

# Терапия неоваскулярной глаукомы

**Ходжаев Н.С.**, д.м.н., профессор, заместитель генерального директора по организационной работе и инновационному развитию;

**Сидорова А.В.**, врач-офтальмолог высшей категории, заведующая отделением хирургического лечения глаукомы;

**Смирнова Е.А.**, аспирант;

**Елисеева М.А.**, аспирант;

**Старостина А.В.**, к.м.н., младший научный сотрудник.

Отдел хирургического лечения глаукомы, ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ, 127486, Российская Федерация, Москва, Бескудниковский бульвар, дом 59а.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи. Конфликт интересов: отсутствует.

**Для цитирования:** Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Смирнова Е.А., Елисеева М.А., Старостина А.В.

Терапия неоваскулярной глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2020; 19(2):76-87.

## Резюме

Неоваскулярная глаукома является тяжелой патологией органа зрения, которая трудно поддается медикаментозному и хирургическому лечению. Данная форма глаукомы характеризуется быстрым прогрессированием, высоким уровнем внутриглазного давления, выраженным болевым синдромом и снижением зрительных функций вплоть до полной их утраты. Наиболее частыми состояниями, при которых развивается неоваскулярная глаукома, являются диабетическая ретинопатия и тромбоз центральной вены сетчатки. Эндотелиальные клетки сосудов в ответ на специфический стимул в виде гипоксии вырабатывают проангиогенные факторы, наиболее значимым из которых является VEGF. Возникающий дисбаланс между про- и антиангиогенными факторами провоцирует развитие неоваскуляризации структур глаза.

С целью уменьшения неоваскуляризации и снижения осложнений хирургического лечения применяются панретикулярная лазеркоагуляция и введение анти-VEGF препаратов. В настоящее время для лечения неоваскулярной глаукомы применяются такие хирургические методы, как трабекулэктомия и имплантация трубчатых дренажей. Альтернативой хирургическим вмешательствам являются циклодеструктивные вмешательства. Новой технологией, характеризующейся отсутствием выраженного повреждающего действия на ткани и малым количеством осложнений, является транссклеральная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме с использованием диодного лазера.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** неоваскулярная глаукома, анти-VEGF препараты, PEDF-фактор, микроимпульсная циклофотокоагуляция, обзор литературы, эффективность, безопасность.

## ENGLISH

## Neovascular glaucoma treatment

**Khodzhaev N.S.**, Med.Sc.D., Professor, Deputy General Director for Organizational Work and Innovative Development;

**Sidorova A.V.**, M.D., Head of the Glaucoma Surgical Treatment Department;

**Smirnova E.A.**, Postgraduate;

**Eliseeva M.A.**, Postgraduate;

**Starostina A.V.**, Ph.D., Junior Research Associate.

Department of Surgical Treatment of Glaucoma, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 59a Beskudnikovsky Boulevard, Moscow, Russian Federation, 127486.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

**For citations:** Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Smirnova E.A., Eliseeva M.A. Starostina A.V.

Neovascular glaucoma treatment. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2020; 19(2):76-87.

## Для контактов:

**Сидорова Алла Валентиновна**, e-mail: [sidorova@mntk.ru](mailto:sidorova@mntk.ru)

## Abstract

Neovascular glaucoma is a severe pathology of the eye, which is difficult to treat. It is characterized by rapid progression, high intraocular pressure (IOP) level, severe pain and an acute decrease in visual acuity. Its most common causes include diabetic retinopathy and ischemic central retinal vein occlusion. The endothelial vascular cells respond to a specific stimulus (tissular hypoxia) and secrete proangiogenic factors. The most significant is VEGF. The resulting imbalance between pro- and antiangiogenic factors produces neovascularization of the eye tissues.

Panretinal photocoagulation and anti-VEGF therapy are used to reduce iris neovascularization and reduce the com-

plications of surgical treatment. Currently, surgical methods such as trabeculectomy and tubular drainage implantation are used to treat neovascular glaucoma. An alternative to surgical interventions is presented by cyclodestructive procedures. Transscleral diode-laser micropulse cyclophotocoagulation is the latest technology, characterized by the absence of a pronounced damaging effect on tissues and a small number of complications.

**KEYWORDS:** neovascular glaucoma, anti-VEGF therapy, PEDF factor, micropulse cyclophotocoagulation, literature review, efficacy, safety.

**Н**еоваскулярная глаукома (НВГ) является одной из наиболее тяжелых форм глаукомы, которая осложняет заболевания глаза, сопровождающиеся ишемией и гипоксией сетчатки. НВГ развивается у 33-64% пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией и у 45% пациентов с ишемической формой тромбоза центральной вены сетчатки или ее ветвей [1-7].

Сахарный диабет является одной из основных проблем современного здравоохранения. В России на 2017 год общее количество пациентов составляло 4 498 955 (3,06% населения РФ), из них 92,1% (4,15 млн) приходилось на пациентов с сахарным диабетом 2 типа. При этом наблюдается неуклонный рост распространенности заболевания — более чем на 2,5 млн в период с 2000 по 2017 год, в основном за счет пациентов с сахарным диабетом 2 типа [8]. Распространенность диабетической ретинопатии в России, по статистическим данным, составляет 38,3% среди пациентов с сахарным диабетом 1 типа и 15,0% среди пациентов с сахарным диабетом 2 типа, при этом частота диабетической ретинопатии увеличивается при большей длительности диабета, достигая 77,8% при длительности сахарного диабета 2 типа более 15 лет [9, 10].

Распространенность тромбоза центральной вены сетчатки составляет 65 на 100 000 взрослого населения, при этом заболеваемость увеличивается с возрастом. Ишемическая форма развивается у 19-45% пациентов с тромбозом центральной вены сетчатки [1, 2].

НВГ характеризуется быстрым прогрессированием с высоким уровнем внутриглазного давления (ВГД), выраженным болевым синдромом и снижением зрительных функций вплоть до полной их утраты [4, 5]. НВГ относится к 3 (наивысшей) степени рефрактерности глаукомы по классификации А.М. Бессмертного (2003).

НВГ развивается вследствие распространения фиброваскулярной мембраны на трабекулярный аппарат с прогрессирующим ухудшением оттока внутриглазной жидкости. Наиболее частыми состояниями, при которых развивается НВГ, являются диабетическая ретинопатия и тромбоз центральной

вены сетчатки. При этих заболеваниях нарушается кровоснабжение сетчатки, что приводит к возникновению и прогрессированию гипоксии тканей сетчатки. Эндотелиальные клетки сосудов в ответ на специфический стимул в виде гипоксии вырабатывают различные проангиогенные факторы: VEGF (фактор роста эндотелия сосудов),  $\beta$ FGF (фактор роста фибробластов), TNF (фактор некроза опухоли), IGF (инсулиновый фактор роста) и PDGF (тромбоцитарный фактор роста). Наиболее значимым из проангиогенных факторов является VEGF, имеющий 9 изоформ, наиболее значимой из которых для ангиогенеза является VEGF-A. VEGF связывается со специфическими рецепторами эндотелиальных клеток. Неоваскуляризация глазных структур развивается вследствие дисбаланса между проангиогенным фактором VEGF и антиангиогенным фактором PEDF (фактор пигментного эпителия), обладающим сильным ингибирующим ангиогенез эффектом. Процесс ангиогенеза запускается повышением проницаемости сосудистой стенки, которая приводит к выходу белков плазмы крови за пределы сосуда. На этой матрице под воздействием проангиогенных факторов происходит формирование новообразованных сосудов с тонкой, хрупкой стенкой с малым количеством перицитов [11]. По данным D.N. Hu et al., концентрация VEGF-A была повышена во влаге передней камеры у пациентов с неоваскулярной глаукомой ( $1095,99 \pm 52,71$  пг/мл) в сравнении с группой контроля, имеющей только возрастную катаракту ( $679,54 \pm 49,81$  пг/мл) [12].

В развитии НВГ можно клинически выделить несколько стадий [11, 13]:

1 стадия — рубец радужки. Характеризуется неоваскуляризацией радужки, которая появляется в большинстве случаев сначала по зрачковому краю при сохранении нормального уровня ВГД;

2 стадия — открытоугольная глаукома. Сопровождается образованием фиброваскулярных мембран, которые распространяются на структуры угла передней камеры (УПК) и могут быть обнаружены при гониоскопии. На этой стадии происходит повышение уровня ВГД;

3 стадия — закрытоугольная глаукома, при которой фиброваскулярная мембрана сокращается, образуя протяженные гониосинехии, которые закрывают структуры УПК. На этой стадии наиболее часто отмечается очень высокий уровень ВГД, рефрактерный к воздействию гипотензивных капель, выраженный болевой синдром, крайне низкие или отсутствующие зрительные функции.

На стадии открытоугольной глаукомы может быть эффективно медикаментозное лечение с применением комбинированных гипотензивных средств. Д.В. Липатов с соавт. предлагают использование фиксированных комбинаций тимолола и дорзоламида, которые показали большую эффективность у пациентов с НВГ и сахарным диабетом, чем монотерапия или иные комбинированные препараты. Данная терапия рекомендуется для применения как в качестве отдельного метода лечения, так и для предоперационной подготовки [14].

