

**АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНТРАСТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ
У ПАЦИЕНТОВ С МОНОФОКАЛЬНЫМИ ИНТРАОКУЛЯРНЫМИ ЛИНЗАМИ
И ЛИНЗАМИ С УГЛУБЛЕННЫМ ФОКУСОМ НА ГЛАЗАХ
С РАННЕЕ ПРОВЕДЕННОЙ СКВОЗНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКОЙ**

^{1,2}Хван Д.А., ^{1,2}Федяшев Г.А., ^{1,2}Ручкин М.П.

¹ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Владивосток,
e-mail: dr.khvandmitry@gmail.com;

²ООО «Приморский центр микрохирургии глаза», Владивосток

Цель: изучить и сравнить показатели пространственной контрастной чувствительности у пациентов с различными видами интраокулярных линз, ранее перенесших сквозную кератопластику. В исследование включено 68 пациентов (68 глаз) после оперативного лечения катаракты с ранее проведенной сквозной кератопластикой. В группе А (32 глаза) имплантирована интраокулярная линза AcrySof IQ Vivity DFTx15, в группе Б (36 глаз) – AcrySof IQ SN6ATx. В группу контроля вошел 21 пациент (39 глаз) после хирургии катаракты без патологии роговицы с имплантированной линзой AcrySof IQ Vivity DFTx15. Пространственную контрастную чувствительность определяли при помощи программного обеспечения «Зебра» ver. 3.02 («Астроинформ СПЕ», Россия) через 6 месяцев после хирургии катаракты, aberromетрию проводили при помощи OPD Scan III (Nidek, Япония). Выявлено наличие средневысокой отрицательной связи между пространственной контрастной чувствительностью и абберациями волнового фронта (от $r = -0,65$ до $r = -0,923$). При сравнении пространственной контрастной чувствительности не отмечено значимой разницы между группой А и Б.. Отсутствие статистически значимой разницы пространственной контрастной чувствительности позволяет рассматривать линзу AcrySof IQ Vivity DFTx15 с недифракционным типом оптики как вариант выбора для имплантации у пациентов со сложной топографией роговицы, в частности с ранее перенесенной сквозной кератопластикой.

Ключевые слова: сквозная кератопластика, интраокулярные линзы с увеличенной глубиной фокуса, контрастная чувствительность, абберации.

**ANALYSIS OF SPATIAL CONTRAST SENSITIVITY IN PATIENTS WITH
MONOFOCALS INTRAOCULAR LENSES AND EXTENDED DEPTH OF FOCUS
LENSES IN EYES WITH PREVIOUS PENETRATING KERATOPLASTY**

^{1,2} D.A., ^{1,2}Fedyashev G.A., ^{1,2}Ruchkin M.P.

¹FGBOU VO “Pacific State Medical University” Ministry of Health of Russia, Vladivostok, e-mail:
dr.khvandmitry@gmail.com;

²Primorskii center of eye microsurgery, Vladivostok

Purpose. To study and compare spatial contrast sensitivity in patients with different types of intraocular lenses who had previously undergone penetrating keratoplasty. The study included 68 patients (68 eyes) after cataract surgery with previous penetrating keratoplasty. In group A (32 eyes), the AcrySof IQ Vivity DFTx15 intraocular lens was implanted, in group B (36 eyes) – AcrySof IQ SN6ATx. The control group included 21 patients (39 eyes) after cataract surgery without corneal pathology with an implanted AcrySof IQ Vivity DFTx15 lens. Spatial contrast sensitivity was measured using Zebra software ver. 3.02 (Astroinform SPE, Russia) 6 months after cataract surgery, aberrometry was performed using OPD Scan III (Nidek, Japan). A moderate to high negative correlation between spatial contrast sensitivity and wavefront aberrations (from $r = -0.65$ to $r = -0.923$) was found. No significant difference between groups A and B when contrast sensitivity indices was comparing. The absence of a statistically significant difference in spatial contrast sensitivity allows us to consider the AcrySof IQ Vivity DFTx15 lens with a non-diffractive type of optics as an option for implantation in patients with complex corneal topography, in particular with previously undergone penetrating keratoplasty.

