

# Оценка диска зрительного нерва методами спектральной оптической когерентной томографии и гейдельбергской ретинотомографии в диагностике первичной открытоугольной начальной глаукомы

А.А. Шпак<sup>1</sup>, М.К. Севостьянова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва;

<sup>2</sup> ООО «Медилюкс-ТМ», Москва

## РЕФЕРАТ

**Цель.** Определение информативности в отношении диагностики начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) параметров диска зрительного нерва (ДЗН), измеряемых на приборе Cirrus HD-OCT, в сравнении с изученными ранее параметрами, измеряемыми на приборах HRT 3 и Cirrus HD-OCT.

**Материал и методы.** Новая версия программного обеспечения прибора Cirrus HD-OCT использована для оценки параметров ДЗН у 60 пациентов (60 глаз) с начальной ПОУГ и 58 здоровых испытуемых (58 глаз), обследованных также на HRT 3. Данные испытуемых, осмотренных ранее, анализировались повторно с помощью нового программного обеспечения. Критериями сравнения изученных параметров ДЗН и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) служили площадь под ROC-кривой (AUC) и чувствительность при фиксированных уровнях специфичности 95 и 80%.

**Результаты.** Аналогичные параметры ДЗН, измеряемые на приборах HRT 3 и Cirrus HD-OCT, имели весьма близкие

показатели чувствительности и AUC. Исключение составляла площадь нейроретинального пояса (НРП), демонстрировавшая достоверно более высокие показатели на приборе Cirrus HD-OCT по сравнению с HRT 3. Площадь НРП на Cirrus HD-OCT оказалась единственным параметром, коррелирующим с толщиной СНВС в группе здоровых лиц.

**Заключение.** Измерение площади НРП на приборе Cirrus HD-OCT по сравнению с HRT 3 обеспечивает более точную диагностику начальной ПОУГ, что, вероятно, связано с принципиальными отличиями алгоритмов оценки ДЗН на приборе Cirrus HD-OCT. Другие параметры ДЗН, определяемые на обоих приборах, имеют сходную информативность в отношении диагностики начальной стадии ПОУГ.

**Ключевые слова:** спектральная оптическая когерентная томография, гейдельбергская ретинотомография, начальная первичная открытоугольная глаукома, площадь под характеристической (ROC) кривой (AUC), чувствительность. ■

Офтальмохирургия.– 2014.– № 1.– С. 60-63.

## Для корреспонденции:

Шпак Александр Анатольевич, профессор, докт. мед. наук, зав. отделом клинко-функциональной диагностики  
ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России  
Адрес: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, 59а  
Тел.: (499) 488-8457. E-mail: info@mntk.ru

Севостьянова Мария Константиновна, врач-офтальмолог  
ООО «Медилюкс-ТМ»  
Адрес: 119019, Москва, пер. Лебяжий, 8/4, стр. 2  
Тел.: (495) 232-6131

## ABSTRACT

**Evaluation of the optic disc by spectral-domain optical coherence tomography and Heidelberg retinal tomography in diagnosis of the primary open-angle glaucoma**A.A. Shpak<sup>1</sup>, M.K. Sevostyanova<sup>2</sup><sup>1</sup>The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow;<sup>2</sup>The Medilux-TM Ltd., Moscow

**Purpose.** To study the diagnostic value for initial primary open-angle glaucoma (POAG) detection of the optic nerve head (ONH) measurements by the Cirrus HD-OCT in comparison with other ONH and retinal nerve fiber layer (RNFL) measurements by the Cirrus HD-OCT and the HRT 3 performed earlier.

**Material and methods.** A new Cirrus HD-OCT software was used to measure the ONH and RNFL parameters in 60 patients (60 eyes) with initial POAG and 58 healthy controls (58 eyes), examined also using the HRT 3. Data of subjects examined earlier on the Cirrus HD-OCT and the HRT 3 were re-analyzed by the new software. The area under the ROC-curve (AUC) and sensitivities at fixed specificities 80 and 95% were used for comparison.

**Results.** Analogous ONH measurements by the Cirrus HD-OCT and the HRT 3 showed similar sensitivities and AUCs. Only

the Rim area measured by the Cirrus HD-OCT demonstrated much higher sensitivities and the AUC as compared to the HRT 3. Rim area was a single ONH parameter correlated to the RNFL thickness in healthy controls.

