В помощь практическому врачу

УДК 617.7-007.681:617.754-072.7

Автоматизированная статическая компьютерная периметрия в диагностике нарушений поля зрения при глаукоме

С. Б. Слободяник, канд. мед. наук

ГУ "Институт глазных болезней и тканевой терапии им. В. П. Филатова НАМН Украины";
Одесса (Украина)

E-mail: svsvet@gmail.com

Прогрессирующая оптическая нейропатия при глаукоме приводит к развитию характерных дефектов поля зрения, что обусловливает важность тщательного исследования поля зрения у больных глаукомой наряду с мониторингом уровня внутриглазного давления и состояния диска зрительного нерва. С появлением автоматизированной компьютерной периметрии точность количественной оценки поля зрения существенно возросла, упростился процесс исследования и оценки результатов, а встроенные в периметры статистические программы позволили выявлять минимальные нарушения поля зрения и определять их вероятную динамику с течением времени.

В статье на примере анализатора поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer (Carl Zeiss) описаны основные принципы стандартной автоматизированной компьютерной периметрии, варианты представления и интерпретации результатов исследования. Рассмотрены критерии надежности исследования, количественные показатели оценки поля зрения (MD, PSD, VFI) и их практическое применение для диагностики периметрических нарушений при глаукоме. Также описаны характерные виды нарушений поля зрения при глаукоме и результаты использования "Управляемого анализа прогрессирования" (GPA) для мониторинга состояния поля зрения с течением времени и идентификации статистически значимого его ухудшения.

Ключевые слова:
автоматизированная компьютерная периметрия, Humphrey, глаукома

Повышенное внутриглазное давление при глаукоме приводит к медленной дегенерации ганглиозных клеток сетчатки, повреждению зрительного нерва и слоя нервных волокон, в результате чего развивается прогрессирующая оптическая нейропатия с характерными дефектами поля зрения. Поэтому для диагностики глаукомы и мониторинга ее течения важно учитывать не только уровень внутриглазного давления, но и данные о состоянии диска зрительного нерва и поля зрения [1-5, 8, 24]. Особую значимость диагностика состояния зрительного нерва приобретает в случаях глаукомы с низким давлением.

О нарушениях поля зрения при глаукоме известно с середины XIX века. В 1869 году Ландсберг описал у больного с глаукомой скотому в виде "кометы". В 1889 г. Бьеррум (Bjerrum) с помощью предложенного им тангенциального экрана (кампиметра) для исследования центрального поля зрения выявил дугообразную скотому, которая и по сей день называется скотомой Бьеррума. В 1909 году Rönne установил, что кометоподобная скотома Ландсберга резко обрывается на горизонтальном шве. В 1914 г. Зейдель (Seidel) описал вертикальное расширение слепого пятна. В 1927 году Трекуэр (Traquair) и Петер (Peter) независимо друг от друга сообщили, что первичными дефектами поля зрения при глаукоме чаще всего являются небольшие локальные парацентральные скотомы, расположенные выше и ниже слепого пятна, которые в процессе развития болезни постепенно сливаются с ним [17, 19, 21].

С появлением автоматизированной компьютерной периметрии точность измерения поля зрения значительно повысилась, упростился процесс исследования и оценка результатов. А встроенные в компьютерные периметры статистические программы позволили выявлять и количественно оценивать минимальные нарушения поля зрения на самых ранних стадиях глаукомы, что было недоступно при традиционной периметрии. Кроме того, появилась возможность определять динамику этих нарушений с течением времени и даже с определенной долей вероятности прогнозировать развитие глаукомной оптической нейропатии на ближайшие 3-5 лет [1, 7, 10, 16, 21].

История автоматизированной компьютерной периметрии берет свое начало с исследований швейцарского офтальмолога F. Fankhauser в 1958 г. [10, 23], на осно-

© Слободяник С.Б., 2019

ве разработок которого в 1975 г. фирмой INTERZEAG был создан первый автоматизированный периметр Octopus-201. В 1985 г. для периметра Octopus была разработана программа «Глаукома-1» (G-1) для исследования центрального поля зрения в пределах 30°, а в 1987 году аналогичные "глаукомные" программы («30-2» и «24-2») были созданы для другого компьютерного периметра – анализатора поля зрения Humphrey [4, 23].

В настоящее время, несмотря на большое разнообразие компьютерных периметров, только два из них – анализатор поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II (Carl Zeiss, Германия – США) и периметр Octopus (HAAG STREIT, Швейцария) признаны периметрами экспертного класса. Выполненная с их помощью статическая периметрия называется стандартной автоматизированной периметрией и является «золотым стандартом» в оценке состояния поля зрения при глаукоме [1, 4, 12].