Keywords: penetrating keratoplasty, extended depth of focus intraocular lenses, contrast sensitivity, aberrations.

Введение

В настоящее время оперативное лечение катаракты у пациентов с ранее проведенной сквозной кератопластикой (СКП), с ее ультрасовременным подходом к расчету параметров интраокулярных линз (ИОЛ) (в том числе с учетом высоких степеней астигматизма), щадящими методиками воздействия на ткани глаза, позволяет добиться высокой остроты зрения на фоне относительно точного попадания в планируемую послеоперационную рефракцию и максимально снизить риски помутнения трансплантата.

Однако стандартное определение остроты зрения по таблицам с опто типами, имеющими максимальную контрастность, не дают полноценного представления о качестве зрения пациентов с артефакцией после ранее проведенной кератопластики. Пространственная контрастная чувствительность (ПКЧ) – метод исследования зрения, позволяющий получить более полноценное представление о работе зрительного анализатора по сравнению со стандартной визометрией [1; 2]. Из представленных в литературе данных известно, что контрастная чувствительность на глазах с имплантированными ИОЛ на основе дифракционной технологии (мультифокальные, EDOF – extended depth of focus) значительно ниже, чем в глазах с монофокальным типом ИОЛ [3]. А имплантация первых из них у пациентов после кераторефракционных операций, в том числе после кератопластики, только усилит потенциально возможные дисфотопсии и приведет к еще большей потере ПКЧ [4; 5]. Но при этом производители современных EDOF ИОЛ отходят от использования дифракционных технологий, а их применение набирает все большую популярность.

И в этой ситуации становится актуальным вопрос: а не приводит ли к еще большему снижению контрастной чувствительности имплантация недифракционной EDOF ИОЛ у пациентов, ранее перенесших сквозную кератопластику?

Цель исследования - изучить и сравнить показатели ПКЧ у пациентов с различными видами артефакции (монофокальной и EDOF), ранее перенесших СКП.

Материалы и методы исследования

В настоящее исследование вошли 89 пациентов (98 глаз), средний возраст $50,12 \pm 13,66$ года, мужчин 43,82% (n=39), женщин 56,18% (n=50). Все пациенты были разделены на 3 группы.

В основную группу (группа А) исследования было включено 32 пациента (32 глаза), прооперированных по поводу катаракты на глазах со сквозным кератотрансплантатом с имплантированными торическими EDOF ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15.

В группу сравнения (группа Б) - 36 пациентов (36 глаз) со сквозным кератотрансплантатом прооперированных по поводу катаракты с имплантированной монофокальной торической ИОЛ Alcon AcrySof IQ SN6ATx.

Группу контроля (группа В) составили 21 пациент (30 глаз) без патологии роговицы, без предшествующих кераторефракционных операций, прооперированные по поводу катаракты с имплантированной ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта (Alcon AcrySof IQ Vivivity DFTx15).

У пациентов основной и группы сравнения время после снятия всех роговичных швов с трансплантата составило не менее 6 месяцев, показатели кератометрии стабильны на протяжении 3 месяцев. Первичный диагноз до СКП включал: кератоконус (34 глаза, 50%), поствоспалительное помутнение роговицы (25 глаз, 36,76%), послеоперационную эктазию роговицы (7 глаз, 10,29%), помутнение предыдущего трансплантата (2 глаза, 2,94%).

Предоперационное офтальмологическое обследование включало стандартные: определение остроты зрения без коррекции (НКОЗ), остроты зрения с максимальной коррекцией (МКОЗ), рефрактометрию, измерение внутриглазного давления и специальные методы: топографию роговицы (Oculyzer, Alcon, США), оптическую биометрию (IOL Master 700, Carl Zeiss, Германия), определение плотности клеток заднего эпителия роговицы (Specular Microscope EM-3000, Tomey, Япония). Для расчета ИОЛ в формулы Barrett True K Toric и Kane вносились параметры силы центральной (3,5 мм) зоны роговицы из кератотопографических сагиттальных карт. Расчет ИОЛ проводился на целевую рефракцию – 0,5 дптр.

