

Псевдоэксфолиативный синдром, псевдоэксфолиативная глаукома: современный подход к мониторингу

Мескини Мажди, аспирант¹;

Каменских Т.Г., д.м.н., доцент, зав. кафедрой¹;

Веселова Е.В., к.м.н., доцент¹;

Колбенив И.О., к.м.н., ассистент¹;

Долинина О.Н., д.т.н., профессор²;

Печенкин В.В., д.с.н., к.ф.-м.н., профессор².

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России, кафедра глазных болезней, 410012, Российская Федерация, Саратов, ул. Большая Казачья, д. 112;

²ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», кафедра прикладных информационных технологий, 410054, Российская Федерация, Саратов, ул. Политехническая, д. 77.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Мескини М., Каменских Т.Г., Веселова Е.В., Колбенив И.О., Долинина О.Н., Печенкин В.В. Псевдоэксфолиативный синдром, псевдоэксфолиативная глаукома, современный подход к мониторингу. Национальный журнал глаукома. 2019; 18(4):35-43.

Резюме

ЦЕЛЬ. Провести сравнительный анализ клинико-функциональных показателей у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), псевдоэксфолиативной глаукомой (ПЭГ) и псевдоэксфолиативным синдромом (ПЭС), обосновать целесообразность использования метода ангио-ОКТ в их диагностике и мониторинге.

МЕТОДЫ. В исследование был включен 121 пациент (121 глаз). Группу 1 составили 29 больных (29 глаз) с диагнозом «ПЭГ I стадии». В группу 2 были включены 32 пациента (32 глаза) с диагнозом «ПОУГ I стадии». Группу 3 составил 31 пациент (31 глаз) с признаками ПЭС. Группу 4 (контрольную) составили 28 человек (28 глаз) без значимой офтальмопатологии. Пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование, тонографию, гониоскопию, пахиметрию, тонометрию, периметрию, оптическую когерентную ангио-томографию диска зрительного нерва (ДЗН). Всем пациентам проводили 3 обследования: первичное обследование, второе через 6 месяцев и третье — через 12 месяцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Результаты сравнения данных ангио-ОКТ у пациентов различных групп показали, что имеются значимые отличия морфометрических показателей ДЗН, показателей микрогемодинамики между всеми исследуемыми группами. Обследование пациентов через 1 год выявило отрицательную динамику параметров ДЗН у больных ПЭГ, ПОУГ и ПЭС, наиболее значимые изменения наблюдались при ПЭГ.

Для выявления диагностической значимости морфологических параметров ДЗН, параметров перипапиллярной зоны и макулярной области было проведено сравнительное исследование данных ангио-ОКТ. На основании полученных данных после повторного и третьего приема также были построены диаграммы рассеяния с уравнениями регрессии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Результаты исследования показали, что морфометрические показатели и показатели перфузии ДЗН значимо отличаются не только у здоровых пациентов в сравнении с пациентами с ПОУГ, но также у пациентов с разными видами глаукомы.

Проведенный анализ показал, что динамика состояния морфометрических показателей коррелирует с изменением показателей микроциркуляции у больных глаукомой. Апоптоз ганглиозных клеток сетчатки и распад нервных волокон ДЗН более выражен у больных ПЭГ. Статистический анализ показал, что наиболее значимыми критериями, указывающими на прогрессирование патологического процесса, являются показатели микроциркуляции ДЗН – плотность перфузии и плотность сосудов, в связи с чем их можно рассматривать как маркеры патологического процесса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, ангио-ОКТ, плотность сосудов, плотность перфузии.

Для контактов:

Каменских Татьяна Григорьевна, e-mail: kamtanvan@mail.ru

ENGLISH

Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliation glaucoma: modern approach to monitoring

MESKINI M., Postgraduate¹;

KAMENSKIKH T.G., Med.Sc.D., Professor, Head of the Eye Diseases Department¹;

VESELOVA E.V., Ph.D., Assistant professor¹;

KOLBENEV I.O., Ph.D., Assistant professor¹;

DOLININA O.N., Doctor of Technical Sciences, Professor²;

PECHENKIN V.V., Doctor of Science, Ph.D. in Physical and Mathematical Sciences, Professor².

¹V.I. Razumovsky Saratov State Medical University, Eye Diseases Department, 112 Bolshaya Kazachya str., Saratov, Russian Federation, 410012;

²Yu.A. Gagarin Saratov State Technical University, 77 Polytechnic St., Saratov, Russian Federation, 410054.

Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Meskini M., Kamenskikh T.G., Veselova E.V., Kolbenev I.O., Dolinina O.N., Pechenkin V.V. Pseudoexfoliation syndrome, pseudoexfoliation glaucoma: modern monitoring approach. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2019; 18(4):35-43.

Abstract

PURPOSE: To conduct a comparative analysis of clinical and functional parameters in patients with primary open-angle glaucoma (POAG), pseudoexfoliation glaucoma (PEG) and pseudoexfoliation syndrome (PES), to justify angio-OCT expedience in diagnostics and monitoring.