**Conclusions.** Rim area measurements by the Cirrus HD-OCT as compared to the HRT 3 provides for a better detection of the early POAG stage. It may be explained by the specific algorithm used by the Cirrus HD-OCT for ONH measurements. Other analogous ONH parameters measured by both instruments demonstrated a similar diagnostic performance.

**Key words:** spectral-domain optical coherence tomography, Heidelberg retinal tomography, initial primary open-angle glaucoma, area under the ROC-curve (AUC), sensitivity. ■

Ophthalmosurgery. – 2014. – No. 1. – P. 60-63.

Объективизация изменений диска зрительного нерва (ДЗН) и слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) методами визуализации играет несомненную роль в диагностике и выявлении прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). В работе, опубликованной нами ранее [1], было выполнено сравнение параметров, измеряемых на гейдельбергском ретинотомографе HRT 3 (Heidelberg Engineering, Германия) и спектральном оптическом когерентном томографе Cirrus HD-OCT (Carl Zeiss Meditec Inc., США), в плане диагностики начальной стадии ПОУГ. При этом на приборе Cirrus HD-OCT измерялись только параметры СНВС, поскольку использованная версия программного обеспечения (4.5.1.11) не позволяла дать количественную оценку ДЗН. Возможность такой оценки предоставила разработанная производителем прибора новая версия программного обеспечения.

**ЦЕЛЬ**

Определение информативности в отношении диагностики начальной стадии ПОУГ параметров ДЗН, изме-

ряемых на приборе Cirrus HD-OCT, в сравнении с изученными ранее параметрами, измеряемыми на приборах HRT 3 и Cirrus HD-OCT.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

Был выполнен ретроспективный анализ данных обследования 55 больных с начальной стадией ПОУГ и 47 здоровых испытуемых, которые составили материал предыдущей работы [1]. Учитывая, что сравниваемые группы существенно различались по возрасту, дополнительно были обследованы 5 пациентов и 12 здоровых лиц. Один здоровый испытуемый был исключен в связи с обнаружением сопутствующего заболевания. Всего оценивали данные 118 человек – 60 пациентов (60 глаз) с начальной ПОУГ и 58 здоровых испытуемых (58 глаз). Критерии отбора пациентов, характеристика методов обследования и статистического анализа были даны в указанной работе [1]. Кратко отметим, что все испытуемые были обследованы на приборах HRT 3 и Cirrus HD-OCT. Оба исследования проводились в один и тот же день. Критериями сравнения

изученных параметров ДЗН и СНВС служили площадь под характеристической (ROC) кривой (area under the curve – AUC) и чувствительность при фиксированных уровнях специфичности 95 и 80%.

Данные обследования дополнительно включенных испытуемых и выполненные ранее на приборе Cirrus HD-OCT записи по протоколу «Optic Disc Cube 200x200» были подвергнуты анализу по протоколу «ONH and RNFL OU Analysis» (программное обеспечение 5.2.0.210). Данный анализ наряду с характеристиками СНВС предоставляет следующие параметры ДЗН: площадь ДЗН (disc area), площадь нейроретинального пояса – НРП (rim area), объем экскавации (cup volume), усредненное отношение экскавации и ДЗН (Э/Д) (average C/D ratio), отношение Э/Д по вертикали (vertical C/D ratio). Все параметры, кроме последнего, на приборе HRT 3 имеют соответствующий аналог. Названия этих аналогов на обоих приборах совпадают за исключением усредненного отношения Э/Д, которое на приборе HRT 3 названо соотношением линейных размеров экскавации и ДЗН (linear cup/disk ratio). В обоих случаях указанный параметр рассчитыва-

Таблица 1

**Характеристики обследованных пациентов и здоровых испытуемых**

	Больные с начальной ПОУГ (n=60)	Здоровые испытуемые (n=58)
Возраст (лет; М±σ)	62,7±9,0	60,1±9,6
Пол (мужчин/женщин)	19/41	18/40
Острота зрения: ≥0,8/0,5-0,7	55/5	58/-
Площадь ДЗН (мм <sup>2</sup> )*: <1,6/1,6-2,6/>2,6	9/47/4	13/44/1

\* По данным HRT.

Таблица 2

**Площадь под ROC-кривой (AUC) параметров ДЗН, измеряемых Cirrus HD-OCT, и их аналогов на приборе HRT 3 (в скобках 95% доверительный интервал)**

	OCT	HRT	P
Площадь НРП (мм <sup>2</sup> )	0,837 (0,765-0,909)	0,729 (0,638-0,820)	<0,02
Отношение Э/Д*	0,774 (0,691-0,856)	0,763 (0,678-0,848)	-
Отношение Э/Д по вертикали	0,785 (0,704-0,866)	-	**
Объем экскавации	0,734 (0,645-0,824)	0,724 (0,633-0,814)	-

\* Average C/D ratio (Cirrus HD-OCT) = Linear C/D ratio (HRT 3);

\*\* сравнение с отношением Э/Д (Linear C/D ratio).

