

УДК 617.731-007.23

НАШ ОПЫТ ОЦЕНКИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКА ЗРИТЕЛЬНОГО НЕРВА У БОЛЬНЫХ ГЛАУКОМОЙ

© В.А. Мачехин

Ключевые слова: диск зрительного нерва (ДЗН); глаукома; морфометрические параметры.

Цель – разработать компьютерную программу оценки морфометрических параметров диска зрительного нерва, основанную на индивидуальной площади ДЗН, и показать ее эффективность при обследовании больных на глаукому.

Материал и методы. Исследовано 396 глаз добровольцев без признаков глаукомы с рефракцией от +5Д до –8Д с остротой зрения 0,7–1,0 с коррекцией в возрасте 20–70 лет (мужчин и женщин поровну). Проводилось общепринятое офтальмологическое обследование, включая тонометрию, компьютерную периметрию и офтальмоскопию. Исследование параметров ДЗН проводилось на ретинотомографе HRT 3 в целом по диску и в 6 его секторах. Все глаза были распределены на 8 групп в зависимости от площади ДЗН (от 0,89 до 3,5 мм²).

Результаты и обсуждение. На основании проведенного статистического анализа были получены средние значения 11 параметров в целом по ДЗН и в 6 его секторах и определены их крайние значения в доверительном интервале 2,0; 2,58 и 3,2 σ , что и стало основой нашей программы. Была отмечена четкая зависимость большинства параметров от площади ДЗН, за исключением объема нейроретинального пояса и средней толщины слоя нервных волокон по краю диска, и показана на конкретных примерах необходимость учитывать это в практической деятельности.

Выводы. Предлагаемая компьютерная программа является ценным дополнением к программе HRT 3, позволяющим раньше выявить более тонкие изменения параметров ДЗН, что необходимо для выявления глаукомы в самых ее начальных стадиях.

Согласно современным представлениям о патогенезе первичной открытоугольной глаукомы, диагноз глаукомы может быть установлен только при наличии *глаукомной оптической нейропатии* (ГОН), которая включает патологические изменения поля зрения и *диска зрительного нерва* (ДЗН) [1]. Но если исследование поля зрения достигло значительного прогресса еще в 1980-х гг. XX в., когда появились первые компьютерные периметры, позволившие исследовать центральное поле зрения, то математически точная оценка параметров ДЗН стала возможной только в конце XX в., когда на рынке офтальмологического оборудования появились Гейдельбергский лазерный сканирующий ретинотомограф (HRT) и оптический когерентный томограф (ОСТ) производства США.

Следует отметить, что появлению этой технологии предшествовали многочисленные работы по измерению площади экскавации и нейроретинального пояса (НРП) на увеличенных фотографиях ДЗН [2]. Знакомая с этими работами 1870–1980-х гг. и сравнивая их данные с данными современных ретинотомографов, можно только удивляться их точности. Однако это была трудоемкая работа, которая носила чисто исследовательский характер и не была пригодна для широкого практического применения. Правда, попытку математической оценки ДЗН еще в конце 1960-х гг. сделал М.Ф. Аргмау [3], предложивший рассчитывать показатель Э/Д (отношение диаметра экскавации к диаметру ДЗН), который используется практическими офтальмологами и до настоящего времени.

Конечно, офтальмоскопия, особенно гониобиомикроскопия ДЗН, остается обязательной в арсенале офтальмологов для осмотра живого диска, его сосудистых и дистрофических изменений в объемном изображении, но наш глаз все равно не может сравниться с современной аппаратурой, производящей расчеты на микронном уровне.

Работ, касающихся морфометрических исследований параметров ДЗН, много [4], и, казалось бы, не осталось темных пятен. Но есть один момент, на который имеются ссылки многих авторов [5–6], указывающих, что величина параметров зависит от величины ДЗН, но на практике это не учитывается. Г.Е. Манаенкова [7–8] впервые показала, что статистически достоверной зависимости параметров ДЗН от пола и возраста не имеется, однако наблюдается явная зависимость параметров ДЗН от его площади. Эта данные стали основой для наших дальнейших исследований.

Цель работы – создать компьютерную программу оценки морфометрических параметров ДЗН, основанную на индивидуальной площади ДЗН, и показать ее эффективность при обследовании больных на глаукому.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследовано 396 глаз сотрудников и пациентов без признаков глаукомы и других заболеваний глаз с рефракцией от +5,0 D до –8,0 D и зрением 0,7–1,0 с коррекцией. Возраст этой группы составил от 20 до 70 лет, мужчин и женщин поровну. Офтальмологическое обследование включало визометрию, тонометрию, иссле-

дование поля зрения, биомикроскопию переднего отдела глаза и офтальмоскопию.

Исследование морфометрических параметров ДЗН проводилось с помощью лазерного сканирующего ретинотографа HRT 3. Кроме площади ДЗН (disc area) и параметра Э/Д (lin. cup/disc), анализировали еще 10 параметров: площадь экскавации (cup area), площадь НПП (rim area), отношение площади экскавации к площади ДЗН (cup/disc area ratio), объем экскавации (cup vol.), объем НПП (rim vol.), среднюю (mean cup depth) и максимальную (max cup depth) глубину экскавации, среднюю толщину слоя нервных волокон (mean RNFL thickness) и площадь поперечного сечения нервных волокон (RNFL cross sect. area) по краю ДЗН, отношение объема экскавации к объему НПП (cup/rim vol. ratio).

