



Ключевые аспекты вторичной неоваскулярной глаукомы при сахарном диабете

Е.Н. Хомякова, д.м.н., Г.М. Гурбанова

Адрес для переписки: Гюнель Маликовна Гурбанова, gurbanova98@inbox.ru

Для цитирования: Хомякова Е.Н., Гурбанова Г.М. Ключевые аспекты вторичной неоваскулярной глаукомы при сахарном диабете. Эффективная фармакотерапия. 2025; 21 (6): 48–52.

DOI 10.33978/2307-3586-2025-21-6-48-52

Неоваскулярная глаукома (НВГ) – одно из наиболее тяжелых осложнений диабетической ретинопатии, возникающее вследствие патологической васкуляризации радужки и угла передней камеры глаза, что приводит к стойкому повышению внутриглазного давления и высокому риску потери зрительной функции. Заболеваемость НВГ возрастает одновременно с увеличением распространенности сахарного диабета. Основные методы лечения предусматривают медикаментозную терапию, анти-VEGF-препараты, панретинальную лазерную коагуляцию и хирургические вмешательства (трабекулэктомию, дренажные устройства). Однако современные минимально инвазивные лазерные методики, такие как непроникающая гипотензивная лазерная склеротомия и циклофотокоагуляция, оказывающие гипотензивный эффект, представляются перспективной альтернативой традиционной хирургии, особенно в тяжелых случаях НВГ.

Ключевые слова: вторичная неоваскулярная глаукома, диабетическая ретинопатия, непроникающая гипотензивная лазерная склеротомия, циклофотокоагуляция

Введение

Вторичная неоваскулярная глаукома (НВГ) является одним из самых тяжелых осложнений диабетической ретинопатии (ДР), сопровождается стойким повышением внутриглазного давления (ВГД) вследствие патологической васкуляризации радужки и угла передней камеры глаза, что приводит к резистентной глаукоме и высокой вероятности полной потери зрительной функции [1].

Ишемия сетчатки, играющая основную роль в развитии НВГ, чаще диагностируется у пожилых людей с сердечно-сосудистыми заболеваниями, такими как гипертония, сахарный диабет (СД), нарушение липидного обмена и курение в анамнезе.

Хроническое повышение уровня глюкозы в крови, повторяющиеся эпизоды кислородного голодания и реперфузии, а также дисбаланс факторов, регулирующих рост сосудов, способствуют усиленной продукции фактора роста эндотелия сосудов (VEGF). В условиях длительной гипоксии это вызывает активное разрастание новых сосудов, усиленную пролиферацию эндотелиальных клеток и вовлечение иммунных элементов. В результате формируется патологическая сосудистая сеть, затрагивающая глазное дно, радужку и угол передней камеры [2]. Несмотря на значительный прогресс в лечении глаукомы, традиционные методы, включая медикаментозную терапию, анти-VEGF-инъекции, лазерную



коагуляцию и хирургические операции, не всегда обеспечивают эффективный контроль ВГД. В этой связи непроникающая гипотензивная лазерная склеротомия (НГЛС) и циклофотокоагуляция (ЦФК) становятся перспективными методами, особенно при резистентной НВГ [3].

Актуальность и эпидемиология

Сахарный диабет – одно из наиболее распространенных хронических заболеваний. По данным Международной диабетической федерации, число пациентов с СД в 2021 г. достигло 537 млн. По прогнозам, к 2045 г. данный показатель увеличится до 700 млн [4]. Доминирующей из распространенных микрососудистых осложнений СД является ДР. Она остается ведущей причиной слепоты в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, примерно 463 млн человек страдают СД, у 10–18% из них развивается ДР. На фоне прогрессирования заболевания частота пролиферативной ДР (ПДР) достигает 50%, а риск развития НВГ – 21–30% [4].

Согласно результатам исследований, в 20–30% случаев НВГ ассоциирована с ДР, развитие тяжелого ишемического синдрома синергично с ПДР увеличивает на 50% вероятность развития НВГ, что экспрессивно приводит к полной слепоте. Согласно данным Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy, при длительности диабета более 15 лет ДР диагностируется у 98% пациентов с СД 1-го типа и 78% пациентов с СД 2-го типа [5–7].

