

Интерпретация клинических результатов локализации макулярной области в диагностике глаукомы. Часть 1. Популяционная вариабельность позиционирования макулы относительно диска зрительного нерва

Куроедов А.В., д.м.н., начальник отделения, профессор кафедры офтальмологии^{1,2};

Городничий В.В., врач-офтальмолог¹;

Креницына Е.А., аспирант, врач-офтальмолог³;

Сергеева В.М., студент³;

Кондракова И.В., врач-офтальмолог¹;

Гапонько О.В., к.м.н., врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии^{1,2};

Диордийчук С.В., врач-офтальмолог¹.

¹ФКУ «Центральный военный клинический госпиталь им. П.В. Мандрыка» МО РФ, 107014, Российская Федерация, Москва, ул. Б. Оленья, 8А;

²Кафедра офтальмологии лечебного факультета им. акад. А.П. Нестерова ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» МЗ РФ, 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1;

³ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» МЗ РФ, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2.

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

Для цитирования: Куроедов А.В., Городничий В.В., Креницына Е.А., Сергеева В.М., Кондракова И.В., Гапонько О.В., Диордийчук С.В. Интерпретация клинических результатов локализации макулярной области в диагностике глаукомы. Часть 1. Популяционная вариабельность позиционирования макулы относительно диска зрительного нерва. *Национальный журнал глаукома*. 2019; 18(2):3-9.

Резюме

ЦЕЛЬ. Определить характер взаимоотношений между локализацией центральных отделов сетчатки, положением папилломакулярного пучка и отдельными морфофункциональными характеристиками глаза у пациентов с разными глазными заболеваниями.

МЕТОДЫ. В итоговый протокол работы были включены данные 33 человек (17 женщин, 16 мужчин; 46 глаз). Средний возраст больных составил 78 (71; 81) лет. Все пациенты были сгруппированы в три группы: 1-ю группу составили 11 пациентов (16 глаз) с начальной, развитой и далеко зашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), вторую — 13 пациентов (15 глаз) с начальной катарактой, третью — 9 человек (15 глаз) с сухой формой возрастной макулярной дегенерации (ВМД). Морфометрические характеристики диска зрительного нерва (ДЗН) и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС), в том числе включающие измерение окружности ДЗН по кольцу Эльшнига и угла наклона папилломакулярного пучка (ПМП) по отношению к ДЗН, исследовались методом оптической когерентной томографии с исполь-

зованием прибора Spectralis («Heidelberg Engineering», Германия). Полученные данные подвергнуты статистической обработке.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Угол наклона ПМП по отношению к расположению ДЗН для больных с глаукомой составил $-7,9$ ($-8,2$; $-6,8$)°, для больных с катарактой — $-7,9$ ($-9,7$; $-6,3$)° и пациентов с ВМД — $-7,9$ ($-8,0$; $-5,4$)°. Не было установлено статистически достоверных отличий при анализе этого показателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Положение фовеа и направление ПМП — постоянная популяционная величина у больных с глаукомой, катарактой или ВМД. Расположение макулярной области смещено в среднем на $7,9$ ° ниже по отношению к условному центру ДЗН, что следует принимать во внимание при анализе результатов данных исследования СНВС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: первичная открытоугольная глаукома, катаракта, макулярная дегенерация, фовеа, угол наклона папилломакулярного пучка, оптическая когерентная томография.

Для контактов:

Куроедов Александр Владимирович, e-mail: akuroyedov@hotmail.com

ENGLISH

The interpretation of the clinical results of fovea localization in glaucoma diagnostics. Part 1. Population variability of the macula positioning in relation to the optic disc

KUROYEDOV A.V., Med.Sc.D., M.D., Professor, Head of Ophthalmology Department^{1,2};

GORODNICHY V.V., M.D.¹;

KRINITSINA E.A., postgraduate, M.D.³;

SERGEEVA V.M., student³;

KONDRAKOVA I.V., M.D.¹;

GAPONKO O.V., Ph.D., M.D., Assistant professor^{1,2};

