



<https://doi.org/10.34883/PI.2022.12.2.031>



Альноелати Альмасри М.А. ✉, Стебнев В.С.

Самарский государственный медицинский университет, Самара, Россия

Анализ влияния заболеваний сетчатки на успешность имплантации мультифокальных ИОЛ

Конфликт интересов: не заявлен.

Раскрытие финансовой информации: ни один из авторов не имеет финансовой или имущественной заинтересованности в каком-либо упомянутом материале или методе.

Подана: 04.10.2021

Принята: 10.05.2022

Контакты: noelatyaeaham@yahoo.com

Резюме

Цель. Оценить влияние мультифокальных интраокулярных линз (ИОЛ) на остроту зрения у пациентов с заболеваниями сетчатки.

Материалы и методы. Проведены сравнение и систематизация результатов исследований, направленных на изучение применения интраокулярных линз среди пациентов с заболеваниями сетчатки, с использованием баз данных PubMed, Web of Science и прочих онлайн-ресурсов.

Результаты. У пациентов с заболеваниями сетчатки мультифокальные ИОЛ либо не оказывают никакого эффекта, либо приводят к ухудшению зрительных характеристик в условиях низкой освещенности и более высоких пространственных частот по сравнению с монофокальными ИОЛ. Тем не менее мультифокальные ИОЛ поддерживают уровень контрастной чувствительности в пределах соответствующего возрасту нормального диапазона. Некоторые исследования показали, что пациенты, которым были имплантированы мультифокальные ИОЛ в один или оба глаза, сообщили о значительном улучшении визуальных результатов. При этом большее удовлетворение было получено у пациентов с имплантированной монофокальной ИОЛ в одном глазу и мультифокальной ИОЛ в другом глазу.

Вывод. Нет прямых доказательств того, что мультифокальные ИОЛ не подходят пациентам с заболеваниями сетчатки. Необходимы дополнительные исследования, чтобы устранить существующие проблемы и оптимизировать использование этого типа линз при наличии заболеваний сетчатки.

Ключевые слова: заболевание, сетчатка, факоемульсификация, мультифокальная, интраокулярная линза

Alnoelaty Almasri M. ✉, Stebnev V.
Samara State Medical University, Samara, Russia

Investigation of the Effect of Retinal Pathologies on the Success of Multifocal IOL Implantation

Conflict of interest: nothing to declare.

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

Submitted: 04.10.2021

Accepted: 10.05.2022

Contacts: noelatyaeham@yahoo.com

Abstract

Purpose of the study. To evaluate the effect of multifocal IOLs on visual acuity in patients with retinal pathologies.

Materials and methods. Comparison and systematization of the results of studies aimed at studying the use of intraocular lenses among patients with retinal pathologies, using PubMed databases, Web of Science and other online resources.

Results. In patients with retinal disorders, multifocal IOLs either have no effect or lead to deterioration of visual characteristics in low light conditions and higher spatial frequencies compared to monofocal IOLs. Nevertheless, multifocal IOLs maintain the level of contrast sensitivity within the age-appropriate normal range. Some studies have shown that patients who were implanted with multifocal IOLs in one or both eyes reported a significant improvement in visual results. At the same time, greater satisfaction was obtained in patients with implanted monofocal IOL in one eye and multifocal IOL in the other eye.

Conclusion. There is no direct evidence that multifocal IOLs are not suitable for patients with retinal diseases. Additional research is needed to eliminate existing problems and optimize the use of this type of lenses in the presence of retinal pathologies.

Keywords: pathology, retina, phacoemulsification, multifocal, intraocular lens

■ ВВЕДЕНИЕ

Достижения в хирургии катаракты и новейшие технологии рефракционной замены хрусталика позволили добиться точных и детерминированных рефракционных результатов [1]. Это также позволило пациентам рассчитывать на полное восстановление зрения после операции [1, 2]. Однако монофокальные интраокулярные линзы (ИОЛ) не способны полностью избавить пациентов от необходимости в ношении корригирующих очков. Мультифокальные интраокулярные линзы в большинстве случаев используются для рефракционных целей среди пациентов без диагностированной катаракты [3]. Существует мнение о том, что, так как мультифокальные ИОЛ снижают контрастную чувствительность, их не рекомендуют имплантировать пациентам с заболеваниями сетчатки. Мультифокальные ИОЛ используют дифракционную или преломляющую оптику для моделирования двух или более фокусов. Принцип работы этой дифракционной ИОЛ основан на интерференции света. Она



включает в себя рисунок, состоящий из серии кольцевых концентрических канавок глубиной менее 1 микрона, которые выгравированы вокруг оптической оси либо на передней или задней поверхности линзы (технология эшелетт). При рефракционной конструкции мультифокальность достигается преломлением света на поверхностях мультифокальной ИОЛ на основе закона Снелла.

Эффективность преломляющих конструктивных мультифокальных ИОЛ зависит от размера зрачка и центрации линзы. Популярность мультифокальных ИОЛ растет, поэтому появляется все больше исследований, изучающих возможность их имплантации пациентам с различными глазными заболеваниями.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение влияния мультифокальных ИОЛ на качество зрения у пациентов с заболеваниями сетчатки.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основными ресурсами, используемыми для изучения медицинской литературы, были базы данных PubMed и Web of Science. Был проведен расширенный поиск с целью выявления соответствующих статей, касающихся мультифокальных интраокулярных линз и заболеваний сетчатки, до 30 декабря 2020 года. В различных сочетаниях использовались следующие ключевые слова: «мультифокальная интраокулярная линза», «хирургия катаракты», «экстракция катаракты», «обмен хрусталика», «диабетическая ретинопатия», «возрастная макулярная дегенерация», «контрастная чувствительность». Поиск выявил 247 уникальных статей. Из исследований, полученных этим методом, были рассмотрены все публикации [1] на английском языке, а также тезисы неанглоязычных публикаций. В качестве потенциального источника информации рассматривались справочные материалы, приведенные в анализируемых статьях [1]. В данном исследовании была предпринята попытка систематизации всех публикаций, так или иначе затрагивающих вопросы использования мультифокальных ИОЛ среди пациентов с заболеваниями сетчатки. Все работы были подвергнуты критическому анализу, целью которого являлось формирование исчерпывающей информационной базы для дальнейших исследований. Попыток обнаружить неопубликованные данные не предпринималось. В дополнение к поиску в PubMed и Web of Science были включены отдельные главы из соответствующей учебной литературы.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Взаимосвязь возраста и контрастной чувствительности

