

УДК 617.7-007.681-07: 617.754-072.7

# Эффективность различных методов компьютерной периметрии в диагностике первичной открытоугольной глаукомы.

## Часть 2

**Симакова И.Л.**, д.м.н., доцент кафедры офтальмологии;  
**Сухинин М.В.**, к.м.н., начальник отделения клиники кафедры офтальмологии;  
**Соболев А.Ф.**, к.м.н., преподаватель кафедры офтальмологии;  
**Сердюкова С.А.**, врач-офтальмолог клиничко-диагностического центра.

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия» им. С.М. Кирова МО РФ, 194044, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6П.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.  
Конфликт интересов: отсутствует.

### Резюме

**ЦЕЛЬ.** Сравнить диагностическую эффективность 6 методов компьютерной периметрии (КП) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) в рамках открытого сравнительного клинического исследования.

**МЕТОДЫ.** В исследовании участвовали 52 больных (96 глаз) в возрасте от 41 года до 76 лет (средний возраст 63 года) с ПОУГ. В зависимости от стадии глаукомы пациентов разделили на 3 группы: 1-я — с начальной (41 глаз), 2-я — развитой (36 глаз) и 3-я — далекозашедшей (19 глаз) ПОУГ. В контрольную группу вошли 20 здоровых человек (40 глаз) в возрасте от 44 до 67 лет (средний возраст 59 лет).

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием всем испытуемым проводили КП на анализаторе поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II (HFA II) 745i (Германия-США), автоматическом периметре AP1000 («Томеу», Германия), автоматическом статическом периметре Периком (Российская Федерация), микропериметре МР-1 («Nidek Technologies», Япония), а также наши модификации периметрии с технологией удвоения пространственной частоты — Frequency Doubling Technology (FDT) perimetry и исследования мультифокальных зрительных вызванных потенциалов (мфЗВП). Всем пациентам с ПОУГ выполняли оптическую когерентную томографию (ОСТ) на RTVue-100 («Optovue», США).

**РЕЗУЛЬТАТЫ.** Данные FDT-периметрии, не уступая по уровню чувствительности HFA II (84/81%), показали самый высокий уровень специфичности (96%), наименьшую вариабельность повторных результатов и минимальное время тестирования одного глаза (1,5±0,04 мин.). AP-1000 и Периком имели более низкие уровни чувствительности (76/74%) и специфичности (71/88%) результатов, а тестирование было длительным (9,1±0,4 и 9,3±0,3 мин.). Данные МР-1 показали высокую чувствительность (88%) и самую низкую специфичность (54%), тестирование было еще более длительным (13,5±7,1 мин.). Результаты мфЗВП имели достаточно высокую чувствительность (78%) и специфичность (81%), длительность исследования одного глаза оказалась максимальной (20,2±0,7 мин.).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Для уточнения диагноза «глаукома», ее стадии, мониторинга заболевания следует при возможности использовать несколько методов КП, а при невозможности — неоднократно повторять имеющийся в наличии периметрический тест, сопоставляя данные периметрии с состоянием диска зрительного нерва.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** первичная открытоугольная глаукома, стандартная автоматизированная периметрия, компьютерная периметрия, пороговая и надпороговая периметрия, чувствительность, специфичность, вариабельность результатов периметрии.

### Для контактов:

Симакова Ирина Леонидовна, e-mail: irina.l.simakova@gmail.com

## ENGLISH

## The effectiveness of various methods of computerized perimetry in primary open-angle glaucoma. Part 2

**SIMAKOVA I.L.**, Med.Sc.D., Associate Professor;

**SUKHININ M.V.**, Ph.D., Head of the Ophthalmology Department Clinic;

**SOBOLEV A.F.**, Ph.D., Faculty Member;

**SERDUKOVA S.A.**, M.D.

The Military Medical Academy, Ophthalmology Department, 6P Academician Lebedev st., Saint Petersburg, Russian Federation, 194044.

*Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.*

### Abstract

**PURPOSE:** To compare the diagnostic efficiency of 6 different computerized perimetric methods in patients with primary open-angle glaucoma (POAG) in an open comparative clinical research.

**METHODS:** The study involved 52 patients (96 eyes) aged from 41 to 76 years old (average age 63 years) with POAG. Patients were divided into three groups depending on the stage of POAG: Group 1 included patients with mild (41 eyes), Group 2 – with moderate (36 eyes) and Group 3 – with advanced stages (19 eyes) of POAG. The control group consisted of 20 healthy persons (40 eyes) aged from 44 to 67 years old (average age 59 years).

The patient examination included a standard ophthalmic assessment as well as computerized perimetry (CP) on Humphrey Visual Field Analyzer II (HFA II) 745i (Germany-USA), automated perimeters AP1000 («Tomey», Germany) and Pericom (Russian Federation), Micro-Perimeter MP-1 («Nidek Technologies», Japan), our modifications of Frequency Doubling Technology (FDT) perimetry and investigation of the multifocal Visual Evoked Potentials (mf VEP) as well as optical coherence tomography OCT RTVue-100 («Optovue», USA).

**RESULTS:** FDT perimetry data demonstrated the same sensitivity (84%) as the HFA II ones (81%) and the greatest specificity (96%), the lowest variability of repeated results and the minimum testing time of one eye ( $1.5 \pm 0.04$  min). Perimeters AP1000 and Pericom had lower levels of sensitivity (76/74%) and specificity (71/88%); the testing was longer ( $9.1 \pm 0.4$  and  $9.3 \pm 0.3$  min). Data of MP-1 showed the high sensitivity (88%) and the lowest specificity (54%), the testing took place even longer ( $13.5 \pm 7.1$  min.). The results of mf VEP had a quite high sensitivity (78%) and specificity (81%) and the maximum testing time of one eye ( $20.2 \pm 0.7$  min.).

**CONCLUSION:** To diagnose glaucoma, determine its stage and progression several methods of CP should be used. If it is impossible, it is necessary to repeat the same perimeter test a few times comparing perimetry data with the condition of the optic nerve head.

**KEYWORDS:** primary open-angle glaucoma, standard automated perimetry, computerized perimetry, threshold and suprathreshold perimetry, sensitivity, specificity, variability of perimeter results.