Таким образом, НВГ при ДР не просто изолированное осложнение, а важная медицинская и социальная проблема, требующая своевременного выявления и комплексного лечения.

Методы ведения пациентов с неоваскулярной глаукомой

Медикаментозная терапия

Консервативное лечение НВГ направлено на снижение ВГД и подавление неоваскуляризации. Основные группы препаратов включают:

- ингибиторы карбоангидразы (дорзоламид, ацетазоламид), уменьшающие продукцию внутриглазной жидкости;
- адrenomоляторы (тимолол), снижающие ВГД за счет уменьшения секреции жидкости;
- аналоги простагландинов (латанопрост, травопрост), усиливающие увеосклеральный отток внутриглазной жидкости [5].

Тем не менее медикаментозная терапия не устраняет первопричину заболевания и используется лишь как поддерживающая мера.

Панретинальная лазерная коагуляция сетчатки

Панретинальная лазерная коагуляция сетчатки (ПРЛК) – золотой стандарт лечения ПДР и профилактики НВГ. Она направлена на разрушение ишемических зон сетчатки, уменьшение продуцирования факторов роста (VEGF) и подавление патологической васкуляризации [8].

Как показывают клинические исследования, своевременная ПРЛК уменьшает риск развития НВГ на 50–60% и потребность в антиглаукоматозных операциях [9].

Анти-VEGF-терапия

Анти-VEGF-препараты, такие как ранибизумаб (Луцентис), афлиберцепт (Эйлея), бrolуцизумаб (Визкью) и фарицимаб (Вабисимо), подавляют патологическую неоваскуляризацию и уменьшают отек сетчатки. Однако эти препараты эффективны только на ранних стадиях заболевания, причем инъекции должны проводиться регулярно [10].

Хирургическое лечение

В случаях, когда медикаментозное и лазерное лечение неэффективно, применяют хирургические методы:

- трабекулэктомию. Это традиционная операция для снижения ВГД, но при НВГ имеет высокий риск рубцевания;
- имплантацию дренажных устройств (Ahmed Valve, Baerveldt implant), создающих альтернативные пути оттока жидкости и обеспечивающих более стабильное снижение ВГД [11].

Лазерная гипотензивная хирургия

Методы, преимущества, недостатки, осложнения. Неоваскуляризация переднего сегмента глаза приводит к блокаде трабекулярного аппарата, что вызывает резкое повышение ВГД и риск необратимой потери зрения. Традиционные методы лечения, такие как трабекулэктомия и имплантация дренажных устройств, нередко оказываются неэффективными, поскольку фиброз и воспаление приводят к быстрой облитерации фильтрационных путей. В связи с этим на данный момент разработано несколько методов лазерного лечения, которые характеризуются более высокой эффективностью и меньшей травматичностью (таблица) [12–15].

Непроникающая гипотензивная лазерная склеротомия. Метод позволяет трансконъюнктивально воздействовать на склеру, восстанавливая ее эластичность и фильтрующую способность. Оптимальная энергетическая экспозиция подобрана на основании экспериментальных исследований, а лазерные импульсы наносятся на глубину 1/3–2/3 склеры с помощью YAG-лазера [16].

Процедура показана при медикаментозно неконтролируемой глаукоме, рубцовой радужки, НВГ, а также в случае геморрагических осложнений и выраженного болевого синдрома. К числу противопоказаний относятся тяжелое общее состояние пациента (например, необходимость в гемодиализе), выраженные когнитивные нарушения и отказ от лечения [17]. НГЛС обладает рядом преимуществ и недостатков. Главным преимуществом является минимальная инвазивность, то есть процедура проводится без проникновения в переднюю камеру глаза, что снижает риск инфекционных осложнений и ускоряет восстановление пациента.

