

# Показатели некоторых топографических параметров диска зрительного нерва, установленные посредством Гейдельбергского ретинального томографа II у здоровых добровольцев и пациентов на разных стадиях первичной открытоугольной глаукомы



Б. Ангелов



А. Тошев

Нафедра офтальмологии, МУ, УМБАЛ «Александровская» София, Болгария

## РЕЗЮМЕ

**Цель.** Определение показателей основных топографических параметров диска зрительного нерва (ДЗН) с помощью Гейдельбергского ретинального томографа (HRT) II у здоровых добровольцев и больных с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на разных стадиях периметрических изменений.

**Методы.** Под наблюдением находились 38 здоровых добровольцев (73 глаза), средний возраст  $56 \pm 13$  лет, в том числе 11 мужчин и 27 женщин и 90 пациентов (170 глаз), средний возраст  $66 \pm 12$  лет, 33 мужчины и 57 женщин с доказанной первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ). Все больные обследованы общепринятыми клиническими методами, а также с помощью стандартной автоматизированной компьютерной периметрии и проведения HRT II (3.1.2) с оценкой основных топографических параметров ДЗН: rim area (площадь нейроретинального пояса), rim volume (объем нейроретинального пояса), cup shape measure (форма экскавации), height variation contour (изменение высоты контура), mean RNFL thickness (средняя толщина слоя нервных волокон по краю диска).

**Результаты.** Определены значения основных топографических параметров у здоровых добровольцев (rim area =  $1.68 \pm 0.22$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.44 \pm 0.07$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.2 \pm 0.06$ , height variation contour =  $0.38 \pm 0.08$  mm и mean RNFL thickness =  $0.24 \pm 0.03$  mm) и у больных с ПОУГ на различных стадиях периметрических изменений (начальная стадия: rim area =  $1.52 \pm 0.47$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.38 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.14 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.36 \pm 0.09$  mm, mean RNFL thickness =  $0.22 \pm 0.11$  mm; средняя стадия: rim area =  $1.21 \pm 0.46$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.27 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.09 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.36 \pm 0.17$  mm, и mean RNFL thickness =  $0.16 \pm 0.12$  mm; прогрессирующая стадия: rim area =  $0.97 \pm 0.01$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.18 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.06 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.28 \pm 0.11$  mm, и mean RNFL thickness =  $0.17 \pm 0.11$  mm). Периметрическая классификация Hodapp-Parrish-Anderson (H-P-A) включает в себя три различные стадии глаукомы: начальную, среднюю и прогрессирующую, каждая из которых характеризуется определенными топографическими параметрами.

**Заключение.** Ранняя диагностика, определение стадии болезни и контроль за течением ПОУГ основаны одновременно на результатах функциональных и структурных исследований. Определение диапазона изменений основных топографических параметров ДЗН у здоровых добровольцев и у пациентов с различными стадиями ПОУГ, согласно периметрической классификации глаукомы, помогает и дополняет ее точность. Пациентам с разными стадиями глаукомы требуется лечение, отличающееся по виду и стоимости. В связи с этим, полученные данные позволяют осуществить первый шаг на пути к созданию системы для определения стадии ПОУГ на основе топографических изменений ДЗН, полученных с помощью лазерного ретинотомографа (Гейдельбергского Ретинального Томографа II — HRT II).

**Ключевые слова:** первичная открытоугольная глаукома, топографические параметры, Гейдельбергский Ретинальный Томограф II, стандартная компьютерная периметрия

## ABSTRACT

B. Anguelov, A. Toshev

Values of some topographic parameters of optic nerve head obtained by Heidelberg retina tomograph II in volunteers and different stage primary open-angle glaucoma patients

**Purpose:** To assess the values of the top five topographic parameters of optic nerve head (ONH) obtained by Heidelberg retina tomograph (HRT) II in volunteers and primary open angle glaucoma (POAG) patients with different stage of perimetric changes.

**Methods:** 73 eyes (38 volunteers at the age of 56 years  $\pm 13$ , 11 men and 27 women) and 170 eyes (90 patients at the age of 66 years  $\pm 12$ , 33 men and 57 women) were examined. We performed the comprehensive ophthalmic examination, standard automated perimetry and measurement of the top five topographic parameters of ONH — rim area, rim volume, cup shape measure, height variation contour и mean RNFL thickness. For the purpose of this study we used HRT II.