METHODS: The study included 121 patients (121 eyes). Group 1 consisted of 29 patients (29 eyes) diagnosed with stage I PEG. Group 2 included 32 patients (32 eyes) diagnosed with stage I POAG. Group 3 consisted of 31 patients (31 eyes) with pseudoexfoliative syndrome signs. Group 4 (control) consisted of 28 people (28 eyes) without significant ophthalmopathology. Patients underwent standard ophthalmologic examination, tonography, gonioscopy, pachymetry, tonometry, perimetry, optical coherent angiography of the optic disc. All patients underwent 3 examinations: at baseline, 6 and 12 months after.

RESULTS: Angio-OCT data comparison showed that morphometric parameters of the optic disc and microhemodynamics indices differed significantly between all the studied groups. Patients' examination a year after revealed a negative dynamics of the optic disc parameters in some patients, with the most significant changes observed in PEG patients.

To identify the diagnostic significance of the optic disc morphological parameters, the parameters of the peripapillary zone and the macular area, a comparative study of angio-OCT data was conducted. Scatterplots with regression equations were also constructed based on data obtained during the second and the third follow-up examinations.

CONCLUSION: The study results showed that morphometric indices and optic disc perfusion indices differ significantly both in healthy patients as compared to POAG patients, and in patients with different types of glaucoma. The conducted correlation analysis showed that morphometric indices dynamics correlate with microcirculation indicators in glaucoma patients. Retinal ganglion cells apoptosis and optic nerve fiber degradation was most prominent in PEG patients. Correlation analysis showed that the optic disc microcirculation indicators, specifically the perfusion density and vascular density, were the most significant criteria indicating the pathological process progression. Therefore they may be used as reliable markers of the pathological process.

KEYWORDS: glaucoma, angio-OCT, vascular density, perfusion density.

Псевдоэкзофолиативная глаукома (ПЭГ) представляет собой разновидность первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), которая характеризуется наличием псевдоэкзофолиативного материала в передних структурах глаза и считается одной из наиболее тяжелых форм глаукомы. По данным литературы, четверть больных ПЭГ слепы на один глаз, а 7% — на оба глаза [1].

Несмотря на почти вековую историю существования представлений о данном заболевании, многие вопросы, касающиеся его распространенности, клинических проявлений, а главное, подходов к лечению, недостаточно изучены. Псевдоэкзофолиативный синдром (ПЭС) возникает в пресенильном или сенильном возрасте, он связан с избыточным содержанием в тканях глаза экстрацеллюлярного

материала, продуцируемого клетками. ПЭС считается одним из факторов риска развития глаукомы [2]. Результаты международных исследований, в которых участвовало более 2 тысяч человек из различных регионов, показали крайнюю неоднородность данного заболевания в мире, а также зависимость его распространенности от климатических условий. Россия, по мнению авторов, лидирует по частоте псевдоэксфолиаций у людей старше 50 лет наряду с Норвегией и Финляндией. Вместе с тем исследования по данной проблеме в нашей стране носят весьма ограниченный характер [1, 2], а данные о распространенности ПЭГ в России противоречивы. В исследованиях В.П. Еричева (2003), Н.И. Курышевой (2004), С.Г. Капковой (2008) было установлено, что центральные регионы России лидируют по доле ПЭГ (до 58%) среди всех форм ПОУГ [4, 5, 7]. Многие авторы отмечают, что у пациентов с ПЭГ регистрируют наибольшую величину размаха суточных колебаний внутриглазного давления (ВГД) [6, 7]. Клинические проявления ПЭГ достаточно подробно освещены в литературе. С появлением современных диагностических технологий, позволяющих исследовать не только структуру диска зрительного нерва (ДЗН) и макулы, но и микроциркуляторное русло, появилась возможность дать ответ на вопрос не только о морфологических, но и о гемодинамических особенностях перипапиллярной области ДЗН при ПЭГ и ПЭС.

Оптическая когерентная томография (ОКТ) позволяет проводить высококачественный анализ внутренней микроструктуры сетчатки и ДЗН. ОКТ-ангиография предлагает исследователю несколько основных показателей оценки ДЗН и перипапиллярной зоны: плотность сосудов (определяется как общая длина кровеносного сосуда на единицу площади), плотность перфузии (измерение общей площади, покрытой кровеносными сосудами, на единицу площади), периметр и площадь аваскулярной зоны. ОКТ-ангиография позволяет исследовать сосудистую сеть ДЗН путем сегментации получаемого изображения на зоны и расчета показателей для каждой зоны. Согласно данным исследования, наличие псевдоэксфолиаций увеличивает риск прогрессирования глаукомы более чем в два раза [3]. Исследование динамики состояния микроциркуляторного русла заднего отдела глаза и морфометрических параметров ДЗН, толщины слоя ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) также является актуальным в плане изучения патогенеза ПЭС и ПЭГ, а также для разработки новых подходов к ранней диагностике и мониторингу глаукомы.

Цель настоящего исследования — провести сравнительный анализ клинико-функциональных показателей у пациентов с ПОУГ, ПЭГ и ПЭС, обосновать целесообразность использования метода ангио-ОКТ в их диагностике и мониторинге.

