

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИАМЕТРА ЗРАЧКА В ХОДЕ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ И ИЗМЕНЕНИЯ ТОЛЩИНЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ СЕТЧАТКИ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ

Ван С., Астахов С.Ю., Потемкин В.В., Черкашина А.С., Аникина Л.К., Потемкина А.Р.

ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И.П. Павлова» Минздрава России, Санкт-Петербург

СПбГБУЗ «Городская многопрофильная больница №2»

Актуальность. Катаракта и глаукома являются ведущими причинами снижения зрения у лиц старше 50 лет. Фактоэмульсификация (ФЭ) остаётся «золотым стандартом» хирургического лечения катаракты. Многие факторы, в том числе применение гипотензивных капель, влияют на величину и стабильность интраоперационного мидриаза. Взаимосвязь между диаметром зрачка в ходе операции и изменением толщины центральной зоны сетчатки в послеоперационном периоде в настоящее время не изучена.

Цель. Оценить корреляцию между диаметром зрачка в ходе фактоэмульсификации и изменением толщины сетчатки в послеоперационном периоде в течение 6 месяцев у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ).

Материалы и методы. В исследование включены 94 пациента (108 глаз) с катарактой, из них сформировано 3 группы. I группа – 21 пациент с ПОУГ (27 глаз), получавшие в послеоперационном периоде инстилляций антибиотиков и глюкокортикоидов. II группа – 21 пациент с ПОУГ (23 глаза) и III группа контроля – 52 пациента (58 глаз) без сопутствующей офтальмопатологии – дополнительно использовали нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП). За 30 минут до операции для медикаментозного мидриаза выполнялись субконъюнктивальные инъекции 0,1% атропина – 0,1 мл и 1% мезатона – 0,1 мл. Всем пациентам проведена неосложненная фактоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы. Выполнялось измерение диаметра зрачка в начале и в конце операции. Оценка толщины центральной зоны сетчатки проводилась до операции и через 2 нед., 2 и 6 мес. после фактоэмульсификации с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ).

Результаты. Корреляционной связи между диаметром зрачка во время операции и изменением толщины центральной зоны сетчатки в послеоперационном периоде в исследуемых группах не выявлено. В I группе через 2 недели после операции $r = -0,32$, $p = 0,24$; через 2 месяца: $r = -0,49$, $p = 0,053$; через 6 месяцев: $r = -0,33$; $p = 0,35$. Во II группе через 2 недели после операции: $r = 0,28$, $p = 0,33$; через 2 месяца: $r = 0,17$, $p = 0,58$; через 6 месяцев:

$r = 0,23$, $p = 0,62$. В III контрольной группе через 2 недели после операции: $r = 0,05$, $p = 0,76$; через 2 месяца: $r = -0,06$, $p = 0,71$; через 6 месяцев: $r = -0,07$, $p = 0,71$.

Заключение. Корреляции между диаметром зрачка, измеренным интраоперационно, и толщиной центральной зоны сетчатки в разные сроки после факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы не выявлено.

Ключевые слова: узкий зрачок; толщина центральной зоны сетчатки; факоэмульсификация; катаракта; первичная открытоугольная глаукома; нестероидные противовоспалительные препараты; оптическая когерентная томография.

THE CORRELATION BETWEEN PUPIL SIZE DURING PHACOEMULSIFICATION AND CHANGES ON THE CENTRAL RETINAL THICKNESS AFTER SURGERY IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Wang X., Astakhov S.Yu., Potemkin V.V., Cherkashina A.S., Anikina L.K., Potemkina A.R.

I.P.Pavlov First Saint Petersburg State Medical University, St. Petersburg

"City multidiscipline hospital no.2", St. Petersburg

Background. Cataract and primary open-angle glaucoma remain the main causes of reduced vision. Phacoemulsification (PhE) is the gold standard of surgical treatment of cataract. Various factors may influence to intraoperative pupil size and stability, including the use of hypotensive drops. The relationship between intraoperative pupil diameter and change of central retina thickness after operation is not studied yet.

Aim. To evaluate the correlation between pupil diameter during phacoemulsification and change of central retina thickness after operation withing 6 months in patients with primary open-angle glaucoma (POAG).

Materials and methods. 94 patients with cataract were enrolled in the study, divided into 3 groups. I group – 21 patients with POAG (27 eyes) using topical antibiotics and steroids after operation. II group – 21 patients with POAG (23 eyes) and III control group – 52 patients (58 eyes) without ocular comorbidities additionally using nonsteroidal anti-inflammatory drops (NSAID). All patients received subconjunctival injection of 0,1% atropin – 0,1 ml and 1% mesaton – 0,1 ml in 30 minutes before operation to dilate pupil. All patients underwent uncomplicated phacoemulsification with intraocular lens implantation. We measured the pupil size in the beginning and at the end of the operation. Central retinal thickness was measured with optical coherence tomography (OCT) before surgery, 2 weeks, 2 and 6 months after surgery.

Results. There is no correlation between intraoperation pupil diameter and change of central retina thickness after surgery in the groups. In the I group 2 weeks after surgery $r = -0,32$, $p = 0,24$; 2 months: $r = -0,49$, $p = 0,053$; 6 months: $r = -0,33$, $p = 0,35$. In the II group 2 weeks after surgery: $r = 0,28$, $p = 0,33$; 2 months: $r = 0,17$, $p = 0,58$; 6 months: $r = 0,23$, $p = 0,62$. In the III control group 2 weeks after surgery: $r = 0,05$, $p = 0,76$; 2 months: $r = -0,06$, $p = 0,71$; 6 months: $r = -0,07$, $p = 0,71$.

Conclusions. There is no correlation between intraoperative pupil diameter and change of central retina thickness after phacoemulsification at different periods of follow up.

Keywords: narrow pupil; central retinal thickness; phacoemulsification; primary open-angle glaucoma; nonsteroidal anti-inflammatory drops; optical coherence tomography.

Введение

Факоэмульсификация, впервые описанная в 1967 году [1], в настоящее время является наиболее часто выполняемой высокотехнологичной операцией [2]. Несмотря на достижения современной хирургии катаракты, многие факторы оказывают влияние на послеоперационный результат. Одним из них является максимальный стабильный интраоперационный мидриаз. Недостаточно широкий зрачок - фактор риска увеличения времени операции, развития интра- и послеоперационных осложнений [3, 4]. При узком зрачке технически сложнее выполнить достаточного диаметра непрерывный круговой капсулорексис, гидродиссекцию, ротацию ядра, первичный и вторичный разломы, факоэмульсификацию фрагментов ядра, аспирацию хрусталиковых масс. Увеличивается риск травматизации радужки и цинновых связок в ходе операции, разрыва задней капсулы хрусталика из-за худшей визуализации, развития послеоперационного иридоциклита и кератопатии, а также кистозного макулярного отека [5, 6].

С.Ю. Астаховым с соавт. описаны наиболее частые причины ригидного зрачка [7]. По данным литературы, можно выделить следующие причины недостаточного интраоперационного мидриаза:

- возраст более 60 лет,
- наличие глаукомы и ее оперативное лечение анамнезе,
- сопутствующий псевдоэкзофолиативный синдром (ПЭС) [8, 9].

- перенесенные воспалительные заболевания сосудистой оболочки с формированием синехий,
- некомпенсированный сахарный диабет и заболевания сердечно-сосудистой системы [10-20],
- применение некоторых системных лекарственных препаратов, таких как ингибиторы ангиотензин превращающего фермента (каптоприл, эналаприл и др.), α - и β -адреноблокаторы (карведилол, лабеталол) [21, 22], α 1-адреноблокаторы (тамсулозин) [23], антидепрессанты (имипрамин, хлорпромазин, миансерин и др.) [24-26] и др.

Также выделяют интраоперационные факторы, которые могут индуцировать сужение зрачка: хирургическая травма, высокая яркость осветительной системы микроскопа, реакция зрачка на аккомодацию [27-30].