**Results:** We determine the values of the investigated topographic parameters of the ONH for healthy volunteers (rim area =  $1.68 \pm 0.22$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.44 \pm 0.07$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.2 \pm 0.06$ , height variation contour =  $0.38 \pm 0.08$  mm and mean RNFL thickness =  $0.24 \pm 0.03$  mm) and for the patients in different perimetric glaucoma stages (early stage: rim area =  $1.52 \pm 0.47$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.38 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.14 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.36 \pm 0.09$  mm and mean RNFL thickness =  $0.22 \pm 0.11$  mm; moderate stage: rim area =  $1.21 \pm 0.46$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.27 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.09 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.36 \pm 0.17$  mm and mean RNFL thickness =  $0.16 \pm 0.12$  mm; severe stage: rim area =  $0.97 \pm 0.01$  mm<sup>2</sup>, rim volume =  $0.18 \pm 0.17$  mm<sup>3</sup>, cup shape measure =  $-0.06 \pm 0.1$ , height variation contour =  $0.28 \pm 0.11$  mm and mean RNFL thickness =  $0.17 \pm 0.11$  mm). Hodapp-Parrish-Anderson (H-P-A) 's staging system includes three separate levels (early, moderate and severe) of glaucoma according to visual field defects. Each stage is additionally characterized by the values of the top five topographic parameters of the ONH.

**Conclusion:** Early diagnosis, staging and follow-up of POAG are based on both function and structure assessment. The created value intervals for the top five topographic parameters of the ONH for healthy volunteers and patients in different perimetric stages of glaucoma help and support their right classification. Patients with different level changes require different kind of treatment at different price. In this respect the acquired data is an initial step at the development of POAG staging system based on the topographic parameters of ONH obtained by HRT II.

**Key words:** primary open-angle glaucoma, topographic parameters, Heidelberg retina tomograph II, standard automated perimetry.

Офтальмология. — 2013. — Т. 10, № 3. — С. 40–45.

Поступила 25.07.13. Принята к печати 07.08.13

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) — хроническое прогрессирующее заболевание, при котором пациенты должны периодически наблюдаться на протяжении всей жизни. Диагностика глаукомы основана на классическом наборе из трех критериев: повышение внутриглазного давления (ВГД), типичные дефекты поля зрения и характерные изменения ДЗН. Показатели ВГД не могут быть использованы изолированно для выявления больных лиц, а также для определения степени тяжести заболевания из-за низкой специфичности и чувствительности [5, 20]. По-видимому, у около 90% пациентов с ВГД, превышающим средний показатель более чем на два стандартных отклонения (то есть выше 21 mm Hg), никогда не будут отмечаться глаукомные изменения, в то время как у трети и даже половины пациентов с глаукомой ВГД находится на верхней границе нормального диапазона [25] (рис. 1).

Исследование внутриглазного давления и динамика его параметров играют роль как для диагностики глазной гипертензии и классификации нормотензивной открытоугольной глаукомы, так и для мониторинга эффективности проводимой антиглауком-

ной терапии. Ранняя диагностика хронической глаукомы и определение стадии болезни базируются, прежде всего, на динамическом определении признаков оптической глаукомной нейропатии с анализом дефектов поля зрения.

Процесс обследования пациентов с глаукомой характеризуется определенной последовательностью, которая состоит из четырех разных, хронологически взаимосвязанных этапов: 1) дифференцирование больных от здоровых — диагностика; 2) категоризация пациентов в зависимости от тяжести заболевания — определение стадии болезни; 3) мониторинг направления и тяжести изменений — анализ прогресса болезни; 4) количественная оценка скорости прогрессирования (рис. 2).

Исследование поля зрения с помощью стандартной автоматизированной периметрии (САП) остается наиболее широко используемым методом для количественной оценки глаукомных изменений. Для определения стадии глаукомного процесса в последних рекомендациях Европейского общества глаукомы (EGS) утверждена функциональная классификация, разработанная Mills и соавт. и основанная на результа-



Рисунок 1. Диагноз ПОУГ.



Рисунок 2. Основные этапы исследования пациентов с подозрением на глаукому или с установленным диагнозом глаукомы.

ми линзами. Есть также ряд количественных методов визуализации, которые имеют программы анализа и собственную базу данных (HRT, OCT, GDX и т.д.). Недостатками мануальных методов являются субъективность в оценке, низкая воспроизводимость и необходимость специализированного клинического опыта [6, 11, 16, 26, 27]. Компьютерные методы развивают-

ся очень быстро и используются в повседневной клинической практике, несмотря на свою высокую стоимость. В 1960 году Armaly предложил оценку изменений ДЗН осуществлять с использованием соотношения C/D. Несмотря на большую неточность этого метода, из-за его простого применения и интерпретации, он по-прежнему широко используется в клинической практике. Таблица 2 показывает некоторые из основных систем определения стадии оптической глаукомной нейропатии.