Статистическая обработка материала проводилась с помощью компьютерной программы Excel 2003. Рассчитывалась средняя величина параметра в норме (M_{cp}), стандартное отклонение (σ) и крайние границы параметров в доверительных интервалах (ДИ) 2σ , $2,58\sigma$ и $3,2\sigma$ (табл. 1).

На основании этих данных была разработана компьютерная программа для всех указанных выше параметров в целом по диску и по 6 секторам: височный (-45° , $+45^\circ$), верхневисочный ($45-90^\circ$), верхненосовой

($90-135^\circ$), носовой ($135-225^\circ$), нижненосовой ($225-270^\circ$), нижневисочный ($270-315^\circ$) (рис. 1).

При этом результаты нашей компьютерной программы наносились на цифровые данные отчетного протокола HRT 3 в виде цветовой окраски патологически измененных параметров. Желтым цветом обозначались параметры, величина которых отличалась от среднего значения нормы на 2σ (пограничное состояние); красным цветом обозначались те параметры, величина которых отличалась от среднего значения нормы на $2,58\sigma$ (мы рассматривали их как проявления начальной глаукомы); в синий цвет окрашивались те параметры, величина которых отличалась от среднего значения нормы на $3,2\sigma$ (такие параметры характерны для выраженных стадий глаукомы).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все обследованные глаза были разделены на 8 групп в зависимости от площади ДЗН. На начальных стадиях нашей работы мы разделяли нормальные глаза на 3 группы в зависимости от площади ДЗН, как это было принято в большинстве исследований: менее $1,5 \text{ мм}^2$, $1,5-2,5 \text{ мм}^2$ и более $2,5 \text{ мм}^2$. Однако в силу того, что крайние (верхние или нижние) границы нормы параметров ДЗН в соседних группах значительно отлича-

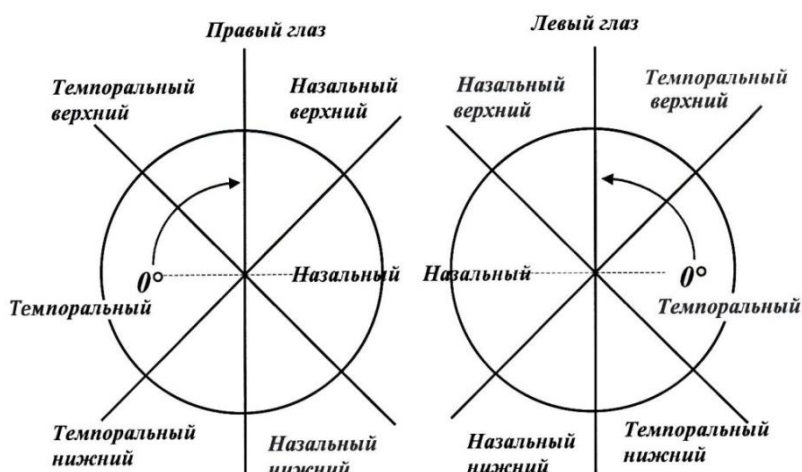


Рис. 1. Разделение ДЗН правого и левого глаза по секторам

Таблица 1

Величина параметра lin. cup/disc (Э/Д) в зависимости от площади ДЗН в различных доверительных интервалах (различие площади ДЗН между всеми соседними группами статистически достоверное ($P < 0,001$))

№ п/п	Площадь ДЗН (мм^2)		Количество глаз	Верхняя граница параметра lin. cup/disc в ДИ		
	Диапазон	$M_{cp} \pm \sigma$		2σ	$2,58\sigma$	$3,2\sigma$
1	0,89–1,40	$1,23 \pm 0,12$	39	0,45	0,49	0,53
2	1,41–1,66	$1,55 \pm 0,08$	59	0,51	0,59	0,70
3	1,67–1,90	$1,78 \pm 0,07$	80	0,54	0,63	0,71
4	1,91–2,10	$2,00 \pm 0,06$	71	0,63	0,76	0,85
5	2,11–2,38	$2,22 \pm 0,08$	68	0,64	0,76	0,85
6	2,39–2,63	$2,49 \pm 0,06$	37	0,64	0,76	0,85
7	2,64–2,99	$2,83 \pm 0,11$	23	0,70	0,83	0,93
8	3,0–3,5	$3,15 \pm 0,12$	19	0,73	0,85	1,0