### Результаты и обсуждение

#### Сравнительный анализ данных микропериметра и анализатора поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II

Микропериметрия, а точнее микрофундуспериметрия, представляет собой одновременное использование компьютерной периметрии (КП) и фотографии глазного дна фундус-камерой, не требующей медикаментозного расширения зрачка. Оба метода совмещены в одном приборе. Благодаря такой комбинации на экране микропериметра на фоне фотографии с обнаруженными при офтальмоскопии структурными изменениями в центральном отделе глазного дна одновременно определяется порог светочувствительности сетчатки в каждой

из тестируемых выбранной исследователем программой точек центрального поля зрения (ЦПЗ), выраженный в децибелах (дБ). Данный вид исследования проводили на микропериметре MP-1 («Nidek Technologies», Япония).

Микропериметр позволяет выполнять как статическую, так и кинетическую периметрию. Статическая периметрия осуществляется одним из 11 стандартных пороговых тестов для исследования светочувствительности сетчатки в 8, 10, 12, 20 и 40° от точки фиксации. При кинетической периметрии производится определение границ поля зрения движущимся объектом, но лишь в 40° от точки фиксации различными по размеру стимулами по Гольдману. В MP-1 создателями прибора заложена возможность для исследователя изменять

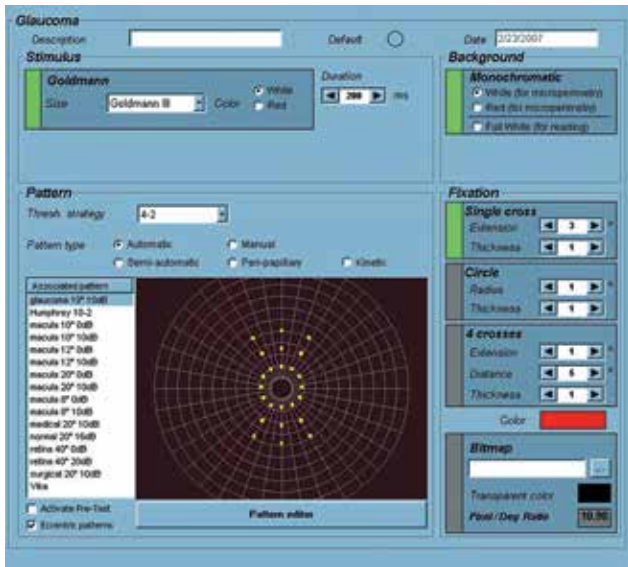


Рис. 5. Внешний вид и данные программы «Глаукома» MP-1

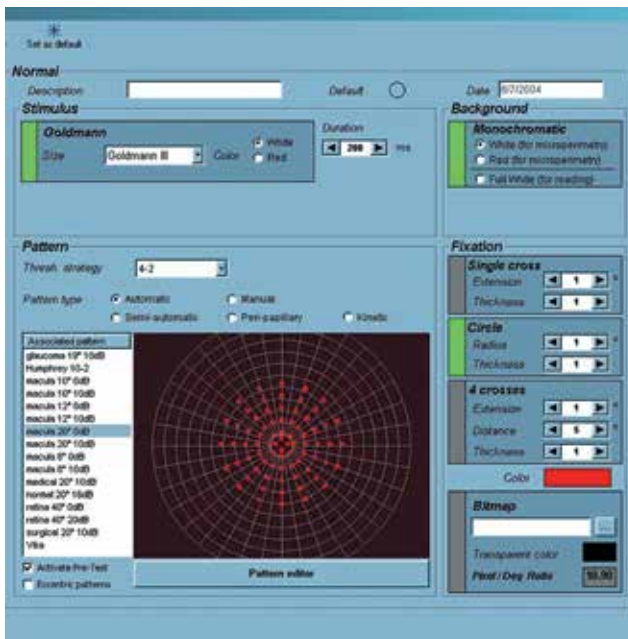


Рис. 6. Внешний вид и данные программы «Macula 20» MP-1

параметры стандартных тестов при необходимости. Например, можно изменить количество и локализацию предъявляемых стимулов, создавая под конкретные исследовательские цели и задачи новые программы тестирования ЦПЗ с сохранением их в памяти данного прибора, что позволяет расширить возможности статической пороговой периметрии.

В MP-1 имеется механизм трекинг-контроля, с помощью которого осуществляется постоянное слежение за малейшими движениями глаза испытуемого с помощью двух встроенных в прибор видеокамер «Digital Progressive Scan». Благодаря этому

механизму возможен непрерывный контроль правильной фиксации взгляда пациента на протяжении всего исследования. Данный контроль достигается тем, что прибор фиксирует с помощью двух вышеупомянутых камер конкретную анатомическую структуру глазного дна (например, ретикулярный сосуд или диск зрительного нерва). При малейшем отклонении взгляда тестируемого от точки фиксации MP-1 прекращает предъявление очередного стимула, самостоятельно возобновляя исследование только при возврате зафиксированных в начале теста анатомических структур данного глаза в исходное положение. Кроме этого, в приборе имеется функция предъявления новой точки фиксации, необходимость в которой возникает при центральных поражениях макулярной области.

В современной офтальмологической литературе работ по изучению микрофундуспериметрии представлено очень мало. Большинство из них посвящены исследованиям патологии макулярной области, и только единичные работы — исследованиям ЦПЗ при глаукоме и сравнению полученных результатов с данными других методов периметрии. Так, А.А. Шпак с соавт. (2009) пытались сравнить результаты MP-1 больных с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) с данными стандартной автоматизированной периметрии (САП), взяв за основу пороговую программу «Central 10-2» как в микропериметре, так и компьютерном анализаторе поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II (HFA II). В результате данного исследования авторы пришли к выводу, что технические особенности микропериметра не позволяют выработать алгоритм пересчета результатов микрофундуспериметрии для сопоставления их с данными, полученными с помощью периметра HFA II, и поэтому не рекомендовали использовать MP-1 для диагностики глаукомы в качестве аналога традиционной КП [29].

Подобное исследование с участием больных с глаукомой и сравнением их данных, полученных при использовании пороговой программы «Central 10-2» MP-1 и аналогичной программы САП, выполнили V.C. Lima et al. (2010). Авторы пришли к выводу, что данная программа мало подходит для выявления начальных функциональных изменений в зоне Бьеррума при ПОУГ, т. к. тестирует ЦПЗ всего лишь в  $10^\circ$  от точки фиксации [30].

