

УДК 617.747-004.56

<https://doi.org/10.52420/umj.25.3.59><https://elibrary.ru/KIIMZJ>

Оценка аберраций высшего порядка у пациентов с артификацией и астероидным гиалозом

Алексей Михайлович Данилов^{1✉}, Андрей Григорьевич Гринев^{1,2},
Елена Михайловна Титаренко³

¹ Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург, Россия

² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

³ Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза», Екатеринбург, Россия

✉ Lexaugma@gmail.com

Аннотация

Актуальность. Астероидный гиалоз — хроническое дегенеративное состояние стекловидного тела неясной этиологии, сопровождающееся отложением кальций-фосфолипидных комплексов на коллагеновом каркасе стекловидного тела. Несмотря на то, что астероидный гиалоз часто протекает бессимптомно, после экстракции катаракты пациенты могут жаловаться на снижение субъективного качества зрения. Среди научных публикаций отсутствуют исчерпывающие данные об исследовании аберраций высшего порядка у пациентов с астероидным гиалозом.

Цель работы — исследовать влияние астероидного гиалоза на аберрации высшего порядка у пациентов с артификацией как возможного показателя к факовитрэктомии.

Материалы и методы. На базе офтальмологического отделения Свердловской областной клинической больницы № 1 после предварительно выполненных стандартных методов диагностики выполнено хирургическое лечение катаракты у 12 пациентов с сопутствующим диагнозом «астероидный гиалоз». Через 1 месяц от операции всем пациентам выполнена аберрометрия при помощи анализатора зрительной функции iTrase. Полученные результаты диагностики подвергнуты анализу и статистической обработке.

Результаты. Результаты аберрометрии и ультразвукового исследования показали наличие корреляции между плотностью астероидных телец в стекловидном теле и уровнем внутренних аберраций высшего порядка.

Заключение. Выявленная зависимость между плотностью астероидных телец в стекловидном теле и степенью влияния на внутренние аберрации высшего порядка углубляет понимание патогенеза астероидного гиалоза и может служить основанием для пересмотра показаний к факовитрэктомии у пациентов с сочетанной возрастной катарактой и астероидным гиалозом, особенно в случаях выраженных аберраций.

Ключевые слова: астероидный гиалоз, катаракта, аберрации, факовитрэктомия, стекловидное тело, волновой фронт

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом Свердловской областной клинической больницы № 1 (протокол № 169 от 9 декабря 2025 г.). Все пациенты уведомлены об объеме действий, получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, обработку персональных данных с учетом анонимности исследуемых. Исследование соответствует положениям, изложенным в Хельсинкской декларации (версия от 2024 г.).

Для цитирования: Данилов А. М., Гринев А. Г., Титаренко Е. М. Оценка аберраций высшего порядка у пациентов с артификацией и астероидным гиалозом // Уральский медицинский журнал. 2025. Т. 25, № 3. С. 59–70. DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.3.59>. EDN: <https://elibrary.ru/KIIMZJ>.

Evaluation of Higher-Order Aberrations in Patients with Artiphakia and Asteroid Hyalosis

Alexey M. Danilov¹✉, Andrey G. Grinev^{1,2}, Elena M. Titarenko³

¹ Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1, Ekaterinburg, Russia

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

³ IRTC Eye Microsurgery Ekaterinburg Center, Ekaterinburg, Russia

✉ Lexaugma@gmail.com

Abstract

Relevance. Asteroid hyalosis is a chronic degenerative condition of the vitreous body of unknown etiology, accompanied by the deposition of calcium phospholipid complexes on the collagen framework of the vitreous body. Despite the fact that asteroid hyalosis often occurs without symptoms, after cataract extraction, patients may complain of a significant decrease in subjective visual quality. Among scientific publications, there are no comprehensive data on the study of higher-order aberrations in patients with asteroid hyalosis.

The aim of this study is to evaluate higher-order internal aberrations in patients with artiphakia and asteroid hyalosis.

Materials and methods. On the basis of the ophthalmological department of Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1, after pre-performing standard diagnostic methods, cataract surgery was performed in 12 patients with concomitant diagnosis of asteroid hyalosis. After 1 month of surgery, all patients underwent aberrometry using the iTrace visual function analyzer. The obtained diagnostic results have been analyzed and statistically processed.

Results. The results of aberrometry and ultrasound examination showed a correlation between the density of asteroidal bodies in the vitreous body and the level of higher-order internal aberrations.

Conclusion. The revealed relationship between the density of asteroid bodies in the vitreous body and the degree of influence on higher-order internal aberrations deepens our understanding of the pathogenesis of asteroid hyalosis this condition and may serve as a basis for revising the indications for phacoemulsification in patients with combined age-related cataracts and asteroid hyalosis, especially in cases of severe aberrations.

Keywords: asteroid hyalosis, cataract, aberration, phacovitrectomy, vitreous, wavefront

Funding. The authors declare the absence of external funding for the study.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflict of interest.

Conformity with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee of the Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1 (Protocol No. 169 dated 12 September 2025). All patients were notified of the scope of the actions, received written informed information consent to participate in the study, and personal data processing, taking into account the anonymity of the subjects. The study complies with the provisions set out in the Declaration of Helsinki (2024).