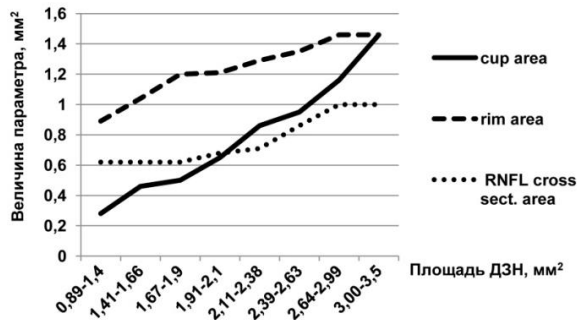


Рис. 2. Верхняя граница нормы cup area, нижняя граница нормы rim area и RNFL cross sect. area в зависимости от площади ДЗН

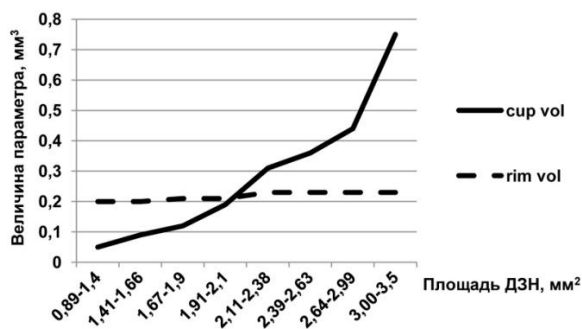


Рис. 3. Верхняя граница нормы cup vol и нижняя граница нормы rim vol в зависимости от площади ДЗН

лись, мы разделили их сначала на 5 групп, а затем на 8 групп с диапазоном площади ДЗН в каждой группе от 0,25 до 0,3 мм², за исключением самых крайних групп, которые встречались гораздо реже.

На рис. 2–5 представлена зависимость параметров ДЗН от его площади в целом по диску в доверительном интервале 2σ. При этом для глубины, площади и объема экскавации, а также для параметров отношения (cup/disc area ratio, lin. cup/disc, cup/rim vol. ratio) использовались верхние границы нормы, а для площади и объема НРП, средней толщины и площади поперечного сечения нервных волокон по краю диска (RNFL) – нижняя граница нормы.

Рис. 2 показывает, что с увеличением площади ДЗН увеличиваются все представленные параметры, однако наибольшее увеличение (почти в 5 раз) отмечено у площади экскавации (0,28 мм² в 1-й группе и 1,46 мм² в 8-й группе (табл. 2)), в то время как rim area и RNFL cross sect. area увеличились только в 1,6 раза. Такое же значительное увеличение при сравнении 1-й и 8-й групп наблюдается для объема экскавации (почти в 15 раз), а объем НРП остается практически одинаковым во всех группах (рис. 3). Независимость от площади ДЗН характерна и для средней толщины слоя нервных волокон по краю диска (рис. 4), тогда как средняя и максимальная глубина экскавации закономерно, но умеренно увеличиваются с увеличением площади ДЗН, также как и параметры соотношения экскавации ДЗН и НРП (рис. 5).

Остановимся более подробно на параметре lin. cup/disc, который практически является эквивалентом

параметра Э/Д. Компьютерная программа HRT 3, которая анализирует в основном глаза с площадью ДЗН от 1,63 до 2,43 мм², указывает границы параметра lin. cup/disc в пределах 0,27–0,55. Однако наши данные (табл. 1) показывают, что верхняя граница, равная 0,55, укладывается только в группу глаз с площадью ДЗН от 0,89 до 1,90 мм² (1–3 группы), а для глаз с большей площадью диска (4–6 группы) верхняя граница нормы составляет уже 0,64, а для 7 и 8 групп – 0,7 и более. С другой стороны, в 1-й и 2-й группах верхняя граница нормы этого параметра не превышает 0,45–0,51, а величину 0,55 следует уже отнести к пограничному состоянию.

В.В. Волков в своих работах [9] параметр Э/Д, равный 0,5–0,6, относит к начальной глаукоме, а 0,7–0,8 – ко второй стадии глаукомы. По нашим же данным, в 78 % случаев глаза имеют площадь ДЗН от 1,5 до 2,5 мм², и следовательно, верхняя граница нормы параметра lin. cup/disc составит 0,63–0,64, а пограничное состояние – до 0,75. Мы не знаем, каким методом расчета параметра Э/Д пользовался автор, но полагаем, что данные HRT в настоящее время являются более точными.

Точно также проводился анализ остальных параметров ДЗН и не только в целом по диску, но и в шести его секторах. В качестве примера приводим верхние границы нормы параметра Cup area (табл. 2) и нижние границы нормы параметра rim area (табл. 3) в доверительном интервале 2,0σ.

