

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ТРИФОКАЛЬНЫХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

Лев И.В.<sup>1,2</sup>, Манаенкова Г.Е.<sup>1,2</sup>, Попова Е.В.<sup>1</sup>, Фабрикантов О.Л.<sup>1,2</sup>, Шутова С.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Тамбовский филиал, Тамбов, e-mail: naukatmb@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина», Медицинский институт, Тамбов

В статье представлены результаты ретроспективного анализа эффективности следующих формул: Barrett, Holladay I, Olsen оптического биометра Lenstar, Holladay II диагностической навигационной системы Verion Image Guided System. Прогностическую эффективность оценивали по величине абсолютной рефракционной погрешности (D). Для каждой формулы на этапах через 1 день и через 1 месяц после имплантации ИОЛ вычисляли следующие параметры рефракционной погрешности: медиану (Me(D)), 25% и 75% квантили (Q25(D) и Q75(D)), минимум и максимум (Min(D) и Max(D)), вариационный размах (VR (D)), а также процент глаз в пределах  $D \leq 0,5$  и  $D \leq 0,25$ . Кроме того, для каждой формулы рассчитывали процент глаз с остротой зрения «0,5 и выше» и «0,8 и выше» через 1 месяц после имплантации ИОЛ, как для НКОЗ, так и для КОЗ. В исследовании приняли участие 43 пациента (56 глаз) с катарактой и аметропиями различных степеней, которым была проведена факэмульсификация катаракты с имплантацией трифокальной ИОЛ Acrysof IQ PanOptix (n=32) и Acrysof IQ PanOptix Toric (n=24). Наибольший процент попадания во все анализируемые нами диапазоны погрешности ( $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1,0$ ) отмечался для формулы Olsen. Однозначного заключения о наибольшей прогностической информативности какой-либо формулы через 1 месяц после операции из наших данных не следует, однако можно отметить, что погрешности для формулы Barrett в сравнении с остальными наиболее высокие.

Ключевые слова: катаракта, трифокальная ИОЛ, расчет оптической силы ИОЛ, Olsen.

## COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE EFFICACY OF TRIFOCAL INTRAOCULAR LENSES POWER CALCULATION METHOD

Lev I.V.<sup>1,2</sup>, Manaenkova G.E.<sup>1,2</sup>, Popova E.V.<sup>1</sup>, Fabrikantov O.L.<sup>1,2</sup>, Shutova S.V.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov branch, Tambov, e-mail: naukatmb@mail.ru;

<sup>2</sup>Medical Institute FSBEI HE «Tambov State University named after G.R. Derzhavin», Tambov

The article presents the results of a retrospective analysis of the efficacy of the following formulas: Barrett, Holladay I, Olsen of the optical biometer Lenstar, Holladay II of the diagnostic navigation system Verion Image Guided System. The prognostic efficacy was estimated according the absolute refractive error (D). The following refractive error parameters were calculated for each formula in 1 day and 1 month after implantation of the IOL: median (Me (D)), 25% and 75% quartiles (Q25(D) and Q75(D)), minimum and maximum (Min(D) and Max(d)), variation range (VR (D)), and the percentage of eyes within  $D \leq 0.5$  and  $D \leq 0.25$ . In addition, for each formula, the percentage of eyes with visual acuity «0.5 and above» and «0.8 and above» was calculated in 1 month after IOL implantation, both for NCVA and CVA. The study involved 43 patients (56 eyes) with cataracts and ametropia of various degrees, who underwent cataract phacoemulsification with trifocal IOL Acrysof IQ PanOptix (n=32) and Acrysof IQ PanOptix Toric (n=24) implantation. The highest percentage of falling in all analyzed error ranges ( $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1,0$ ) was marked for the Olsen formula. Our data does not provide an unambiguous conclusion about the greatest predictive informativeness of any formula in 1 month after the surgery; however, we can note that the errors for the Barrett formula are the highest in comparison with the others.

Keywords: cataract, trifocal IOL, IOL power calculation, Olsen.