Для оценки контрастной чувствительности используются различные методы, системы и процедуры. На результаты этих оценок влияют различия в методологии, включая условия освещения, время, отведенное на исследование, или критерии принятия решений. В 1978 году Арден и Джейкобсон заявили, что контрастная чувствительность не зависит от возраста, и с тех пор несколько исследований пытались выявить взаимосвязь между контрастной чувствительностью и возрастным фактором [4]. Исследования, анализирующие взаимосвязь между контрастной чувствительностью и возрастом, представлены в табл. 1. Проанализировав закономерности

в данных исследованиях, можно сделать вывод о том, что контрастная чувствительность снижается с возрастом, при этом наибольшее снижение наблюдается на более высоких пространственных частотах [1]. Со снижением контрастной чувствительности вне зависимости от возраста также связано наличие катаракты, в особенности это утверждение относится к задней субкапсулярной катаракте. Также стоит отметить, что уровень контрастной чувствительности может быть различен в зависимости от пола и расы. Так, например, у женщин наблюдается более низкая контрастная чувствительность, чем у мужчин, а у китайцев она значительно ниже, чем у представителей других рас. Кроме того, контрастная чувствительность на более высоких пространственных частотах ниже у миопов по сравнению с эметропами [5]. Бертон и др. [12] предположили, что именно оптические, а не нейронные изменения в зрительной системе способствуют потере пространственной контрастной чувствительности на фотопическом уровне у пожилых людей. Эта небольшая потеря контрастной чувствительности, по-видимому, была обусловлена взаимодействием лазерного спекл-эффекта и повышенного рассеяния света в глазах пожилого человека.

Таблица 1

Анализ взаимосвязи между контрастной чувствительностью и возрастом пациентов

Table 1

Analysis of the relationship between contrast sensitivity and patient age

Исследование	Кол-во человек (возраст)	Анализируемый параметр	Результаты
Каратепе и др., 2017 [7]	37 человек (7–65 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 1,5, 3,0, 6,0, 12,0 и 24,0 цикл/град при уровнях освещенности 0–30 дБ	Увеличение диаметра зрачка с возрастом; дальновзоркость и фотопические состояния были связаны с более низкой контрастной чувствительностью у здоровых людей
Сиа и др., 2013 [8]	472 человека (35–80 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Контрастная чувствительность снижается с возрастом на всех пространственных частотах, но в особенности на самых высоких пространственных частотах. Задняя субкапсулярная катаракта вызывает снижение контрастной чувствительности на всех частотах, в то время как кортикальная катаракта – нет. Ядерная катаракта снижает контрастную чувствительность на промежуточных (12 цикл/град) и высоких (18 цикл/град) частотах
Хохбергер и др., 2007 [9]	61 человек (по возрастным группам)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град при дневном освещении (85 кд/м ²) и ночном освещении (3,0 кд/м ²), с бликами и без бликов	Контрастная чувствительность существенно снижалась при ночном освещении с бликами, тогда как блики оказывали меньшее влияние при дневном освещении. Регрессионный анализ показал весьма значительное влияние возраста на контрастную чувствительность, но дисперсию значений измерений нельзя объяснить только возрастным фактором
Номура и др., 2003 [10]	2267 человек (40–79 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Снижение контрастной чувствительности с возрастом было замечено на всех частотах, даже с поправкой на остроту зрения



Продолжение таблицы 1

Ню и др., 2000 [11]	100 человек (20–69 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 2, 4, 8 и 16 цикл/град; размер зрачка 2, 4 и 6 мм; расфокусировка от –1 до 2 D	При оптимальном фокусе интегральная контрастная чувствительность и логарифм контрастной чувствительности 8 цикл/град показали значительное снижение с увеличением возраста. Значение логарифма контрастной чувствительности 1 цикл/град не зависело от возраста
Кляйн и др., 1996 [6]	5962 человека (34–84 года)	Контрастная чувствительность измеряется периметром в центральном поле 25 градусов	Контрастная чувствительность снижается с возрастом, при этом у женщин она всегда ниже, чем у мужчин, в каждой из возрастных групп
Бертон и др., 1993 [12]	35 человек (17–29 лет) и 29 человек (60–80 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 2, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 и 32 цикл/град	Пожилые испытуемые без заболеваний глаза демонстрировали в среднем небольшую потерю (0,1–0,2 логарифмической единицы) контрастной чувствительности во всем тестируемом пространственном диапазоне частот
Намеда и др., 1989 [13]	19 человек (24–63 года)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 5, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 и 70 цикл/град	Снижение контрастной чувствительности на высоких пространственных частотах среди испытуемых до 40 лет. У испытуемых старше 40 лет наблюдалось снижение контрастной чувствительности на всех пространственных частотах
Тулунай-Кизи и др., 1988 [14]	63 человека (13–67 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 и 12 цикл/град	Чувствительность к низким пространственным частотам в диапазоне от 0 до 15 Гц не зависела от возраста, однако было обнаружено прогрессирующее возрастное повышение порога для комбинаций высоких пространственных частот
Красини и др., 1988 [15]	8 человек из младшей возрастной группы (средний возраст 20,4 года) и 8 человек из старшей возрастной группы (средний возраст 64,4 года)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,2, 0,8, 2,0 и 5,0 цикл/град	Более молодые испытуемые имели лучшую контрастную чувствительность, чем пожилые испытуемые, но это фиксировалось только на более высоких пространственных частотах (2,0 и 5,0 цикл/град)
Слоане и др., 1988 [16]	12 человек (19–35 лет) и 11 человек (68–89 лет)	Контрастная чувствительность как функция яркости мишени на пространственных частотах 0,5, 2, 4 и 8 цикл/град	Когда решетки мерцали на частоте 0,5 Гц, функции для пожилых испытуемых смещались вниз по оси чувствительности на всех уровнях яркости, и наклоны этих функций были круче, чем у молодых испытуемых. Это говорит о том, что одни только оптические механизмы не могут объяснить потерю зрения у пожилых людей
Хиггинс и др., 1988 [17]	50 человек (5 возрастных групп)	Контрастная чувствительность на девяти пространственных частотах от 0,75 до 16 цикл/град	Снижение чувствительности с возрастом на всех пространственных частотах
Эллиот и др., 1987 [18]	16 человек младшей возрастной группы (средний возраст 21,5±2,7 года) и 16 человек старшей возрастной группы (средний возраст 72±4,3 года)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 2, 4, 6, 10 и 16,5 цикл/град	Более низкая контрастная чувствительность на средних (4 цикл/град) и высоких (10,6, 16,5 цикл/град) пространственных частотах в старшей возрастной группе

