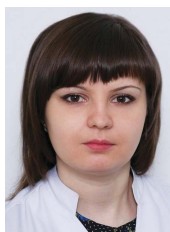


Периметрический калькулятор

О.Л. Фабрикантов^{1,2}А.В. Сухорукова¹С.В. Шутова^{1,2}

¹ Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

² Медицинский институт ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
ул. Советская, 93, Тамбов, 392000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(3):459–464

В данной статье рассмотрены проблемы ранней диагностики глаукомы до появления выраженной глаукомной оптической нейропатии. Основное внимание уделяется методам компьютерной периметрии, которые являются важными диагностическими методами, подтверждающими наличие или прогрессирование глаукомы. Цель исследования: создание компьютерной программы «периметрический калькулятор», осуществляющей взаимный пересчет данных периметрии HFA и HEP без дополнительных периметрических исследований, а также расчет диагностической информативности параметров периметрии с разными «точками отсечения» параметров HFA и HEP. **Пациенты и методы.** В исследование вошли 56 пациентов (85 глаз), из них 40 женщин и 16 мужчин, возраст от 55 до 84 лет ($65,0 \pm 6,0$ года). Все пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа «здоровых» — 23 пациента (40 глаз) без диагноза глаукомы; 2-я группа «больных» — 33 пациента (45 глаз), которым был поставлен диагноз начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы. **Результаты и обсуждение.** В ходе проведенных исследований была выявлена сопоставимость результатов стандартной автоматизированной периметрии (HFA) и гейдельбергской контурной периметрии (HEP), определен наиболее информативный диагностический критерий (MD/HEP). Согласно полученным результатам была создана компьютерная программа, которая включает два модуля: первый — диагностическая информативность параметров периметрии с разными «точками отсечения», второй — взаимный пересчет параметров HFA и HEP. **Выводы.** Данная компьютерная программа позволяет проводить расчет основных показателей диагностической информативности параметров периметрии (чувствительности и специфичности) на разных «точках отсечения», выдает результаты расчета значений чувствительности, специфичности и точности не менее чем для 150 пороговых величин, позволяет производить взаимный пересчет параметров стандартной автоматизированной периметрии (HFA) и гейдельбергской периметрии (HEP).

Ключевые слова: контурная периметрия, стандартная автоматизированная периметрия, периметрический калькулятор, пороговые величины, точка отсечения

Для цитирования: Фабрикантов О.Л., Сухорукова А.В., Шутова С.В. Периметрический калькулятор. *Офтальмология.* 2020;17(3):459–464. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-459-464>

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует



Perimetric Calculator

O.L. Fabrikantov^{1,2}, A.V. Sukhorukova¹, S.V. Shutova^{1,2}

¹ Tambov branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Rasskazovskoe highway, 1, Tambov, 392000, Russian Federation

² Derzhavin Tambov State University, Medical Institute
Sovetskaya str., 93, Tambov, 392000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2020;17(3):459–464

The paper considers the problems of the early glaucoma diagnosis before the development of the marked glaucomatous optic neuropathy. Special attention is paid to the methods of computer perimetry, which are important in diagnosing the presence or progression of glaucoma. **Purpose.** To create the computer program "perimetric calculator" that performs mutual recalculation of perimeter data of HFA and HEP without additional perimetric studies, as well as calculation of diagnostic information content of perimeter parameters with different "cut-off points" of HFA and HEP parameters. **Patients and methods.** 56 patients (85 eyes), including 16 men and 40 women aged 55 to 84 years (mean age 64.9 ± 6.4 years). All patients were divided into 2 groups: group I — 23 healthy subjects (40 eyes) without any signs of glaucoma; group II — 33 patients (45 eyes) diagnosed with the initial stage of primary open-angle glaucoma. **Results and discussion.** The study revealed the comparability of the standard automated perimetry (HFA) results and Heidelberg edge perimetry (HEP), determined the most informative diagnostic criterion (MD/HEP). According to the obtained results, a computer program was created, it included two modules: the first — diagnostic information content of perimeter parameters with different "cut-off points", the second—mutual recalculation of HFA and HEP parameters. **Conclusions.** This computer program allows calculating the main indices of diagnostic information content of the perimeter parameters (sensitivity and specificity) at different "cut-off points", gives the results of calculating the values of sensitivity, specificity and accuracy for at least 150 threshold values, allows performing mutual recalculation of the parameters of the standard automated perimeter (HFA) and Heidelberg perimeter (HEP).