Описано, что цвет радужной оболочки и реакция зрачка на различные мидриатики взаимосвязаны: чем более пигментирована радужка, тем менее выражен мидриаз [31, 32].

В настоящее время понятие «узкий зрачок» не конкретизировано. Ряд авторов используют данный термин при величине зрачка от 3 до 5 мм [13, 33, 34]. Для проведения безопасной ФЭ достаточный и стабильный мидриаз величиной не менее 5 мм - важное условие [35]. Является ли узкий зрачок фактором риска утолщения сетчатки в послеоперационном периоде в настоящее время не изучено.

Цель нашей работы – оценить корреляцию между диаметром зрачка в ходе факоэмульсификации и изменением толщины сетчатки в послеоперационном периоде в течение 6 месяцев у пациентов с ПОУГ.

Материалы и методы

В исследование включены 94 пациента (108 глаз), которые поступили для хирургического лечения катаракты на офтальмологическое отделение № 5 СПбГБУЗ «ГМПБ № 2». Из них сформировано 3 группы. I группа (21 пациент, 27 глаз) – пациенты с ПОУГ, получавшие в послеоперационном периоде инстилляцию антибиотиков и глюкокортикоидов. II группа (21 пациент, 23 глаза) – пациенты с ПОУГ, закапывающие после операции антибиотики, глюкокортикоиды и нестероидные противовоспалительные препараты. III контрольная группа (52 пациента, 58 глаз) – лица без сопутствующей офтальмопатологии, использовали в послеоперационном периоде те же препараты, что и пациенты II группы.

Критерии включения:

- наличие первичной открытоугольной глаукомы I-III стадии с компенсированным внутриглазным давлением;- гипотензивная терапия препаратами, не оказывающими влияние на диаметр зрачка;
- катаракта разной степени плотности;
- отсутствие интраоперационных осложнений (разрыв задней капсулы хрусталика, выпадение стекловидного тела, остатки хрусталиковых масс и др.);

Критерии исключения:

- инстилляции аналогов простагландинов, пилокарпина;
- механическое расширение зрачка или интраоперационное повреждение радужной оболочки;
- выполнение заднего капсулорексиса;
- наличие увеита, «влажной» формы возрастной макулярной дегенерации, макулярного разрыва, вторичной глаукомы, сосудистых заболеваний сетчатки, витреомакулярного тракционного синдрома, пигментного ретинита, эпиретинальной мембраны;
- любые офтальмологические оперативные вмешательства или травмы органа зрения в анамнезе;
- воспалительные заболевания сосудистой оболочки глаза в анамнезе с формированием передних и/или задних синехий;
- наличие сахарного диабета (СД);
- прием системных препаратов, которые могут вызывать развитие макулярного отека.

Всем пациентам выполнено стандартное офтальмологическое обследование до операции, через 2 нед, 2 мес. и 6 мес. после хирургического лечения: авторефрактометрия, визометрия, гониоскопия, тонометрия (iCare TA01i, ICare, Финляндия), периметрия (периграф «Периком», Оптимед, Россия), биомикроскопия, офтальмоскопия, а также оптическая когерентная томография (Optovue RTVue-100, Optovue, США). При биомикроскопии оценивали цвет радужной оболочки, состояние пигментной каймы, атрофические изменения стромы, наличие псевдоэкзофолиативных отложений по зрачковому краю. Плотность ядра хрусталика определяли по системе LOCS III (таблица 1). Анализ применяемых препаратов у пациентов с ПОУГ представлен на рис. 1 и 2. Измерение толщины сетчатки и анализ данных выполнялся с помощью ОКТ по протоколу Retina thickness map (толщина сетчатки в зоне 1 мм) одним исследователем, от которого были скрыты клинические данные.

За 30 минут до операции для медикаментозного мидриаза выполнялись субконъюнктивальные инъекции 0,1% атропина – 0,1 мл и 1% мезатона – 0,1 мл. Фактоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы выполнена на приборе Infiniti (Alcon, США) одним хирургом без интраоперационных осложнений. Диаметр зрачка измерялся с помощью циркуля Кастровье в начале операции до парацентеза и после вымывания вискоэластика. После каждой ФЭ фиксировались ультразвуковые, временные и гидродинамические параметры.

Инстилляции гипотензивных препаратов проводились по стандартным схемам: пациенты I и II групп на монотерапии тимололом/бетаксололом закапывали препарат 2 раза в сутки, дорзоламид - 3 раза в сутки, комбинированные препараты дорзоламид/бринзоламид с тимололом - 2 раза в сутки. Всем пациентам назначен левофлоксацин 4 раза в день в течение 2 нед. и дексаметазон 0,1 % 4 раза в день по убывающей схеме на 4 нед. Пациентам II и III групп назначен непафенак 0,1 % 3 раза в день в течение 4 нед.

Статистическая обработка данных выполнена в программе IBM SPSS Statistics 26. Статистическую значимость различий между группами определяли параметрическими методами при наличии нормального распределения выборок и непараметрическими методами – при отсутствии нормального распределения. Анализ трех групп проводили с помощью критерии Крускала – Уоллиса. Корреляционную зависимость оценивали с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена и критерия Пирсона. Рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение. Различия между группами по плотности ядра хрусталика определялись однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA).

Таблица 1. Характеристики пациентов в группах (M ± SD, n=108)

группа характеристики	I (n=27)	II (n=23)	Контрольная (n=58)
возраст	74,5 ± 6,9 (62 - 88 лет)	75,2 ± 6,1 (65 - 87 лет)	70,9 ± 8,1 (53 - 84 лет)
Пол (мужской/женский)	33%/67%	26%/74%	23%/77%
цвет радужки	23%	27%	29%
серый	56%	45%	54%
	21%	28%	17%

карий синий и голубой			
состояние радужной оболочки			
деструкция пигментной каймы	78%	73%	34%
дисперсия пигмента на поверхности радужки	69%	51%	18%
ПЭС	30%	40%	36%
плотность ядра по LOCS III			
NC2	7%	4%	2%
NC3	26%	30%	33%
NC4	37%	30%	36%
NC5	7%	9%	14%
NC6	4%	-	2%

