

Сравнительный анализ лечения пациентов с рефрактерной глаукомой различных стадий методом микроимпульсной трансклеральной циклофотокоагуляции



И.Э. Иошин



А.И. Толчинская



И.В. Максимов

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации
ул. Лосиноостровская, 45, Москва, 107143, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2022;19(2):318–324

Цель: анализ результатов лечения пациентов с рефрактерной глаукомой (РГ) различной стадии заболевания методом микроимпульсной циклофотокоагуляции (мЦФК). **Пациенты и методы.** Обследовано 43 пациента в возрасте $68,5 \pm 13,2$ года с первичной открытоугольной неоднократно оперированной субкомпенсированной глаукомой (ПОУГ) развитой (13) и далеко зашедшей (30) стадий до и после выполнения мЦФК (прибор SUPRA 810, QuantelMedical, Франция) с применением стандартных параметров лазера: энергия IV = 2000 мДж, 31,3 % — скважность, время воздействия — 80 сек на одну полусферу. **Результаты.** Операция и послеоперационный период протекали без осложнений. Гипотензивный эффект был достигнут во всех случаях до 6 месяцев наблюдения. При развитой стадии заболевания ВГД с $26,8 \pm 7,8$ мм рт. ст. снизилось до средних значений $17,1 \pm 8,1$ мм рт. ст. ($p < 0,05$), а количество гипотензивных средств — с $2,89 \pm 0,74$ до $2,4 \pm 0,6$. У больных с далеко зашедшей стадией отмечалось снижение ВГД с $29,9 \pm 7,8$ до $21,0 \pm 8,3$ мм рт. ст. ($p < 0,05$), а количество гипотензивных средств — с $3,1 \pm 0,4$ до $2,8 \pm 0,5$. Максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) у всех пациентов за весь период наблюдения оставалась на дооперационном уровне. **Заключение.** Анализ результатов показал, что использование мЦФК у пациентов с рефрактерной глаукомой не привело к развитию послеоперационных осложнений, позволило снизить внутриглазное давление на 36,2 % от исходного уровня при развитой и на 29,8 % при далеко зашедшей стадии заболевания, уменьшило количество используемых гипотензивных препаратов на 17 % при второй и на 10 % при третьей стадии и не привело к снижению зрительных функций в сроки до 6 месяцев наблюдения. Таким образом доказано, что применение диодного лазера в микроимпульсном режиме при проведении микроциклофотокоагуляции является безопасным и эффективным методом лечения рефрактерных форм глаукомы различной стадии.

Ключевые слова: глаукома рефрактерная развитая, далекозашедшая; микроимпульсная циклофотокоагуляция

Для цитирования: Иошин И.Э., Толчинская А.И., Максимов И.В. Сравнительный анализ лечения пациентов с рефрактерной глаукомой (РГ) различных стадий методом микроимпульсной трансклеральной циклофотокоагуляции (мЦФК). *Офтальмология*. 2022;19(2):318–324. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-318-324>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Comparative Analysis of Treatment of Patients with Refractory Glaucoma of Various Stages by Microimpulse Transscleral Cyclophotocoagulation

I.E. Ioshin, A.I. Tolchinskaya, I.V. Maximov

Clinical Hospital of the Administration of the President of the Russian Federation
Losinoostrovskaya str., 45, Moscow, 107143, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):318–324

Objective: to analyze the results of treatment in patients with refractory glaucoma of various stages of the disease by microimpulse cyclophotocoagulation. **Patients and methods.** We examined 43 patients aged 68.5 ± 13.2 years with primary open-angle repeatedly operated subcompensated glaucoma (POAG) of advanced (13) and advanced (30) stages before and after performing MCPC (SUPRA 810 device, QuantelMedical, France) using standard laser parameters: energy $W = 2000$ MJ, 31.3 % — duty cycle, exposure time — 80 seconds per hemisphere. **Results.** The operation and postoperative period were uneventful. The hypotensive effect was achieved in all cases up to 6 months of follow-up. In the advanced stage of the disease, IOP decreased from 26.8 ± 7.8 mm Hg to an average of 17.1 ± 8.1 mm Hg ($p < 0.05$), and the amount of antihypertensive agents decreased from 2.89 ± 0.74 to 2.4 ± 0.6 . in patients with advanced stage, IOP decreased from 29.9 ± 7.8 mm Hg to 21.0 ± 8.3 mm Hg ($p < 0.05$), and the amount of antihypertensive agents decreased from 3.1 ± 0.4 to 2.8 ± 0.5 . The maximum corrected visual acuity (MCI) in all patients remained at the preoperative level during the entire follow-up period. **Conclusion.** Analysis of the results has shown that the use of microcyclophotocoagulation in patients with refractory glaucoma has not led to the development of postoperative complications, reduced intraocular pressure by 36.2 % from baseline, when developed and 29.8 % in advanced stages of the disease, reduced the number of antihypertensive drugs was 17 % in the second and 10 % at third stage and have not led to a decrease in visual function at 6 months follow-up. Thus, it is proved that the use of a diode laser in micro-pulse mode during microcyclophotocoagulation is a safe and effective method of treating refractory forms of glaucoma at various stages of the disease.