Окончание таблицы 1

Ятес и др., 1987 [19]	103 человека (21–40 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 и 24 цикл/град	Снижение контрастной чувствительности с возрастом было обнаружено только на пространственной частоте 16 цикл/град
Росс и др., 1985 [20]	17 человек младшей возрастной группы (20–30 лет) и 53 человека старшей возрастной группы (50–87 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,4, 0,95, 2,88, 6,73, 12,70 и 19,23 цикл/град	Более низкие показатели контрастной чувствительности в старшей возрастной группе по сравнению с младшей возрастной группой на всех пространственных частотах. В старшей возрастной группе наблюдается линейное снижение контрастной чувствительности с увеличением возраста для средних и высоких пространственных частот
Моррисон и Макграт, 1985 [21]	45 человек	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 8–40 цикл/град (10–15 различных частот в этом диапазоне)	С увеличением возраста контрастная чувствительность оставалась стабильной до 60 лет. У пациентов старше 60 лет наблюдалось снижение контрастной чувствительности
Клайн и др., 1983 [22]	16 человек младшей возрастной группы (18–25 лет) и 16 человек старшей возрастной группы (55–70 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 2, 4, 6, 8 и 12 цикл/град	Потеря контрастной чувствительности, связанная с возрастом, наблюдалась в основном на средних и высоких пространственных частотах
Оусли и др., 1983 [23]	91 человек (19–87 лет)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 1, 2, 4, 8 и 16 цикл/град	Более низкая контрастная чувствительность наблюдалась среди испытуемых от 40 до 50 лет на более высоких пространственных частотах
Макграт и Моррисон, 1981 [24]	66 человек (5–94 года)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 2, 3, 5, 10, 20 и 25 цикл/град	С возрастом наблюдалось общее снижение контрастной чувствительности. Потеря контрастной чувствительности для пространственных частот среднего диапазона была больше, чем для более высоких пространственных частот
Секулер и др., 1980 [25]	25 человек младшей возрастной группы и 10 человек старшей возрастной группы	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 1, 2, 4, 8 и 16 цикл/град (частота мерцаний 0,3 или 6 Гц)	Испытуемые старшего и младшего возраста не отличались в способности видеть цели с тонкой структурой (высокие пространственные частоты); испытуемые старшего возраста были лишь на треть так же чувствительны к целям с грубой структурой (низкие пространственные частоты), как и более молодые испытуемые. Пожилые испытуемые также отличались худшей способностью видеть движущиеся цели
Дерфельдит и др., 1979 [26]	10 детей, 12 человек возрастной группы 20–40 лет, 5 человек 40–60 лет, 11 человек старше 60 лет	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,5, 1, 0, 2, 0, 4, 0, 10, 20 и 40 цикл/град	Не было выявлено существенной разницы между испытуемыми молодого и среднего возраста в отношении контрастной чувствительности. У испытуемых старше 60 лет наблюдалась потеря контрастной чувствительности на средних и высоких частотах
Арден, Якобсон, 1978 [4]	50 человек 17–64 лет (100 глаз, среди них 7 глаз с гипертензией, 43 глаза с глаукомой)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,4, 0,8, 1,6, 3,2 и 6,4 цикл/град	Ухудшение контрастной чувствительности с возрастом у пациентов без патологий признается незначительным



С другой стороны, Эллиот и др. [27] сообщили, что снижение контрастной чувствительности происходит из-за потери нейронов. В их исследовании старческий миоз и снижение оптической передачи, которые, как полагают, влияют на контрастную чувствительность, имитировались у более молодых испытуемых путем уменьшения освещенности сетчатки, однако это не привело к снижению контрастной чувствительности. Хиггинс и др. [17] полагают, что снижение высокой пространственной частоты, хотя оно и является сравнительно небольшим, все же слишком велико, чтобы быть вызванным изменениями плотности хрусталика, связанными с возрастом. Это было подтверждено Оусли и др. [23], которые в своем исследовании продемонстрировали, что после операции по удалению катаракты у пожилых пациентов все еще наблюдается снижение контрастной чувствительности на более высоких частотах, несмотря на имплантированную мультифокальную ИОЛ. Снижение зрительных характеристик также может быть связано с пространственной интеграцией и сложностью обработки визуальной информации [1] при невозможности устранения шумового эффекта [28]. Моррисон и Джей [29] с помощью лазерной интерферометрии подтвердили, что оптические функции остаются неизменными с возрастом, в то время как нейронные функции значительно снижаются.

Таблица 2
Анализ контрастной чувствительности у пациентов с имплантированной мультифокальной ИОЛ
Table 2
Contrast sensitivity analysis in patients with implanted multifocal IOL

