили данные результаты в собственном исследовании.

D. Doshi и соавт. заключили, что формулы Hoffer-Q, Holladay 1 и SRK/T одинаково эффективны для глаз с короткой передне-задней осью, а точность указанных формул была выше, чем формулы Haigis [8]. Напротив, M.M. Moschos и соавт. показали, что формула Haigis точнее по сравнению с Hoffer-Q, Holladay 1 и SRK/T в прогнозировании послеоперационной рефракции [3]. В двух указанных работах для измерения основных параметров применяли иммерсионное ультразвуковое исследование. В нашей работе получены схожие с M.M. Moschos и соавт. данные о некотором преимуществе формулы Haigis, при этом мы изучали формулу Holladay 2, а не Holladay 1.

J.X. Kane с соавт. изучали 156 коротких глаз и не выявили значимых различий между формулами Barrett Universal II, Haigis, Hoffer-Q, Holladay 1, Holladay 2, SRK/T и -T2 [9]. В своей работе авторы не следовали рекомендациям K. J. Hoffer и соавт. [10] о предпочтительном сопоставлении средней абсолютной погрешности, а не медианной абсолютной погрешности и об оценке рефракции через 14 дней после хирургического вмешательства. J. X. Kane и соавт. не проводили также измерение толщины хрусталика. Работа S.E. Gokse и соавт. включала 86 глаз с короткой передне-задней осью, при этом сравнение проводили с использованием формул Barrett Universal II, Haigis, RBF, Hoffer-Q, Holladay 1, Holladay 2 и Olsen. Значимых различий между формулами выявлено не было [11]. В наше исследование включены формулы Barrett Universal II, Haigis, Hoffer-Q, Holladay 2, SRK/T и Olsen, при этом показано некоторое преимущество формулы Haigis.

Заключение. Итак, представлены результаты исследования шести формул, применяемых при расчете оптической силы ИОЛ, для глаз с длиной в диапазоне от 20 до 22 мм. Показано преимущество применения формулы Haigis для достижения оптимальной целевой рефракции. В группе пациентов с нормальной аксиальной длиной статистически значимых различий между исследуемыми формулами не выявлено.

Конфликт интересов отсутствует.

Благодарности. Посвящается памяти немецкого физика, пионера биометрии, внесшего большой вклад в развитие катарактальной хирургии, автора одной из наиболее известных формул для расчета оптической силы ИОЛ — д-ра Wolfgang Haigis (30.05.1947–15.10.2019).

References (Литература)

- Gavin EA, Hammond CJ. Intraocular lens power calculation in short eyes. *Eye* 2008; 22: 935–8.
- Roh YR, Lee SM, Han YK, et al. Intraocular lens power calculation using IOLMaster and various formulas in short eyes. *Korean J Ophthalmol* 2011; 25: 151–5.
- Moschos MM, Chatziralli IP, Koutsandrea C. Intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. *Indian J Ophthalmol* 2014; 62: 692–4.
- Wang J-K, Chang S-W. Optical biometry intraocular lens power calculation using different formulas in patients with different axial lengths. *Int J Ophthalmol* 2013; 6: 150–4.
- Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov Alu, et al. IOL optic power calculation in patients with eye axial length 24–28 mm without preceding refractive surgery. *Ophthalmology in Russia* 2016; 13 (2): 89–96. Russian (Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю. и др. Особенности расчета оптиче-

ской силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза 24–28 мм без предшествующих рефракционных вмешательств. *Офтальмология* 2016; 13 (2): 89–96).

6. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov Alu, et al. Phacoemulsification with IOL implantation in extremely high myopia. *Cataract and Refractive Surgery*. 2015; 15 (3): 14–21. Russian (Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю. и др. Факоэмульсификация с имплантацией ИОЛ при экстремально высокой миопии. *Катарактальная и рефракционная хирургия* 2015;15 (3): 14–21).

7. Carifi G, Aiello F, Zygoura V, et al. Accuracy of the refractive prediction determined by multiple currently available intraocular lens power calculation formulas in small eyes. *Am J Ophthalmol* 2015; 159: 577–83.

8. Doshi D, Limdi P, Parekh N, et al. A comparative study to assess the predictability of different IOL power calculation formulas in eyes of short and long axial length. *J Clin Diagn Res* 2017; 11: NC01-NC04.

9. Kane JX, Van Heeden A, Atik A, et al. Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2016; 42: 1490–500.

10. Hoffer KJ, Aramberri J, Haigis W, et al. Protocols for studies of intraocular lens formula accuracy. *Am J Ophthalmol* 2015; 160: 403–5.