Таблица 3

**Чувствительность при фиксированных уровнях специфичности 80 и 95% параметров ДЗН, измеряемых Cirrus HD-OCT, и их аналогов на HRT 3**

	OCT	HRT	P
Специфичность 80%			
Площадь НРП (мм <sup>2</sup> )	0,733	0,570	<0,01
Отношение Э/Д*	0,567	0,560	-
Отношение Э/Д по вертикали	0,593	-	.*
Объем экскавации	0,533	0,467	-
Специфичность 95%			
Площадь НРП (мм <sup>2</sup> )	0,547	0,367	<0,01
Отношение Э/Д*	0,393	0,363	-
Отношение Э/Д по вертикали	0,348	-	.*
Объем экскавации	0,333	0,250	-

\* Сравнение с отношением Э/Д (Linear C/D ratio).

Примечание: при специфичности 80% один из каждых 5 здоровых, а при специфичности 95% – один из каждых 20 здоровых ошибочно признается больным.

ется одинаково – как квадратный корень из соотношения площадей экскавации и ДЗН [2, 3]; ниже для простоты изложения обозначен как «отношение Э/Д».

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Демографические и иные характеристики обследованных пациентов и здоровых лиц представлены в *табл. 1*. По всем сравниваемым показателям различия между группами больных и здоровых не были статистически достоверными.

Площади под ROC-кривыми для параметров ДЗН, измеряемых на приборе Cirrus HD-OCT (за исключением площади ДЗН, не являющейся дифференциально-диагностическим признаком) и их аналогов на приборе HRT 3 представлены в *табл. 2*.

Большинство сравниваемых параметров имело удовлетворительную информативность ( $0,8 \geq AUC > 0,7$ ) в плане диагностики начальной ПОУГ, не различавшуюся статистически на обоих приборах. Только площадь НРП на Cirrus HD-OCT демонстрировала достоверно лучшие показатели по сравнению с аналогом. Информативность указанного показателя расценивалась как хорошая ( $0,9 \geq AUC > 0,8$ ). Это приближало его к наилучшим диагностическим параметрам Cirrus HD-OCT (AUC для толщины СНВС средней, в верхнем и нижнем квадрантах 0,867-0,886; различие статистически недостоверно). При этом отмечалась выраженная тенденция ( $P < 0,07$ ) к превышению лучшего показателя HRT 3 – отношения Э/Д.

Объяснением более высокой информативности площади НРП могла быть определенная корреляция этого параметра с толщиной СНВС. В группе здоровых лиц коэффициент корреляции (r) составлял: со средней толщиной СНВС – 0,32 ( $P=0,02$ ), с толщиной СНВС в нижнем квадранте – 0,39 ( $P=0,002$ ). В то же время для остальных показателей обоих приборов коэффициенты корреляции были недостоверными (r от -0,16 до 0,18).

Следует также отметить, что у здоровых лиц корреляция между показателями-аналогами была наи-

меньшей именно для площади НРП ( $r=0,37$  по сравнению с  $0,80$  для отношения Э/Д и  $0,75$  для объема экскавации).

Из всех изученных параметров ДЗН на обоих приборах площадь НРП имела также достоверно наилучшие показатели чувствительности при фиксированных уровнях специфичности 80 и 95% (табл. 3). При уровне специфичности 80% ее чувствительность лишь немного уступала показателям толщины СНВС средней, в верхнем и нижнем квадрантах на Cirrus HD-OCT ( $0,743-0,800$ ), а при уровне специфичности 95% отставала только от чувствительности толщины СНВС в нижнем квадранте ( $0,598$ ; все отличия от толщины СНВС статистически недостоверны).

### ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования на различных приборах показали более высокую информативность в плане диагностики начальной ПОУТ измерений толщины СНВС с помощью спектральной ОКТ по сравнению с параметрами ДЗН, определяемыми как методом гейдельбергской ретинотомографии [1, 5], так и самим методом спектральной ОКТ [7, 9]. Результаты настоящей работы в основном подтверждают указанные данные, демонстрируя при этом примерно равные возможности (чувствительность, АУС) для параметров-аналогов, измеряемых на приборах HRT 3 и Cirrus HD-OCT. Исключением явилась более высокая информативность измерений площади НРП на Cirrus HD-OCT по сравнению с HRT 3.