Хирургия катаракты в современном мире практически всегда неразрывно связана с решением вопроса оптической коррекции афакии [1] и является самой распространенной офтальмологической операцией в России и в мире. Главная роль в достижении удовлетворительных результатов операции принадлежит интраокулярным линзам (ИОЛ)

различного качественного состава и моделей [2]. Линзы так называемого премиум-класса, к которому относят мультифокальные и торические мультифокальные ИОЛ, стали все чаще использоваться в практике офтальмохирурга. В 2017 г. в России появилась новая трифокальная ИОЛ Acrysof IQ PanOptix trifocal (Alcon, США), а в 2019 г. – и Acrysof IQ PanOptix Toric trifocal (Alcon, США). Новый трифокальный дизайн мультифокальных ИОЛ был создан для обеспечения комфортного зрения вдаль, на среднем и ближнем расстоянии и с целью улучшения качества зрения, особенно в мезопических условиях. После имплантации линз данного класса у большинства пациентов отсутствует необходимость в очковой коррекции [3]. Удовлетворительный результат имплантации линз данного класса зависит от нескольких аспектов, основной из них базируется на достижении целевой послеоперационной рефракции у пациентов [4, 5]. Достижение рефракции цели зависит от адекватного выбора формулы расчета оптической силы ИОЛ. Сравнению эффективности различных формул расчета посвящено достаточное количество работ [6, 7, 8], однако лишь в единичные русскоязычные работы включались пациенты с имплантацией трифокальных ИОЛ [5], а пациенты с имплантацией трифокальных торических ИОЛ не включались ни в одну работу.

Цель исследования: анализ эффективности 4 формул для расчета оптической силы при имплантации Acrysof IQ PanOptix и Acrysof IQ PanOptix Toric.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводилось на базе Тамбовского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. Операции выполнены разными хирургами в период с февраля 2018 г. по март 2020 г. В исследовании приняли участие 43 пациента (56 глаз), 25 мужчин и 18 женщин, в возрасте 49,0 (42,0; 58,0) лет с катарактой на глазах с эметропией (22 глаза) и аметропиями различных степеней (миопия слабой степени – 8 глаз; миопия высокой степени – 16 глаз; гиперметропия средней степени – 8 глаз; гиперметропия высокой степени – 2 глаза), которым была проведена факоэмульсификация катаракты с имплантацией трифокальной ИОЛ Acrysof IQ PanOptix (n=32) и Acrysof IQ PanOptix Toric (n=24). Диапазон оптической силы всех имплантированных ИОЛ – от 6 до 29,5 дптр, по группе 19,25 (11,5; 22,5). Показания для замены нативного хрусталика на трифокальную ИОЛ были следующие: наличие помутнений в хрусталике, осознанное желание пациента не пользоваться очками после операции, астигматизм не выше 0,75 диоптрии. Показания для замены хрусталика на трифокальную торическую ИОЛ: все вышеописанное и астигматизм больше 0,75 диоптрий. Критерии исключения: помутнения роговицы и стекловидного тела различной этиологии, патология макулы и зрительного нерва. Перед операцией с каждым пациентом проводилась беседа, в которой пристальное внимание уделялось необходимости нейроадаптации к

мультифокальной оптике, возможному возникновению оптических феноменов и снижению остроты и качества зрения в мезопических условиях. У всех пациентов проводили определение доминантного глаза при помощи «косвенного» метода определения ведущего глаза, который базируется на опросе пациента (каким глазом он пользуется при стрельбе, работе с фотоаппаратом, лупой и т.д.) [3].

Всем пациентам было проведено комплексное предоперационное обследование, которое включало в себя кераторефрактометрию (KR 8900-P, Торсон, Япония), проверку некорригированной остроты зрения вдаль (НКОЗ) и проверку корригированной остроты зрения вдаль (КОЗ) (фороптер CDR-3100, Huvitz, Южная Корея), бесконтактную тонометрию, компьютерную периметрию (Humphrey, Carl Zeiss, Германия), В-сканирование (UD-8000, Tomey, Япония), оптическую биометрию с определением аксиальной длины глаза, кривизны роговицы, размера зрачка, глубины передней камеры и расстояния «от белого до белого» (LenStar, LS 900, Haag-Streit, Швейцария). Всем пациентам проводили биомикроскопию переднего и заднего отрезка глаза, осмотр глазного дна с трехзеркальной линзой Гольдмана с максимальным мидриазом, в сомнительных случаях – кератотопографию (анализатор переднего сегмента глаза Pentacam, Oculus, Германия), по показаниям – оптическую когерентную томографию (RTVue XR, Optovue, США). Во всех случаях использовалось предоперационное планирование с индивидуальным подходом к выбору ИОЛ с помощью диагностической навигационной системы Verion Image Guided System (Alcon Laboratories, Inc, США).