I. Основные принципы автоматизированной компьютерной периметрии

В основе автоматизированной компьютерной периметрии лежит техника определения дифференциальной световой (или светоразличительной) чувствительности глаза. Дифференциальная световая чувствительность (Differential Light Sensitivity – DLS) определяется как порог восприятия глазом светового тест-объекта определенной яркости по отношению к фону, на котором этот тест-объект предъявляется. Яркость фона поддерживается постоянной, тогда как яркость тест-объекта в процессе исследования изменяется в диапазоне от 0,08 до 10 000 апостильб. Яркость фона в большинстве периметров составляет 31,5 апостильб – это минимально необходимый уровень для работы фотопического (колбочкового) зрения. Для исследования центрального поля зрения фотопические условия считаются более предпочтительными, так как способность видеть в большей степени зависит от восприятия контраста, чем от абсолютной яркости, как это происходит при палочковом (сумеречном) зрении [13-15].

Единицей измерения дифференциальной световой чувствительности и, соответственно, количественной оценки автоматизированной периметрии, является децибел (dB). Этот показатель обратно пропорционален яркости тест-объекта и характеризует световую чувствительность сетчатки.

Световая чувствительность человеческого глаза и, следовательно, пороговая яркость предъявляемого стимула изменяются в очень широких пределах – от 0,1 до 10 000 asb. Использование такого широкого размаха измерений на практике оказалось неудобным, поэтому для упрощения трактовки результатов была предложена логарифмическая шкала, на которой максимальный уровень световой чувствительности соответствовал минимальной яркости стимула, воспринимаемой глазом, а каждый шаг логарифмической шкалы значений световой чувствительности (СЧ) был увеличен на порядок и введена единица измерения децибел. Так появилась периметрическая шкала измерения дифференциальной СЧ с размахом значений от 0 до 50 db, что соответствовало изменению яркости тест-объекта периметра от 10 000 до 0,1 asb. (рис. 1) [13, 20].

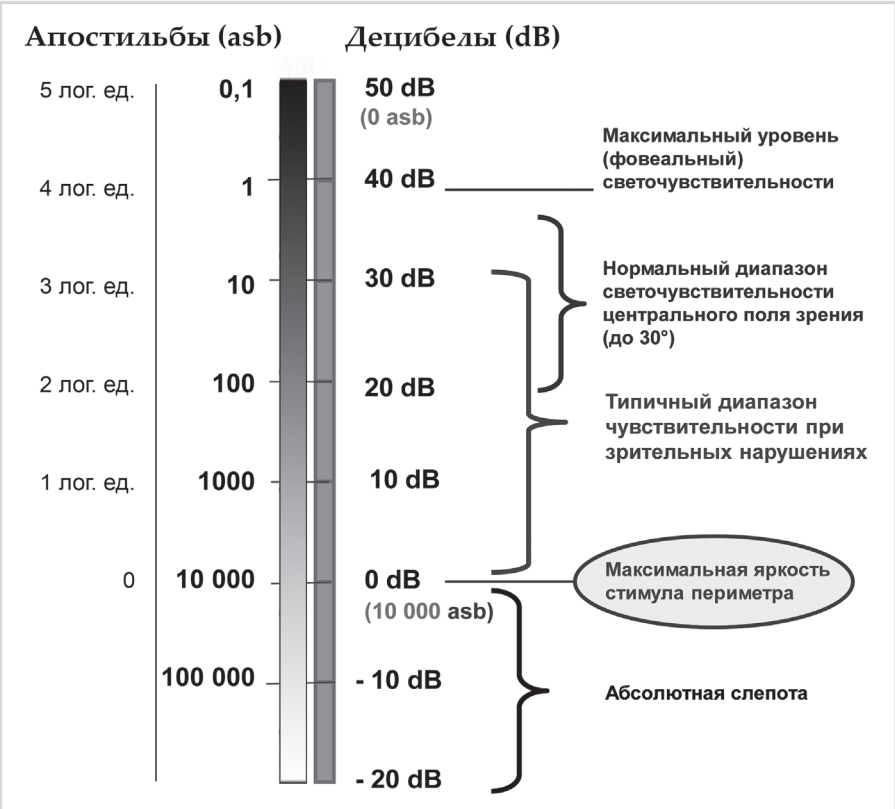

Рис. 1. Соотношение величин яркости тестового стимула в апостильбах (asb) и показателя дифференциальной световой чувствительности (Differential Light Sensitivity – DLS) в децибелах (dB) в анализаторе поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II [13].

II. Диагностика нарушений поля зрения при глаукоме на периметре Humphrey.

Для диагностики глаукомных изменений анализатор поля зрения Humphrey предлагает две основные пороговые программы исследования центрального поля зрения: Central "24-2" (в пределах центральных 24° – 52 тестовые точки) и Central "30-2" (в пределах 30° – 76 тестовых точек) [14].

Ведущим алгоритмом исследования (порядка предъявления тест-объектов) является разработанный шведскими учёными ускоренный алгоритм SITA (Swedish Interactive Threshold Algorithm), который позволил существенно (до 6–9 мин) сократить время исследования одного глаза по сравнению с предыдущими программами (20-30 мин), вследствие чего снизилось количество ошибок, связанных с утомлением и ослаблением внимания пациента, и повысилась достоверность результатов [1, 4, 14].