For citation: Danilov AM, Grinev AG, Titarenko EM. Evaluation of higher-order aberrations in patients with artiphakia and asteroid hyalosis. *Ural Medical Journal*. 2026;25(3):59–70. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.52420/umj.25.3.59>. EDN: <https://elibrary.ru/KIIMZJ>.

© Данилов А. М., Гринев А. Г., Титаренко Е. М., 2026

© Danilov A. M., Grinev A. G., Titarenko E. M., 2026

Список сокращений

АГ — астероидный гиалоз

ВГД — внутриглазное давление

ЗОСТ — задняя отслойка стекловидного тела

ИОЛ — интраокулярная линза

МКОЗ — максимально корригируемая острота зрения

ОКТ — оптическая когерентная томография

СОКБ № 1 — Свердловская областная клиническая больница № 1

ФПМ — функция передачи модуляции

ANOVA — дисперсионный анализ (*англ.* analysis of variance)

M — среднее (*англ.* mean)

Me — медиана (*англ.* median)

P₂₅ & P₇₅ — 25-й и 75-й процентиля (*англ.* 25th and 75th percentiles)

SD — стандартное отклонение (*англ.* standard deviation)

VF-14 — офтальмологический опросник зрительных функций The Visual Function — 14

Введение

Астероидный гиалоз (АГ) — хроническое дегенеративное состояние стекловидного тела, сопровождающееся отложением кальций-фосфолипидных комплексов на коллагеновом каркасе стекловидного тела. Несмотря на научно-технологический прогресс диагностических манипуляций, этиопатогенез АГ до сих пор остается не до конца изученным [1–3]. До настоящего времени единых эпидемиологических данных АГ нет, однако по результатам наиболее крупных исследований частота встречаемости АГ составляет от 0,2 % до 3,1 % [4–6].

АГ не имеет ярко выраженных клинических проявлений, по сравнению с рядом других офтальмологических патологий, тем не менее пациенты имеют жалобы на «летающие мушки» в пределах поля зрения (миодезопсии) [7]. Выполнение офтальмологического обследования пациентов с АГ зачастую сопряжено с рядом трудностей. Регистрация изображений глазного дна при интенсивном АГ малоинформативна ввиду отсутствия должной визуализации мелких структур [8]. Выполнение ультразвуковой биометрии при АГ сопряжено с определенным риском получить ложный гиперметропический результат, таким образом это может повлиять на неверный выбор интраокулярной линзы (ИОЛ) при планировании хирургии катаракты [9–11].

Хирургическое лечение катаракты у пациентов с АГ имеет некоторые особенности. По причине негомогенности стекловидного тела визуализация задней капсулы хрусталика снижается, что влечет за собой определенные риски ее интраоперационной травматизации [12, 13]. Ряд авторов представляет клинические случаи, описывающие снижение зрения у пациентов с АГ после экстракции катаракты с имплантацией силиконовых ИОЛ. По данным научной литературы, на задней поверхности ИОЛ обнаружены отложения солей кальция и фосфора, что стало причиной снижения качества жизни и остроты зрения [14–18]. Полная задняя отслойка задней гиалоидной мембраны у пациентов с АГ также может приводить к снижению остроты зрения [19]. В работе Р. Очи и др. (*англ.* R. Ochi et al.) представлен клинический случай снижения остроты зрения у пациента с АГ после перенесенной экстракции катаракты. По данным В-сканирования произошла задняя отслойка стекловидного тела (ЗОСТ) с миграцией комплекса астероидных телец вблизи передней гиалоидной мембраны. Пациенту выполнена тотальная трехпортовая витрэктомия, что позволило вновь повысить остроту зрения [20].

Аберрометрия — аппаратный метод диагностики зрительной системы, позволяющий определить наличие оптических искажений (аббераций), как низших (миопия, гиперметропия, астигматизм), так и высших (кома, третроил, тетрафоил и др.) порядков [21].

С возрастом увеличиваются внутренние аберрации, однако из-за изменений зрачковой реакции клинические проявления редки [22].

Современные aberrometry позволяют проводить комплексную оценку оптических аберраций глаза, включая роговичные, общие глазные и внутренние. После вычитания из общих аберраций роговичные полученное значение отражает внутренние аберрации.

В настоящее время в базе данных PubMed находится лишь одна работа, описывающая 3 клинических случая влияния АГ на внутренние аберрации [23]. В апреле 2025 г. опубликована статья Д. А. Адельберга и М. Т. Парсонса (*англ.* D. A. Adelberg et M. T. Parsons), в которой описано клинически значимое снижение аберраций высшего порядка у пациентов с артификацией после тотальной трехпортовой витрэктомии через плоскую часть цилиарного тела, однако в исследовании не уточнен тип деструкции стекловидного тела [24].

Таким образом, **цель текущей работы** — исследовать влияние АГ на аберрации высшего порядка у пациентов с артификацией как возможного показания к факовитрэктомии.