В MP-1 среди 11 тестов имеется специальная пороговая программа, предназначенная для обследования больных с глаукомой, целью которой является исследование состояния светочувствительности сетчатки в перипапиллярной области (рис. 5).

В данной программе стимулы предъявляются всего в 24 точках по окружности диска зрительного нерва (ДЗН) не далее  $5^\circ$  от его края, а также не далее  $19^\circ$  от его верхней и нижней границ. Поскольку в периметре HFA II подобная программа отсутствует,

Основные технические характеристики периметров HFA II и MP-1

Характеристики	HFA II (модель 720, 740, 745, 750)	MP-1
Стратегия	скрининговая, пороговая, кинетическая	пороговая, кинетическая
Размеры стимула	Goldman I-V	Goldman I-V
Поле зрения (от точки фиксации)	до 80°	до 40°
Диапазон яркости стимула	0–3185 кд/м <sup>2</sup> (10 000 асб)	0–127 кд/м <sup>2</sup> (400 асб)
Цвет пятна стимуляции	видимый свет (белый)	видимый свет (белый или красный)
Яркость стимула	от 0,08 до 10 000 асб	от 0,03 до 400 асб
Фоновое освещение	31,5 асб	3,9 асб
Методы контроля фиксации взгляда	1. видеоконтроль 2. принцип Heijl-Krakau	1. видеоконтроль
Дополнительные порты	дисковод 1,44 (в модели HFA II-i — USB)	USB

для более корректного сопоставления результатов статической периметрии, полученных с помощью MP-1 и HFA II, мы выбрали пороговую программу «Macula 20°», исследующую светочувствительность центральной области сетчатки в 20° от точки фиксации (рис. 6).

В данной программе используются 76 стимулов, каждый из которых соответствует размеру стимула III по Гольдману и предъявляется в течение 200 мс в зоне от 2 до 20° от точки фиксации. В табл. 8 представлены основные технические характеристики этих двух сравниваемых компьютерных периметров.

При анализе данных периметрии, полученных с помощью MP-1 и периметра HFA II, оказалось, что результаты микрофундуспериметрии имели достаточно высокий уровень чувствительности при определении каждой из трех стадий глаукомы. При начальной (1-я группа наблюдения) и развитой (2-я группа наблюдения) стадиях ПОУГ он составил 83,7 и 83,6% соответственно, а по результатам 3-й группы наблюдения (больные с далекозашедшей глаукомой) — 98%. Несмотря на высокий уровень чувствительности, данные микрофундуспериметрии показали самый низкий из 6 сравниваемых методов КП уровень специфичности — 54%.

Микропериметр, как и компьютерный периметр HFA II, способен рассчитать и представить в результате исследования среднюю светочувствительность сетчатки в тестируемой области, а также среднее отклонение (дефицит) ее от возрастной нормы, выраженные в дБ. Так, для 1-й группы наблюдения средняя светочувствительность сетчатки в зоне от 2 до 20° от точки фиксации составила

17,4 дБ, а ее средний дефицит равнялся -1,9 дБ, для 2-й группы — 14,2 и -4,6 дБ и для 3-й группы — 6,0 и -8,71 дБ соответственно. Однако прямое сравнение данных о состоянии светочувствительности сетчатки, полученных с помощью этих двух периметров, мы, как и авторы приведенной выше работы [29], считаем не вполне корректным, т. к. фоновое освещение у микропериметра значительно ниже, чем у периметра HFA II, диапазон яркости стимула относительно фона также весьма различается (табл. 8). Кроме того, микропериметр является, по сути, компьютерным кампиметром с предъявлением объектов (76 точек в программе «Macula 20°») на расстоянии 15 см от глаза испытуемого. В периметре HFA II стимулы (56 точек в программе «Central 24-2») проецируются на полусферу на расстоянии 30 см от исследуемого глаза. Известно, что в различных точках зрительного холма светочувствительность сетчатки не одинаковая. В силу описанных выше технических различий оба прибора выявляют скотомы по-разному, а именно: MP-1 в отличие от периметра HFA II не может учитывать особенности зрительного холма. Поэтому данные этих двух компьютерных периметров могут совпадать только при достаточно глубокой и распространенной депрессии светочувствительности сетчатки.

Для получения корректных результатов при сравнительной оценке уровня светочувствительности сетчатки ЦПЗ, исследуемое с помощью MP-1 и периметра HFA II, было условно разделено на участки, соответствовавшие по площади 16 квадратам (каждый размерами 10×10°). По результатам периметрии, как было уже представлено в 1-й части данной статьи, мы сравнивали количество и локализацию



квадратов со скотомами, иными словами, квадратов в ЦПЗ, пораженных глаукомой и выявленных с помощью НФА II и МР-1. Результаты сравнительной оценки представлены в табл. 9.

Как видно из табл. 9, лучший результат по количеству выявленных квадратов со скотомами в ЦПЗ при всех трех стадиях глаукомы показал МР-1, соответственно и уровень чувствительности его результатов (88%) оказался несколько выше уровня чувствительности периметра НФА II (81%). Однако по уровню специфичности микропериметрия (54%) значительно уступила «золотому» стандарту — периметрии по Humphrey (79%). Такой низкий уровень специфичности означает, что почти в половине случаев здоровые люди по состоянию ЦПЗ, исследованного с помощью микропериметра (программа «Macula 20°»), могут быть ошибочно отнесены к больным.

Среднее время тестирования одного глаза для всех групп больных с ПОУГ составило в среднем  $13,5 \pm 7,1$  мин. (минимальное время тестирования одного глаза было 3 мин. 30 с, а максимальное время выполнения теста на одном глазу составило 68 мин. 36 с). Среднее время тестирования одного глаза в контрольной группе (здоровые испытуемые) было несколько меньше —  $13,0 \pm 6,2$  мин. Однако следует отметить, что в обоих случаях приведенное время являлось временем выполнения только самого теста, начиная с появления первого стимула. Как уже отмечалось выше, МР-1 автоматически прекращает предъявлять стимулы при малейшей ошибке фиксации взгляда исследуемого глаза, поэтому у некоторых испытуемых, имевших проблемы со вниманием, время исследования удлинялось до 40-60 мин.