Из табл. 2 видно, что для каждого сектора характерна своя топография. Так, в группе глаз с площадью ДЗН 0,89–1,40 мм² наибольшая часть экскавации приходится на височный сектор (0,18 мм²), в верхневисоч-

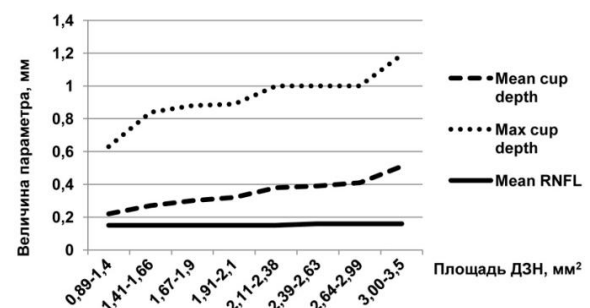


Рис. 4. Верхняя граница нормы Mean cup depth и Max cup depth и нижняя граница нормы mean RNFL thickness в зависимости от площади ДЗН

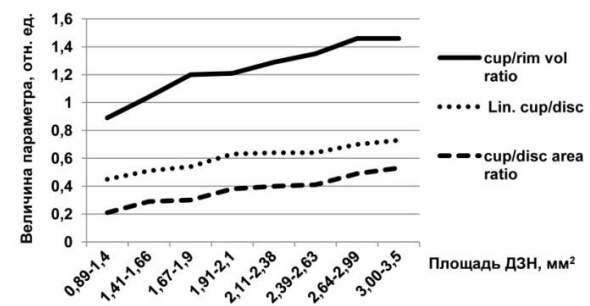


Рис. 5. Верхняя граница нормы параметров отношения экскавации и нейроретинального пояса в зависимости от площади ДЗН

Таблица 2

Верхние границы нормы параметра sup area в доверительном интервале 95 %

Площадь ДЗН	В целом по диску	Височный сектор	Верхневисочный сектор	Нижневисочный сектор	Носовой сектор	Верхненосовой сектор	Нижненосовой сектор
0,89–1,40	0,28	0,18	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01
1,41–1,66	0,46	0,19	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07
1,67–1,90	0,50	0,25	0,10	0,13	0,07	0,07	0,07
1,91–2,10	0,65	0,38	0,11	0,13	0,08	0,08	0,08
2,11–2,38	0,86	0,43	0,16	0,16	0,15	0,12	0,12
2,39–2,63	0,95	0,43	0,16	0,16	0,15	0,12	0,12
2,64–2,99	1,16	0,48	0,24	0,22	0,21	0,15	0,12
3,0–3,5	1,46	0,59	0,24	0,24	0,34	0,22	0,13

Таблица 3

Нижние границы нормы параметра rim area в доверительном интервале 95 %

Площадь ДЗН	В целом по диску	Височный сектор	Верхневисочный сектор	Нижневисочный сектор	Носовой сектор	Верхненосовой сектор	Нижненосовой сектор
0,89–1,40	0,89	0,12	0,12	0,12	0,27	0,14	0,14
1,41–1,66	1,04	0,12	0,12	0,12	0,27	0,14	0,14
1,67–1,90	1,20	0,12	0,12	0,12	0,33	0,16	0,16
1,91–2,10	1,21	0,12	0,12	0,12	0,34	0,16	0,17
2,11–2,38	1,29	0,12	0,13	0,13	0,34	0,16	0,17
2,39–2,63	1,35	0,12	0,13	0,13	0,34	0,19	0,20
2,64–2,99	1,46	0,14	0,13	0,13	0,35	0,19	0,20
3,0–3,5	1,46	0,19	0,14	0,14	0,35	0,19	0,20

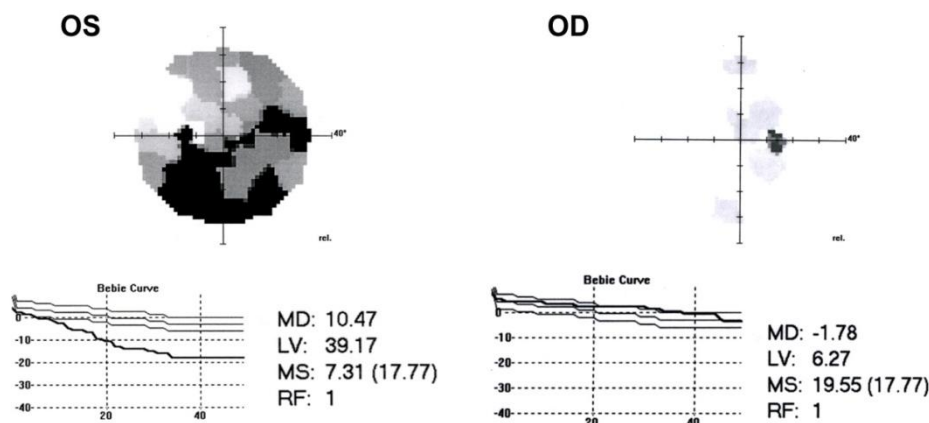


Рис. 6. Компьютерная периметрия (Торсон) показывает выраженное снижение общей чувствительности сетчатки в левом глазу и сливные скотомы в нижних отделах центрального поля зрения

ном и нижневисочном секторах она значительно меньше ($0,04\text{--}0,05\text{ мм}^2$) и минимальна во всех секторах носовой половины ($0,01\text{ мм}^2$). Однако по мере увеличения площади ДЗН это различие (за исключением височного сектора) постепенно уменьшается, начиная с площади ДЗН более $2,1\text{ мм}^2$. При этом величина sup area заметно и статистически достоверно увеличивается (это имеет место при различии параметра в соседних группах на $0,03\text{ мм}^2$ и более).

