

*На правах рукописи*

ФОМИНА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА

**НОВЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПАЦИЕНТОВ  
ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МУЛЬТИФОКАЛЬНЫХ  
ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ**

14.01.07 – глазные болезни

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва – 2021

Работа выполнена в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Минздрава России

**Научный руководитель:** **Малюгин Борис Эдуардович**  
доктор медицинских наук, профессор,  
заслуженный деятель науки РФ, заместитель  
генерального директора по научной работе  
ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза»  
им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России,  
профессор кафедры глазных болезней МГМСУ  
имени А.И. Евдокимова

**Официальные оппоненты:** **Першин Кирилл Борисович**  
доктор медицинских наук, профессор,  
академик РАЕН, врач высшей категории,  
ведущий офтальмохирург и медицинский  
директор клиники «Эксимер»

**Коновалов Михаил Егорович**  
доктор медицинских наук, профессор кафедры  
офтальмологии ФГБОУ ДПО ИПК ФМБА  
России, главный врач «Офтальмологического  
Центра Коновалова»

**Ведущая организация:** ФГБНУ «НИИ глазных болезней»  
Минздрава России

Защита состоится «19» апреля 2021 г. в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д.208.014.01 при ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России по адресу: 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-медицинской библиотеке ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России по адресу: 127486, г. Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук

Мушкова Ирина Альфредовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время выполнение операции факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) как основного метода хирургического лечения катаракты проводится не только с целью улучшения зрения, но и повышения качества жизни пациентов. Ключевую роль в достижении желаемых зрительных результатов после операции играет качество ИОЛ.

Наиболее часто имплантируемыми в практике были и остаются монофокальные модели ИОЛ, обеспечивающие высокие зрительные результаты на одной дистанции – дальней или ближней, в зависимости от предполагаемого сферозэквивалента. После их имплантации пациенты отмечали необходимость применения коррекции: для близи – в 78,4%, для дали – в 53,8% случаев (Nijkamp M., 2004).

Современной тенденцией, тесно связанной с повышением требовательности пациентов к остроте зрения не только вдаль, но и вблизи, и на промежуточном расстоянии, стало использование мультифокальных ИОЛ (МИОЛ).

МИОЛ используют принцип одновременного зрения, когда свет распределяется на две или более фокусные точки для расширения диапазона зрения. При этом подобное перераспределение световой энергии снижает пространственную контрастную чувствительность (ПКЧ) и увеличивает вероятность развития субъективных негативных оптических феноменов в послеоперационном периоде. Чаще всего данная симптоматика выражена слабо и во многих случаях имеет тенденцию к уменьшению или даже полному исчезновению с течением времени (Малюгин Б.Э., 2017; Першин К.Б., Коновалов М.Е., 2019).

Современные ИОЛ обеспечивают существенное снижение очковой зависимости после катарактальной хирургии (Rosen E., 2016; Salerno L., 2017). Бифокальные ИОЛ перераспределяют свет между двумя фокусами (дальним и ближним). Накопленный клинический материал подтвердил возможность улучшения некорригированной остроты зрения (НКОЗ) вблизи без снижения зрения вдаль после имплантации бифокальных ИОЛ в сравнении с монофокальными (Medeiros A., 2017; Vilar C., 2017). Степень очковой

независимости у пациентов МИОЛ выше (от 76 до 92% случаев), чем у пациентов с монофокальными ИОЛ (от 8 до 12% случаев) (Ruiz-Mesa R., 2018).

В период с 2012 по 2016 год в клиническую практику вошли дифракционные трифокальные ИОЛ, способные распределить световой поток по трем различным фокусам. По сравнению с трифокальными, бифокальные ИОЛ менее требовательны к диаметру зрачка и имеют лучшие показатели ПКЧ, однако генерируют ореолы и засветы и уступают по остроте зрения на промежуточных расстояниях (Беликова Е.И., 2018; Бойко Э.В., 2018; Brito P., 2015).

В сравнительных исследованиях различных моделей трифокальных ИОЛ основным оценочным критерием является измерение остроты зрения, которое проводится на нескольких дистанциях. Точная оценка остроты зрения вблизи, вдаль и на промежуточной дистанции необходима как для контроля процесса восстановления зрительных функций, так и для сравнительной оценки качества имплантированных МИОЛ.

Известен факт пониженной точности оценок остроты зрения с применением буквенных оптопов, поскольку их распознавание зависит от многих факторов: характера асимметрии букв, различий в пропорциях, общей формы размытых пятен на пределе разрешения, возможности запоминания фрагментов таблицы и ряда других (Anderson R., Thibos L., 1999). Теоретически идеальными оптопами для оценки остроты зрения являются решетки – стимулы с синусоидальным профилем чередования яркости, которые могут быть охарактеризованы одним параметром – пространственной частотой. При использовании зрительных стимулов разного типа оценивается функционирование различных нейронных структур, что необходимо учитывать при анализе результатов. В связи с этим существенный интерес представляют относительно простые стимулы, являющиеся промежуточными между синусоидальными решетками и стимулами сложной формы, например, двухградационные решетки с небольшим числом периодов и близкие к ним знаки E в четырех ориентациях. Оптопы должны быть легко тиражируемыми полиграфическими методами в виде таблиц и хорошо воспроизводимыми на экране монитора без необходимости его калибровки (Рожкова Г.И., 2012).

Таким образом, в настоящее время наблюдается все более широкое внедрение мультифокальной оптики в офтальмологическую практику при одновременном возрастании требовательности пациентов к качеству зрения без очков во всем диапазоне дистанций наблюдения. Это привело к существенному увеличению разнообразия предлагаемых МИОЛ за счет варьирования их параметров, материалов, способов специальной обработки. В связи с этим все более актуальной становится проблема сравнительной экспертной оценки качества и особенностей МИОЛ по функциональным показателям зрения после их имплантации, что необходимо для оптимального выбора МИОЛ в конкретных случаях. На сегодняшний день единой методики проведения такой экспертной оценки не существует. Очевидно, что эта методика должна быть комплексной, включающей как оценку объективных показателей зрения при разных дистанциях наблюдения, так и данные субъективной удовлетворенности пациентов результатами операции. Актуальность вопроса послужила основанием к выбору цели исследования.

### **Цель исследования**

Разработать и клинически обосновать новый метод оценки зрительных функций у пациентов после факоэмульсификации катаракты и имплантации мультифокальных интраокулярных линз.

### **Задачи исследования**

1. Провести сравнительный анализ существующих методов (табличных и компьютерных) и материалов (различных оптопов) оценки остроты зрения и разработать модифицированный небуквенный оптопов, обеспечивающий большую точность измерения остроты зрения и теоретически обосновать целесообразность его применения.

