

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV611113>

Научная статья



# Сравнительный анализ табличного и программного методов количественной оценки метаморфозий

А.А. Шпак<sup>1</sup>, А.С. Журавлев<sup>1</sup>, Ф.А. Авакян<sup>1</sup>, А.И. Колесник<sup>1</sup>, С.В. Колесник<sup>1</sup>, А.А. Авакян<sup>2</sup><sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова», Москва, Россия;<sup>2</sup> Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Выявление и оценка выраженности жалоб пациентов на искажения (метаморфозии) является важным компонентом до- и послеоперационного ведения пациентов с патологией витреомакулярного интерфейса. Для диагностики метаморфозий используют таблицу Амслера, которая даёт возможность выявить метаморфозии, но не позволяет оценить их количественно. Авторами статьи разработана специальная компьютерная программа для количественной оценки метаморфозий.

**Цель** — сравнительная оценка табличного и программного методов оценки метаморфозий.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовало 36 пациентов (36 глаз), разделённых на две группы: «макулярный разрыв» (20 человек, 20 глаз) и «эпиретинальный фиброз» (16 человек, 16 глаз). Количественную оценку показателей метаморфозий выполняли двумя методами: с использованием печатных таблиц, являющихся аналогом M-CHARTS, и с помощью разработанной компьютерной программы.

**Результаты.** При сравнении показателей метаморфозий с использованием анализа Бланда – Алтмана отмечена высокая сопоставимость результатов: среднее значение разности метаморфозий, определяемых табличным и программным методом, составляло всего  $-0,020^\circ$ ; величина 95 % доверительного интервала — от  $-0,277$  до  $0,235^\circ$ , при этом 34 (94,4 %) случая из 36 находились в границах указанного диапазона.

**Заключение.** Программный и табличный методы исследования метаморфозий являются взаимозаменяемыми и обеспечивают достаточно точную количественную оценку метаморфозий. Разработанная программа представлена в общем доступе ([https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag\\_meta/](https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag_meta/)) и может быть рекомендована к широкому клиническому использованию.

**Ключевые слова:** метаморфозии; макулярный разрыв; эпиретинальный фиброз; M-CHARTS.

## Как цитировать

Шпак А.А., Журавлев А.С., Авакян Ф.А., Колесник А.И., Колесник С.В., Авакян А.А. Сравнительный анализ табличного и программного методов количественной оценки метаморфозий // Офтальмологические ведомости. 2024. Т. 17. № 1. С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV611113>

DOI: <https://doi.org/10.17816/OV611113>

Research Article

# Comparative analysis of tabular and software methods of quantitative assessment of metamorphopsia

Alexander A. Shpak<sup>1</sup>, Alexey S. Zhuravlev<sup>1</sup>, Flora A. Avakyan<sup>1</sup>, Anton I. Kolesnik<sup>1</sup>, Svetlana V. Kolesnik<sup>1</sup>, Aik A. Avakyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Tver State University, Tver, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Identifying and evaluating the severity of patients complaints of metamorphopsia is an important component of the pre- and postoperative management of patients with vitreomacular interface conditions. To diagnose metamorphopsia, the Amsler grid is used, which allows to detect changes, but does not allow to quantify them. The authors of this article have developed a special software program for quantitative evaluation of metamorphopsia.

**AIM:** The aim is to comparatively evaluate tabular and programmatic methods of metamorphopsia assessment.

**MATERIALS AND METHODS:** The study involved 36 patients (36 eyes) divided into two groups: “macular hole” (20 patients, 20 eyes) and “epiretinal fibrosis” (16 patients, 16 eyes). Quantitative assessment of metamorphopsia was performed by two methods: tabular — using printed tables, which are an analog of M-CHARTS, and software — using the developed computer program.

**RESULTS:** When comparing the integral parameters of the two methods using the Bland–Altman analysis, the results were highly comparable: the mean value of the difference between the PMs determined by the tabular and program methods was only  $-0.020^\circ$ ; the 95% confidence interval ranged from  $0.277^\circ$  to  $0.235^\circ$ , with 34 (94.4%) cases out of 36 falling within this range.