Что касается параметра rim area (табл. 3), то в целом по диску видна его выраженная зависимость от площади ДЗН, однако по секторам эта зависимость

выражена очень слабо, за исключением височного и секторов диска в носовой его половине, в которых наблюдается явное различие между группами с маленькой и большой площадью диска.

Далее приводим методику анализа параметров ДЗН у больного глаукомой с помощью программы HRT 3 и нашей компьютерной программы, учитывающей конкретную площадь ДЗН.

Пациент П., 59 лет, обратился с жалобами на сужение поля зрения в правом глазу в течение трех месяцев (в анамнезе глаукома у матери). При обследовании: Vis OD = 1,0; ВГД = 25 мм рт. ст.; Vis OS = 1,0; ВГД =

= 35 мм рт. ст. Объективно OU: без особенностей, имеются единичные псевдоэксфолиации по зрачковому краю радужки, при гониоскопии угол передней камеры открыт, средней ширины, пигментация трабекулы I степени. Офтальмоскопически в левом глазу отмечается более широкая физиологическая экскавация. В правом глазу на периметре Торсон поле зрения нормальное, в левом глазу выявлено заметное снижение общей чувствительности сетчатки (MD на 10,47 dB меньше возрастной нормы), выраженное отклонение от нормы кривой Бебье и сливные скотомы в нижней половине и в верхненосовом секторе поля зрения (рис. 6).

В главном отчетном протоколе HRT 3 (рис. 7) сверху представлены топографические изображения ДЗН обоих глаз с четкой границей по краю диска. Светлые периферические отделы диска представляют *нейроретинальный пояс* (НРП), который на цветном снимке отчетного протокола HRT имеет зеленый цвет. Внутри от него в виде темного кольца представлен наклонный ход волокон НРП (на цветном рисунке он имеет синий цвет). В центре ДЗН в светло-сером фоне показана экскавация диска, которая при цветном изображении всегда имеет красный цвет. Видна явная асимметрия в величине экскавации. Несмотря на то, что площадь ДЗН