По единодушному мнению испытуемых из всех 4-х групп наблюдения, включая контрольную группу, микропериметру было определено 5 рейтинговое место среди 6 сравниваемых методов КП, прежде всего, из-за длительной и поэтому достаточно утомительной процедуры выполнения пороговой периметрии.

### Сравнительный анализ данных объективной периметрии в виде оценки мультифокальных зрительных вызванных потенциалов и данных компьютерного анализатора поля зрения Humphrey Visual Field Analyzer II

Большинство из существующих методов периметрии являются субъективными. Но в клинической и особенно экспертной практике возникают ситуации, когда необходимо использование объективных методов исследования поля зрения.

Попытки исследовать поле зрения с помощью зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) относятся к середине XX века. Однако данные, полученные разными авторами, отличались значительной вариабельностью из-за размера и других особенностей использованных стимулов, расположения электродов,

Число скотом, выявленных с помощью периметров НФА II и МР-1 у больных с ПОУГ

Стадия ПОУГ	НФА II	МР-1	Квадраты со скотомами одинаковой локализации
I стадия (16 глаз)	80	185	67
II стадия (9 глаз)	92	120	77
III стадия (13 глаз)	161	238	158

а также индивидуальных различий в строении стриарной коры (первичная зрительная зона коры головного мозга или зона V1) и влияния на ответ ЗВП экстрастриарных областей коры головного мозга у испытуемых. Кроме того, по современным стандартам исследования ЗВП, паттерн-реверсивный ЗВП можно записывать с дисплея, если его размер составляет не менее  $15^\circ$  в диаметре, и поэтому небольшие локальные дефекты в поле зрения могут быть пропущены [31]. При использовании ЗВП на вспышку происходит иллюминация всего поля зрения, в связи с чем результат от патологических областей сетчатки суммируется с данными от ее нормальных участков. Изложенные выше обстоятельства, а также широкий диапазон нормальных значений ограничивали клиническое использование ЗВП для объективной оценки состояния поля зрения.

H. Baseler et al. (1994) активно использовали метод объективного исследования поля зрения с помощью ЗВП, основанный на мультифокальной технологии, а именно оценке мультифокальной электроретинографии [32]. Данный метод в качестве объективной периметрии представляется наиболее перспективным, но отсутствие единого подхода к его проведению, а также высокая индивидуальная вариабельность амплитуды ЗВП создают определенные сложности при его использовании в широкой офтальмологической практике.

На кафедре офтальмологии Военно-медицинской академии была разработана собственная модификация метода объективной оценки поля зрения с помощью мфЗВП, а на базе стандартного отечественного энцефалографического оборудования был создан аппаратно-программный диагностический комплекс [24]. Программная часть комплекса включает пакет разработанных компьютерных программ, первая из которых — программа стимуляции — служит для формирования последовательности визуальных стимулов, а также отвечает за синхронизацию их предъявления с записью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и контроль положения точки фиксации взгляда испытуемого. Вторая программа используется для обработки исходной ЭЭГ, расчета мфЗВП и соответственно полученным

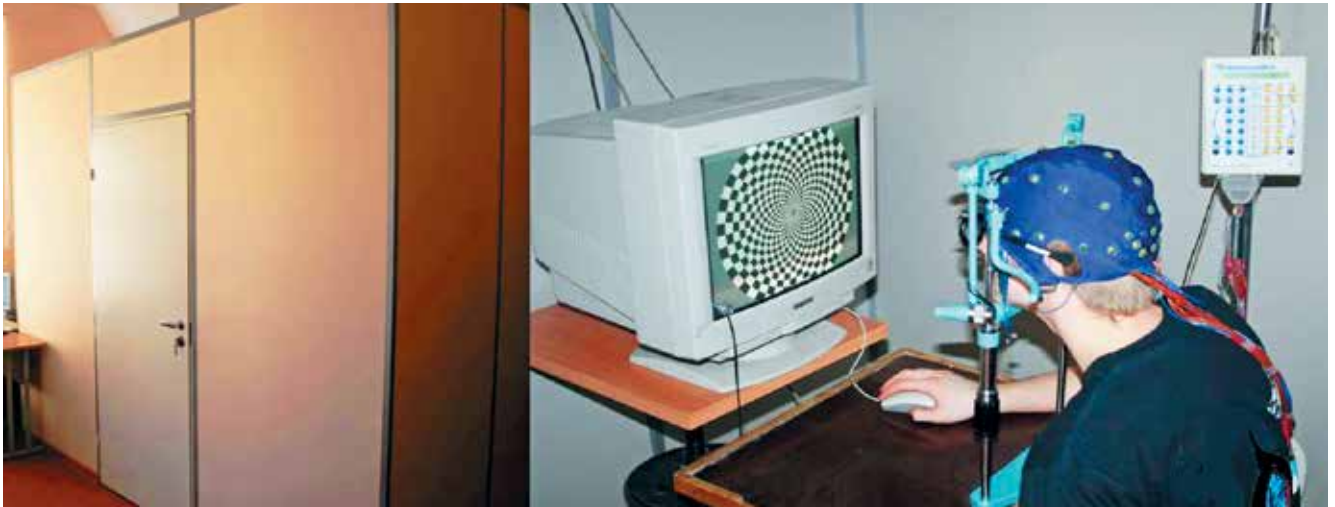


Рис. 7. Представлен процесс разработанного метода объективной периметрии с помощью мфЗВП

данным поиска патологических изменений в поле зрения. Аппаратная часть комплекса состоит из двух синхронизированных персональных компьютеров и усилителя биопотенциалов мозга «Нейровизор БММ — 40».

Исследования проводили в специальной экранированной камере (рис. 7). Испытуемый располагался в камере, сидя в кресле и поместив голову на опору для подбородка на расстоянии 30 см от монитора. При необходимости подбирали оптимальную коррекцию для близи. Исследование проводили монокулярно. Регистрирующие электроды располагали на затылочной и теменной области, заземляющий электрод — на лбу испытуемого. Регистрацию мфЗВП производили биполярно, используя следующие пары отведений: Oz — Pz, Oz — P3, Oz — P4,

Pz — P3, Pz — P4, P3 — P4. Полоса пропускания составляла 1-200 Гц, частота дискретизации — 1000 Гц.