2. Разработать методику измерения остроты зрения с применением тестовой интерактивной компьютерной программы для оценки остроты зрения на нескольких дистанциях (вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии) у пациентов с мультифокальными интраокулярными линзами на основе нового небуквенного оптопова.

3. Изучить клиничко-функциональные результаты исследования остроты зрения с использованием различных методов и материалов, пространственной

контрастной чувствительности в условиях переменной освещенности и сферозэквивалентов здоровых эметропов с сохранной аккомодацией.

4. Сравнить клинико-функциональные результаты исследования остроты зрения с использованием различных методов и материалов, а также пространственной контрастной чувствительности в условиях переменной освещенности, сферозэквивалента и субъективной удовлетворенности у пациентов с имплантированными мультифокальными интраокулярными линзами различных конструкций.

5. Провести сравнительный анализ различных методов (табличных и нового компьютерного) и материалов (трех небуквенных оптопов) для оценки остроты зрения после имплантации различных типов мультифокальных интраокулярных линз.

### **Научная новизна работы**

1. Впервые разработан и клинически обоснован метод оценки остроты зрения с использованием тестовой интерактивной компьютерной программы, основанный на оригинальном небуквенном оптопове – «квартете» 3-полосных стимулов в четырех ориентациях – у здоровых людей и пациентов после мультифокальной коррекции.

2. Впервые проведены сравнительные клинические исследования остроты зрения с использованием разработанной программы, пространственной контрастной чувствительности, сферозэквивалента и субъективной удовлетворенности качеством зрения у пациентов после имплантации мультифокальных интраокулярных линз различных конструкций. Выявлено, что лучшие показатели остроты зрения и пространственной контрастной чувствительности достигаются после имплантации трифокальной интраокулярной линзы с фокусом на промежуточной дистанции 60 см в сравнении с трифокальной интраокулярной линзой с фокусом на 80 см и бифокальной линзой. Установлено, что показатели субъективной оценки качества зрения выше в группах трифокальных линз в сравнении с линзами, снабженными бифокальной оптикой.

3. Впервые проведен сравнительный анализ точности оценки остроты зрения в клинике после коррекции мультифокальными интраокулярными линзами с использованием различных методов (табличных и компьютерных) и

материалов (различных опто типов), показавший, что современный способ экспертной проверки остроты зрения с помощью интерактивной компьютерной программы на основе опто типа – «квартета» 3-полосных стимулов в четырех ориентациях превосходит существующие методы по точности, достоверности и скорости.

### **Практическая значимость**

1. Впервые разработанный способ позволяет проводить точное измерение остроты зрения на нескольких дистанциях (вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии) и получать достоверные и воспроизводимые результаты. Метод может быть рекомендован для широкого использования в клинической практике и для проведения научных исследований.

2. Разработанный метод экспертной оценки остроты зрения с применением нового опто типа – «квартета» трехполосных стимулов в четырех ориентациях позволяет повысить точность и сократить время обследования пациентов в среднем в 1,5-2 раза в сравнении с прототипом – модифицированными 3-полосными стимулами.

### **Основные положения диссертации, выносимые на защиту**

1. Разработанный новый метод оценки остроты зрения после имплантации мультифокальных интраокулярных линз, заключающийся в предъявлении тестовых стимулов в случайном порядке по одному на разных дистанциях с использованием интерактивной компьютерной программы для ЭВМ и «квартета» 3-полосных опто типов в четырех ориентациях, позволяет повысить точность и достоверность измерения остроты зрения, сократить время обследования и дать сравнительную оценку качеству имплантированных интраокулярных линз.

2. Имплантация трифокальных интраокулярных линз различных конструкций при факоемульсификации обеспечивает лучшие показатели зрительных функций в сравнении с бифокальными у пациентов с катарактой, пресбиопией или аномалиями рефракции (гиперметропией, миопией).

### **Внедрение результатов работы в практику**

Разработанный новый метод оценки остроты зрения на различных дистанциях с использованием интерактивной компьютерной программы на основе «трех небуквенных опто типов», включая оригинальную авторскую

разработку – «квартет» трехполосных модифицированных стимулов в четырех ориентациях для диагностики пациентов после факоемульсификации и имплантации мультифокальных интраокулярных линз внедрен и применяется в клинической практике головной организации и филиалов ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России.

Разработанные оптоотипы используются также в Государственном научном центре РФ Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН и Институте проблем передачи информации им. А.А. Харкевича (ИППИ РАН) при выполнении проектов, связанных с необходимостью точного измерения остроты зрения у участников психофизиологических экспериментов и с мониторингом остроты зрения у лиц, работающих в экстремальных условиях.

Результаты и основные положения работы включены в программу теоретических и практических занятий на циклах тематического усовершенствования врачей и обучения ординаторов в Институте непрерывного профессионального образования ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России.

#### **Апробация работы**

Основные положения диссертационной работы были представлены на X Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» (Москва, 2015) (1-е место за стендовый доклад), 16-м, 17-м, 18-м, 21-м Всероссийских конгрессах катарактальных и рефракционных хирургов с международным участием «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2015, 2016, 2017 и 2019 гг.), XII Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» в рамках научно-практической конференции «Федоровские чтения» (Москва, 2017), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лазерная интраокулярная и рефракционная хирургия» (Санкт-Петербург, 2019), Всероссийской конференции «Катаракта онлайн-2020», XII Съезде Общества Офтальмологов России (Москва, 2020), Международных конгрессах катарактальных и рефракционных хирургов: ECSRS (Amsterdam, 2020), Refractiv' News Congress (Nice, 2016 и 2017, Monaco, 2019).

## Публикации

По материалам исследования опубликовано 6 печатных работ, 2 из них в журналах, рекомендованных ВАК РФ. По теме диссертационной работы получен патент РФ на изобретение № 2727873 от 22 января 2020 г.

### Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 217 страницах машинописного текста, включая 34 таблицы и 25 рисунков. Работа состоит из введения, 4 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения. Список литературы содержит 205 источников и включает 50 отечественных и 155 иностранных публикаций.

Диссертационная работа выполнена в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России под руководством заместителя генерального директора по научной работе, доктора медицинских наук, профессора Малюгина Бориса Эдуардовича.

Разработка, модификация и внедрение в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» нового, точного и достоверного метода оценки остроты зрения с использованием интерактивной компьютерной программы на основе точного измерения порогов с небуквенными опто типами выполнены совместно с лабораторией № 11 «Зрительные системы» Института проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва, при ведущем участии главного научного сотрудника, доктора биологических наук, профессора Рожковой Галины Ивановны и научного сотрудника Белокопытова Александра Викторовича.

Клиническая часть работы, включающая отбор, обследование, проведение оперативного вмешательства и послеоперационное наблюдение пациентов проводилась в отделе трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, при непосредственном участии д.м.н., профессора Малюгина Бориса Эдуардовича и к.м.н. Соболева Николая Петровича.

