

УДК 617.7-007.681

Егоров А.Е., Глазко Н.Г.*

ВЛИЯНИЕ НЕЙРОРЕТИНОПРОТЕКТОРНОЙ ТЕРАПИИ НА СОСТОЯНИЕ ГЕМОПЕРФУЗИИ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ СЕТЧАТКИ У ПАЦИЕНТОВ С ДАЛЕКОЗАШЕДШЕЙ СТАДИЕЙ ГЛАУКОМЫ

ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы»,
Москва, Россия

ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, РОССИЯ*

РЕЗЮМЕ

Цель – изучить взаимосвязь динамики функциональных и циркуляторных изменений у пациентов с далекозашедшей стадией первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) при проведении различных видов нейроретинопротекторного лечения.

Материал и методы

Исследование включало 50 пациентов (разделенных на 2 группы по 25 человек в каждой) с далекозашедшей стадией ПОУГ и компенсированным ВГД. Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием были проведены: анкетирование для субъективной оценки зрительных функций, компьютерная статическая периметрия, оптическая когерентная томография-ангиография (ОКТ-А) с оценкой параметров фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ). Период наблюдения составил 6 месяцев. В основной группе в первый день выполнялась трофическая модифицированная лазеркоагуляция (тМЛК) в сочетании с ежедневными парабульбарными инъекциями комплекса водорастворимых полипептидных фракций. В контрольной группе проводилось системное лечение вазоактивными препаратами.

Результаты

У пациентов основной группы зафиксировано уменьшение площади ФАЗ на 15,5% сразу после окончания лечения, через месяц – на 15,2%, а через 6 месяцев – на 10,1%. В основной группе зафиксировано уменьшение периметра ФАЗ после окончания лечения ниже исходных данных на 13,4%, через месяц – на 12%, и через 6 месяцев – на 5%. Достоверной ($p < 0,05$) динамики параметров ФАЗ в контрольной группе выявлено не было. При изучении взаимосвязи результатов периметрии и параметров ФАЗ во всех точках исследования, независимо от метода лечения обнаружена корреляция средней и высокой силы ($r_0 = -0,8069$; $r_k = -0,8053$; $p < 0,05$) между периметрическим индексом MD и площадью ФАЗ.

Заключение

Анализ эффективности проводимого нейроретинопротекторного лечения был оценен по параметрам ФАЗ, которые коррелируют с результатами периметрии. Нейроретинопротекторное лечение методом тМЛК улучшает состояние микроциркуляторного русла центральной зоны сетчатки у пациентов с далекозашедшей стадией глаукомы.

Ключевые слова: *первичная открытоугольная глаукома, нейроретинопротекторная терапия*

Yeğorov A.E., Qlazko N.G.

QLAUKOMANIN İFRAT İNKİŞAF ETMİŞ MƏRHƏLƏSİ İLƏ PASİYENTLƏRDƏ TOR QIŞANIN MƏRKƏZİ ŞÖBƏLƏRİNDƏ HEMOPERFUZİYA VƏZİYYƏTİNƏ NEYRORETİNOPROTEKTİV TERAPİYANIN TƏSİRİ

XÜLASƏ

Məqsəd – müxtəlif növ neyretinoprotektiv müalicə zamanı birincili açıqbucaqlı qlaukomanın (BABQ) inkişaf etmiş mərhələsi olan pasiyentlərdə funksional və sirkulyator dəyişikliklərinin dinamikası arasındakı əlaqəni öyrənmək.

Material və metodlar

Tədqiqata ifrat inkişaf etmiş BABQ və kompensasiya olunmuş GDT ilə 50 pasiyent (2 qrupa bölünmüş, hər birində 25 nəfər) daxil edilmişdir. Standart oftalmoloji müayinə ilə yanaşı, görmə funksiyalarının subyektiv qiymətləndirilməsi üçün anketləşdirilmə, kompüter statik perimetriya, foveolar avaskulyar zonanın (FAZ) parametrlərinin qiymətləndirilməsi ilə optik koherens tomoqrafiya-angiografiya (OKT-A) aparılmışdır. Müşahidə müddəti 6 ay təşkil etmişdir. İlk gündə əsas qrupda trofik modifikasiya olunmuş lazerkoagulyasiya (tMLK) suda həll olunan polipeptid fraksiyalar kompleksinin gündəlik parabolbar inyeksiyaları ilə birlikdə aparılmışdır. Nəzarət qrupunda vazoaaktiv preparatlarla sistem müalicə aparılmışdır.