Всем пациентам одним хирургом проведена факоэмульсификация катаракты через роговичный тоннельный разрез 2,2 мм и один вспомогательный парацентез 1,0 мм, с использованием аппарата Centurion Vision System (Alcon, США), с применением технологии Active Sentry. У пациентов после кератопластики все разрезы были сделаны через реципиентную зону, избегая пересечения с местом соединения роговичного трансплантата. Контроль за положением оси выравнивания торической ИОЛ осуществлялся при помощи интраоперационной навигационной системы Verion (Alcon, США).

Оценка параметров aberrаций высшего порядка (НОА – high order aberration) проводилась при помощи многофункционального устройства – OPD Scan III (Nidek, Япония) в естественных условиях без циклоплегии. В работе представлена сравнительная оценка общих, роговичных и внутренних aberrаций («total» - общие, «tilt» - наклон, «high» - высшего порядка, «t.coma» - общие комаподобные, «t.trefoil» - трилистник, «t.sph» - сферические).

Измерение ПКЧ определялось при помощи программного обеспечения «Зебра» ver. 3.02 («Астроинформ СПЕ», Россия). Определение ПКЧ проводилось в затемненном помещении с расстояния 3,64 метра на мониторе с размером экрана 530x290 мм, разрешение

1920*1080 (144 Гц). Задачей пациента было назвать последовательно представленные стимулы в виде вертикальных синусоидальных решеток с пространственными частотами от 0,5 до 16 цикл/градус в «автоматическом» режиме.

Статистическая обработка результатов выполнена при помощи программного обеспечения SPSS Statistics ver.27 (IMB, США). Характер распределения проводился при помощи теста Колмогорова - Смирнова, в описательной статистике использовали параметрические методы оценки среднего арифметического значения (M) и стандартного отклонения (SD). Для оценки значимости результатов применяли t-критерий Стьюдента. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена использовался для определения связей между признаками. Значение $p < 0,05$ рассматривалось как статистически значимое, доверительный интервал 95%.

Результаты исследования и их обсуждение

Острота зрения без коррекции статистически значимо увеличилась к концу наблюдения у всех пациентов: в группе А с $0,07 \pm 0,06$ до $0,63 \pm 0,15$; в группе Б с $0,05 \pm 0,03$ до $0,15 \pm 0,11$; в группе В с $0,22 \pm 0,19$ до $0,97 \pm 0,06$ ($p < 0,001$). Острота зрения с максимальной коррекцией также статистически значимо увеличилась к 6-му месяцу относительно дооперационных значений в каждой группе: в группе А с $0,23 \pm 0,15$ до $0,82 \pm 0,15$; в группе Б с $0,24 \pm 0,13$ до $0,72 \pm 0,22$; в группе В с $0,75 \pm 0,33$ до $1,0 \pm 0,06$ ($p < 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Острота зрения до операции и к концу наблюдения

Острота зрения	Группа А	Группа Б	Группа В
НКОЗ до операции	$0,07 \pm 0,06$	$0,05 \pm 0,03$	$0,22 \pm 0,19$
НКОЗ через 6 месяцев	$0,63 \pm 0,15^*$	$0,15 \pm 0,11^*$	$0,97 \pm 0,06^*$
МКОЗ до операции	$0,23 \pm 0,15$	$0,24 \pm 0,13$	$0,75 \pm 0,33$
МКОЗ через 6 месяцев	$0,82 \pm 0,15^*$	$0,72 \pm 0,22^*$	$1,0 \pm 0,06^*$
Примечание: * - статистически значимая разница с дооперационными значениями $p < 0,001$.			

При сравнении показателей аберраций волнового фронта между группами выявлена статистически значимая разница в порядке общих аберраций: «total» (группа А: $4,08 \pm 1,55$; группа Б: $5,16 \pm 2,08$, $p < 0,05$), «tilt» ($1,41 \pm 0,56$ в группе А; $1,83 \pm 0,87$ в группе Б; $p < 0,05$) и «t.coma» ($0,63 \pm 0,27$ в группе А против $0,84 \pm 0,42$ в группе Б, $p < 0,05$). Статистически значимой