**CONCLUSIONS:** The program and tabular methods of metamorphopsia examination are interchangeable and provide reasonably accurate quantification of metamorphopsia. The developed program is available on-line ([https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag\\_meta/](https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag_meta/)) and can be recommended for widespread clinical use.

**Keywords:** metamorphopsia; macular hole; epiretinal fibrosis; M-CHARTS.

## To cite this article

Shpak AA, Zhuravlev AS, Avakyan FA, Kolesnik AI, Kolesnik SV, Avakyan AA. Comparative analysis of tabular and software methods of quantitative assessment of metamorphopsia. *Ophthalmology Reports*. 2024;17(1):21–27. DOI: <https://doi.org/10.17816/OV611113>

Received: 20.10.2023

Accepted: 26.01.2024

Published: 29.03.2024

## АКТУАЛЬНОСТЬ

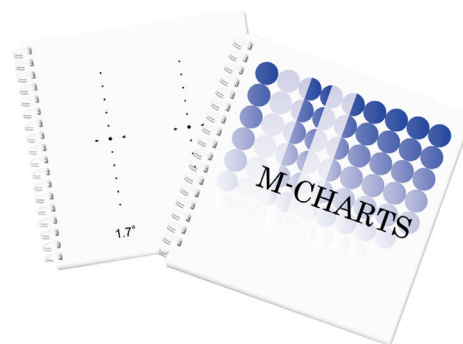
При ведении пациентов с патологией витреомакулярного интерфейса (эпиретинальный фиброз, макулярный разрыв и др.) особое внимание уделяют наличию жалоб на метаморфопсии, проявляющиеся обычно в искривлении прямых линий, искажении контуров предметов [1]. Выявление и оценка выраженности подобных жалоб необходимо для принятия решения об оперативном лечении. В настоящее время для обнаружения метаморфопсий широкое использование получает таблица (сетка) Амслера, которая даёт возможность выявить метаморфопсии, но не позволяет оценить их количественно. С этой целью в 1999 г. были разработаны специальные таблицы M-CHARTS [2], которые выпускает компания Inami & Co., Ltd. (Япония). Однако указанные таблицы в Российскую Федерацию не поставляются. Для количественной оценки метаморфопсий мы разработали специальную компьютерную программу (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023618455 от 25.04.2023).

*Цель исследования* — сравнительная оценка табличного и программного методов оценки метаморфопсий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

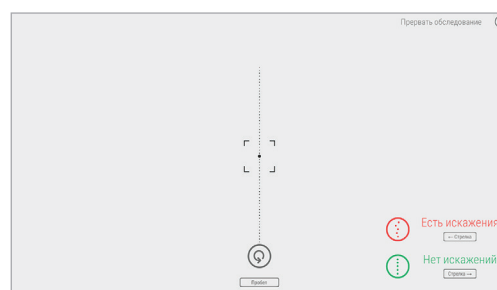
В исследовании участвовало 36 пациентов (36 глаз), разделённых на две группы: «макулярный разрыв» (20 человек, 20 глаз) и «эпиретинальный фиброз» (16 человек, 16 глаз). Критериями включения пациентов с указанными формами патологии были: жалобы на искажения линий, букв, контуров предметов, возраст старше 40 лет. Критерии исключения: серьёзные сопутствующие глазные или соматические заболевания, миопия более 6,0 дптр, астигматизм свыше 3,0 дптр. Всем пациентам выполняли общепринятые диагностические исследования, включая авторефрактометрию, кератометрию, визометрию, офтальмотонометрию, оптическую биометрию, биомикроофтальмоскопию, а также оптическую когерентную томографию на приборе Cirrus HD-OCT 5000 (Carl Zeiss Meditec, США). Количественную оценку показателя метаморфопсий (ПМ) выполняли двумя методами: табличным — с использованием печатных таблиц, являющихся аналогом M-CHARTS, и программным — с помощью разработанной компьютерной программы.