Материалы и методы

В исследование был включен 121 пациент (121 глаз), из них 73 (60,3%) женщины и 48 (39,7%) мужчин. Группу 1 составили 29 больных (29 глаз) с диагнозом «ПЭГ I стадии». В группу 2 были включены 32 пациента (32 глаза) с диагнозом «ПОУГ I стадии». Длительность заболевания у больных групп 1 и 2 составляла от 1 года до 6 лет. В исследование включали пациентов, уровень ВГД у которых на фоне местной гипотензивной терапии соответствовал целевому уровню. Группу 3 составил 31 человек (31 глаз) с признаками ПЭС. Группу 4 (контрольную) составили 28 человек (28 глаз) без значимой офтальмопатологии. В эту группу вошли лица, не имеющие родственников первой линии, страдающих глаукомой, с ВГД < 20 мм рт.ст., отсутствием патологических изменений в переднем отделе глаза и на глазном дне, нормальными данными статической периметрии.

В табл. 1 представлена клиническая характеристика групп обследуемых.

Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование, тонографию (Glautest-60, Россия), гониоскопию, пахиметрию (SP-100, «Tomey», GmbH) с исследованием центральной толщины роговицы (ЦТР) и тонометрию (по Маклакову), а также измерение артериального давления (АД).

Статическую автоматическую пороговую периметрию проводили при помощи Oculus Twinfield-2 (Германия) с оценкой показателей MD (mean deviation — среднее отклонение или средний дефект: общая разница между нормальной чувствительностью и чувствительностью сетчатки у данного пациента) и MS (mean sensitivity — средняя светочувствительность сетчатки).

Оптическую когерентную ангио-томографию ДЗН проводили на аппарате Cirrus HD-OCT 5000 Angioplex, «Zeiss» (версия 10,0) с оценкой следующих показателей: толщина слоя ганглиозных клеток сетчатки (GCL) в макулярной области, толщина слоя нервных волокон (RNFL) в области ДЗН по секторам, площадь ДЗН, площадь нейроретинального пояса (НПП) и объем экскавации, периметр (Рав) и площадь (Sav) аваскулярной зоны ДЗН, плотность сосудов (ПС) и плотность перфузии (ПП). Определяли ПС для центральной зоны (ПС центр), зон внутреннего (ПС внутр) и внешнего кольца (ПС внеш), а также общее значение показателя (ПС б/о). Определяли также ПП для центральной зоны (ПП центр), зон внутреннего (ПП внутр) и внешнего кольца (ПП внеш), а также общее значение показателя (ПП б/о). Область исследования показана на рис. 1.

Всех пациентов обследовали первично и через 12 месяцев. Данные обследований пациентов, представленные далее, имеют маркировку соответствия визиту (1, 2).

Таблица 1. Клиническая характеристика групп обследуемых
Table 1. Clinical characteristics of subject groups

Показатель Parameter	Группа 1 ПЭГ Ia n=29 Group 1 PEG Ia n=29	Группа 2 ПОУГ Ia n=32 Group 2 POAG Ia n=32	Группа 3 ПЭС n=31 Group 3 PES n=31	Группа 4 Контрольная n=28 Group 4 Control group n=28
Возраст, годы Age, years	64±5	62±6	61±6	63±6
АД, мм рт.ст. Blood pressure, mmHg	сист. (systolic) 130±19 диаст. (diastolic) 75±12	сист. (systolic) 125±24 диаст. (diastolic) 88±14	сист. (systolic) 128±22 диаст. (diastolic) 78±11	сист. (systolic) 130±15 диаст. (diastolic) 85±6
ВГД, мм рт.ст. IOP, mmHg	21±2,3	20±2,7	20±2,2	20±1,9
ЦТР, мкм Central corneal thickness, μ	546±18	552±35	548±20	565±15
MD, дБ MD, dB	-3,1±1,9	-3,2±1,5	0,75±0,5	1,35±1,2

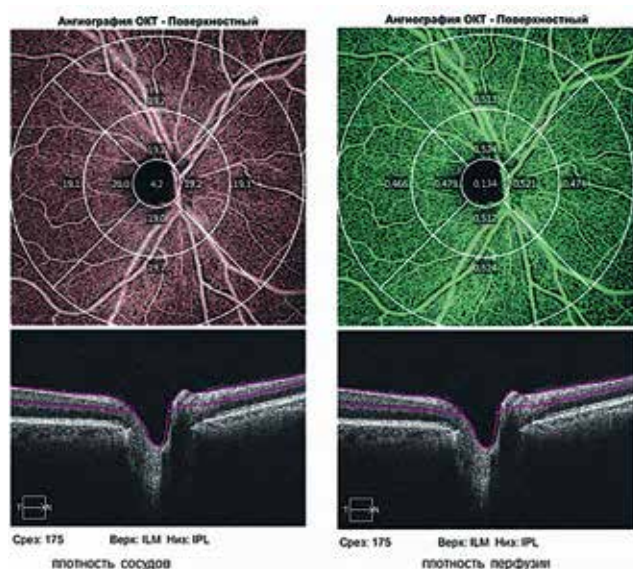


Рис. 1. Область исследования ангио-ОКТ
Fig. 1. Angio-OCT study area

Критериями исключения являлись: системное применение блокаторов кальциевых каналов, наличие сахарного диабета, онкологических заболеваний, тяжелой сердечно-сосудистой патологии, острых нарушений кровообращения в анамнезе, а также любых сопутствующих заболеваний, требующих применения кортикостероидов. Не включали пациентов с аномалиями рефракции средней и высокой степени, с толщиной роговицы менее 525 и более 575 мкм, сопутствующими заболеваниями сетчатки и зрительного нерва.