Материалы и методы

Настоящее проспективное сравнительное исследование выполнено на базе отделения офтальмологического № 1 круглосуточного стационара Свердловской областной клинической больницы № 1 (СОКБ № 1) и Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза», включало в себя 2 последовательных взаимосвязанных этапа — хирургическое лечение катаракты с последующим исследованием внутренних аберраций высшего порядка через 1 месяц от операции.

В исследование были включены 12 пациентов (12 глаз) в возрасте (68,2±2,2) года (из них мужчин 5/12 (41,7%), женщин 7/12 (58,3%)) с установленным диагнозом — возрастная катаракта и АГ различной степени плотности расположения астероидных телец (табл. 1). В зависимости от степени плотности расположения астероидных телец все пациенты разделены на 3 равнозначные группы по 4 пациента в каждой: I — низкая плотность; II — средняя; III — высокая. Всем пациентам в день поступления выполнен стандартный объем офтальмологического обследования, дополненный оптической когерентной томографией (ОКТ) макулярной зоны и опросом качества жизни пациентов посредством валидизированного офтальмологического опросника зрительных функций (*англ.* The Visual Function — 14, VF-14). Офтальмологический опросник VF-14 включает в себя 18 вопросов относительно 14 видов ежедневной деятельности пациента. Полученные ответы конвертируются в баллы, градация которых отражает изменения зрительной функции от крайне выраженных (0–9 баллов) до отсутствия зрительных нарушений (99–100 баллов). Валидизация опросника реализована посредством адаптации части вопросов под привычные виды деятельности пациентов, проживающих на территории России.

Таблица 1

Входящие данные пациентов на момент поступления
в отделение офтальмологическое № 1 СОКБ № 1 (n = 12)

| Признак | Группа I (n = 4) | Группа II (n = 4) | Группа III (n = 4) |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Возраст, лет (M (SD)) | 67,6 (2,5) | 69,2 (1,8) | 67,9 (2,3) |
| Мужчин/женщин (n) | 2/2 | 1/3 | 3/1 |
| МКОЗ (Me [P ₂₅ ; P ₇₅]) | 0,20 [0,17; 0,22] | 0,30 [0,28; 0,31] | 0,17 [0,15; 0,22] |
| Баллы VF-14 (Me [P ₂₅ ; P ₇₅]) | 19,50 [18,00; 21,00] | 18,50 [17,00; 19,50] | 18,50 [16,75; 20,00] |

Окончание табл. 1

| Признак | Группа I (n = 4) | Группа II (n = 4) | Группа III (n = 4) |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ВГД, мм рт. ст. (M (SD)) | 18,0 (2,0) | 16,0 (3,0) | 19,0 (1,5) |
| Состояние задней гиаловидной мембраны по данным ОКТ | ЗОСТ неполная 3; ЗОСТ полная 1 | ЗОСТ неполная 4; ЗОСТ полная 0 | ЗОСТ неполная 2; ЗОСТ полная 2 |

Примечания: M — среднее (англ. mean); SD — стандартное отклонение (англ. standard deviation); Me — медиана (англ. median); P₂₅ & P₇₅ — 25-й и 75-й процентиля (англ. 25th and 75th percentiles); МКОЗ — максимально корригируемая острота зрения; ВГД — внутриглазное давление.

На рис. 1 представлены данные ультразвукового исследования глаз пациентов каждой группы.

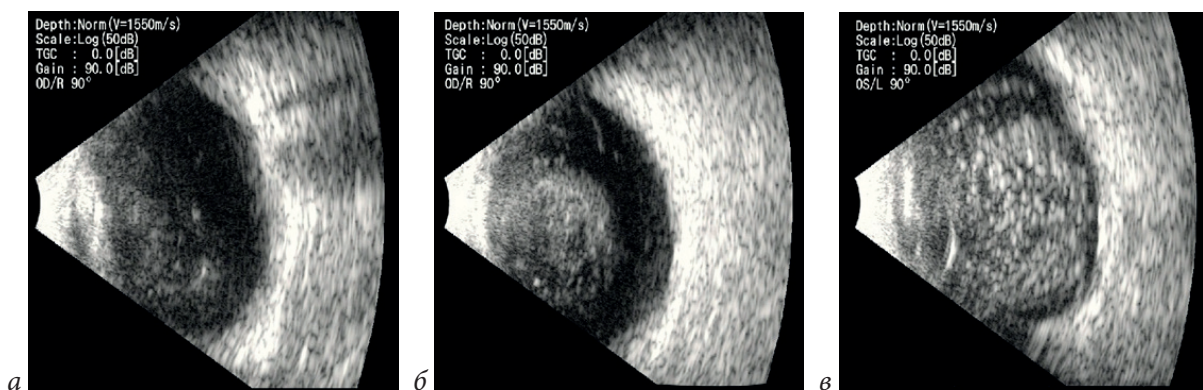


Рис. 1. Данные ультразвукового исследования глаз пациентов каждой группы:
а — группа I (низкая плотность астероидных телец);
б — группа II (средняя плотность); в — группа III (высокая плотность)

Критерии включения пациентов в исследование: установленный диагноз возрастная катаракта различной степени зрелости, установленный диагноз АГ различной степени плотности астероидных телец, возможность наблюдения и обследования пациента в послеоперационном периоде.