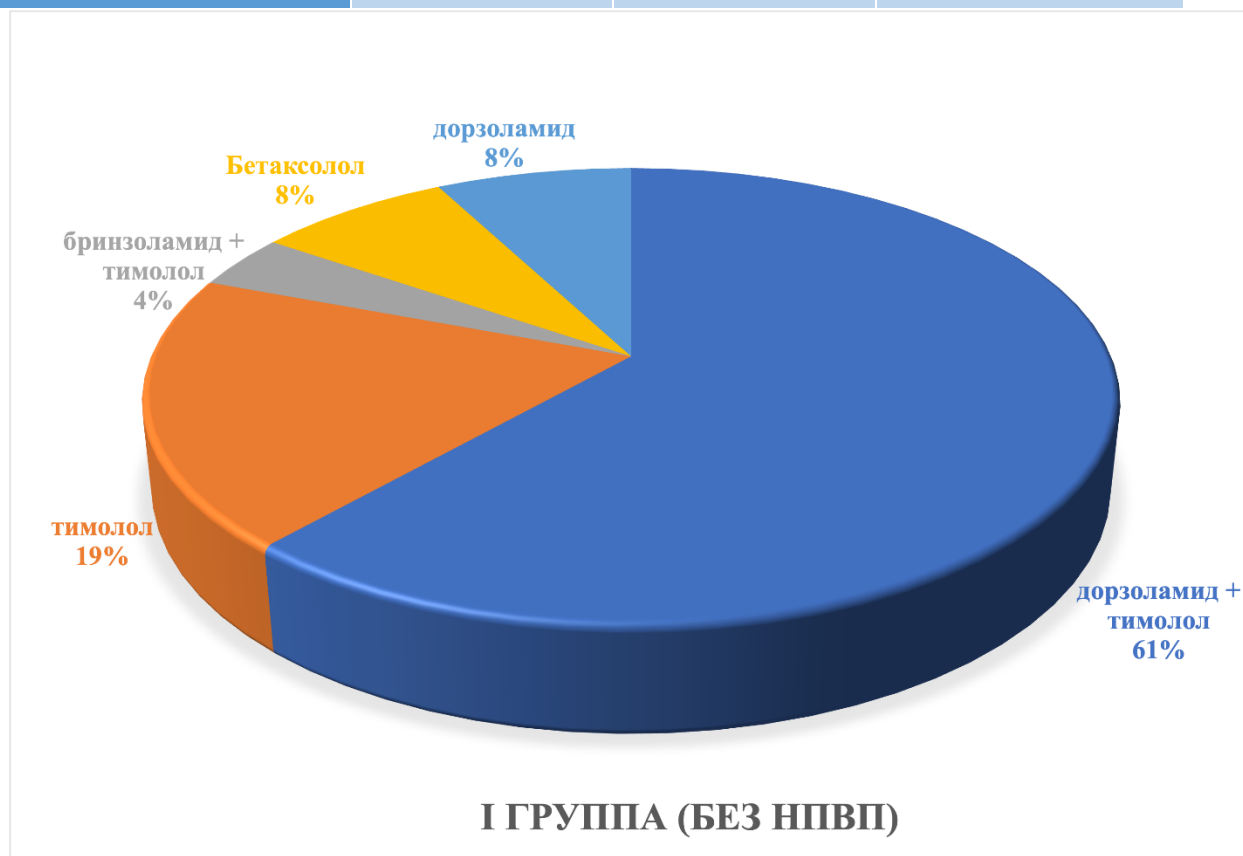


Рисунок 1. Анализ применяемых препаратов в I группе

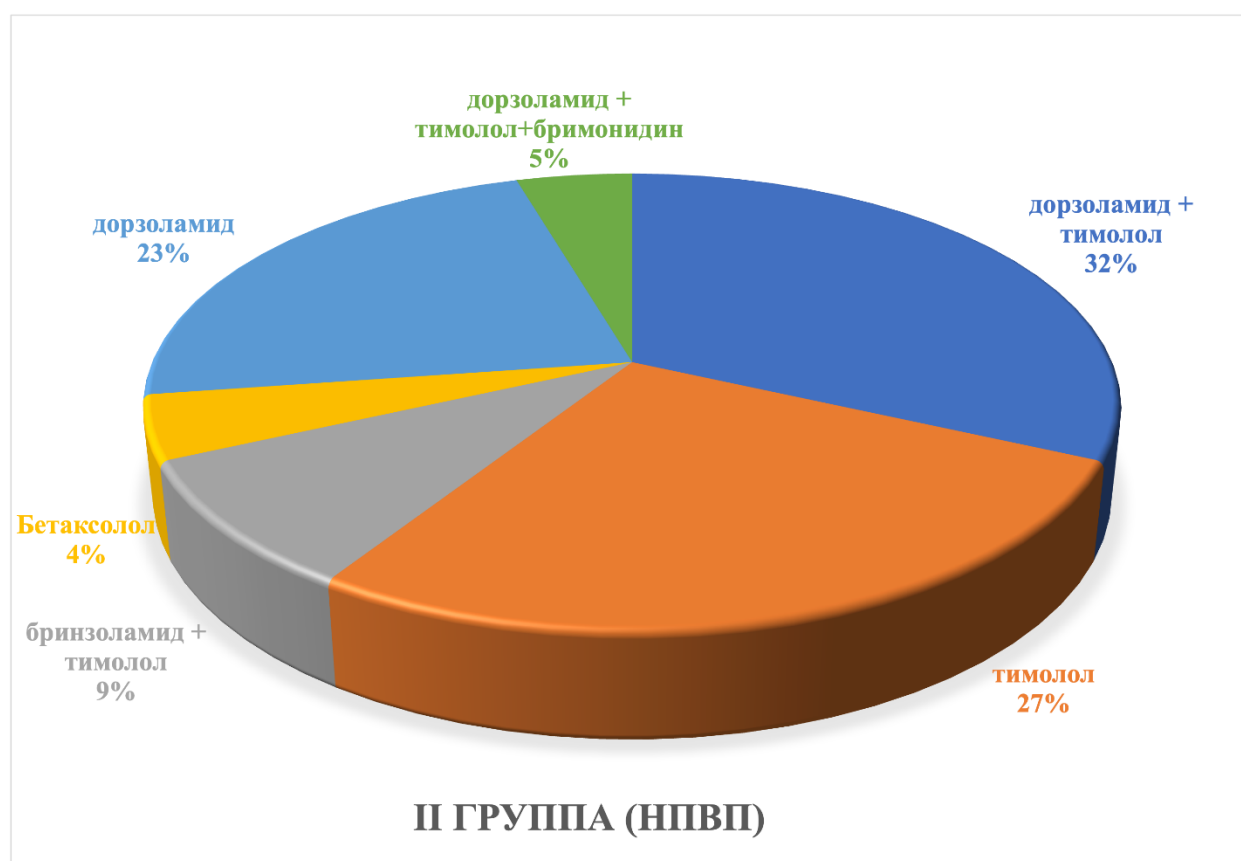


Рисунок 2. Анализ применяемых препаратов во II группе

Результаты

Всем пациентам выполнена неосложненная ФЭ с имплантацией ИОЛ. Какие-либо послеоперационные осложнения в течение всего периода наблюдения отсутствовали. Внутриглазное давление оставалось компенсированным в течение 6 мес.: в I и II группах среднее значение 12,8 – 13,9 мм рт. ст. (по iCare). Диаметр зрачка в начале операции и в конце операции приведён в табл. 2. Мы не получили статистически значимой разницы между исследуемыми группами по данному параметру ($p > 0,05$), а также по плотности ядра хрусталика ($p = 0,871$). Значения толщины центральной зоны сетчатки по данным ОКТ в группах в разные сроки наблюдения представлены на рис. 3 и рис. 4. Корреляции между интраоперационным диаметром зрачка и толщиной сетчатки в фовеа в исследуемых группах в течении всего периода наблюдения не выявлено (рис. 5 – 7). Также не было получено корреляционной связи между величиной зрачка во время операции, ультразвуковыми и гидродинамическими параметрами ФЭ (рис. 8 – 10).

Таблица 2. Интраоперационный диаметр зрачка в исследуемых группах, мм ($M \pm SD$, $n=108$)

Таблица 3. Показатели параметров ФЭ в исследуемых группах ($M \pm SD$, $n = 108$)

Диаметр зрачка, мм группа	До парацентеза	После вымывания вискоэластика	Степень сужения зрачка, мм
I (n=27)	7,2 $\pm$ 1,1 (6–9)	5,5 $\pm$ 1,3 (3–8)	1,7 $\pm$ 0,9 (0,5–4)
II (n=23)	7,1 $\pm$ 1,2 (4,5–8)	5,5 $\pm$ 1,3 (2,5–7,5)	1,6 $\pm$ 0,7 (0,5–2,5)
Контрольная (n=58)	7,5 $\pm$ 1,0 (5–9)	5,7 $\pm$ 1,4 (3–8)	1,9 $\pm$ 0,8 (0,5–3,5)
p	0,368	0,753	0,619

Группа	CDE, кДж	BSS, мл	Время операции, мин.
I (n=27)	11,1 $\pm$ 10,1	59,1 $\pm$ 14,3	8,5 $\pm$ 2,4
II (n=23)	10,2 $\pm$ 6,1	55,4 $\pm$ 13,9	6,8 $\pm$ 1,1
Контрольная (n=58)	10,3 $\pm$ 7,7	52,3 $\pm$ 12,7	7,1 $\pm$ 2,3
Достоверность(p)	0,917	0,128	0,031

Примечание: CDE – Потраченная кумулятивная энергия; BSS сбалансированный ирригационный раствор.