Keywords: refractory glaucoma, advanced; micropulse cyclophotocoagulation

For citation: Ioshin I.E., Tolchinskaya A.I., Maximov I.V. Comparative Analysis of Treatment of Patients with Refractory Glaucoma of Various Stages by Microimpulse Transscleral Cyclophotocoagulation. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):318–324. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-318-324>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

Проблема глаукомы занимает приоритетное место среди социально значимых заболеваний органа зрения, так как может приводить к необратимой слепоте [1–4]. Одним из важных направлений в лечении глаукомы является снижение внутриглазного давления (ВГД), которое достигается применением гипотензивных препаратов, лазерных или хирургических вмешательств [4–6]. Однако доказано, что даже при хирургическом лечении глаукомы, особенно в ее развитой и далеко зашедшей стадии, гипотензивный эффект не всегда стабилен из-за выраженной фибропластической активности тканей глаза, приводящей к быстрому рубцеванию и облитерации созданных в ходе операции путей оттока водянистой влаги [5]. В связи с этим развивается тяжелая форма глаукомы — рефрактерная (РГ), которая характеризуется упорным течением и устойчивостью к традиционным методам лечения.

Одним из альтернативных методов лечения рефрактерной глаукомы считается предложенная в 1990-х годах контактная трансклеральная диод-лазерная циклофотокоагуляция (ЦФК) с длиной волны 810 нм, направленная на подавление продукции водянистой влаги вследствие частичной атрофии цилиарного тела и его отростков [7–10]. Однако при использовании данной методики не всегда удается добиться прогнозируемых результатов. Кроме того, доказано, что ЦФК сопровождается

развитием различных серьезных осложнений, приводящих к ухудшению зрительных функций, субатрофии глазного яблока [8, 9, 11]. Вследствие этого данный подход традиционно применяется для лечения пациентов с рефрактерной глаукомой с низким зрением или терминальной стадией заболевания [7, 9, 10].

Недостатки, вызванные применением традиционно-го контактного метода ЦФК, привели к разработке нового подхода в лечении больных с глаукомой, известного как микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК), при котором с помощью лазера с той же длиной волны (810 нм) осуществляется серия повторяющихся коротких импульсов лазерной энергии со стандартным рабочим циклом 31,3 %, [11–14]. Такой характер доставки энергии, используемый в микроимпульсной ЦФК, снижает фокальное перегревание и чрезмерную деструкцию тканей цилиарного тела и сводит к минимуму повреждение окружающих тканей, которое может наблюдаться после традиционной ЦФК и, таким образом, потенциально снижает частоту серьезных осложнений во время операции и в послеоперационном периоде.

Таким образом, предложенная в последние годы микроимпульсная циклофотокоагуляция стала еще одним многообещающим подходом в лечении рефрактерной глаукомы у пациентов с высоким зрением, поскольку она

может эффективно снизить ВГД на фоне более низкого уровня осложнений [11–17].

Цель: анализ результатов лечения пациентов с рефрактерной глаукомой различной стадии заболевания методом микроимпульсной субпороговой циклофотокоагуляции.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 43 пациента (27 мужчин и 16 женщин) в возрасте $68,5 \pm 13,2$ года с развитой (13) и далеко зашедшей (30) стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Длительность глаукомы составляла от 1 года до 25 лет (в среднем $12,7 \pm 4,5$ года). В анамнезе все 43 пациента перенесли неоднократно антиглаукомные операции проникающего и непроникающего типа (в среднем $2,3 \pm 0,7$), в том числе 38 (81,4 %) из них в последние 1–3 года. У 35 (81,4 %) больных диагностирована артифакция.

До и после операции мЦФК всем пациентам было проведено стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, тонометрию (пневмометрию по методу Маклакова), компьютерную периметрию, биомикроскопию. Предоперационные и послеоперационные значения максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ), внутриглазного давления (ВГД), а также количество используемых гипотензивных препаратов в группах исследования обобщены в таблицах 1–3. Следует отметить, что все пациенты до операции находились на максимальном гипотензивном режиме с использованием основных групп применяемых гипотензивных

препаратов, к которым относятся ингибиторы карбоангидразы, неселективные бета-адреноблокаторы, простагландины, селективные альфа2-адреномиметики.