Критерии невключения пациентов в исследование: дегенеративная патология структур глазного дна (возрастная макулодистрофия, центральная хориоретинальная дегенерация, частичная атрофия зрительного нерва, глаукома, тапеторетинальная абиотрофия и др.), дистрофические изменения роговицы (эндотелиально-эпителиальная дегенерация, старые помутнения и др.), роговичный астигматизм ≥ 1 диоптрии, внутриглазные новообразования, предшествующая отслойка сетчатки, витреоретинальные вмешательства, травмы глаз в анамнезе, мнестические расстройства и выраженная соматическая патология, которая может мешать наблюдению и обследованию в послеоперационном периоде.

Всем пациентам в условиях отделения офтальмологического № 1 круглосуточного стационара СОКБ № 1 на следующий день от госпитализации выполнена стандартная факоэмульсификация катаракты с имплантацией заднекамерной ИОЛ. Все операции выполнены на факоэмульсификаторе Stellaris Elite (Bausch & Lomb Inc., США), среднее время факоэмульсификации катаракты составило 17,2 (2,8) секунды. Во всех случаях интраоперационные осложнения отсутствовали, и были имплантированы заднекамерные асферические ИОЛ модели «Аквамарин» (артикул ACS 12.05, «НанОптика», Россия). В 100 % случаев ИОЛ

имплантированы в полость капсульного мешка, шовная фиксация ИОЛ отсутствовала во всех случаях. На 1-е сутки от операции у 7/12 (58,3 %) пациентов наблюдалась транзиторная реакция в виде легкого десцеметита — успешно купировано назначением терапии: капли дексаметазон 0,1 %, ципрофлоксацин 0,3 %, декспантенол 5 %, субконъюнктивная инъекция дексаметазона с антибиотиком. Средний койко-день пациентов составил 3,1 (0,9).

В день выписки всем пациентам предложено повторно ответить на вопросы анкеты качества жизни валидизированного офтальмологического опросника VF-14.

Второй этап исследования проводился в срок 1 месяц от операции. На базе СОКБ № 1 выполнен повторный анализ качества жизни (VF-14), а на базе Екатеринбургского центр МНТК «Микрохирургия глаза» исследованы внутренние aberrации высшего порядка и функция передачи модуляции (ФПМ) при помощи анализатора зрительной функции iTrace (Tracey Technologies Corp., США). Этот метод аппаратной диагностики использует принцип трассировки 256 последовательных инфракрасных лучей с фоторегистрацией полученного ретинального изображения и оценкой его отклонения по отношению к базовой позиции.

Всем 12 (100 %) пациентам в срок 1 месяца от операции выполнена aberрометрия при помощи анализатора зрительной функции iTrace с диаметром исследуемой зоны 4,5 мм. С учетом неоднородности структуры стекловидного тела при АГ всем пациентам выполнялась серия из 5 исследований, получено среднее значение внутренних aberrаций высшего порядка: вертикальная кома (Z_3^{-1}), горизонтальная кома (Z_3^1), вертикальный трефоил (Z_3^{-3}), косой трефоил (Z_3^3), сферическая aberrация (Z_4^0).

Одновременно с aberрометрией всем пациентам выполнена оценка ФПМ на том же оборудовании (iTrace). Этот показатель является количественной характеристикой, которая отражает способность оптической системы сохранить контраст объекта при передаче деталей с различными пространственными частотами. Оценка выполняется в диапазоне пространственных контрастных частот от 5 до 30 циклов/градус, что отражает показатель в низких, средних и высоких частотах (критично для оценки зрительной функции).

Статистическая обработка проводилась с использованием программного обеспечения Microsoft Excel (Microsoft Corp., США) и StatTech 4.8.1 (ООО «Статтех», Россия). Параметрические показатели представлены в формате M (SD), непараметрические — Me [P_{25} ; P_{75}]. Для внутригрупповой оценки различия функциональных непараметрических результатов (остроты зрения, баллов VF-14) использован непараметрический T-критерий Уилкоксона, при межгрупповом сравнении функциональных результатов (остроты зрения, баллов VF-14) использован H-критерий Краскела — Уоллиса. Межгрупповая оценка показателей aberrаций и ФПМ оценена посредством дисперсионного анализа (*англ.* analysis of variance, ANOVA). Статистически значимое различие критериев принято считать при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Функциональные показатели (МКОЗ, ВГД, баллы VF-14) всех пациентов до и после хирургического лечения катаракты (день выписки из отделения) представлены в табл. 2.

При выполнении анализа различий показателей (МКОЗ, баллы VF-14) исхода хирургического лечения между всеми группами (посредством критерия Краскела — Уоллиса) определены следующие изменения: МКОЗ ($p = 0,54$, $\alpha = 0,05$), качество жизни ($p = 0,13$, $\alpha = 0,05$) — нет статистических различий.