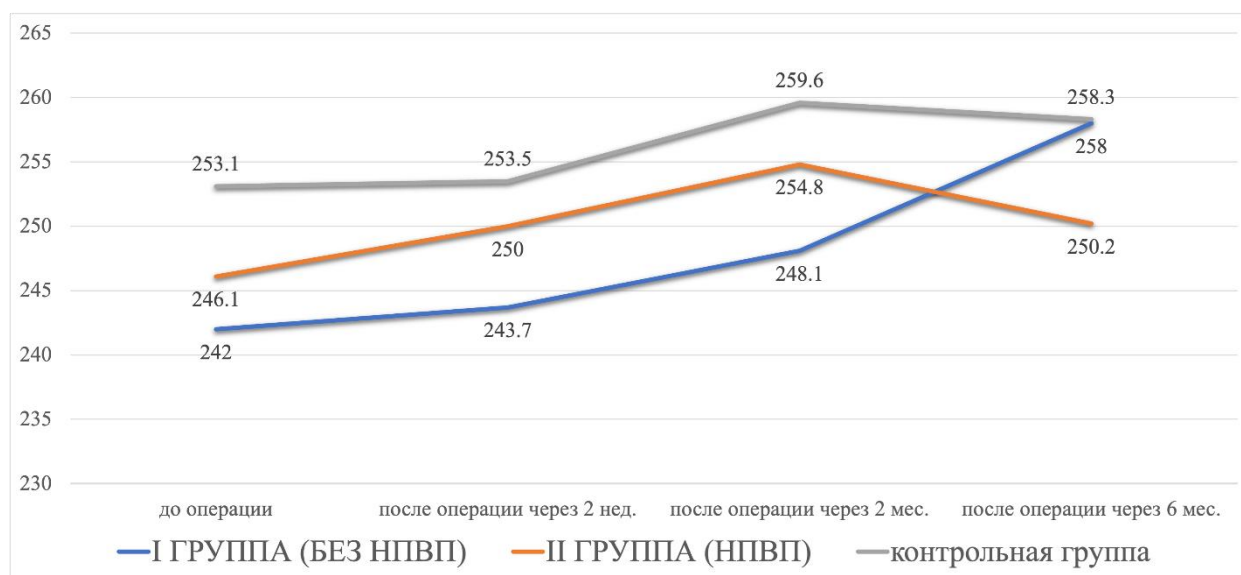


Рисунок 3. Толщина центральной зоны сетчатки в исследуемых группах ($M \pm SD$, $n = 108$)

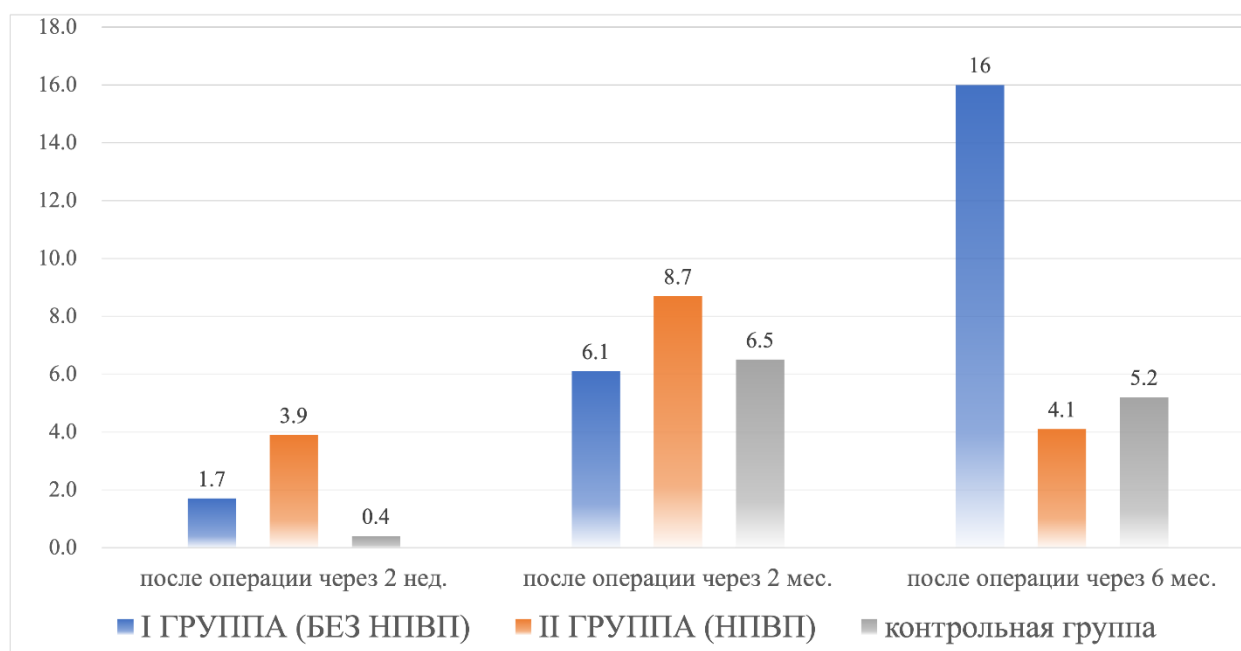


Рисунок 4. Динамика изменения толщины центральной зоны сетчатки в различные сроки наблюдения, μm ($M \pm SD$, $n = 108$)

После операции через 2 недели

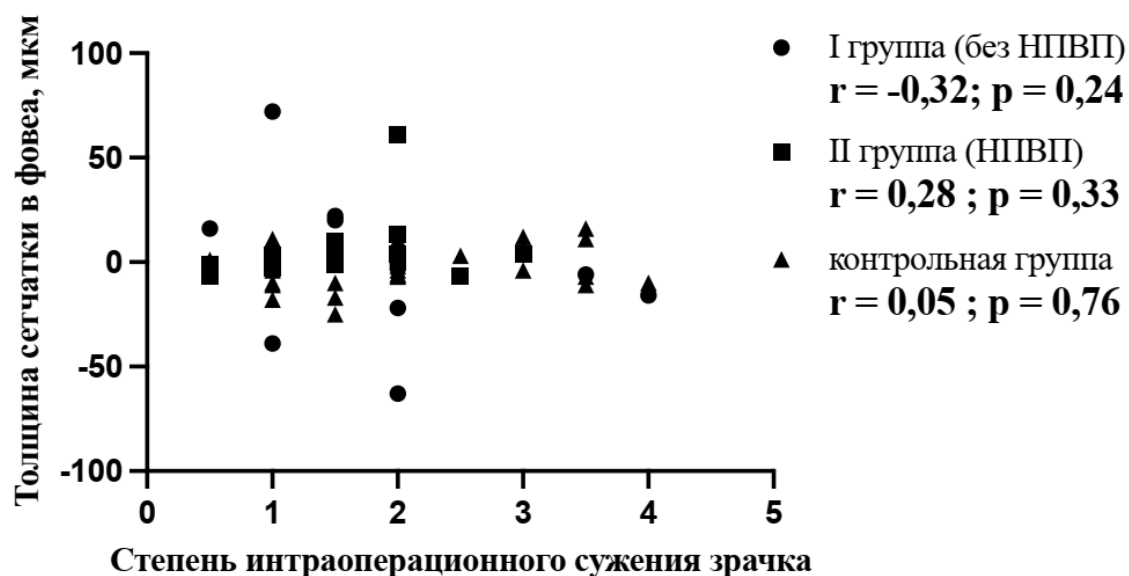


Рисунок 5. Динамика изменения толщины центральной зоны сетчатки через 2 недели после операции в исследуемых группах