С.Ш. Миррахимова предлагает использовать для предоперационной подготовки у пациентов с НВГ комбинированный препарат тимолола и бримонидина. При его применении достигается более эффективное уменьшение отека роговицы (у 41,2% пациентов) и купирование болевого синдрома (у 26,7% пациентов), нежели чем при использовании иных гипотензивных препаратов, в силу наличия у бримонидина не только гипотензивных, но и сосудосуживающих свойств. Наиболее хорошие результаты автор отметил у пациентов в стадии открытоугольной глаукомы, у которых наблюдалось достоверное снижение уровня ВГД на 5-е сутки закапывания препарата после перевода с привычной терапии [15].

Медикаментозное лечение при НВГ в стадии закрытоугольной глаукомы малоэффективно и применяется в основном для предоперационной подготовки. В качестве основных средств большинство авторов предлагают использование бета-блокаторов и ингибиторов карбоангидразы, при этом считают использование миотиков и симпатомиметиков неэффективным. Использование простагландинов также бесперспективно, так как улучшение увеального оттока не достигается из-за наличия неоваскулярной мембраны. В качестве дополнительной терапии возможно применение глюкокортикоидов с целью уменьшения явлений воспаления и болевого синдрома [4, 6, 16, 17].

Учитывая патогенетический механизм развития НВГ, эффективными методами уменьшения неоваскуляризации являются применение ингибиторов VEGF (vascular endothelial growth factor) и проведение панретинальной лазеркоагуляции.

Самостоятельное гипотензивное действие ингибиторов VEGF незначительно, однако их применение позволяет снизить риск геморрагических осложнений хирургического лечения и добиться лучших результатов [3]. Использование бевацизумаба и ранибизумаба, связывающих все изоформы

VEGF, позволяет уменьшить имеющуюся неоваскуляризацию и временно предотвратить появление новых сосудов, что позволяет значительно снизить количество осложнений и добиться лучшего гипотензивного эффекта фистулизирующей хирургии. Уменьшение рубеоза достигается уже через 24-48 часов после введения и сохраняется около 3-4 недель [18, 19]. В исследовании Lan Liu et al. было показано, что при применении интравитреальной инъекции ранибизумаба перед трабекулектомией достигается успех лечения в течении 1 года у 94,4% пациентов, из них у 61,1% — без гипотензивных капель. При этом удается снизить количество послеоперационных осложнений, гифема была отмечена лишь в 5,5% случаев [20].

Проведение панретинальной лазеркоагуляции целесообразно у всех пациентов с НВГ при сахарном диабете и у пациентов с ишемической формой тромбоза центральной вены сетчатки с достаточной прозрачностью сред, независимо от стадии глаукомы [6]. Панретинальная лазеркоагуляция может проводиться как до (в случаях умеренно повышенного или нормального ВГД), так и после (в случаях с высоким ВГД) хирургического лечения глаукомы. При неоваскуляризации переднего отрезка глаза применяется активная тактика: уменьшение числа сеансов до 1-3, проводимых с разницей в 6-8 дней, с большим количеством коагулятов за сеанс (800-1000). Используются следующие настройки лазера: диаметр пятна 200-500 мкм, продолжительность импульса 200-300 мс, мощность 200-400 мВт; настройки подбираются в процессе вмешательства, исходя из индивидуальных особенностей пациента [21-25]. Учитывая патогенетическую связь между ишемией сетчатки и глаукомой, очевидно, что панретинальная лазеркоагуляция является оптимальным методом предотвращения дальнейшего прогрессирования заболевания. Для пациентов с НВГ, развившейся на фоне сахарного диабета, панретинальная лазеркоагуляция сетчатки является «золотым стандартом» лечения [6, 7, 21-25].

В случаях невозможности проведения панретинальной лазеркоагуляции сетчатки из-за непрозрачности сред глазного яблока часть авторов предлагает использование криопексии сетчатки с одномоментным проведением криодеструкции (Шуко А.Г.) или транссклеральной циклофотокоагуляции (ТЦФК) (Юрьева Т.Н. с соавт.) [26, 27]. Однако в сравнении с лазеркоагуляцией данная методика требует большего объема вмешательства, обладает слабыми возможностями дозирования, оказывает повреждающее действие на склеру и сопровождается выраженными воспалительными процессами в раннем послеоперационном периоде, хуже переносится пациентами, в связи с чем в настоящее время применяется редко, в основном при наиболее тяжелом течении глаукомы с предшествующей неэффективной панретинальной лазеркоагуляцией [28-30].

Таблица 1. Осложнения после проведенной трабекулэктомии  
Table 1. Complications after trabeculectomy

Исследование <i>Study</i>	Количество глаз <i>Number of eyes</i>	Осложнения (%) / <i>Complications (%)</i>			
		гифема <i>hyphema</i>	отслойка сосудистой оболочки (ОСО) <i>choroidal detachment</i>	мелкая передняя камера <i>shallow chamber</i>	наружная фильтрация <i>bleb leakage</i>
Shen C.C. et al., 2011	20	40	5	-	-
Kawabata K. et al., 2019	30	66,7	13,3	10	56,7
Shinohara Y. et al., 2017	39	33,3	23,1	17,9	5,1
Бабушкин А.Э. с соавт., 2016 <i>Babushkin A.E. et al., 2016</i>	19	73,7	31,6	-	-
Nakatake Sh. et al., 2014	28	17,8	14,3	-	-

Хирургическое лечение НВГ сопряжено с большим количеством трудностей, связанных с особенностями ее патогенеза и клинического течения. Наличие в переднем отрезке глаза хрупких новообразованных сосудов обуславливает повышенный риск геморрагических осложнений, а дальнейшее развитие фиброваскулярной мембраны способствует блокаде вновь созданных путей оттока. При этом методы, хорошо зарекомендовавшие себя в лечении других форм глаукомы, зачастую неэффективны при НВГ. Непроницающая глубокая склерэктомия, широко применяемая в лечении первичной открытоугольной глаукомы, не может использоваться при НВГ в связи с грубыми органическими изменениями структур угла передней камеры и усиленной пролиферативной активностью, обуславливающей быстрое рубцевание и неэффективность операции [7]. На данный момент применяются операции фистулизирующего типа (глубокая склерэктомия или трабекулэктомия) с митомицином С с целью уменьшения послеоперационного рубцевания и хирургия с использованием различных дренажей [31-37].

Проведение фистулизирующей хирургии часто сопряжено с большим количеством осложнений, из наиболее частых — гифема, которая встречается в 17,8-73,7% случаев, и цилиохориоидальная отслойка, которая происходит в 5-31,6% случаев (табл. 1) [31, 32, 34, 36-38]. Интересно, что Sh. Nakatake et al. пишут, что гифема является значимым прогностическим фактором неудачи трабекулэктомии и рекомендуют использовать введение вискоэластиков в переднюю камеру или коагуляцию сосудов радужки непосредственно перед проведением иридэктомии с целью уменьшения риска возникновения гифемы [38].

М.М. Бикбов с соавт. в своем исследовании сравнивали эффективность имплантации клапана Ahmed и модификации синустрабекулэктомии

с использованием дренажа Глаутекс, представляющего собой биорезорбируемую биосовместимую пленку со сроком полной резорбции 4-9 месяцев. Полученные результаты свидетельствовали о том, что комбинированная методика с применением дренажа связана с низкой эффективностью (53,9% через 1 год) и большим количеством осложнений (гифема наблюдалась в 30,7% случаев, отслойка сосудистой оболочки — 23,1%) в сравнении с имплантацией клапана Ahmed (соответственно 80, 26,6 и 13,3%) [39].

А.Э. Бабушкиным с соавт. была предложена методика комбинированного лечения НВГ с использованием ингибиторов VEGF. Вначале вводился ранибизумаб интракамерально и субконъюнктивально, затем в сроки от 3 до 14 дней проводили двойную контрапертурную фистулизирующую операцию. При этом частота геморрагических осложнений (гифемы) составила 26,7%, что было значительно ниже, чем у пациентов, которым проводилась только фистулизирующая операция (73,7%). Нормализация ВГД была достигнута через год у 84,6% пациентов, причем у 76,9% без дополнительной гипотензивной терапии [36].

Y. Hong et al. приводят свои данные по комбинированному лечению НВГ на стадии закрытого угла, эффект которого они оценивали в сравнении с ТЦФК. На первом этапе проводили интравитреальное введение ранибизумаба, через 3-5 дней выполняли трабекулэктомию с митомицином. Третьим этапом проводили панретинальную лазеркоагуляцию через 5-7 дней после хирургического лечения и последующие сеансы (2-3) через 7 дней. Лазерное воздействие осуществлялось с использованием непрямой бинокулярной офтальмоскопии, что позволяет уменьшить травмирование послеоперационной зоны и инфекционных осложнений. В данном исследовании авторы отмечают, что в 89% случаев произошел полный регресс неоваскуляризации.