Все операции проводились под местной анестезией с использованием ультразвуковой офтальмологической хирургической системы для факоэмульсификации INFINITI vision system (Alcon Laboratories, Inc, USA) и CENTURION (Alcon Laboratories, Inc, USA) по стандартной методике. В операционной использовался микроскоп «Zeiss» (Германия) с цифровым интерфейсом «Verion Digital Marker Microscope» (Alcon). Основной роговичный разрез имел размер 2,2 мм, парацентезы – 1,2 мм, капсулорексис – в среднем 5,5 мм. Имплантация ИОЛ Acrysof IQ PanOptix и Acrysof IQ PanOptix Toric происходила с использованием автоматического инжектора AutoSert (Alcon).

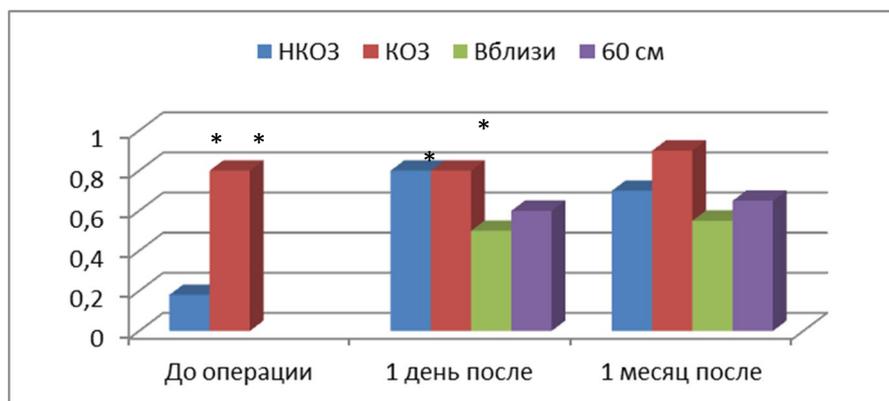
Оценку результатов проводили на 1-е сутки и через 1 месяц после операции. Осуществляли проверку остроты зрения вдаль без коррекции и с коррекцией, вблизи на расстоянии 35–40 см при помощи стандартных таблиц для близости и на среднем расстоянии (60–70 см) с помощью таблицы для проверки зрения на промежуточном расстоянии.

Оптическую силу ИОЛ каждого пациента рассчитывали по формулам Barrett, Holladay I, Olsen оптического биометра Lenstar, Holladay II диагностической навигационной системы Verion Image Guided System. Проводили ретроспективный анализ эффективности