Объяснением такого преимущества могло быть различие принципов определения границ и параметров ДЗН в двух приборах. На HRT 3 граница ДЗН намечается вручную путем проведения оператором контурной линии. После этого автоматически устанавливается референтная плоскость на  $50 \mu\text{m}$  глубже по-

верхности сетчатки в месте пересечения контурной линии и папилло-макулярного пучка; указанная плоскость определяет границу между экскавацией и НРП [3]. Преимуществом прибора Cirrus HD-OCT является полная автоматизация анализа ДЗН. Границы ДЗН определяются как края отверстия в мембране Бруха, которые хорошо визуализируются методом спектральной ОКТ. Далее с помощью специального алгоритма, детали которого не раскрываются разработчиками, определяются размеры НРП в каждом конкретном сечении ДЗН как толщина нейроретинальной ткани по мере ее разворота на крае указанного отверстия [2, 6, 8]. Дополнительным преимуществом алгоритма, используемого Cirrus HD-OCT, является оценка угла наклона зрительного нерва по отношению к главному яблоку в 3D-режиме и проведение измерений в соответствующей плоскости.

Как и в наших исследованиях, в работе [4] было отмечено, что корреляция между параметрами-аналогами на двух приборах для площади НРП была самой слабой. С другой стороны, в работе [9] нашли подтверждение наши данные о наиболее высокой (из параметров ДЗН) корреляции площади НРП с толщиной СНВС на приборе Cirrus HD-OCT. Изложенные данные дают основание предполагать, что Cirrus HD-OCT использует принципиально иной, чем HRT 3, способ определения площади НРП, результаты которого в определенной степени зависят от толщины СНВС, что, как следствие, способствует повышению его информативности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Измерение площади НРП на приборе Cirrus HD-OCT по сравнению с HRT 3 обеспечивает более точную диагностику начальной ПОУТ, что, вероятно, связано с принципиальными отличиями алгоритмов оценки ДЗН на приборе Cirrus HD-

ОСТ. Другие параметры ДЗН, определяемые на обоих приборах, имеют сходную информативность в отношении диагностики начальной стадии ПОУТ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Штак А.А., Севостьянова М.К. Сравнительная ценность гейдельбергской ретинотомографии и спектральной оптической когерентной томографии в диагностике начальной глаукомы // Офтальмохирургия. – 2011. – № 4. – С. 40-44.
2. Cirrus HD-OCT User Manual. – Dublin, Ca, USA: Carl Zeiss Meditec Inc., 2011. – 310 p.
3. Fingeret M., Flanagan J.G., Liebmann J.M. The Essential HRT Primer. – San Ramon, Ca, USA: Jocoto Advertising Inc., 2005. – 127 p.
4. Foo L.L., Perera S.A., Cbeung C.Y. et al. Comparison of scanning laser ophthalmoscopy and high-definition optical coherence tomography measurements of optic disc parameters // Br. J. Ophthalmol. – 2012. – Vol. 96, № 4. – P. 576-580.
5. Leung C.K., Ye C., Weinreb R.N. et al. Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography: a study on diagnostic agreement with Heidelberg Retinal Tomograph // Ophthalmology. – 2010. – Vol. 117, № 2. – P. 267-274.
6. Mwanza J.C., Chang R.T., Budenz D.L. et al. Reproducibility of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameters measured with Cirrus HD-OCT in glaucomatous eyes // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2010. – Vol. 51, № 11. – P. 5724-5730.
7. Rao H.L., Zangwill L.M., Weinreb R.N. et al. Comparison of different spectral domain optical coherence tomography scanning areas for glaucoma diagnosis // Ophthalmology. – 2010. – Vol. 117, № 9. – P. 1692-1699.
8. Sharma A., Oakley J.D., Schiffman J.C. et al. Comparison of automated analysis of Cirrus HD OCT spectral-domain optical coherence tomography with stereo photographs of the optic disc // Ophthalmology. – 2011. – Vol. 118, № 7. – P. 1348-1357.
9. Sung K.R., Na J.H., Lee Y. Glaucoma Diagnostic Capabilities of Optic Nerve Head Parameters as Determined by Cirrus HD Optical Coherence Tomography // J. Glaucoma. – 2012. – Vol. 21, № 7. – P. 498-504.

Поступила 07.10.2013