Таблица 2. Успех дренажной хирургии в различные сроки наблюдения  
 Table 2. Success of drainage surgery at different follow-up time-points

Исследование Study	Количество глаз Number of eyes	Модель дренажа Drainage model	Успех операции в зависимости от срока наблюдения, % The success of the operation, depending on the follow-up period, %				
			6 месяцев 6 months	1 год 1 year	2 года 2 years	3 года 3 years	5 лет 5 years
Бикбов М.М. с соавт., 2016 Bikbov M.M. et al., 2016	21	Ahmed	-	79,4	71,4	66,7	-
Shen C.C. et al., 2011	20	Ahmed	90	70	60	-	-
Yalvac I.S. et al., 2007	38	Ahmed	-	63,2	56,1	43,2	25,2
	27	Molteno	-	37	29,6	29,6	29,6
Peter A. Netland, 2009	38	Ahmed	-	73,1	61,9	-	20,6
Every S.G. et al., 2006	145	Molteno	-	72	60	-	40
Trible J.R. et al., 1998	34	Baerveldt	91	86	62	-	-
Ye H. et al., 2017	40	Ahmed	80	77,5	-	-	-
Mastropasqua L. et al., 1996	28	Krupin	-	89	74	66	46

Таблица 3. Осложнения хирургических операций с применением трубчатых дренажей  
 Table 3. Complications of tubular drainage implantation

Исследование Study	Количество глаз, дренаж Number of eyes, drainage	Осложнения (%) / Complications (%)					
		гифема hyphema	ОСО choroidal detachment	гипотония hypotony	мелкая ПК shallow chamber	окклюзия трубки tube occlusion	воспаление inflammation
Липатов Д.В. с соавт., 2009 Lipatov D.V. et al., 2009	30 (Ahmed)	60	3,33	-	6,67	-	-
Liu L. et al., 2016	19 (Ahmed)	5,3	-	31,6	15,8	10,5	5,3
Shen C. C. et al., 2011	20 (Ahmed)	40	5	10	-	-	-
Liao N. et al., 2016	103 (Ahmed)	3,3	4,9	3,3	8,1	1,6	-
WuDunn D. et al., 2006	34 (Ahmed)	35	6	6	-	9	3
Every S.G. et al., 2006	145 (Molteno)	65	3	-	30	3	1
Mastropasqua L. et al., 1996	28 (Krupin)	-	25	57,1	53,6	17,9	17,9
Xie Zh. et al., 2019	66 (Ahmed)	15,2	1,5	-	13,6	3	-

Данный метод позволил достичь большей эффективности в сравнении с ТЦФК (89% против 60% через 12 месяцев наблюдения), а также избежать субатрофии глазного яблока, наблюдаемой у 8% пациентов после ТЦФК [40].

Причины снижения гипотензивного эффекта фистулизирующих операций с течением времени связаны с избыточным рубцеванием в области путей оттока и фистулы. С целью уменьшения рубцевания в послеоперационном периоде обычно

применяются цитостатики, а именно митомицин С. При проведении трабекулэктомии непосредственно после операции обычно удается достигнуть гипотензивного эффекта, однако эффективность значительно снижается с течением времени и через один год составляет 65-78,2%, через два года — 42,8-61,8% [31-37].

Альтернативой фистулизирующим операциям является использование шунта Ex-PRESS. По данным Y. Shinohara et al., имплантация шунта Ex-PRESS сопровождалась меньшим количеством осложнений в сравнении с трабекулэктомией: гифема наблюдалась в 10% случаев после имплантации шунта Ex-PRESS и в 33,3% после трабекулэктомии, послеоперационная гипотония — в 14 и 35,9% случаев, мелкая передняя камера — в 2 и 17,9% случаев соответственно. Эффективность гипотензивного эффекта была сравнима и на сроках наблюдения 6 месяцев составляла 78,0 и 72,1% в группах Ex-PRESS и трабекулэктомии соответственно [34]. Исследование K. Kawabata et al. также показывает меньшее количество послеоперационных осложнений в сравнении с трабекулэктомией: гифема в 21,4 и 66,7%, наружная фильтрация — в 14,3 и 56,7% случаев соответственно. Однако по данным этого исследования через один год после хирургического вмешательства успех лечения был значительно ниже, чем в группе трабекулэктомии: 31,8 и 69,3% соответственно [31].

Наиболее эффективным хирургическим методом для лечения НВГ является имплантация различных видов трубчатых дренажей. Используемые дренажи имеют схожее строение и представлены телом дренажа, фиксируемым к склере в области экватора глаза и формирующим резервуар для оттекающей жидкости, и отводящей трубочки, выводимой проксимальным концом в переднюю камеру глаза. Модели дренажей Molteno и Baerveldt не имеют клапанного механизма, соответственно отток жидкости осуществляется независимо от уровня ВГД пациента, в то время как модели Ahmed и Krupin обладают клапаном, перекрывающим ток жидкости при достижении некоторого минимального уровня ВГД (8-10 мм рт.ст.). Дренажи широко применяются в лечении пациентов с различными формами рефрактерной глаукомы, в том числе и при НВГ, так как их применение позволяет решить проблему избыточного рубцевания путей оттока и снизить вероятность геморрагических осложнений за счет отсутствия необходимости выполнять иридэктомию. Наиболее часто и в России, и за рубежом применяется дренаж модели Ahmed, большинство публикаций описывают именно его использование, другие модели дренажей используются реже. Преимуществами дренажа Ahmed является наличие клапана, ограничивающего отток жидкости при низком уровне ВГД, а также меньшее количество осложнений при сравнимой эффективности.

Одной из проблем в послеоперационном периоде является резкий подъем уровня ВГД, связанный с выраженными пролиферативными процессами и встречающийся, по данным авторов, в сроки до 6 месяцев у 5-20% пациентов [41, 42]. Большинство авторов отмечали снижение гипотензивного эффекта дренажной хирургии с течением времени (табл. 2). Результаты успеха операции были сравнимы в сроки до двух лет наблюдения у различных исследователей, более поздние результаты значительно отличаются, что может быть связано с большим количеством выбывших из исследования пациентов. По данным S.G. Every et al., достижение гипотензивного эффекта после имплантации дренажа Molteno достигалось в 72% случаев через один год после хирургического лечения, в 60% — через два года и в 40% — через пять лет. I.S. Yalvac et al. получили гипотензивный эффект в 63,2% случаев при имплантации дренажа Ahmed и в 37% случаев при имплантации дренажа Molteno через один год наблюдения, в 56,1 и 29,6% — через два года, в 43,2 и 29,6% — через три года и в 25,2 и 29,6% — через пять лет наблюдения. C.C. Shen et al. пишут, что при имплантации дренажа Ahmed в их исследовании успеха удалось достигнуть у 90% пациентов в сроки 6 месяцев после лечения, у 70% — через один год и у 60% — через два года [32, 41-47].

По данным большинства исследователей, основными причинами снижения эффективности дренажей являются закупорка отводящей трубки и процессы рубцевания с образованием плотной капсулы вокруг тела дренажа [48-50]. При проведении дренажной хирургии отмечаются осложнения, общие для всех хирургических вмешательств при глаукоме (гифема, хориоидальная отслойка, мелкая передняя камера, послеоперационная гипотония), и осложнения, типичные именно для имплантации дренажей, такие как дислокация дренажа, прорезывание и смещение трубки (табл. 3) [20, 21, 32, 37, 41, 45, 51]. Для уменьшения риска возникновения осложнений (гифема и гипотония в раннем послеоперационном периоде) предложены различные методы, такие как введение вискоэластика в переднюю камеру (Николашин С.И.), введение вискоэластика в переднюю камеру с заменой на стерильный воздух в конце вмешательства (Липатов Д.В. с соавт.), введение вискоэластика в переднюю камеру и временное лигирование отводящей трубки (WuDunn D. et al.), предварительная инъекция ингибиторов VEGF (Zhou M. et al., Бикбов М.М. с соавт.) [41, 51-54]. С целью снижения активности фибротических процессов и предотвращения инкапсулирования тела дренажа ряд авторов предлагали использование цитостатиков (митомицина С и 5-фторурацила), однако по результатам ряда других исследований было выявлено отсутствие достоверной разницы в результатах лечения с использованием и без использования цитостатиков [48-50].

Н. Ye et al. в своем ретроспективном анализе 40 глаз с НВГ, которым был установлен дренаж Ahmed, показали, что важнейшим предиктором неуспеха операции был молодой возраст (моложе 55 лет) пациента, успех операции составил у них 40%, в то время как у пациентов старше 55 лет — 90%. Такая значительная разница связана с более выраженными пролиферативными процессами у пациентов молодого возраста. Также было показано, что пол пациента, уровень дооперационного ВГД и имеющиеся в анамнезе операции не имели статистически значимого влияния на успешность лечения [46]. Zh. Xie et al. в качестве факторов риска неэффективности имплантации дренажа Ahmed указывают молодой (до 55 лет) возраст пациентов, отсутствие панретинальной лазеркоагуляции и возникновение послеоперационной гифемы [21].

Н. Yap сообщает о результатах комбинированного лечения у пациентов с НВГ, гемофтальмом и катарактой. Проводились одномоментно факоэмульсификация катаракты без имплантации ИОЛ, витрэктомия 23 G с полным удалением фиброваскулярных мембран, панретинальная лазеркоагуляция и трабекулэктомия с использованием митомидина. Данная методика позволяла успешно снизить уровень ВГД ( $19 \pm 4$  мм рт.ст. через один год после вмешательства) и провести панретинальную лазеркоагуляцию сетчатки в полном объеме [30].