перечисленных выше формул. Для каждой формулы данные пациента включали в анализ, если именно это расчетное значение было использовано при имплантации ИОЛ. Если расчетные значения по разным формулам совпадали, то пациент включался более чем в одну группу. Прогностическую эффективность оценивали по величине абсолютной рефракционной погрешности (D), которую определяли как полученный послеоперационный сферический эквивалент (Se) за вычетом предполагаемого Se, вычисленного по конкретной формуле. Для каждой формулы на этапах через 1 день и через 1 месяц после имплантации ИОЛ вычисляли следующие параметры рефракционной погрешности: медиану (Me(D)), 25% и 75% квантили (Q25(D) и Q75(D)), минимум и максимум (Min(D) и Max(D)), вариационный размах (VR (D)), а также процент глаз в пределах  $D \leq 0,5$  и  $D \leq 0,25$ . Кроме того, для каждой формулы рассчитывали процент глаз с остротой зрения «0,5 и выше» и «0,8 и выше» через 1 месяц после имплантации ИОЛ, как для НКОЗ, так и для КОЗ.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ «Statistica 10.0» (DellInc., США). Поскольку распределение большинства признаков отличалось от нормального (проверяли по критерию Шапиро–Уилка), данные представлены в виде медианы и 25% и 75% квантилей (Me (Q25; Q75)). Статистическую значимость различий оценивали с использованием непараметрического критерия Вилкоксона. Различия принимались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты исследования и обсуждение.** Все операции прошли без осложнений. В послеоперационном периоде всем пациентам была назначена комбинация антибактериального препарата с дексаметазоном. Послеоперационный период у всех пациентов протекал без осложнений. На 1-е сутки после операции отмечено значимое повышение остроты зрения на всех расстояниях (рис.). Через 1 месяц после операции тенденция сохранялась для всех расстояний, что коррелирует с мнением других авторов [3, 5, 9, 10]. По мнению ряда авторов [3], оптимальным сроком наблюдения в оценке эффективности мультифокальной коррекции является срок 6 месяцев. Планируем представить оценку результатов через данный промежуток времени.



### Динамика остроты зрения на разных этапах обследования

Примечание: \* — различия с исходным состоянием статистически значимы.

Расчет оптической силы ИОЛ премиум-класса был и остается непростой задачей в офтальмологии в связи с высокими требованиями пациентов к рефракционному результату операции, который должен приближаться к эмметропии с учетом первичной рефракции [3, 5, 7]. В связи с этим были сопоставлены результаты использования формул Holladay I, Holladay II, Barrett и Olsen (табл. 1, 2). Анализ исходных НКОЗ и КОЗ в полученных группах показал отсутствие различий (по критерию Краскела–Уоллиса  $H=3,52$ ,  $p=0,318$  и  $H=2,65$ ,  $p=0,449$  соответственно). Однако послеоперационные параметры (через 1 месяц) несколько отличались. Получено, что при использовании формулы Barrett вероятность остроты зрения 0,5 и выше и 0,8 и выше была наименьшей (37,5% в обоих случаях), что несколько отличается от результатов ряда других авторов [5–8], в исследованиях которых наибольшую эффективность показала именно формула Barrett.

Таблица 1

НКОЗ при использовании исследуемых формул расчета оптической силы ИОЛ через 1 день после операции

| Формула                      | Me   | Min  | Max  | Q <sub>25</sub> | Q <sub>75</sub> | НКОЗ<br>≥0,5; % | НКОЗ<br>≥0,8; % |
|------------------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Holladay I<br>(n=20)         | 0,85 | 0,45 | 1,00 | 0,70            | 1,00            | 90,0            | 70,0            |
| Holladay II<br>Verion (n=24) | 0,85 | 0,50 | 1,00 | 0,60            | 0,95            | 100             | 58,3            |
| Barrett (n=16)               | 0,75 | 0,50 | 1,00 | 0,60            | 0,85            | 37,5            | 37,5            |
| Olsen (n=16)                 | 0,85 | 0,50 | 1,00 | 0,65            | 0,95            | 50,0            | 50,0            |

Таблица 2

НКОЗ при использовании исследуемых формул расчета оптической силы ИОЛ через 1 месяц после имплантации

| Формула                      | Me   | Min  | Max  | Q <sub>25</sub> | Q <sub>75</sub> | НКОЗ<br>≥0,5; % | НКОЗ<br>≥0,8; % |
|------------------------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Holladay I<br>(n=20)         | 0,75 | 0,20 | 1,00 | 0,50            | 0,80            | 75,0            | 50,0            |
| Holladay II<br>Verion (n=24) | 0,70 | 0,20 | 1,00 | 0,55            | 0,80            | 88,9            | 44,4            |
| Barrett (n=16)               | 0,80 | 0,55 | 1,00 | 0,80            | 1,00            | 100,0           | 80,0            |
| Olsen (n=16)                 | 0,90 | 0,60 | 1,00 | 0,70            | 1,00            | 100,0           | 62,5            |