Диссертант самостоятельно выполнила комплексное обследование пациентов после факоэмульсификации с имплантацией мультифокальных

интраокулярных линз, наблюдение за больными после операции в динамике. Ассистировала на большинстве оперативных вмешательств. Провела анализ и статистическую обработку полученных результатов. Подготовила печатные работы по результатам исследования к публикации в журналах и сборниках, представляла полученные результаты работы на всероссийских и международных конференциях.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Первоначальное клиническое исследование было проведено на 30 здоровых испытуемых (30 глаз) без офтальмопатологии и перенесенных оперативных вмешательств на глазах (группа контроля здоровых эметропов с сохранной аккомодацией). Средний возраст –  $28,00 \pm 2,99$  лет с диапазоном от 24 до 34 лет, медиана составила 28,00. Измерения проводили в монокулярных условиях наблюдения для левого и правого глаза.

Основное клиническое исследование базируется на анализе клинко-функциональных результатов операций (факоэмульсификации возрастной или осложненной аметропией катаракты с имплантацией МИОЛ) у 90 пациентов (90 глаз) с катарактой различной степени зрелости. Первую степень плотности ядра хрусталика имели 3% пациентов, которым операция проводилась с рефракционной целью, у 67% пациентов наблюдалась катаракта второй степени, и у 30% пациентов – третьей степени (Emery J., Little J., 1979).

Клинические группы исследования были сформированы в зависимости от моделей имплантируемых МИОЛ.

В 1-ю группу вошли 30 пациентов (30 глаз) после имплантации AcrySof IQ PanOptix (TFN) (Alcon, США). Средний возраст –  $64,27 \pm 9,50$  года с диапазоном от 47 до 75 лет, медиана составила 69 лет.

Во 2-ю группу вошли 30 пациентов (30 глаз) после имплантации AT LISA tri 839 MP (TRI) (Carl Zeiss Meditec, Германия). Средний возраст –  $64,33 \pm 7,09$  года с диапазоном от 46 до 75 лет, медиана составила 64 года.

В 3-ю группу вошли 30 пациентов (30 глаз) после имплантации AcrySof IQ Restor (RES) (Alcon, США). Средний возраст –  $64,2 \pm 7,93$  года с диапазоном от 45 до 75 лет, медиана составила 66 лет.

Всем испытуемым проводили: автокерато- и рефрактометрию, оценку сферозэквивалента, тонометрию, периметрию, визометрию на различных дистанциях с помощью стандартного метода и интерактивной компьютерной программы (ИКП), биомикроскопию, офтальмоскопию, кератопахиметрию и определение плотности эндотелиальных клеток, измерение рефракции роговицы, глубины передней камеры, осевой длины глаза оптическим (ИОЛ Мастер 500, Carl Zeiss, Германия) и ультразвуковым способом (А-сканирование), В-сканирование, спектральную оптическую когерентную томографию сетчатки для исключения патологии макулярной области на приборе «Cirrus HD-OCT 5000» (Carl Zeiss Meditec, США), измерение ПКЧ в различных условиях освещенности (Optec 6500, США) и оценку субъективной удовлетворенности пациентов с использованием анкеты Visual Function – 14 (VF-14, Steinberg E.P., 1994). Результаты оценивали на сроках 3 и 12 месяцев после операции.

#### **Планирование и техника оперативного вмешательства**

Оптическую силу МИОЛ для трех исследуемых групп рассчитывали с помощью калькуляторов компаний-производителей. Запланированная рефракция для всех пациентов была эметропия. Факоэмульсификации по стандартной методике бесшовной хирургии с использованием микроразрезов с имплантацией МИОЛ выполнены двумя хирургами (Б.Э. Малюгин, Н.П. Соболев) в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» в период с декабря 2016 года по декабрь 2018 года. После операции всем пациентам назначали инстилляцию антибиотика в течение 2 недель в сочетании со стероидным противовоспалительным препаратом 4 раза в день в течение 1 месяца.

#### **Методы статистической обработки полученных результатов**

Расчет необходимого объема выборки и статистическую обработку результатов клинического исследования проводили с помощью программы IBM SPSS Statistics 25 («IBM»). Результаты описательной статистики представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – среднее значение, а  $\sigma$  – стандартное отклонение. Проверку распределений на нормальность осуществляли с использованием критерия Шапиро-Уилка, а также анализа описательной статистики. Данные с распределением, отличным от нормального,

представлены в формате  $Me [Q^1; Q^3]$  или  $Me (RQ)$ , где  $Me$  – медиана,  $Q^1$ ,  $Q^3$  – нижний и верхний квартили,  $RQ$  – межквартильный размах. Критический уровень значимости при проверке гипотез для принятия достоверных различий был принят  $p=0,05$ .

В качестве зависимых переменных рассматривались переменные острота зрения и ПКЧ. Для каждой зависимой переменной рассматривалась многофакторная дисперсионная модель с повторными измерениями с заданием взаимодействий факторов (общая линейная модель с повторными измерениями). Выбор данной модели был обусловлен тем, что средние значения и медианы незначительно отличались внутри анализируемых групп, группы в целом однородны. Анализ проводили отдельно для каждой дистанции (дальней, ближней и промежуточной).

Для статистического анализа динамики результатов исследования сферозэквивалента у пациентов после мультифокальной коррекции использовались непараметрические методы, поскольку распределение существенно отличалось от нормального, т.е. данные были неоднородные. Для каждого срока наблюдения проводилась сравнительная оценка трех моделей МИОЛ с помощью непараметрического дисперсионного анализа Крускала-Уоллиса. Парное сравнение исследуемых МИОЛ в каждом периоде проводилось с помощью критерия Манна-Уитни. Для оценки изменения сферозэквивалента в динамике в целом был применен непараметрический критерий Фридмана. Сравнение между собой отдельных периодов проводили с помощью критериев знаков Вилкоксона для зависимых выборок.

Сопоставимость по возрасту пациентов 3 исследуемых групп оценивали с помощью дисперсионного анализа (F-теста). Для сравнительной оценки субъективной удовлетворенности применяли однофакторный дисперсионный анализ. Для сравнительного анализа дополнительного опроса пациентов касаясь степени проявления оптических феноменов использовали z-тест равенства долей.

## Измерение остроты зрения

Визометрию с помощью стандартного метода вдаль на расстоянии 5,0 м без коррекции и с максимальной коррекцией проводили на фороптере «Huvitz CDR3100» (Корея) с проектором знаков «Topcon ACP-8», мод. CV-5000 (Япония). Для исследования остроты зрения вблизи (40 см) и на промежуточных дистанциях (60 см, 80 см) использовали стандартную таблицу с печатным текстом и шрифтом различного размера (ООО «НПЛ «Медоптика», Россия). Для более детальной, точной и достоверной оценки остроты зрения вдали, на промежуточном расстоянии и вблизи использовали ИКП с небуквенными опто типами:

1) знаки «Е» в четырех ориентациях (Рисунок 1):



Рисунок 1 – Знаки «Е» в четырех ориентациях

Необходимое количество предъявлений опто типа в ИКП: 10.