Nəticə

Əsas qrup pasiyentlərində FAZ sahəsindəki azalma müalicənin bitməsindən dərhal sonra 15,5%-də, bir aydan sonra – 15,2%-də, 6 aydan sonra isə 10,1%-də qeydə alınmışdır. Əsas qrupda FAZ perimetrinin azalması müalicə bitdikdən sonra ilkin məlumatlardan 13,4%, bir aydan sonra – 12%, 6 aydan sonra isə 5% azalması qeydə alınmışdır. Nəzarət qrupunda FAZ parametrlərinin əhəmiyyətli ($p < 0.05$) dinamikası aşkar edilməmişdir. Perimetriya və FAZ parametrləri arasındakı əlaqə öyrənilərkən tədqiq edilən bütün nöqtələrdə müalicə metodundan asılı olmayaraq perimetrik MD indeksi ilə FAZ sahəsi arasında orta və yüksək gücün ($r_0 = -0.8069$; $r_c = -0.8053$; $p < 0.05$) korrelyasiyası aşkar edilmişdir.

Yekun

Aparılan neyretinoprotektiv müalicənin effektivliyinin təhlili perimetriyanın nəticələri ilə korrelyasiya edən FAZ parametrləri ilə qiymətləndirilmişdir. İfrat inkişaf etmiş qlaukoma mərhələsində olan pasiyentlərdə tMLK metodu ilə neyretinoprotektiv müalicə tor qişanın mərkəzi zonada mikrosirkulyasiya vəziyyətini yaxşılaşdırır.

Açar sözlər: *birincili açıqbucaqlı qlaukoma, neyretinoprotektiv terapiya*

Egorov A.E., Glazko N.G.

THE INFLUENCE OF NEURORETINOPROTECTION THERAPY ON THE CENTRAL ZONE
HEMOPERFUSION OF THE RETINA IN ADVANCED GLAUCOMA

SUMMARY

Purpose – to study the relationship between the dynamics of functional and circulatory changes in patients with advanced primary open-angle glaucoma during various neuroretinoprotective treatments.

Material and methods

The study included 50 patients, divided into 2 groups of 25, with advanced stage of POAG and compensated IOP. Besides the standard ophthalmological examination, a questionnaire for subjective assessment of visual functions, computer static perimetry, optical coherence tomography-angiography (OCT-A) with an assessment of parameters of the foveolar avascular zone (FAZ) was conducted. The evaluation period was 6 months. A trophic modified laser coagulation (tMLC) was performed with daily periocular injections of the polypeptides of the retina cattle in the main group. In the control group, systemic treatment with vasoactive drugs was performed.

Results

In the main group there was a decrease of the FAZ area by 15.5% immediately after treatment, a month later – by 15.2%, 6 months later – by 10.1%. A decrease of the FAZ perimeter recorded immediately after treatment below the initial data by 13.4%, after a month – 12%, after 6 months – by 5%. There were no significant ($p < 0.05$) dynamics of the FAZ parameters in the control group. For all visits, medium and high strength correlation ($gt = -0.8069$; $gc = -0.8053$; $p < 0.05$) was found between the perimetry index MD and FAZ area, irrespective of treatment method.

Conclusion

The analysis of effectiveness of neuroretinoprotective treatment was evaluated by phase parameters that correlate with the results of perimetry. Neuroretinoprotective treatment with tMLC improves the state of microcirculation of the retina central zone in patients with advanced glaucoma.

Key words: *primary open-angle glaucoma, neuroretinoprotective therapy*

На сегодняшний день диагностика и мониторинг глаукомы осуществляются путем анализа объема функциональных и структурных изменений. Для анализа функциональных чаще всего используются результаты статической периметрии, а структурные оцениваются по данным оптической когерентной томографии (ОКТ). Изначально оценивалась только динамика толщины слоя нервных волокон сетчатки. Затем появились возможности оценки толщины слоя ганглиозных клеток, который представлен телами нейронов, аксоны которых образуют зрительный нерв. На сегодняшний день помимо ганглиозного слоя принято также оценивать и внутренний плексиформный слой, в котором расположены дендриты ганглиозных клеток [1-4].