Сравнительная характеристика гипотензивной лазерной хирургии

Метод	Принцип действия	Преимущества	Недостатки	Осложнения
НГЛС	Воздействие на склеру трансконъюнктивально, лазерные импульсы наносятся на глубину 1/3–2/3 склеры с помощью YAG-лазера	Малоинвазивная хирургия. Эффективное снижение ВГД	Ограниченный гипотензивный эффект. Техническая сложность. Риск перфорации	Субконъюнктивальные гематомы. Ускользание эффекта
ТсЦФК	Непрерывное лазерное излучение через склеру на цилиарные отростки	Относительная простота выполнения, эффективное снижение ВГД	Требуется специальное оборудование и навыков	Используется высокая мощность лазерного излучения, что может привести к раздражению цилиарного тела, иридоциклиту и повышению ВГД. Высокий риск воспаления и гипотонии [13]
МпЦФК	Дозированное микроимпульсное лазерное воздействие	Меньший риск осложнений, более контролируемый гипотензивный и реактивный процесс	Требуется специальное оборудование и навыков. Требуется повторных сеансов, менее выраженный эффект [14]	Риск воспаления и гипотонии
ЭЦФК	Визуализация и прицельное лазерное воздействие на отростки цилиарного тела изнутри	Высокая точность подбора и дозирования энергии. Формирование «полупроницаемых мембран», что увеличивает доступность структур глаза для медикаментозных гипотензивных средств, применяемых инстилляционно	Требуется специальное дорогостоящее оборудование и высоких профессиональных навыков хирурга	Высокий риск формирования гемофтальма, геморрагической цилиохориоидальной отслойки и гипемии, 8% – субатрофия [15]

Таким образом, НГЛС считается перспективным методом лечения глаукомы, но требует тщательного отбора пациентов и высокой квалификации оперирующего хирурга [18].

Циклофотокоагуляция. ЦФК становится одним из самых перспективных и востребованных методов лечения НВГ, позволяя снижать ВГД, минимизировать болевой синдром и улучшать прогноз пациентов с тяжелыми формами заболевания [3, 19].

ЦФК – лазерная процедура, направленная на снижение продукции водянистой влаги за счет одновременного разрушения и угнетения функций секреторных клеток в отростках цилиарного тела. Одновременная стимуляция увеосклерального оттока приводит к дополнительному снижению ВГД, что способствует минимальному воспалительному ответу и ишемии переднего сегмента глаза. Ввиду этого блокируется активация патологического ангиогенеза, локально улучшается микроциркуляция [4].

Чаще всего ЦФК применяется в случаях, когда медикаментозное лечение и хирургические методы, такие как трабекулэктомия, имплантация дренажных устройств, неэффективны, пациенту противопоказано хирургическое вмешательство или наблюдается выраженное воспаление либо неоваскуляризация переднего сегмента глаза, что делает традиционные фильтрационные операции рискованными [20].

Существует три основных метода ЦФК:

- 1) трансклеральная диод-лазерная циклофотокоагуляция (ТсЦФК). ТсЦФК проводится с использованием диодного лазера (810 нм), который воздействует на цилиарное тело через склеру. Это классический метод, широко применяемый при рефрактерной глаукоме. Преимущество метода состоит в том, что он достаточно прост в выполнении, высокоэффективен в снижении ВГД (на 40–60%) и применяется в амбулаторных условиях, что упрощает процесс лечения тяжелых



больных. Однако ТсЦФК может приводить к воспалению, гипотонии, фиброзу цилиарного тела, обладает достаточно высокой вариабельностью результатов [4];

2) микроимпульсная циклофотокоагуляция (МпЦФК). МпЦФК использует микроимпульсный режим подачи лазерной энергии, что позволяет избежать перегрева тканей и минимизировать повреждение цилиарного тела. Клинические результаты оказались положительными. Снижение ВГД в среднем составляет 30–50%, а меньший риск воспаления и послеоперационной гипотонии указывает на более мягкое воздействие, подходящее даже пациентам с терминальной стадией глаукомы. Исследования подтверждают, что МпЦФК может быть безопасной альтернативой традиционной ТсЦФК, особенно у пациентов с высоким риском осложнений [6];

3) эндоскопическая циклофотокоагуляция (ЭЦФК). ЭЦФК выполняется с помощью эндоскопического лазера, вводимого в переднюю или заднюю камеру глаза, что обеспечивает воздействие непосредственно на отдельно взятые отростки и позволяет избежать повреждения окружающих тканей. ЭЦФК требует очень высокой квалификации хирурга, ведь именно выбором доступа определяются потенциальные осложнения переднего/заднего отрезка глаза, а также исход операции, время репаративных процессов и реабилитации. Например, на фоне высоких показателей ВГД при выборе роговичного доступа увеличивается риск получения экспульсивной геморрагии. В данном случае склеральный метод более безопасен, однако именно при роговичном доступе возможна одномоментная фактоэмульсификация катаракты. Главными недостатками ЭЦФК являются высокая стоимость оборудования (поэтому не всегда доступно в клинической практике) и наличие профессиональных навыков проведения подобных манипуляций [21].