DIORDYICHUK S.V., M.D.¹

¹Mandryka Central Clinical Military Hospital, 8A Bolshaya Olenya st., Moscow, Russian Federation, 107014;

²Pirogov State National Medical University, Ophthalmology Department, 1 Ostrovityanova st., Moscow, Russian Federation, 117997;

³I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), 8/2 Trubetskaya st., Moscow, Russian Federation, 119991.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Kuroyedov A.V., Gorodnichy V.V., Krinitsina E.A., Sergeeva V.M., Kondrakova I.V., Gaponko O.V., Diordyichuk S.V. The interpretation of the clinical results of fovea localization in glaucoma diagnosis. Part 1. Population variability of the positioning of the macula relative to the optic disc. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2019; 18(2):3-9.

Abstract

PURPOSE: To determine the nature of the relationship between the localization of the fovea, the position of the papillary-macular bundle and individual morphofunctional characteristics of the eye in patients with different eye diseases.

METHODS: The final protocol of work included the data of 33 people (17 women, 16 men, 46 eyes). The average age of patients was 78 (71; 81) years. All patients were divided into 3 groups: the first group consisted of 11 patients (16 eyes) with mild, moderate and advanced primary open-angle glaucoma (POAG), the second — 13 patients (15 eyes) with early cataract, the third — 9 people (15 eyes) with the dry form of age-related macular degeneration (AMD). Morphometric characteristics of optic nerve head (ONH) and the retinal nerve fiber layer (RNFL), including the disk circumference measurement on the Elschnig's ring and the papillomacular bundle (PMB) angle in relation to ONH

was studied by optical coherence tomography using the Spectralis OCT device ("Heidelberg Engineering", Germany). The data was statistically analyzed.

RESULTS: The PMB angle relative to the location of the ONH in patients with glaucoma equaled -7.9 (-8.2 ; -6.8)°, in patients with cataract — -7.9 (-9.7 ; -6.3)° and patients with AMD — -7.9 (-8.0 ; -5.4)°. There was no statistically significant difference in the analysis of this parameter.

CONCLUSION: The position of fovea and the direction of PMB is a constant population value in patients with glaucoma, cataract or AMD. Foveal location is shifted, on average, 7.9 ° lower in relation to the conditional center of the ONH, which should be taken into account when analyzing the results of the RNFL study.

KEYWORDS: primary-open glaucoma, cataract, age-related macular degeneration, angle of papillomacular bundle, optical coherence tomography.

Изучение анатомии и морфометрической локализации макулярной области глаза человека были предприняты еще в позапрошлом веке [1]. В указанном выше произведении автор приводит отчет «о fovea centralis совершенно здорового глаза, удаленного в течение жизни (чтобы позволить экстирпацию опухоли) и немедленно помещенного в раствор хромовой кислоты».

Значительно позже, в связи с естественным совершенствованием вычислительных технологий, появилась более точная и, главное, клинически значимая информация о позиционировании макулярной области, а именно и по отношению к другим анатомическим ориентирам, в том числе по отношению к диску зрительного нерва (ДЗН).

T.D. Williams и J.M. Wilkinson (1992) опубликовали обзор, в котором суммировали данные 446 аутопсий, нескольких десятков офтальмоскопических исследований и фундус-фотографирования пациентов в возрасте от 20 до 30 лет и пришли к выводу, что угол расположения (α) макулярной зоны по отношению к ДЗН расположен в интервале $11,76^\circ$, $9,3^\circ$ и $12,92 \pm 4,3^\circ$ и $6,11 \pm 3,3^\circ$ соответственно [2]. Их обобщение чуть позже подтверждает K. Rohrschneider (2004) на основании 104 фундус-фотографий глазного дна здоровых лиц, в основном молодого возраста (рис. 1) [3].

По данным автора, вручную измерившего угловое расстояние в горизонтальном и вертикальном направлениях между центром ДЗН и фовеа, обнаруженный показатель равен $-5,6 \pm 3,3^\circ$. Автор также обнаружил, что индивидуальная разница между правым и левым глазами была заметно ниже, составив $0,2 \pm 1,3^\circ$ по вертикали и $0,0 \pm 1,1^\circ$ по горизонтали. Кроме этого, было установлено, что угол между фовеа и ДЗН с возрастом не меняется ($r^2 \approx 0,0012$, $p \approx 0,1$).