Но существование сосудистой теории патогенеза, а также нейроваскулярного взаимодействия направляют исследователей оценивать не только структурные изменения, но и циркуляторные [5]. Оценка микрососудистой сети сетчатки и зрительного нерва вышла на существенно новый уровень, после внедрения в практику оптической когерентной томографии-ангиографии (ОКТ-А) [6]. Изучая взаимосвязь сосудистых, структурных и функциональных изменений, было найдено более тесное взаимодействие между функциональными и циркуляторными изменениями, чем со структурными [7,8,9]. Сравнение периметрических карт и карт сосудистой плотности доказало соответствие участков снижения плотности дефектам в поле зрения [10,11]. Кроме того, отмечено изменение параметров и конфигурации фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ) при глаукоме, за счет выпадения капилляров, а также подтверждено наличие зависимости между состоянием ФАЗ и выраженностью дефектов в поле зрения. При этом большинство исследований направлены на выявление глаукомы, но на сегодняшний день после постановки диагноза и нормализации уровня внутриглазного давления прогрессирование глаукомного процесса не останавливается. Для уменьшения дистрофии нейронов и объемов повреждения нейрональной ткани разработаны различные комплексы нейроретинопротекции, которые могут включать в себя как местное, так и системное воздействие [12,13]. Получаемое улучшение функциональных показателей дает основание для продолжения использования таких курсов. Но при этом не изучалось их воздействие на капиллярное русло и состояние гемоперфузии сетчатки.

Целью настоящего исследования явилось изучение взаимосвязи динамики функциональных и циркуляторных изменений у пациентов с далекозашедшей стадией первичной открытоугольной глаукомы при проведении различных видов нейроретинопротекторного лечения.

Материал и методы

В исследование было включено 50 пациентов (67 глаз) с далекозашедшей стадией ПОУГ, распределение по группам и возрасту указано в таблице 1. Включались пациенты с достаточной прозрачностью оптических сред для проведения исследований глазного дна и нормализованным

уровнем ВГД. При этом гипотензивная терапия, которую они уже получали на момент включения, оставалась неизменной, с соблюдением привычного режима. Не были включены пациенты с нарушениями прозрачности роговицы, любой ретиальной патологией, иной патологией зрительного нерва, хронической воспалительной офтальмопатологией в анамнезе или при указании на гиперчувствительность к применяемым препаратам. Группы были сопоставимы по возрасту, данным периметрии и ОКТ-А.

Таблица 1

Распределение пациентов по группам и возрасту

	Всего	Основная группа	Контрольная группа
Общее количество, чел. (кол-во глаз)	50 (67)	25 (39)	25 (28)
Средний возраст (годы), Me (Q25-Q75)	78 (74,5; 81)	78 (75; 81) *	77 (74; 80) *

Примечание: * - $p < 0,05$ при межгрупповом сравнении.

Всем пациентам до начала лечения и в процессе исследования проводились: визометрия, авторефрактометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, измерение офтальмотонуса, анкетирование для субъективной оценки зрительных функций, компьютерная статическая периметрия (HFA II 750i, Carl Zeiss, Германия), ОКТ-А (RTVue XR OCT Avanti, Optovue, Inc., США) с оценкой параметров ФАЗ, а также измерение артериального давления. Исследования в группах проводили во время первого визита до начала лечения (Т1), через 3 дня после начала лечения (Т2), через 8 дней после начала лечения (Т3), через 1 месяц после лечения (Т4), через 6 месяцев после лечения (Т5).

Анализ состояния микроциркуляторного русла проходил по параметрам ФАЗ: площадь (А FAZ), периметр (Р FAZ) и индекс циркулярности (CI). В качестве функциональных показателей, сравниваемых с циркуляторными, были выбраны периметрические индексы MD (mean deviation, среднее отклонение) и VFI (visual field index, индекс поля зрения).