После окончания исследования его результаты выводятся на распечатку, вид которой выбирает исследователь из предлагаемых прибором вариантов. При глаукоме предпочтение отдается распечатке "Анализ отдельного поля" (Single Field Analysis), на которую выводятся количественные показатели изменения поля зрения по результатам выполнения статистического анализа встроенной в прибор программой STATPAC [1, 14, 18, 22].

Распечатка "Анализ отдельного поля" (Single Field Analysis) (рис. 2).

На данной распечатке результаты исследования отображаются в двух вариантах: 1) графическом – в полутонах серого цвета (Graytone) – для визуальной оценки поля зрения (рис. 2 В) и 2) цифровом (Numeric), отражающем абсолютные значения светочувствительности в каждой исследуемой точке (рис. 2 Б). Кроме того, в нижней части распечатки в виде двух парных

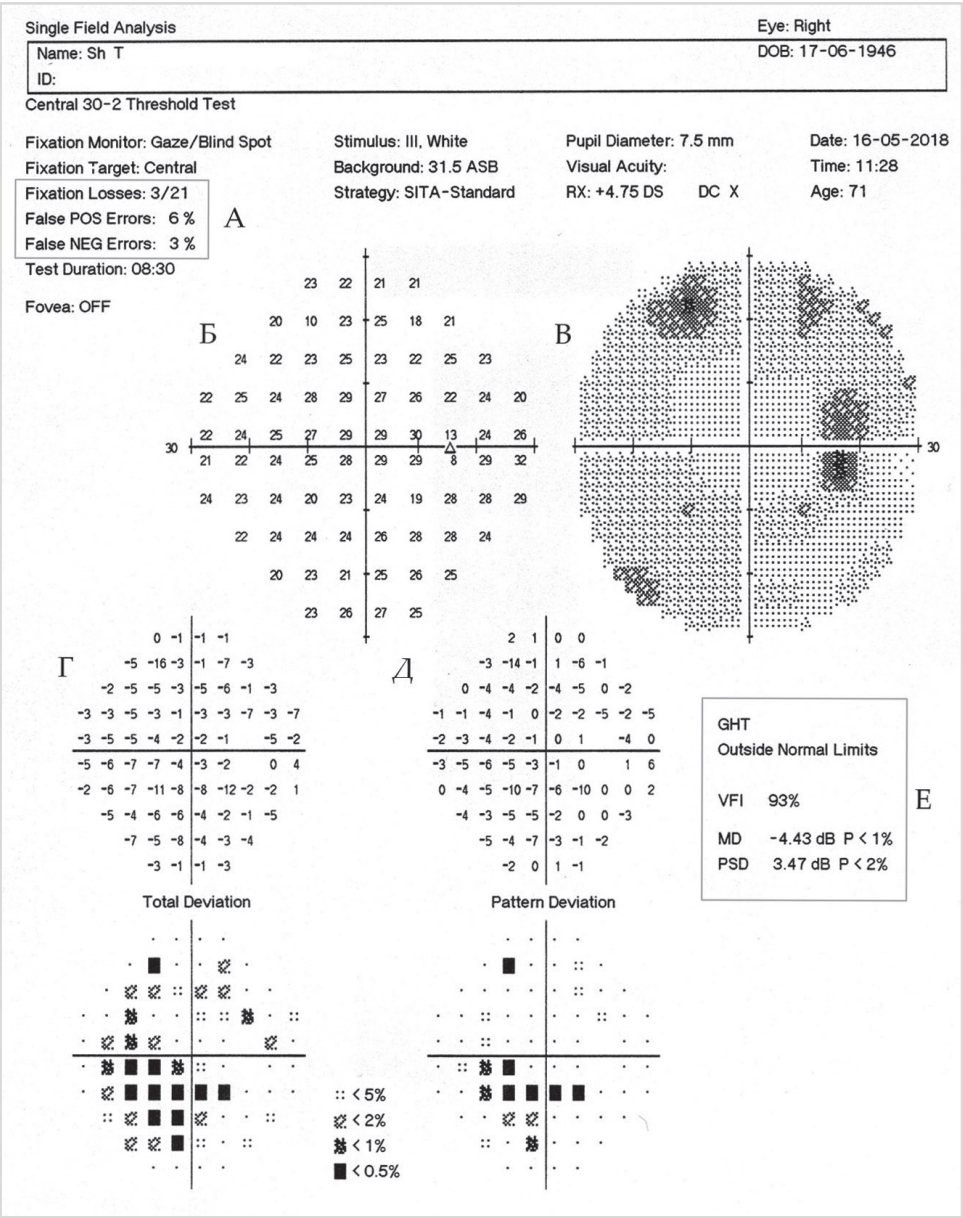

Рис. 2. Поле зрения пациентки Ш., 71 год, с первичной открытоугольной I А глаукомой. Определяется локальное снижение светоразличительной чувствительности в нижне-назальном квадранте поля зрения с тенденцией к формированию дугообразной скотомы.