J.A. Choi, J.S. Kim, H.Y. Lopilly Park et al. (2014), обследовав молодых людей (средний возраст $28,12 \pm 6,40$ года) с миопией средней степени при помощи оптического когерентного томографа Cirrus HD-ОСТ («Carl Zeiss», Германия), нашли, что положение макулы у таких пациентов смещено книзу от ДЗН на угол $-6,08 \pm 3,49^\circ$ [4]. Вместе с этим авторы установили, что положение фовеа коррелирует с размером переднезадней оси глаза (ПЗО) и толщиной слоя нервных волокон сетчатки (СНВС). Недавно Q. Zhang, K.K. Chen, W.-F. Liu, G.-F. Huang (2018), изучив данные 186 глаз (96 пациентов) трех возрастных групп ($14,89 \pm 2,65$; $31,05 \pm 7,30$; $54,54 \pm 9,32$ года соответственно), используя более современный прибор — Atlantis DRI-ОСТ («Торсон», Япония), подтвердили смещение фовеа в вертикальном направлении в зависимости от возраста и степени миопии [5].

Наконец, в глобальном The Beijing Eye Study (2011) при изучении 6 043 фундус-фото также было проведено изучение вышеуказанного параметра пациентов в возрасте $63,6 \pm 9,3$ года и установлено, что угол расположения макулы равен $7,76 \pm 3,63^\circ$ (медиана: $7,65^\circ$; диапазон: от $-6,3$ до $28,9^\circ$) [6].

Современная диагностика глаукомы по-прежнему ориентируется на анализ результатов тонометрии, офтальмоскопии (включая специализированные методы обследования) и периметрии. Современные модели оптических когерентных томографов помимо изменений СНВС в перипапиллярной области позволяют анализировать и изменения в фовеа [7]. По данным ряда авторов, изменения в этой анатомической области опережают те, что происходят в ДЗН и СНВС по периметру диска, а также периметрические дефекты [8-12].

Очевидно, что характер морфофункциональных взаимоотношений будет определяться, в том числе, и анатомическим расположением фовеа. В этой связи перспективной видится программная разработка компании «Heidelberg Engineering»

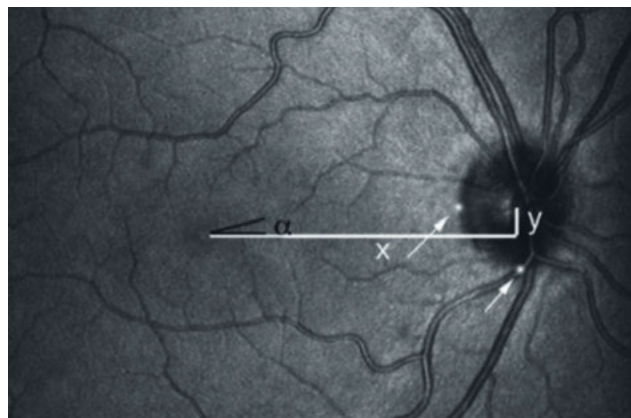


Рис. 1. Определение угла расположения фовеа по отношению к центру ДЗН. Белые точки — края ДЗН; белые линии с обозначениями X и Y — горизонтальное (x) и вертикальное (y) расстояние между фовеа и центром ДЗН; черные линии и обозначение α — искомый угол расположения

Fig. 1. Determination of the foveal localization angle in relation to ONH center. White points — the edges of the ONH; white lines with symbols X and Y — horizontal (x) and vertical (y) distance between the fovea and ONH center; black lines and α — the desired angle