Допустимое число ошибок пациента при тестировании: 1;

2) модифицированные 3-полосные стимулы в двух ориентациях (Рисунок 2):



Рисунок 2 – Модифицированные 3-полосные стимулы

Необходимое количество предъявлений опто типа в ИКП: 20.

Допустимое число ошибок пациента при тестировании: 1.

Комплект стимулов состоит из пары черно-белых решеток, одна из которых представлена тремя горизонтальными, а другая – тремя вертикальными полосами равной ширины, разделенными промежутками такой же ширины, причем отношение длины полосы к ее ширине составляет от 5,7:1 до 6,0:1. Длина полос у данных стимулов увеличена примерно на 20% по

сравнению со стандартным трехполосным оптоотипом с целью обеспечения «неразличимости» околопороговых стимулов по косвенным признакам ориентации размытых пятен (Пат. 2447826 РФ, МПК А61В 3/00. Оптоотипы для точной оценки остроты зрения / Д. С. Лебедев, А. Е. Белозеров, Г. И. Рожкова; заявитель и патентообладатель Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН (ИППИ РАН). – № 2010146806, заявл. 07.12.2010; опубл. 20.04.2012. – Бюл. № 11. – 12 с).

### **Разработка модифицированного небуквенного оптоотипа для точного измерения остроты зрения**

На основе опыта практической работы и теоретического анализа нами был разработан и запатентован тестовый комплект из 4 символов – «квартет» 3-полосных оптоотипов в четырех ориентациях, который может быть использован как для контроля процесса восстановления зрительных функций у пациентов после интраокулярной коррекции, так и для сравнительной оценки качества имплантированных МИОЛ (Пат. 2727873 РФ, МПК А61В 3/032. Способ экспертной оценки остроты зрения / Б. Э. Малюгин, Г. И. Рожкова, О. В. Фомина, А.П. Терехин; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова». – № 2020102358, заявл. 22.01.2020; опубл. 24.07.2020. – Бюл. № 21. – 11 с.).

Оптоотипы выполнены в виде комплекта, состоящего из четырех черно-белых решеток, каждая из которых состоит из трех темных полос и двух светлых промежутков той же ширины между ними, крайние полосы выполнены одинаковой длины, средняя полоса длиннее крайних в 1,22 раза с целью обеспечения «неразличимости» околопороговых стимулов по косвенным признакам ориентации размытых пятен, при этом решетка симметрична относительно центра средней полосы; решетки представлены в четырех ориентациях – горизонтальной, вертикальной и двух диагональных с наклоном полос на 45 градусов вправо и влево. Отношение длины полосы к ее ширине составляет от 5,7:1 до 6,0:1. В новом тестовом комплекте оптоотипов для измерения остроты зрения изменена общая форма стимулов от прямоугольной к округлой (Рисунок 3).

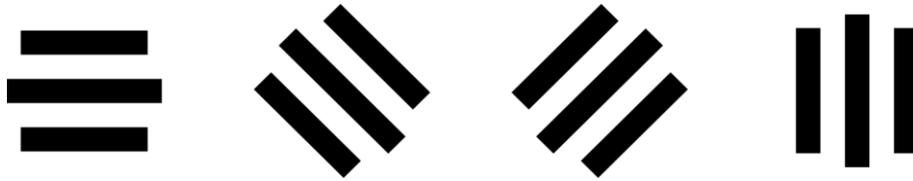


Рисунок 3 – «Квартет» модифицированных 3-полосных опто типов в четырех ориентациях

Необходимое количество предъявлений опто типа в ИКП: 10.

Допустимое число ошибок пациента при тестировании: 1.

«Квартет» позволяет оценить разрешающую способность зрительной системы, лимитирующую анализ любых изображений. Опознание опто типа возможно только на основе восприятия высокочастотных составляющих Фурье-спектра, соответствующих характеристическим частотам изображений. Увеличение числа опто типов в «квартете» позволяет уменьшить число их предъявлений, что сокращает время обследования каждого пациента, в среднем, в 1,5-2 раза. Повышение скорости тестирования при сохранении точности и достоверности измерения дает возможность проводить необходимое количество проверок остроты зрения на разных дистанциях за разумное время без переутомления пациента.

С использованием ИКП и стандартного метода оценку остроты зрения для промежуточных дистанций проводили на следующих расстояниях: после имплантации TFN – на 60 см от глаза испытуемого, после имплантации TRI – на 80 см от глаза, после имплантации RES – на 60 и 80 см. Для сравнения бифокальной линзы с обеими трифокальными линзами по остроте зрения вблизи при исследовании пациентов всех трех групп использовали расстояние 40 см. Данные конкретные дистанции рекомендованы компаниями-производителями исследуемых МИОЛ. При измерении освещенности помещения в диагностическом кабинете использовался переносной фотоэлектрический люксметр Ю116.

## **Разработка методики измерения остроты зрения на нескольких дистанциях с применением тестовой интерактивной компьютерной программы на основе небуквенных опто типов у пациентов с МИОЛ**

Для оценки остроты зрения вдаль стимулы предъявлялись на экране монитора, имеющего размер пикселей 0,26 мм (не более 0,5 мм) и яркость экрана 100 кд/м<sup>2</sup>, расположенном на расстоянии 4,0 м от глаза. Для оценки остроты зрения вблизи (0,40 м) и на промежуточных дистанциях (0,60 и 0,80 м) опто типы предъявлялись на экране смартфона Samsung Galaxy S6, имеющего размер пикселей 0,044 мм (не более 0,045 мм) и яркость экрана 100 кд/м<sup>2</sup>.

Для регистрации ответов использовали планшет, на котором отображался набор предъявляемых опто типов. Задача пациента состояла в различении ориентации опто типов. Цель процедуры – нахождение пороговой величины тестовых стимулов, т.е. наименьшего размера, при котором опто типы узнавались с заданной вероятностью. Для численной характеристики остроты зрения используется величина, обратная угловому размеру наименьших деталей порогового опто типа. При достижении порога проверка остроты зрения автоматически прекращается, и на экране появляется результат тестирования.

### **Клинико-функциональные результаты обследования здоровых эметропов с сохранной аккомодацией**

В результате проведенных исследований были получены высокие функциональные результаты по остроте зрения на различных расстояниях. С применением ИКП средние показатели НКОЗ составили: вблизи 1,288±0,185, 1,232±0,199 и 1,241±0,182, на 80 см – 1,451±0,238, 1,343±0,167 и 1,330±0,186, на 60 см – 1,432±0,281, 1,287±0,163 и 1,299±0,166, вдали – 1,252±0,243, 1,186±0,194 и 1,127±0,181 с применением знаков «Е», «квартета» и модифицированных 3-полосных опто типов соответственно. С помощью стандартного метода средние показатели составили: НКОЗ вдали – 1,06±0,14, КОЗ вдали – 1,08±0,10, НКОЗ на 60 см – 0,84±0,14, НКОЗ на 80 см – 0,66±0,15, НКОЗ вблизи – 0,98±0,04.