Следует отметить, что все системы определения глаукомных структурных изменений разработаны с использованием различных топографических параметров ДЗН. В литературе лазерная ретинальная томография (HRT) признана «золотым» стандартом для морфометрической оценки диска зрительного нерва. При этом в каждом исследовании ДЗН получают воспроизводимые количественные данные о более чем двадцати его топографических особенностях. В аппарат встроена программа для установки раннего ди-

агностики

агностики

агностики

Таблица 1. Характеристика методов классификации глаукомных периметрических изменений с помощи САП

Системы классификации	Число ступеней	Диагностика	Стадия глазные дефекты	Типирование глазные дефекты	Мониторинг прогрессии	Определение глазной инвалидизации	Легкость использования	Стандартизация	Клинические тесты	Распространенность употребления
Aulhom and Karmeyer	5	—	+++	—	+/-	—	+++	—	++	++
Esterman grid	сбор 0-100	—	++	—	+/-	++	++	+++	+++	+
VF%	сбор 0-100	—	++	—	+/-	+++	++	+++	++	—
GHT	не (5 категории)	+++	—	—	—	—	+++	+++	+++	+++
H-P-A	3	++	++	—	—	—	+	+++	+++	++
AGIS	5 (сбор 0-20)	+	++	—	++	—	—	+++	+++	+/-
Bebie curve	не	—	+/-	+++	+/-	—	+++	+/-	+++	+++
TD-TP Probability map	не	+++	+	++	+	—	++	—	++	+++
GSS-GSS2	5 (6 в GSS2)	—	+++	+++	+	+/-	+++	+++	++	+/-

Примечание: VF% = visual field percent, AGIS = Advanced Glaucoma Intervention Study, TD-PD = Total and Pattern Deviation, GSS = Glaucoma staging system.

**Таблица 2.** Сравнение различных систем классификации изменений ДЗН при глаукоме

Системы классификации	Основа системы	Число ступеней	Простота применения	Коррекция в зависимости ДЗН	Воспроизводимость	Утверждение	Диагноз ранних дефектов	Изменения ДЗН	Мониторинг изменений	Широкое применение
Armaly, 1969	C/D	9	да	нет	переменная	среднее	да	нет	да	да
Read&Speth, 1974	C/D, R/D	6	да	нет	не проверяется	не проверяется	да	да	нет	да
Shiose, 1974	ширина НРП	6	нет	нет	не проверяется	не проверяется	нет	да	нет	нет
Richardson, 1978	C/D, бледность диска, поле зрения	5	да/нет	нет	не проверяется	не проверяется	да	да	нет	нет
Nesterov, 1981	C/D, истончение НРП	6	нет	нет	не проверяется	не проверяется	нет	да	нет	нет
Jonas, 1988	степень истончения НРП	5	да	нет	не проверяется	не проверяется	нет	нет	нет	нет
Spaeth, 2003	ширина самой узкой части НРП	10	да	да	да	да	да	да	да	нет
HRT	топографические характеристики	нет	да	да	хорошая	хорошая	да	да	да	да

агноза и оценки прогрессирования глаукомы. Кроме того, используя значения некоторых топографических параметров ДЗН посредством HRT II, можно осуществлять эффективное деление больных на группы по тяжести глаукомной нейропатии.

Цель работы — определение значения основных топографических параметров ДЗН, используя HRT II у здоровых добровольцев и пациентов с ПОУГ на различных стадиях периметрических изменений.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находилось 38 здоровых добровольцев (73 глаза), средний возраст составил  $56 \pm 13$  лет, в том числе 11 мужчин и 27 женщин и 90 пациентов (170 глаз) с доказанной ПОУГ, средний возраст  $66 \pm 12$  лет, 33 мужчины и 57 женщин. Все больные обследованы с помощью общепринятых клинических методов. В комплекс офтальмологического обследования включили стандартную компьютерную периметрию Humphrey field analyzer (HFA) II M745 Carl Zeiss Meditec, Dublin, California, USA) и анализ с помощью HRT II (3.1.2) (Heidelberg Engineering GmbH, Dossenheim, Germany) основных топографических параметров диска зрительного нерва: rim area (площадь нероретинального пояса), rim volume (объем нероретинального пояса), cup shape measure (форма экскавации), height variation contour (изменение высоты контура), mean RNFL thickness (средняя толщина слоя нервных волокон по краю диска).