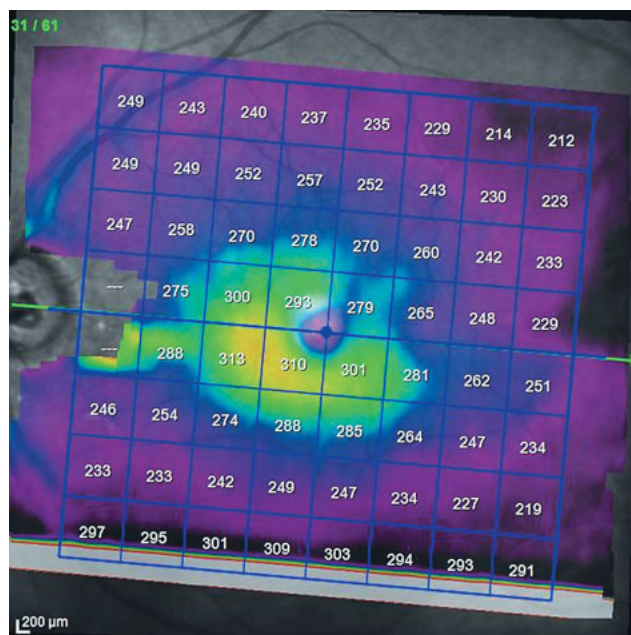


Рис. 2. Пример карты толщины слоя нервных волокон макулярной области левого глаза пациента с глаукомой. Прибор — Spectralis («Heidelberg Engineering», Германия)

Fig. 2. An example of the macula RNFL thickness map (left eye) in a glaucoma patient. Device — Spectralis (“Heidelberg Engineering”, Germany)

(Германия), интегрированная в современную версию ОКТ Spectralis. Такая программа позволяет автоматически рассчитывать месторасположение макулярной области и производить подсчет толщины СНВС в соответствии с углом наклона папилло-макулярного пучка (ПМП) (рис. 2).

Цель настоящего исследования — определение характера взаимоотношений между локализацией центральных отделов сетчатки, положением папилломакулярного пучка и отдельными морфофункциональными характеристиками глаза у пациентов с разными глазными заболеваниями.

Материалы и методы

Научно-клиническое выборочное комбинированное наблюдательное исследование было проведено на базе офтальмологического отделения ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» МО РФ в период с апреля по ноябрь 2018 г. В итоговый протокол работы были включены данные 33 человек (17 женщин, 16 мужчин; 46 глаз). Средний возраст больных составил 78 (71; 81) лет. Согласно цели исследования все пациенты были сгруппированы в три группы: 1-ю группу составили 11 пациентов (16 глаз) с начальной, развитой и далеко зашедшей стадиями первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ); 2-ю — 13 пациентов (15 глаз) с начальной катарактой; 3-ю — 9 человек (15 глаз) с сухой формой возрастной макулярной дегенерации (ВМД). Во всех случаях диагноза были установлены ранее в соответствии с дифференциальной диагностикой заболеваний и в случае необходимости подтверждены специальными методами исследования, указанными ниже.

Помимо рутинного офтальмологического исследования, были применены дополнительные высокотехнологичные методы диагностики. Морфометрические характеристики ДЗН и СНВС, в том числе включающие измерение окружности ДЗН по кольцу Эльшнига и угла наклона папилломакулярного пучка (ПМП) по отношению к ДЗН, исследовались методом оптической когерентной томографии с использованием прибора Spectralis («Heidelberg Engineering», Германия). Измерение переднезадней оси (ПЗО) и глубины передней камеры (ГПК) глаза проводилось при помощи прибора IOL Master («Carl Zeiss Meditec», Германия). Для определения функциональных показателей средней светочувствительности сетчатки (MD) и ее стандартного отклонения (PSD) использовалась программа пороговой периметрии SITA Threshold 24-2 на аппарате Humphrey 750i («Carl Zeiss Meditec Inc.», США). Исследование толщины роговицы в оптической зоне (ЦТР) проводилось методом ультразвуковой пахиметрии (SP-100, «Tomey», Германия). Исследование вязкоэластичных свойств оболочек глаза (корнеальный гистерезис, КГ и фактор резистентности роговицы, ФРП) и уровня внутриглазного давления (ВГД) выполняли при помощи прибора ORA («Riechert Inc.», США).