В основной группе нейроретинопротекторная терапия проходила методом тМЛК («АЛОД-01», Алком-Медика, Россия) с курсом нейроретинопротекторной поддержки инъекциями комплекса водорастворимых полипептидных фракций (КВПФ). Инъекции выполнялись парабульбарно, ежедневно, в течение 8 дней. В контрольной группе в течение такого же периода времени выполнялся комплекс системной терапии, включающий в себя антиоксидантные, сосудорасширяющие, ноотропные и ретинопротекторные препараты. Курс состоял из внутривенного введения: р-р пентоксифиллина 5,0+0,9% NaCl 100,0; р-сол. этилметилгидроксипиридина сукцината 5,0+0,9% NaCl 100,0; внутримышечного введения: р-р метилэтилпиридинола 1,0; лиофилизат комплекса полипептидных фракций полипептидов сетчатки скота 2,0, растворенный в 2,0 новокаина. Внутривенные вливания чередовались через день, внутримышечные выполнялись ежедневно, в течение 8 дней.

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ Microsoft Excel 2013, SPSS версии 21, MedCalc. Выполнялось вычисление средней арифметической (M), медианы (Me), среднеквадратического отклонения (SD), интерквартильного размаха (Q25–Q75), уровня значимости (p). При изучении взаимосвязи признаков применялся метод корреляционного анализа. Критический уровень значимости для соответствующих критериев составлял $p < 0,05$.

Результаты исследования

В каждой точке обследования оценивались показатели остроты зрения (ОЗ), результаты анкетирования, данные периметрии и ОКТ-А. Полученные результаты динамики остроты зрения и субъективного зрительного восприятия самими пациентами отражены в таблице 2. В основной

группе отмечается достоверное ($p<0,05$) улучшение исходных показателей, сохраняющееся в течение 1 месяца после лечения на максимально достигнутом уровне, но с тенденцией к снижению к 6 месяцу наблюдения пациентов. В контрольной группе достоверной динамики зрительных функций выявлено не было, а по данным опросника отмечается улучшение ($p<0,05$) сразу после курса лечения, однако, к 6 месяцу показатели возвращаются к исходным.

Оценка динамики показателей MD в основной и контрольной группах выявляет выраженное различие изменений показателей светочувствительности сетчатки (таблица 3). В основной группе уменьшение значения показателя MD отмечается уже на 3 день после создания зон асептического воспаления и продолжается до 8 дня после начала лечения. При этом вплоть до 6 месяца наблюдения сохраняется значение меньшее относительно исходных показателей ($p<0,05$). В контрольной группе анализ динамики MD относительно исходных данных статистической достоверности не выявил ($p<0,05$). Анализ средних показателей индекса VFI в основной и контрольной группах отражает аналогичную динамику показателя в группах (таблица 3). Так, в основной группе наблюдается выраженное улучшение индекса поля зрения в среднем на 8%. Данные в контрольной группе не настолько показательны, статистической достоверности в динамике выявлено не было ($p<0,05$).

Таблица 2

**Показатели остроты зрения и суммы баллов по данным опросника,
M±SD**

Точки обследования	Основная группа		Контрольная группа	
	ОЗ	Опросник	ОЗ	Опросник
T1	0,342±0,113	19,45 ±1,92	0,322±0,129	20,4 ±1,33
T3	0,464± 0,112*	24,15 ±1,58*	0,342±0,105	22,54 ±1,34*
T4	0,450±0,100*	24,06 ±1,24*	0,331±0,112	21,64 ±1,01*
T5	0,378± 0,098	22,97 ±1,31*	0,325±0,120	20,63 ±0,78

Примечание. * - $p<0,05$ при сравнении с исходными показателями (T1)

Таблица 3

Динамика индексов MD и VFI, Me (Q25; Q75)

Точки обследования	MD, дБ		VFI, %	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
T1	-17,32 (-18,62; -16,21)	-16,98 (-18,21; -15,99)	58 (56,0; 59,0)	58 (53,2; 60,7)
T2	-15,65 (-16,78; -14,68) *	-16,78 (-18,19; -15,86)	61 (58,0; 63,0) *	60 (55,0; 60,7)
T3	-15,06 (-16,12; -14,26) *	-16,23 (-17,64; -15,62)	65 (62,0; 67,0) *	61 (57,0; 62,0)
T4	-15,54 (-15,98; -14,84) *	-16,44 (-17,96; -15,86)	63 (62,0; 64,0) *	58 (54,3; 59,7)
T5	-16,27 (-17,39; -15,21) *	-16,68 (-18,15; -15,91)	61 (58,0; 63,0) *	58 (54,0; 59,7)