После операции через 2 месяца

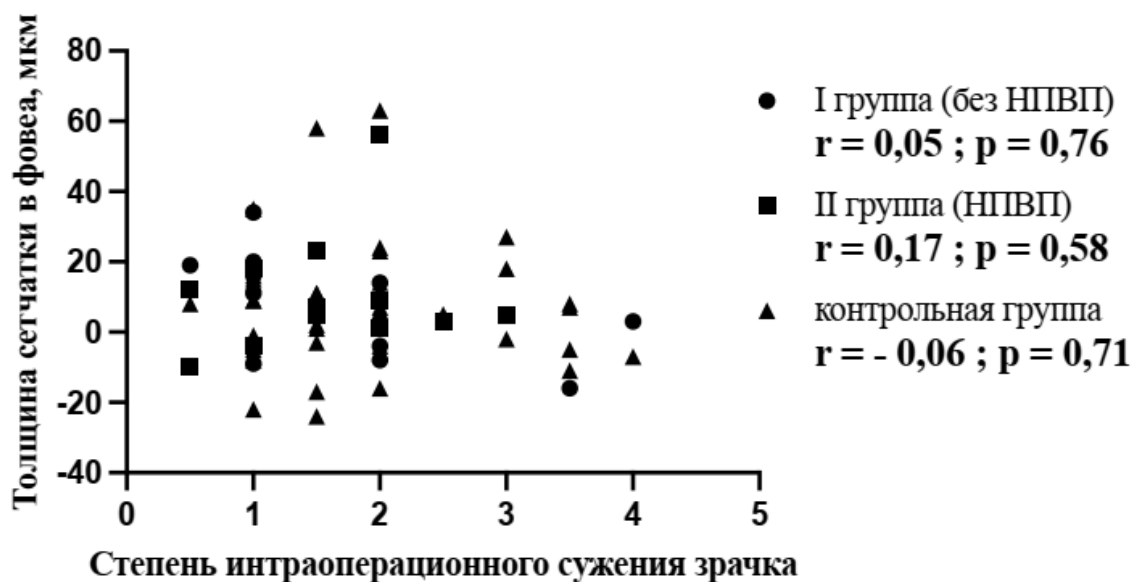


Рисунок 6. Динамика изменения толщины центральной зоны сетчатки через 2 месяца после операции в исследуемых группах

После операции через 6 месяцев

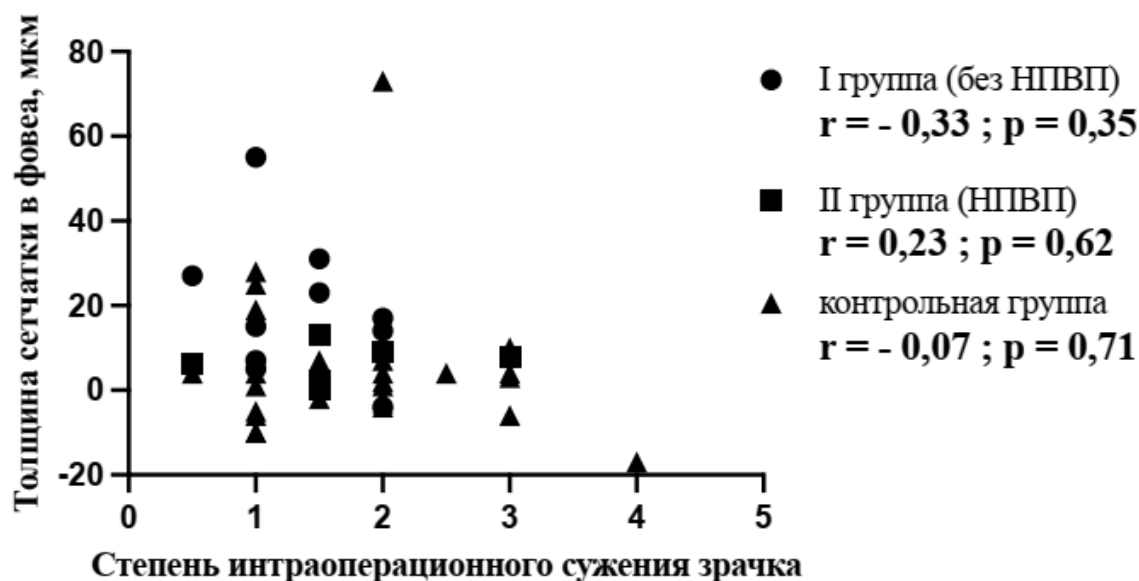


Рисунок 7. Динамика изменения толщины центральной зоны сетчатки через 6 месяцев после операции в исследуемых группах

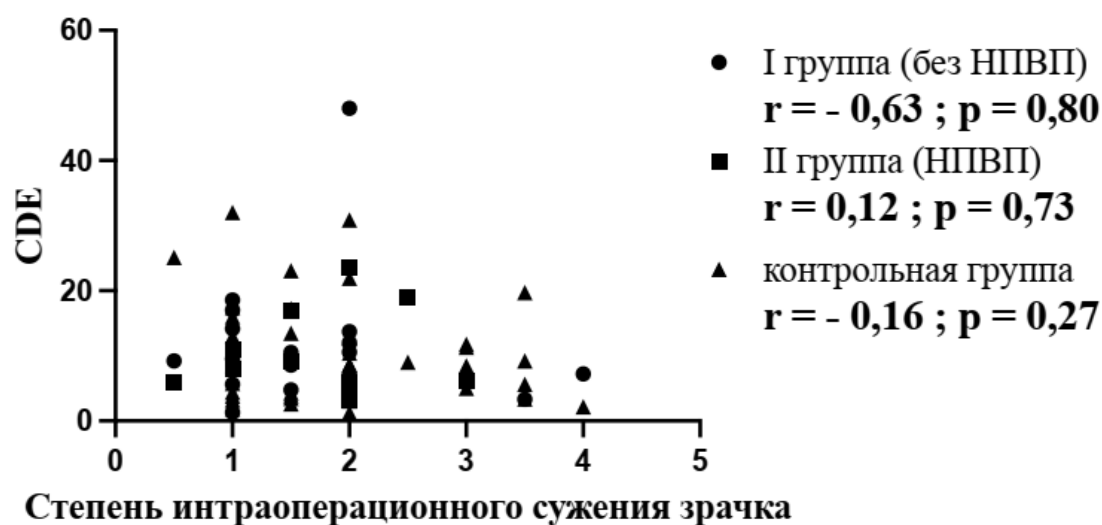


Рисунок 8. Корреляция между степенью сужения зрачка и затраченной кумулятивной энергией в исследуемых группах

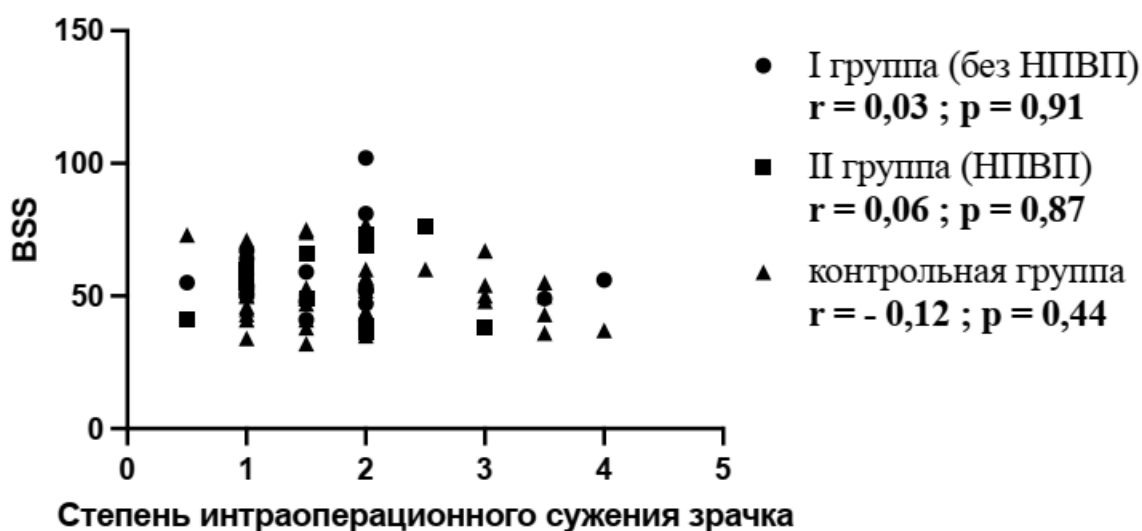


Рисунок 9. Корреляция между степенью сужения зрачка и аспирированным сбалансированным солевым раствором в исследуемых группах