Keywords: edge perimetry, standard automated perimeter, perimetric calculator, threshold values, cut-off point

For citation: Fabrikantov O.L., Sukhorukova A.V., Shutova S.V. Perimetric Calculator. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(3):459–464. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-459-464>

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

Глаукома — одно из самых опасных заболеваний глаз, приводящее к неизбежной потере зрения. Проблема глаукомы вызывает интерес у офтальмологов всего мира по ряду факторов. Основной — сложность диагностики на начальной стадии, так как жалоб пациент с первыми признаками глаукомы не предъявляет. И, как правило, обращается к врачу с развитой или далеко зашедшей стадией глаукомы. В итоге заболевание ведет к потере работоспособности и инвалидизации, снижению качества жизни, требует больших материальных затрат как от самого человека, так и от государства [1]. Согласно последним данным ВОЗ, число больных глаукомой в мире составляет более 105 млн человек, из них слепыми на оба глаза являются 9,1 млн. Данные статистики инвалидности по зрению за 2012 год свидетельствуют о том, что в последние 20 лет зрение на один глаз вследствие глаукомы потеряли около 27 % больных, а на оба глаза — около 9 %. По прогнозам специалистов, в 2020 году глаукоме будут подвержены 110 млн человек [2]. По данным Минздрава, в 2011 году в РФ было диагностировано более 1,1 млн случаев глаукомы. И это на 40 % больше, чем всего несколько десятилетий назад. Считается, что это всего лишь половина от реально имеющегося числа больных. Если в мире глаукома является главной причиной слепоты в 14 % случаев, то в нашей стране из-за нее слепнет каждый пятый. Важнейшим условием профилактики инвалидизации в результате глаукомы является своевременная, как можно более ранняя диагностика [1, 3].

Несмотря на серьезный прорыв в понимании многих проблем глаукомы за последнее десятилетие, надо признать, что до сих пор не предложено никаких эффективных доступных методов предупреждения заболевания, а также его раннего выявления.

Ранняя диагностика глаукомы может быть связана с некоторыми трудностями, и нередко правильный диагноз может быть поставлен только при динамическом наблюдении с учетом всех клинических данных, дополнительных методов исследования и симптомов болезни и факторов риска [4, 5]. На современном этапе существенная роль в ранней диагностике и динамическом наблюдении за состоянием зрительных функций у больных глаукомой принадлежит компьютерным методам исследования [6]. Они позволяют оценить состояние поля зрения и диска зрительного нерва. Поэтому подтвержденное ухудшение параметров компьютерной периметрии является важным прогностическим признаком прогрессирования глаукомы [7–9].

Современные компьютерные периметры представлены многими производителями. Однако эталонным для обследования больных глаукомой признан периметр Humphrey фирмы Carl Zeiss Meditec — стандартная автоматизированная периметрия (SAP) — Humphrey Field Analyser (HFA) [10, 11].

Немецкой фирмой Heidelberg Engineering Company выпущен периметр нового поколения Heidelberg Edge Perimetr (HEP), который представляет собой

О.Л. Фабрикантов, А.В. Сухорукова, С.В. Шутова

Контактная информация: Сухорукова Алена Валерьевна naukatmb@mail.ru

Периметрический калькулятор

инновационную систему исследования зрительных функций. Периметр включает в себя не только тест стандартной автоматизированной периметрии (Standard Automated Perimetry — SAP), но также тест раннего выявления заболеваний — Flicker-Defined Form (FDF). Контурный периметр НЕР является периметром полного диапазона, в котором в одном устройстве совмещены FDF и SAP, использованы различные алгоритмы стратегии и исследования, имеется объединение с ретинотомографом HRT-3 для анализа и вывода на принтер совмещенных структурных и функциональных данных [12]. В последнее время было доказано, что метод контурной периметрии обладает большей чувствительностью, чем стандартная автоматизированная периметрия, однако интерпретация получаемых результатов НЕР при диагностике глаукомы не всегда однозначна и требует дальнейших исследований [8, 13, 14].