Примечание: * - $p<0,05$ при сравнении с исходными показателями (T1)

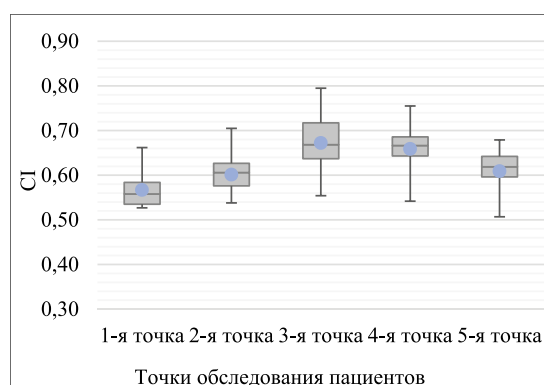
По результатам анализа состояния фовеолярной аваскулярной зоны отмечается улучшение микроциркуляции. После проведенного лечения у пациентов основной группы отмечается уменьшение площади и периметра ФАЗ на 15,5% и 13,4% соответственно, через месяц наблюдений – на 15,2% и 12%, через 6 месяцев – на 10,1% и 5% относительно исходного состояния (таб. 4). В течение всего периода наблюдения выявлена достоверная динамика показателей индекса циркулярности в основных группах ($p < 0,05$) (рис.1 А). Показатели после лечения приближаются к 1,0, что говорит о том, что площадь фовеолярной аваскулярной зоны не только уменьшается, но и ее форма становится больше приближена к форме круга, уменьшается фестончатость краев и неравномерность контура. В контрольной группе достоверной динамики параметров ФАЗ выявлено не было (таб.4, рис.1 Б).

Таблица 4

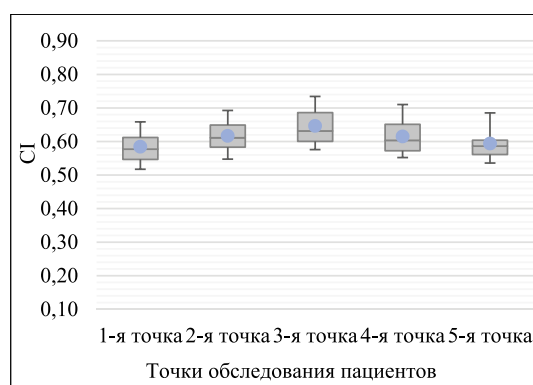
Показатели площади и периметра, Ме (Q25; Q75)

Точки обследования	Основная группа		Контрольная группа	
	Площадь, мм ²	Периметр, мм	Площадь, мм ²	Периметр, мм
T1	0,387 (0,372; 0,426)	2,883 (2,873; 2,954)	0,394 (0,374; 0,424)	2,909 (2,865; 2,953)
T2	0,368 (0,351; 0,396) *	2,757 (2,736; 2,827) *	0,379 (0,352; 0,411)	2,754 (2,735; 2,824) *
T3	0,326 (0,302; 0,354) *	2,447 (2,366; 2,536) *	0,363 (0,336; 0,401)	2,683 (2,634; 2,714) *
T4	0,338 (0,315; 0,362) *	2,563 (2,432; 2,617) *	0,375 (0,349; 0,417)	2,784 (2,763; 2,793) *
T5	0,352 (0,336; 0,394) *	2,787 (2,732; 2,882) *	0,384 (0,362; 0,421)	2,847 (2,839; 2,914)

Примечание: * - $p < 0,05$ при сравнении с исходными показателями (T1)



А)



Б)

Рис.1. Динамика изменений показателей CI фовеолярной аваскулярной зоны в основной (А) и контрольной (Б) группах

Сравнительный анализ результатов периметрии и ОКТ-А в обеих группах, независимо от проводимого метода лечения, выявил достоверную обратную корреляционную зависимость между периметрическим индексом MD и всеми показателями ФАЗ: периметром, площадью и индексом циркулярности ($p < 0,05$) (таблица 5). Связь наибольшей силы прослеживается между MD и показателем площади ФАЗ, $r = -0,806$, $r = -0,803$ ($p < 0,05$).