схем – в цифровом и графическом форматах – представлены данные статистического анализа полученных результатов программой STATPAC. Первая пара схем называется "Графиком общего отклонения" (Total Deviation) (рис. 2 Г). Верхний график представляет сетку числовых значений разницы светочувствительности (в dB) между данными пациента и возрастной нормой в каждой исследуемой точке поля зрения. На нижнем графике, который называется графиком вероятности (Probability Plot), в символьной форме отображается вероятность встречаемости выявленных отклонений на верхнем графике в норме. Более темные символы указывают на более высокую вероятность патологии. Например, черный квадратик и значение <0,5% указывает, что полученное в данной точке значение светочувствительности встречается менее, чем у 0,5% здоровых лиц и, следовательно, в 99,5% случаев указывает на патологию.

Вторая пара схем – "График отклонения паттерна" или "График локальных дефектов" («Pattern Deviation Plot») – имеет важное значение для диагностики локальных нарушений поля зрения (рис. 2 Д). При формировании данного графика программное обеспечение периметра автоматически исключает влияние диффузного снижения светочувствительности вследствие нарушения прозрачности оптических сред глаза (например, при катаракте), высоких аномалий рефракции, очень узкого или широкого зрачка, которые могут маскировать подлежащие локальные дефекты. Это позволяет выделить минимальные локальные дефекты, играющие важную роль в ранней диагностике глаукомы. Аналогично "Графику общего отклонения" (Total Deviation) "График отклонения паттерна" также представлен в цифровом и графическом форматах.

Одним из основных показателей, на основании которого судят о возможно глаукомном характере выявленных нарушений поля зрения, является результат *"Глаукомного полуполевого теста" (GHT - Glaucoma Hemifield Test)*. Тест основан на факте асимметричного нарушения поля зрения при глаукоме и реализуется путем сравнения пяти отдельных зон верхнего поля зрения с их зеркальным отражением в нижней половине (рис. 3). В норме световая чувствительность обеих половин поля зрения практически одинакова, тогда как при глаукоме в одной из половин она обычно локально снижается [6, 13, 14].

По результатам сравнения световой чувствительности в парных зонах на распечатку выводится одно из следующих GHT-заключений: "В пределах нормы" (Within Normal Limits), "За пределами нормы" (Outside Normal Limits), "Пограничный " (Borderline) (рис. 2 Е). Иногда при нарушении прозрачности оптических сред, некорригированных аномалиях рефракции либо при диффузном поражении сетчатки и зрительного нерва GHT-заключение сообщает об общем угнетении световой чувствительности (General Reduction of Sensitivity). В редких случаях при неправильном выполнении пациентом теста (при значительном количестве ложно-положительных ошибок) в GHT-заключении выводится сообщение об «Аномально высокой чувствительности» (Abnormal High Sensitivity).

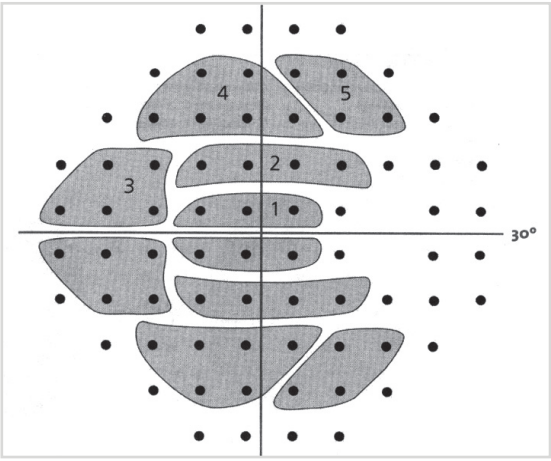

Рис. 3. "Глаукомный полуполевой тест" (GHT - Glaucoma Hemifield Test) основан на сравнении пяти зон верхнего поля зрения с их зеркальным отражением в нижней половине поля зрения [6, 13].

Количественными показателями оценки глубины дефектов поля зрения являются глобальные индексы: MD (Mean Deviation), PSD (Pattern Standart Deviation) и "Индекс поля зрения" (VFI – Visual Field Index) (рис. 2 Е).

Показатель MD (Mean Deviation) – среднее отклонение – является обобщающим количественным показателем "Графика общего отклонения" (Total Deviation) и представляет собой среднее отклонение от возрастной нормы суммарной световой чувствительности пациента. Отрицательное значение MD указывает, что суммарная светочувствительность ниже нормы. Если величина MD существенно отличается от нормы, рядом с ней указывается значение вероятности ее встречаемости в норме (P).

Индекс PSD (Pattern Standard Deviation) – "Отклонение стандартного паттерна" или "Интегральный показатель локальных дефектов" – формируется по данным "Графика локальных дефектов" и указывает на наличие в поле зрения локальных нарушений. Значение PSD всегда положительное, его статистическая значимость выражается так же, как и для показателя MD.

Показатель *"Индекс поля зрения" (VFI – Visual Field Index)* был введен в статистический пакет STATPAC анализатора поля зрения Humphrey Bengtsson B. и Heijl A. в 2008 г. [7, 9, 14]. для оценки скорости прогрессирования глаукомы. Для расчета VFI полученные значения светочувствительности в каждой тестовой точке выражаются в процентах от значения нормальных показателей здоровых лиц того же возраста и рассчитывается VFI как взвешенное среднее всех полученных значений точек тестового паттерна

с вероятностью отклонения от нормы <5%. Значение VFI=100% указывает на то, что во всех тестовых точках световая чувствительность находится в пределах нормы. При появлении точек со сниженной световой чувствительностью соответственно будет снижаться и значение VFI.