Среднее зарегистрированное время измерения остроты зрения с использованием знаков «Е», модифицированных 3-полосных стимулов и «квартета» составило 70,67±33,84, 100,10±32,03 и 62,67±29,18 секунд

соответственно. Это подтверждает ожидаемое преимущество «квартета» – сокращение времени тестирования пациентов в 1,60 раза в сравнении с модифицированными 3-полосными стимулами и в 1,13 раза в сравнении со знаками «Е».

ПКЧ имела типичный вид с максимальным значением в области средних частот и снижением показателей в области низких (до показателя  $70 \pm 21$  при  $85 \text{ кд/м}^2$  и до  $78 \pm 22$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) и высоких частот. В фотопических условиях освещенности ПКЧ выше на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град ( $115 \pm 36$ ,  $124 \pm 43$ ,  $53 \pm 28$  и  $27 \pm 16$  соответственно) в сравнении с мезопических условиями ( $107 \pm 32$ ,  $100 \pm 49$ ,  $28 \pm 19$  и  $10 \pm 8$ ).

Показатели среднего сферозквивалента:  $0,11 \pm 0,49$ .

Высокие функциональные результаты оценки остроты зрения, ПКЧ, сферозквивалента и средней скорости процедуры обследования у пациентов здоровой группы можно использовать в качестве своеобразных эталонов при дальнейшем сравнении аналогичных данных среди групп пациентов с МИОЛ.

### **Ближайшие и отдалённые клинико-функциональные результаты оценки остроты зрения у пациентов после мультифокальной коррекции**

Различие по возрасту пациентов трех групп было статистически не значимое ( $p=0,998$ ), т.е. исследуемые группы были сопоставимы по возрасту. Операции и послеоперационный период у всех пациентов протекали без особенностей.

В результате проведенных исследований в случаях оценки остроты зрения с помощью ИКП и стандартного метода после имплантации обеих трифокальных ИОЛ отмечали высокие функциональные результаты по остроте зрения у пациентов вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии, после имплантации бифокальной линзы – вдали и вблизи. НКОЗ вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии выше в группе TFN в сравнении с TRI и RES.

По результатам расчета общей линейной модели с повторными измерениями **с помощью ИКП** со временем острота зрения в целом по трем группам и трем оптотипам увеличилась: вблизи через 3 месяца после операции –  $0,76 \pm 0,21$ , через 12 месяцев –  $0,79 \pm 0,23$  ( $p=0,002$ ), на промежуточной

дистанции через 3 месяца –  $0,71 \pm 0,21$ , через 12 месяцев –  $0,74 \pm 0,24$  ( $p=0,000$ ), вдаль через 3 месяца –  $0,78 \pm 0,17$ , через 12 месяцев –  $0,81 \pm 0,19$  ( $p=0,000$ ).

На ближней дистанции средняя НКОЗ, измеренная с помощью знаков «Е», «квартета» и модифицированных 3-полосных опто типов спустя 3/12 месяцев после имплантации TRI составила  $0,69 \pm 0,17 / 0,76 \pm 0,24$ ,  $0,68 \pm 0,16 / 0,73 \pm 0,19$  и  $0,71 \pm 0,19 / 0,76 \pm 0,19$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,69 \pm 0,17 / 0,75 \pm 0,21$ ); после имплантации TFN –  $0,92 \pm 0,27 / 0,91 \pm 0,27$ ,  $0,91 \pm 0,23 / 0,90 \pm 0,22$  и  $0,86 \pm 0,17 / 0,88 \pm 0,19$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,90 \pm 0,23 / 0,90 \pm 0,23$ ); после имплантации RES –  $0,74 \pm 0,19 / 0,76 \pm 0,22$ ,  $0,73 \pm 0,19 / 0,79 \pm 0,23$  и  $0,73 \pm 0,18 / 0,74 \pm 0,20$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,73 \pm 0,19 / 0,76 \pm 0,22$ ) соответственно.

На промежуточной дистанции средняя НКОЗ, измеренная с помощью знаков «Е», «квартета» и модифицированных 3-полосных опто типов спустя 3/12 месяцев после имплантации TRI составила  $0,73 \pm 0,18 / 0,80 \pm 0,22$ ,  $0,74 \pm 0,15 / 0,78 \pm 0,17$  и  $0,75 \pm 0,13 / 0,81 \pm 0,15$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,74 \pm 0,15 / 0,80 \pm 0,18$ ); после имплантации TFN –  $0,93 \pm 0,20 / 0,98 \pm 0,25$ ,  $0,90 \pm 0,13 / 0,89 \pm 0,20$  и  $0,91 \pm 0,13 / 0,94 \pm 0,18$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,91 \pm 0,16 / 0,94 \pm 0,21$ ); после имплантации RES –  $0,54 \pm 0,15 / 0,55 \pm 0,15$ ,  $0,53 \pm 0,15 / 0,54 \pm 0,15$  и  $0,53 \pm 0,15 / 0,54 \pm 0,15$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,53 \pm 0,15 / 0,54 \pm 0,15$ ) соответственно.

На дальней дистанции средняя НКОЗ, измеренная с помощью знаков «Е», «квартета» и модифицированных 3-полосных опто типов спустя 3/12 месяцев после имплантации TRI составила  $0,75 \pm 0,18 / 0,77 \pm 0,17$ ,  $0,74 \pm 0,11 / 0,77 \pm 0,17$  и  $0,74 \pm 0,15 / 0,80 \pm 0,17$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,74 \pm 0,15 / 0,78 \pm 0,17$ ); после имплантации TFN –  $0,87 \pm 0,20 / 0,91 \pm 0,25$ ,  $0,88 \pm 0,17 / 0,90 \pm 0,19$  и  $0,87 \pm 0,17 / 0,89 \pm 0,18$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,87 \pm 0,18 / 0,90 \pm 0,21$ ); после имплантации RES –  $0,74 \pm 0,18 / 0,77 \pm 0,21$ ,  $0,74 \pm 0,15 / 0,76 \pm 0,16$  и  $0,73 \pm 0,16 / 0,75 \pm 0,17$  (среднее арифметическое трех опто типов  $0,74 \pm 0,16 / 0,76 \pm 0,18$ ) соответственно.