Критерии включения

Пациенты европеоидной расы с начальной, развитой или далеко зашедшей стадиями ПОУГ (с псевдоэкссфолиативным синдромом (ПЭС) или без него,

с разной степенью открытия угла передней камеры (УПК)); пациенты с сухой формой ВМД (1-2 стадия, AREDS, 2001); возраст пациентов — от 60 до 89 лет (пожилой и старческий возраст, классификация Всемирной Организации Здравоохранения от 2012 г., www.who.int/ru); клиническая рефракция $\pm 6,0$ дптр и астигматизм $\pm 3,0$ дптр.

Критерии исключения

Пациенты с любой другой формой ПОУГ и клинической рефракцией, нежели указано выше; выраженные помутнения оптических сред, затрудняющие использование морфометрических или периметрических методов исследования, или приводящие к неправильной трактовке их результатов; пациенты с любыми другими заболеваниями сетчатки, состояния после ретинальных окклюзий и осложнений диабетической ретинопатии, влажная форма макулярной дегенерации, в том числе на фоне интравитреальных инъекций препаратами-ингибиторами ангиогенеза и др.); пациенты с травмами и заболеваниями органа зрения в анамнезе, затрудняющими проведение тонометрии; пациенты после проведенной интракапсулярной экстракции катаракты, «классической» экстракапсулярной экстракции катаракты или факоэмульсификации, прошедших с осложнениями (например, частичная потеря стекловидного тела, в том числе в случае наличия послеоперационного астигматизма более ± 3 дптр); пациенты с любой формой отслойки сетчатки (оперированная или неоперированная); пациенты с общими (системными) заболеваниями, требующими гормональной терапии, как это принято согласно методике проведения клинических исследований — <https://clinicaltrials.gov/>

Методы статистического анализа

Обработка полученных данных проводилась с использованием программы Statistica (версии 10,0, StatSoft Inc., США). Приводимые параметры представлены в формате: Me (Q25%; Q75%), где Me — медиана, Q25% и Q75% — квартили. Распределение количественных параметров — W-критерий Шапиро - Уилка. При сравнении нескольких независимых выборок использовался анализ для попарного сравнения двух независимых выборок — Z-аппроксимация U-критерия Манна - Уитни, для повторных внутригрупповых сравнений применялась Z-аппроксимация T-критерия Вилкоксона. Для проверки равенства медиан нескольких выборок применяли H-критерий Краскела - Уоллеса. С целью анализа взаимосвязи между признаками использовали непараметрический ранговый r-коэффициент корреляции Спирмена, а критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным $<0,05$.

Результаты и обсуждение

Средний возраст пациентов с глаукомой (1-я группа) был 77 (67; 81) лет, больных с катарактой (2-я группа) — 78 (72; 82) лет, пациентов с возрастной макулярной дегенерацией (3-я группа) — 79 (77; 79) лет. Установленные различия в возрасте были статистически незначимыми ($p > 0,05$). Максимально скорректированная острота зрения (МОКЗ) в 1-й группе составила 0,8 (0,7; 1,0), во 2-й — 0,7 (0,6; 0,7), в 3-й — 0,7 (0,6; 0,9). Была обнаружена

достоверная разница в этом показателе между больными с глаукомой и катарактой ($p < 0,05$). В табл. 1 представлены отдельные морфофункциональные характеристики глаз пациентов.

Из представленных результатов следует, что показатели вязкоэластичных свойств глаза у больных с глаукомой были статистически достоверно ниже, чем у больных с другими заболеваниями ($p < 0,005$; $p < 0,00003$), что является классическим подтверждением изменения свойств корнеосклеральной оболочки глаза у этой категории пациентов.