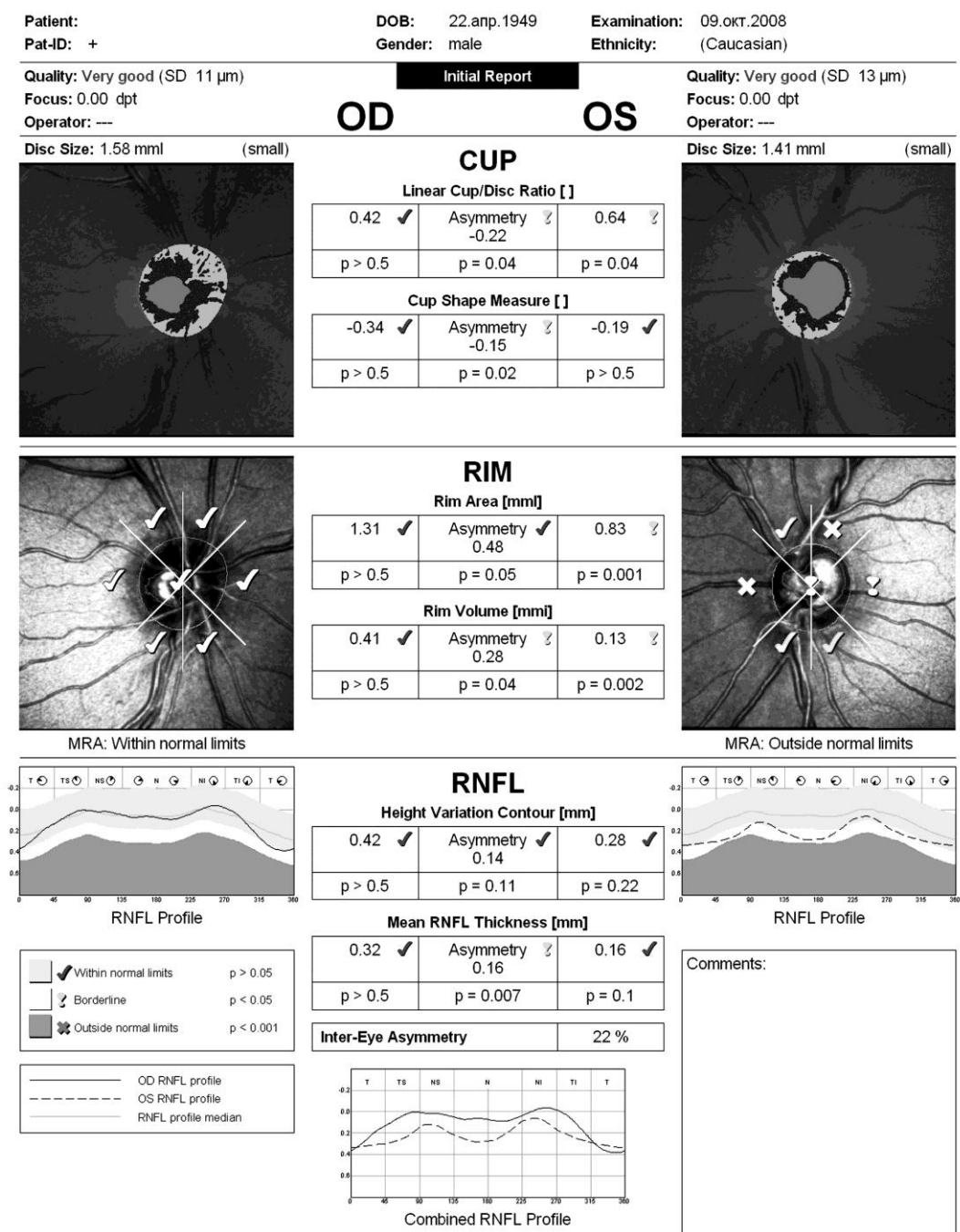


Рис. 7. Главный отчетный протокол HRT 3 показывает явную асимметрию площади экскавации в обоих глазах и патологические отклонения MRA в левом глазу (объяснение в тексте)

OD

Parameters	global	normal	range	p-value	temporal	tmp/sup	tmp/inf	nasal	nsi/sup	nsi/inf
disc area [mm ²]	1.58	1.63-	2.43	-	0.38	0.19	0.22	0.40	0.20	0.19
cup area [mm ²]	0.28	0.11 -	0.68	>0.5	0.18	0.02	0.06	0.01	0.00	0.01
rim area [mm ²]	1.31	1.31 -	1.96	>0.5	0.20	0.17	0.16	0.38	0.20	0.19
cup/disc area	0.17	0.07-	0.30	>0.5	0.47	0.10	0.27	0.03	0.01	0.03
rim/disc area	0.83	0.70-	0.93	>0.5	0.53	0.90	0.73	0.97	0.99	0.97
cup volume [mm ³]	0.07	-0.01 -	0.18	>0.5	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
rim volume [mm ³]	0.41	0.30-	0.61	>0.5	0.03	0.05	0.05	0.13	0.08	0.07
mean cup depth [mm]	0.20	0.10-	0.27	>0.5	0.31	0.18	0.24	0.09	0.05	0.11
maximum cup depth [mm]	0.76	0.32-	0.76	0.17	0.78	0.76	0.74	0.51	0.34	0.43
height variation contour [mm]	0.42	0.31 -	0.49	>0.5	0.25	0.13	0.27	0.05	0.04	0.07
cup shape measure	-0.34	-0.28 -	-0.15	>0.5	-0.15	-0.34	-0.28	-0.44	-0.30	-0.30
mean RNFL thickness [mm]	0.32	0.20-	0.32	>0.5	0.12	0.39	0.34	0.36	0.41	0.45
RNFL cross sectional area [mm ²]	1.42	0.99-	1.66	>0.5	0.14	0.21	0.20	0.40	0.23	0.25
linear cup/disc	0.42	0.27-	0.55	>0.5	-	-	-	-	-	-
maximum contour elevation [mm]	-0.04	-0.21 -	-0.04	0.21	-	-	-	-	-	-
maximum contour depression [mm]	0.38	0.17-	0.39	0.38	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-superior [mm]	0.26	0.14-	0.27	>0.5	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-inferior [mm]	0.22	0.13-	0.29	>0.5	-	-	-	-	-	-
average variability (SO) [mm]	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
reference height [mm]	429	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FSM discriminant function value	3.53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RB discriminant function value	2.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
modified ISNT rule fulfilled	no	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cup/rim volume	0.2	-	-	-	1.7	0.2	0.2	0	0	0

OS

Parameters	global	normal	range	p-value	temporal	tmp/sup	tmp/inf	nasal	nsi/sup	nsi/inf
disc area [mm ²]	1.41	1.63-	2.43	-	0.34	0.19	0.19	0.33	0.18	0.18
cup area [mm ²]	0.59	0.11 -	0.68	0.06	0.22	0.12	0.07	0.11	0.04	0.02
rim area [mm ²]	0.83	1.31 -	1.96	0.001	0.12	0.07	0.12	0.22	0.14	0.16
cup/disc area	0.41	0.07-	0.30	0.006	0.65	0.65	0.35	0.34	0.24	0.11
rim/disc area	0.59	0.70-	0.93	>0.5	0.35	0.35	0.65	0.66	0.76	0.89
cup volume [mm ³]	0.16	-0.01 -	0.18	0.08	0.07	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00
rim volume [mm ³]	0.13	0.30-	0.61	0.002	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04
mean cup depth [mm]	0.26	0.10-	0.27	0.13	0.33	0.40	0.25	0.16	0.18	0.12
maximum cup depth [mm]	0.70	0.32-	0.76	0.21	0.69	0.76	0.62	0.36	0.56	0.43
height variation contour [mm]	0.28	0.31 -	0.49	0.22	0.05	0.15	0.12	0.19	0.10	0.10
cup shape measure	-0.19	-0.28 -	-0.15	>0.5	-0.10	0.01	-0.12	-0.08	-0.21	-0.30
mean RNFL thickness [mm]	0.16	0.20-	0.32	0.10	0.07	0.15	0.15	0.15	0.24	0.29
RNFL cross sectional area [mm ²]	0.67	0.99-	1.66	0.16	0.07	0.08	0.08	0.15	0.13	0.16
linear cup/disc	0.64	0.27-	0.55	0.04	-	-	-	-	-	-
maximum contour elevation [mm]	0.06	-0.21 -	-0.04	0.01	-	-	-	-	-	-
maximum contour depression [mm]	0.34	0.17-	0.39	>0.5	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-superior [mm]	0.08	0.14-	0.27	0.10	-	-	-	-	-	-
CLM temporal-inferior [mm]	0.09	0.13-	0.29	0.20	-	-	-	-	-	-
average variability (SO) [mm]	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
reference height [mm]	384	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FSM discriminant function value	-0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RB discriminant function value	-0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
modified ISNT rule fulfilled	yes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cup/rim volume	1.2	-	-	-	7	5	2.5	0.3	0.5	0