В качестве стимула, формируемого программой, использована система из шахматных паттернов 4×4 ячейки, расположенных по концентрическим окружностям вокруг точки фиксации, размер ячеек изменялся от центра к периферии пропорционально кортикальному фактору магнификации (рис. 8А). В результате область исследуемого поля зрения составила 60° (30° от точки фиксации по всем меридианам) и была разбита на 60 секторов (рис. 8Б). Стимуляцию осуществляли путем реверсирования (обратного обращения контраста) шахматных паттернов, причем для каждого из секторов использовалась своя последовательность таких реверсий.

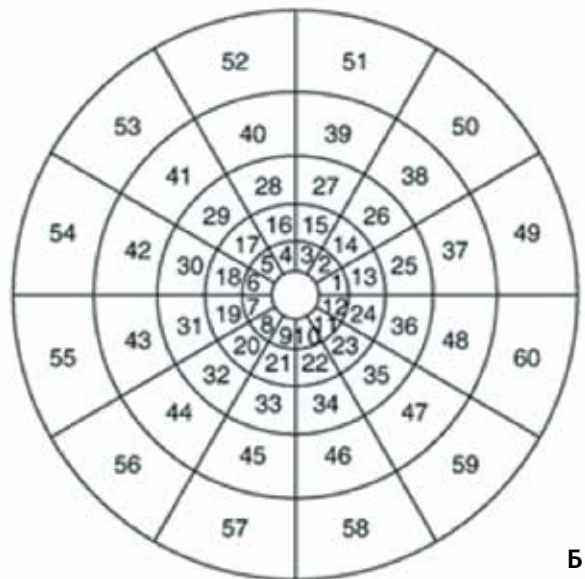
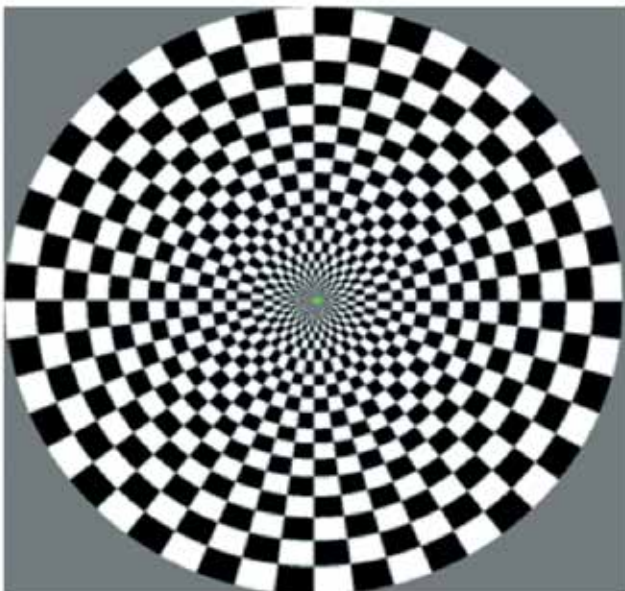


Рис. 8. Методика мфЗВП: А — стимул, используемый для получения мф ЗВП; Б — схематическое изображение секторов поля зрения, исследуемых с помощью мфЗВП

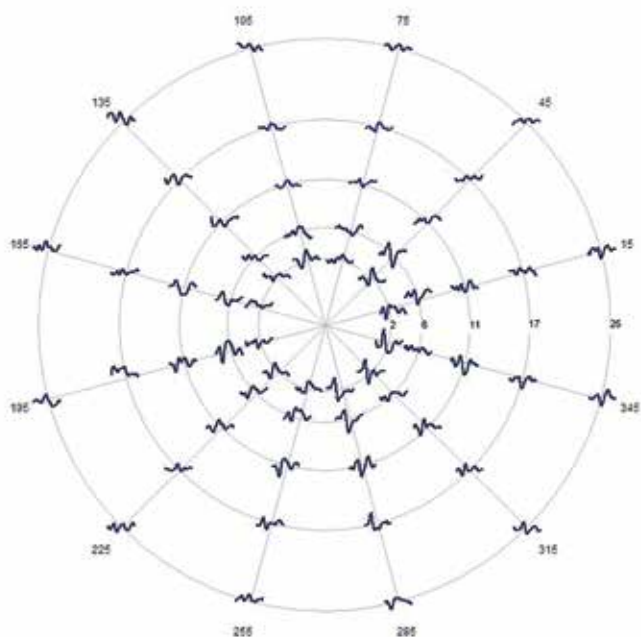


Рис. 9. Пример амплитуд мфЗВП, зарегистрированных при стимуляции сетчатки правого глаза испытуемого из контрольной группы

В результате обработки ЭЭГ для каждого из шестидесяти секторов вычисляли мфЗВП, характеризующие реакцию зрительной коры головного мозга на стимуляцию сетчатки глаза в каждом секторе поля зрения в отдельности без влияния реакций зрительной коры на стимуляцию в остальных секторах. Таким образом, за одну запись получали 60 ответов, которые характеризуются амплитудой

ответов нейронов зрительной коры на стимуляцию глаза, измеряемых в нановольтах (нВ) (рис. 9). В качестве показателя ответа на стимуляцию можно использовать также отношение сигнал/шум, которое является относительной величиной.

У пациентов с глаукомой, как правило, отмечалось снижение показателей мфЗВП. Так, показатели средней амплитуды мфЗВП у больных с ПОУГ из всех 3-х групп наблюдения составили  $105,01 \pm 24,06$  нВ, а у здоровых испытуемых из контрольной группы данный показатель был значительно выше и составил  $162,07 \pm 9,05$  нВ. При этом у пациентов, имевших глаукому I стадии, средняя амплитуда мфЗВП была равна  $127,69 \pm 9,25$  нВ, при II стадии заболевания —  $101,95 \pm 5,38$  нВ, а при III стадии —  $74,53 \pm 4,98$  нВ. Из полученных результатов видно, что данный показатель мфЗВП снижался в зависимости от выраженности стадии глаукоматозного процесса.