Печатные таблицы представляли собой прямые пунктирные линии с интервалами между точками в диапазоне от 0,1 до 2,0° с шагом 0,1° (с расстояния 30 см). Они были отпечатаны на лазерном принтере с точным соблюдением основных характеристик, сформулированных их авторами (рис. 1) [3]. Таблицы предъявляли дважды с расположением линий в горизонтальном и вертикальном направлении. Соответствующие метаморфопсии условно называли горизонтальными и вертикальными. В оригинальных таблицах для пациентов с центральной



**Рис. 1.** Таблицы M-CHARTS (Inami & Co., Ltd, Япония)

**Fig. 1.** M-CHARTS (Inami & Co., Ltd, Japan)



**Рис. 2.** Программный метод оценки метаморфопсий. Вид экрана с одним из тестовых изображений. Пояснения в тексте

**Fig. 2.** A software method for evaluating metamorphopsia. Screen view with one of the test images. Further details are explained in the text

скотомой предложены также сдвоенные линии, которые в настоящей работе не применяли, чтобы не усложнять процедуру исследования. Результатом исследования ПМ в каждом направлении считали наименьшее расстояние между точками (в градусах), при котором ещё определялись метаморфопсии (то есть на один шаг меньше значения, при котором метаморфопсии уже не выявлялись). Дополнительно рассчитывали среднее значение указанных минимальных расстояний для горизонтально и вертикально расположенных линий, которое условно считали интегральным результатом исследования — интегральным ПМ.

Разработанная компьютерная программа — аналог печатных таблиц, позволяющая предъявлять на экране компьютера или планшета такие же прямые пунктирные линии с интервалами между точками в диапазоне от 0,1 до 2,0° с шагом в 0,1° (с расстояния 40 см) в вертикальном и горизонтальном направлениях (рис. 2). Программа отличалась показом таблиц в случайной последовательности с учётом предыдущих ответов участника исследования и с повторными контрольными предъявлениями, что обеспечивало бóльшую надёжность получаемых результатов. Расстояние от экрана 40 см было избрано как более привычное для пациентов, работающих на компьютере.

Исследование с использованием табличного и программного методов выполняли в одинаковых

условиях — с привычной для пациента коррекцией для близи при одинаковом искусственном освещении. Выбор первого метода исследования (табличного или программного) определяли случайным образом.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов прикладных программ Excel (Microsoft Inc., США) и Jamovi (The Jamovi project, Австралия). Для оценки нормальности распределения использовали критерий Шапиро – Уилка. Данные с нормальным распределением представлены в формате  $M \pm \sigma$ , где  $M$  — среднее арифметическое,  $\sigma$  — среднеквадратическое отклонение. Данные с отсутствием нормального распределения приведены в формате  $Me [Q_1; Q_3]$ , где  $Me$  — медиана,  $Q_1$  и  $Q_3$  — первый и третий квартили. Взаимосвязь между признаками оценивали методом корреляционного анализа по Пирсону. Статистически значимым считали уровень  $p < 0,05$ .

При расчёте средних величин остроты зрения данные, полученные по стандартным таблицам (децимальные), пересчитывали для таблиц ETDRS.

Для оценки соответствия ПМ, определённых табличным и программным методами, использовали анализ Бланда – Альтмана [4]. Указанный анализ предполагает графическое представление зависимости разностей получаемых значений от их средних величин. Горизонтальными пунктирными линиями на графике отмечается средняя разница в измерениях между двумя методами, а также верхняя и нижняя границы 95 % доверительного интервала (ДИ) для разницы в измерениях ( $M + 2\sigma$  и  $M - 2\sigma$ ). Анализ Бланда – Альтмана не предусматривает статистического сравнения получаемых величин. Графические результаты оценивают применительно к конкретным задачам сравниваемых исследований: если и средняя, и ДИ разности относительно невелики и, главное, клинически малозначимы, методы считают взаимозаменяемыми.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинико-демографические данные пациентов в обеих группах приведены в таблице.

**Таблица.** Клинико-демографические данные пациентов в группах,  $M \pm \sigma$  (мин. – макс.)

**Table.** Clinical and demographic data of patients in groups,  $M \pm \sigma$  (min – max)

Показатель	Группа	
	макулярный разрыв	эпиретинальный фиброз
Общее количество пациентов (глаз)	20	16
Возраст, лет	64,4 ± 6,0 (53–75)	67,4 ± 6,0 (57–76)
Пол (ж/м)	16/4	12/4
Максимальная корригированная острота зрения, букв ETDRS, $Me [Q_1; Q_3]$	58,9 [57; 64]	65,0 [59; 70]
Длина переднезадней оси глаза, мм	23,52 ± 0,81 (22,17–24,93)	23,40 ± 0,67 (22,27–24,36)
Минимальный диаметр макулярного разрыва, мкм	334 ± 90,3 (107–442)	–
Средняя толщина сетчатки в фовеальной зоне, мкм	–	449 ± 57,8 (344–521)

Поскольку пациенты были с разной патологией, данные приведены справочно, статистического сравнения между группами не проводили.