Некоторые авторы указывают на недостаточную диагностическую информативность классического метода периметрии HFA [15] и предполагают вероятные преимущества метода НЕР [11], в частности высокую чувствительность этого относительно нового метода периметрии [10]. Мы дополнили имеющиеся данные, сопоставив основные диагностические характеристики исследуемых методов и определив наиболее информативный диагностический критерий (MD/НЕР), а также выявили его оптимальное пороговое значение ($\leq -2,37\text{dB}$), при котором наблюдаются максимально высокая чувствительность и предсказательная ценность отрицательного результата диагностики (на уровне 100,0 %), при этом одновременно увеличиваются специфичность (до 65,0 %), диагностическая точность (до 83,5 %) и предсказательная ценность положительного результата (до 76,0 %) [16]. Полученные результаты несколько повышают диагностическую точность определения начальной стадии глаукомы. Однако периметрия HFA остается наиболее распространенной в медицинских учреждениях нашей страны, в связи с этим существует необходимость взаимного пересчета данных, полученных при периметрии HFA и НЕР, для их корректного сопоставления. Для оптимизации указанных расчетов необходима разработка компьютерной программы.

Таким образом, нашей целью было создание компьютерной программы «Периметрический калькулятор», осуществляющей взаимный пересчет без дополнительных периметрических исследований, а также расчет диагностической информативности параметров периметрии с разными «точками отсечения» параметров HFA и НЕР.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В ходе проведенного исследования были обследованы 56 пациентов (85 глаз), из них 40 женщин и 16 мужчин в возрасте от 55 до 84 лет ($65 \pm 6,0$ года), которые на основании заключения врачей-специалистов, сделанного на результатах данных анамнеза, жалоб пациента,

данных инструментальных методов, биомикроскопии, офтальмоскопии и динамического наблюдения, были разделены на 2 группы. В первую группу «здоровых» вошли 23 пациента (40 глаз) без диагноза глаукомы. Вторую группу «больных» составили 33 пациента (45 глаз), которым был поставлен диагноз начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы. Все пациенты обеих групп не имели грубой сопутствующей патологии органа зрения и выраженных соматических заболеваний.

Каждому пациенту обеих групп проводили периметрию двумя способами: с использованием приборов HFA и НЕР. По результатам периметрии анализировали среднее отклонение (meandeviation — MD) и скорректированное в соответствии с возрастом среднее отклонение от образца (patternstandarddeviation — PSD).

Были рассчитаны параметры чувствительности, специфичности, диагностической точности и прогностической значимости положительного и отрицательного результата, коэффициентов вариации по выборке в целом каждого из методов периметрии согласно классическим методам доказательной медицины [17]. Определение информативности анализируемых критериев (MD/НЕР, MD/HFA, PSD/НЕР и PSD/HFA) было проведено путем построения кривой операционных характеристик (ROC-кривой) с последующим сопоставлением площади под кривой (AUC), а также расчетом оптимальной точки отсечения диагностического показателя в рамках программы MedCalc версии 13.3.3. Взаимный пересчет параметров HFA и НЕР осуществляли методом линейной регрессии, построение формул которой выполнялось с использованием пакета Statistica 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Описание результатов оценки диагностической информативности методов HFA и НЕР и поиска наиболее оптимальной пороговой величины нами дано ранее [16].

Результаты математического моделирования взаимного пересчета параметров HFA и НЕР представлены в таблице 1.

Во всех случаях математические модели прогноза были статистически значимыми по критерию Фишера, значимым было также большинство коэффициентов регрессии, включаемых в уравнение (за исключением свободного члена при прогнозировании MD/HFA). Следовательно, полученные модели позволяют осуществлять взаимный пересчет параметров HFA и НЕР, величины ошибки которых представлены в таблице 2.