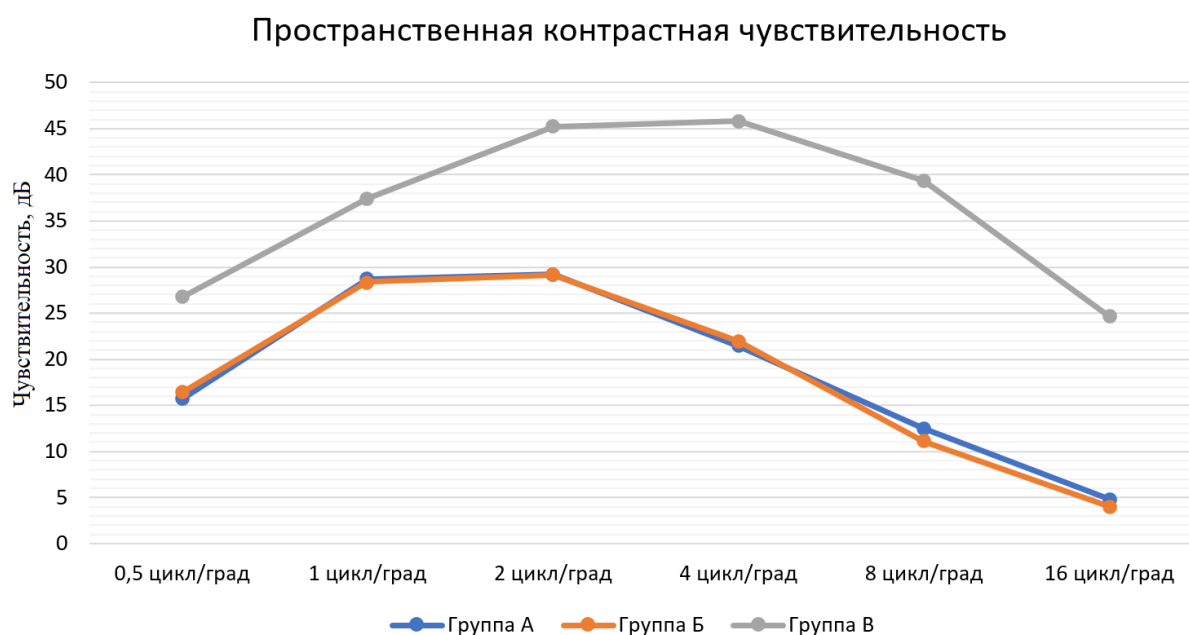
разницы роговичных и внутренних аберраций между группой А и Б не выявлено. У пациентов группы В (без патологии роговицы) показатели аберрометрии статистически значимо ниже относительно пациентов основной и группы сравнения ($p < 0,005$) (табл. 2).

Таблица 2

Показатели аберрометрии через 6 месяцев после операции

M±SD, мкм		Группа А	Группа Б	Группа В
Общие аберрации	«total»	4,08±1,55*	5,16±2,08*	1,09±0,39**
	«tilt»	1,41±0,56*	1,83±0,87*	0,61±0,32**
	«high»	1,96±0,94	2,18±0,93	0,47±0,19**
	«t.coma»	0,63±0,27*	0,84±0,42*	0,21±0,12**
	«t.trefoil»	1,62±0,98	1,68±0,92	0,31±0,16**
	«t.sph»	0,52±0,33	0,57±0,43	0,15±0,07**
Роговичные аберрации	«total»	6,01±2,29	6,86±2,41	1,07±0,65**
	«tilt»	2,37±1,43	2,64±1,38	0,42±0,26**
	«high»	2,39±1,62	2,87±2,09	0,37±0,18**
	«t.coma»	1,21±0,82	1,31±0,81	0,15±0,09**
	«t.trefoil»	1,56±1,01	1,79±1,15	0,26±0,13**
	«t.sph»	0,97±0,71	1,02±0,76	0,15±0,12**
Внутренние аберрации	«total»	3,52±2,44	3,94±3,56	1,09±0,55**
	«tilt»	1,53±1,05	1,36±1,12	0,51±0,29**
	«high»	1,53±1,39	2,14±1,98	0,46±0,19**
	«t.coma»	0,89±0,72	0,86±0,65	0,21±0,12**
	«t.trefoil»	0,65±0,52	0,98±0,62	0,16±0,11**
	«t.sph»	0,52±0,41	0,51±0,42	0,29±0,12**
Примечание: статистически значимая разница между группами А и Б: * - $p < 0,05$; статистически значимая разница между группой В и А, Б: ** - $p < 0,005$.				