	подозрение на глаукому
	начальная стадия глаукомы
	II-III стадия глаукомы

Рис. 8. Наша программа показывает патологические изменения многих параметров ДЗН с различной глубиной их поражения (объяснение в тексте)

в левом глазу меньше (1,41 мм²), чем в правом (1,58 мм²), площадь экскавации в левом глазу в 2 раза больше, чем в правом (0,59 и 0,28 мм² соответственно) (рис. 5), и связано это с выраженным истончением НРП по всей окружности диска особенно в верхневисочном его секторе.

Ниже представлены отраженные изображения ДЗН правого и левого глаза с символами в центре диска и в шести его секторах, дающих информацию о состоянии НРП и его соотношениях с экскавацией, – параметр,

названный регрессионным анализом Moorfield (MRA). Галочка, которая всегда имеет зеленый цвет, указывает на нормальное состояние этого параметра. Символ в виде перевернутой пешки (желтый цвет) свидетельствует о пограничном состоянии параметра и, наконец, крестик (всегда красного цвета) говорит о патологическом состоянии MRA. В правом глазу все символы указывают на нормальное состояние нейроретинального пояса и его соотношение с площадью экскавации. В левом глазу патологические изменения видны в но-

совом и верхневисочном секторах (крестик), пограничное состояние – в височном секторе и в целом по диску, в остальных секторах патологии не выявлено.

Профиль слоя нервных волокон по краю диска (RNFL), показанный ниже картинок, в левом глазу заметно ниже, чем в правом (пунктирная линия).

Однако главный отчетный протокол HRT дает только общее представление о наличии или отсутствии патологии. Между тем, для наблюдения в динамике необходима точная математическая оценка различных параметров ДЗН, что могла бы дать цифровая таблица отчетного протокола HRT. К сожалению, она анализирует параметры только в целом по диску без оценки возможных изменений по секторам (за исключением MRA) и без учета индивидуальных размеров ДЗН, от которого зависит правильная оценка исследуемых параметров [10].

Обратимся к цифровой таблице параметров ДЗН правого глаза (рис. 8). Первый столбик показывает значение параметров ДЗН в целом по диску, 2-й и 3-й столбики – диапазон параметров в норме, 4-й – достоверность отличия данного параметра от нормы. Поскольку площадь диска этого глаза ($1,58 \text{ мм}^2$) близка к диапазону нормы по данным HRT 3 ($1,63\text{--}2,43 \text{ мм}^2$), то все параметры ДЗН находятся в пределах нормы. Но в височном секторе этого глаза наша программа показала пограничное состояние объема экскавации и максимальной глубины экскавации. Следует отметить, что единичные пограничные отклонения параметров ДЗН (особенно связанные с экскавацией) не относят к патологии. К тому же положительное значение дискриминантных функций (FSM и RB), расположенных в нижней части таблицы, свидетельствует об отсутствии глаукомы.

Теперь проанализируем цифровую таблицу параметров ДЗН левого глаза с цветной кодировкой пораженных параметров. Компьютерная программа HRT 3 показала статистически достоверное патологическое отклонение только трех параметров в целом по диску: rim area ($P = 0,001$), cup/disc area ratio ($P = 0,006$) и rim vol ($P = 0,002$). Наша программа выявила выраженные изменения этих параметров не только в целом по диску, но и во всех других секторах, хотя все-таки наиболее глубокие поражения наблюдаются в верхневисочном секторе диска. Не исключено, что именно эти изменения одновременно с уменьшением объема НРП (rim vol) в верхневисочном секторе ДЗН являются причиной грубых сливных скотом в нижней половине поля зрения в левом глазу. Что касается параметра mean RNFL, т. е. средней толщины слоя нервных волокон по краю диска, то пограничное его состояние совпадает полностью как по программе HRT 3, так и по нашей программе (в верхневисочном и носовом секторах). Следует также обратить внимание на следующий факт: площадь ДЗН в левом глазу у данного пациента, равная $1,41 \text{ мм}^2$, находится ниже нормального диапазона, анализируемого программой HRT 3 ($1,63\text{--}2,43$), поэтому параметр cup area у данного пациента, равный $0,59 \text{ мм}^2$, отнесен программой HRT к нормальному, т. е. находится в диапазоне нормы ($0,11\text{--}0,68$), а по нашей программе он соответствует выраженным стадиям глаукомы. Это же касается объема экскавации (cup vol) и