Использовали только надежные периметрические исследования, полученные при соответствующей оптической коррекции вблизи с использованием прог-

раммы SITA Standard 30-2. Общее количество ложно положительных и ложно отрицательных результатов с потерей фиксации было  $<25\%$ . Каждому пациенту проведены две последовательные компьютерные периметрии. Лазерную ретиномографию (HRT II) осуществлял один и тот же оператор, учитывали только исследования высокого качества ( $SD \leq 30 \mu m$ ) при наилучшей центровке ДЗН. Пациентов разделили на три группы в зависимости от выраженности периметрических нарушений (ранние, средние, тяжелые) с помощью классификации H-P-A. У каждого пациента обследовали оба глаза и включали их в соответствующую группу. Статистические данные представлены в таблице 3.

Критерием включения больных в исследование было наличие первичной открытоугольной глаукомы, подтвержденной в соответствии с последними рекомендациям EGS [14]. Основными критериями для отбора здоровых добровольцев служили показатели ВГД  $<21 mmHg$  для обоих глаз, наличие нормальной картины ДЗН и периметрии (Glaucoma Hemifield Test — within normal limits,  $P > 0.05$  за MD и PSD), поскольку наличие наклона ДЗН, друз диска зрительного нерва, колобомы и ямки ДЗН вызывает периметрические дефекты и мешает точной оценке ДЗН. Кроме того, из исследования исключены те, у кого имелись максимальная острота зрения с коррекцией (BCVA)  $\leq 20/40$ , сферические нарушения рефракции,  $<5 D$  аметропия и цилиндр  $<2.5 D$ , другие заболевания глазных структур, сетчатки, зрительного нерва (кроме ПОУГ) и сопутствующая неврологическая патология, которая может привести к изменениям поля зрения.

**Таблица 3.** Демографические характеристики здоровых добровольцев и больных с ПОУГ, с учетом деления на три группы, в зависимости от периметрических данных

Характеристики	Здоровые	Ранние изменения	Средние изменения	Тяжелые изменения
Количество глаз	73	112	20	46
Количество людей	38	64	18	37
Число мужчин	11	22	3	14
Число женщин	27	42	15	23
Средний возраст	56±13	66±12	68±12	67±12

**Таблица 4.** Значения основных топографических параметров, характеризующих три различных этапа структурных изменений ПОУГ

Топографические параметры	Здоровые	Ранние изменения	Средние изменения	Тяжелые изменения
Disc area	2,23±0,38	2,26±0,33	2,29±0,32	2,28±0,33
Rim area	1,68±0,22	1,52±0,47	1,21±0,46	0,97±0,01
Rim volume	0,44±0,07	0,38±0,17	0,27±0,17	0,18±0,17
Cup shape measurement	-0,2±0,06	-0,14±0,10	-0,09±0,10	-0,06±0,10
Height variation contour	0,38±0,08	0,36±0,09	0,36±0,17	0,28±0,11
Mean RNFL thickness	0,24±0,03	0,22±0,11	0,16±0,12	0,17±0,11

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Определены значения основных топографических параметров ДЗН у здоровых добровольцев и пациентов с ПОУГ в различных стадиях периметрических изменений. Н-Р-А периметрическая классификация включает в себя три стадии глаукомы: начальную, развитую и далеко зашедшую, каждая из которых характеризуется определенными топографическими параметрами. Распределение по трем группам отражает степень глаукомной оптической нейропатии, сопровождаемой конкретным функциональным дефицитом. Диапазон изученных топографических параметров представлен в таблице 4.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В большинстве случаев прогноз глаукомы и ее течение зависят от стадии болезни. Различные системы определения стадии заболевания имеют разные цели. Например, некоторые из них предназначены для простой и быстрой категоризации пациентов в клинически значимые группы, такие как: без изменений, с ранними, умеренными или тяжелыми изменениями. Такой является классификация Н-Р-А, которая официально принята в последних рекомендациях EGS [14]. Эта и другие подобные классификации, однако, недо-