Несколько слов следует сказать об оценке надежности и достоверности результатов исследования, при игнорировании которой возможны неправильная интерпретация полученных данных и, как следствие, ошибки диагностики.

Прежде всего следует обратить внимание, что исследование центрального поля зрения (в пределах 30°) всегда должно выполняться с оптимальной коррекцией аметропии для близи. Игнорирование этого требования может приводить к появлению в поле зрения ложных дефектов и, как следствие, к гипердиагностике. Расчет силы корригирующих стекол выполняется прибором автоматически на основе данных рефракции пациента. Отметка о величине корригирующих стекол указывается в шапке распечатки результатов (рис. 2).

Еще одним критерием надежности результатов исследования является число ложно-положительных (False-POS) и ложно-отрицательных (False-NEG) ошибок (рис. 2 А). Ложно-положительные ошибки регистрируются в случае, когда пациент отмечает стимул в его отсутствие; ложно-отрицательные ошибки – когда пациент не реагирует на стимул более высокой яркости в точке, где до этого он отметил стимул более низкой яркости. Число ложно-положительных ошибок не должно превышать 15%, ложно-отрицательных – 20%, в противном случае полученные данные имеют низкую достоверность [14, 18, 22].

Известно, что картина глаукоматозных дефектов поля зрения топографически соответствует ходу нервных волокон в сетчатке. Волокна височной и большей части назальной сетчатки следуют к диску зрительного нерва, дугообразно огибая макулу, и лишь небольшое число аксонов ганглиозных клеток назальной части макулы имеет радиальный ход. Верхние и нижние нервные волокна разделены горизонтальным швом, простирающимся от желтого пятна до крайней периферии сетчатки. Повреждение отдельных пучков нервных волокон, как правило, на верхних и нижних полюсах диска, приводит к типичным глаукоматозным нарушениям поля зрения в виде парацентральных дефектов, назальной ступеньки, дугообразных скотом, височных секторальных дефектов. В случае диффузного повреждения нервных волокон светочувствительность поля зрения снижается также диффузно [8, 13, 21].

Наиболее ранние нарушения поля зрения при глаукоме могут проявляться асимметрией светочувствительности между двумя глазами при абсолютно нормальных значениях всех количественных периметрических показателей (GHT, MD, PSD, VFI) на каждом глазу. В этих случаях для правильной интерпретации результатов следует учитывать не только асимметрию значений показателей MD и PSD, но и всю совокупность клинических данных, включая уровень внутриглазного давления, офтальмоскопическую картину ДЗН и данные оптической когерентной томографии [8].

Иногда нарушения поля зрения при глаукоме проявляются в виде генерализованной диффузной депрессии. Так как диффузное снижение светочувствительности может быть вызвано помутнением оптических сред, высокой аметропией, очень узким или широким зрачком, только после исключения у пациента этих факторов можно рассматривать выявленные нарушения поля зрения как следствие диффузного глаукоматозного повреждения зрительного нерва [8, 13].

Типичные дефекты поля зрения при глаукоме характеризуются разной степени выраженности асимметричностью светочувствительности верхнего и нижнего полуполей относительно горизонтального меридиана. В этих случаях на распечатке результатов исследования "Анализ отдельного поля" (Single Field Analysis) выводятся заключение глаукомного полуполевого теста (GHT) – "Пограничный" (Borderline) или "За пределами нормы" (Outside Normal Limits). Как пример, на рис. 2 представлено поле зрения пациентки Ш., 71 года с первичной открытоугольной стабилизированной I А глаукомой, в котором определяется локальное снижение светоразличительной чувствительности в нижне-назальном квадранте поля зрения с тенденцией к формированию дугообразной скотомы; полуполевой глаукомный тест (GHT) за пределами нормы (Outside Normal Limits).

При частичной экскавации ДЗН поражение нервных волокон имеет небольшую протяженность, в результате чего в поле зрения образуется дефект в виде парацентральной скотомы с наиболее частой её локализацией в назальном полуполе [8, 13].

Если разница в световой чувствительности между верхней и нижней половинами назального поля зрения резко выражена и разграничена горизонтальным меридианом, возникает дефект, называемый «назальная ступенька» (см. рис. 4 А).

Когда экскавация диска зрительного нерва достигает края диска, она приводит к потере всех нервных волокон сетчатки соответственно экскавации. В этом случае в поле зрения регистрируется глубокий дугообразный дефект (скотома Бьеррума), связанный со слепым пятном. Дугообразная скотома обычно огибает точку фиксации и с назальной стороны резко обрывается у горизонтального меридиана, соответствующего височному шву сетчатки. Распространение экскавации ДЗН на оба его полюса приводит к развитию двойной (верхней и нижней) дугообразной скотомы.