Исследование	ИОЛ	Анализируемый параметр	Результаты
Алтермер, Гомез и др., 2019 [34]	Tecnis ZCB00 (AMO, n=44) vs Tecnis ZMB00 (AMO, n=78)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град (мезопические и фотопические условия)	Нет различий в контрастной чувствительности
Менуши и др., 2018 [35]	PanOptix IQ (Alcon, n=40), AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec, n=40), Tecnis Symfony (AMO, n=40)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град (мезопические и фотопические условия)	Мультифокальные ИОЛ Tecnis Symfony обеспечивали значительно лучшие показатели контрастной чувствительности в мезопических и фотопических условиях по сравнению с другими моделями мультифокальных ИОЛ
Дирда и др., 2018 [36]	OptiVis (Aaren Scientific, n=64) vs AR40E (AMO, n=64) vs M-Flex (Rayner, n=64) vs ReZoom (AMO, n=64) vs ReSTOR (Alcon, n=64)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1, 5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Только в мезопических условиях без бликов контрастная чувствительность у пациентов с мультифокальной ИОЛ была значительно ниже, чем с монофокальной ИОЛ, на любых тестируемых частотах
Педротти и др., 2018 [30]	Tecnis (AMO, n=30) vs Tecnis Symfony (AMO, n=55) vs ReSTOR +2,5 (Alcon, n=50) vs ReSTOR +3,0 (Alcon, n=50)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 6, 12 и 18 цикл/град (85 кд/м ² при 4 м)	Нет различий в контрастной чувствительности в фотопических условиях между монофокальной ИОЛ и EDOF Tecnis ни на одной из пространственных частот. Напротив, все значения контрастной чувствительности для этих двух линз были значительно лучше, чем те, которые были получены с обеими аподизированными дифракционными рефракционными мультифокальными ИОЛ (ReSTOR)

Продолжение таблицы 2

Педротти и др., 2018 [37]	Comfort LS-313 MF 15 (Lentis, n=11) vs monofocal Tecnis (AMO, n=12)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Нет различий в контрастной чувствительности
Максвелл и др., 2017 [38]	Monofocal AcrySof SN-60WF (Alcon) vs AcrySof IQ ReSTOR +2,5	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град (фотопические условия); 1,5, 3,0, 6,0 и 12,0 цикл/град (мезопические условия), с бликами и без бликов	Нет существенных различий в контрастной чувствительности
Плаза, Пауч и др., 2016 [39]	AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec, n=30), FineVision (Physiol, n=30), MPlus-LS313 (Lentis, n=30), AcriLisa 366D (Carl Zeiss Meditec, n=30), ReSTOR SN6AD1 (Alcon, n=30), monofocal spherical Acri.Smart 48S (Carl Zeiss Meditec, n=30)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град (мезопические условия, пониженная яркость)	Нет различий в контрастной чувствительности в условиях пониженной яркости на пространственных частотах 1,5, 3, 6 и 12 цикл/град, но присутствуют различия на пространственной частоте 18 цикл/град (лучшая контрастная чувствительность при имплантации монофокальной ИОЛ)
Лабирис и др., 2015 [40]	Multifocal Iserit PY60MV (Hoya, n=37) vs monovision SN60WF (Alcon, n=38)	Контрастная чувствительность по диаграмме Пелли – Робсона	Нет различий в контрастной чувствительности
Гил и др., 2014 [41]	AcrySof ReSTOR SN6AD1 (Alcon, n=35) vs AcrySof ReSTOR SN60D3 (Alcon, n=36) vs Tecnis ZMA00 (AMO, n=38) vs ReZoom NXG (AMO, n=33) vs Tecnis ZA9003 (AMO, n=38)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град (8 уровней контраста), контрастная чувствительность зрения вблизи на 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град (8 уровней контраста)	Монофокальная ИОЛ показала лучшие результаты контрастной чувствительности на всех пространственных частотах. Дифракционная оптика и асферические профили показали статистически незначимую тенденцию к улучшению в мезопических условиях. Контрастная чувствительность зрения вблизи была ниже для рефракционных линз, корректирующих зрение вдаль, особенно на средних и высоких пространственных частотах
Тан и др., 2014 [42]	Akreos AO (Bausch & Lomb) vs ZMA00 (AMO) vs Tetraflex (Lenstec) (всего, n = 128 глаз)	Контрастная чувствительность на уровнях контраста: 100%, 25%, 10% и 5%	Через 3 месяца после операции достоверных различий в контрастной чувствительности между тремя группами не наблюдалось
Ямаучи и др., 2013 [43]	Tecnis ZA9003/ZCB00 (AMO) vs ZMA00/ZMB00 (AMO)	Контрастная чувствительность с размером опто типа 0,7, 1, 1,6, 2,5, 4 и 6,3 градуса, с бликами и без бликов	Монофокальные ИОЛ продемонстрировали лучшие показатели контрастной чувствительности
Жи и др., 2013 [44]	Monofocal AcrySof Natural (Alcon, n=27) vs AcrySof ReSTOR (Alcon, n=24)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 0,7, 1,0, 1,6, 2,5, 4,0 и 6,3 цикл/град; скотопические (80 кд/м ²) и мезопические (5 кд/м ²) условия	Монофокальные ИОЛ продемонстрировали лучшие показатели контрастной чувствительности при всех условиях и частотах