Обнаружены статистически значимые различия по остроте зрения между МИОЛ ( $p=0,000$ ): наилучшая острота зрения на всех дистанциях была отмечена после имплантации TFN как через 3 месяца, так и через 12 месяцев после операции. Были выявлены различия при множественных попарных сравнениях

МИОЛ на всех дистанциях с использованием критерия Шеффе: TRI и TFN ( $p=0,000$ ), TFN и RES ( $p=0,000$ ), а также при сравнении TRI с RES на промежуточной дистанции ( $p=0,000$ ).

Не было обнаружено значимых различий между опто типами для измерения остроты зрения на всех трех расстояниях ( $p>0,05$ ).

Пациенты с бифокальной ИОЛ быстрее выполняли задание на всех дистанциях в сравнении с пациентами с трифокальными линзами; а сравнивая исследуемые трифокальные ИОЛ между собой, преимущество по скорости измерения остроты зрения на всех дистанциях оставалось на стороне TFN.

Среднее зарегистрированное время измерения остроты зрения с использованием знаков «Е», модифицированных 3-полосных стимулов и «квартета» составило у пациентов группы TFN  $94,08\pm 42,85$ ,  $127,81\pm 55,61$  и  $78,55\pm 31,45$  секунд, у пациентов группы TRI –  $124,32\pm 51,28$ ,  $143,95\pm 79,22$  и  $97,32\pm 41,41$  секунд, у пациентов группы RES –  $87,93\pm 38,28$ ,  $117,72\pm 39,99$  и  $69,73\pm 26,50$  секунд соответственно. Следовательно, среднее время обследования с использованием «квартета» сокращалось в 1,6 раза у пациентов группы TFN, в 1,7 раза – в группе RES и в 1,5 раза – в группе TRI в сравнении с измерением при помощи модифицированных 3-полосных опто типов; а также в 1,2 раза у пациентов группы TFN, в 1,3 раза – в группах RES и TRI в сравнении с измерением при помощи знаков «Е».

По результатам расчета общей линейной модели с повторными измерениями с помощью стандартного метода со временем острота зрения в целом по трем группам незначительно увеличилась: на ближней дистанции через 3 месяца после операции НКОЗ была  $0,74\pm 0,17$ , через 12 месяцев –  $0,76\pm 0,19$  ( $p>0,05$ ); на промежуточной дистанции через 3 месяца –  $0,50\pm 0,17$ , через 12 месяцев –  $0,54\pm 0,19$  ( $p=0,016$ ); на дальней дистанции через 3 месяца –  $0,77\pm 0,19$ , через 12 месяцев –  $0,80\pm 0,21$  ( $p>0,05$ ). КОЗ на ближней дистанции через 3 месяца после операции была  $0,82\pm 0,16$ , через 12 месяцев –  $0,86\pm 0,15$  ( $p>0,05$ ); на промежуточной дистанции через 3 месяца –  $0,60\pm 0,12$ , через 12 месяцев –  $0,65\pm 0,14$  ( $p=0,002$ ); на дальней дистанции через 3 месяца –  $0,92\pm 0,17$ , через 12 месяцев –  $0,94\pm 0,14$  ( $p>0,05$ ).

Средняя НКОЗ на ближней дистанции через 3/12 месяцев после имплантации TRI, TFN и RES составила  $0,71\pm 0,18/0,72\pm 0,19$ ,

0,83±0,10/0,84±0,18, 0,72±0,19/0,74±0,19, средняя КОЗ – 0,80±0,16/0,82±0,17, 0,89±0,07/0,90±0,12 и 0,80±0,18/0,87±0,15 соответственно.

Средняя НКОЗ на промежуточной дистанции через 3/12 месяцев после имплантации TRI, TFN и RES составила 0,55±0,16/0,59±0,16, 0,62±0,13/0,68±0,17, 0,38±0,12/0,39±0,13, средняя КОЗ – 0,57±0,12/0,61±0,16, 0,63±0,14/0,71±0,16 и 0,61±0,11/0,65±0,09 соответственно.

Средняя НКОЗ на дальней дистанции через 3/12 месяцев после имплантации TRI, TFN и RES составила 0,74±0,21/0,77±0,22, 0,87±0,19/0,89±0,15, 0,73±0,16/0,76±0,21, средняя КОЗ – 0,90±0,22/0,95±0,16, 1,00±0,07/0,99±0,08 и 0,89±0,14/0,89±0,13 соответственно.

Обнаружены различия НКОЗ между МИОЛ на ближней дистанции ( $p=0,03$ ), на промежуточном расстоянии ( $p=0,00$ ) и на дальней дистанции ( $p=0,02$ ): наилучшая НКОЗ на всех дистанциях была отмечена после имплантации TFN как через 3 месяца, так и через 12 месяцев после операции. Было выявлено статистически значимое различие НКОЗ вблизи при множественных попарных сравнениях TRI с TFN ( $p=0,042$ ); на промежуточной дистанции – TRI с RES ( $p=0,000$ ) и TFN с RES ( $p=0,000$ ); на дальней дистанции – TRI с TFN ( $p=0,052$ ) и TFN с RES ( $p=0,037$ ) с использованием критерия Шеффе.

Не было обнаружено значимых различий КОЗ между МИОЛ в целом на ближней дистанции ( $p=0,083$ ), однако на промежуточном и на дальнем расстояниях различия были выявлены ( $p=0,046$  и  $p=0,026$  соответственно): в сроки 3 и 12 месяцев после операции наилучшая КОЗ на всех дистанциях была отмечена после имплантации TFN. Было обнаружено статистически значимое различие КОЗ на промежуточном расстоянии при попарном сравнении TRI с TFN ( $p=0,051$ ); на дальней дистанции – TFN с RES ( $p=0,027$ ).

### **Ближайшие и отдалённые клинико-функциональные результаты оценки ПКЧ после мультифокальной коррекции**

После имплантации всех трех исследуемых моделей МИОЛ ПКЧ имела типичный вид с максимальным значением в области средних частот и снижением показателей в области низких и высоких частот. При фотопических условиях отмечалось умеренное снижение ПКЧ на низких и высоких пространственных частотах, при мезопических условиях – более выраженное

снижение ПКЧ на высоких пространственных частотах с положительной динамикой в течение 1 года наблюдения.

Через 3 месяца после операции ПКЧ выше в группе TFN во всех условиях освещенности в сравнении с группами RES и TRI.