К концу наблюдения у пациентов в группах со сквозным кератотрансплантатом результаты ПКЧ статистически значимо не различались в частотах от 0,5 до 16 цикл/градус. В группе с нативной роговицей значения ПКЧ были статистически значимо ниже относительно групп А и Б ($p < 0,001$) (рис.).



Пространственная контрастная чувствительность к концу наблюдения

В таблице 3 представлен сравнительный корреляционный анализ между показателями ПКЧ после операции и аберрациями волнового фронта на уровне всех порядков. Коэффициент корреляции (r) между показателями ПКЧ и роговичными аберрациями выявил наличие высокой отрицательной связи на каждой частоте; между ПКЧ и общими аберрациями - среднюю отрицательную связь на малых частотах 0,5 цикл/градус и 1 цикл/градус, и высокую от 2 до 16 цикл/градус; между ПКЧ и внутренними аберрациями - среднюю отрицательную связь на всех частотах.

Таблица 3

Корреляция между показателями аберраций волнового фронта и пространственной контрастной чувствительностью

Коэффициент корреляции	Порядок аберраций		
	Общие	Роговичные	Внутренние
Частота, цикл/град.			
0,5	-0,759*	-0,816*	-0,65*
1	-0,781*	-0,826*	-0,65*
2	-0,853*	-0,893*	-0,732*
4	-0,88*	-0,923*	-0,777*
8	-0,886*	-0,904*	-0,766*
16	-0,844*	-0,863*	-0,71*

Примечание: * - значимая корреляция (коэффициент Спирмена, $p < 0,05$).

При оценке корреляционной зависимости между послеоперационной НКОЗ и ПКЧ отмечена слабоположительная связь на частоте 0,5 цикл/градус ($r = +0,397$), начиная от частоты 1 цикл/градус до 8 цикл/градус отмечено увеличение коэффициента корреляции (от $r = +0,517$ до $r = +0,646$), на частоте 16 цикл/градус коэффициент корреляции незначительно снизился $r = +0,607$. При оценке корреляционной зависимости между постоперационной МКОЗ и ПКЧ также отмечено постепенное увеличение коэффициента корреляции от 0,5 до 8 цикл/градус (от $r = +0,41$ до $r = +0,619$ соответственно) и снижение на частоте 16 цикл/градус ($r = +0,569$); на слабых частотах (0,5 цикл/градус, 1 цикл/градус) отмечена слабая положительная корреляционная зависимость, от 2 до 16 цикл/градус – среднеположительная связь (табл. 4).

Таблица 4

Корреляция между показателями остроты зрения и пространственной контрастной чувствительностью

Коэффициент корреляции (r)	Острота зрения (через 6 месяцев)	
	НКОЗ	МКОЗ
Частота, цикл/град.		
0,5	+0,397*	+0,41*
1	+0,517*	+0,471*
2	+0,581*	+0,564*
4	+0,616*	+0,576*
8	+0,646*	+0,619*
16	+0,607*	+0,569*
Примечание: * - значимая корреляция (коэффициент Спирмена, $p < 0,05$).		

Имплантация EDOF ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта у пациентов со СКП, помимо коррекции роговичного астигматизма, ввиду имеющихся конструктивных особенностей позволяет более точно выйти на приемлемую целевую рефракцию, что подтверждается достоверно меньшей ошибкой сферического эквивалента, и получить более высокий функциональный результат без коррекции и с максимальной коррекцией по сравнению с обычными торическими ИОЛ [6]. Знаком хирургического успеха в этих сложных клинических ситуациях стала хорошая острота зрения без коррекции.