Статистический анализ результатов обследования и лечения пациентов осуществляли с помощью пакета прикладных программ SPSS Statistics 23.0.

Применяли следующие методы статистического анализа: определение статистических параметров распределения переменных (центральные тенденции, ошибка среднего, параметры вариации). В качестве метода анализа силы зависимости между переменными и ее характера использовали корреляционный и регрессионный анализ данных. Выбор и оценка качества модели зависимости осуществлялись на основании метода наименьших квадратов и оценки коэффициента детерминации в случае парной регрессии. Полученные статистические параметры модели имеют высокий уровень значимости и позволяют говорить о корректности проведенного анализа ($p < 0,05$).

Результаты

Анализ данных ангио-ОКТ у пациентов различных групп выявил, что морфометрические показатели ДЗН и динамика их изменения значительно отличались между всеми исследуемыми группами. Причем наиболее выраженной потеря волокон ДЗН была у больных ПЭГ, она оказалась значимо выше даже в сравнении с динамикой данного показателя в группе больных ПОУГ той же стадии. У лиц с ПЭС параметры ДЗН были в пределах возрастной нормы, однако приближались к минимально допустимому значению, в отличие от глаз обследуемых из контрольной группы (табл. 2).

Мы провели анализ параметров, характеризующих состояние капиллярной сосудистой сети ДЗН: индекса перипапиллярного кровотока (ПП, плотность перфузии), плотности микрососудистого русла (ПС, плотность сосудов) и площади аваскулярной зоны (Sav) ДЗН у пациентов различных групп. Значения ПС и ПП у больных ПЭГ были значимо ниже,

Таблица 2. Сравнительная оценка данных ангио-ОКТ у пациентов различных групп (M±m)
 Table 2. Angio-OCT data comparative evaluation (M±m)

Показатель Index	Группа 1 ПЭГ Ia n=29 Group 1 PEG Ia n=29	Группа 2 ПОУГ Ia n=32 Group 2 POAG Ia n=32	Группа 3 ПЭС n=31 Group 3 PES n=31	Группа 4 Контрольная n=28 Group 4 Control group n=28	Уровень значимости статистических различий p по t-критерию между группами The significance level of statistical differences p according to t-test between groups
Толщина RNFL, мкм RNFL thickness, μ	67±5	71±6	84±4	99±2	$p^{1,2}<0,05$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
Площадь ДЗН, мм ² Optic disc area, mm ²	2,42±0,08	2,37±0,06	2,39±0,04	2,61±0,05	$p^{1,2}=0,07$ $p^{1,3}=0,1$ $p^{2,3}=0,2$
GCC, мкм GCC, μ	67±5	73±4	81±4	93±2	$p^{1,2}<0,05$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
Площадь НРП, мм ² Rim area, mm ²	0,78±0,09	0,86±0,08	1,20±0,05	1,52±0,07	$p^{1,2}<0,05$ $p^{1,3}<0,01$ $p^{2,3}<0,05$
ПС центр, мм ⁻¹ VD center, mm ⁻¹	3,7±0,5	3,9±0,7	5,8±0,5	10,1±0,9	$p^{1,2}=0,1$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
ПС внутр, мм ⁻¹ VD inner, mm ⁻¹	15,5±0,9	16,1±0,9	18,3±1,0	19,0 ±1,1	$p^{1,2}=0,2$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
ПС внеш, мм ⁻¹ VD outer, mm ⁻¹	16,8±1,3	16,9±1,1	17,8±2,1	19,1±0,8	$p^{1,2}=0,3$ $p^{1,3}=0,2$ $p^{2,3}=0,2$
ПС 6/o, мм ⁻¹ VD, mm ⁻¹	15,8±1,1	16,8±0,1	17,8±1,5	19,1±1,4	$p^{1,2}=0,2$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}=0,2$
ПП центр PD center	0,09±0,03	0,12±0,01	0,14±0,04	0,23±0,05	$p^{1,2}<0,05$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
ПП внутр PD inner	0,41±0,02	0,42±0,04	0,48±0,02	0,50±0,07	$p^{1,2}=0,2$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
ПП внеш PD outer	0,40±0,01	0,43±0,03	0,48±0,03	0,48±0,09	$p^{1,2}<0,05$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,05$
ПП 6/o PD	0,42±0,01	0,44±0,02	0,47±0,01	0,48±0,06	$p^{1,2}<0,01$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,01$
Площадь аваскулярной зоны (Sav), мм ² Avascular area (Sav), mm ²	0,59±0,06	0,51±0,07	0,43±0,05	0,24±0,07	$p^{1,2}<0,01$ $p^{1,3}<0,05$ $p^{2,3}<0,01$

чем у больных ПОУГ, ПЭС, а также группы контроля. Следует отметить, что самые низкие показатели перфузии были зафиксированы в центральном отделе исследуемой зоны. Сравнительная оценка данных ангио-ОКТ (t-критерий, различия достоверны при $p<0,05$) представлена в табл. 2.