При биомикроскопии у 43 пациентов глаз был спокоен, передняя камера глубокая, влага прозрачная, ИОЛ (35 больных) находилась в задней камере в капсульном мешке, занимала правильное положение. Иридолиз отмечался у 19 больных.

До и после процедуры мЦФК всем 43 больным проводили оптическую когерентную томографию заднего отрезка глазного яблока (ОСТ-2000 3D, TOPCON). При обследовании оценивали состояние диска зрительного нерва и макулярной зоны сетчатки: площадь ДЗН (disc area), площадь нейроретинального пояса — НРП (rim area), объем экскавации (cup volume), отношение экскавации к ДЗН (Э/Д), толщину слоя нервных волокон в перипапиллярной зоне, а также толщину сетчатки в макулярной области.

Для выполнения мЦФК был использован прибор SUPRA 810 (QuantelMedical, Франция). Во всех случаях во время процедуры мЦФК, вне зависимости от стадии глаукомы, применяли стандартные параметры лазера: энергия $W = 2000$ мДж, 31,3 % — скважность, время воздействия — 80 сек на одну полусферу.

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИИ

Операционное поле обрабатывали 5 % раствором повидон-йода (бетацином) и/или 0,05 % раствором хлоргексидина биглюконата. После субтеноновой анестезии глазного яблока с помощью 2,0 мл анестетика (рис. 1) наконечник зонда устанавливали перпендикулярно главному яблоку на расстоянии 3 мм от лимба, ориентируясь на плоскую часть цилиарного тела. Во время процедуры избегали работы лазера в положении 3 и 9 часов для исключения повреждения цилиарных сосудисто-нервных пучков. Секторальную мЦФК выполняли с помощью диодного лазера в микроимпульсном режиме с длиной волны 810 нм и экспозицией 80 с на каждую полусферу по дуге окружности длиной 90° в нижней и верхней полусфере глазного яблока (рис. 2 и 3) с энергией лазерного воздействия 2000 мДж, рабочим циклом 31,3 %, длительностью импульса 0,5 мс, периодом 1,1 мс.

Инстилляцией в конъюнктивальную полость антисептика и нестероидного противовоспалительного препарата во всех группах больных проводили за 2 дня до операции, 3 раза в день после операции в течение двух недель. Кроме того, с первого дня операции включали в лечебный курс глюкокортикостероиды 3 раза в день в течение 2 недель.



Рис. 1. Субтеноновая анестезия глазного яблока

Fig. 1. Subtenon anesthesia of the eyeball

Таблица 1. Общие предоперационные показатели у пациентов с глаукомой

Table 1. Overall preoperative scores in glaucoma patients

Стадия глаукомы / Glaucoma stage	Возраст / Age	Пол Муж / Man	Пол Жен / Women	МКОЗ / BCVA	ВГД / IOP	Среднее количество гипотензивных препаратов / Average number of antihypertensive drugs
II стадия / stage (n = 13)	$60,1 \pm 8,9$	8	5	$0,9 \pm 0,18$	$26,8 \pm 8,8$	$2,89 \pm 0,74$
III стадия / stage (n = 30)	$71,4 \pm 10,2$	19	11	$0,4 \pm 0,12$	$29,9 \pm 7,8$	$3,1 \pm 0,4$



Рис. 2. Проведение мЦФН в нижней полусфере глазного яблока
Fig. 2. Conducting mTS-CPC in the lower hemisphere of the eyeball

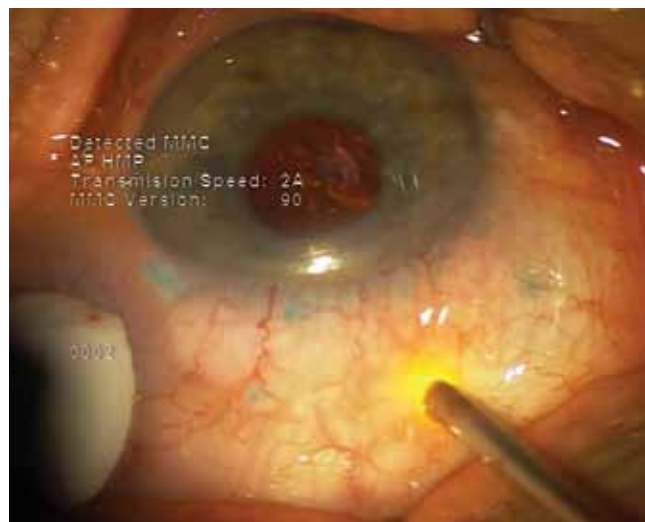


Рис. 3. Проведение мЦФН в верхней полусфере глазного яблока
Fig. 3. Conducting mTS-CPC in the upper hemisphere of the eyeball

При статистической обработке результатов вычисляли среднее арифметическое значение (M), среднее арифметическое отклонение. Различия оценивали с помощью критерия Стьюдента, достоверными считали результаты при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пациенты находились под офтальмологическим контролем до операции, на третий, седьмой день и ежемесячно после операции.