Через 12 месяцев после операции в фотопических и мезопических условиях без засвета ПКЧ выше после имплантации RES ( $69\pm 29$ ,  $110\pm 39$ ,  $100\pm 50$  и  $11\pm 13$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $82\pm 23$ ,  $99\pm 44$ ,  $89\pm 66$  и  $3\pm 5$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) в сравнении с TFN ( $66\pm 28$ ,  $100\pm 34$ ,  $93\pm 51$  и  $10\pm 9$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $69\pm 31$ ,  $88\pm 38$ ,  $70\pm 53$  и  $1\pm 3$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) и TRI ( $58\pm 30$ ,  $75\pm 35$ ,  $66\pm 43$  и  $5\pm 6$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $65\pm 32$ ,  $64\pm 36$ ,  $29\pm 26$  и  $0\pm 2$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) на пространственных частотах 1.5, 3, 6 и 18 цикл/град, за исключением частоты 12 цикл/град, где показатели выше у TFN ( $41\pm 37$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $11\pm 12$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) в сравнении с RES ( $28\pm 11$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $8\pm 6$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) и TRI ( $15\pm 12$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $7\pm 13$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ).

В фотопических и мезопических условиях с засветом на всех пространственных частотах через 12 месяцев после операции ПКЧ выше после имплантации TFN ( $72\pm 33$ ,  $117\pm 33$ ,  $109\pm 22$ ,  $56\pm 46$  и  $14\pm 4$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $64\pm 28$ ,  $77\pm 43$ ,  $77\pm 40$ ,  $13\pm 6$  и  $4\pm 4$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) в сравнении с RES ( $59\pm 32$ ,  $82\pm 42$ ,  $72\pm 47$ ,  $28\pm 30$  и  $6\pm 9$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $44\pm 25$ ,  $62\pm 48$ ,  $48\pm 33$ ,  $10\pm 16$  и  $1\pm 3$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ) и TRI ( $53\pm 28$ ,  $67\pm 37$ ,  $81\pm 55$ ,  $24\pm 24$  и  $2\pm 4$  при  $85 \text{ кд/м}^2$ ,  $32\pm 28$ ,  $28\pm 30$ ,  $10\pm 22$ ,  $3\pm 7$  и  $1\pm 2$  при  $3 \text{ кд/м}^2$ ), что может свидетельствовать о бóльшей устойчивости TFN к воздействию ослепительно яркого света (засвета) и являться преимуществом для пациентов в послеоперационном периоде.

По результатам расчета общей линейной модели с повторными измерениями ПКЧ повышается в динамике со временем у пациентов после имплантации всех трех исследуемых моделей МИОЛ ( $p > 0,05$ ).

Обнаружены различия ПКЧ между МИОЛ в целом на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град ( $p=0,019$ ,  $p=0,005$ ,  $p=0,000$  и  $p=0,032$  соответственно). При множественных попарных сравнениях TRI и TFN отмечалась статистически достоверная разница на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град ( $p=0,002$ ,  $p=0,000$ ,  $p=0,000$  и  $p=0,002$  соответственно), при попарном сравнении TFN и RES – на пространственной частоте 12 цикл/град ( $p=0,013$ ); а при попарном сравнении TRI с RES – на пространственной частоте 6 цикл/град ( $p=0,004$ ).

Обнаружены различия ПКЧ в различных условиях освещенности в целом на пространственных частотах 3, 6, 12 и 18 цикл/град ( $p=0,002$ ,  $p=0,000$ ,  $p=0,000$  и  $p=0,000$  соответственно).

Наблюдалось взаимодействие между ИОЛ и условиями освещенности на пространственных частотах 1.5, 3, 6 и 12 цикл/град ( $p=0,013$ ,  $p=0,000$ ,  $p=0,008$  и  $p=0,029$  соответственно), т.е. ПКЧ независимо от временной точки различается между МИОЛ в зависимости от условий освещенности.

### **Ближайшие и отдалённые клинико-функциональные результаты сферозквивалентов после мультифокальной коррекции**

Обнаружено значимое различие между МИОЛ на каждом сроке наблюдения ( $p=0,001$  в период 1 день – 1 неделя после операции, и  $p=0,000$  в сроки 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции) (Таблица 1).

Между тремя исследуемыми моделями МИОЛ были обнаружены следующие различия: TRI значимо отличалась как от TFN, так и от RES на всех сроках наблюдения после операции,  $p<0,05$ . TFN и RES между собой значимо не отличались,  $p>0,05$ .

Таблица 1 – Средние значения и квартили распределения по сферозквиваленту в динамике после мультифокальной коррекции

МИ ОЛ	Сроки после операции				
	1 день – 1 неделя	1 месяц	3 месяца	6 месяцев	12 месяцев
TFN	0,06±0,60 0,25 [-0,50;0,50]	0,06±0,62 0,25 [-0,50;0,50]	0,04±0,60 0,25 [-0,25;0,50]	0,06±0,61 0,25 [-0,25;0,50]	0,12±0,58 0,25 [-0,25;0,50]
TRI	-0,36±0,57 -0,50 [-0,75;0,00]	-0,39±0,53 -0,50 [-0,75;0,00]	-0,46±0,56 -0,50 [-0,75;0,25]	-0,48±0,57 -0,50 [-0,75;0,00]	-0,48±0,58 -0,50 [-0,75;0,00]
RES	0,07±0,63 0,00 [-0,25;0,50]	0,09±0,63 0,00 [-0,25;0,50]	0,07±0,62 0,00 [-0,25;0,50]	0,13±0,62 0,00 [-0,25;0,50]	0,09±0,54 0,00 [-0,25;0,50]

**Степень помутнения задней капсулы хрусталика и последующего проведения Nd: YAG-лазерной дисцизии** в период от 3 до 12 месяцев после операции выше у пациентов после имплантации TRI и составила 30% (9 глаз из 30) в сравнении с TFN – 10% (3 глаза из 30) и RES – 13,33% (4 глаза из 30).

Статистически значимое различие по данному показателю было обнаружено между группами TFN и TRI ( $p=0,026$ ).

**Анкетирование** с использованием VF-14 было проведено у 20 пациентов (40 глаз) через 3 месяца после операции и у 22 (44 глаза) – через 12 месяцев после операции в каждой исследуемой группе. Средний показатель VF-14 спустя 3 месяца после имплантации TFN составил  $97,2\pm 2,59$ , TRI –  $96,3\pm 4,25$ , RES –  $94,1\pm 7,94$ ; спустя 12 месяцев –  $97,4\pm 4,73$ ,  $96,7\pm 4,33$  и  $94,6\pm 7,75$  после имплантации TFN, TRI и RES соответственно.

Процент очковой независимости в срок 3 месяца после операции составил 95% в группе TFN, 90% – в группе TRI и 80% – в группе RES, через 12 месяцев – 95,4, 90,9 и 77,3% соответственно.

### **Выводы**

1. Метод объективной оценки остроты зрения на разных дистанциях (вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии) по интерактивной компьютерной программе с применением разработанного небуквенного опто типа – «квартета» 3-полосных модифицированных стимулов в четырех ориентациях позволяет точно и достоверно исследовать остроту зрения у пациентов после мультифокальной коррекции и сократить время обследования.