Средние значения большинства диагностических показателей обследованных из групп 1-3 отличались от параметров здоровых лиц из контрольной группы 4 по всем критериям, кроме площади ДЗН, с высокой степенью достоверности ($p<0,05$).

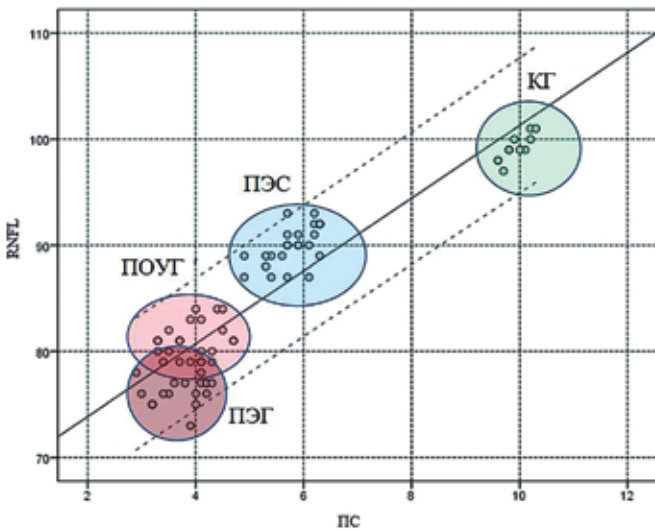


Рис. 2. Соотношение плотности микрососудистой сети и толщины слоя нервных волокон сетчатки. Пунктиром показан 95% доверительный интервал

Fig. 2. Microvascular network density and retinal nerve fiber layer thickness ratio. The dotted line shows the 95% confidence interval

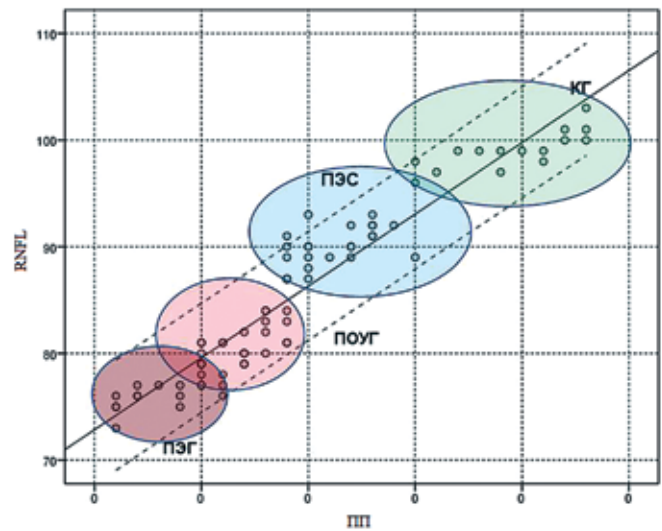


Рис. 3. Соотношение плотности перфузии и толщины слоя нервных волокон. Пунктиром показан 95% доверительный интервал

Fig. 3. Microvascular network density and retinal nerve fiber layer thickness ratio. The dotted line shows the 95% confidence interval

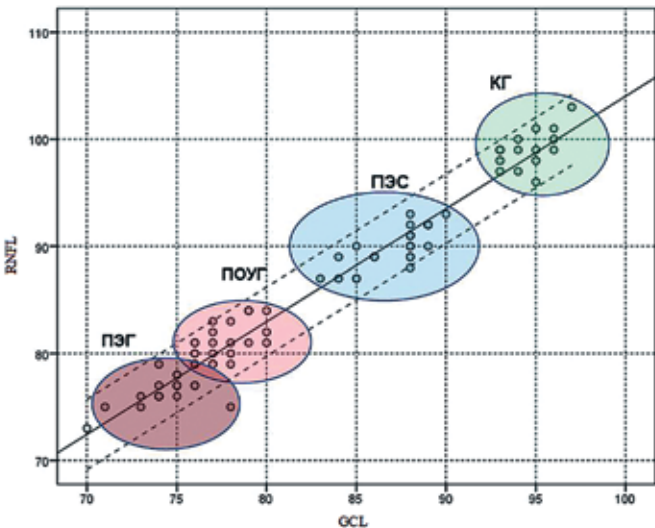


Рис. 4. Соотношение толщины слоя нервных волокон и толщины ганглиозных комплексов. Пунктиром показан 95% доверительный интервал

Fig. 4. Retinal nerve fiber layer thickness and GCL thickness ratio. The dotted line shows the 95% confidence interval