Для получения корректных результатов при сравнительном анализе данных периметрии, полученных с помощью пороговой программы «Central 24-2» анализатора поля зрения HFA II и программой по исследованию мфЗВП, использовали прием, описанный выше. ЦПЗ, тестируемое этими двумя столь различными по техническим характеристикам методами (табл. 10), было условно разделено на участки, соответствовавшие по площади 16 равным квадратам, каждый квадрат размерами  $10 \times 10^\circ$ . Сравнили количество квадратов со скотомами, выявленных каждым методом, и их локализацию. Результаты сравнительной оценки представлены в табл. 11.

Таблица 10

#### Сравнение технических характеристик периметра HFA II и аппаратно-программного комплекса для объективного исследования поля зрения при помощи мфЗВП

Характеристики	HFA II (модель 720, 740, 745, 750)	МфЗВП
Стратегия	скрининговая, пороговая, кинетическая	надпороговая
Размеры стимула	Goldman I-V	шахматный паттерн 4×4 ячейки с изменением его размера пропорционально кортикальному фактору магнификации
Поле зрения	до 80°	до 30°
Диапазон яркости стимула	0–3185 кд/м <sup>2</sup> (10 000 асб)	белой ячейки 79,5 кд/м <sup>2</sup> черной ячейки 0,055 кд/м <sup>2</sup> (250 асб)
Цвет пятна стимуляции	видимый свет (белый)	видимый свет (белый и черный)
Яркость стимула	от 0,08 до 10000 асб	белой ячейки 250 асб, черной ячейки 0,17 асб
Фоновое освещение	31,5 асб	37,5 асб
Методы контроля фиксации взгляда	1. видеоконтроль 2. принцип Heijl-Krakau	1. трекинг-контроль SMI IView X RED 2. авторский способ
Дополнительные порты	дисковод 1,44 (в модели HFA II-i — USB)	дисковод 1,44, USB, CD, COM, VGA порт, LPT порт, сетевой порт



Таблица 11

**Количество квадратов со скотомами, выявленных с помощью периметра HFA II и исследования мфЗВП у больных с ПОУГ**

Стадия ОУГ	HFA II	мфЗВП	Квадраты со скотомами одинаковой локализации
I стадия (18 глаз)	87	83	59
II стадия (9 глаз)	92	82	70
III стадия (13 глаз)	159	143	131

Как видно из табл. 11, лучший результат по количеству выявленных квадратов со скотомами в ЦПЗ при всех стадиях глаукомы показал периметр HFA II, соответственно и уровень чувствительности его результатов (81%) оказался выше уровня чувствительности данных исследования мфЗВП (78%). Однако по уровню специфичности результаты объективной надпороговой периметрии с помощью оценки мфЗВП (81%) оказались сопоставимыми с данными пороговой периметрии по Humphrey (79%).

Среднее время исследования мфЗВП одного глаза у здоровых испытуемых было равно  $18,2 \pm 1,1$  мин., а у больных с ПОУГ значительно больше —  $20,2 \pm 0,7$  мин. Очевидно, такая длительность исследования явилась главной причиной последнего рейтингового места среди 6 сравниваемых методов КП, по мнению всех испытуемых, и больных и здоровых.

## Заключение

MP-1 показал высокий уровень чувствительности (88%) по результатам исследований ЦПЗ всех больных с ПОУГ. Но уровень специфичности по результатам исследований здоровых лиц из контрольной группы оказался очень низким, всего лишь 54%, а это значит, что 46%, т. е. почти половина всех здоровых испытуемых, по результатам исследования ЦПЗ на микропериметре будут отнесены к категории больных. Однако мы полагаем, что с учетом высокой эффективности трекинг-контроля фиксации взгляда испытуемого в некоторых случаях, когда необходимо с особой тщательностью проконтролировать точность фиксации взгляда пациента с уже установленным диагнозом ПОУГ, микропериметр может быть полезным для оценки достоверности результатов исследования ЦПЗ, полученных с помощью других методов КП.

Исследование поля зрения с помощью мфЗВП позволяет объективно оценить ЦПЗ у больных с глаукомой. Метод обладает достаточно высокой чувствительностью (78%) и специфичностью (81%) результатов. Однако из-за сложности и трудоемкости проведения исследования поля зрения с помощью

мфЗВП, включая и обработку полученных данных, мы рекомендуем использовать данный метод в экспертной практике с целью выявления случаев симуляции, диссимуляции и аггравации.

Таким образом, сравнительная оценка диагностической эффективности 6 методов КП у пациентов с ПОУГ показала, что наиболее оптимальным сочетанием по уровням чувствительность/специфичность характеризовались результаты периметра HFA II (81/79%) и FDT-периметрии (84/96%). Кроме того, FDT периметрия по сравнению со всеми другими методами КП (HFA II, AP1000, Периком, MP-1 и мфЗВП) оказалась самой быстрой по времени тестирования, а по оценке самих испытуемых как здоровых, так и больных глаукомой, — самой простой и комфортной при выполнении, что, безусловно, способствовало наименьшей вариабельности ее повторных результатов.

Данные отечественного периметра Периком показали достаточно хороший уровень чувствительности (74%), но преимущественно за счет исследований ЦПЗ при II и III стадиях ПОУГ. При выявлении начальной глаукомы данный надпороговый периметр по результатам значительно уступает HFA II, FDT-периметрии, AP1000, микрофундуспериметрии и даже объективной периметрии с помощью исследования мфЗВП, которая также относится к надпороговым методам КП. Но высокий уровень специфичности данных периграфа Периком (88%) является несомненным достоинством отечественного компьютерного периметра по сравнению с зарубежными пороговыми периметрами AP1000 (71%) и особенно MP-1 (54%), т. к. чаще подтверждает нормальное состояние ЦПЗ у здоровых испытуемых.

В целом результаты всех 6 методов КП, представленных в статье (части 1 и 2) для сравнения, при оценке их эффективности в диагностике ПОУГ показали достаточно хороший уровень чувствительности (более 70%) и специфичности (более 70%, кроме MP-1).

Для уточнения диагноза «глаукома» или стадии уже подтвержденной глаукомы, а также мониторинга заболевания следует при возможности использовать несколько периметрических тестов для исследования состояния ЦПЗ, а при невозможности — несколько раз повторять имеющийся в наличии периметрический тест, обязательно сопоставляя данные периметрии с результатами морфометрической оценки ДЗН.