статочно учитывают некоторые определенные клинически значимые изменения, которые могут быть пропущены. С другой стороны, клинически незначительные изменения могут иметь большое значение. В двух крупных рандомизированных клинических исследованиях глаукомы — Advanced Glaucoma Intervention Study и Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study использованы системы классификации, имеющие 20 степеней [3, 29]. Эти системы разработаны так, что они помогают обнаружить изменения, которые имеют важное значение для клинической практики. Чем больше степеней существует в одной системе, тем выше ее чувствительность. Однако чрезмерное использование такой классификации приводит к ситуации, в которой определение стадии болезни становится бесполезным, потому что границы отдельных этапов невозможно различить. В этом смысле, такие системы, как Armaly [7], которая имеет 11 этапов, представляют собой идеальный баланс между количеством стадий, которые, с одной стороны, хотя и находятся достаточно близко друг к другу, но можно разграничить клинически значимую динамику, с другой стороны, в стадиях достаточно различий, чтобы описать наступившие изменения.

При определении стадии глаукомных изменений в конкурентные отношения вступают структурные и функциональные методы диагностики — ситуация, аналогичная той, что возникает при ранней диагностике заболевания. В связи с тем, что структурные изменения развиваются раньше, чем периметрические при так называемой препериметрической глаукоме, имеется необходимость иметь надежную систему для определения стадии изменений ДЗН и ее динамики в ходе болезни. Такая система была предложена Spaeth в 1981 году и называется Disk Damage Likelihood Scale (DDL). Сначала было только пять отдельных стадий, но в последней редакции их стало в два раза больше [7, 12, 23]. DDL построена на основе исследования степени истончения нейроретинального пояса (НПП) с учетом размера ДЗН. Некоторые из недостатков такого подхода заключаются в том, что в оценку не включается участок истончения НПП. Кроме того, когда дефект является диффузным, он может быть менее заметным, а, следовательно, не приниматься в рассмотрение. Помимо этого, несмотря на относительно хорошую воспроизводимость результатов, субъективность оценки может играть большую роль. Samraole-si в 2003 году стал использовать современные диагностические устройства, позволяющие получать количественные данные и разработал систему для определения стадии изменений ДЗН при глаукоме на основе топографических параметров, полученных с помощью HRT. Этим сделан значительный шаг в направлении использования новых, более воспроизводимых методов классификации структурных изменений при гла-

укоме. Различные исследователи показали, что отслеживание изменений ДЗН при глаукоме может быть успешно реализовано за счет использования морфометрических параметров, характеризующих состояние ДЗН и окружающих его структур с помощью HRT II [1, 2]. Наше исследование использует именно такой подход при определении стадии изменений ДЗН при глаукоме, а именно, путем представления данных о диапазоне отдельных топографических параметров на разных стадиях глаукомного процесса.

## Выводы

Ранняя диагностика, определение стадии и контроль за прогрессированием ПОУГ основаны на данных функциональных и структурных исследований. Определение диапазона вариации основных топографиче-