Продолжение таблицы 2

Вилкинс и др., 2013 [45]	Tecnis ZM900 (AMO, n=106) vs monovision Akreos AO (Bausch & Lomb, n=105)	Контрастная чувствительность по диаграмме Пелли – Робсона	Монофокальные ИОЛ продемонстрировали лучшие показатели контрастной чувствительности ($p=0,009$)
Зао и др., 2010 [46]	AcrySof ReSTOR SA60D3 (Alcon, n=72) vs AcrySof SA60AT (Alcon, n=89)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	На пространственной частоте 3 цикл/град монофокальные ИОЛ показали лучшие результаты контрастной чувствительности, чем мультифокальные ИОЛ
Мартиниз, Палмер и др., 2008 [47]	Tecnis Z9000 (AMO, n=48) vs Tecnis ZM900 (AMO, n=52) vs ReZoom (AMO, n=64) vs TwinSet (AcriTec, n=64)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град в мезопических и скотопических условиях, с бликами и без бликов	Средняя контрастная чувствительность у пациентов группы монофокальной ИОЛ была лучше, чем у пациентов группы мультифокальной ИОЛ. Пациенты, которым была имплантирована TwinSet, имели менее благоприятные показатели контрастной чувствительности по сравнению с пациентами с более новыми мультифокальными моделями
Силлино и др., 2008 [48]	AR40 (AMO, n=15) vs Array SA40N (AMO, n=16) vs ReZoom (AMO, n=15) vs ZM900 (n=16)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	На пространственной частоте 3 цикл/град монофокальные ИОЛ (AR40) и дифракционные мультифокальные ИОЛ, не зависящие от размера зрачка (ZM900), демонстрировали более высокую контрастную чувствительность, чем рефракционные мультифокальные ИОЛ (ReZoom и ZM900) ($p=0,038$)
Харман и др., 2008 [49]	1CU (n=28) vs Array SA40N (AMO, n=27) vs Clariflex (AMO, n=27)	Контрастная чувствительность по диаграмме Пелли – Робсона	Контрастная чувствительность у пациентов с 1CU через 3 мес. оказалась немного выше, чем у пациентов, которым были имплантированы другие модели линз, однако через 18 мес. никаких различий не обнаружено
Зенг и др., 2007 [50]	Z9001 (AMO, n=40) vs SA60AT (Alcon, n=45) vs SA40N (AMO, n=39)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 6, 12 и 18 цикл/град (85 кд/м^2 при 4 м), с бликами и без бликов	На всех пространственных частотах Z9001 показали лучшую контрастную чувствительность, чем SA40AT, в то время как SA60AT показали лучшую контрастную чувствительность, чем SA40N
Сен и др., 2004 [51]	40NB (AMO, n=67) vs Array SA40N (AMO, n=53)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Контрастная чувствительность у пациентов с мультифокальными ИОЛ на всех пространственных частотах несколько хуже, чем у пациентов с монофокальными ИОЛ, однако разница не была существенной и уменьшалась с течением времени
Монтес-Мико и др., 2004 [52]	SI-40NB (AMO, n=32) vs SA40N (AMO, n=32)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град	Контрастная чувствительность у пациентов с мультифокальными ИОЛ при низкой яркости на самых высоких пространственных частотах (12 и 18 цикл/град) несколько хуже, чем у пациентов с монофокальными ИОЛ. При ярком освещении контрастная чувствительность в обеих группах находится в пределах нормы

Окончание таблицы 2

Лейланд и др., 2002 [53]	S140 N (AMO) vs Array SA40NB (AMO) vs TrueVista 68STUV (Storz)	Контрастная чувствительность по диаграмме Пелли – Робсона (расстояние 1 м)	Средняя бинокулярная контрастная чувствительность составила 1,74 (SD 0,15) для монофокальной ИОЛ, 1,67 (0,13) для мультифокальной ИОЛ и 1,65 (0,20) для бифокальной ИОЛ (статистическая значимость неясна)
Камлеш и др., 2001 [54]	Progress 3 (Domilens, n=20) vs Flex 65 (Domilens, n=20)	Контрастная чувствительность по диаграмме Пелли – Робсона при 90 кд/м ²	В среднем более низкая контрастная чувствительность зафиксирована у пациентов с имплантированной мультифокальной ИОЛ по сравнению с пациентами, которым была имплантирована монофокальная ИОЛ (1,38 против 1,56 логарифмической единицы; p<0,001)
Хаскжолд и др., 1998 [55]	Diffractive bifocal PMMA 808X (Pharmacia, n=115) vs monofocal 808D (Pharmacia, n=106)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град (вдаль и вблизи)	Пациенты с бифокальными ИОЛ имели более низкую контрастную чувствительность, чем пациенты с монофокальной ИОЛ, на всех пространственных частотах
Аллен и др., 1996 [56]	Diffractive bifocal PMMA 808X (Pharmacia, n=79) vs monofocal 808D (Pharmacia, n=70)	Контрастная чувствительность на пространственных частотах 1,5, 3, 6, 12 и 18 цикл/град на трех уровнях освещенности	Различия в контрастной чувствительности в зависимости от уровня освещенности. При среднем освещении в группе бифокальных ИОЛ отмечалась более низкая контрастная чувствительность по сравнению с группой монофокальных ИОЛ, однако отклонения оставались в пределах нормы
Персивал и др., 1993 [57]	PC25 (AMO, n=25) vs Array (AMO, n=25)	Система Регана	Отмечалась несколько более низкая контрастная чувствительность в группе пациентов с мультифокальными ИОЛ, однако различие не является статистически значимым
Штейнерт и др., 1992 [58]	PC-25NB (AMO, n=30) vs Array MPC-25NB (AMO, n=32)	Система Регана	Мультифокальные ИОЛ показали худшие результаты контрастной чувствительности в сравнении с монофокальными ИОЛ только на уровне контраста в 11%

Связь между контрастной чувствительностью и мультифокальной ИОЛ

Как видно из табл. 2, исследования влияния мультифокальных ИОЛ на контрастную чувствительность дают противоречивые результаты. Сравнение результатов измерения контрастной чувствительности затруднено из-за несоответствий в используемых тестах, различных уровней освещенности и неточностей в сообщаемых переменных. Тем не менее контрастная чувствительность у пациентов с имплантированной мультифокальной ИОЛ была ниже, чем у пациентов с монофокальными ИОЛ, по крайней мере при определенных условиях. При этом в некоторых исследованиях мультифокальные ИОЛ проявили себя хуже в условиях низкой освещенности и на более высоких пространственных частотах. В отношении контрастной чувствительности результат может зависеть от модели и конструкции мультифокальной ИОЛ: дифракционная оптика влияет на контрастную чувствительность в меньшей степени [30]. Однако качество доказательств в данной области оставляет желать лучшего. Кроме того, ни одно из исследований не выявило связи между контрастной



чувствительностью и качеством зрения [31]. Контрастная чувствительность улучшалась с течением времени и достигала возрастной нормы в пределах 3–12 месяцев после операции. Аналогичные результаты были представлены в метаанализе, проведенном Розен и др. [32], и в обзоре Ванг и др. [33]. Таким образом, в настоящий момент не представляется возможным дать исчерпывающее заключение по поводу того, какой дизайн мультифокальной ИОЛ может обеспечить наилучшие визуальные характеристики у пациентов с заболеваниями сетчатки.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Противопоказания к применению мультифокальных ИОЛ

В настоящее время существует ряд противопоказаний и нежелательных факторов, которые необходимо учитывать при имплантации мультифокальной ИОЛ. К ним относятся аберрации роговицы, особенно кома или конус, которые могут привести к снижению контрастной чувствительности и дисфотопсии. Децентрация ИОЛ относительно центра зрачка приводит к увеличению аберраций высокого порядка и снижению объективной контрастной дискриминации.