Таблица 5

Сравнение периметрических индексов и показателей ОКТ-А до начала лечения

		Далекозашедшая стадия	
		MD	VFI
Основная группа	A FAZ	r=-0,806 *	r=-0,495
	P FAZ	r=-0,635 *	r=-0,234
	CI FAZ	r=0,607 *	r=0,452
Контрольная группа	A FAZ	r= -0,803 *	r=-0,509
	P FAZ	r= -0,408 *	r=-0,291
	CI FAZ	r= -0,552 *	r=-0,322

Примечание: * - $p < 0,05$

Дальнейший анализ во всех точках обследования пациентов проводился между MD и A FAZ, и во всех точках сравнения была выявлена высокая, статистически достоверная ($p < 0,05$) корреляция (таб.6).

Таблица 6

Индекс корреляции MD и площади ФАЗ

Точки обследования	Основная группа	Контрольная группа
До начала лечения	r=-0,8069	r= -0,8053
3-й день после начала лечения	r=-0,7530	r=-0,8023
8-й день после начала лечения	r=-0,6463	r=-0,6790
Через 1 месяц после лечения	r=-0,5574	r=-0,7765
Через 6 месяц после лечения	r=-0,6318	r=-0,7644

Примечание: $p < 0,05$

Обсуждение

Проведенный анализ результатов мониторинга пациентов с глаукомной оптической нейропатией при проведении различных видов нейроретинопротекторной терапии: трофической модифицированной лазерной коагуляции с ежедневным периокулярным введением КВПФ и традиционного комплекса терапевтических мероприятий выявил существенные различия в реакции микрососудистой сети центральной зоны сетчатки. При проведении тМЛК у пациентов выявлено уменьшение площади, периметра и увеличение показателя индекса циркулярности фовеолярной аваскулярной зоны на фоне проводимого лечения, что свидетельствует об уменьшении размеров ФАЗ, фестончатости краев, приобретении правильной формы, близкой к округлой. Это свидетельствует об активации кровотока в макулярной зоне, т.е. в спавшихся ветвях микрососудистого русла центральной области сетчатки обнаруживается движение клеток крови, что регистрируется при помощи ОКТ-А. Помимо полученных ранее доказательств эффективности данного метода лечения, в виде функциональных улучшений по данным периметрии и остроты

зрения (Егоров А.Е. 2003, Андрианова Е.В. 2011, Швец Н.Н. 2008, Шрамко Ю.Г. 2014), мы получили доказательства улучшения гемоперфузии центральных отделов сетчатки при проведении нейроретинопротекторной терапии методом тМЛК. В то же время была оценена реакция микрососудистого русла при проведении системного вазоактивного лечения, где зафиксирована незначительная кратковременная положительная реакция в ответ на весь комплекс внутривенного и внутримышечного введения препаратов.

Нами выявлена взаимосвязь периметрического индекса MD и параметров ФАЗ (А,Р,СІ), при этом, связь наибольшей силы отмечается с показателем площади на протяжении всего периода наблюдения пациентов, независимо от проводимого метода лечения. Кроме того, мы получили свои результаты, соотносящиеся с результатами зарубежных исследователей, выявивших достоверную корреляцию параметров ФАЗ и MD, независимо от уровня ВГД (Xu H. 2016, Choi J. 2017, Shihara H. 2018). Взаимосвязь А ФАЗ и MD дает основание для использования данного показателя в качестве объективного критерия для мониторинга течения глаукомной оптической нейропатии как в период нейроретинопротекторного лечения, так и при периодическом наблюдении вне курсов лечения. При этом, в отличие от периметрии, ОКТ-А обладает высокой повторяемостью и воспроизводимостью, поскольку требует меньше временных затрат и меньшей концентрации внимания пациента.