Исследования показывают, что МпЦФК и ЭЦФК демонстрируют лучшие результаты с точки зрения безопасности, в то время как ТсЦФК остается наиболее эффективным методом для быстрого снижения ВГД [10, 21].

Выводы

Вторичная неоваскулярная глаукома – одно из самых тяжелых осложнений ДР, требующих комплексного подхода к лечению. ПРЛК

и анти-VEGF-терапия остаются основными методами контроля неоваскуляризации, однако в случаях НВГ необходимо гипотензивное лазерное лечение, характеризующееся рядом значительных преимуществ:

- минимальная инвазивность (в отличие от трабекулэктомии и имплантации дренажных устройств не требует вскрытия глазного яблока);
- амбулаторное выполнение (особенно актуально для пожилых пациентов и пациентов с тяжелыми системными заболеваниями);
- возможность проведения у пациентов с активным фиброзным процессом;
- комбинирование с медикаментозной терапией (ЦФК и НГЛС можно сочетать с анти-VEGF-терапией и лазерной коагуляцией сетчатки, что делает лечение НВГ комплексным и более эффективным).

Между тем важно понимать, что лазерная гипотензивная хирургия не является универсальным методом и требует индивидуального выбора стратегии лечения в зависимости от стадии НВГ, общего состояния пациента и потенциальных рисков. В клинических ситуациях могут использоваться различные виды воздействий:

- ТсЦФК – для быстрого снижения ВГД при тяжелых формах глаукомы;
- НГЛС и МпЦФК – для более мягкого и контролируемого снижения ВГД с минимальными осложнениями;
- ЭЦФК – как точный и малотравматичный метод в сложных ситуациях.

В настоящее время продолжают научные исследования в области хирургии глаукомы в целях дальнейшей оптимизации параметров лазерного воздействия, минимизации осложнений (особенно после ТсЦФК), улучшения предсказуемости результатов и точности дозирования лазерной энергии, разработки комбинированных методик, объединяющих лазерную гипотензивную хирургию и новые медикаментозные подходы. В ближайшей перспективе будут использоваться лазеры с изменяемой длиной волны, а комбинирование ЦФК, НГЛС с анти-VEGF-терапией повысит результативность в подавлении процесса неоваскуляризации и безопасность для пациентов с глаукомой. 📍

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах и заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Билецкая В.А., Липатов Д.В., Фролов М.А., Казакова К.А. Неоваскулярная глаукома у пациентов с сахарным диабетом – современное состояние проблемы. Сахарный диабет. 2021; 24 (4): 357–364.
2. Клинические рекомендации «Вторичная глаукома» (возрастная категория, взрослые, ID: 818). М., 2024.
3. Shalaby W.S., Ganjei A.Y., Wogu B., et al. Outcomes of Ahmed glaucoma valve and transscleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. Indian J. Ophthalmol. 2022; 70 (4): 1253–1259.