Оценка абсолютной рефракционной погрешности также выявила некоторые отличия в зависимости от используемой формулы (табл. 3). Наименьшее групповое значение

погрешности наблюдалось для формулы Olsen ( $Me=0,48$ ), в то время как для формул Holladay I ( $Me=0,79$ ), Holladay II ( $Me=0,75$ ), Barrett ( $Me=0,66$ ) погрешности были в 1,5 раза больше. Показатели квартилей, min, max, VR отражают ту же тенденцию, для формулы Olsen они наименьшие. Наибольший процент попадания во все анализируемые нами диапазоны погрешности ( $\pm 0,25$ ;  $\pm 0,5$ ;  $\pm 1,0$ ) также отмечался для формулы Olsen. Причем только для этой формулы отмечалось 100%-ное попадание в погрешность  $\pm 1,0$ .

Таблица 3

Ошибки прогнозирования (D) исследуемых формул расчета оптической силы ИОЛ через 1 день после имплантации

| Формула                   | Me(D), дптр | Min(D), дптр | Max(D), дптр | Q <sub>25</sub> (D), дптр | Q <sub>75</sub> (D), дптр | VR (D), дптр | D $\leq\pm 1,0$ ; % | D $\leq\pm 0,5$ ; % | D $\leq\pm 0,25$ ; % |
|---------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------------------|--------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Holladay I (n=20)         | 0,79        | 0,23         | 1,17         | 0,60                      | 0,86                      | 0,94         | 88,9                | 22,2                | 22,2                 |
| Holladay II Verion (n=24) | 0,75        | 0,10         | 1,71         | 0,48                      | 1,23                      | 1,61         | 63,6                | 27,3                | 18,1                 |
| Barrett (n=16)            | 0,66        | 0,13         | 1,09         | 0,28                      | 0,93                      | 0,96         | 87,5                | 37,5                | 25,0                 |
| Olsen (n=16)              | 0,48        | 0,07         | 0,97         | 0,20                      | 0,70                      | 0,90         | 100,0               | 50,0                | 37,5                 |

Однозначного заключения о наибольшей прогностической информативности какой-либо формулы через 1 месяц после операции (табл. 4) из наших данных не следует, однако можно отметить, что погрешности для формулы Barrett в сравнении с остальными наиболее высокие. В работе К.Б. Першина анализировались 6 формул, среди которых наименьшее значение средней абсолютной погрешности и наибольшая частота попадания в рефракцию цели показаны для формул Barrett Universal II и Olsen [5]. Однако следует отметить, что ни в нашей работе, ни в работе К.Б. Першина не было проведено деления на подгруппы по длине глаза и исследования эффективности формул в зависимости от степени аметропии. D.L. Cooke с соавторами провели сравнительный анализ 9 наиболее часто используемых формул для расчета ИОЛ, в котором также сообщили о наибольшей эффективности формулы Barrett Universal II [6]. В работах J.X. Kane с соавт. исследовались 7 формул, авторы пришли к выводу о преимуществе формулы Barrett Universal II, однако отметили, что формула Holladay I не уступает ей по эффективности [7]. Следует отметить, что в данных двух статьях представлены результаты исследования эффективности формул расчета оптической силы ИОЛ Acrysof IQ SN60WF, а не Acrysof IQ PanOptix. В статье M. Shajari с соавт. приведены данные ретроспективного анализа эффективности 9 формул для расчета оптической силы ИОЛ Acrysof PanOptix, наименьшие значения средней абсолютной погрешности показали

следующие формулы: Barrett Universal II (0.294 D), Hill-RBF (0.332 D), Olsen (0.339 D) [8]. В исследовании были представлены результаты ретроспективного анализа 75 глаз, также не разделенных на подгруппы по степени аметропии, как и в нашей работе. Таким образом, наши данные дополняют массив исследований по оценке прогностической эффективности формул расчета оптической силы ИОЛ премиум-класса, однако оставляют этот вопрос открытым, так как результаты лишь частично согласуются с данными других авторов, что может быть связано со значительным процентом пациентов с аметропиями высоких степеней в нашем исследовании.