В современной периодической литературе практически отсутствуют работы, отражающие исследования ПКЧ и aberrаций у пациентов с артификацией, на глазах с ранее

проведенной СКП. Однако при этом доподлинно известно, что контрастная чувствительность на глазах, ранее перенесших кератопластику в любых ее видах, значительно ниже, чем на глазах без патологии роговицы [4], а исследования, посвященные сравнению выраженности аберраций высшего порядка у пациентов с СКП и DALK (deep anterior lamellar keratoplasty), показывают весьма противоречивые результаты. Одни авторы указывают на отсутствие значимой разницы в показателях НОА в глазах после СКП и DALK [7]. Другие же, напротив, делают вывод о том, что после DALK неровности задней поверхности роговицы увеличивают суммарные роговичные аберрации [8; 9].

Также многими авторами отмечено, что показатели ПКЧ после СКП и DALK статистически значимо ниже относительно пациентов без патологии роговицы, что, вероятно, связано с более высокими роговичными НОА. При этом НКОЗ, МКОЗ и параметры астигматизма у пациентов после СКП и DALK статистически значимо не различаются [10; 11].

В настоящее время имплантация мультифокальных ИОЛ является более востребованным выбором среди пациентов и хирургов. Соответственно, исследований, посвященных оценке постоперационных результатов, в частности изучению контрастной чувствительности, становится больше. Результаты этих исследований показали, что мультифокальные линзы, особенно на основе дифракционной технологии, связаны со снижением контрастной чувствительности и усилением световых явлений, таких как ореолы и блики [12].

В сравнительных исследованиях у пациентов с имплантированной линзой Alcon AcrySof IQ Vivity показатели ПКЧ были статистически значимо выше на всех пространственных частотах, чем у тех, кому была имплантирована линза на основе дифракционной технологии. Однако пациенты с линзой Vivity показали сопоставимые результаты с пациентами в группах с монофокальной ИОЛ. Статистически значимых различий между последними не наблюдалось [6; 13; 14].

В данном исследовании представлен собственный сравнительный анализ пространственной контрастной чувствительности после имплантации монофокальной и EDOF ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта у пациентов со сквозным кератотрансплантатом.

Полученные данные показывают, что даже когда острота зрения у пациентов с артефакцией после перенесенной СКП находится в пределах того, что считается клиническим успехом, контрастная чувствительность может быть снижена относительно пациентов без кераторефракционных вмешательств (табл. 1 и рис.).

Авторами настоящей работы показано, что имеется средневысокая отрицательная связь между показателями ПКЧ и аберрациями высокого порядка, т.е. чем выше значения НОА, в

частности у пациентов с кератотрансплантатом, тем ниже ПКЧ. При сравнении групп пациентов со сквозным кератотрансплантатом, которым имплантирована разная модель ИОЛ, не отмечено статистически значимой разницы между показателями как роговичных, так и внутренних НОА. А на основании отсутствия статистически значимой разницы ПКЧ на всех частотах у этих же пациентов можно сделать вывод, что имплантация EDOF ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15) идентична показателям ПКЧ с монофокальной асферической ИОЛ (Alcon AcrySof IQ SN6ATx) у пациентов с ранее проведенной СКП.

Заключение

Отсутствие статистически значимой разницы в показателях ПКЧ позволяет добавить ИОЛ AcrySof IQ Vivity DFTx15 к одному из вариантов выбора для имплантации у пациентов со сложной топографией роговицы, в частности с ранее перенесенной сквозной кератопластикой.