Таким образом, результаты прогноза на основании построенных нами математических моделей отличаются от реальных значений на сотые, а в некоторых случаях — на десятитысячные доли единицы (отличия выделены подчеркиванием), что дополнительно подтверждает точность предлагаемых нами формул взаимного пересчета. Однако в прогнозе наличия глаукомы имелись некоторые ошибки, они составили 32 случая (17,6 %). Для поиска причин ошибочных прогнозов

Таблица 1. Результаты линейного регрессионного анализа**Table 1.** The results of linear regression analysis

	Стандартизированный регрессионный коэффициент (β) Standardized regression coefficient (β)	Нестандартизированный регрессионный коэффициент (b) Unstandardized regression coefficient (b)	Критерий Стьюдента Student criterion	Критический уровень значимости (p) Critical level of significance (p)
Зависимая переменная MD/HEP ($R^2 = 0,52$, $F(1, 190) = 71,676$, $p < 0,00000$) / Dependent variable				
Свободный член уравнения Absolute term of an equation		-2,89272	-14,1119	0,000000
MD/HFA	0,523367	0,66450	8,4662	0,000000
Зависимая переменная PSD/HEP ($R^2 = 0,51$, $F(1, 190) = 66,817$, $p < 0,00000$) / Dependent variable				
Свободный член уравнения Absolute term of an equation		1,783915	10,23684	0,000000
PSD/HFA	0,510072	0,417132	8,17417	0,000000
Зависимая переменная MD/HFA ($R^2 = 0,52$, $F(1, 190) = 71,676$, $p < 0,00000$) / Dependent variable				
Свободный член уравнения Absolute term of an equation		0,022564	0,097660	0,922305
MD/HEP	0,523367	0,412206	8,466196	0,000000
Зависимая переменная PSD/HFA ($R^2 = 0,51$, $F(1, 190) = 66,817$, $p < 0,00000$) / Dependent variable				
Свободный член уравнения Absolute term of an equation		0,937771	3,655146	0,000333
MD/HEP	0,510072	0,623721	8,174171	0,000000

Таблица 2. Сопоставление прогнозируемых результатов параметров периметрии с реальными значениями**Table 2.** Predicted results of perimeter parameters in comparison with the real values

	Реальные значения ($M \pm m$) Real values ($M \pm m$)	Прогноз ($M \pm m$) Prediction ($M \pm m$)	Ошибка ($M \pm m$, min; max) Error ($M \pm m$, min; max)	Статистическая значимость различий Statistically significant differences
MD/HEP	-3,96333 $\pm$ 2,616544	-3,96331 $\pm$ 1,369403	0,00003 $\pm$ 2,29577 (-4,459124; 4,459184)	$t = -0,0001$, $p = 0,999$
PSD/HEP	2,94000 $\pm$ 1,635814	2,93990 $\pm$ 0,834320	-0,00010 $\pm$ 1,407015 (-2,81413; 2,81393)	$t = 0,0008$, $p = 0,999$
MD/HFA	-1,61115 $\pm$ 2,060802	-1,61109 $\pm$ 1,078539	-0,00006 $\pm$ 1,756025 (-3,51211; 3,51199)	$t = -0,0004$, $p = 0,999$
PSD/HFA	2,77151 $\pm$ 2,000287	2,77148 $\pm$ 1,020257	-0,00003 $\pm$ 1,720510 (-3,44105; 3,44099)	$t = 0,0002$, $p = 0,999$

Таблица 3. Сопоставление параметров групп с ошибками прогноза и без них**Table 3.** Comparison between parameters of the groups with predictive errors and without them

	Группа без ошибок прогноза ($n = 160$) Group without predictive errors ($n = 160$)	Группа с ошибками прогноза ($n = 32$) Group with predictive error ($n = 32$)	Статистическая значимость отличий (критерий Стьюдента) / Statistically significant differences (Student criterion)	Критический уровень значимости (p) Critical level of significance (p)
Острота зрения / Visual acuity	0,855 $\pm$ 0,156	0,794 $\pm$ 0,228	1,60	0,111
Возраст / Age	62,270 $\pm$ 8,139	63,000 $\pm$ 7,418	-0,47	0,641
MD/HFA	-1,131 $\pm$ 1,382	-4,010 $\pm$ 3,040	8,43	0,000
PSD/HFA	2,202 $\pm$ 0,834048	5,622 $\pm$ 3,320	-11,45	0,000
MD/HEP	-3,263 $\pm$ 1,612	-7,464 $\pm$ 3,698	10,33	0,000
PSD/HEP	2,541 $\pm$ 1,310	4,937 $\pm$ 1,656	-9,02	0,000

мы сопоставили результаты периметрии в группах с ошибками прогноза и без них (табл. 3).