Таким образом, асимметричный капсулорексис, гаптическая деформация или подвывих ИОЛ могут выступить противопоказаниями к имплантации мультифокальной ИОЛ. Поскольку синдром псевдоэкзофолии ИОЛ коррелирует с зональной нестабильностью, центрирование ИОЛ в этих случаях не может быть гарантировано. У пациентов с увеличенным зрачком, послеоперационной аметропией и астигматизмом или с развившимся помутнением задней капсулы достижение максимального зрительного результата после имплантации невозможно [59, 60]. Применение мультифокальных ИОЛ строго не рекомендуется при пигментном ретините и болезни Штаргардта, в то время как диабетическая ретинопатия, возрастная макулярная дегенерация и эпиретинальные мембраны являются лишь относительными противопоказаниями [61]. В связи с этим следует разработать продуманный подход к лечению пациентов с нейроофтальмологическими заболеваниями (например, косоглазием, синдромом Хорнера) или глаукомными дефектами поля зрения [62, 63].

Только в нескольких исследованиях оценивались визуальные результаты имплантации мультифокальных ИОЛ у пациентов с сопутствующими заболеваниями сетчатки (табл. 3). Камат и др. [64] в своем исследовании отмечают, что пациенты с сопутствующими заболеваниями глаз, включая возрастную макулярную дегенерацию, глаукому или диабетическую ретинопатию, сообщили в целом о положительных результатах имплантации мультифокальной ИОЛ. В исследование были включены 70 пациентов (81 глаз), которым была имплантирована мультифокальная ИОЛ, и 41 пациент (52 глаза), которому была имплантирована монофокальная ИОЛ. Острота зрения вдаль была одинаковой в обеих группах, в то время как некорригированная острота зрения вблизи (НОЗВ) была значительно лучше в группе пациентов с имплантированными мультифокальными ИОЛ. Пациенты, которым была имплантирована монофокальная ИОЛ в один глаз и мультифокальная ИОЛ (Array, Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA) в другой глаз, сообщали о большей субъективной удовлетворенности мультифокальной ИОЛ. Однако у 3 из 11 пациентов с двумя разными имплантированными ИОЛ более развитая патология наблюдалась в глазу с монофокальной ИОЛ, что затрудняло интерпретацию значимости данного открытия. При этом стоит отметить, что четкого определения понятия «более развитая патология»

Таблица 3

Исследования, оценивающие результаты операций по имплантации мультифокальных ИОЛ у пациентов с сопутствующими заболеваниями сетчатки

Table 3

Studies evaluating the results of multifocal IOL implant surgery in patients with concomitant retinal disease

Исследование	ИОЛ	Заболевание	Заключение
Гайтон и др. [65]	AcrySof ReSTOR targeting -2,0 (Alcon)	Сухая возрастная макулярная дегенерация или макулярная дегенерация в поздней стадии	В катарактальных глазах с возрастной макулярной дегенерацией замена хрусталика миопической мультифокальной интраокулярной линзой улучшала или поддерживала зрение вблизи без серьезного ущерба для зрения вдаль
Камат и др. [64]	Multifocal Array (AMO) vs Monofocal SI-40NB0 (AMO)	Возрастная макулярная дегенерация, глаукома, глазная гипертензия, диабетическая ретинопатия и т. п.	Обе ИОЛ показали схожие визуальные результаты, однако часть пациентов осталась довольна мультифокальной ИОЛ

приведено не было. Настоящее исследование показывает, что результаты имплантации ИОЛ могут значительно разниться даже среди пациентов без сопутствующих заболеваний сетчатки. Следующим вопросом для изучения является вопрос о том, должно ли наличие заболеваний сетчатки быть решающим основанием для категорического отказа от имплантации мультифокальной ИОЛ.

Гайтон и др. [65] предложили имплантацию AcrySof ReSTOR (Alcon, Fort Worth, TX) для достижения зрительного результата не хуже -2,0 D в глаза с возрастной макулярной дегенерацией и скорректированной остротой зрения вдаль (СОЗВ) 20/50 или хуже. Этот подход особенно интересен тем, что он обеспечивает дополнительную коррекцию зрения вблизи примерно на 5,2 D. СОЗВ улучшилась в 14 из 20 случаев (70%), а НОЗВ – в 18 из 20 случаев (90%). Кроме того, следует учитывать влияние качества зрения пациентов на их качество жизни [66]. В рамках этого исследования, исходя из данных 25-балльного опросника зрительных функций (VFQ-25), сообщалось о значительном улучшении показателей зрительной функции среди пациентов обеих групп. Ученые пришли к выводу о том, что имплантация мультифокальной ИОЛ обеспечивает улучшение зрения вблизи, что недоступно при стандартной хирургии катаракты.

Предпосылки будущих исследований

Прогрессирование макулярной дегенерации после хирургического удаления катаракты и рефракционной замены хрусталика является актуальной проблемой [59], так как у пациентов данное осложнение может развиваться спустя годы после операции. Таким образом, может возникнуть вопрос: следует ли применять мультифокальную ИОЛ для коррекции зрения у пациента с диабетом, который подвержен риску развития макулярного отека? В настоящий момент не существует доказательств того, что мультифокальные ИОЛ должны быть противопоказаны таким пациентам.

Кроме того, перед офтальмологами встает вопрос: какие уровни контрастной чувствительности следует считать нормальными, учитывая ее большое стандартное отклонение даже среди здоровых испытуемых? Следует ли сравнивать мультифокальную ИОЛ с подобранными по возрасту факическими или псевдофакическими монофокальными ИОЛ? Какой уровень снижения контрастной чувствительности



следует считать клинически значимым? И наконец, какое минимальное значение контрастной чувствительности является поводом для противопоказания для мультифокальной ИОЛ?

