

СПЕКТРАЛЬНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ КОГЕРЕНТНАЯ ТОМОГРАФИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА В ДИАГНОСТИКЕ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

УДК 617.7—007.681—073.756

Поступила 2.02.2011 г.



А.П. Шахалова, врач-офтальмолог

Центр лазерной коррекции зрения «Тонус АМАРИС», Н. Новгород

Цель исследования — изучить возможности оценки состояния морфометрических параметров зрительного нерва у больных первичной открытоугольной глаукомой различных стадий с помощью метода спектральной оптической когерентной томографии (ОКТ).

Материалы и методы. Обследовано 82 человека с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. Объективная регистрация параметров зрительного нерва проводилась с помощью оптического когерентного томографа Cirrus HD-OCT ф. Carl Zeiss (Германия).

Результаты. Установлено статистически значимое уменьшение объема и площади нейроретинального пояска по мере прогрессирования стадии глаукомного процесса.

Заключение. Введение в алгоритм динамического наблюдения пациентов с глаукомой спектральной ОКТ, позволяющей в микроскопических масштабах наблюдать прогрессирование изменений диска зрительного нерва, позволит практикующему врачу оптимизировать тактику лечения.

Ключевые слова: глаукома, спектральная ОКТ, диск зрительного нерва, нейроретинальный поясок.

English

Spectral optical coherent tomography of optic nerve in diagnosis of primary open-angle glaucoma

A.P. Shakhlova, Ophthalmologist

Laser vision correction centre "Tonus AMARIS", N. Novgorod

The aim of the work is to study the assessment opportunities of the optic nerve morphometric parameters in patients with primary open-angle glaucoma of various stages using spectral optical coherent tomography (OCT).

Materials and Methods. 82 patients with various stages of primary open-angle glaucoma have been examined. Objective parameters registration of the optic nerve has been performed by the means of the optic coherent tomograph Cirrus HD-OCT, Carl Zeiss (Germany).

Results. There was determined statistically significant reduction of the dimension and the area of neuroretinal zonule as the glaucoma process progressed.

Conclusion. The use of spectral OCT in the follow-up of patients with glaucoma will let a physician optimize glaucoma management, as OCT technique enables to monitor optic disc changes progressing in microscopic scale.

Key words: glaucoma, spectral OCT, optic disc, neuroretinal zonule.

По данным ВОЗ, во всем мире глаукомой поражены почти 70 млн человек, а 4,5 млн полностью потеряли по этой причине зрение. В последние годы заболеваемость глаукомой в России в 1,5—2 раза превышает среднеевропейский показатель. Если в мире глаукома является главной причиной слепоты в 14% случаев, то в нашей стране из-за нее слепнет каждый пятый [1]. Важнейшим условием профилак-

тики инвалидизации от глаукомы является ее своевременная диагностика.

Одним из главных симптомов глаукомы являются специфические морфологические изменения диска зрительного нерва — глаукомная оптиконеуропатия. Для оценки состояния зрительного нерва в рутинной практике врача-офтальмолога до сих пор используется соотношение диаметра экскавации к диаметру диска

Для контактов: Шахалова Анна Павловна, тел. моб. +7 920-045-15-66; e-mail: ashakhlova@mail.ru.

зрительного нерва. Однако данный показатель является линейным, а сложность архитектуры диска зрительного нерва требует введения в клиническую практику целой группы трехмерных показателей формы нейроретинального пояса и экскавации [2, 3].

Технические достижения последних десятилетий дали офтальмологам новые аппаратные решения, которые позволяют объективно оценивать параметры диска зрительного нерва, перипапиллярного слоя нервных волокон сетчатки и проводить количественный анализ их изменений.

Одним из наиболее эффективных методов является оптическая когерентная томография (ОКТ). Это неинвазивный и высокоточный метод исследования, с помощью которого стало возможным получать изображение поперечного среза исследуемых тканей *in vivo*. ОКТ была разработана в Массачусетском технологическом университете в конце 80-х годов XX в.

До недавнего времени основой всех когерентных томографов был интерферометр Михельсона [2, 4]. Источником света в нем служит суперлюминесцентный диод, позволяющий получать луч низкой когерентности. Основным фактором, ограничивающим его возможности, является наличие механического элемента — подвижного зеркала опорного плеча. От точности и скорости его смещения напрямую зависят аксиальное разрешение и время сканирования. Максимальная продольная разрешающая способность ОКТ, полученная в лабораторных условиях, составляет 2—3 мкм. Этот результат достигнут на неподвижных объектах с использованием в качестве источника света фемтосекундного лазера. Однако коммерческий вариант данной системы не был реализован ввиду высокой стоимости.

Коренной перелом в технологии ОКТ произошел с внедрением в практику спектральных интерферометров, использующих преобразование Фурье. Их отличие от интерферометра Михельсона — наличие спектрометра и высокоскоростной CCD-камеры (CCD — charge-coupled device, русскоязычный аналог термина — «ПЗС» — прибор зарядовой связи). Источником света является широкополосный суперлюминесцентный диод, позволяющий получить низкокогерентный луч, содержащий несколько длин волн.