Выяснилось, что хотя группы сопоставимы по возрасту и остроте зрения, но существенно различаются по показателям периметрии. Таким образом, причиной ошибочных прогнозов является более выраженная глаукома. Следовательно, предлагаемые нами модели взаимного пересчета периметрических показателей могут применяться только при начальных стадиях глаукомы.

Согласно полученным результатам, была создана компьютерная программа, которая включает два модуля: первый — диагностическая информативность параметров периметрии с разными «точками отсечения», второй — взаимный пересчет параметров HFA и HEP.

Модуль 1. Диагностическая информативность параметров периметрии с разными «точками отсечения».

Интерфейс программы содержит возможность выбора вида периметрии — HFA и HEP, а также

рассчитываемого диагностического параметра — MD и PSD (рис. 1).

Для расчета параметра необходимо указать критическую величину («точку отсечения») в окошке для ввода значений, после чего появляется возможность расчета чувствительности и специфичности.

Как уже нами сообщалось [16], максимальная величина суммы значений чувствительности и специфичности (168,7 %) наблюдается при пороговых значениях MD/HEP 2,37 dB, что является одним из основных критериев определения критической точки отсечения. Это нужно учитывать при выборе «точки отсечения», изменение которой позволяет увеличить чувствительность или, в противоположном случае, специфичность.

Модуль 2. Взаимный пересчет параметров стандартной автоматизированной периметрии (HFA) и гейдельбергской периметрии (HEP).

Интерфейс программы содержит возможность выбора вида исходной и пересчитываемой периметрии, а также рассчитываемого диагностического параметра (рис. 2).

Согласно полученным математическим моделям, пересчет параметров HFA в параметры HEP производится по следующим формулам:

$$MD/HEP = -2,8927 + 0,6645 \times MD/HFA.$$

Ошибка прогноза составляет в среднем 0,00003 dB.

$$PSD/HEP = 1,7839 + 0,4171 \times PSD/HFA.$$

Ошибка прогноза составляет в среднем 0,00010 dB.

Пересчет параметров HEP в параметры HFA производится по следующим формулам:

$$MD/HFA = 0,0226 + 0,4122 \times MD/HEP.$$

Ошибка прогноза составляет в среднем 0,00006 dB.

$$PSD/HFA = 0,9376 + 0,6237 \times PSD/HEP.$$

Ошибка прогноза составляет в среднем 0,00003 dB.

Таким образом, нами создана компьютерная программа «Периметрический калькулятор», осуществляющая взаимный пересчет без дополнительных периметрических исследований, а также расчет диагностической информативности параметров периметрии с разными «точками отсечения» параметров HFA и HEP. Программа зарегистрирована в Роспатенте (свидетельство о регистрации программы ЭВМ 207618759, 8.08.2017).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана компьютерная программа, которая:

- позволяет производить расчет основных показателей диагностической информативности параметров периметрии (чувствительности и специфичности) на разных «точках отсечения», что обеспечивает возможность врачу самостоятельно выбирать пороговую величину для диагностического заключения в зависимости от конкретной ситуации;

Рис. 1. Скриншот программы на модуле «Диагностическая информативность»

Fig. 1. Print screen of the program at module "diagnostic information content"

Рис. 2. Скриншот программы на модуле «Пересчет параметров HFA и HEP»

Fig. 2. Print screen of the program at module "Recalculation of HFA and HEP parameters"