## Литература / References

1. Либман Е.С. Эпидемиологическая характеристика глаукомы. *Глаукома* 2009; 1, прилож.:2-3. [Liebman E.S. Epidemiological characteristics of glaucoma. *Glaucoma* 2009; 1, Suppl.:2-3. (In Russ.).]
2. Волков В.В. Глаукома при псевдонормальном давлении. М.: Медицина, 2001; 349 с. [Volkov V.V. *Glaucoma pri psevdonormal'nom davlenii* [Pseudonormal tension glaucoma]. Moskva: Meditsina Moscow: Medicine, 2001; 349 p. (In Russ.).]



3. Еричев В.П. Комбинированная терапия глаукомы. *Глаукома* 2009; 1, прилож.:7-8. [Erichev V.P. Combination therapy of glaucoma. *Glaucoma* 2009; 1, Suppl.:7-8. (In Russ.).]
4. Weinreb R., Greve E., eds. Glaucoma diagnosis: structure and function: the 1th consensus report of the world glaucoma association. Amsterdam, the Netherlands: Kugler Publications; 2004; 162 p.
5. Weinreb R., Greve E., eds. Progression of Glaucoma: the 8th consensus report of the world glaucoma association. Amsterdam, the Netherlands: Kugler Publications, 2011; 170 p.
6. Волков В.В. Глаукома открытоугольная. М.: МИА, 2008; 347 с. [Volkov V.V. Glaukoma otkrytougol'naya [Open-angle glaucoma]. Moscow: Medical information agency; 2008; 347 p. (In Russ.).]
7. Волков В.В. О стандартах для оценки наличия, течения и лечения глаукомы по рекомендациям экспертов Международной ассоциации глаукомных обществ (часть 1). *Национальный журнал глаукома* 2012; 2:60-64. [Volkov V.V. On the standards for an assessment of existence, course and glaucoma treatment according to recommendations of experts of the International association of glaucoma societies (part I). *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2012; 2:60-64. (In Russ.).]
8. Волков В.В. О стандартах для оценки наличия, течения и лечения глаукомы по рекомендациям экспертов Международной ассоциации глаукомных обществ (часть 2). *Национальный журнал глаукома* 2012; 3:48-52. [Volkov V.V. On the standards for an assessment of existence, course and glaucoma treatment according to recommendations of experts of the International association of glaucoma societies (part 2). *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2012; 3:48-52. (In Russ.).]
9. Куроедов А.В., Городничий В.В. Компьютерная ретиноматография (HRT): диагностика, динамика, достоверность. М.: Издательский центр МНТК «Микрохирургия глаза», 2007; 236 с. [Kuroedov A.V., Gorodnichii V.V. Komp'yuternaya retinomatografiya (HRT): diagnostika, dinamika, dostovernost' [Computerized Retinotomography (HRT): diagnosis, dynamics, reliability]. Moscow: Publishing Center of IRTC «Eye Microsurgery», 2007; 236 p. (In Russ.).]
10. Романова Т.Б., Романенко И.А. Диспансеризация глаукомы: прошлое и настоящее. *РМЖ. Клинич. Офтальмология* 2007; 2:12-14. [Romanova T.B., Romanenko I.A. Clinical examination of glaucoma: past and present. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2007; 2:12-14. (In Russ.).]
11. Fankhauser F., Koch P., Roulier A. On automation perimetry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1972; 184(2):126-150. doi: 10.1007/bf02390260.
12. Heijl A. Studies on computerized perimetry. *Acta Ophthalmol Scand Suppl* 1977; 55(S132):40-42. doi: 10.1111/j.1755-3768.1977.tb01334.x.
13. Krakau C. Aspects on the design of automated perimeter. *Acta Ophthalmol Scand Suppl* 1978; 56(3):389-405. doi: 10.1111/j.1755-3768.1978.tb05692.x.
14. Bengtsson B., Heijl A. SITA Fast, a new rapid perimetric threshold test: description of methods and evaluation in patients with manifest and suspect glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 1998; 76(4):431-437. doi: 10.1034/j.1600-0420.1998.760408.x.
15. Карушин О.И. Роль компьютерной периметрии в оценке зрительного анализатора у пациентов с первичной нестабилизированной глаукомой. *Глаукома* 2006; 2:29-33. [Karushin O.I. The role of the computer perimetry in the estimation of the visual analyzer in patients with an initial instabilized glaucoma. *Glaucoma* 2006; 2:29-33. (In Russ.).]
16. Нестеров А.П., Бунин А.Я. О новой классификации первичной глаукомы. *Вестник офтальмологии* 1977; 5:38-43. [Nesterov A.P., Bunin A.Ja. New classification of primary glaucoma. *Vestn Ophthalmol* 1977; 5:38-43. (In Russ.).]
17. Волков В.В. Типичные для открытоугольной глаукомы структурно-функциональные нарушения в глазу — основа для построения ее современной классификации. *Вестник офтальмологии* 2005; 121(4):35-39. [Volkov V.V. Typical open-angle glaucoma structural and functional abnormalities in the eye — the basis for the construction of its modern classification. *Vestn Ophthalmol* 2005; 121(4):35-39. (In Russ.).]
18. Волков В.В. Дополнительное обоснование предлагаемой для обсуждения классификации открытоугольной глаукомы на основе представлений о патогенезе ее прогрессирования. *Вестник офтальмологии* 2007; 123(4):40-45. [Volkov V.V. Additional rationale for the open-angle glaucoma classification to be discussed, by using the concepts of the pathogenesis of its progression. *Vestn Ophthalmol* 2007; 123(4):40-45. (In Russ.).]
19. Mills R., Budenz D., Lee P. Categorizing the stage of glaucoma from pre-diagnosis to end-stage disease. *Am J Ophthalmol* 2006; 141(1):24-30. doi: 10.1016/j.ajo.2005.07.044.
20. Симакова И.Л., Волков В.В., Бойко Э.В., Клавдиев В.Е. Создание метода периметрии с удвоенной пространственной частотой за рубежом и в России. *Глаукома* 2009; 2:15-21. [Simakova I.L., Volkov V.V., Boiko E.V. Creation of the method of frequency-doubling technology perimetry: an international and Russian experience. *Glaucoma* 2009; 2:15-21. (In Russ.).]
21. Симакова И.Л., Волков В.В., Бойко Э.В. Сравнение результатов разработанного метода периметрии с удвоенной пространственной частотой и оригинального метода FDT-периметрии. *Глаукома* 2010; 1:5-11. [Simakova I.L., Volkov V.V., Boiko E.V. The results of developed method of frequency-doubling technology (FDT) perimetry in comparison with the results of the original FDT-perimetry. *Глаукома* 2010; 1:5-11. (In Russ.).]
22. Бойко Э.В., Симакова И.Л., Кузьмичева О.В., Мечетин А.А., Целомудрый А.И., Филина Е.В. Высокотехнологичный скрининг на глаукому. *Военно-медицинский журнал* 2010; 331(2):23-26. [Boiko E.V., Simakova I.L., Kuz'micheva O.V., Mechetin A.A., Tselomudryi A.I., Filina E.V. High-technological screening for glaucoma. *Voennomeditsinskii Journal* 2010; 331(2):23-26. (In Russ.).]
23. Симакова И.Л. Периметрия с удвоенной пространственной частотой как основа мониторинга диспансерного наблюдения больных с глаукомой. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2010; 3(31):67-70. [Simakova I.L. Frequency doubling technology perimetry as the basis for regular monitoring of patients with glaucoma. *Vestn. Ros. voen.-med. akad.* 2010; 3(31):67-70. (In Russ.).]
24. Бойко Э.В., Соболев А.Ф., Коскин С.А., Пронин С.В. и др. Мультифокальные зрительные вызванные потенциалы при исследовании полей зрения в клинической и экспертной практике. *Офтальмологические ведомости* 2010; 3 (1): 36-42. [Boiko E.V., Sobolev A.F., Koskin S.A., Pronin S.V. et al. Multifocal visual evoked potentials as the measurement of the visual field in clinical and expertise practice. *Ophthalmologic vedomosti* 2010; 3 (1): 36-42. (In Russ)].
25. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований, 2-е изд. СПб.: ВМедА, 2005; 292 с. [Yunkerov V.I., Grigor'ev S.G. Matematiko-statisticheskaya obrabotka dannykh meditsinskikh issledovaniy, 2-e izd. [Mathematical and statistical processing of medical research data]. Saint-Petersburg: VMeA Publ.; 2005; 292 p. (In Russ.).]
26. Burnstein Y., Ellish N., Magbalon M. Comparison of Frequency Doubling Perimetry with Humphrey visual field analysis in a glaucoma practice. *Am J Ophthalmol* 2000; 129(3):328-333. doi: 10.1016/s0002-9394(99)00364-5.
27. Симакова И.Л., Сердюкова С.А. Некоторые аспекты сравнительной характеристики разных методов компьютерной периметрии. *Офтальмологические ведомости* 2015; 8(2): 5-9. [Simakova I.L., Serdyukova S.A. Some aspects of the comparative characteristics of different computerized perimetry methods. *Ophthalmologic vedomosti* 2015; 8(2): 5-9. (In Russ)]. doi: 10.17816/OV201525-9.
28. Давыдова Н.Г., Коломоицева Е.М., Малинина С.Л. Опыт клинического использования отечественного автоматического статического перифрафа «Периком». *Вестник офтальмологии* 1997; 113(6):42-43. [Davydova N.G., Kolomoitseva E.M., Malinina S.L. Clinical use of Pericom — a Russian automated perigraph. *Vestn Ophthalmol* 1997; 113(6):42-43. (In Russ.).]
29. Шпак А.А., Качалина Г.Ф., Педанова Е.К. Сравнительное исследование микропериметрии и традиционной компьютерной периметрии в норме. *Вестник офтальмологии* 2009; 125(3):31-33. [Shpak A.A., Kachalina G.F., Pedanova Ye.K. Comparative analysis of the results of microperimetry and conventional computerized perimetry in health. *Vestn Ophthalmol* 2009; 125(3):31-33.
30. Lima V.C., Prata T.S., De Moraes C.G., Kim J. et al. Comparison between microperimetry and standard achromatic perimetry of the central visual field in eyes with glaucomatous paracentral visual-field defects. *Br J Ophthalmol* 2010; 94(1):64-70. doi: 10.1136/bjo.2009.159772.
31. Odom J.V., Bach M., Brigell M. et al. ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2009 update). *Doc Ophthalmol* 2010; 120(1):111-119. doi 10.1007/s10633-009-9195-4.
32. Baseler H., Sutter E., Klein S., Carney T. The topography of visual evoked response properties across the visual field. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994; 90(1):65-81. doi: 10.1016/0013-4694(94)90114-7.