При неэффективности хирургических методов лечения, некупируемом высоком уровне ВГД, болевом синдроме показано применение циклодеструктивных вмешательств, в ходе которых путем холодого, ультразвукового или лазерного воздействия происходит повреждение цилиарного тела, приводящее к его частичной атрофии со снижением продукции внутриглазной жидкости. Предложены различные методики проведения данного типа вмешательств [26, 55-58].

М.А. Torquy et al. описывают применение ультразвукового циклодеструктивного вмешательства при различных формах рефрактерных глауком. Операция проводилась на приборе EyeOP1 («Eye Tech care», France) с использованием следующих параметров: частота 21 МГц, акустическая сила 2,45 В, воздействие осуществлялось в 6 секторах продолжительностью 8 с. Процедура была высоко эффективна при первичной открыто- и закрытоугольной глаукоме, псевдоэкссудативной глаукоме, однако у пациентов с НВГ гипотензивный эффект был достигнут только в 40% случаев [59]. Таким образом, данная методика не может рассматриваться как вмешательство выбора.

До широкого распространения лазерных циклодеструктивных вмешательств применялась криодеструктивная хирургия. В настоящее время эта методика используется редко. Учитывая более обширную и менее стабильную зону повреждения тканей, возможности дозирования и фокусирования

воздействия значительно ниже, чем при лазерных методиках. Ее применение сопровождается большим разбросом показателей эффективности у различных авторов (26,3-94%), отмечается выраженная воспалительная реакция в послеоперационном периоде у большинства пациентов. Данный вид воздействия сопровождается большим количеством осложнений, чем циклофотокоагуляция, и может приводить к неконтролируемой гипотонии с развитием субатрофии глазного яблока в 5,2-15,7% случаев [26, 27, 57, 59-62].

На данный момент наиболее широко применяемым методом циклодеструкции является циклофотокоагуляция. В отличие от криодеструкции цилиарного тела, использование лазеров позволяет проводить более дозированное вмешательство с индивидуальным подбором энергии и осуществлять воздействие направленным и сфокусированным в определенной зоне лазерным лучом. В то же время данный метод характеризуется более спокойным послеоперационным периодом с меньшей выраженностью воспалительного процесса и меньшим количеством осложнений.

Может применяться диодный, аргонный или YAG-лазер. По данным А. Oguri et al., не было выявлено различий в эффективности лечения при применении диодного и YAG-лазера [63]. Воздействие может быть осуществлено транссклерально, транспупиллярно или эндоскопически. Транспупиллярное проведение циклофотокоагуляции при неоваскулярной глаукоме не представляется эффективным ввиду сложностей в достижении полноценного мидриаза и зачастую непрозрачных или частично прозрачных сред [57]. Q.Y. Yi et al. описывают методику проведения эндоскопической циклофотокоагуляции. Плюсами ее является визуальный контроль нанесения коагулятов, возможность точного подбора энергии воздействия и проведения одномоментно витрэктомии или ленсэктомии. При этом через год после операции уровень ВГД был снижен на 68,2% относительно исходного и составлял 15-24 мм рт.ст. Исследователи отмечают, что поздних осложнений не наблюдалось, а ранние (гифема 27,3%, хориоидальная отслойка 9,1% и фиброзный экссудат в передней камере 18,2%) были купированы терапевтически в течение первой недели после операции [64]. По данным F.E. Lima et al., гипотензивный эффект был достигнут у 73,53% пациентов через два года после эндоциклофотокоагуляции [65].

Учитывая простоту выполнения, наиболее часто применяется ТЦФК. Данная методика позволяет успешно купировать болевой синдром уже в первые сутки после вмешательства, гипотензивная эффективность составляет, по данным различных авторов, 90-94,4% при наблюдении до полугода и снижается до 49,8-61,2% ко второму-третьему и до 34,8% к шестому году наблюдения. В случае неуспеха возможно повторное проведение ЦФК. Наиболее

тяжелым осложнением данной методики является стойкая гипотония с переходом в субатрофию глаза (3,3-8,6% случаев) [26, 40, 57, 66].

Фокин В.П. с соавт. предлагают комбинирование ТЦФК с введением ингибиторов VEGF до или после лазерного вмешательства (ранибизумаб). Данное сочетание позволило достичь гипотензивного эффекта у 81% больных в сроки наблюдения до 2 лет. При этом в группе пациентов, которым введение ранибизумаба осуществлялось до циклофотокоагуляции, отмечалось достоверное улучшение зрительных функций [67].

Данные гистологического исследования тканей энуклеированного глаза, проведенного А.А. Марковой с соавт., показали значительную зону рассеивания лазерной энергии, повреждение распространялось от первичной мишени воздействия — пигментного эпителия вплоть до супрахориоидального пространства. Авторами также было показано, что область коагуляции не всегда совпадала с положением цилиарных отростков, что было связано с невозможностью визуального контроля положения зонда относительно цилиарного тела [68].

Новой технологией, позволяющей избежать выраженного повреждающего действия на ткани и уменьшить количество осложнений ТЦФК, является транссклеральная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме с использованием диодного лазера. Методика отличается более дозированным воздействием на цилиарное тело за счет замены непрерывного лазерного воздействия микроимпульсами продолжительностью 50-100 нс. В момент импульса происходит накопление тепловой энергии в клетках пигментного эпителия. Период покоя между импульсами позволяет охлаждаться окружающим тканям, тем самым избегая выраженного термического повреждения цилиарного тела, что дает возможность значительно снизить риск стойкой гипотонии с развитием субатрофии глазного яблока. Данные различных авторов свидетельствуют о гипотензивном эффекте, сравнимом с ТЦФК в непрерывном режиме, крайне низком количестве или отсутствии таких послеоперационных осложнений, как стойкая гипотония и субатрофия глазного яблока, и менее выраженной воспалительной

реакции в раннем послеоперационном периоде. У 66,67-75% пациентов удавалось добиться снижения уровня ВГД на 30-45% от исходного и поддерживать его уровень в пределах нормы с уменьшением количества гипотензивных капель (в данных исследованиях группа пациентов с НВГ не выделялась отдельно, их количество в общей группе составляло от 6 до 52,4%) [57, 69-75]. А.А. Jammal et al. в своем исследовании путем проведения статистического анализа показали, что достоверного различия в достижении успеха операции между пациентами с неоваскулярной и другими формами глаукомы нет [73].

Фотокоагуляция в микроимпульсном режиме с использованием диодного лазера с длиной волны 532 нм широко используется при заболеваниях сетчатки. При этом результаты исследования А.К. Yu показывают идентичность гистологических и иммуногистохимических изменений, возникающих вследствие воздействия диодного лазера с длиной волны 532 и 810 нм [76]. Лазерное воздействие осуществляется дозированно непосредственно на пигментный эпителий сетчатки. Применение микроимпульсного лазерного воздействия способствует уменьшению отека, резорбции кровоизлияний, снижению явлений неоваскуляризации [77, 78], что служит основанием предполагать эффективность микроимпульсного воздействия в профилактике прогрессирования неоваскуляризации. По данным Z. Li микроимпульсное лазерное воздействие в эксперименте на мышах приводило к усилению синтеза PEDF (pigment epithelium-derived factor), обладающего антиангиогенным, нейропротекторным и нейротрофическим действием [79]. В то время как результаты исследований E. Midena показали, что после проведения лазерной фотокоагуляции в микроимпульсном режиме снижается экспрессия VEGF, при этом статистически значимых различий в уровне PEDF до и после лазерного воздействия не было обнаружено [80, 81]. На данный момент отсутствует решение данного вопроса, что обуславливает необходимость проведения исследований, целью которых является оценка эффективности и обоснование механизма микроимпульсного лазерного воздействия на неоваскуляризацию.

## Литература

1. Browning D.J. Retinal vein occlusions. Evidence-based management. Springer Science + Business Media New York; 2012. 387 p. doi: 10.1007/978-1-4614-3439-9
2. Jousseaume A.M., Gardner T.W., Kirchhof B., Ryan S.J. (Eds.) Retinal vascular disease. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2007. 778 p.
3. Балалин С.В., Ефремова Т.Г., Потапова В.Н. Применение анти-VEGF препаратов и транссклеральной циклофотокоагуляции в лечении неоваскулярной глаукомы на фоне сахарного диабета. *Практическая медицина*; 2016; 98(6):12-14.
4. Нестеров А.П. Глаукома (изд. 2-е). М.: МИА; 2014. 360 с.
5. Глаукома: Национальное руководство. Под ред. Е.А. Егорова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013. 824 с.
6. Hayreh S.S. Neovascular glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* 2007; 26(5): 470-485. doi: 10.1016/j.preteyeres.2007.06.001

## References

1. Browning D.J. Retinal vein occlusions. Evidence-based management. Springer Science + Business Media New York; 2012. 387 p. doi: 10.1007/978-1-4614-3439-9
2. Jousseaume A.M., Gardner T.W., Kirchhof B., Ryan S.J. (Eds.) Retinal vascular disease. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2007. 778 p.
3. Balalin S.V., Efremova T.G., Potapova V.N. Application of anti-VEGF drugs and trans-scleral cyclophotocoagulation in the treatment of neovascular glaucoma with diabetes mellitus. *Practical medicine*; 2016; 98(6):12-14. (In Russ.).
4. Nesterov A.P. Glaucoma [Glaucoma]. Moscow, MIA; 2014. 360 p. (In Russ.).
5. Glaucoma: national leadership [Glaucoma: national leadership]. Eds by E.A. Egorov. Moscow: GEOTAR-Media; 2013. 824 p. (In Russ.).
6. Hayreh S.S. Neovascular glaucoma. *Prog Retin Eye Res.* 2007; 26(5): 470-485. doi: 10.1016/j.preteyeres.2007.06.001