Список литературы

1. Тахтаев Ю.В., Богачук Е.Г. Контрастная чувствительность при сферических дефокусировках различных степеней у пациентов с монофокальной и мультифокальной артификацией // Офтальмологические ведомости. 2015. Т.8. №. 3. С. 5–12.
DOI: 10.17816/OV201535-12.
2. Karam M., Alkhowaiter N., Alkhabbaz A., Aldubaikhi A., Alsaif A., Shareef E., Alazaz R., Alotaibi A., Koaik M., Jabbour S. Extended depth of focus versus trifocal for intraocular lens implantation: an updated systematic review and meta-analysis // American journal of ophthalmology. 2023. Vol. 251. P. 52-70. DOI: 10.1016/j.ajo.2023.01.024.
3. Bandyopadhyay S., Saha M., Chakrabarti A., Sinha A. Effect on contrast sensitivity after clear, yellow and orange intraocular lens implantation // International ophthalmology. 2016. Vol. 36. №. 3. P. 313-318. DOI: 10.1007/s10792-015-0120-4.
4. Silva C.A., Oliveira E.S., Sena Júnior M.P., Souza L.B. Contrast sensitivity in deep anterior lamellar keratoplasty versus penetrating keratoplasty // Clinics (Sao Paulo). 2007. Vol. 62. №. 6. P. 705-708. DOI: 10.1590/s1807-59322007000600008.
5. Bucci Jr F.A. Patient satisfaction, visual outcomes, and regression analysis in post-LASIK patients implanted with multifocal, EDOF, or monofocal IOLs // Eye Contact Lens. 2023. Vol. 49. №. 4. P. 160-167. DOI: 10.1097/ICL.0000000000000979.
6. Хван Д.А., Федяшев Г.А. Сравнительный анализ рефракционных и функциональных результатов имплантации торической интраокулярной линзы с механизмом формирования

волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов после сквозной кератопластики // Офтальмохирургия. 2024. Vol. 2. №. 139. P. 15–21.

DOI: 10.25276/0235-4160-2024-2-15-21.

7. Ardjomand N., Hau S., McAlister J.C., Bunce C., Galaretta D., Tuft S.J., Larkin D.F.P. Quality of vision and graft thickness in deep anterior lamellar and penetrating corneal allografts // American journal of ophthalmology. 2007. Vol. 143. № 2. P. 228-235. DOI: 10.1016/j.ajo.2006.10.043.

8. Yamaguchi T., Satake Y., Dogru M., Ohnuma K., Negishi K., Shimazaki J. Visual function and higher-order aberrations in eyes after corneal transplantation: how to improve postoperative quality of vision // Cornea. 2015. V. 34. № 11. P. 128-135. DOI: 10.1097/ICO.0000000000000589.

9. Castellucci M., Novara C., Casuccio A., Giovanni G., Giordano C., Failla V., Bonfiglio V., Vadalà M., Cillino S. Bilateral ultrathin descemet's stripping automated endothelial keratoplasty vs. bilateral penetrating keratoplasty in Fuchs' dystrophy: corneal higher-order aberrations, contrast sensitivity and quality of life // Medicina (Kaunas). 2021. Vol. 57. № 2. P.133.

DOI: 10.3390/medicina57020133.

10. Cohen A.W., Goins K.M., Sutphin J.E., Wandling G.R., Wagoner M.D. Penetrating keratoplasty versus deep anterior lamellar keratoplasty for the treatment of keratoconus // International ophthalmology. 2010. Vol. 30. №. 6. P. 675–681. DOI: 10.1007/s10792-010-9393-9.

11. Kim K.H., Choi S.H., Chung E.S., Chung T.Y. Comparison of refractive changes after deep anterior lamellar keratoplasty and penetrating keratoplasty for keratoconus // Japanese journal of ophthalmology. 2011. Vol. 55. №. 2. P. 93–97. DOI: 10.1007/s10384-010-0914-x.

12. Rementería-Capelo L., Lorente P., Carrillo V., Sánchez-Pina J.M., Ruiz-Alcocer J., Contreras I. Patient satisfaction and visual performance in patients with ocular pathology after bilateral implantation of a new extended depth of focus intraocular lens // Journal of ophthalmology. 2022. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2022/4659309> (дата обращения: 18.01.2025). DOI: 10.1155/2022/4659309.

13. Won Y.K., Choi S.H., Chung T.Y., Lim D.H. Clinical outcomes after bilateral implantation of a wavefront-shaping extended depth of focus (EDOF) IOL with mini-monovision // Journal of clinical medicine. 2024. Vol. 13. №. 11. P. 3225. DOI: 10.3390/jcm13113225.

14. Bala C., Poyales F., Guarro M., Mesa R.R., Mearza A., Varma D.K., Jasti S., Lemp-Hull J. Multicountry clinical outcomes of a new nondiffractive presbyopia-correcting IOL // Journal of cataract and refractive surgery. 2022. Vol. 48. P. 136–143. DOI: 10.1097/j.jcrs.0000000000000712.