Таблица 1. Морфофункциональные характеристики зрительного анализатора на момент базового исследования, Me (Q25%; Q75%), n=46

Table 1. Morphofunctional characteristics of the visual analyzer, basic study, Me (Q25%; Q75%), n=46

Показатель/ группа	ИОРсс, мм рт.ст.	ИОРг, мм рт.ст.	КГ, мм рт.ст.	ФРР, мм рт.ст.	ПЗО, мм	ГПК, мм	Длина окружности ДЗН, по кольцу Эльшнига, мм	ЦТР, мкм
Parameter/ group	IOPcc, mm Hg	IOPg, mm Hg	CH, mm Hg	CRF, mm Hg	AL, mm	ACD, mm	The circumference of the ONH by Elschning's ring, mm	CCT, microns
Группа 1 Group 1	16,1 (14,4; 19,9)	12,8 (11,8; 16,6)	8,3 (7,7; 9,9) ^{1,2}	8,3 (7,6; 8,8) ⁴	23,18 (22,7; 23,99) ⁵	3,68 (3,3; 4,39) ⁸	2,23 (2,11; 2,57)	554 (532; 560)
Группа 2 Group 2	16,6 (14,4; 18,6)	15,2 (13,2; 17,4)	10,2 (9,5; 10,6) ³	9,7 (9,5; 10,7)	23,21 (22,7; 24,27) ⁶	3,02 (2,9; 3,46) ⁷	1,95 (1,91; 2,6)	548 (545; 570)
Группа 3 Group 3	17,9 (14,3; 18,6)	16,8 (12,1; 17,7)	9,2 (9,0; 10,1)	9,7 (7,9; 10,7)	24,44 (23,5; 24,85)	3,56 (3,2; 4,36)	2,1 (1,87; 2,4)	550 (539; 566)
Достоверность, p Significance, p			¹ $p_{гг./вмд} < 0,005$ ² $p_{кат./вмд} < 0,008$ ³ $p_{гг./кат.} < 0,00003$	⁴ $p_{гг./кат.} < 0,0005$	⁵ $p_{гг./вмд} < 0,01$ ⁶ $p_{кат./вмд} < 0,01$	⁷ $p_{гг./кат.} < 0,001$ ⁸ $p_{кат./вмд} < 0,01$		

Примечания: ИОРсс — корнеально-компенсированный уровень ВГД, ИОРг — уровень ВГД по Гольдману (данные прибора ORA); гл. — глаукома, кат. — катаракта, ВМД — возрастная макулярная дегенерация.

Notes: IOPcc — corneal-compensated IOP level, IOPg — Goldmann-correlated IOP (ORA data); гл. — glaucoma, кат. — cataract, ВМД — age-related macular degeneration.

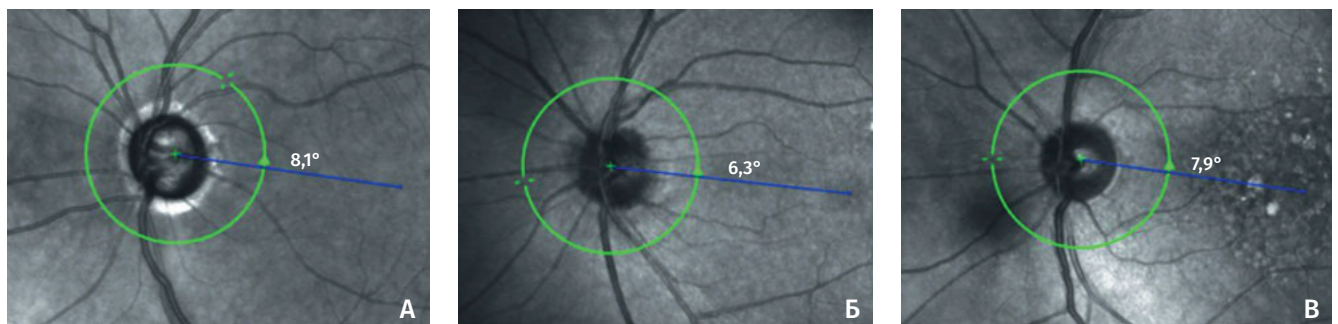


Рис. 3. Фотографии глазного дна больных 1, 2, 3-й групп (А, Б, В) соответственно. Зеленой линией (круг) обозначен ДЗН, синей линией указано направление положения центральной оси ПМП, белая цифра над ней — размер угла наклона ПМП по отношению к центру ДЗН.