- выдает результаты расчета значений чувствительности (sensitivity, Se), специфичности (specifity, Sp) и точности (accuracy, Ac) не менее чем для 150 пороговых величин двух параметров — среднего отклонения (mean deviation — MD) и среднего отклонения от образца (pattern standard deviation — PSD) для методов стандартной автоматизированной периметрии и гейдельбергской периметрии;

- позволяет производить взаимный пересчет параметров стандартной автоматизированной периметрии (HFA) и гейдельбергской периметрии (HEP),

что существенно снижает время и стоимость диагностики, так как отменяет необходимость проведения исследования одновременно на двух приборах;

– позволит врачам-офтальмологам, не имеющим доступа к двум периметрам одновременно, оценить результаты исследования, преобразовать имеющиеся данные стандартной периметрии в результаты гейдельбергской

периметрии или наоборот, чтобы повысить точность диагноза и его динамики в ходе лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Фабрикантов О.Л. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование;
Сухорукова А.В. — написание текста, оформление библиографии, подготовка иллюстраций;
Шутова С.В. — статистическая обработка данных.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Нестеров А.П. Глаукома: основные проблемы, новые возможности. *Вестник офтальмологии*. 2008;1:3–5. [Nesterov A.P. Glaucoma: basic problems, new opportunities. *Annals of ophthalmology = Vestnik ophthalmologii*. 2008;1:3–5 (In Russ.)].
2. Либман Е.С. Эпидемиологическая характеристика глаукомы. *Глаукома*. 2009;1:2–3. [Libman E.S. Epidemiological characteristics of glaucoma. *Glaucoma = Glaukoma*. 2009;1:2–3 (In Russ.)].
3. *Глаукома. Национальное руководство*. Под ред. Е.А. Егорова. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011. 280 с. [*Glaucoma. National guidance*. Ed. by E.A. Egorov. Moscow: GEOTAR-Media; 2011. 280 p. (In Russ.)].
4. Gardiner S.K., Johnson C.A., Demirel S. Factors predicting the rate of functional progression in early and suspected glaucoma. *Invest. Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(7):3598–3604. DOI: 10.1167/iovs.11-9065
5. Курышева Н.И., Паршунина О.А., Ардженишвили Т.Д., Иртегова Е.Ю., Киселева Т.Н., Лагутин М.Б., Фомин А.В. Новые технологии в диагностике первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2015;14(2):22–31. [Kuryseva N.I., Parshunina O.A., Ardzhvishvili T.D., Irtegov E.Y., Kiseleva T.N., Lagutin M.B., Fomin A.V. New technologies in primary open-angle glaucoma diagnostics. *National Journal glaucoma = Natsional'nyy zhurnal glaukoma*. 2015;14(2):22–31 (In Russ.)].
6. Leung C.K., Liu S., Weinreb R.N., Ye C., Yu M., Cheung C.Y., Lai G., Lam D.S. Evaluation of retinal nerve fiber layer progression in glaucoma: a prospective analysis with neuroretinal rim and visual field progression. *Ophthalmology*. 2011;118(8):1551–1557. DOI: 10.1016/j.ophtha.2010.12.035
7. Чеченина Н.Г., Шапошников И.В., Фролова Е.А., Лемберг О.В. Основные источники выявления глаукомы на амбулаторном приеме. *Российский медицинский журнал. Клиническая офтальмология*. 2008;9(4):119–120. [Chechenina N.G., Shaposhnikova I.V., Frolova E.A., Lemberg O.V. Main sources of detecting glaucoma in out-patient reception hours. *Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology = Rossijskiy medicinskiy zhurnal. Klinicheskaya oftalmologiya*. 2008;9(4):119–120 (In Russ.)].
8. Сердюкова С.А., Симакова И.Л. Компьютерная периметрия в диагностике первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмологические ведомости*. 2018;11(1):54–65. [Serdyukova S.A., Simakova I.L. Computer perimetry in the diagnosis of primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology journal = Oftalmologicheskie vedomosti*. 2018;11(1):54–65 (In Russ.)].
9. Weinreb R.N., Garway-Heath D.F., Leung C., Crowston J.G., Medeiros F.A. Progression of glaucoma. In: *The 8th Consensus Report of the World Glaucoma Association*. Amsterdam: Kugler Publications; 2011.