При проведении оперативного вмешательства осложнений не отмечено. В первые часы несколько пациентов (3) отмечали умеренные боли в глазу, которые чаще всего проходили самостоятельно.

Течение раннего послеоперационного периода у всех больных проходило спокойно. В зоне воздействия наконечника лазерного зонда отмечался умеренный отек бульбарной конъюнктивы, у 7 пациентов (16,3 %) — небольшое субконъюнктивальное кровоизлияние, которое сохранялось до 7 дней после операции. Отсутствовала перикорнеальная инъекция глазного яблока, влага передней камеры была прозрачной или отмечались единичные воспалительные клетки (феномен Тиндаля 0–1 степени).

В послеоперационном периоде гипотензивный эффект был достигнут во всех случаях (табл. 2).

У пациентов с развитой стадией заболевания с исходным средним ВГД $26,8 \pm 7,8$ мм рт. ст. через 1 неделю после проведения процедуры оно снизилось до средних значений $12,2 \pm 7,3$ мм рт. ст. ($p < 0,05$; снижение на 54,5 % от исходного уровня) с последующей компенсацией внутриглазного давления до 6 месяцев наблюдения (табл. 2). Количество местных гипотензивных средств после процедуры составило $2,4 \pm 0,6$.

Аналогичные результаты отмечены и в группе больных с далеко зашедшей стадией заболевания. Так, через 1 неделю после проведения процедуры имело место снижение ВГД с $29,9 \pm 7,8$ мм рт. ст. до средних значений $20,9 \pm 7,3$ мм рт. ст. ($p < 0,05$; снижение 30,1 % от исходного уровня) с последующей компенсацией ВГД до 6 месяцев после операции (табл. 2). После процедуры до $2,8 \pm 0,5$ снизилось количество местных гипотензивных средств.

МКОЗ у всех пациентов в обеих группах за весь период наблюдения оставалась на дооперационном уровне (табл. 3).

Параметры оценки состояния диска зрительного нерва и сетчатки у больных с развитой и далеко зашедшей стадией заболевания оценивали с учетом стадии глаукомного процесса. За период шестимесячного наблюдения вышеуказанные параметры у всех пациентов не изменились (табл. 4).

Таблица 2. Динамика изменений ВГД (мм рт. ст.) до и после мЦФН ($n = 43$)

Table 2. Dynamics of IOP changes (mm Hg) before and after microimpulse transscleral cyclophotocoagulation ($n = 43$)

Стадии глаукомного процесса / Stages of the glaucoma process	ВГД в сроки наблюдения (мм рт. ст.) / IOP during observation (mm Hg)					
	до операции / before the operation	1 неделя / 1 week	1 месяц / 1 month	2 месяца / 2 months	3 месяца / 3 months	6 месяцев / 6 months
II стадия / stage ($n = 13$)	$26,8 \pm 8,8$	$12,2 \pm 7,3^*$ (54,5 %)	$17,0 \pm 7,7^*$ (36,6 %)	$19,3 \pm 4,7^*$ (28,0 %)	$16,2 \pm 5,3^*$ (39,6 %)	$17,1 \pm 8,1^*$ (36,2 %)
III стадия / stage ($n = 30$)	$29,9 \pm 7,8$	$20,9 \pm 7,3^*$ (30,1 %)	$23,1 \pm 7,7^*$ (22,7 %)	$22,9 \pm 4,7^*$ (23,4 %)	$22,3 \pm 7,3^*$ (25,4 %)	$21,0 \pm 8,3^*$ (29,8 %)

Примечание: * различия ВГД до операции и в сроки наблюдения значимы, $p < 0,05$.

Note: * IOP differences before surgery and during follow-up are significant, $p < 0.05$.