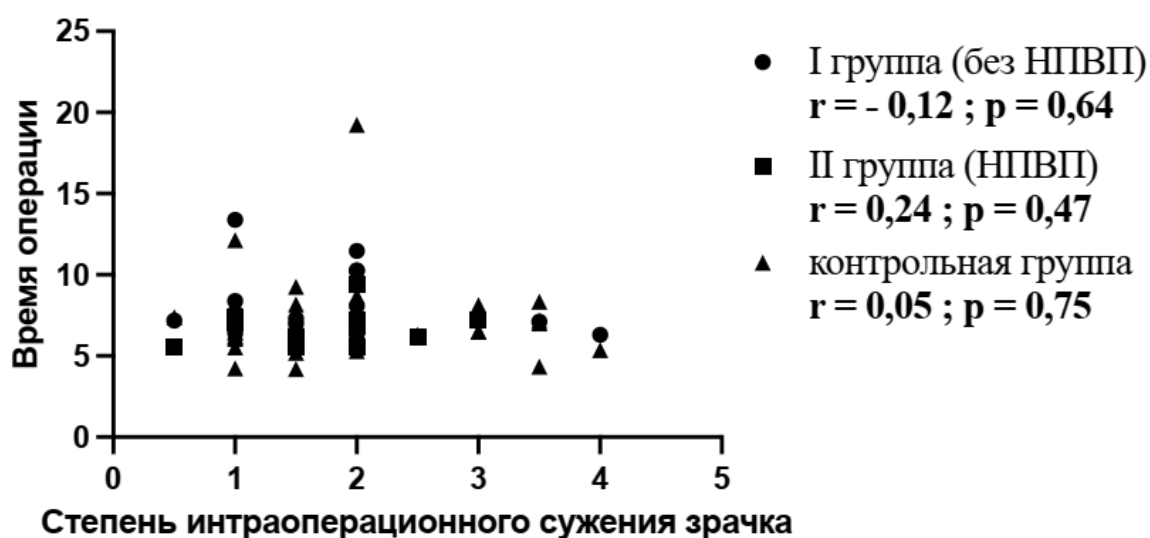


Рисунок 10. Корреляция между степенью сужения зрачка и временем операции в исследуемых группах

Обсуждение

Интраоперационный миоз мы определяли как сужение зрачка на 2,5 мм в любой момент во время операции, а также как диаметр зрачка менее 6 мм в конце операции или в любой момент во время операции [36]. У пациентов I группы диаметр зрачка в начале операции составил в среднем $7,2 \pm 1,1$ мм (от 6 до 9 мм), что является достаточным для безопасного проведения фактоэмульсификации. В конце операции диаметр зрачка у этих пациентов

составил в среднем $5,5 \pm 1,3$ мм (от 3 до 8 мм), таким образом степень интраоперационного диаметра зрачка внутри группы составила от 0,5 до 4 мм, при этом интраоперационный миоз выявлен в 7% случаев. У пациентов II группы диаметр зрачка в начале операции составил в среднем $7,1 \pm 1,2$ мм (от 4,5 до 8 мм), к концу операции $5,5 \pm 1,3$ мм (от 2,5 до 7,5 мм), интраоперационный миоз выявлен в 9% случаев. У пациентов контрольной группы мидриаз был достаточным в начале операции ($7,5 \pm 1,0$ мм, от 5–9 мм), интраоперационный миоз произошел в 16% случаев.

В ряде исследований показано, что у пациентов с ПОУГ имеется тенденция к менее выраженному расширению зрачка после инстилляций мидриатиков по сравнению со здоровыми лицами [37, 38]. В нашей работе недостаточный мидриаз после субконъюнктивной инъекции 0,1% атропина – 0,1 мл и 1% мезатона – 0,1 мл выявлялся чаще у пациентов с ПОУГ по сравнению с группой контроля, однако частота развития интраоперационного миоза не отличалась между группами.

Одним из факторов, влияющих на стабильность интраоперационного мидриаза, является высвобождение простагландинов в ответ на хирургическую травму. В ряде работ показано, что НПВП, используемые как до, так и во время операции, могут ингибировать высвобождение простагландинов и поддерживать стабильный диаметр зрачка [39]. Изучение влияния НПВП на поддержание интраоперационного мидриаза не являлось целью нашей работы, так как данный препарат мы назначали только в послеоперационном периоде.

Заключение

Корреляции между интраоперационным изменением диаметра зрачка и толщиной центральной зоны сетчатки в разные сроки после факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы не выявлено.

Недостаточный предоперационный мидриаз у пациентов с ПОУГ возникает чаще, по сравнению с лицами без сопутствующей офтальмопатологии. Однако интраоперационный миоз происходит одинаково часто как у пациентов с ПОУГ, так и у неглаукомных пациентов.

Список литературы

1. Kelman CD. Phaco-Emulsification and Aspiration: A New Technique of Cataract Removal: A Preliminary Report. *Am J Ophthalmol.* 2018 Jul;191:xxx-xl. doi: 10.1016/j.ajo.2018.04.014. PMID: 29929630.
2. Малюгин Б. Э. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии //Вестник офтальмологии. – 2014. – Т. 130. – №. 6. – С. 80-88.
3. Зиновьев С. А. Особенности ультразвуковой факоэмульсификации катаракты у

- пациентов с узким зрачком : дис. — Российская медицинская академия последипломного образования, 2003.
4. Buratto L. Cataract Surgery: Переход от экстракапсулярной экстракции катаракты к факоэмульсификации //Пер. с англ. СПб. — 1999.
 5. Kershner RM. Management of the small pupil for clear corneal cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2002 Oct;28(10):1826-31. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01206-3. PMID: 12388036.
 6. Krupsky S, Zalish M, Oliver M, Pollack A. Anterior segment complications in diabetic patients following extracapsular cataract extraction and posterior chamber intraocular lens implantation. Ophthalmic Surg. 1991 Sep;22(9):526-30. PMID: 1945278.
 7. Астахов, С. and Я. Манцева, Современные методы хирургической реабилитации больных катарактой и глаукомой. Тезисы доклада VII съезда офтальмологов России, 2000 г., ч. I, 1999: p. 24.
 8. Потёмкин В. В., Агеева Е. В. Нестабильность связочного аппарата хрусталика у пациентов с псевдоэкзофолиативным синдромом: анализ 1000 последовательных факоэмульсификаций //Офтальмологические ведомости. — 2018. — Т. 11. — №. 1. — С. 41-46.
 9. Потёмкин В. В., Гольцман Е. В. Хирургия катаракты при псевдоэкзофолиативном синдроме //Офтальмологические ведомости. — 2020. — Т. 13. — №. 1. — С. 37-42.
 10. Майчук, Ю., Старческие изменения глаз. Проблемы долголетия. М, 1962: p. 119-123.
 11. Абрамов В. Г. Исходы экстракции катаракты у лиц с хирургически нормализованным офтальмотонусом при открытоугольной глаукоме //Офтальмологический журнал. — 1993. — Т. 48. — №. 2. — С. 83-86.
 12. Koch DD, Samuelson SW, Haft EA, Merin LM. Pupillary size and responsiveness. Implications for selection of a bifocal intraocular lens. Ophthalmology. 1991 Jul;98(7):1030-5. PMID: 1891209.
 13. Vasavada A, Singh R. Phacoemulsification in eyes with a small pupil. J Cataract Refract Surg. 2000 Aug;26(8):1210-8. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00361-8. PMID: 11008050.
 14. Goldman JM, Karp CL. Adjunct devices for managing challenging cases in cataract surgery: pupil expansion and stabilization of the capsular bag. Curr Opin Ophthalmol. 2007 Feb;18(1):44-51. doi: 10.1097/ICU.0b013e3280121b09. PMID: 17159447.
 15. Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, Hodge C, Sutton G. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. Ophthalmology. 2013 Feb;120(2):227-33. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.10.026. Epub 2012 Dec 6. PMID: 23218822.