Таблица 2

Данные пациентов ($n = 12$) до и после хирургического лечения

| Показатель | Группа I ($n = 4$) | | Группа II ($n = 4$) | | Группа III ($n = 4$) | |
|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | До | После | До | После | До | После |
| МКОЗ (Me [P_{25} ; P_{75}]) | 0,20 [0,17; 0,22] | 0,77 [0,71; 0,80]* | 0,30 [0,28; 0,31] | 0,70 [0,68; 0,71]* | 0,17 [0,15; 0,22] | 0,80 [0,71; 0,86]* |
| ВГД, мм рт. ст. (M (SD)) | 18,0 (2,0) | 19,0 (1,5) | 16,0 (3,0) | 17,0 (2,5) | 19,0 (1,5) | 19,0 (2,5) |
| Баллы VF-14 (Me [P_{25} ; P_{75}]) | 19,50 [18,00; 21,00] | 74,50 [72,00; 77,00]* | 18,50 [17,00; 19,50] | 76,50 [75,25; 77,75]* | 18,50 [16,75; 20,00] | 71,50 [70,25; 72,75]* |

Примечание: * различие между показателями внутри группы статистически значимо ($p < 0,05$) по T -критерию Уилкоксона.

Результаты aberрометрии пациентов в срок 1 месяца от лечения катаракты представлены в табл. 3 в формате M (SD) аберраций высшего порядка (англ. root mean square high-order aberrations).

Таблица 3

Внутренние аберрации после хирургического лечения ($n = 12$), M (SD)

| Показатель | Группа I ($n = 4$) | Группа II ($n = 4$) | Группа III ($n = 4$) |
|--|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Роговичный астигматизм, диоптрии | 0,25 (0,12) | -0,50 (0,25) | -0,25 (0,12) |
| Вертикальная кома (Z_3^{-1}), мкм | 0,062 (0,015) | 0,118 (0,007) | 0,176 (0,019) |
| Горизонтальная кома (Z_3^1), мкм | 0,074 (0,023) | 0,127 (0,033) | 0,198 (0,027) |
| Вертикальный трефоил (Z_3^{-3}), мкм | 0,093 (0,029) | 0,134 (0,031) | 0,207 (0,024) |
| Косой трефоил (Z_3^3), мкм | 0,089 (0,017) | 0,124 (0,025) | 0,182 (0,021) |
| Сферическая (Z_4^0), мкм | 0,093 (0,014) | 0,135 (0,017) | 0,181 (0,024) |

Полученные результаты aberрометрии подвергнуты статистическому анализу (ANOVA), получены следующие результаты при уровне значимости $\alpha = 0,05$:

- 1) при сравнении значений вертикальной комы (Z_3^{-1}) между группами полученное значение $F = 46,054 > F_{\text{крит}} = 5,1$;
- 2) горизонтальной комы (Z_3^1) между группами полученное значение $F = 15,249 > F_{\text{крит}} = 5,1$;
- 3) вертикального трефоила (Z_3^{-3}) между группами полученное значение $F = 13,431 > F_{\text{крит}} = 5,1$;
- 4) косого трефоила (Z_3^3) между группами полученное значение $F = 14,655 > F_{\text{крит}} = 5,1$;
- 5) сферической аберрации (Z_4^0) между группами полученное значение $F = 16,434 > F_{\text{крит}} = 5,1$.

У всех пациентов через 1 месяц после операции в ходе исследований и оценки аберраций определена ФПМ, которая характеризует качество изображения в оптической системе и отражает изменение контрастности от объекта к оригиналу. Полученные результаты с оценкой однофакторного ANOVA представлены в табл. 4 и отражены графически на рис. 2.

Таблица 4

ФПМ пациентов через 1 месяц от операции (n = 12), M (SD)

| ФПМ | Группа I (n = 4) | Группа II (n = 4) | Группа III (n = 4) | Результат ANOVA |
|------------------|------------------|-------------------|--------------------|---|
| 5 циклов/градус | 0,855 (0,020) | 0,680 (0,090) | 0,552 (0,120) | $F = 370,664 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| 10 циклов/градус | 0,640 (0,030) | 0,513 (0,100) | 0,285 (0,130) | $F = 952,215 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| 15 циклов/градус | 0,475 (0,050) | 0,395 (0,120) | 0,159 (0,130) | $F = 768,829 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| 20 циклов/градус | 0,336 (0,060) | 0,262 (0,130) | 0,107 (0,150) | $F = 185,997 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| 25 циклов/градус | 0,220 (0,060) | 0,161 (0,130) | 0,090 (0,150) | $F = 45,135 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| 30 циклов/градус | 0,207 (0,050) | 0,124 (0,120) | 0,070 (0,200) | $F = 53,925 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |
| Среднее значение | 0,455 (0,100) | 0,350 (0,100) | 0,210 (0,150) | $F = 156,925 > F_{\text{крит}} = 5,140^*$ |

Примечание: * различие по показателю между группами статистически значимо ($p \leq 0,05$) по однофакторному ANOVA.