Таблица 3. Максимально скорректированная острота зрения у пациентов до и после процедуры мЦФК**Table 3.** Maximally corrected visual acuity in patients before and after microimpulse transscleral cyclophotocoagulation

Стадия глаукомы / Glaucoma stage	Острота зрения в различные сроки наблюдения / Visual acuity at different observation times				
	до операции / before the operation	1 месяц / 1 month	2 месяц / 2 months	3 месяц / 3 months	6 месяц / 6 months
II стадия / stage (n = 13)	0,74 ± 0,11	0,73 ± 0,05	0,73 ± 0,09	0,73 ± 0,11	0,74 ± 0,09
III стадия / stage (n = 30)	0,32 ± 0,13	0,31 ± 0,05	0,33 ± 0,10	0,33 ± 0,12	0,32 ± 0,12

Таблица 4. Данные ОКТ-исследования диска зрительного нерва и макулярной зоны сетчатки у пациентов с развитой (n = 13) и далеко зашедшей (n = 30) стадией глаукомы до и после процедуры мЦФК**Table 4.** OCT data of optic nerve disc and retinal macular zone in patients with advanced (n = 13) and far-reaching (n = 30) glaucoma stage before and after microimpulse transscleral cyclophotocoagulation

Исследуемые параметры / Test parameters	Сроки наблюдения Observation timeline							
	до операции / before the operation		1 месяц / 1 month		3 месяца / 3 months		6 месяцев / 6 months	
	II ст. / II stage	III ст. / III stage	II ст. / II stage	III ст. / III stage	II ст. / II stage	III ст. / III stage	II ст. / II stage	III ст. / III stage
Площадь ДЗН / Disc area, mm ²	1,72 ± 0,12	1,83 ± 0,21	1,79 ± 0,19	1,80 ± 0,25	1,68 ± 0,25	1,87 ± 0,31	1,73 ± 0,27	1,79 ± 0,42
Площадь НРП / Rim area, mm ²	0,77 ± 0,17	0,55 ± 0,15	0,80 ± 0,12	0,57 ± 0,09	0,71 ± 0,14	0,51 ± 0,13	0,71 ± 0,14	0,55 ± 0,12
Объем экскавации / Cup volume, mm ³	0,42 ± 0,15	0,67 ± 0,16	0,48 ± 0,19	0,61 ± 0,2	0,39 ± 0,17	0,64 ± 0,12	0,31 ± 0,14	0,62 ± 0,12
Отношение Э/Д / E/E ratio	0,66 ± 0,23	0,81 ± 0,18	0,70 ± 0,17	0,78 ± 0,21	0,73 ± 0,23	0,79 ± 0,18	0,69 ± 0,26	0,83 ± 0,16
Средняя толщина / RNFL, μm	60,0 ± 2,7	46,0 ± 2,5	65,3 ± 1,9	49,0 ± 1,9	64,0 ± 1,9	43,0 ± 2,5	62,5 ± 1,9	42,7 ± 2,5
Макулярная зона / Macular zone, mkm	237,0 ± 8,4	220,2 ± 7,7	240,0 ± 7,9	218,1 ± 7,1	238,1 ± 7,9	219,2 ± 7,6	235,7 ± 8,3	221,2 ± 7,9

Рефрактерная форма глаукомы — глаукома, которая трудно поддается традиционным методам снижения ВГД: использование гипотензивных капель, лазерные или оперативные методы, включая трабекулэктомию и имплантацию различных дренажей [1]. Вместе с тем нормализация ВГД — единственный изменяемый фактор, останавливающий или замедляющий дальнейшее прогрессирование заболевания и снижение зрительных функций.

С целью снижения внутриглазного давления в настоящее время лазерные технологии находят все большее применение в лечении глаукомы благодаря таким преимуществам, как надежность, эффективность, возможность повторных вмешательств [8–10]. Лазерное лечение глаукомы следует одной из двух стратегий уменьшения ВГД: увеличение оттока водянистой влаги, например с помощью лазерной трабекулопластики, либо уменьшение ее выработки, например с помощью лазерной транссклеральной циклофотокоагуляции. Широкое распространение в лечении глаукомы получили лазерные циклодеструктивные операции, направленные на селективное подавление продукции водянистой влаги цилиарного тела. Эти методы нашли свое применение именно для лечения рефрактерной глаукомы, при которой неэффективна максимальная медикаментозная терапия и хирургия [6, 18–24].

До недавнего времени наиболее широко используемой в лечении рефрактерной глаукомы была диод-лазерная циклофотокоагуляция. Этот метод уменьшает ВГД путем объединения двух механизмов: фотодеструкции пигментированного и непигментированного эпителия цилиарного тела и увеличения дренажа водянистой влаги через увеосклеральный путь [11, 19, 24]. Однако при использовании традиционной ЦФК были выявлены ее

негативные последствия: развитие различных осложнений, таких как реактивный иридоциклит с частотой встречаемости до 75,5 %, увеит в 10,0–19,0 %, гифема в 3,3–11,4 %, гемофтальм в 0,5–4,0 %, гипотония в 0,8–18,0 % с переходом в субатрофию глазного яблока в 0,8–3,5 % [7–10].