16. Ratra V, Lam DS. Small Pupil--Big Problem: A Management Algorithm. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2015 May-Jun;4(3):131-3. doi: 10.1097/APO.000000000000119. PMID: 26065497.
17. Pärssinen O, Leppänen E, Keski-Rahkonen P, Mauriala T, Dugué B, Lehtonen M. Influence of tamsulosin on the iris and its implications for cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006 Sep;47(9):3766-71. doi: 10.1167/iovs.06-0153. PMID: 16936084.
18. Shingleton BJ, Crandall AS, Ahmed II. Pseudoexfoliation and the cataract surgeon: preoperative, intraoperative, and postoperative issues related to intraocular pressure, cataract, and intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Jun;35(6):1101-20. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.03.011. PMID: 19465298.
19. Belovay GW, Varma DK, Ahmed II. Cataract surgery in pseudoexfoliation syndrome. *Curr Opin Ophthalmol*. 2010 Jan;21(1):25-34. doi: 10.1097/ICU.0b013e328332f814. PMID: 19816175.
20. Dean WH, Patel D, Sherwin JC, Metcalfe NH. Follow-up survey of cataract surgical coverage and barriers to cataract surgery at Nkhoma, Malawi. *Ophthalmic Epidemiol*. 2011 Aug;18(4):171-8. doi: 10.3109/09286586.2011.590918. PMID: 21780876.
21. Schwinn DA, Afshari NA. alpha(1)-Adrenergic receptor antagonists and the iris: new mechanistic insights into floppy iris syndrome. *Surv Ophthalmol*. 2006 Sep-Oct;51(5):501-12. doi: 10.1016/j.survophthal.2006.06.011. PMID: 16950249.
22. Calotti F, Steen D. Labetalol causing intraoperative floppy-iris syndrome. *J Cataract Refract Surg*. 2007 Jan;33(1):170-1. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.07.048. PMID: 17189820.
23. Chang DF, Campbell JR. Intraoperative floppy iris syndrome associated with tamsulosin. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Apr;31(4):664-73. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.02.027. PMID: 15899440.
24. Pringle E, Packard R. Antipsychotic agent as an etiologic agent of IFIS. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Dec;31(12):2240-1; author reply 2241. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.12.066. PMID: 16473184.
25. Ugarte M, Leong T, Rassam S, Kon CH. Intraoperative floppy-iris syndrome, alpha1-adrenergic antagonists, and chronic intake of mianserin: is there an association? *J Cataract Refract Surg*. 2007 Jan;33(1):170. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.07.047. PMID: 17189819.
26. Unal M, Yücel I, Tenlik A. Intraoperative floppy-iris syndrome associated with chronic use of chlorpromazine. *Eye (Lond)*. 2007 Sep;21(9):1241-2. doi: 10.1038/sj.eye.6702914. Epub 2007 Jun 29. PMID: 17603467.
27. Azzolini C, Brancato R, Venturi G, Bandello F, Pece A, Santoro P. Updating on intraoperative light-induced retinal injury. *Int Ophthalmol*. 1994-1995;18(5):269-76. doi:

- 10.1007/BF00917829. PMID: 7607807.
28. Barraquer, R.I. and J. Barraquer, *Intraoperative mydriasis and miosis*. Surgical Pharmacology of the Eye, 1985: p. 271.
29. Brazitikos PD, Roth A. Iris modifications following extracapsular cataract extraction with posterior chamber lens implantation. J Cataract Refract Surg. 1991 May;17(3):269-80. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80823-1. PMID: 1861241.
30. Cole DF, Unger WG. Prostaglandins as mediators for the responses of the eye to trauma. Exp Eye Res. 1973 Nov 25;17(4):357-68. doi: 10.1016/0014-4835(73)90245-5. PMID: 4765258.
31. Obianwu H. O., Rand M. J. The relationship between the mydriatic action of ephedrine and the colour of the iris //The British Journal of Ophthalmology. – 1965. – Т. 49. – №. 5. – С. 264.
32. Korczyn AD, Laor N, Nemet P. Sympathetic pupillary tone in old age. Arch Ophthalmol. 1976 Nov;94(11):1905-6. doi: 10.1001/archopht.1976.03910040615006. PMID: 985167.
33. Avramides S, Traianidis P, Sakkias G. Cataract surgery and lens implantation in eyes with exfoliation syndrome. J Cataract Refract Surg. 1997 May;23(4):583-7. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80219-2. PMID: 9209997.
34. Pham DT, Volkmer C, Leder K, Wollensak J. Partielle Sphinkterektomie in der Kataraktchirurgie. Klinische und pathohistologische Ergebnisse [Partial sphincterectomy in cataract surgery. Clinical and patho-histologic results]. Ophthalmologe. 1998 Sep;95(9):635-8. German. doi: 10.1007/s003470050327. PMID: 9793386.
35. Bakalian, S., et al., Intraoperative floppy iris syndrome and cataract surgery complications associated with the use of tamsulosin. Investigative Ophthalmology & Visual Science, 2010. 51(13): p. 5412-5412.
36. Osher, R.H., I.I.K. Ahmed, and G.A. Demopulos, OMS302 (phenylephrine and ketorolac injection) 1%/0.3% to maintain intraoperative pupil size and to prevent postoperative ocular pain in cataract surgery with intraocular lens replacement. Expert Review of Ophthalmology, 2015. 10(2): p. 91-103.
37. Егоров Е. А., Хадикова Э. В. Особенности зрачковых реакций у больных с начальной глаукомой //Вестник оренбургского государственного университета. – 2004. – №. 5. – С. 33-35.
38. Курышева Н. И. Псевдоэксфолиативный синдром //Вестн. офтальмол. – 2001. – Т. 117. – №. 3. – С. 47-50.
39. Cervantes-Coste G, Sánchez-Castro YG, Orozco-Carroll M, Mendoza-Schuster E, Velasco-Barona C. Inhibition of surgically induced miosis and prevention of postoperative macular

edema with nepafenac. Clin Ophthalmol. 2009;3:219-26. doi: 10.2147/opth.s4820. Epub 2009 Jun 2. PMID: 19668569; PMCID: PMC2708994.

References

1. Kelman CD. Phaco-Emulsification and Aspiration: A New Technique of Cataract Removal: A Preliminary Report. Am J Ophthalmol. 2018 Jul;191:xxx-xl. doi: 10.1016/j.ajo.2018.04.014. PMID: 29929630.
2. Malyugin B. E. Cataract surgery and intraocular correction at the present stage of development of ophthalmic surgery //Annals of Ophthalmology= Vestnik oftal'mologii. – 2014. – Т. 131. – №. 6. – С. 80-88.
3. Zinoviev S. A. Features of ultrasound phacoemulsification of cataracts in patients with a narrow pupil : dis. – Russian Medical Academy of Postgraduate Education, 2003.
4. Buratto L. Cataract surgery-the transition from extracapsular cataract extraction to phacoemulsification //Ì.: Fabiano Editore. – 1999.
5. Kershner RM. Management of the small pupil for clear corneal cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2002 Oct;28(10):1826-31. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01206-3. PMID: 12388036.
6. Krupsky S, Zalish M, Oliver M, Pollack A. Anterior segment complications in diabetic patients following extracapsular cataract extraction and posterior chamber intraocular lens implantation. Ophthalmic Surg. 1991 Sep;22(9):526-30. PMID: 1945278.
7. Astakhov, S. and Ya. Mantseva, Modern methods of surgical rehabilitation of patients with cataract and glaucoma. Abstracts of the report of the VII Congress of Ophthalmologists of Russia, 2000, part I, 1999: p. 24.
8. Potemkin VV, Ageeva EV. Zonular instability in patients with pseudoexfoliative syndrome: the analysis of 1000 consecutive phacoemulsifications. Ophthalmology Journal. 2018;11(1):41-46. doi: 10.17816/OV11141-46.
9. Potyomkin V. V., Goltsman E. V. Cataract surgery in pseudoexfoliation syndrome //Ophthalmology Reports. – 2020. – Т. 13. – №. 1. – С. 37-42.
10. Maychuk, Yu., Senile eye changes. Problems of longevity. M, 1962: p. 119-123.
11. Abramov V.G., Vakurin A.E., Jerdetskiy A.S. Results of cataract extraction in persons with surgically normalized ophthalmotonus in open-angle glaucoma. Ophthalmological journal. 1993; 2: 83–6
12. Koch DD, Samuelson SW, Haft EA, Merin LM. Pupillary size and responsiveness. Implications for selection of a bifocal intraocular lens. Ophthalmology. 1991 Jul;98(7):1030-