С развитием глаукомной оптической нейропатии возрастает количество погибших нервных волокон и, соответственно, расширяется площадь и глубина нарушений поля зрения. Возникают полный дефект пучков нервных волокон, переходящий в альтудинальный дефект и глубокую депрессию всего поля зрения. Из

редких нарушений поля зрения при глаукоме следует упомянуть о височном клиновидном дефекте, который регистрируется лишь в 3% случаев [8, 13].

Ни один из дефектов поля зрения, которые могут возникнуть при глаукоме, не является 100% специфичным для этого заболевания. Причиной появления подобных дефектов может быть любое повреждение зрительного нерва. Поэтому только комплексная оценка всех клинических данных пациента – уровня внутриглазного давления, офтальмоскопической картины ДЗН, данных ОКТ, семейного анамнеза и прочих факторов риска – может подтвердить глаукомную природу выявленных нарушений поля зрения. Как сообщают Choplin N.T. с соавт. [8], чаще всего указывают на глаукому такие дефекты поля зрения, как дугообразная скотома (90%), назальная ступенька (54%), парацентральные дефекты (41%), дугообразное расширение слепого пятна (30%).

Управляемый анализ прогрессирования (Guided Progression Analysis – GPA) (рис. 4).

Для динамического наблюдения за состоянием поля зрения у глаукомных больных, выявления и количественной оценки статистически значимого его ухудшения в случае прогрессирования оптической нейропатии анализатор поля зрения Humphrey располагает специальной программой "Управляемый анализ прогрессирования" или GPA-анализ (Guided Progression Analysis), работа которой базируется на сравнительном анализе как минимум трех последовательных исследований центрального поля зрения (тесты Central-24 и Central-30 SITA Standard). Программа была разработана на основании обширных многоцентровых клинических исследований, проведенных в медицинских центрах Северной Америки, Европы и Азии [14].

GPA-анализ состоит из двух частей – Анализа событий (Event Analysis) и Анализа тенденций (Trend Analysis).

Анализ событий (Event Analysis) отражает существующую на момент последнего исследования пациента картину динамики его поля зрения и основан на выявлении статистически значимых различий светочувствительности в каждой точке графика локальных дефектов (Pattern Deviation Plot) между последовательными исследованиями с построением графика вероятности анализа прогрессирования (Progression Analysis Probability Plot) (рис. 4А). Значимое изменение светочувствительности в той или иной тестовой точке обозначается на графике символами в виде треугольников; наполовину заштрихованный и полностью заштрихованный треугольник указывает на статистически значимое ухудшение в этой точке, соответственно, в двух и трех последовательных исследованиях (рис. 4). По результатам анализа под графиком выводится одно из заключений – "Прогрессирование отсутствует" ("No progression detected"), "Возможное прогрессирование" ("Possible Progression") или "Вероятно прогрессирование" ("Likely Progression").

Анализ тенденций (Trend Analysis) определяет текущие тенденции динамики изменений поля зрения у пациента на ближайшие 3-5 лет и выполняется на основе регрессионного анализа Индекса поля зрения (VFI) пяти и более последовательных исследований. Значения VFI располагаются на графике в соответствии с количественной оценкой скорости прогрессирования и создают визуальную картину тенденции прогрессирования (рис. 4Б).

В качестве примера на рис. 4 представлено итоговое заключение по GPA-анализу пациентки К., 56 лет с первичной открытоугольной II В глаукомой за период с 2014 по 2018 гг. Первое исследование поля зрения, проведенное 19.08.2014 года, не выявило существенных нарушений, кроме небольшой зоны легкой депрессии в назальной половине; GHT – "В пределах нормы" (Within Normal Limits), MD = -1,59 db, PSD = 2,21 dB, VFI = 98%. При повторном исследовании через год (07.05.2015 г.) состояние поля зрения оставалось стабильным (MD = -0,68 db, PSD = 2,16 dB, VFI = 98%), за исключением данных GHT –"Пограничный" (Borderline). В последующие два года изменения поля зрения также отсутствовали, пациентка находилась под медикаментозной коррекцией ВГД. При последнем обращении 07.06.2018 г. было выявлено резкое локальное снижение светочувствительности в верхне-назальном квадранте с формированием глубокого дефекта по типу "назальной ступеньки", переходящего в дугообразную скотому; также значительно ухудшились данные глобальных показателей: MD = -4,15 db, PSD = 9,31 dB, VFI = 87%. Ухудшение поля зрения подтверждается графиком анализа вероятности прогрессирования (Progression Analysis Probability Plot) и линией регрессии индекса поля зрения VFI. Заключение по GPA-анализу – Possible Progression (Возможно прогрессирование).

Заключение

Современная автоматизированная компьютерная статическая периметрия, выполненная на периметре экспертного класса Humphrey Visual Field Analyzer и признанная "золотым стандартом периметрии" в оценке поля зрения при глаукоме, позволяет выявлять и количественно оценивать нарушения поля зрения, включая минимальные его изменения на самых ранних стадиях заболевания.