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования не было обнаружено никаких доказательств того, что заболевания сетчатки оказывают влияние на зрительные результаты имплантации мультифокальной ИОЛ. Некоторые противопоказания к применению мультифокальных ИОЛ у пациентов с заболеваниями сетчатки носят гипотетический характер. Необходимы дополнительные исследования, в особенности направленные на изучение влияния мультифокальных ИОЛ на контрастную чувствительность, зрительные функции и ежедневную активность пациентов при заболеваниях сетчатки.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Grzybowski A. Recent developments in cataract surgery. *Ann Transl Med.* 2020;8(22):1540. doi: 10.21037/atm-2020-rscs-16
2. Ahmed I.I., Kranemann C., Chipman M. Revisiting early postoperative follow-up after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2002;28(1):100–8. doi: 10.1016/s0886-3350(01)00994-4
3. Lundström M., Dickman M., Henry Y., Manning S. Changing practice patterns in European cataract surgery as reflected in the European Registry of Quality Outcomes for Cataract and Refractive Surgery 2008 to 2017. *J Cataract Refract Surg.* 2021;47(3):373–378. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000457
4. Arden G.B., Jacobson J.J. A simple grating test for contrast sensitivity: preliminary results indicate value in screening for glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1978;17:23–32.
5. Kamiya K., Shimizu K., Iijima A. Factors influencing contrast sensitivity function in myopic eyes. *PLoS One.* 2014;9(11):e113562. doi: 10.1371/journal.pone.0113562
6. Klein B., Howard K.P., Lee K.E., Iyengar S.K. The relationship of cataract and cataract extraction to age-related macular degeneration: the Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology.* 2012;119(8):1628–33. doi: 10.1016/j.opht.2012.01.050
7. Karatepe A.S., Köse S., Eğilmez S. Factors affecting contrast sensitivity in healthy individuals: a pilot study. *Turk J Ophthalmol.* 2017;47:80–84.
8. Sia D.I.T., Martin S., Wittet G., Casson R.J. Age-related change in contrast sensitivity among Australian male adults: Florey adult male ageing study. *Acta Ophthalmol.* 2013;91:312–317.
9. Hohberger B., Laemmer R., Adler W. Measuring contrast sensitivity in normal subjects with OPTEC 6500: influence of age and glare. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2007;245:1805–1814.
10. Nomura H., Ando F., Niino N. Age-related change in contrast sensitivity among Japanese adults. *Jpn J Ophthalmol.* 2003;47:299–303.
11. Nio Y.K., Jansoni N.M., Fidler V. Age-related changes of defocus-specific contrast sensitivity in healthy subjects. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2000;20:323–334.
12. Burton K.B., Owsley C., Sloane M.E. Aging and neural spatial contrast sensitivity: photopic vision. *Vis Res.* 1993;33:939–946.
13. Nameda N., Kawara T., Ohzu H. Human visual spatio-temporal frequency performance as a function of age. *Optom Vis Sci.* 1989;66:760–765.
14. Tulunay-Keesey U., Ver Hoeve J.N., Terkla-McGrane C. Threshold and suprathreshold spatiotemporal response throughout adulthood. *J Opt Soc Am A.* 1988;5:2191–2200.
15. Crassini B., Brown B., Bowman K. Age-related changes in contrast sensitivity in central and peripheral retina. *Perception.* 1988;17:315–332.
16. Sloane M.E., Owsley C., Jackson C.A. Aging and luminance-adaptation effects on spatial contrast sensitivity. *J Opt Soc Am A.* 1988;5:2181–2190.
17. Higgins K.E., Jaffe M.J., Caruso R.C., de Monasterio F.M. Spatial contrast sensitivity: effects of age, test-retest, and psycho-physical method. *J Opt Soc Am.* 1988;5:2173–2180.
18. Elliott D.B. Contrast sensitivity decline with ageing: a neural or optical phenomenon? *Ophthalmic Physiol Opt.* 1987;7:415–419.
19. Yates J.T., Terry Yates J., Harrison J.M. Contrast sensitivity. *Optom Vis Sci.* 1987;64:519–527.
20. Ross J.E., Clarke D.D., Bron A.J. Effect of age on contrast sensitivity function: uniocular and binocular findings. *Br J Ophthalmol.* 1985;69:51–56.
21. Morrison J.D., McGrath C. Assessment of the optical contributions to the age-related deterioration in vision. *Q J Exp Physiol.* 1985;70:249–269.
22. Kline D.W., Schieber F., Abusamra L.C., Coyne A.C. Age, the eye, and the visual channels: contrast sensitivity and response speed. *J Gerontol.* 1983;38:211–216.
23. Owsley C., Sekuler R., Siemsen D. Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vis Res.* 1983;23:689–699.
24. McGrath C., Morrison J.D. The effects of age on spatial frequency perception in human subjects. *Q J Exp Physiol.* 1981;66:253–261.
25. Sekuler R., Hutman L.P., Owsley C.J. Human aging and spatial vision. *Science.* 1980;209:1255–1256.
26. Derefeldt G., Lennerstrand G., Lundh B. Age variations in normal human contrast sensitivity. *Acta Ophthalmol.* 1979;57:679–690.
27. Elliott D., Whitaker D., MacVeigh D. Neural contribution to spatiotemporal contrast sensitivity decline in healthy ageing eyes. *Vis Res.* 1990;30:541–547.
28. De Loss D.J., Watanabe T. Optimization of perceptual learning: effects of task difficulty and external noise in older adults. *Vision Res.* 2014;99:37–45. doi: 10.1016/j.visres.2013.11.003
29. Morrison J.D., Jay J.L. Changes in visual function with normal ageing, cataract and intraocular lenses. *Eye.* 1993;7(Pt 1):20–25.
30. Pedrotti E., Carones F., Aiello F. Comparative analysis of visual outcomes with 4 intraocular lenses: monofocal, multifocal, and extended range of vision. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44:156–167.