Fig. 3. Photos of patients' eye fundus in groups 1, 2, 3 (А, Б, В) respectively. The green line (circle) — ONH, the blue line indicates the direction of the PMB central axis, the white figure above it – PMB angle in relation to ONH center.

Переднезадняя ось глаза была наибольшей у больных с ВМД ($p < 0,01$, по отношению к другим группам пациентов). Менее глубокая передняя камера глаза была установлена у больных с катарактой ($p < 0,01$ и $p < 0,001$ по отношению к больным с глаукомой и ВМД соответственно), что может объясняться изменением размеров хрусталиков у больных, поступающих на экстракцию катаракты, и не отличалась в двух других группах ($p > 0,05$). В других случаях достоверных различий установлено не было.

На рис. 3 представлены примеры положения и угол центральной оси ПМП пациентов с глаукомой (А), катарактой (Б) и макулярной дегенерацией (В) по отношению к центру ДЗН.

Угол наклона ПМП по отношению к расположению ДЗН для больных с глаукомой составил $-7,9$ ($-8,2$; $-6,8$)°, для больных с катарактой — $-7,9$ ($-9,7$; $-6,3$)° и пациентов с ВМД — $-7,9$ ($-8,0$; $-5,4$)°. Не было установлено статистически достоверных отличий при анализе этого показателя ($p > 0,05$).

Проведенный далее внутрigrupповой корреляционный анализ в группе 1 нашел умеренные и сильные положительные статистически значимые корреляции между показателями ИОРсс и ИОРg (0,94), ИОРg и ФРР (0,8), ИОРсс и ФРР (0,67) и умеренные отрицательные взаимоотношения между ИОРсс и КГ ($-0,62$) и ФРР и ГПК ($-0,56$). В группе 2 также были обнаружены умеренные и сильные корреляции: между ИОРсс и ИОРg (0,94), ИОРg и ФРР (0,65), КГ и ФРР (0,54) и отрицательные — между ПЗО и углом наклона ПМП ($-0,51$) и КГ и длиной окружности ДЗН по кольцу Эльшнига ($-0,72$). Наибольшее количество взаимоотношений было обнаружено в группе 3. Были установлены

положительные взаимоотношения между ИОРсс и ИОРg (0,85), ИОРg и ФРР (0,7), ИОРсс и ФРР (0,6), КГ и ФРР (0,68), ГПК и ПЗО (0,53), ГПК и возрастом больных (0,73), а отрицательная корреляция — между ИОРg и также возрастом больных ($-0,77$). Таким образом, в подавляющем большинстве случаев взаимоотношения между отдельными морфофункциональными показателями и углом наклона ПМП не были обнаружены.

Заключение

Положение макулярной области и направление папилломакулярного пучка — постоянная популяционная величина у больных с глаукомой, катарактой и ВМД. Расположение фовеа смещено в среднем на $7,9^\circ$ ниже по отношению к условному центру ДЗН, что следует принимать во внимание при анализе результатов данных исследования СНВС. В настоящий момент показатели расположения макулярной области и направления ПМП принимаются во внимание в программе анализа данных ОКТ Spectralis («Heidelberg Engineering», Германия). Для детального дополнительного анализа следует продолжить исследование с включением данных подсчета толщины СНВС при использовании нескольких приборов разных производителей и периметрических индексов у сопоставимых групп пациентов.

Ограничения исследования

К ограничениям данного исследования следует отнести небольшой объем выборки данных и включение в группу «глаукома» пациентов с разными стадиями болезни.