Исследование с использованием как программного, так и табличного метода затруднений у пациентов не вызвало, его выполняли достаточно быстро — менее, чем за 1 мин.

При сравнении интегральных ПМ двух методов с использованием анализа Бланда – Альтмана отмечена высокая сопоставимость результатов: среднее значение разности ПМ, определяемых табличным и программным методами, составляло всего  $-0,020^\circ$ ; величина 95 % ДИ — от  $-0,277$  до  $0,235^\circ$ , при этом 34 (94,4 %) случая из 36 находились в границах указанного диапазона (рис. 3).

Следует отметить, что два наблюдения, выходящие за пределы ДИ, были первым и третьим из числа обследованных пациентов, что могло объясняться незначительными методическими погрешностями в период освоения методик. В случае исключения этих двух наблюдений как выпадающих ( $>M + 3\sigma$  или  $<M - 3\sigma$ ), среднее значение разности уменьшалось до  $0,004^\circ$ , а границы 95 % ДИ до  $-0,151$ – $0,160^\circ$ . Даже без исключения выпадающих значений, а тем более после их исключения, различие интегральных ПМ двух методов (среднее и 95 % ДИ) представляется клинически незначимым.

Для вертикальных ПМ среднее значение разности было минимальным ( $-0,006^\circ$ ), а величина 95 % ДИ составила от  $-0,258$  до  $0,247^\circ$ . Для горизонтальных ПМ указанные величины были несколько больше: среднее значение разности составляло  $-0,036^\circ$ , а границы 95 % ДИ — от  $-0,390$  до  $0,318^\circ$ . Полученные значения как для горизонтальных, так и для вертикальных ПМ также представляются клинически незначимыми.

При сравнительном анализе количественных результатов оценки ПМ изолированно для диагноза «эпиретинальный фиброз» среднее значение разности так же было минимальным ( $-0,006^\circ$ ), а величина 95 % ДИ составила от  $-0,276$  до  $0,264^\circ$ . Для диагноза «макулярный разрыв» среднее значение разности ПМ было несколько большим

и составило  $-0,032^\circ$ , а границы 95 % ДИ были в диапазоне от  $-0,281$  до  $0,216^\circ$ . Полученные значения и в данном случае для обеих групп представляются клинически незначимыми.

Для оценки влияния остроты зрения на ПМ были изучены зависимости ПМ, получаемых обоими методами (как интегрального, так и вертикального и горизонтального) от максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ, букв по шкале ETDRS). Достоверной корреляции не выявлено, коэффициент корреляции Пирсона в общем массиве пациентов не превышал 0,17.

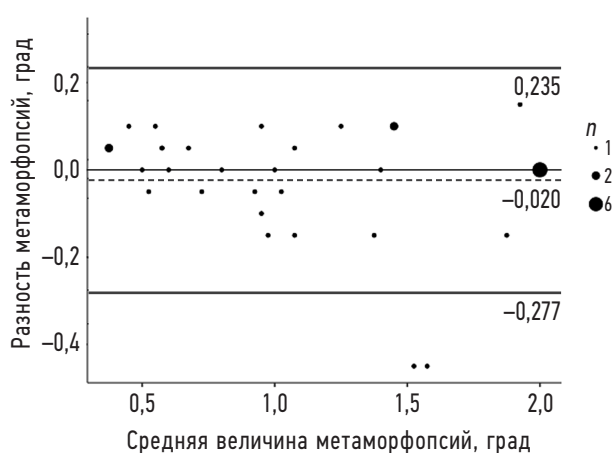
## ОБСУЖДЕНИЕ

Таблицы M-CHARTS успешно используются и рекомендовали себя как достаточно эффективный метод количественной оценки метаморфопсий при всех основных патологиях витреомакулярного интерфейса — эпиретинальном фиброзе [2, 3, 5], макулярном разрыве [5–7], отслойке сетчатки [8], возрастной макулярной дегенерации [5, 9]. Наиболее часто ПМ применяют для оценки динамики зрительных функций после хирургических вмешательств [8–11]. Результаты настоящего исследования согласуются с литературными данными и демонстрируют высокую информативность разработанной авторами компьютерной программы, не уступающей информативности таблиц M-CHARTS, в частности, у пациентов с эпиретинальным фиброзом и макулярным разрывом.