31. Nuzzi R, Tridico F. Comparison of visual outcomes, spectacles dependence and patient satisfaction of multifocal and accommodative intraocular lenses: innovative perspectives for maximal refractive-oriented cataract surgery. *BMC Ophthalmol.* 2017;17(1):12. doi: 10.1186/s12886-017-0411-9
32. Rosen E, Alió J.L., Dick H.B. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: metaanalysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42:310–328.
33. Wang S.Y., Stem M.S., Oren G. Patient-centered and visual quality outcomes of premium cataract surgery: a systematic review. *Eur J Ophthalmol.* 2017;27:387–401.
34. Altemir-Gomez I., Millán M.S., Vega F. Comparison of visual and optical quality of monofocal versus multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2019.
35. Mencucci R., Favuzza E., Caporossi O. Comparative analysis of visual outcomes, reading skills, contrast sensitivity, and patient satisfaction with two models of trifocal diffractive intraocular lenses and an extended range of vision intraocular lens. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256:1913–1922.
36. Dyrdar A., Martínez-Palmer A., Martín-Moral D. Clinical results of diffractive, refractive, hybrid multifocal, and monofocal intraocular lenses. *J Ophthalmol.* 2018;8285637.
37. Pedrotti E., Mastropasqua R., Bonetto J. Quality of vision, patient satisfaction and long-term visual function after bilateral implantation of a low addition multifocal intraocular lens. *Int Ophthalmol.* 2018;38:1709–1716.
38. Maxwell A., Holland E., Cibik L. Clinical and patient-reported outcomes of bilateral implantation of a 2.5 diopter multifocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2017;43:29–41.
39. Plaza-Puche A.B., Alió J.L., Sala E., Mojzis P. Impact of low mesopic contrast sensitivity outcomes in different types of modern multifocal intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2016;26:612–617.
40. Labiris G., Giarmoukakis A., Patsiamanidi M. Mini-monovision versus multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2015;41:53–57.
41. Gil M.A., Varón C., Cardona G. Comparison of far and near contrast sensitivity in patients symmetrically implanted with multifocal and monofocal IOLs. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24:44–52.
42. Tan N., Zheng D., Ye J. Comparison of visual performance after implantation of 3 types of intraocular lenses: accommodative, multifocal, and monofocal. *Eur J Ophthalmol.* 2014;24:693–698.
43. Yamauchi T., Tabuchi H., Takase K. Comparison of visual performance of multifocal intraocular lenses with same material monofocal intraocular lenses. *PLoS One.* 2013;8:e68236.
44. Ji J., Huang X., Fan X., Luo M. Visual performance of AcrySof ReSTOR compared with a monofocal intraocular lens following implantation in cataract surgery. *Exp Ther Med.* 2013;5:277–281.
45. Wilkins M.R., Allan B.D., Rubin G.S. Randomized trial of multifocal intraocular lenses versus monovision after bilateral cataract surgery. *Ophthalmology.* 2013;120:2449–2455.e1.
46. Zhao G., Zhang J., Zhou Y. Visual function after monocular implantation of apodized diffractive multifocal or single-piece monofocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 2010;36:282–285.
47. Martínez Palmer A., Gómez Faiña P., España Albelda A. Visual function with bilateral implantation of monofocal and multifocal intraocular lenses: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *J Refract Surg.* 2008;24:257–264.
48. Cillino S., Casuccio A., Di Pace F. One-year outcomes with new-generation multifocal intraocular lenses. *Ophthalmology.* 2008;115:1508–1516.
49. Harman F.E., Maling S., Kampougeris G. Comparing the 1CU accommodative, multifocal, and monofocal intraocular lenses: a randomized trial. *Ophthalmology.* 2008;115:993–1001.e2.
50. Zeng M., Liu Y., Liu X. Aberration and contrast sensitivity comparison of aspherical and monofocal and multifocal intraocular lens eyes. *Clin Exp Ophthalmol.* 2007;35:355–360.
51. Sen H.N., Sarikkola A.-U., Uusitalo R.J., Laatikainen L. Quality of vision after AMO array multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30:2483–2493.
52. Montés-Micó R., España E., Bueno I. Visual performance with multifocal intraocular lenses: mesopic contrast sensitivity under distance and near conditions. *Ophthalmology.* 2004;111:85–96.
53. Leyland M.D., Langan L., Goolfee F. Prospective randomised double-masked trial of bilateral multifocal, bifocal or monofocal intraocular lenses. *Eye.* 2002;16:481–490.
54. Kamlesh D.S., Kaushik S. Contrast sensitivity and depth of focus with aspheric multifocal versus conventional monofocal intraocular lens. *Can J Ophthalmol.* 2001;36:197–201.
55. Haaskjold E., Allen E.D., Burton R.L. Contrast sensitivity after implantation of diffractive bifocal and monofocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24:653–658.
56. Allen E.D., Burton R.L., Webber S.K. Comparison of a diffractive bifocal and a monofocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg.* 1996;22:446–451.
57. Percival S.P.B., Setty S.S. Prospectively randomized trial comparing the pseudoaccommodation of the AMO ARRAY multifocal lens and a monofocal lens. *J Cataract Refract Surg.* 1993;19:26–31.
58. Steinert R.F., Post C.T. Jr., Brint S.F. A prospective, randomized, double-masked comparison of a zonal-progressive multifocal intraocular lens and a monofocal intraocular lens. *Ophthalmology.* 1992;99:853–861.
59. Tuuminen R., Kanclerz P. Methodological challenges with randomized clinical trials for multifocal intraocular lenses. *Surv Ophthalmol.* 2020;65(3):391–392. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.10.007
60. de Vries N.E., Nuijts R. Multifocal intraocular lenses in cataract surgery: literature review of benefits and side effects. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(2):268–78. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.12.002
61. Alió J.L., Plaza-Puche A.B., Fernández-Buenaga R. Multifocal intraocular lenses: an overview. *Surv Ophthalmol.* 2017;62:611–634.
62. Aychoua N., Junoy Montolio F.G., Jansonius N.M. Influence of multifocal intraocular lenses on standard automated perimetry test results. *JAMA Ophthalmol.* 2013;131:481–485.
63. Prakash G., Prakash D.R., Agarwal A. Predictive factor and kappa angle analysis for visual satisfactions in patients with multifocal IOL implantation. *Eye.* 2011;25:1187–1193.
64. Kamath G.G., Prasad S., Danson A., Phillips R.P. Visual outcome with the array multifocal intraocular lens in patients with concurrent eye disease. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:576–581.
65. Gayton J.L., Mackool R.J., Ernest P.H. Implantation of multifocal intraocular lenses using a magnification strategy in cataractous eyes with age-related macular degeneration. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38:415–418.
66. Wang S.Y., Stem M.S., Oren G. Patient-centered and visual quality outcomes of premium cataract surgery: a systematic review. *Eur J Ophthalmol.* 2017;27(4):387–401. doi: 10.5301/ejo.5000978