Таблица 4

Ошибки прогнозирования (D) исследуемых формул расчета оптической силы ИОЛ через 1 месяц после имплантации

| Формула                         | Me(D),<br>дптр | Min(D),<br>дптр | Max(D),<br>дптр | Q <sub>25</sub> (D),<br>дптр | Q <sub>75</sub> (D),<br>дптр | VR<br>(D),<br>дптр | D $\leq$ $\pm$ 1,0;<br>% | D $\leq$ $\pm$ 0,5;<br>% | D $\leq$ $\pm$ 0,<br>25; % |
|---------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Holladay II<br>Verion<br>(n=24) | 0,37           | 0,09            | 0,99            | 0,13                         | 0,48                         | 0,90               | 100,0                    | 77,8                     | 44,4                       |
| Barrett<br>(n=16)               | 0,70           | 0,16            | 0,84            | 0,35                         | 0,75                         | 0,68               | 100,0                    | 40,0                     | 20,0                       |
| Olsen<br>(n=16)                 | 0,34           | 0,18            | 0,69            | 0,20                         | 0,57                         | 0,51               | 100,0                    | 75,0                     | 50,0                       |
| Holladay I<br>(n=20)            | 0,30           | 0,09            | 0,92            | 0,22                         | 0,54                         | 0,83               | 100,0                    | 75,0                     | 50,0                       |

**Заключение.** Таким образом, представленный ретроспективный анализ собственных результатов оценки эффективности отдельных методов расчета оптической силы линз премиум-класса констатировал равнозначность формул Holladay II, Olsen и Holladay I, в то время как формула Barrett показала наибольшую ошибку прогнозирования. Однако, учитывая некоторые расхождения с данными литературы, целесообразно продолжить исследования на большем клиническом материале.

### Список литературы

1. Михина И.В. Имплантация мультифокальных линз у пациентов с осложненной катарактой и псевдоэкзофолиативным синдромом: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2017. 24 с.
2. Темиров Н.Н. Коррекция афакии различного генеза мультифокальными интраокулярными линзами с асимметричной ротационной оптикой: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2015. 22 с.

3. Беликова Е.И., Борзых В.А. Результаты имплантации трифокальных интраокулярных линз у пациентов с катарактой и пресбиопией // Офтальмология. 2018. № 15 (3). С. 248-255.
4. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М., Цыганкова А.Ю., Коновалов М.Е. Интраокулярная коррекция пресбиопии методом имплантации мультифокальных линз. Обзор литературы // Офтальмология. 2019. Т. 4. № 4. С. 41-55.
5. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Коновалова М.М., Цыганкова А.Ю., Коновалов М.Е. Особенности расчета оптической силы новой моноблочной асферической дифракционной трифокальной интраокулярной линзы // Клиническая офтальмология. 2019. № 19 (3). С. 171-174.
6. Cooke D.L., Cooke T.L. Comparison of 9 intraocular lens power calculation formulas. J. Cataract Refract Surg. 2016. Vol. 42. P. 1157-1164. DOI: 10.1016/j.jcrs2016.06.029.
7. Kane J.X., Van Heerden A., Atic A., Petsoglou C. Intraocular lens power formula accuracy: comparison of 7 formulas. J. Cataract Refract Surg. 2016. Vol. 42. P. 1490-1500. DOI: 10.1016/j.jcrs2016.07.021.
8. Shajary M., Kolb C.M., Petermann K. et al. Comparison of 9 modern intraocular lens power calculation formulas for a quadrifocal intraocular lens. J. Cataract Refract Surg. 2018. Vol. 44. No 8. P. 942-948. DOI: 10.1016/j.jcrs2018.05.021.
9. Оренбуркина О.И., Абсалямов М.Ш., Бикбулатова А.А., Бурханов Ю.К. Результаты факоэмульсификации катаракты с имплантацией линз нового поколения // Практическая медицина. 2017. № 9 (110). С. 58-62.
10. Стебнев С.Д., Стебнев В.С., Малов И.В., Малов В.М. Анализ функциональных результатов имплантации новой трифокальной интраокулярной линзы // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. № 7. С. 77-82.