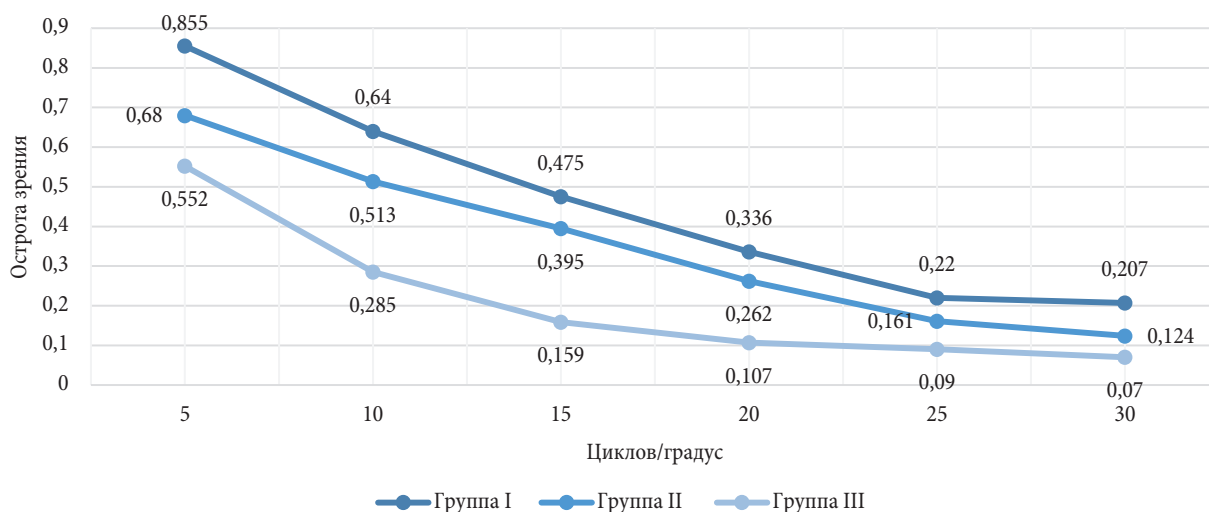


Рис. 2. ФПМ исследуемых групп

Полученные результаты межгруппового исследования ФПМ посредством ANOVA свидетельствуют о статистически значимых различиях ($\alpha = 0,05$) во всех пространственных частотах.

Результаты повторного исследования показателя субъективного качества жизни (опросник VF-14) пациентов всех групп, выполненного в срок 1 месяца от операции, представлены в табл. 5.

Таблица 5

Показатель субъективного качества жизни пациентов (n = 12)
через 1 месяц после операции, (Me [P_{25} ; P_{75}])

| Баллы VF-14 | Группа I (n = 4) | Группа II (n = 4) | Группа III (n = 4) |
|---------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| День выписки | 74,50 [72,00; 77,00] | 76,50 [75,25; 77,75] | 71,50 [70,25; 72,75] |
| Через 1 месяц | 68,00 [66,75; 69,25] | 57,00 [56,00; 58,50]* | 46,00 [44,75; 47,50]* |

Примечание: * различие между показателями внутри группы статистически значимо ($p < 0,05$) по критерию Уилкоксона.

Полученные результаты внутригруппового анализа качества жизни пациентов характеризуют отсутствие различий у больных группы I. У лиц групп II и III через 1 месяц после операции отмечено снижение показателя, что отражает наличие жалоб на «персистирующие мушки» и обусловлено повышением прозрачности оптических сред.

При оценке межгрупповых значений субъективного качества жизни (VF-14) через 1 месяц после операции выявлено различие субъективной удовлетворенностью качеством зрительной функции. Получен результат статистической обработки межгрупповых значений $F = 34,891 > F_{\text{крит}} = 5,1$, что отражает значимую разницу при уровне $\alpha = 0,05$.

Обсуждение

Полученные результаты aberрометрии, в т. ч. анализ ФПМ, и субъективного качества жизни (посредством опросника VF-14) через 1 месяц после операции отражают зависимость изменения исследуемых характеристик от степени плотности астероидных телец. Таким образом, чем выше плотность астероидных телец в структуре стекловидного тела, тем ниже баллы по опроснику качества жизни (VF-14), тем более выражены показатели внутренних аберраций и ниже функция передачи модуляции.

Представленные выше результаты соотнесены с данными научных публикаций других авторов, исследующих подобную патологию. Так, в работе Ш. Йокоямы и др. (англ. Sh. Yokoyama et al.) представлено 3 клинических случая, в которых АГ являлся основной причиной обращения пациента за медицинской помощью как первопричина жалоб на «мушки». Авторы оценивали внутренние аберрации высшего порядка при помощи aberрометра OPD-Scan III (Nidek Co, Япония) с рабочей зоной 4 мм на фоне медикаментозного мидриаза до и после хирургического лечения. Исследователи приводят единый показатель аберраций (мкм), который достигал от 0,819 до 1,699 мкм до хирургического лечения. Всем пациентам была выполнена трехпортовая витрэктомия 23 Гейдж или 25 Гейдж через плоскую часть цилиарного тела на аппарате Constellation Vision System (Alcon, Inc, Швейцария, США). После операции показатели внутренних аберраций составили от 0,125 до 0,188 мкм [23]. Полученные нами результаты aberрометрии не имеют единого показателя, т. к. были исходно рассмотрены по отдельности, однако свидетельствуют о наличии влияния астероидных телец на показатели аберраций высшего порядка. Увеличение количества астероидных телец влечет за собой увеличение показателя аберрации.