Наличие серьезных осложнений, вызванных традиционным методом ЦФК, привело к разработке нового подхода в лазерном лечении глаукомы, известном как микроимпульсная циклофотокоагуляция с использованием инфракрасного диодного лазера с той же длиной волны — 810 нм [12]. При этом используется зонд с новой конструкцией контактного наконечника с шариковой линзой, в котором расположен кварцевый оптоволоконный кабель диаметром 600 мкм. На расстоянии 3 мм от лимба зонд перемещают по окружности глазного яблока непрерывным образом, избегая меридианов 3 и 9 часов. При работе в режиме микроимпульса используются повторяющиеся импульсы активного диодного лазера (циклы включения), чередующиеся с интервалами покоя (циклы выключения). Применение циклического лазера позволяет накапливать энергию в пигментном эпителии цилиарного тела, в итоге с получением фототерапевтического эффекта [12, 24]. При этом паузы позволяют соседним непигментированным эпителиальным клеткам остывать и сохранять температуру ниже порога фотокоагуляции, не вызывая коагуляционный некроз [13–15]. Такой характер доставки энергии, используемый в микроимпульсной ЦФК, сводит к минимуму повреждение окружающих тканей, что потенциально снижает частоту операционных и послеоперационных осложнений [11, 16].

Во всех случаях во время процедуры мЦФК, вне зависимости от стадии глаукомы, в анализируемой группе

больных были использованы стандартные параметры лазера: энергия — $W = 2000$ мДж, 31,3 % — скважность, время воздействия 80 сек на одну полусферу. Проведенное лечение 43 больных в ранние сроки показало отсутствие серьезных осложнений, приводя лишь к небольшому отеку бульбарной конъюнктивы и субконъюнктивальному кровоизлиянию (7 пациентов) в раннем послеоперационном периоде. При наблюдении до 6 месяцев после операции осложнения отсутствовали.

Однако до настоящего времени в литературе не определены четкие параметры используемого лазерного воздействия, которые бы позволили обеспечить наилучший баланс между высокой и устойчивой эффективностью лечения с минимальными побочными эффектами. Клинические публикации основываются на параметрах лазерного воздействия в диапазоне от 112 до 150 Дж общей энергии (джоулей (Дж), равной мощности в ваттах (Вт) $\times$ общую продолжительность обработки в секундах (с) $\times$ цикл включения (31,3 %), что позволяет умеренно снизить внутриглазное давление на уровне около 30 % с небольшими осложнениями или без них [13].

Проведенное лечение пациентов с различными стадиями заболевания показало, что выбранные стандартные параметры лазерной энергии оказались наиболее эффективны у больных с развитой стадией заболевания, у которых снижение ВГД произошло на 39,6 % к третьему месяцу после процедуры, а количество используемых гипотензивных средств уменьшилось на 17 %. В то же время у больных с далеко зашедшей стадией заболевания показатели были ниже (снижение ВГД на 25,4 %, уменьшение гипотензивных препаратов на 10 %). Дальнейшие проспективные исследования, основанные на фактических данных, позволят выработать необходимые параметры при лечении различных стадий и форм рефрактерной глаукомы.

Механизм действия данного метода лечения до конца не изучен. По мнению одних авторов, подобно традиционной ЦФК с непрерывной волной, применение мЦФК понижает ВГД, влияя на части цилиарного тела, отвечающие за выработку водянистой влаги. Однако конкретные места действия этой процедуры еще предстоит определить. Возможно, тепловое воздействие, выполненное в процессе мЦФК, может активировать определенные клеточные биохимические каскады, что приводит к снижению ВГД [11, 12, 21]. По мнению других авторов, проводивших экспериментальные исследования на обезьянах, пигментированный эпителий цилиарного тела не обязательно участвует в механизме действия мЦФК [19]. Напротив, циклофотокоагуляция фактически оказывает эффект в отношении продольных волокон цилиарной мышцы, вызывая смещение склеральной шпоры в заднем и внутреннем направлении, что, в свою очередь, изменяет конфигурацию трабекулярной мембраны и пути оттока водянистой жидкости [19–21]. На данный момент трудно сделать вывод, является ли какой-то один из предложенных механизмов действия наиболее

эффективным для снижения ВГД, или же это снижение достигается комбинацией всех механизмов, что требует дальнейшего изучения.

Успешное лазерное лечение методом мЦФК, по нашим данным и результатам других исследователей, было определено как снижение внутриглазного давления на ≥ 20 % от исходного уровня; отсутствие необходимости в использовании дополнительных антиглаукомных препаратов; отсутствие ухудшения зрения из-за осложнений или изменений внутриглазного давления и исключение необходимости в дополнительных антиглаукомных операциях [15–18].