11. Gokce SE, Zeiter JH, Weikert MP, et al. Intraocular lens power calculations in short eyes using 7 formulas. *J Cataract Refract Surg* 2017; 43: 892–7.

УДК 617.7

Обзор

ИНДОЦИАНИН-ЗЕЛЕНАЯ АНГИОГРАФИЯ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СОСУДИСТОЙ СЕТИ МЕЛАНОМЫ ХОРИОИДЕИ (ОБЗОР)

Е.В. Самкович — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С.Н. Федорова”» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал, младший научный сотрудник, врач-офтальмолог; **И.Е. Панова** — ФГАУ «НМИЦ “МНТК ‘Микрохирургия глаза’ им. акад. С.Н. Федорова”» Минздрава России, Санкт-Петербургский филиал, заместитель директора по научной работе, профессор, доктор медицинских наук.

INDOCYANINE GREEN ANGIOGRAPHY: PERSPECTIVE ON USE FOR IDENTIFYING THE MALIGNANT VASCULATURE OF CHOROIDAL MELANOMA (REVIEW)

E. V. Samkovich — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, St. Petersburg branch, Junior Researcher, Ophthalmologist; **I. E. Panova** — S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, St. Petersburg branch, Deputy Director for Scientific Work, Professor, DSc.

Дата поступления — 10.04.2020 г.

Дата принятия в печать — 04.06.2020 г.

Самкович Е.В., Панова И.Е. Индоцианин-зеленая ангиография: перспективы использования для визуализации сосудистой сети меланомы хориоидеи (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал 2020; 16 (2): 642–647.

Меланома хориоидеи относится к злокачественным новообразованиям, отличающихся высокой агрессивностью в плане местного распространения, возникновения локорегионарных и отдаленных метастазов, что определяет ее высокую социальную значимость. Риски метастатической болезни зависят от размеров опухоли, сроков наблюдения, клинико-морфологических характеристик и генетических факторов. В обзоре представлены данные о развитии и динамике роста меланомы хориоидеи с точки зрения неоангиогенеза и феномена васкулогенной мимикрии, о возможностях индоцианин-зеленой ангиографии в определении патологической сосудистой сети опухоли. Актуальность изучения этого вопроса определяется особенностями развития меланомы хориоидеи, которая может происходить как *de novo*, так и вследствие злокачественной трансформации из пигментных невусов, и критической точкой для ее развития является толщина опухоли более 2 мм, при которой запускается процесс неоангиогенеза. Не вызывает сомнений тот факт, что индоцианин-зеленая ангиография, направленная на идентификацию сосудистой сети меланомы хориоидеи, не только играет большую роль в дифференциальной диагностике данного патологического состояния, но и представляет значительный практический интерес при планировании лечения, в оценке его эффективности, а также в прогнозировании рисков развития метастатического процесса. Методы, которые использовались для нахождения, отбора, получения информации и синтеза данных: поиск информации в Интернете: Google Scholar, PubMed, eLibrary. Количество источников: 39 (с 1974 по 2019 г.).

Ключевые слова: меланома хориоидеи, увеальная меланома, неоангиогенез, васкулогенная мимикрия, индоцианин зеленая ангиография, офтальмоонкология.

Samkovich EV, Panova IE. Indocyanine green angiography: perspective on use for identifying the malignant vasculature of choroidal melanoma (review). *Saratov Journal of Medical Scientific Research* 2020; 16 (2): 642–647.

Choroidal melanoma refers to malignant tumors characterized by high aggressiveness in terms of local distribution, the occurrence of loco-regional and distant metastasis, which determines its high social value. The risks of metastatic disease depend on the size of the tumor, timing of observation, clinical and morphological characteristics and genetic factors. This review presents data on the study of aspects of the development and growth of choroidal melanoma, in terms of neoangiogenesis and the phenomenon of vasculogenic mimicry, the capabilities of indocyanine green angiography in identifying abnormal vascular network of the tumor. The relevance of this question is determined by the characteristics of the development of choroidal melanoma, which can occur as *de novo* or by malignant transformation of pigmented nevi and the critical point for its development is the tumor thickness of more than 2 mm, which starts the process of neoangiogenesis. Indocyanine green angiography, which is aimed at the identification of vascular network of choroidal melanoma plays an important role not only in the differential diagnosis of this pathological condition, but is of considerable practical interest in planning treatment, assessing its effectiveness and predicting the risk of metastatic process development. Methods used to find, select, obtain information and synthesize data: search for information on the Internet: Google Scholar, PubMed, eLibrary. The number of sources is 39 (from 1974 to 2019).

Key words: choroidal melanoma, uveal melanoma, neoangiogenesis, vasculogenous mimicry, indocyanine green angiography, ophthalmic oncology.