Поступила 12.11.2015



## Постоянное использование



### **ХИЛО-КОМОД®** 0,1% гиалуроновая кислота

При легких и умеренных формах синдрома «сухого глаза»;  
до и после хирургического лечения. Лидер продаж в Германии\* и России\*\*  
Препарат года с 2007 по 2013 в Германии\*\*\*

До 3-й степени сухости



### **ХИЛОМАКС-КОМОД®** 0,2% гиалуроновая кислота

Длительное интенсивное увлажнение  
Высокая концентрация и высокая вязкость  
При тяжелых формах синдрома «сухого глаза»

1-4 степень сухости

## Бережный уход и восстановление



### **ХИЛОЗАР-КОМОД®** 0,1% гиалуроновая кислота + декспантенол

Увлажнение глаз и заживление повреждений  
Дневной уход. Вместо мази в течение дня  
При легких и умеренных формах синдрома «сухого глаза», способствует  
заживлению повреждений глазной поверхности

До 3-й степени сухости



### **ХИЛОПАРИН-КОМОД®** 0,1% гиалуроновая кислота + гепарин

Увлажнение и восстановление  
Уход при раздражении роговицы и конъюнктивы  
При легких и умеренных формах синдрома «сухого глаза», включая  
хроническое воспаление роговицы

До 3-й степени сухости

## Защита в ночное время



### **ВитА-ПОС®** Витамин А

Защита ваших глаз в ночное время. Улучшает свойства слезной пленки  
Ночной уход при всех формах синдрома «сухого глаза»

1-4 степень сухости