Разработанные рекомендации по результатам положительного влияния метода мЦФК на пациентов с глаукомой подтверждаются данными, полученными в исследуемых группах больных. По данным обследования, снижение ВГД составило 54,5 % через неделю и 36,1 % через 6 месяцев при развитой стадии; 30,2 % через неделю и 29,8 % через 6 месяцев при далеко зашедшей стадии заболевания. Количество используемых гипотензивных препаратов снизилось в среднем с $2,89 \pm 0,74$ до $2,4 \pm 0,6$ (уменьшение на 14,0 %) при второй стадии и с $3,1 \pm 0,4$, до $2,8 \pm 0,5$ (уменьшение на 10 %) при третьей стадии без назначения дополнительных лекарственных антиглаукомных средств. В процессе наблюдения острота зрения у всех пациентов за весь исследуемый период не изменилась, а по данным ОКТ состояние ДЗН оставалось стабильным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доказано, что применение диодного лазера в микроимпульсном режиме при проведении микроциклофотокоагуляции является безопасным и эффективным методом лечения рефрактерных форм глаукомы различной стадии заболевания.

Анализ результатов показал, что использование мЦФК у пациентов с рефрактерной глаукомой не привело к развитию послеоперационных осложнений, позволило снизить внутриглазное давление на 36,2 % от исходного уровня при развитой и на 29,8 % при далеко зашедшей стадии заболевания, позволило уменьшить количество используемых гипотензивных препаратов на 17 % при второй и на 10 % при третьей стадии заболевания и не привело к снижению зрительных функций в сроки до 6 месяцев наблюдения.