Заключение

Метод ОКТ-А позволяет получить данные о ФАЗ, которые отражают динамику состояния микроциркуляторного русла центральной зоны сетчатки при проведении периодических курсов нейроретинопротекторной терапии. Выявленное улучшение состояния гемоперфузии, коррелирующее с функциональными улучшениями обусловлено нейроваскулярным взаимодействием и активизацией метаболических процессов при проведении нейроретинопротекторного лечения методом тМЛК.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Fard M.A., Afzali M., Abdi P. et al. Comparison of the Pattern of Macular Ganglion Cell-Inner Plexiform Layer Defect Between Ischemic Optic Neuropathy and Open-Angle Glaucoma // *Invest Ophthalmol Vis Sci.*, 2016, v.57(3), p.1011-1016. Doi:10.1167/iovs.15-18618
2. Kim J.S., Kim Y.K., Baek S.U. et al. Topographic correlation between macular superficial microvessel density and ganglion cell-inner plexiform layer thickness in glaucoma-suspect and early normal-tension glaucoma // *Br. J. Ophthalmol.*, 2020, v.104(1), p.104-109. Doi:10.1136/bjophthalmol-2018-313732
3. Страхов В.В., Ярцев А.В., Алексеев В.В. и др. Структурно-функциональные изменения слоев сетчатки при первичной глаукоме и возможные пути ретинопротекции // *Вестн. офтальмол.*, 2019, v.135(2), p.70-82. Doi: 10.17116/oftalma201913502170
4. Torres L.A., Hatanaka M. Correlating structural and functional damage in glaucoma // *J. Glaucoma*, 2019, v.28, p.1079-1085. Doi: 10.1097/IJG.0000000000001346
5. Wareham L.K., Calkins D.J. The Neurovascular Unit in Glaucomatous Neurodegeneration // *Front. Cell. Dev. Biol.*, 2020, v.8, p.452. doi:10.3389/fcell.2020.00452
6. Aghsaei Fard M., Ritch R. Optical coherence tomography angiography in glaucoma // *Ann. Transl. Med.*, 2020, v.8(18), p.1204. doi:10.21037/atm-20-2828
7. Shin J.W., Lee J., Kwon J. et al. Regional vascular density-visual field sensitivity relationship in glaucoma according to disease severity // *Br. J. Ophthalmol.*, 2017, v.101(12), p.1666-1672. Doi:10.1136/bjophthalmol-2017-310180

8. Yarmohammadi A., Zangwill L.M., Diniz-Filho A. et al. Relationship between Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density and Severity of Visual Field Loss in Glaucoma // *Ophthalmology*, 2016, v.123(12), p.2498-2508. Doi:10.1016/j.ophtha.2016.08.041
9. Chen H.S., Liu C.H., Wu W.C. et al. Optical Coherence Tomography Angiography of the Superficial Microvasculature in the Macular and Peripapillary Areas in Glaucomatous and Healthy Eyes // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2017, v.58(9), p.:3637-3645. Doi:10.1167/iovs.17-21846
10. Takusagawa H.L., Liu L., Ma K.N. et al. Projection-Resolved Optical Coherence Tomography Angiography of Macular Retinal Circulation in Glaucoma // *Ophthalmology*, 2017, v.124(11), p.1589-1599. Doi:10.1016/j.ophtha.2017.06.002
11. Pellegrini M., Vagge A., Ferro Desideri L.F. et al. Optical Coherence Tomography Angiography in Neurodegenerative Disorders // *J. Clin. Med.*, 2020, v.9(6), p.1706. Doi:10.3390/jcm9061706
12. Егоров Е.А., Баева Н.Г., Романова Т.Б. и др. Возможные пути решения вопросов доставки лекарственных препаратов к заднему отделу глаза // *Нац. журн. Глаукома*, 2018, v.17(4), p.56-62. DOI: 10.25700/NJG.2018.04.04
13. Егоров Е.А., Оганезова Ж.Г., Егорова Т.Е. Возможности применения Ретиналамина в терапии дистрофических заболеваний глаза (обзор клинических исследований) // *РМЖ. Клин. офтальмол.*, 2009, №10(2), с.57-58.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Егоров А.Е., Глазко Н.Г.;

Сбор и обработка материала: Глазко Н.Г.;

Статистическая обработка данных: Глазко Н.Г.;

Написание текста: Глазко Н.Г.;

Редактирование: Егоров А.Е.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции:

Глазко Надежда Геннадьевна, врач-офтальмолог, ГБУЗ ГВВ №2 ДЗМ, 109472, Москва, Волгоградский проспект, 168, Россия. nadezda.baeva@yandex.ru