10. Hasler S., Stürmer J. First experience with the Heidelberg Edge Perimeter® on patients with ocular hypertension and preperimetric glaucoma. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2012;229(4):319–322. DOI: 10.1055/s-0031-1299210
11. Mulak M., Szumny D., Sieja-Bujewska A., Kubrak M. Heidelberg edge perimeter employment in glaucoma diagnosis-preliminary report. *Clin Exp Med*. 2012;21(5):665–670.
12. Quid P., Flanagan J.G. Defining the limits of flicker defined form: effect of stimulus size, eccentricity and number of random dots. *Vision Research*. 2005;45(8):1075–1084. DOI: 10.1016/j.visres.2004.10.013
13. Мачехин В.А. Гейдельбергская контурная периметрия — новый психофизический тест при глаукоме. *Глаукома*. 2013;(2):10–15. [Machekhin V.A. Heidelberg perimetry — a new psychophysical test for glaucoma. *Glaucoma = Glaukoma*. 2013;(2):10–15 (In Russ.)].
14. Еричев В.П., Петров С.Ю., Козлова И.В., Макарова А.С., Рещикова В.С. Современные методы функциональной диагностики и мониторинга глаукомы. Часть 1. Периметрия как метод функциональных исследований. *Национальный журнал глаукома*. 2015;14(2):75–81. [Erichv V.P., Petrov S.Y., Kozlova I.V., Makarova A.S., Reshchikova V.S. Modern methods of functional diagnostics and monitoring of glaucoma. Part 1. Perimetry as a functional diagnostics method. *National Journal glaucoma = Natsional'nyy zhurnal glaukoma*. 2015;14(2):75–81 (In Russ.)].
15. Ratna V., Ratna D., Gupta M., Vaitheeswaran K. Comparison between Humphrey Field Analyzer and Micro Perimeter 1 in normal and glaucoma subjects. *Oman J Ophthalmol*. 2012;5(2):97–102. DOI: 10.4103/0974-620x.99372
16. Фабрикантов О.Л., Шутова С.В., Сухорукова А.В. Сравнительная характеристика методов стандартной компьютерной и контурной периметрии в диагностике начальной глаукомы. *Офтальмохирургия*. 2015;(4):24–29. [Fabrikantov O.L., Shutova S.V., Sukhorukova A.V. Comparative characteristics of the standard automated perimetry and contour perimetry methods in diagnosis the initial stage of glaucoma. *Ophthalmosurgery = Oftalmokhirurgiya*. 2015;(4):24–29 (In Russ.)].
17. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. *Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины*. Пер. с англ. М.: МедиаСфера; 1998. 352 с. [Fletcher R., Fletcher S., Wagner E. *Clinical epidemiology. Fundamentals of evidence-based medicine*. Transl. from English. Moscow: MediaSfera; 1998. 352 p. (In Russ.)].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Медицинский институт ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Фабрикантов Олег Львович
доктор медицинских наук, директор, заведующий кафедрой
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация
ул. Советская, 93, Тамбов, 392000, Российская Федерация

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Сухорукова Алена Валерьевна
врач-офтальмолог
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

Тамбовский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Медицинский институт ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Шутова Светлана Владимировна
научный сотрудник, кандидат биологических наук, доцент
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация
ул. Советская, 93, Тамбов, 392000, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Tamboy branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Derzhavin Tamboy State University, Medical Institute
Fabrikantov Oleg L.
MD, Director, the Head of ophthalmological department
Rasskazovskoe highway, 1, Tamboy, 392000, Russian Federation
Sovetskaya str., 93, Tamboy, 392000, Russian Federation

Tamboy branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Sukhorukova Alena V.
ophthalmologist
Rasskazovskoe highway, 1, Tamboy, 392000, Russian Federation

Tamboy branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Derzhavin Tamboy State University, Medical Institute
Shutova Svetlana V.
researcher, PhD, Associate Professor
Rasskazovskoe highway, 1, Tamboy, 392000, Russian Federation
Sovetskaya str., 93, Tamboy, 392000, Russian Federation