Дальнейшее изучение эффектов микроимпульсного лазерного воздействия, применения индивидуальных режимов процедуры в различных клинических ситуациях у пациентов с глаукомой, возможно, расширит границы применения этой методики и при других формах и стадиях заболевания.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Иошин И.Э. — научное редактирование;
Максимов И.В. — набор материала, написание текста, подготовка иллюстраций, статистическая обработка;
Толчинская А.И. — написание текста, подготовка иллюстраций, техническое редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Egorov E.A. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 279 с. [Egorov E.A. National glaucoma guidelines for medical practitioners. Moscow: GEOTAR-Media, 2011. 279 p. (In Russ.)].
- Flaxman S.R., Bourne R.R.A., Resnikoff S. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017;5:1221–1234. DOI: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5
- Gazizova I., Avdeev R., Aleksandrov A. et al. Multicenter study of intraocular pressure level in patients with moderate and advanced primary open-angle glaucoma on treatment. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2016;57(12):6470. DOI: 10.17816/OV2015143-60
- Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(3):262–267. DOI: 10.1136/bjo.2005.081224
- Egorov E.A. Международное руководство по глаукоме. Т. 2. Клиника глаукомы. М., 2016. 183 с. [Egorov E.A. International guide to glaucoma. Vol. 2. Glaucoma Clinic. Moscow, 2016. 183 p. (In Russ.)].
- Janz N.K., Wren P.A., Lichter P.R. The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: interim quality of life findings after initial medical or surgical treatment of glaucoma. *Ophthalmology*. 2001;108:1954–1965. DOI: 10.1016/s0161-6420(01)00874-0
- Dastiridou A.I., Katsanos A., Denis P. Cyclodestructive Procedures in Glaucoma: A Review of Current and Emerging Options. *Adv. Ther.* 2018;35(12):2103–2127. DOI: 10.1007/s12325-018-0837-3
- Бойко Э.В., Куликов А.Н., Скворцов В.Ю. Сравнительная оценка диод-лазерной термотерапии и лазеркоагуляции как методов циклодеструкции (экспериментальное исследование). *Практическая медицина. Офтальмология. Казань*. 2012;4-1(59):175–179. [Boyko E.V., Kulikov A.N., Skvortsov V.Yu. Comparative evaluation of diode laser thermotherapy and laser coagulation as methods of cyclodestruction (experimental study). *Practical medicine. Ophthalmology. Kazan = Prakticheskaya meditsina. Oftal'mologiya. Kazan*. 2012;4-1(59):175–179 (In Russ.)].
- Schlotte T., Greb M., Kynigopoulos M. Long-term results after transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory posttraumatic glaucoma and glaucoma in aphakia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2008;246(3):405–410. DOI: 10.1007/s00417-007-0708-0
- Iliev M.E., Gerber S. Long-term outcome of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2007;91:1631–1635. DOI: 10.1136/bjo.2007.116533
- Aquino M.C., Barton K., Tan A.M., Sng C., Li X., Loon S.C., Chew P.T.K. Micropulse versus continuous wave transscleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. *Clin Exp Ophthalmol*. 2015;43(1):40–46. DOI: 10.1111/ceo.12360 pmid: 24811050
- Tan A.M., Chockalingam M., Aquino M.C., Lim Z.I., See J.L., Chew P.T. 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
- Aquino M.C., Lim D., Chew P.T.K. Micropulse P3™(MP3) Laser for Glaucoma: An Innovative Therapy. *J Curr Glaucoma Pract.* 2018;12(2):51–52. DOI: 10.5005/jp-journals-10008-1244
- Williams A.L., Moster M.R., Rahmatnejad K., Resende A.F., Horan T., Reynolds M., Yung E., Abramowitz B., Kuchar S., Waisbourd M. Clinical efficacy and safety profile of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *J Glaucoma*. 2018 May;27(5):445–449. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000934
- Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Старостина А.В., Елисеева М.А. Микроимпульсная трансклеральная циклофотокоагуляция в комбинированном хирургическом лечении рефрактерной глаукомы: предварительные результаты. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019;4:95–98. [Khodzhaev N.S., Sidorova A.V., Starostina A.V., Eliseeva M.A. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in combined surgical treatment of refractory glaucoma. *Modern technologies in ophthalmology = Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2019;4:95–98 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/2312-4911-2019-4-95-98
- Emanuel M.E., Grover D.S., Fellman R.L., Godfrey D.G., Smith O., Butler M.R., Kornmann H.L., Feuer W.J., Goyal S. Micropulse Cyclophotocoagulation: Initial Results in Refractory Glaucoma. *J Glaucoma*. 2017 Aug;26(8):726–729. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000715
- Souissi S., Baudouin C., Labbé A., Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. *Eur J Ophthalmol*. 2019 Sep 23;1120672119877586. DOI: 10.1177/1120672119877586
- Zaarour K., Abdelmassih Y., Arej N., Cherfan G., Tomey K.F., Khoeir Z. Outcomes of Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Uncontrolled Glaucoma Patients. *J Glaucoma*. 2019 Mar;28(3):270–275. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001174
- Xin C., Johnstone M., Wang N., Wang R.K. OCT Study of Mechanical Properties Associated with Trabecular Meshwork and Collector Channel Motion in Human Eyes. *PLoS ONE*. 2016;11(9):e0162048. DOI: 10.1371/journal.pone.0162048
- Stamper R.L., Lieberman M.F., Drake M.V. Becker-Shaffer's Diagnosis and Therapy of the Glaucomas. Elsevier Health Sciences; 2009. DOI: 10.1007/s00417-010-1517-4
- Liu G.J., Mizukawa A., Okisaka S. Mechanism of intraocular pressure decrease after contact transscleral continuous wave Nd:YAG laser cyclophotocoagulation. *Ophthalmic Res*. 1994;26(2):65–79. DOI: 10.1159/000267395 pmid: 8196935
- Samples J.R., Singh K., Lin S.C. Laser trabeculoplasty for open-angle glaucoma: a report by the american academy of ophthalmology. *Ophthalmology*. 2011 Nov;118(11):2296–2302. DOI: 10.1016/j.ophtha.2011.04.037
- Stein J.D., Kim D.D., Peck W.W. Cost-effectiveness of medications compared with laser trabeculoplasty in patients with newly diagnosed open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 2012;130:497–505. DOI: 10.1001/archophthol.2011.2727
- Maslin J.S., Chen P.P., Sinard J., Nguyen A.T., Noecker R. Histopathologic changes in cadaver eyes after MicroPulse and continuous wave transscleral cyclophotocoagulation. *Canadian Journal of Ophthalmology*. May 21, 2020. DOI: 10.1016/j.cjco.2020.03.010

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации
Иошин Игорь Эдуардович
доктор медицинских наук, профессор, руководитель
ул. Лосиноостровская, 45, Москва, 107143, Российская Федерация

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации
Толчинская Анна Ивановна
доктор медицинских наук, врач-офтальмолог
ул. Лосиноостровская, 45, Москва, 107143, Российская Федерация

ФГБУ «Клиническая больница» Управления делами Президента Российской Федерации
Максимов Иван Васильевич
врач-офтальмолог
ул. Лосиноостровская, 45, Москва, 107143, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Clinical Hospital of the Administration of the President of the Russian Federation
Ioshin Igor E.
MD, Professor, head of the center of ophthalmology
Losinoostrovskaya str., 45, Moscow, 107143, Russian Federation

Clinical Hospital of the Administration of the President of the Russian Federation
Tolchinskaya Anna I.
MD, ophthalmologist
Losinoostrovskaya str., 45, Moscow, 107143, Russian Federation

Clinical Hospital of the Administration of the President of the Russian Federation
Maximov Ivan V.
ophthalmologist
Losinoostrovskaya str., 45, Moscow, 107143, Russian Federation