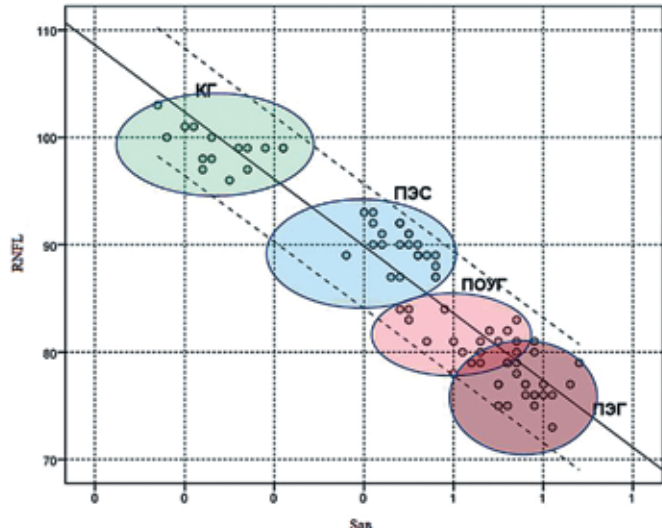


Рис. 5. Взаимосвязь площади аваскулярной зоны и толщины слоя нервных волокон. Пунктиром показан 95% доверительный интервал

Fig. 5. The avascular zone and retinal nerve fiber layer thickness correlation. The dotted line shows the 95% confidence interval

Обследование пациентов через 1 год выявило различия по степени динамики параметров ОКТ (толщина слоя нервных волокон (RNFL), площадь нейроретинального пояса (НПП) и толщина слоя ганглиозных клеток сетчатки (GCL)) в группах 1-4. Наиболее значимые изменения зафиксированы у больных ПЭГ (табл. 3).

У пациентов 1 (ПЭГ) и 2-й (ПОУГ) групп была выявлена отрицательная динамика показателей, отражающих состояние сосудистого русла ДЗН

(плотности сосудов и плотности перфузии) во всех зонах. У пациентов 3-й группы (ПЭС) изменились показатели плотности сосудов и плотности перфузии в центральной зоне диска, что может являться свидетельством начала гемодинамических нарушений (табл. 4).

На рис. 2 представлены результаты регрессионного анализа соотношения плотности микрососудистой сети и толщины слоя нервных волокон у пациентов 1-4-й групп.

Таблица 3. Параметры ОКТ у пациентов различных групп в динамике ($M \pm m$)Table 3. The dynamics of OCT parameters in patients of various groups ($M \pm m$)

Показатели Parameters	Группа 1 ПЭГ Ia n=29 Group 1 PEG Ia n=29	Группа 2 ПОУГ Ia n=32 Group 2 POAG Ia n=32	Группа 3 ПЭС n=31 Group 3 PES n=31	Группа 4 Контрольная n=28 Group 4 Control group n=28
RNFL1, мкм RNFL thickness 1, μ	67 $\pm$ 5	71 $\pm$ 6	84 $\pm$ 4	99 $\pm$ 2
RNFL2, мкм RNFL thickness 2, μ	63 $\pm$ 4 p<0,05	69 $\pm$ 3 p<0,05	83 $\pm$ 2 p<0,05	99 $\pm$ 4 p=0,2
Площадь НРП1, мм ² Rim area 1, mm ²	0,78 $\pm$ 0,09	0,86 $\pm$ 0,08	1,20 $\pm$ 0,05	1,52 $\pm$ 0,07
Площадь НРП2, мм ² Rim area 2, mm ²	0,70 $\pm$ 0,06 p<0,05	0,81 $\pm$ 0,04 p<0,05	1,18 $\pm$ 0,09 p<0,07	1,52 $\pm$ 0,02 p=0,1
Толщина GCC1, мкм GCC thickness 1, μ	67 $\pm$ 5	73 $\pm$ 4	81 $\pm$ 4	93 $\pm$ 2
Толщина GCC2, мкм GCC thickness 2, μ	62 $\pm$ 6 p<0,05	70 $\pm$ 4 p<0,06	80 $\pm$ 2 p<0,07	93 $\pm$ 2 p=0,1

Уравнение регрессии для пары переменных RNFL и ПС имеет вид: $RNFL = 3,430 \text{ ПС} + 67$. Уровень значимости параметров уравнения $\text{Sig} = 0,000$ (сверхзначимы).

Имеются незначимые отличия показателей плотности сосудистой сети и толщины слоя нервных волокон между группой 1 (ПЭГ) и группой 2 (ПОУГ) и значимые — между группами 3 (ПЭС) и 4 (контрольная группа). Данные группы 3 (ПЭС) по параметрам RNFL и ПС приближаются к данным группы 2 (ПОУГ), что может говорить о том, что эти пациенты входят в группу риска развития у них глаукомы.

График зависимости между плотностью перфузии и толщиной слоя нервных волокон представлен на рис. 3.

Уравнение регрессии для пары переменных RNFL и ПП имеет вид: $RNFL = 134,647 \text{ ПП} + 66,126$. Уровень значимости параметров уравнения $\text{Sig} = 0,000$ (сверхзначимы).