2. В результате сравнительного анализа клинико-функциональных результатов исследования остроты зрения установлено, что некорректированная острота зрения вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии по результатам измерения с использованием разных методов выше в группе трифокальной интраокулярной линзы с фокусом на промежуточной дистанции 60 см в сравнении с бифокальной и трифокальной линзами с фокусом на 80 см. Отсутствие третьего промежуточного фокуса у бифокальной линзы ожидаемо проявляется более низкой остротой зрения на промежуточной дистанции в сравнении с трифокальными линзами.

3. Клинико-функциональные результаты оценки пространственной контрастной чувствительности показали, что кривые измерений имеют типичный вид с максимальным значением в области средних частот и снижением показателей в области низких и высоких частот.

Через 3 месяца после операции показатели пространственной контрастной чувствительности выше в группе трифокальной интраокулярной линзы с фокусом на промежуточной дистанции 60 см во всех условиях освещенности в сравнении с трифокальной интраокулярной линзой с фокусом на 80 см и бифокальной линзой.

Через 12 месяцев после операции в фотопических и мезопических условиях без засвета значения пространственной контрастной чувствительности выше после имплантации бифокальной интраокулярной линзы в сравнении с трифокальными на всех пространственных частотах, за исключением частоты 12 цикл/град, где показатели выше у трифокальной интраокулярной линзы с фокусом на промежуточном расстоянии 60 см. В фотопических и мезопических условиях с засветом на всех пространственных частотах показатели пространственной контрастной чувствительности выше после имплантации трифокальной интраокулярной линзы с фокусом на промежуточном расстоянии 60 см в сравнении с бифокальной и трифокальной линзой с фокусом на 80 см.

4. Клинико-функциональные результаты анкетирования продемонстрировали, что все значения VF-14 соответствуют высокому уровню субъективной оценки достигнутых функциональных результатов во всех трех группах. Тем не менее, в сравнении с бифокальной линзой в группах трифокальных линз субъективная удовлетворенность качеством зрения была выше как в срок 3 месяца, так и через 1 год после операции.

5. Со временем (в период от 3 до 12 месяцев после операции) острота зрения на ближней, дальней и промежуточной дистанциях, пространственная контрастная чувствительность во всех условиях освещенности и уровень субъективной удовлетворенности качеством зрения у пациентов трех исследуемых групп улучшаются (по результатам расчета общей линейной модели с повторными измерениями).

### **Практические рекомендации**

1. Оценку остроты зрения на разных дистанциях (вдали, вблизи и на промежуточном расстоянии) у пациентов после мультифокальной коррекции рекомендуется проводить с использованием интерактивной компьютерной

программы с оптоотипом – «квартетом» 3-полосных модифицированных стимулов в четырех ориентациях, что позволяет повысить достоверность, точность и объективность измерения остроты зрения и сократить время обследования в среднем в 1,5-2 раза.

2. При выполнении операции фактоэмульсификации с имплантацией мультифокальной интраокулярной линзы у пациентов с катарактой, пресбиопией или аномалиями рефракции (гиперметропией, миопией), с целью повышения остроты зрения и избавления от очковой коррекции целесообразно использовать трифокальную интраокулярную линзу AcrySof IQ PanOptix с фокусом на промежуточном расстоянии 60 см, доказавшую свое преимущество в показателях остроты зрения, пространственной контрастной чувствительности и субъективной удовлетворенности пациентов качеством зрения.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Фомина, О.В. Стандартизация клинических исследований остроты зрения после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы / **О. В. Фомина**, Б. Э. Малюгин, Т. А. Морозова. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 3 (7). – С. 169-173.

2. Малюгин, Б.Э. Исследование остроты зрения у пациентов после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы / Б. Э. Малюгин, Т. А. Морозова, **О. В. Фомина**. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2015. – № 4 (8). – С. 163-166.

3. Малюгин, Б.Э. Исследование в динамике функции контрастной чувствительности пациентов на фоне интраокулярной коррекции афакии мультифокальной линзой с градиентной оптикой / Б. Э. Малюгин, Т. А. Морозова, **О. В. Фомина**. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2016. – № 5. – С. 62-64.

4. Фомина, О.В. Сравнительное исследование функции контрастной чувствительности пациентов в отдаленный срок после интраокулярной коррекции афакии мультифокальными линзами / **О. В. Фомина**, Б. Э. Малюгин, И. А. Мушкова. – Текст: непосредственный // Современные технологии в офтальмологии. – 2017. – № 4. – С. 186-189.

5. Малюгин, Б.Э. Анализ функциональных результатов имплантации новой модели трифокальной интраокулярной линзы / Б. Э. Малюгин,

Н. П. Соболев, **О. В. Фомина**. – DOI 10.25276/0235-4160-2017-4-6-14. – Текст: электронный // Офтальмохирургия. – 2017. – № 4. – С. 6-14.

6. Малюгин, Б.Э. Сравнительный анализ зрительных результатов и субъективной удовлетворенности пациентов после имплантации двух моделей трифокальных дифракционных интраокулярных линз / Б. Э. Малюгин, Н. П. Соболев, **О. В. Фомина**, А. В. Белокопытов. – DOI 10.17116/oftalma202013601180. – Текст: электронный // Вестник офтальмологии. – 2020. – Т. 136, № 1. – С. 80-89.

### **ПАТЕНТ РФ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Пат. 2727873 РФ, МПК А61В 3/032. Способ экспертной оценки остроты зрения / Б. Э. Малюгин, Г. И. Рожкова, **О. В. Фомина**, А.П. Терехин; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Федорова». – № 2020102358, заявл. 22.01.2020; опубл. 24.07.2020. – Бюл. № 21. – 11 с.

### **БИОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ**

Фомина Ольга Владимировна, 1989 года рождения, в 2012 г. окончила Рязанский Государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова по специальности «Лечебное дело».

В период с 2012 по 2015 гг. проходила ординатуру по специальности «Офтальмология» в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России. В 2013 г. проходила стажировку в катарактальном, рефракционном и отделении хирургического лечения роговицы клиники “Vissum” (г. Аликанте, Испания) под руководством профессора Jorge L. Alio.

В 2015 г. победитель X Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы офтальмологии» со стендовым докладом «Стандартизация клинических исследований остроты зрения после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы».

С 2015 по 2021 гг. обучалась в очной аспирантуре по специальности «Глазные болезни» на базе отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока в ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России.

Участник всероссийских и международных конференций. Автор 6 научных работ, из них – 2 в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 1 патента РФ на изобретение.

## СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ИКП – интерактивная компьютерная программа

ИОЛ – интраокулярная линза

КОЗ – скорригированная острота зрения

МИОЛ – мультифокальная интраокулярная линза

НКОЗ – некорригированная острота зрения

ПКЧ – пространственная контрастная чувствительность

RES – AcrySof IQ ReSTOR

TFN – AcrySof IQ PanOptix

TRI – AT LISA tri 839 MP