В работе Т. Сато и др. (англ. T. Sato et al.) представлено 2 клинических случая, описывающих пациентов с катарактой и АГ. В первом случае показатели аберраций высшего порядка были в пределах нормы и swept-source-ОКТ не выявила акустических теней в структуре стекловидного тела. Пациенту выполнена хирургия катаракты. Во втором случае перед операцией выявлены высокие показатели внутренних аберраций высшего порядка и swept-source-ОКТ зафиксировала множественные акустические тени. Больному выполнена факовитрэктомия. Результатом лечения пациента стало улучшение остроты зрения и внутренних аберраций. Таким образом, авторы рассматривают использование swept-source-ОКТ и aberрометрию как методы, определяющие объем хирургического лечения, в то время как факовитрэктомия является достойным методом лечения катаракты с АГ [25].

Приведенные в вышеуказанных работах данные подтверждают гипотезу о влиянии АГ на внутренние аберрации высшего порядка.

Заключение

В рамках выполненной работы проведено исследование влияния АГ на аберрации высшего порядка, определена тенденция зависимости значений внутренних аберраций высшего порядка от степени плотности астероидных телец в структуре стекловидного тела, что может быть рассмотрено как возможное показание к факовитрэктомии у пациентов с катарактой и АГ.

Ограничением текущего исследования является малая численность клинического материала. Работа послужит основой для дальнейшего более крупного научного исследования АГ.

Список источников | References

1. Duong R, Abou-Samra A, Bogaard JD, Shildkrot Y. Asteroid hyalosis: An update on prevalence, risk factors, emerging clinical impact and management strategies. *Clinical Ophthalmology*. 2023;17:1739–1754. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPTH.S389111>.
2. Scott DAR, Möller-Lorentzen TB, Faber C, Wied J, Grauslund J, Subhi Y. Spotlight on asteroid hyalosis: A clinical perspective. *Clinical Ophthalmology*. 2021;15:2537–2544. DOI: <https://doi.org/10.2147/OPTH.S272333>.
3. Kharlap SI, Salikhova AR, Miroshnik NV, Novikov IA, Avetisov SE. Structural features of the vitreous body in asteroid hyalosis. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(4):26–36. (In Russ., Eng.). DOI: <https://doi.org/10.17116/oftalma202013604126>.
4. Moss SE, Klein R, Klein BE. Asteroid hyalosis in a population: The Beaver Dam eye study. *American Journal of Ophthalmology*. 2001;132(1):70–75. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(01\)00936-9](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(01)00936-9).
5. Fawzi AA, Vo B, Kriwanek R, Ramkumar HL, Cha C, Carts A, et al. Asteroid hyalosis in an autopsy population: The University of California at Los Angeles (UCLA) experience. *Archives of Ophthalmology*. 2005;123(4):486–490. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophth.123.4.486>.
6. Mitchell P, Wang MY, Wang JJ. Asteroid hyalosis in an older population: The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmic Epidemiology*. 2003;10(5):331–335. DOI: <https://doi.org/10.1076/opep.10.5.331.17324>.
7. Karunatilake M, Fijardo B, Michael E, Somani R. Outcomes of pars plana vitrectomy for visually significant floaters in Northern Alberta. *International Journal of Retina and Vitreous*. 2025;11:54. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40942-025-00676-3>.
8. Belenje A, Rani PK. Role of wide-angle optical coherence tomography angiography in detection of proliferative diabetic retinopathy in a patient with dense asteroid hyalosis. *BMJ Case Reports*. 2020;13(9):e237248. DOI: <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-237248>.
9. Allison KL, Price J, Odin L. Asteroid hyalosis and axial length measurement using automated biometry. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 1991;17(2):181–186. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(13\)80248-9](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(13)80248-9).
10. Yazar Z, Hanioglu S, Karakoç G, Gürsel E. Asteroid hyalosis. *European Journal of Ophthalmology*. 2001;11(1):57–61. DOI: <https://doi.org/10.1177/112067210101100111>.
11. Hartstein I, Barke RM. Axial length measurement discrepancies in asteroid hyalosis. *British Journal of Ophthalmology*. 1991;75(3):191. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjo.75.3.191>.
12. Khadia A, Gupta I, Thangaraju D, Assadi FA, Ghosh A, Veena K, et al. Important signs to check posterior capsule integrity. *Indian Journal of Ophthalmology*. 2023;71(1):287–289. DOI: https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_1884_22.
13. Veselov AA, Yurieva TN, Likontseva SV, El-Burji OV, Pochtarenko TV, Rogov DG, et al. Partial vitrectomy in the treatment of asteroid hyalosis. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(4):688–694. (In Russ). DOI: <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-688-694>.
14. Stringham J, Werner L, Monson B, Theodosis R, Mamalis N. Calcification of different designs of silicone intraocular lenses in eyes with asteroid hyalosis. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1486–1492. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.12.032>.
15. Renschler A, Kelkar N, Eid K, Hawn V, Bundogji N, Werner L, et al. Complications of foldable intraocular lenses requiring explantation or secondary intervention: 2022 survey with update of long-term trends. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2024;50(4):394–400. DOI: <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000001371>.
16. Wackernagel W, Ettinger K, Weitgasser U, Bakir BG, Schmut O, Goessler W, et al. Opacification of a silicone intraocular lens caused by calcium deposits on the optic. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2004;30(2):517–520. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0886-3350\(03\)00672-2](https://doi.org/10.1016/S0886-3350(03)00672-2).