Программный модуль "Управляемый анализ прогрессирования" (GPA) анализатора поля Humphrey предоставляет возможности для динамического наблюдения за состоянием полей зрения у пациентов с глаукомой с идентификацией и количественной оцен-

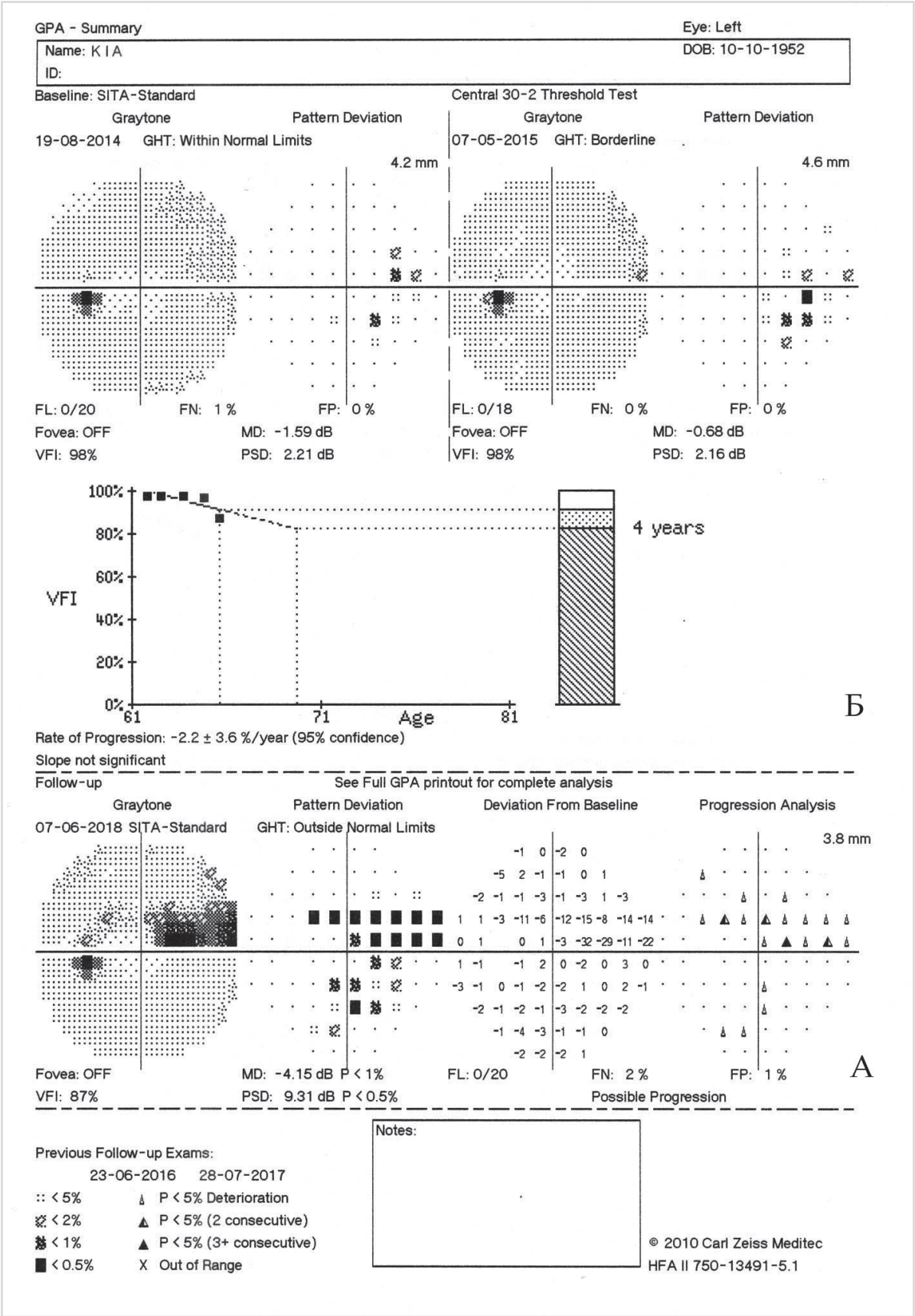

Рис. 4. Суммарное заключение по GPA-анализу пациентки К., 56 лет с первичной открытоугольной II В глаукомой левого глаза за период с 2014 по 2018 гг.

кой статистически значимого прогрессирующего их ухудшения.