Как и в интерферометре Михельсона, световой импульс делится на две равные части, одна из которых отражается от фиксированного опорного плеча (зеркала), вторая — от исследуемого объекта. Затем сигналы суммируются, а проинтерферировавший луч света раскладывается на составные части спектра, которые одновременно фиксируются CCD-камерой. Полученный спектр интерференции состоит из совокупности световых волн, отраженных от различных по глубине участков исследуемого объекта. Затем из полученного массива данных путем математического преобразования Фурье выделяются частотные составляющие, из которых формируется А-скан. Получение линейного скана происходит не путем последовательного измерения отражающих свойств каждой отдельной точки пространства, а одновременно. Глубина сканирования при этом равна зоне когерентности. Подобный принцип исследования

позволяет преодолеть ограничивающие факторы, связанные со скоростью и точностью движения механических частей интерферометра, поскольку опорное плечо остается во время исследования неподвижным.

Скорость сканирования спектральных оптических когерентных томографов зависит от скорости работы CCD-камеры и математического преобразователя, а аксиальная разрешающая способность — от чувствительности спектрометра. Поперечное разрешение всех типов томографов ограничивается аберрациями оптической системы глаза.

Благодаря принципу своей работы, спектральные томографы позволяют выполнять более 25 тыс. линейных сканов в секунду, превосходя по этому параметру оптические томографы предыдущего поколения более чем в 60 раз (некоторые модели — в 120 раз). Аксиальная разрешающая способность находится в пределах 3—8 мкм, поперечная — 10—15 мкм.

Цель исследования — изучить возможности оценки состояния морфометрических параметров зрительного нерва у больных первичной открытоугольной глаукомой различных стадий с помощью метода спектральной ОКТ.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе офтальмологического центра «Тонус АМАРИС» (Н. Новгород) с апреля 2010 г. по январь 2011 г. Всего обследовано 82 человека в возрасте от 35 до 69 лет. В исследование были включены 4 группы пациентов:

1-я группа — пациенты, направленные на обследование с подозрением на глаукому, — 27 человек (54 глаза);

2-я группа — пациенты с I стадией глаукомы — 22 человека (44 глаза);

3-я группа — пациенты с II стадией глаукомы — 24 человека (48 глаз);

4-я группа — пациенты с III стадией глаукомы — 9 человек (18 глаз).

Всем пациентам проводилось комплексное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, тонометрию (пневмотонометр Tomey FT-1000 (Япония) и тонометр Маклакова), компьютерную статическую периметрию (периметр Twinfield II ф. Oculus), гониоскопию и биомикроскопию диска зрительного нерва и сетчатки. Для оценки параметров диска зрительного нерва всем пациентам проводилось обследование на оптическом когерентном томографе Cirrus HD-OCT (ф. Carl Zeiss), использовались протоколы сканирования ONH и RNFL Analysis.

Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты. Объективная регистрация объема и площади нейроретинального пояса (см. таблицу) показала их прогрессивное уменьшение от стадии к стадии глаукомы. Различие данного параметра между всеми группами статистически значимо ($p < 0,05$).

Заключение. Спектральная ОКТ диска зрительного нерва позволяет объективно оценить уменьшение объема и площади нейроретинального пояса уже в начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы

Объем и площадь нейроретинального пояска в исследуемых группах

Морфометрические параметры	Группы			
	Подозрение на глаукому (n=54)	Глаукома I стадии (n=44)	Глаукома II стадии (n=48)	Глаукома III стадии (n=18)
Объем, мм ³	0,412±0,082	0,273±0,061	0,192±0,071	0,118±0,034
Площадь, мм ²	1,498±0,118	1,426±0,108	1,164±0,096	0,794±0,064

и в еще большей степени — во II и III стадиях заболевания.

Введение в алгоритм динамического наблюдения пациентов с глаукомой ОКТ, позволяющей в микроскопических масштабах наблюдать прогрессирование изменений диска зрительного нерва, позволит практикующему врачу оптимизировать тактику лечения.

Литература

1. Национальное руководство по глаукоме (путеводитель) для поликлинических врачей. Под ред. Е.А. Егорова, Ю.С. Астахова, А.Г. Щуко. М; 2008.
2. Гладкова Н.Д., Шахов Б.Е., Петрова Г.А. Оптическая когерентная томография. Десять лет развития в России: от эксперимента к клинической практике. Нижегородский мед журнал 2005; 1: 41—55.
3. Куроедов А.В., Голубев С.Ю., Шафранов Г.В. Исследование морфометрических критериев диска зрительного нерва в свете возможностей современной лазерной диагностической техники. Глаукома 2005; 2: 7—18.
4. Гладкова Н.Д., Шахова Н.М., Шахов Б.Е., Геликонов Б.Е. Оптическая когерентная томография: новый высокоразрешающий метод визуализации тканевых структур. Вестник радиологии и рентгенологии 2002; 2: 39—47.
5. Куроедов А.В., Городничий В.В., Александров А.С., Цалкина Е.Б., Жаворонков С.А. Индикаторы информативности развития глаукомы при структурно-топографическом анализе диска зрительного нерва (на примере изучения результатов лазерной поляриметрии и компьютерной ретинотомографии). Глаукома 2007; 3: 10—16.