7. Липатов Д.В., Чистяков Т.А. Медикаментозное, лазерное и хирургическое лечение вторичной неоваскулярной глаукомы у пациентов с сахарным диабетом. *Глаукома*. 2013; 2:62-69.
8. Дедов И.И., Шестакова М.В., Викулова О.К., Железнякова А.В. Сахарный диабет в российской федерации: распространенность, заболеваемость, смертность, параметры углеводного обмена и структура сахароснижающей терапии по данным федерального регистра сахарного диабета, статус 2017 г. *Сахарный диабет*. 2018; 21(3):144-159. doi:10.14341/DM9686
9. Липатов Д.В., Викулова О.К., Железнякова А.В., Исаков М.А. Эпидемиология диабетической ретинопатии в Российской Федерации по данным федерального регистра пациентов с сахарным диабетом (2013–2016 гг.). *Сахарный диабет*. 2018; 21(4):230-240. doi:10.14.341/DM9797
10. Fong D.S., Aiello L., Gardner Th.W., King G.L. Retinopathy in Diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27(1):84-87. doi:10.2337/diacare.27.2007.s84
11. Barac I.R., Pop M.D., Gheorghe A.I., Taban C. Neovascular secondary glaucoma, etiology and pathogenesis. *Rom J Ophthalmol*. 2015; 59(1):24-28.
12. Li Y., Hu D., Lv P., Xing M. Expression of platelet-derived growth factor-C in aqueous humor of patients with neovascular glaucoma and its correlation with vascular endothelial growth factor. *Eur J Ophthalmol*. 2019. doi:10.1177/1120672119832785
13. Межнациональное руководство по глаукоме. Т. 2. Клиника глаукомы. Под ред. Е.А. Егорова. М.: Офтальмология; 2016. 184 с.
14. Липатов Д.В., Чистяков Т.А., Кузьмин А.Г. Гипотензивная эффективность комбинированной терапии в лечении вторичной неоваскулярной глаукомы. *Глаукома*. 2010; 4:29-31.
15. Миррахимова С.Ш. Оптимизация хирургического лечения неоваскулярной глаукомы. *Точка зрения. Восток-Запад*. 2017; 4:49-51.
16. Кански Д. Клиническая офтальмология: систематизированный подход. Пер. с англ. М.: Логосфера; 2006. 744 с.
17. Национальное руководство по офтальмологии. Под ред. С.Э. Аветисова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 944 с.
18. Kim M., Lee C., Payne R., Yue B.Y. Angiogenesis in glaucoma filtration surgery and neovascular glaucoma — a review. *Surv Ophthalmol*. 2015; 60(6):524-535. doi:10.1016/j.survophthal.2015.04.003
19. Wolf A., von Jagow B., Ulbig M., Haritoglou C. Intracameral injection of bevacizumab for the treatment of neovascular glaucoma. *Ophthalmologica*. 2011; 226(2):51-56. doi:10.1159/000327364
20. Liu L., Xu Y., Huang Zh., Wang X. Intravitreal ranibizumab injection combined trabeculectomy versus Ahmed valve surgery in the treatment of neovascular glaucoma: assessment of efficacy and complications. *BMC Ophthalmol*. 2016; 16:65. doi:10.1186/s12886-016-0248-7
21. Xie Zh., Liu H., Du M., Zhu M. Efficacy of ahmed glaucoma valve implantation on neovascular glaucoma. *Int J Med Sci*. 2019; 16(10):1371-1376. doi:10.7150/ijms.35267
22. Липатов Д.В., Смирнова Н.Б., Александрова В.К. Современный алгоритм лазерной коагуляции сетчатки при диабетической ретинопатии. *Сахарный диабет*. 2007; 10(3):45. doi:10.14341/2072-0351-5997
23. Sun J.T., Liang H.J., An M., Wang D.B. Efficacy and safety of intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy compared with Ahmed glaucoma valve implantation in neovascular glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10(3):400-405. doi:10.18240/IJO.2017.03.12
24. Zhao X., Wang Zh., Yang X. Management of neovascular glaucoma with intravitreal ranibizumab, panretinal photocoagulation, and subsequent 5-fluorouracil augmented trabeculectomy. A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(25): e7221. doi:10.1097/MD.0000000000007221
25. Elwehidy A.S., Bayoumi N.H.L., Badawi A.E., Hagra Sh.M. Intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy versus visco-trabeculectomy in management of neovascular glaucoma. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2019; 8(4):308-313. doi:10.1097/APO.0000000000000248
26. Юрьева Т.Н., Кузьмин С.В., Бурый В.В. Лазерная и криохирургия неоваскулярной глаукомы. *Вестник ТГУ*. 2015; 20(3):723-727.
27. Шуко А.Г., Бронский Д.И., Зайка В.А., Злобин И.В. Оценка эффективности комбинированной криохирургии сетчатки и цилиарного тела у пациентов с неоваскулярной глаукомой. *Практическая медицина*. 2013; 1-3(70):36-38.
28. Бойко Э.В., Шишкин М.М., Сухотерина Е.Г., Куликов А.Н. Возможности диодлазерной транссклеральной ретинопексии (в сравнении с криопексией) в витреоретинальной хирургии. *Офтальмохирургия и терапия*. 2001; 1(1):47-52.
7. Lipatov D.V., Chistyakov T.A. Medical, laser and surgical treatment of secondary neovascular glaucoma in patients with diabetes. *Glaucoma*. 2013; 2:62-69. (In Russ.).
8. Dedov I.I., Shestakova M.V., Vikulova O.K., Zheleznyakov A.V. Diabetes mellitus in russian federation: prevalence, morbidity, mortality, parameters of glycaemic control and structure of glucose lowering therapy according to the federal diabetes register, status 2017. *Diabetes Mellitus*. 2018; 21(3):144-159. (In Russ.). doi:10.14341/DM9686
9. Lipatov D.V., Vikulova O.K., Zheleznyakova A.V., Isakov M.A. Trends in the epidemiology of diabetic retinopathy in russian federation according to the federal diabetes register (2013–2016). *Diabetes Mellitus*. 2018; 21(4):230-240. (In Russ.). doi:10.14.341/DM9797
10. Fong D.S., Aiello L., Gardner Th.W., King G.L. Retinopathy in Diabetes. *Diabetes Care*. 2004; 27(1):84-87. doi:10.2337/diacare.27.2007.s84
11. Barac I.R., Pop M.D., Gheorghe A.I., Taban C. Neovascular secondary glaucoma, etiology and pathogenesis. *Rom J Ophthalmol*. 2015; 59(1):24-28.
12. Li Y., Hu D., Lv P., Xing M. Expression of platelet-derived growth factor-C in aqueous humor of patients with neovascular glaucoma and its correlation with vascular endothelial growth factor. *Eur J Ophthalmol*. 2019. doi:10.1177/1120672119832785
13. Mezhnatsional'noe rukovodstvo po glaukome. T. 2. Klinika glaukomy [International Guide to Glaucoma. Volume 2. Clinic of Glaucoma] Ed. E.A. Egorov. Moscow: Ophthalmology; 2016. 184 p. (In Russ.).
14. Lipatov D.V., Chistiakov T.A., Kyzmin A.G. Hypotensive efficacy of combine therapy in a secondary neovascular glaucoma treatment. *Glaucoma*. 2010; 4:29-31. (In Russ.).
15. Mirrahimova S.H. Optimization of surgical treatment of neovascular glaucoma. *Point of view. East-West*. 2017; 4:49-51. (In Russ.).
16. Kansky D. Klinicheskaya oftalmologiya: sistematizirovannyi podkhod [Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach]. Moscow, Logosphere; 2006. 744 p. (In Russ.).
17. Natsional'noe rukovodstvo po oftalmologii [National Guide to Ophthalmology] Ed. S.E. Avetisov. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. 944 p. (In Russ.).
18. Kim M., Lee C., Payne R., Yue B.Y. Angiogenesis in glaucoma filtration surgery and neovascular glaucoma — a review. *Surv Ophthalmol*. 2015; 60(6):524-535. doi:10.1016/j.survophthal.2015.04.003
19. Wolf A., von Jagow B., Ulbig M., Haritoglou C. Intracameral injection of bevacizumab for the treatment of neovascular glaucoma. *Ophthalmologica*. 2011; 226(2):51-56. doi:10.1159/000327364
20. Liu L., Xu Y., Huang Zh., Wang X. Intravitreal ranibizumab injection combined trabeculectomy versus Ahmed valve surgery in the treatment of neovascular glaucoma: assessment of efficacy and complications. *BMC Ophthalmol*. 2016; 16:65. doi:10.1186/s12886-016-0248-7
21. Xie Zh., Liu H., Du M., Zhu M. Efficacy of ahmed glaucoma valve implantation on neovascular glaucoma. *Int J Med Sci*. 2019; 16(10):1371-1376. doi:10.7150/ijms.35267
22. Lipatov D.V., Smirnova N.B., Aleksandrova V.K. Modern algorithm for laser retinal coagulation in diabetic retinopathy. *Diabetes mellitus*. 2007; 10(3):45. (In Russ.). doi:10.14341/2072-0351-5997
23. Sun J.T., Liang H.J., An M., Wang D.B. Efficacy and safety of intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy compared with Ahmed glaucoma valve implantation in neovascular glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2017; 10(3):400-405. doi:10.18240/IJO.2017.03.12
24. Zhao X., Wang Zh., Yang X. Management of neovascular glaucoma with intravitreal ranibizumab, panretinal photocoagulation, and subsequent 5-fluorouracil augmented trabeculectomy. A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(25): e7221. doi:10.1097/MD.0000000000007221
25. Elwehidy A.S., Bayoumi N.H.L., Badawi A.E., Hagra Sh.M. Intravitreal ranibizumab with panretinal photocoagulation followed by trabeculectomy versus visco-trabeculectomy in management of neovascular glaucoma. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2019; 8(4):308-313. doi:10.1097/APO.0000000000000248
26. Yurieva T.N., Kuzmin S.V., Buriy V.V. Laser and cryosurgery of neovascular glaucoma. *Bulletin of TSU*. 2015; 20(3):723-727. (In Russ.).
27. Schuko A.G., Bronsky D.I., Zayka V.A., Zlobin I.V. Estimate of retina and ciliary body combined cryosurgical operation efficiency by patients with neovascular glaucoma. *Practical medicine*. 2013; 1-3(70):36-38. (In Russ.).
28. Boiko E.V., Shishkin M.M., Sukhoterina E.G., Kulikov A.N. Diode-laser transscleral retinopexy versus cryopexy in vitreoretinal surgery. *Ophthalmosurgery and therapy*. 2001; 1(1):47-52. (In Russ.).