Обнаружены значимые различия между группами 1 (ПЭГ) и 2 (ПОУГ), а также 3 (ПЭС) и 4 (контрольная группа) по показателю плотности перфузии. Средние значения RNFL и ПП 3 группы (ПЭС) приближаются к данным группы 2 (ПОУГ), что может говорить о нестабильном состоянии и высоком риске развития глаукомы.

График соотношения толщины слоя нервных волокон и ганглиозных комплексов представлен на рис. 4.

Уравнение регрессии для пары переменных RNFL и GCL имеет вид: $RNFL = 1,052 \text{ GCL} - 1,212$. Уровень значимости параметров уравнения $\text{Sig} = 0,000$ (сверхзначимы).

Обнаружены значимые различия между группами 1 (ПЭГ) и 2 (ПОУГ) по показателям ганглиозных комплексов и толщины слоя нервных волокон, между группами 3 (ПЭС) и 4 (контрольная группа) отличия по этим показателям были более выражены.

График зависимости между толщиной слоя нервных волокон и площадью аваскулярной зоны диска зрительного нерва представлен на рис. 5.

Уравнение регрессии для пары переменных RNFL и Sav имеет вид: $RNFL = -62,452 \text{ Sav} + 114,837$. Уровень значимости параметров уравнения $\text{Sig} = 0,000$ (сверхзначимы).

Обнаружены значимые различия между всеми группами по показателям площади аваскулярной зоны ДЗН и толщины слоя нервных волокон. В группах 3 (ПЭС) и 4 (контрольная группа) отличия по этим показателям более значимы.

Для всех представленных выше графиков и регрессионных уравнений в качестве зависимой переменной выбран параметр RNFL. Все остальные переменные (GCS, ПП, Sab, ПС) являются предикторами, которые можно использовать для прогнозирования возможной отрицательной динамики RNFL по их значениям.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что морфометрические показатели и показатели перфузии ДЗН значимо отличаются не только у здоровых пациентов в сравнении с пациентами с ПОУГ, но также у пациентов с разными типами глаукомы. Наиболее выраженные изменения наблюдались

Таблица 4. Показатели микроциркуляции ДЗН у пациентов различных групп в динамике (М±m)
 Table 4. Optic disc microcirculation parameters dynamics in patients of different groups (M±m)

Показатели Parameters	Группа 1 ПЭГ Ia n=29 Group 1 PEG Ia n=29	Группа 2 ПОУГ Ia n=32 Group 2 POAG Ia n=32	Группа 3 ПЭС n=31 Group 3 PES n=31	Группа 4 Контрольная n=28 Group 4 Control group n=28
ПС центр 1, мм ⁻¹ VD center 1, mm ⁻¹	3,7±0,5	3,9±0,7	5,8±0,5	10,1±0,9
ПС центр 2, мм ⁻¹ VD center 2, mm ⁻¹	2,1±0,8 p<0,05	3,1±0,3 p<0,05	5,3±0,8 p=0,07	10,0±0,9 p=0,1
ПС внутр 1, мм ⁻¹ VD inner 1, mm ⁻¹	15,5±0,9	16,1±0,9	18,3±1,0	19,0±1,1
ПС внутр 2, мм ⁻¹ VD inner 2, mm ⁻¹	12,4±0,3 p<0,05	12,4±0,3 p<0,05	18,0±1,1 p=0,1	19,0±0,8 p=0,1
ПС внеш 1, мм ⁻¹ VD outer 1, mm ⁻¹	16,8±1,3	16,9±1,1	17,8±2,1	19,1±0,8
ПС внеш 2, мм ⁻¹ VD outer 2, mm ⁻¹	14,2±1,0 p<0,05	14,2±1,0 p<0,05	17,5±1,4 p=0,1	19,0±0,2 p=0,1
ПС 6/o 1, мм ⁻¹ VD 1, mm ⁻¹	15,8±1,1	16,8±0,1	17,8±1,5	19,1±1,4
ПС 6/o 2, мм ⁻¹ VD 2, mm ⁻¹	13,1± 0,9 p<0,05	13,1±0,3 p<0,05	17,6±0,9 p=0,1	19,0±0,8 p=0,2
ПП центр 1 PD center 1	0,09±0,03	0,12±0,01	0,14±0,04	0,23±0,05
ПП центр 2 PD center 2	0,05±0,01 p<0,05	0,09±0,03 p<0,05	0,13±0,03 p<0,07	0,23±0,05 p=0,1
ПП внутр 1 PD inner 1	0,41±0,02	0,42±0,04	0,48±0,02	0,5±0,07
ПП внутр 2 PD inner 2	0,35±0,02 p<0,05	0,40±0,01 p<0,06	0,46±0,02 p<0,06	0,5±0,05 p=0,1
ПП внеш 1 PD outer 1	0,40±0,01	0,43±0,03	0,48±0,03	0,48±0,09
ПП внеш 2 PD outer 2	0,39±0,02 p<0,05	0,40±0,03 p<0,05	0,47±0,03 p<0,05	0,48±0,04 p=0,1
ПП 6/o 1 PD 1	0,42±0,01	0,44±0,03	0,47±0,01	0,48±0,06
ПП 6/o 2 PD 2	0,37±0,01 p<0,05	0,41±0,03 p<0,07	0,47±0,02 p=0,1	0,48±0,02 p=0,1

у больных с ПЭГ. У больных с ПЭС параметры ДЗН были в пределах возрастной нормы, однако приближались к ее нижней границе.