ских параметров ДЗН у здоровых добровольцев и у пациентов с различными стадиями периметрической глаукомы, способствует более точному установлению стадии болезни. Пациенты, в зависимости от стадии глаукомы, требуют специальных видов лечения, имеющих различную стоимость. В связи с этим полученные результаты являются первым шагом на пути к созданию единой системы для определения стадии ПОУГ на основе топографических изменений ДЗН, выявленных с помощью HRT II. Одновременное применение структурных и функциональных систем для определения стадии течения глаукомы позволяет получить более полное представление об изменениях, происходящих на фоне глаукомы у каждого пациента. Это способствует более точному определению целевого ВГД и совершенствованию терапевтических подходов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куроедов АВ, Городничий ВВ, Огородникова ВЮ, Цалкина ЕБ, Эркенова АА. Морфометрические характеристики прогрессирования перипапиллярной атрофии у пациентов с различными формами открытоугольной глаукомы// Клини. Офтальмол – 2010-3:76-9.
2. Куроедов АВ, Романенко ИА. Изменения диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой при продолжительном динамическом наблюдении, определяемых при помощи компьютерной ретинотомографии// Офтальмол. Вестник – 2010-2:4-10.
3. Advanced Glaucoma Intervention Study// 2. Visual field test scoring and reliability// Ophthalmology – 1994-101:1445-55.
4. Anderson DR, Caprioli J. The optic nerve in glaucoma, in Jaeger E (ed): Duanes Clinical Ophthalmology, Vol 3. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1995. chap 48.
5. Armaly MF, Krueger DE, Maunder L, et al. Biostatistical analysis of the collaborative glaucoma study. I. Summary report of the risk factors for glaucomatous visual-field defects// Arch Ophthalmol – 1980; 98:2163-71.
6. Armaly MF. The optic cup in the normal eye. I. Cup width, depth, vessel displacement, ocular tension and outflow facility// Am J Ophthalmol 1969; 68:401-7.
7. Bayer A, Harasymowycz P, Henderer JD, et al. Validity of a new disk grading scale for estimating glaucomatous damage: correlation with visual field damage// Am J Ophthalmol 2002; 133:758-63.
8. Bebie H, Flammer J, Bebie T. The cumulative defect curve: separation of local and diffuse components of visual field damage. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol// 1989; 227:9-12.
9. Bonomi L, Marraffa M, Marchini G, et al. Perimetric defects after a single acute angle-closure glaucoma attack. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol// 1999; 237:908-14.
10. Chandler PA, Grant WM. Lectures on glaucoma. Philadelphia, Lea & Febiger: 1965; 431.
11. Drasdo N, Peaston WC. Sampling systems for visual field assessment and computerised perimetry// Br J Ophthalmol 1980; 64:705-12.
12. Eid TM, Spaeth GL, Bitterman A, et al. Rate and amount of visual loss in 102 patients with open-angle glaucoma followed up for at least 15 years// Ophthalmology 2003; 110:900-7.
13. Esterman B: Grid for scoring visual fields. I. Tangent screen// Arch Ophthalmol 1967; 77:780-6.
14. European Glaucoma Society. Terminology and Guidelines for Glaucoma. Savona, Italy, 11th Edn, 2008 (www.eugs.org).
15. Feiner L, Piltz-Seymour JR. Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: a summary of results to date// Curr Opin Ophthalmol 2003; 14:106-11.
16. Feuer WJ, Parrish RK, Schiffman JC, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: reproducibility of cup/disk ratio measurements over time at an optic disc reading center// Am J Ophthalmol 2002; 133:19-28.
17. Fuchs E, Duane A. Text-book of Ophthalmology. New York, D. Appleton and Co – 1892; 788.
18. Gandolfo E, Di Lorenzo G, Facino M, et al. Visual field and invalidity, in Mills RP (ed): Perimetry Update 1992/93. Amsterdam/NewYork, Kugler Publications: 1993; 497-501.
19. Gandolfo E, Zingirian M, Capris P. A new proposal for classification and quantification of visual disability, in Mills RP, Heijl A (eds): Perimetry Update 1990/91. Amsterdam/New York, Kugler Publications: 1991; 545-9.
20. Gramer E, Althaus G. Quantification and progression of the visual field defect in glaucoma without hypertension, glaucoma simplex and pigmentary glaucoma. A clinical study with the Delta Program of the 201 Octopus perimeter// Klin Monatsbl Augenheilkd 1987; 191:184-98.
21. Greve EL: Performance of computer assisted perimeters// Doc Ophthalmol – 1982; 53:343-80.
22. Heijl A, Lindgren G, Lindgren A, et al. Extended empirical statistical package for evaluation of single and multiple fields in glaucoma, in Mills RP, Heijl A (eds): Perimetry Update 1990/91. Amsterdam/New York, Kugler & Ghedini Publications: 1991; 303-15.
23. Henderer JD, Liu C, Kesen M, et al. Reliability of the disk damage likelihood scale// Am J Ophthalmol – 2003; 135:44-8.
24. Hodapp E, Parrish RK II, Anderson DR. Clinical decisions in glaucoma. St. Louis, The C. V. Mosby Co.: 1993; 52-61.
25. Hollows FC, Graham PA. Intra-ocular pressure, glaucoma, and glaucoma suspects in a defined population// Br J Ophthalmol – 1966; 50:570-86.
26. Jonas JB, Gusek GC, Naumann GO. Optic disc morphometry in chronic primary open-angle glaucoma. II. Correlation of the intrapapillary morphometric data to visual field indices// Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol – 1988; 226:531-8.
27. Lichter PR. Variability of expert observers in evaluating the optic disc// Trans Am Ophthalmol Soc – 1976; 74:532-72.
28. Morescalchi F, Gandolfo E, Gandolfo F, Quaranta L, Capris P. A new scoring program for quantification of the binocular visual field, in Henson DB, Wall M (eds): Perimetry Update 2002/2003. The Hague, The Netherlands, Kugler Publications: 2004; 21-7.
29. Musch DC, Lichter PR, Guire KE, et al: The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study: study design, methods, and baseline characteristics of enrolled patients// Ophthalmology – 1999; 106:653-62.