средней, и максимальной глубины экскавации, которые по данным HRT 3 укладываются в границы нормы, а по нашей программе соответствуют выраженным стадиям глаукомы. Значительные отклонения от нормы показал предложенный нами параметр cup/rim vol (самая нижняя строка рис. 8), свидетельствующий о нарушении нормальной топографии во всех секторах диска. В то же время небольшая отрицательная величина параметров FSM и RB хотя и указывает на глаукому, но не совсем соответствует степени выраженности клинической картины. На основании проведенного исследования пациенту был поставлен диагноз открытоугольной II с глаукомы в левом глазу, назначен траватан и азопт и было рекомендовано явиться на контрольное обследование через 2 недели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В течение 7 лет мы используем лазерный сканирующий ретинотомограф фирмы Heidelberg Engineering Company (Германия) сначала модели HRT 2, а с 2008 г. – HRT 3. Нам импонирует это оборудование, поскольку оно сохранило привычные для офтальмологов второй половины XX в. традиционные подходы к анализу ДЗН, но только на более точном, микронном уровне.

Нисколько не умоляя достоинств иллюстративного отчета программного обеспечения HRT 3, мы считаем, что наша компьютерная программа [10], учитывающая индивидуальную площадь ДЗН, является ценным дополнением к ней, позволяющим более полно и раньше выявить патологически измененные параметры ДЗН и глубину их поражения, и может быть рекомендована для широкого внедрения в клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Terminology and Guidness for Glaucoma. 3-rd ed. European Glaucoma Society. 2008. URL://www.eugs-org. Загл. с экрана.
2. Волков В.В. Глаукома при псевдонормальном давлении. М., 2001. С. 275.
3. Armaly M.F., Sayergh R.E. The cup/disc ratio. The finding of tonometry and tonography in the normal eye // Arch. Ophthalmol. 1969. V. 82. P. 191-196.
4. Куроедов А.В., Городничий В.В. Компьютерная ретинотомография (HRT): диагностика, динамика, достоверность. М., 2007. С. 205.
5. Hermann M.M., Theofylactopoulos I., Bangard N. [et al.] Optic nerve head morfometry in healthy adults using confocal laser scanning tomography // Br. J. Ophthalmol. 2004. V. 88. № 6. P. 410-416.
6. Nakamura H., Maeda T., Suzuki Y. [et al.] Scanning laser tomography to evaluate optic disc of normal eye // Jpn. J. Ophthalmol. 1999. V. 43. № 5. P. 410-414.
7. Манаенкова Г.Е. Оценка параметров диска зрительного нерва по данным лазерного ретинотомографа HRT II в ранней диагностике глауком: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2006.
8. Мачехин В.А., Манаенкова Г.Е., Бондаренко О.А. Зависимость параметров диска зрительного нерва от его площади (по данным HRT II) // Глаукома: теория, тенденции, технологии: сб. ст. М., 2006. С. 235-240.
9. Волков В.В. Значимость различных факторов риска в частоте возникновения открытоугольной глаукомы // Глаукома и другие проблемы офтальмологии: сб. науч. тр. Тамбов, 2005. С. 9-16.
10. Мачехин В.А., Бондаренко О.А., Савилова Е.Л. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 20086114495 «Оптимизация анализа данных ретинотомографического исследования». Зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 18 сентября 2008 г.

Поступила в редакцию 19 октября 2012 г.

Machekhin V.A. OUR EXPERIENCE IN EVALUATION OF MORPHOMETRIC PARAMETERS OF EYE NERVE DISC OF GLAUCOMA PATIENTS

Goal – to develop a computer program, based on individual optic disc area, for assessment of morphometric parameters of optic disc, and to show its efficacy during patient testing for glaucoma.

Materials and methods: We examined 396 eyes of volunteers without signs of glaucoma with refraction from +5D to –8D and visual acuity 0.7–1.0 with correction, aged 20–70 years (men and women ratio 1:1). We conducted traditional ophthalmic testing, including tonometry, computer perimetry and ophthalmoscopy. We examined optic disc parameters on HRT 3, assessing the disc in whole and in its 6 sectors. All eyes were divided into 8 groups depending on optic disc area (from 0.89 to 3.5 mm²).

Results and discussion: The statistic analysis gave us mean values of 11 parameters of optic disc in whole and in its 6 sectors, and the extreme values were established in the trusted interval 2.0; 2.58 and 3.2 sigma, which became the basis of our program. We noticed a precise dependency of most parameters on optic disc area, excluding neuro-retinal rim volume and mean nerve fiber layer thickness along the disc edge, and showed the necessity to take this fact into consideration in clinical practice.

Conclusion: The suggested computer program is a valuable addition to HRT 3 that allows revealing more subtle optic disc changes at an earlier stage, which is necessary for glaucoma diagnosis at its earliest stage.

Key words: disc of eye nerve; glaucoma; morphometric parameters.