Наиболее выраженная отрицательная динамика исследуемых показателей в течение года наблюдалась также у пациентов с ПЭГ. У пациентов с ПЭГ и ПОУГ наблюдалась отрицательная динамика показателей плотности сосудов и плотности перфузии во всех зонах, в то время как у пациентов с ПЭС изменились показатели плотности сосудов и плотности перфузии в центральной зоне диска, что может являться свидетельством начала гемо-

динамических нарушений, которые впоследствии могут привести к ухудшению клинико-морфологических показателей.

Дегенерация ганглиозных клеток сетчатки и нервных волокон ДЗН происходит у больных ПЭГ в большей степени, чем у больных ПОУГ. Несмотря на отсутствие изменений клинических данных у больных с ПЭС, наблюдается отрицательная динамика как морфометрических показателей, так и состояния капиллярного русла в сравнении с контрольной группой. Корреляционный анализ показал, что наиболее значимыми критериями, указывающими

на прогрессирование патологического процесса, являются показатели микроциркуляции ДЗН ПП и ПС, в связи с чем их можно рассматривать как маркеры прогрессирования глаукомного процесса.

Заключение

Проведен сравнительный анализ клинко-функциональных показателей состояния органа зрения между группами больных с ПЭС, ПЭГ, ПОУТ и кон-

трольной группой. У пациентов с ПЭС и ПЭГ было выявлено достоверное ухудшение состояния перфузии ДЗН. В связи с прогрессирующими изменениями микроциркуляции ДЗН и перипапиллярной зоны следует обращать внимание на состояние капиллярного русла ДЗН у больных глаукомой и при подозрении на нее.

Исследование показателей перфузии ДЗН в динамике можно использовать как один из индикаторов стабилизации глаукомного процесса.

Литература

1. Брежнев А.Ю., Курышева Н.И., Трубилин В.Н., Баранов В.И. Проблемы ранней клинической диагностики псевдоэкзофилиативного синдрома. *Офтальмология*. 2012; 1:49-52.
2. Брежнев А.Ю., Иванов В.П., Баранов В.И. и др. Роль генов антиоксидантной защиты в развитии псевдоэкзофилиативной глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2015; 14(2):38-44.
3. Leske M.C., Heijl A., Hyman L., Bengtsson B. et al. Early Manifest Glaucoma Trial: design and baseline data. *Ophthalmology*. 1999; 106(11):2144-2153.
4. Еричев В.П., Туманов В.П., Панюшина Л.А. Глаукома и нейродегенеративные заболевания. *Национальный журнал глаукома*. 2012; 1:62-68.
5. Курышева Н.И., Брежнев А.Ю., Капкова С.Г. Распространенность псевдоэкзофилиативной глаукомы в Центральном и Центрально-Черноземном регионах России. *Глаукома*. 2008; 3:11-15.
6. Antos G., Konstas A., Mantziris D., Stewart W. Diurnal intraocular pressure in untreated exfoliation and primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1997; 115(2):182-185.
7. Курышева Н.И. Псевдоэкзофилиативный синдром и псевдоэкзофилиативная глаукома. Учебно-методическое пособие. М.; 2008. 5 с.

References

1. Brezhnev A.Yu., Kuryshcheva N.I., Trubilin V.N., Baranov V.I. Problems of early clinical diagnosis of pseudoexfoliation syndrome. *Ophthalmology*. 2012; 1:49-52. (In Russ.).
2. Brezhnev A.Yu., Ivanov V.P., Baranov V.I. The role of antioxidant defense genes in the development of pseudoexfoliation glaucoma. *National J Glaucoma*. 2015; 14(2):38-44. (In Russ.).
3. Leske M.C., Heijl A., Hyman L., Bengtsson B. et al. Early Manifest Glaucoma Trial: design and baseline data. *Ophthalmology*. 1999; 106(11):2144-2153.
4. Eriчев V.P., Tumanov V.P., Panyushina L.A. Glaucoma and neurodegenerative diseases. *National J Glaucoma*. 2012; 1:62-68. (In Russ.).
5. Kuryshcheva N.I., Brezhnev A.Yu., Kapkova S.G. Prevalence of pseudoexfoliation glaucoma in the Central and Central Black Earth regions of Russia. *Glaucoma*. 2008; 3:11-15. (In Russ.).
6. Antos G., Konstas A., Mantziris D., Stewart W. Diurnal intraocular pressure in untreated exfoliation and primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol*. 1997; 115(2):182-185.
7. Kuryshcheva N.I. Pseudoexfoliation syndrome and pseudoexfoliation glaucoma. Training manual. Moscow; 2008. 5 p.

Поступила / Received / 11.09.2019



Уважаемые читатели!

Вы можете оформить подписку на журнал

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»

по каталогу «Газеты и журналы» агентства

Роспечать в любом отделении связи.

Подписной индекс:

37353