29. Rodrigues G.B., Abe R.Y., Zangalli C., Sodre S.L. Neovascular glaucoma: a review. *Int J Retina Vitreous*. 2016; 2:26. doi:10.1186/s40942-016-0051-x
30. Yan H. Outcomes of 23-gauge vitrectomy combined with phacoemulsification, panretinal photocoagulation, and trabeculectomy without use of anti-vegf agents for neovascular glaucoma with vitreous hemorrhage. *J Ophthalmol*. 2016; 3097379. doi:10.1155/2016/3097379
31. Kawabata K., Shobayashi K., Iwao K., Takahashi E. Efficacy and safety of Ex-PRESS® mini shunt surgery versus trabeculectomy for neovascular glaucoma: a retrospective comparative study. *BMC Ophthalmol*. 2019; 19:75. doi:10.1186/s12886-019-1083-4
32. Shen C.C., Salim S., Du H., Netland P.A. Trabeculectomy versus Ahmed Glaucoma Valve implantation in neovascular glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2011; 5:281-286. doi:10.2147/OPHT.S16976
33. Im Y.W., Lym H.S., Park C.K., Moon J.I. Comparison of mitomycin C trabeculectomy and Ahmed Valve Implant surgery for neovascular glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2004; 45(9):1515-1521.
34. Shinohara Y., Akiyama H., Magori M., Kishi S. Short-term outcomes after EX-PRESS implantation versus trabeculectomy alone in patients with neovascular glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2017; 11:2207-2213. doi:10.2147/OPHT.S151200
35. Kiuchi Y., Sugimoto R., Nakae K., Saito Y. Trabeculectomy with mitomycin C for treatment of neovascular glaucoma in diabetic patients. *Ophthalmologica*. 2006; 220(6):383-388. doi:10.1159/000095865
36. Бабушкин А.Э., Оренбуркина О.И., Абсальмов М.Ш., Матюхина Е.Н. О хирургическом лечении неоваскулярной глаукомы с использованием ингибиторов VEGF. *Точка зрения. Восток-Запад*. 2016; 1:75-80.
37. Liao N., Li Ch., Jiang H., Fang A. Neovascular glaucoma: a retrospective review from a tertiary center in China. *BMC Ophthalmol*. 2016; 16:14. doi:10.1186/s12886-016-0190-8
38. Nakatake Sh., Yoshida Sh., Nakao Sh., Arita R. Hyphema is a risk factor for failure of trabeculectomy in neovascular glaucoma: a retrospective analysis. *BMC Ophthalmol*. 2014; 14:55. doi:10.1186/1471-2415-14-55
39. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. Результаты дренажной хирургии глаукомы у пациентов с вторичной неоваскулярной глаукомой. *Точка зрения. Восток-Запад*. 2017; 4:36-40.
40. Hong Y., Hu Y., Dou H., Wang Ch. Comparison of the safety and efficacy of triple sequential therapy and transscleral cyclophotocoagulation for neovascular glaucoma in the angle-closure stage. *Sci Rep*. 2018; 8:7074. doi:10.1038/s41598-018-25394-9
41. Липатов Д.В., Чистяков Т.А., Кузьмин А.Г. Дренажная хирургия вторичной рубцовой глаукомы у пациентов с сахарным диабетом. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2009; 10(4):137-139.
42. Бикбов М.М., Хуснитдинов И.И. Анализ гипотензивного эффекта имплантации клапана Ahmed при рефрактерной глаукоме. *Национальный журнал глаукома*. 2016; 15(3):24-34.
43. Yalvac I.S., Eksioğlu U., Satana B., Duman S. Long-term results of Ahmed glaucoma valve and Molteno implant in neovascular glaucoma. *Eye (Lond)*. 2007; 21(1):65-70. doi:10.1038/sj.eye.6702125
44. Peter A. Netland The ahmed glaucoma valve in neovascular glaucoma (an AOS thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2009; 107:325-342.
45. Every S.G., Molteno A.C.B., Bevin T.H., Herbison P. Long-term results of Molteno implant insertion in cases of neovascular glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2006; 124(3):355-360. doi:10.1001/archoph.124.3.355
46. Ye H., Ying T., Weitao S., Ting S. Clinical efficacy analysis of Ahmed glaucoma valve implantation in neovascular glaucoma and influencing factors. A STROBE-compliant article. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(42):e8350. doi:10.1097/MD.00000000000008350
47. Mastropasqua L., Carpineto P., Ciancaglini M., Zuppari E. Long-term results of Krupin-Denver valve implants in filtering surgery for neovascular glaucoma. *Ophthalmologica*. 1996; 210(4):203-206. doi:10.1159/000310709
48. Alvarado J.A., Hollander D.A., Juster R.P., Lee L.C. Ahmed valve implantation with adjunctive mitomycin C and 5-fluorouracil: long-term outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2008; 146(2):276-284. doi:10.1016/j.ajo.2008.04.008
49. Costa V.P., Azuara-Blanco A., Netland P.A., Lesk M.R. Efficacy and safety of adjunctive mitomycin C during Ahmed Glaucoma Valve implantation: a prospective randomized clinical trial. *Ophthalmology*. 2004; 111(6):1071-1076. doi:10.1016/j.ophtha.2003.09.037
50. Trible J.R., Brown D.B. Occlusive ligature and standardized fenestration of a Baerveldt tube with and without antimetabolites for early postoperative intraocular pressure control. *Ophthalmology*. 1998; 105(12):2243-2250. doi:10.1016/S0161-6420(98)91223-4
51. WuDunn D., Phan A.D.T., Cantor L.B., Lind J.T. Clinical experience with the Baerveldt 250-mm glaucoma implant. *Ophthalmology*. 2006; 113(5):766-772. doi:10.1016/j.ophtha.2006.01.049
29. Rodrigues G.B., Abe R.Y., Zangalli C., Sodre S.L. Neovascular glaucoma: a review. *Int J Retina Vitreous*. 2016; 2:26. doi:10.1186/s40942-016-0051-x
30. Yan H. Outcomes of 23-gauge vitrectomy combined with phacoemulsification, panretinal photocoagulation, and trabeculectomy without use of anti-vegf agents for neovascular glaucoma with vitreous hemorrhage. *J Ophthalmol*. 2016; 3097379. doi:10.1155/2016/3097379
31. Kawabata K., Shobayashi K., Iwao K., Takahashi E. Efficacy and safety of Ex-PRESS® mini shunt surgery versus trabeculectomy for neovascular glaucoma: a retrospective comparative study. *BMC Ophthalmol*. 2019; 19:75. doi:10.1186/s12886-019-1083-4
32. Shen C.C., Salim S., Du H., Netland P.A. Trabeculectomy versus Ahmed Glaucoma Valve implantation in neovascular glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2011; 5:281-286. doi:10.2147/OPHT.S16976
33. Im Y.W., Lym H.S., Park C.K., Moon J.I. Comparison of mitomycin C trabeculectomy and Ahmed Valve Implant surgery for neovascular glaucoma. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2004; 45(9):1515-1521.
34. Shinohara Y., Akiyama H., Magori M., Kishi S. Short-term outcomes after EX-PRESS implantation versus trabeculectomy alone in patients with neovascular glaucoma. *Clin Ophthalmol*. 2017; 11:2207-2213. doi:10.2147/OPHT.S151200
35. Kiuchi Y., Sugimoto R., Nakae K., Saito Y. Trabeculectomy with mitomycin C for treatment of neovascular glaucoma in diabetic patients. *Ophthalmologica*. 2006; 220(6):383-388. doi:10.1159/000095865
36. Babushkin A.E., Orenburkina O.I., Absalyamov M.Sh., Matukhina E.N. About surgical treatment of neovascular glaucoma with the use of VEGF inhibitors. *Point of view. East-West*. 2016; 1:75-80. (In Russ.).
37. Liao N., Li Ch., Jiang H., Fang A. Neovascular glaucoma: a retrospective review from a tertiary center in China. *BMC Ophthalmol*. 2016; 16:14. doi:10.1186/s12886-016-0190-8
38. Nakatake Sh., Yoshida Sh., Nakao Sh., Arita R. Hyphema is a risk factor for failure of trabeculectomy in neovascular glaucoma: a retrospective analysis. *BMC Ophthalmol*. 2014; 14:55. doi:10.1186/1471-2415-14-55
39. Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. Results to glaucoma drainage surgery of patients with secondary neovascular glaucoma. *Point of view. East-West*. 2017; 4:36-40. (In Russ.).
40. Hong Y., Hu Y., Dou H., Wang Ch. Comparison of the safety and efficacy of triple sequential therapy and transscleral cyclophotocoagulation for neovascular glaucoma in the angle-closure stage. *Sci Rep*. 2018; 8:7074. doi:10.1038/s41598-018-25394-9
41. Lipatov D.V., Chistyakov T.A., Kuzmin A.G. Drainage surgery of secondary glaucoma with rubeosis in patients with diabetes mellitus. *RMJ. Clinical Ophthalmology*. 2009; 10(4):137-139. (In Russ.).
42. Bikbov M.M., Khusnitdinov I.I. Analysis of hypotensive effect after Ahmed valve implantation in patients with refractory glaucoma. *National Journal glaucoma*. 2016; 15(3):24-34. (In Russ.).
43. Yalvac I.S., Eksioğlu U., Satana B., Duman S. Long-term results of Ahmed glaucoma valve and Molteno implant in neovascular glaucoma. *Eye (Lond)*. 2007; 21(1):65-70. doi:10.1038/sj.eye.6702125
44. Peter A. Netland The ahmed glaucoma valve in neovascular glaucoma (an AOS thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2009; 107:325-342.
45. Every S.G., Molteno A.C.B., Bevin T.H., Herbison P. Long-term results of Molteno implant insertion in cases of neovascular glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2006; 124(3):355-360. doi:10.1001/archoph.124.3.355
46. Ye H., Ying T., Weitao S., Ting S. Clinical efficacy analysis of Ahmed glaucoma valve implantation in neovascular glaucoma and influencing factors. A STROBE-compliant article. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(42):e8350. doi:10.1097/MD.00000000000008350
47. Mastropasqua L., Carpineto P., Ciancaglini M., Zuppari E. Long-term results of Krupin-Denver valve implants in filtering surgery for neovascular glaucoma. *Ophthalmologica*. 1996; 210(4):203-206. doi:10.1159/000310709
48. Alvarado J.A., Hollander D.A., Juster R.P., Lee L.C. Ahmed valve implantation with adjunctive mitomycin C and 5-fluorouracil: long-term outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2008; 146(2):276-284. doi:10.1016/j.ajo.2008.04.008
49. Costa V.P., Azuara-Blanco A., Netland P.A., Lesk M.R. Efficacy and safety of adjunctive mitomycin C during Ahmed Glaucoma Valve implantation: a prospective randomized clinical trial. *Ophthalmology*. 2004; 111(6):1071-1076. doi:10.1016/j.ophtha.2003.09.037
50. Trible J.R., Brown D.B. Occlusive ligature and standardized fenestration of a Baerveldt tube with and without antimetabolites for early postoperative intraocular pressure control. *Ophthalmology*. 1998; 105(12):2243-2250. doi:10.1016/S0161-6420(98)91223-4
51. WuDunn D., Phan A.D.T., Cantor L.B., Lind J.T. Clinical experience with the Baerveldt 250-mm glaucoma implant. *Ophthalmology*. 2006; 113(5):766-772. doi:10.1016/j.ophtha.2006.01.049