Литература

1. **Касимов Э. М., Ибрагимова С. Н., Эфендиева М. Э., Агаева М. А.** Преимущества периметра Humphrey в диагностике и мониторинге глаукомы (обзор литературы) // Oftalmologiya. Elmi-praktik jurnal. – 2015. – № 3. – С.130–136.
2. **Курышева Н.И.** Периметрия в диагностике глаукомной оптической нейропатии. – М., 2015.
3. **Мухамадеев, Р. А.** Современная автоматическая периметрия / Р.А. Мухамадеев. // Вестник офтальмологии. – 2002. – №4. – С.50-53.
4. **Сердюкова С.А., Симакова И.Л.** Компьютерная периметрия в диагностике первичной открытоугольной глаукомы // Офтальмол. ведомости. – 2018. – Т.11, № 1. – С.54-65.
5. **Alencar L. M., Medeiros F. A.** The role of standard automated perimetry and newer functional methods for glaucoma diagnosis and follow-up // Indian J Ophthalmol. – 2011. – Vol.59. – Suppl: S53-58.
6. **Asman P., Heijl A.** Glaucoma Hemifield Test. Automated visual field evaluation // Arch Ophthalmol. – 1992. – Vol. 110. – P. 812-819.
7. **Bengtsson B., Heijl A.** A visual field index for calculation of glaucoma rate of progression // Am J Ophthalmol. – 2008. – Vol. 145. – P. 343–353.
8. **Choplin N.T., Lundy D. C.** Atlas of glaucoma. Second Edition. – Informa UK Ltd, 2007. – 343 p.
9. **Flammer J.** The concept of visual field indices // Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. – 1986. – Vol.224. – P.389–392.
10. **Flammer J., Drance S. M., Augustiny L., Funkhouser A.** Quantification of glaucomatous visual field defects with automated perimetry // Invest Ophthalmol Vis Sci. – 1985. – Vol.26. – P.176–181.
11. **Gloor B.** Franz Fankhauser: the father of the automated perimeter // Surv Ophthalmol. – 2009. – Vol. 54 (3). – P. 417-425.
12. **Heijl A, Patella VM, Bengtsson B.** The Field Analyzer Primer: Effective Perimetry. Dublin: Carl Zeiss Meditec Inc; 2012.
13. **Hejl A., Patella V. M.** Essential Perimetry. The Field Analyzer Primer. Third edition. – Carl Zeiss Meditec Inc., 2002. – 164 p.
14. Humphrey Field Analyzer. II-i series System Software Version 5.1. User Manual. – Carl Zeiss Meditec, Inc., 2012.
15. Imaging and Perimetric Society Standarts and Guidelines 2010. – http://www.perimetry.org/GEN-INFO/standards/IPS-Standards-2010.HTM
16. **Johnson CA, Adams AJ, Casson EJ, et al.** Progression of early glaucomatous visual field loss as detected by blue-on-yellow and standard white-on-white automated perimetry // Arch Ophthalmol. – 1993. – Vol.111. – P. 651–656.
17. **Johnson Ch. A., Wall M., Thompson H. S.** A History of Perimetry and Visual Field Testing // Optometry and Vision Science. – 2011. – Vol. 88, №1. – P. E8-E15.
18. **Kahook M. Y., Noecker R. J.** How Do You Interpret a 24-2 Humphrey Visual Field Printout? // Glaucoma Today. – 2007. – November/december. – P. 57-62
19. **Nathan J.** Hippocrates of the to Duke-Elder: an overview history of glaucoma // Clin Exp Optom. – 2000. – Vol. 83 (3). – P.116-118.
20. **Schiefer U., Patzold J., Dannheim F., Artes P., Hart W.** Conventional Perimetry. Part I: Introduction – Basic Terms // Der Ophthalmologe. – 2005. – Vol.102 (6). – P.627-646.
21. Visual fields: examination and interpretation / edited by Thomas J. Walsh. — 3rd ed. – Oxford University Press, 2011. – 312 p.
22. **Wani J. S., Mohd. Sajid Mir, Nasti A. R.** Automated Perimetry – Interpreting // JK-Practitioner. – 2005. – Vol. 12 (4). – P. 219-223
23. **Weijland A., Fankhauser F., Bebie H., Flammer J.** Automated Perimetry. Visual Field Digest. – Fifth Edition, 2004. - 198 p.
24. **Weinreb R, Greve E**, editors. Progression 8th consensus report of the world glaucoma Amsterdam: Kugler Publications; 2011.

Поступила 26.12.2018

Автоматизована статична комп'ютерна периметрія в діагностиці порушень поля зору при глаукомі

Слободяник С. Б.

ДУ "Інститут очних хвороб і тканинної терапії ім. В. П. Філатова НАМН України"; Одеса (Україна)

Прогресуюча оптична нейропатія при глаукомі призводить до розвитку характерних дефектів поля зору, що обумовлює важливість його ретельного дослідження у хворих на глаукому поряд з моніторингом рівня внутрішньоочного тиску та стану диска зорового нерва. З появою автоматизованої комп'ютерної периметрії точність кількісної оцінки поля зору істотно зросла, спростився процес дослідження та оцінки результатів, а вбудовані в периметри статистичні програми дозволили виявляти мінімальні порушення поля зору і визначати їх ймовірну динаміку з плином часу.

У статті на прикладі аналізатора поля зору Humphrey описані основні принципи стандартної автоматизованої комп'ютерної периметрії, варіанти представлення та інтерпретації результатів дослідження. Розглянуто критерії надійності дослідження, кількісні показники оцінки поля зору (MD, PSD, VFI) і їх практичне застосування для діагностики периметричних порушень при глаукомі. Описані характерні види порушень поля зору при глаукомі і результати використання "Керованого аналізу прогресування" (GPA) для моніторингу стану поля зору з часом і ідентифікації статистично значущого його погіршення.

Ключові слова: *автоматизована комп'ютерна периметрія, Humphrey, глаукома*