17. Chychko L, Khoramnia R, Son HS, Schickhardt SK, Lieberwirth I, Auffarth GU, et al. Material analysis of explanted calcified silicone intraocular lenses in association with asteroid hyalosis. *Ophthalmology and Therapy*. 2024;13:791–800. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40123-023-00872-0>.
18. Lee YJ, Han SB. Laser treatment of silicone intraocular lens opacification associated with asteroid hyalosis. *Taiwan Journal of Ophthalmology*. 2019;9(1):49–52. DOI: https://doi.org/10.4103/tjo.tjo_65_18.
19. Alpatov SA, Shchuko AG, Malyshev VV. Treatment of vitreous body opacities using 27g vitrectomy. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology*. 2011;12(2):73–74. (In Russ.). EDN: <https://elibrary.ru/OWMNDF>.
20. Ochi R, Sato B, Morishita S, Imagawa Y, Mimura M, Fukumoto M, et al. Case of asteroid hyalosis that developed severely reduced vision after cataract surgery. *BMC Ophthalmology*. 2017;17:68. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0467-6>.
21. Ang RET, Lee PL, Torres RS, Araneta MMQ, Cruz EM, Torno MSM. Higher-order aberrations and spherical aberration in various age groups after LASIK and cataract surgery. *BMC Ophthalmology*. 2025;25:271. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12886-025-04069-w>.
22. Wan KH, Liao XL, Yu M, Tsui RWY, Chow VWS, Chong KKL, et al. Wavefront aberrometry repeatability and agreement — A comparison between Pentacam AXL Wave, iTrace and OPD-Scan III. *Ophthalmic & Physiological Optics*. 2022;42(6):1326–1337. DOI: <https://doi.org/10.1111/opo.13047>.
23. Yokoyama S, Kojima T, Kaga T, Ichikawa K. Increased internal higher-order aberrations as a useful parameter for indication of vitrectomy in three asteroid hyalosis cases. *BMJ Case Reports*. 2015;2015: bcr2015211704. DOI: <https://doi.org/10.1136/bcr-2015-211704>.
24. Adelberg DA, Parsons MT. Wavefront aberrometry in pseudophakic patients before and after vitrectomy for bothersome floaters. *Journal of Vitreoretinal Diseases*. 2025;9(4):445–450. DOI: <https://doi.org/10.1177/24741264251333200>.
25. Sato T, Koh S, Mori R, Korehisa H, Hayashi K. Impact of asteroid hyalosis on internal higher-order aberrations in eyes with cataract accompanied by acoustic shadows on swept-source optical coherence tomography examination. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2020;46(12):e1–e4. DOI: <https://doi.org/10.1097/j.jcrs.0000000000000303>.

Информация об авторах

Алексей Михайлович Данилов ✉ — офтальмолог 1 квалификационной категории офтальмологического отделения, поликлиника, Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург, Россия.
E-mail: lexaugma@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2535-0838>

Андрей Григорьевич Гринев — доктор медицинских наук, заведующий отделением офтальмологическим № 1, стационар, Свердловская областная клиническая больница № 1, Екатеринбург, Россия; доцент кафедры офтальмологии, институт хирургии, Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия.
E-mail: eyegrin@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1968-5655>

Елена Михайловна Титаренко — кандидат медицинских наук, офтальмолог отделения функциональной диагностики и лечебного контроля, заведующий отделом по работе с ординаторами, Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза», Екатеринбург, Россия.
E-mail: Titarenko@eyeclinic.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5227-9398>

Information about the authors

Alexey M. Danilov ✉ — Ophthalmologist 1st Qualification Category of the Ophthalmology Department, Polyclinic, Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: lexaugma@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2535-0838>

Andrey G. Grinev — Doctor of Sciences (Medicine), Head of the 1st Ophthalmology Department, Inpatient Unit, Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1, Ekaterinburg, Russia; Associate Professor of the Department of Ophthalmology, Institute of Surgery, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: eyegrin@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1968-5655>

Elena M. Titarenko — Candidate of Sciences (Medicine), Ophthalmologist of the Department of Functional Diagnostics and Treatment Monitoring, Head of the Resident Relations Department, IRTC Eye Microsurgery Ekaterinburg Center, Ekaterinburg, Russia.

E-mail: Titarenko@eyeclinic.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5227-9398>

Рукопись получена: 14 ноября 2025. Одобрена после рецензирования: 22 апреля 2026. Принята к публикации: 9 июня 2026.

Received: 14 November 2025. Revised: 22 April 2026. Accepted: 9 June 2026.