Выявленное в данной работе отсутствие корреляции МКОЗ (букв ETDRS) и ПМ было отмечено и другими авторами при исследовании пациентов с диагнозами «эпиретинальный фиброз» и «макулярный разрыв» [3, 7]. Полученные данные могут указывать на тот факт, что ПМ является отдельным независимым параметром оценки зрительных функций, что может быть связано с вовлечением иных морфофункциональных структур сетчатки. Соответственно, ПМ может быть использован как дополнительный, не зависящий от остроты зрения критерий, характеризующий зрительные функции и их динамику.

Были предложены некоторые альтернативы таблицам M-CHARTS, в частности, D-CHART [12]. Указанный метод представлял собой предъявление карточек с сеткой квадратов, расположенных в форме кольца вокруг зоны фиксации. Этот метод не нашёл широкого применения: на август 2023 г. в базе данных PubMed было найдено 13 статей с упоминанием данной методики, в то время как M-CHARTS упоминаются в 86 статьях.

Учитывая недоступность таблиц M-CHARTS в Российской Федерации, была разработана оригинальная компьютерная программа на основе данной таблицы. Вместе с тем стоял вопрос о взаимозаменяемости разработанной программы и таблиц M-CHARTS. Результаты данной работы показывают, что эти методы являются в достаточной степени взаимозаменяемыми.



**Рис. 3.** Анализ Бланда – Альтмана для интегральных показателей табличного и программного методов оценки метаморфопсий. Пунктирная линия — полученное в результате исследования среднее значение разностей интегральных показателей метаморфопсий, определяемых сравниваемыми методами. Сплошные линии — верхняя и нижняя границы 95 % доверительного интервала разностей

**Fig. 3.** Bland–Altman analysis for integral parameters of tabular and software methods of metamorphopsia assessment. Dotted line is the mean value of the differences of the integral parameters of metamorphopsia determined by the compared methods. Solid lines are the upper and lower limits of the 95% confidence interval of the differences

Настоящее исследование имеет ряд ограничений.

Использован интегральный ПМ, в то время как оригинальная таблица и разработанная программа не предусматривают его применение. Однако необходимо отметить, что в ряде зарубежных работ авторы также применяют интегральный показатель M-SCORE [8, 11]. Использование интегрального ПМ более удобно в тех случаях, когда определение конкретного направления метаморфопсий (горизонтальное или вертикальное) не имеет существенного значения. Результаты настоящей работы демонстрируют, что интегральные показатели в равной степени отражали закономерности для вертикальных и горизонтальных ПМ.

Число пациентов, включенных в данную работу, относительно невелико. Однако это количество представляется вполне достаточным для оценки соотношений табличного и программного методов оценки метаморфопсий, что являлось основной целью исследования. В работу вошли пациенты только с двумя видами макулярной патологии. Сравнение методов при других формах патологии станет задачей дальнейших исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программный и табличный методы исследования метаморфопсий являются взаимозаменяемыми и обеспечивают достаточно точную количественную оценку метаморфопсий. Разработанная программа представлена в общем

доступе ([https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag\\_meta/](https://mntk.ru/specialists/nauka-sotr/diag_meta/)) и может быть рекомендована к широкому клиническому использованию.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Личный вклад каждого автора: А.А. Шпак — концепция и дизайн исследования, анализ полученных данных, написание текста, внесение окончательной правки; А.С. Журавлев — анализ полученных данных, сбор и обработка материалов, написание текста; Ф.А. Авакян — сбор и обработка материалов, написание текста; А.И. Колесник, С.В. Колесник — внесение окончательной правки; А.А. Авакян — написание текста.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этический комитет.** Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России (протокол № 4 от 03.04.2023). Все участники добровольно

подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published, and agree to be accountable for all aspects of the study. Personal contribution of each author: A.A. Shpak — experimental design, data analysis, writing the main part of the text, making final edits; A.S. Zhuravlev — data collection, data analysis, writing the main part of the text; F.A. Avakyan — data collection, writing the main part of the text; A.I. Kolesnik, S.V. Kolesnik — making final edits; A.A. Avakyan — writing the main part of the text.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Ethics approval.** The present study protocol was approved by the local Ethics Committee of the S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (No. 4, 2023 Apr 3). All participants voluntarily signed an informed consent form prior to inclusion in the study.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fung A.T., Galvin J., Tran T. Epiretinal membrane: A review // *Clin Exp Ophthalmol*. 2021. Vol. 49, N. 3. P. 289–308. DOI: 10.1111/ceo.13914
2. Matsumoto C., Arimura E., Okuyama S., et al. Quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membranes // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003. Vol. 44, N. 9. P. 4012–4016. DOI: 10.1167/iovs.03-0117
3. Arndt C., Rebollo O., Séguinet S., et al. Quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membranes before and after surgery // *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007. Vol. 245, N. 8. P. 1123–1129. DOI: 10.1007/s00417-006-0505-1
4. Bland J.M., Altman D.G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement // *Lancet*. 1986. Vol. 327, N. 8476. P. 307–310. DOI: 10.1016/S0140-6736(86)90837-8
5. Arimura E., Matsumoto C., Nomoto H., et al. Correlations between M-CHARTS and PHP findings and subjective perception of metamorphopsia in patients with macular diseases // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011. Vol. 52, N. 1. P. 128–135. DOI: 10.1167/iovs.09-3535
6. Wada I., Yoshida S., Kobayashi Y., et al. Quantifying metamorphopsia with M-CHARTS in patients with idiopathic macular hole // *Clin Ophthalmol*. 2017. Vol. 11. P. 1719–1726. DOI: 10.2147/OPHTH.S144981
7. Arimura E., Matsumoto C., Okuyama S., et al. Quantification of metamorphopsia in a macular hole patient using

M-CHARTS // *Acta Ophthalmol Scand*. 2007. Vol. 85, N. 1. P. 55–59. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00729.x

8. Hillier R.J., Felfeli T., Berger A.R., et al. The pneumatic retinopexy versus vitrectomy for the management of primary rhegmatogenous retinal detachment outcomes randomized trial (PIVOT) // *Ophthalmology*. 2019. Vol. 126, N. 4. P. 531–539. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.11.014

9. Kinoshita T., Imaizumi H., Miyamoto H., et al. Changes in metamorphopsia in daily life after successful epiretinal membrane surgery and correlation with M-CHARTS score // *Clin Ophthalmol*. 2015. Vol. 9. P. 225–233. DOI: 10.2147/OPHTH.

10. Nowomiejska K., Oleszczuk A., Brzozowska A., et al. M-CHARTS as a tool for quantifying metamorphopsia in age-related macular degeneration treated with the bevacizumab injections // *BMC Ophthalmol*. 2013. Vol. 13. ID 13. DOI: 10.1186/1471-2415-13-13

11. Wrzesińska D., Nowomiejska K., Nowakowska D., et al. Vertical and horizontal M-CHARTS and microperimetry for assessment of the visual function in patients after vitrectomy with ILM peeling due to stage 4 macular hole // *J Ophthalmol*. 2019. Vol. 2019. ID 4975973. DOI: 10.1155/2019/4975973

12. McGowan G., Yorston D., Strang N.C., Manahilov V. D-CHART: A novel method of measuring metamorphopsia in epiretinal membrane and macular hole // *Retina*. 2016. Vol. 36, N. 4. P. 703–708. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000778

## REFERENCES

1. Fung AT, Galvin J, Tran T. Epiretinal membrane: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021;49(3):289–308. DOI: 10.1111/ceo.13914

2. Matsumoto C, Arimura E, Okuyama S, et al. Quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membranes. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(9):4012–4016. DOI: 10.1167/iovs.03-0117