References

Литература

- Hulke J.W. On the anatomy of the fovea centralis of the human retina. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1867; 157:109-115.
- Williams T.D., Wilkinson J.M. Position of the fovea centralis with respect to the optic nerve head. *Ophthalmology*. 1992; 69(5): 369-377.
- Rohrschneider K. Determination of the location of the fovea on the fundus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45(9):3257-3258. doi: 10.1167/iovs.03-1157.
- Choi J.A., Kim J.S., Lopilly Park H.Y. et al. The foveal position relative to the optic disc and the retinal nerve fiber layer thickness profile in myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014; 55(3):1419-1426.
- Zhang Q., Chen K.K., Liu W.-F., Huang G.-F. Change in foveal position based on age and axial length in high myopic eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(5):844-847.
- Jonas R.A., Wang Y.X., Yang H. et al. Optic Disc - Fovea Angle: The Beijing Eye Study 2011. *PLOS ONE*. 2015; 10(11):e0141771. doi: 10.1371/journal.pone.0141771
- Курешева Н.И. Оптическая когерентная томография в диагностике глаукомы. Москва; 2015: 148.
- Huang J.Y., Pekmezci M., Mesiwala N. et al. Diagnostic power of optic disc morphology, peripapillary retinal nerve fiber layer thickness, and macular inner retinal layer thickness in glaucoma diagnosis with fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2011; 20(2):87-95.
- Hulke J.W. On the anatomy of the fovea centralis of the human retina. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1867; 157:109-115.
- Williams T.D., Wilkinson J.M. Position of the fovea centralis with respect to the optic nerve head. *Ophthalmology*. 1992; 69(5): 369-377.
- Rohrschneider K. Determination of the location of the fovea on the fundus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45(9):3257-3258. doi: 10.1167/iovs.03-1157.
- Choi J.A., Kim J.S., Lopilly Park H.Y. et al. The foveal position relative to the optic disc and the retinal nerve fiber layer thickness profile in myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2014; 55(3):1419-1426.
- Zhang Q., Chen K.K., Liu W.-F., Huang G.-F. Change in foveal position based on age and axial length in high myopic eyes. *Int J Ophthalmol*. 2018; 11(5):844-847.
- Jonas R.A., Wang Y.X., Yang H. et al. Optic Disc - Fovea Angle: The Beijing Eye Study 2011. *PLOS ONE*. 2015; 10(11):e0141771. doi: 10.1371/journal.pone.0141771
- Kuryshewa N.I. Optical coherence tomography in glaucoma diagnostics. Moscow; 2015: 148 p.
- Huang J.Y., Pekmezci M., Mesiwala N. et al. Diagnostic power of optic disc morphology, peripapillary retinal nerve fiber layer thickness, and macular inner retinal layer thickness in glaucoma diagnosis with fourier-domain optical coherence tomography. *J Glaucoma*. 2011; 20(2):87-95.

9. Gupta D., Asrani S. Macular thickness analysis for glaucoma diagnosis and management. *Taiwan J Ophthalmol.* 2016; 6(1):3-7. doi: 10.1016/j.tjo.2016.01.003.
10. Mota M., Vaz F.T., Ramalho M. et al. Macular thickness assessment in patients with glaucoma and its correlation with visual fields. *J Curr Glaucoma Pract.* 2016; 10(3):85-90. doi: 10.5005/jp-journals-10008-1207.
11. Rao H.L., Riyazuddin M., Dasari S. et al. Relationship of macular thickness and function to optical microangiography measurements in glaucoma. *J Glaucoma.* 2018; 27(3):210-218. doi: 10.1097/IJG.0000000000000874.
12. Kansal V., Armstrong J.J., Pintwala R., Hutnik S. Optical coherence tomography for glaucoma diagnosis: an evidence based meta-analysis. *PLoS ONE.* 2018; 13(1):e0190621. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190621>.

Поступила / Received / 09.01.2019



СОКТ Copernicus REVO NX

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕТЧАТКИ, ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА, РОГОВИЦЫ И СКЛЕРЫ
ОКТ-АНГИОГРАФИЯ. 3D ВИЗУАЛИЗАЦИЯ СОСУДИСТЫХ СПЛЕТЕНИЙ СЕТЧАТКИ И ХОРИОИДЕИ



- Скорость 110 000 А-сканов/сек
- Проведение всех измерений в автоматическом режиме
- Голосовые подсказки в процессе измерения
- Панорамное сканирование сетчатки 12 мм + 12 мм
- Визуализация хориоидеи

Stormoff®

Тел.: (495) 780-0792; (495) 780-7691
(495) 956-0557

www.stormoff.com
oko@stormoff.com