52. Николашин С.И. Особенности техники имплантации клапанной системы Ахмеда при хирургическом лечении неоваскулярной глаукомы. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2013; 1-3(70):33-35.
53. Zhou M., Xu X., Zhang X., Sun X. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation with or without intravitreal bevacizumab pretreatment for neovascular glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *J Glaucoma*. 2016; 25(7):551-557. doi:10.1097/IJG.0000000000000241
54. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И., Чайка О.В. Результаты применения дренажа Ahmed при рефрактерной глаукоме. *РМЖ. Клиническая Офтальмология*. 2013; 3:98.
55. Olmos L.C., Lee R.K. Medical and surgical treatment of neovascular glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*. 2011; 51(3):27-36. doi:10.1097/IO.0b013e31821e5960
56. Ekici F., Waisbourd M., Katz L.J. Current and future of laser therapy in the management of glaucoma. *Open Ophthalmol J*. 2016; 10:56-67. doi:10.2174/1874364101610010056
57. Ndulue J.K., Rahmatnejad K., Sanvicente C., Wizov Sh.S. Evolution of Cyclophotocoagulation. *J Ophthalmic Vis Res*. 2018; 13(1):55-61. doi:10.4103/jovr.jovr\_190\_17
58. Havens Sh.J., Gulati V. Neovascular Glaucoma. *Dev Ophthalmol*. 2016; 55:196-204. doi:10.1159/000431196
59. Torky M.A., Al Zafiri Y.A., Hagrah Sh.M., Khattab A.M. Safety and efficacy of ultrasound ciliary plasty as a primary intervention in glaucoma patients. *Int J Ophthalmol*. 2019; 12(4):597-602. doi:10.18240/ijo.2019.04.12
60. Benson M.T., Nelson M.E. Cyclocryotherapy: a review of cases over a 10-year period. *Br J Ophthalmol*. 1990; 74(2):103-105. doi:10.1136/bjo.74.2.103
61. Goldenberg-Cohen N., Bahar I., Ostashinski M., Lusky M. Cyclocryotherapy versus transscleral diode laser cyclophotocoagulation for uncontrolled intraocular pressure. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2005; 36(4):272-279.
62. Caprioli J., Strang S.L., Spaeth G.L., Poryzees E.H. Cyclocryotherapy in the treatment of advanced glaucoma. *Ophthalmology*. 1985; 92(7):947-954. doi:10.1016/s0161-6420(85)33951-9
63. Oguri A., Takahashi E., Tomita G., Yamamoto T. Transscleral cyclophotocoagulation with the diode laser for neovascular glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1998; 29(9):722-727.
64. Yi Q.Y., Cai B., Huang J., Chen L.S. Cyclophotocoagulation with an illuminated laser probe under a noncontact wide-angle retinoscope: A modified technique of ciliary body photocoagulation. *Indian J Ophthalmol*. 2019; 67(4):515-519. doi:10.4103/ijo.IJO\_65\_18
65. Lima F.E., Magacho L., Carvalho D.M., Susanna R. Jr. A prospective, comparative study between endoscopic cyclophotocoagulation and the Ahmed drainage implant in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2004; 13(3):233-7. doi:10.1097/00061198-200406000-00011
66. Delgado M.F., Dickens C.J., Iwach A.G., Novack G.D. Long-term results of noncontact neodymium:yttrium-aluminum-garnet cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. *Ophthalmology*. 2003; 110(5):895-899. doi:10.1016/s0161-6420(03)00103-9
67. Фокин В.П., Балалин С.В., Ефремова Т.Г., Потапова В.Н. Интравитреальное введение Луцентиса и транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении неоваскулярной глаукомы на фоне сахарного диабета. *Acta Biomedica Scientifica*. 2016; 1-6(112):122-124.
68. Маркова А.А., Григорьева И.Н., Поздеева Н.А., Николаева Г.А. Гистологические изменения цилиарного тела после проведения контактной транссклеральной циклофотокоагуляции. *Здравоохранение Чувашии*. 2019; 3:37-46. doi:10.25589/GIDUV.2019.97.98.005
69. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.I. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 38(3):266-272. doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x
70. Kuchar S., Moster M.R., Reamer C.B., Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016; 31(2):393-6. doi:10.1007/s10103-015-1856-9
71. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., Sng C. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015; 43(1):40-46. doi:10.1111/ceo.12360
72. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(8):726-729. doi:10.1097/IJG.0000000000000715
73. Jammal A.A., Costa D.C., Vasconcellos J.P.C., Costa V.P. Prospective evaluation of micropulse transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: 1 year results. *Arq Bras Oftalmol*. 2019; 82(5):381-388. doi:10.5935/0004-2749.20190076
52. Nikolashin S.I. Features of valvular implantation technique Ahmed systems for surgical treatment of neovascular glaucoma. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2013; 1-3(70):33-35. (In Russ.).
53. Zhou M., Xu X., Zhang X., Sun X. Clinical outcomes of Ahmed glaucoma valve implantation with or without intravitreal bevacizumab pretreatment for neovascular glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *J Glaucoma*. 2016; 25(7):551-557. doi:10.1097/IJG.0000000000000241
54. Bikbov M.M., Surkova V.K., Husnitdinov I.I., Chaika O.V. Results of implantation of drainage system Ahmed in patients with refractory glaucoma. *RMJ. Clinical Ophthalmology*. 2013; 3:98. (In Russ.).
55. Olmos L.C., Lee R.K. Medical and surgical treatment of neovascular glaucoma. *Int Ophthalmol Clin*. 2011; 51(3):27-36. doi:10.1097/IO.0b013e31821e5960
56. Ekici F., Waisbourd M., Katz L.J. Current and future of laser therapy in the management of glaucoma. *Open Ophthalmol J*. 2016; 10:56-67. doi:10.2174/1874364101610010056
57. Ndulue J.K., Rahmatnejad K., Sanvicente C., Wizov Sh.S. Evolution of Cyclophotocoagulation. *J Ophthalmic Vis Res*. 2018; 13(1):55-61. doi:10.4103/jovr.jovr\_190\_17
58. Havens Sh.J., Gulati V. Neovascular Glaucoma. *Dev Ophthalmol*. 2016; 55:196-204. doi:10.1159/000431196
59. Torky M.A., Al Zafiri Y.A., Hagrah Sh.M., Khattab A.M. Safety and efficacy of ultrasound ciliary plasty as a primary intervention in glaucoma patients. *Int J Ophthalmol*. 2019; 12(4):597-602. doi:10.18240/ijo.2019.04.12
60. Benson M.T., Nelson M.E. Cyclocryotherapy: a review of cases over a 10-year period. *Br J Ophthalmol*. 1990; 74(2):103-105. doi:10.1136/bjo.74.2.103
61. Goldenberg-Cohen N., Bahar I., Ostashinski M., Lusky M. Cyclocryotherapy versus transscleral diode laser cyclophotocoagulation for uncontrolled intraocular pressure. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2005; 36(4):272-279.
62. Caprioli J., Strang S.L., Spaeth G.L., Poryzees E.H. Cyclocryotherapy in the treatment of advanced glaucoma. *Ophthalmology*. 1985; 92(7):947-954. doi:10.1016/s0161-6420(85)33951-9
63. Oguri A., Takahashi E., Tomita G., Yamamoto T. Transscleral cyclophotocoagulation with the diode laser for neovascular glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers*. 1998; 29(9):722-727.
64. Yi Q.Y., Cai B., Huang J., Chen L.S. Cyclophotocoagulation with an illuminated laser probe under a noncontact wide-angle retinoscope: A modified technique of ciliary body photocoagulation. *Indian J Ophthalmol*. 2019; 67(4):515-519. doi:10.4103/ijo.IJO\_65\_18
65. Lima F.E., Magacho L., Carvalho D.M., Susanna R. Jr. A prospective, comparative study between endoscopic cyclophotocoagulation and the Ahmed drainage implant in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2004; 13(3):233-7. doi:10.1097/00061198-200406000-00011
66. Delgado M.F., Dickens C.J., Iwach A.G., Novack G.D. Long-term results of noncontact neodymium:yttrium-aluminum-garnet cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. *Ophthalmology*. 2003; 110(5):895-899. doi:10.1016/s0161-6420(03)00103-9
67. Fokin V.P., Balalin S.V., Efremova T.G., Potapova V.N. Intravitreal introduction of Lucentis and transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of neovascular glaucoma in diabetes mellitus. *Acta Biomedica Scientifica*. 2016; 1-6(112):122-124. (In Russ.).
68. Markova A.A., Grigorieva I.N., Pozdeyeva N.A., Nikolayeva G.A. Histological changes in the ciliary body after contact transscleral cyclophotocoagulation. *Health care in Chuvashia*. 2019; 3: 37-46. (In Russ.). doi:10.25589 / GIDUV.2019.97.98.005
69. Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.I. Micropulse transscleral diode laser cyclophotocoagulation in the treatment of refractory glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 38(3):266-272. doi:10.1111/j.1442-9071.2010.02238.x
70. Kuchar S., Moster M.R., Reamer C.B., Waisbourd M. Treatment outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in advanced glaucoma. *Lasers Med Sci*. 2016; 31(2):393-6. doi:10.1007/s10103-015-1856-9
71. Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., Sng C. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015; 43(1):40-46. doi:10.1111/ceo.12360
72. Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G. Micropulse cyclophotocoagulation: initial results in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(8):726-729. doi:10.1097/IJG.0000000000000715
73. Jammal A.A., Costa D.C., Vasconcellos J.P.C., Costa V.P. Prospective evaluation of micropulse transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: 1 year results. *Arq Bras Oftalmol*. 2019; 82(5):381-388. doi:10.5935/0004-2749.20190076

74. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисева М.А. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в комбинированном хирургическом лечении рефрактерной глаукомы: предварительные результаты. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019; 4:95-98. doi:10.25276/2312-4911-2019-4-95-98
75. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Баева А.В., Смирнова Е.А. Транссклеральное лазерное лечение глаукомы терминальной стадии в режиме микропульса: пилотное исследование. *Новости глаукомы*. 2019; 1(49):3-5.
76. Yu A.K., Merrill K.D., Truong S.N., Forward K.M. The comparative histologic effects of subthreshold 532- and 810 nm diode micropulse laser on the retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54(3):2216-2224. doi: 10.1167/iops.12-11382
77. Дога А.В., Качалина Г.Ф., Горшков И.М., Куранова О.И. Перспективы применения микроимпульсного лазерного воздействия при макулярном отеке после хирургического удаления эпиретинальной мембраны. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2013; 4(153):71-73.
78. Gawęcki M. Micropulse laser treatment of retinal diseases. *J Clin Med*. 2019; 8(2):242. doi:10.3390/jcm8020242
79. Li Z., Song Y., Chen X., Chen Z. Biological modulation of mouse RPE cells in response to subthreshold diode micropulse laser treatment. *Cell Biochem Biophys*. 2015; 73(2):545-552. doi: 10.1007/s12013-015-0675-8
80. Midena E., Bini S., Frizziero L., Pilotto E. Aqueous humour concentrations of PEDF and Erythropoietin are not influenced by subthreshold micropulse laser treatment of diabetic macular edema. *Biosci Rep*. 2019; 39(6): BSR20190328. doi:10.1042/BSR20190328
81. Midena E., Micera A., Frizziero L., Pilotto E. Sub-threshold micropulse laser treatment reduces inflammatory biomarkers in aqueous humour of diabetic patients with macular edema. *Sci Rep*. 2019; 9(1):10034. doi:10.1038/s41598-019-46515-y
74. Eliseeva M.A., Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Starostina A.V. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the combine surgical treatment of refractory glaucoma: preliminary results. *Modern technologies in ophthalmology*. 2019; 4:95-98. (In Russ.). doi:10.25276/2312-4911-2019-4-95-98
75. Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Baeva A.V., Smirnova E.A. Transscleral laser treatment of end-stage glaucoma in the micropulse mode: a pilot study. *Glaucoma News*. 2019; 1 (49):3-5. (In Russ.).
76. Yu A.K., Merrill K.D., Truong S.N., Forward K.M. The comparative histologic effects of subthreshold 532- and 810 nm diode micropulse laser on the retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2013; 54(3):2216-2224. doi: 10.1167/iops.12-11382
77. Doga A.V., Kachalina G.F., Gorshkov I.M., Kuranova O.I. Prospects for the use of micropulse laser exposure for macular edema after surgical removal of the epiretinal membrane. *Bulletin of Orenburg State University*. 2013; 4(153): 71-73. (In Russ.).
78. Gawęcki M. Micropulse laser treatment of retinal diseases. *J Clin Med*. 2019; 8(2):242. doi:10.3390/jcm8020242
79. Li Z., Song Y., Chen X., Chen Z. Biological modulation of mouse RPE cells in response to subthreshold diode micropulse laser treatment. *Cell Biochem Biophys*. 2015; 73(2):545-552. doi: 10.1007/s12013-015-0675-8
80. Midena E., Bini S., Frizziero L., Pilotto E. Aqueous humour concentrations of PEDF and Erythropoietin are not influenced by subthreshold micropulse laser treatment of diabetic macular edema. *Biosci Rep*. 2019; 39(6): BSR20190328. doi:10.1042/BSR20190328
81. Midena E., Micera A., Frizziero L., Pilotto E. Sub-threshold micropulse laser treatment reduces inflammatory biomarkers in aqueous humour of diabetic patients with macular edema. *Sci Rep*. 2019; 9(1):10034. doi:10.1038/s41598-019-46515-y

Поступила / Received / 24.03.2020



## NEW AUTOMATED PERIMETERS

Fast and precise perimetry at your fingertips

## НОВЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПЕРИМЕТРЫ

- Полный набор стандартных стратегий и паттернов исследования поля зрения
- Периметрические индексы и анализ прогрессирования дефектов
- Протоколы HFA и Octopus типа
- Голосовой гид и контроль фиксации

PTS 920 | PTS 2000

**Stormoff**<sup>®</sup> [www.stormoff.com](http://www.stormoff.com)  
[oko@stormoff.com](mailto:oko@stormoff.com)

(495) 780 0792; (495) 780 7691; (495) 956 0557