5. PMID: 1891209.
13. Vasavada A, Singh R. Phacoemulsification in eyes with a small pupil. *J Cataract Refract Surg.* 2000 Aug;26(8):1210-8. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00361-8. PMID: 11008050.
14. Goldman JM, Karp CL. Adjunct devices for managing challenging cases in cataract surgery: pupil expansion and stabilization of the capsular bag. *Curr Opin Ophthalmol.* 2007 Feb;18(1):44-51. doi: 10.1097/ICU.0b013e3280121b09. PMID: 17159447.
15. Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, Hodge C, Sutton G. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. *Ophthalmology.* 2013 Feb;120(2):227-33. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.10.026. Epub 2012 Dec 6. PMID: 23218822.
16. Ratra V, Lam DS. Small Pupil--Big Problem: A Management Algorithm. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2015 May-Jun;4(3):131-3. doi: 10.1097/APO.0000000000000119. PMID: 26065497.
17. Pärssinen O, Leppänen E, Keski-Rahkonen P, Mauriala T, Dugué B, Lehtonen M. Influence of tamsulosin on the iris and its implications for cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006 Sep;47(9):3766-71. doi: 10.1167/iovs.06-0153. PMID: 16936084.
18. Shingleton BJ, Crandall AS, Ahmed II. Pseudoexfoliation and the cataract surgeon: preoperative, intraoperative, and postoperative issues related to intraocular pressure, cataract, and intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2009 Jun;35(6):1101-20. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.03.011. PMID: 19465298.
19. Belovay GW, Varma DK, Ahmed II. Cataract surgery in pseudoexfoliation syndrome. *Curr Opin Ophthalmol.* 2010 Jan;21(1):25-34. doi: 10.1097/ICU.0b013e328332f814. PMID: 19816175.
20. Dean WH, Patel D, Sherwin JC, Metcalfe NH. Follow-up survey of cataract surgical coverage and barriers to cataract surgery at Nkhoma, Malawi. *Ophthalmic Epidemiol.* 2011 Aug;18(4):171-8. doi: 10.3109/09286586.2011.590918. PMID: 21780876.
21. Schwinn DA, Afshari NA. alpha(1)-Adrenergic receptor antagonists and the iris: new mechanistic insights into floppy iris syndrome. *Surv Ophthalmol.* 2006 Sep-Oct;51(5):501-12. doi: 10.1016/j.survophthal.2006.06.011. PMID: 16950249.
22. Calotti F, Steen D. Labetalol causing intraoperative floppy-iris syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 2007 Jan;33(1):170-1. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.07.048. PMID: 17189820.
23. Chang DF, Campbell JR. Intraoperative floppy iris syndrome associated with tamsulosin. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Apr;31(4):664-73. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.02.027. PMID: 15899440.

24. Pringle E, Packard R. Antipsychotic agent as an etiologic agent of IFIS. *J Cataract Refract Surg.* 2005 Dec;31(12):2240-1; author reply 2241. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.12.066. PMID: 16473184.
25. Ugarte M, Leong T, Rassam S, Kon CH. Intraoperative floppy-iris syndrome, alpha1-adrenergic antagonists, and chronic intake of mianserin: is there an association? *J Cataract Refract Surg.* 2007 Jan;33(1):170. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.07.047. PMID: 17189819.
26. Unal M, Yücel I, Tenlik A. Intraoperative floppy-iris syndrome associated with chronic use of chlorpromazine. *Eye (Lond).* 2007 Sep;21(9):1241-2. doi: 10.1038/sj.eye.6702914. Epub 2007 Jun 29. PMID: 17603467.
27. Azzolini C, Brancato R, Venturi G, Bandello F, Pece A, Santoro P. Updating on intraoperative light-induced retinal injury. *Int Ophthalmol.* 1994-1995;18(5):269-76. doi: 10.1007/BF00917829. PMID: 7607807.
28. Barraquer, R.I. and J. Barraquer, Intraoperative mydriasis and miosis. *Surgical Pharmacology of the Eye*, 1985: p. 271.
29. Brazitikos PD, Roth A. Iris modifications following extracapsular cataract extraction with posterior chamber lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 1991 May;17(3):269-80. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80823-1. PMID: 1861241.
30. Cole DF, Unger WG. Prostaglandins as mediators for the responses of the eye to trauma. *Exp Eye Res.* 1973 Nov 25;17(4):357-68. doi: 10.1016/0014-4835(73)90245-5. PMID: 4765258.
31. Obianwu H. O., Rand M. J. The relationship between the mydriatic action of ephedrine and the colour of the iris //The British Journal of Ophthalmology. – 1965. – T. 49. – №. 5. – С. 264.
32. Korczyn AD, Laor N, Nemet P. Sympathetic pupillary tone in old age. *Arch Ophthalmol.* 1976 Nov;94(11):1905-6. doi: 10.1001/archophth.1976.03910040615006. PMID: 985167.
33. Avramides S, Traianidis P, Sakkias G. Cataract surgery and lens implantation in eyes with exfoliation syndrome. *J Cataract Refract Surg.* 1997 May;23(4):583-7. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80219-2. PMID: 9209997.
34. Pham DT, Volkmer C, Leder K, Wollensak J. Partielle Sphinkterektomie in der Kataraktchirurgie. Klinische und pathohistologische Ergebnisse [Partial sphincterectomy in cataract surgery. Clinical and patho-histologic results]. *Ophthalmologe.* 1998 Sep;95(9):635-8. German. doi: 10.1007/s003470050327. PMID: 9793386.
35. Bakalian, S., et al., Intraoperative floppy iris syndrome and cataract surgery complications associated with the use of tamsulosin. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2010. 51(13): p. 5412-5412.

36. Osher, R.H., I.I.K. Ahmed, and G.A. Demopoulos, OMS302 (phenylephrine and ketorolac injection) 1%/0.3% to maintain intraoperative pupil size and to prevent postoperative ocular pain in cataract surgery with intraocular lens replacement. *Expert Review of Ophthalmology*, 2015. 10(2): p. 91-103.
37. Egorov E. A., Khadikova E. V. Features of pupillary reactions in patients with initial glaucoma //Bulletin of the Orenburg State University. – 2004. – no. S. – pp. 33-35.
38. Kurysheva NI. Psevdoéksfoliativnyĩ sindrom [Pseudoexfoliation syndrome]. *Vestn Oftalmol.* 2001 May-Jun;117(3):47-50. Russian. PMID: 11521441.
39. Cervantes-Coste G, Sánchez-Castro YG, Orozco-Carroll M, Mendoza-Schuster E, Velasco-Barona C. Inhibition of surgically induced miosis and prevention of postoperative macular edema with nepafenac. *Clin Ophthalmol.* 2009;3:219-26. doi: 10.2147/opth.s4820. Epub 2009 Jun 2. PMID: 19668569; PMCID: PMC2708994.