3. Arndt C, Rebollo O, Séguinet S, et al. Quantification of metamorphopsia in patients with epiretinal membranes before and after surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2007;245(8):1123–1129. DOI: 10.1007/s00417-006-0505-1
4. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;327(8476):307–310. DOI: 10.1016/S0140-6736(86)90837-8
5. Arimura E, Matsumoto C, Nomoto H, et al. Correlations between M-CHARTS and PHP findings and subjective perception of metamorphopsia in patients with macular diseases. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2011;52(1):128–135. DOI: 10.1167/iovs.09-3535
6. Wada I, Yoshida S, Kobayashi Y, et al. Quantifying metamorphopsia with M-CHARTS in patients with idiopathic macular hole. *Clin Ophthalmol*. 2017;11:1719–1726. DOI: 10.2147/OPHTH.S144981
7. Arimura E, Matsumoto C, Okuyama S, et al. Quantification of metamorphopsia in a macular hole patient using M-CHARTS. *Acta Ophthalmol Scand*. 2007;85(1):55–59. DOI: 10.1111/j.1600-0420.2006.00729.x
8. Hillier RJ, Felfeli T, Berger AR, et al. The pneumatic retinopexy versus vitrectomy for the management of primary rhegmatogenous retinal detachment outcomes randomized trial (PIVOT). *Ophthalmology*. 2019;126(4):531–539. DOI: 10.1016/j.ophtha.2018.11.014
9. Kinoshita T, Imaizumi H, Miyamoto H, et al. Changes in metamorphopsia in daily life after successful epiretinal membrane surgery and correlation with M-CHARTS score. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:225–233. DOI: 10.2147/OPHTH.S76847
10. Nowomiejska K, Oleszczuk A, Brzozowska A, et al. M-CHARTS as a tool for quantifying metamorphopsia in age-related macular degeneration treated with the bevacizumab injections. *BMC Ophthalmol*. 2013;13:13. DOI: 10.1186/1471-2415-13-13
11. Wrzesińska D, Nowomiejska K, Nowakowska D, et al. Vertical and horizontal M-CHARTS and microperimetry for assessment of the visual function in patients after vitrectomy with ILM peeling due to stage 4 macular hole. *J Ophthalmol*. 2019;2019:4975973. DOI: 10.1155/2019/4975973
12. McGowan G, Yorston D, Strang NC, Manahilov V. D-CHART: A novel method of measuring metamorphopsia in epiretinal membrane and macular hole. *Retina*. 2016;36(4):703–708. DOI: 10.1097/IAE.0000000000000778

## ОБ АВТОРАХ

**Александр Анатольевич Шпак**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0003-0273-3307; eLibrary SPIN: 3253-4790;  
e-mail: a\_shpak@inbox.ru

\***Алексей Сергеевич Журавлев**; адрес: Россия, 127486, Москва, Бескудниковский б-р, д. 59а; ORCID: 0000-0002-6306-0428;  
e-mail: zhuravlevalexey96@gmail.com

**Флора Артуровна Авакян**; ORCID: 0000-0002-5250-3684;  
e-mail: avakyan.flora@yandex.ru

**Антон Игоревич Колесник**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-6835-7204; eLibrary SPIN: 6910-1469;  
e-mail: kolesnik.doctor@gmail.com

**Светлана Валерьевна Колесник**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-0939-024X; eLibrary SPIN: 9761-2754;  
e-mail: svkolesnik83@gmail.com

**Айк Артурович Авакян**; ORCID: 0009-0002-9149-7552;  
e-mail: avakyan.aik007@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

## AUTHORS' INFO

**Alexander A. Shpak**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-0273-3307; eLibrary SPIN: 3253-4790;  
e-mail: a\_shpak@inbox.ru

\***Alexey S. Zhuravlev**; address: 59a Beskudnikovskii bulvar, Moscow, 127486, Russia; ORCID: 0000-0002-6306-0428;  
e-mail: zhuravlevalexey96@gmail.com

**Flora A. Avakyan**; ORCID: 0000-0002-5250-3684;  
e-mail: avakyan.flora@yandex.ru

**Anton I. Kolesnik**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-6835-7204; eLibrary SPIN: 6910-1469;  
e-mail: kolesnik.doctor@gmail.com

**Svetlana V. Kolesnik**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-0939-024X; eLibrary SPIN: 9761-2754;  
e-mail: svkolesnik83@gmail.com

**Aik A. Avakyan**; ORCID: 0009-0002-9149-7552;  
e-mail: avakyan.aik007@yandex.ru