4. Tang Y., Shi Y., Fan Z. The mechanism and therapeutic strategies for neovascular glaucoma secondary to diabetic retinopathy. *Front. Endocrinol.* 2023; 14: 1102361.
5. Zemba M., Dumitrescu O.-M., Vaida F., et al. Micropulse vs. continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. *Exp. Ther. Med.* 2022; 23: 278.
6. Dumbrăveanu L., Cușnir V., Bobescu D. A review of neovascular glaucoma. Etiopathogenesis and treatment. *Rom. J. Ophthalmol.* 2021; 65 (4): 315–329.
7. Strzalkowski P., Strzalkowska A., Göbel W., et al. Combined vitrectomy, near-confluent panretinal endolaser, bevacizumab and cyclophotocoagulation for neovascular glaucoma – a retrospective interventional case series. *F1000Research.* 2021; 9: 1236.
8. Wang J., Chun L.Y., Qiu M. Cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma with near-total synechial angle closure case. *Rep. Ophthalmol. Med.* 2023; 2023: 5719002.
9. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Смирнова Е.А. и др. Терапия неоваскулярной глаукомы. Национальный журнал «Глаукома». 2020; 19 (2): 76–87.
10. Guzun O.V., Zadorozhnyy O.S., Velychko L.M., et. al. The effect of the intercellular adhesion molecule-1 and glycated haemoglobin on the management of diabetic neovascular glaucoma. *Rom. J. Ophthalmol.* 2024; 68 (2): 135–142.
11. Senthil S., Chary R., Ali M.H., et al. Trabeculectomy for neovascular glaucoma in proliferative diabetic retinopathy, central retinal vein occlusion, and ocular ischemic syndrome: Surgical outcomes and prognostic factors for failure. *Indian J. Ophthalm.* 2021; 69 (11): 3341–3348.
12. Kim E.Y., Walker B.D., Hopkins N.S. Comparison of efficacy of micropulse laser settings for glaucoma management. *J. Clin. Med.* 2024; 13 (19): 5753.
13. Калинин М.Е. Комплексное лечение пациентов с неоваскулярной глаукомой на фоне диабетической ретинопатии; автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2024.
14. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Елисеева М.А. Микроимпульсная циклофотокоагуляция в комбинированном лечении неоваскулярной глаукомы. *Новости глаукомы.* 2020; 1 (53): 71–75.
15. 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.
16. Рябцева А.А., Сергушев С.Г., Хомякова Е.Н., Кошиц И.Н. Способ лечения глаукомы. Патент на изобретение RU2366392C1 от 10.09.2009.
17. Рябцева А.А., Сергушев С.Г., У.А. Кызы Ширинова. Применение непроникающей YAG-лазерной склеротомии в лечении острого приступа глаукомы. *Восток – Запад. Точка зрения.* 2024; 1: 276.
18. Рябцева А.А., Хомякова Е.Н., Сергушев С.Г., Ширинова У.А. Эффективность непроникающей гипотензивной лазерной склеротомии и трабекулопластики в лечении больных первичной глаукомой. *Точка зрения. Восток – Запад.* 2016; 2: 76–81.
19. Flores-Sánchez B.C., Sears K.S. Presumed sympathetic ophthalmia after diode laser cyclophotocoagulation for neovascular glaucoma: a case series. *Ocul. Immunol. Inflamm.* 2025; 1–10.
20. Alasbali T. Endoscopic cyclophotocoagulation for glaucoma compared to alternative procedures – a systematic review. *Oman J. Ophthalmol.* 2023; 16 (2): 211–219.
21. Takeuchi M., Kanda T., Harimoto K., et al. Surgical treatment of neovascular glaucoma secondary to proliferative diabetic retinopathy in Japanese patients without the use of glaucoma drainage devices. *J. Clin. Med.* 2024; 13: 3252.

Key Aspects of Secondary Neovascular Glaucoma in Diabetes Mellitus

E.N. Khomyakova, PhD, G.M. Gurbanova

M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Scientific Research Institute

Contact person: Gyunel M. Gurbanova, gurbanova98@inbox.ru

Neovascular glaucoma (NVG) is one of the most severe complications of diabetic retinopathy, resulting from pathological vascularization of the iris and the angle of the anterior chamber of the eye, which leads to a persistent increase in intraocular pressure and a high risk of loss of visual function. The incidence of NVG increases simultaneously with the increase in the prevalence of diabetes mellitus. The main treatment methods include drug therapy, anti-VEGF drugs, panretinal laser coagulation and surgical interventions (trabeculectomy, drainage devices). However, modern minimally invasive laser techniques such as non-penetrating hypotensive laser sclerotomy and cyclophotocoagulation have a hypotensive effect and are becoming a promising alternative to traditional surgery, especially in severe cases of NVG.

Keywords: secondary neovascular glaucoma, diabetic retinopathy, non-penetrating hypotensive laser sclerotomy, cyclophotocoagulation