

Клинико-функциональные и aberрометрические параллели в лечении неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации

М.М. Магомедова¹ , А.-Г.Д. Алиев², С.И. Закиева^{1, 2}, З.Н. Максудова², М.Т. Микаилова¹

¹ ГБУ РД НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза» Минздрава Республики Дагестан, ул. Халилова, д. 12/2, Каспийск, 368305, Россия

² Дагестанский государственный медицинский университет, пл. Ленина, д. 1, Махачкала, Республика Дагестан, 367000, Россия

Цель работы — анализ клинико-функциональных и aberрометрических показателей пациентов с неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией (нВМД) при использовании для лечения анти-VEGF препарата Бролуцизумаб. **Материал и методы.** Под наблюдением находились 59 пациентов (59 глаз) в возрасте от 55 до 75 лет с нВМД. В зависимости от проводимого лечения сформированы две группы. Первая группа — 25 пациентов (25 глаз) ранее не получали анти-VEGF терапию, 2-я группа — 34 пациента (34 глаза) с активной формой нВМД после ранее проведенной антиангиогенной терапии препаратом Афлиберцепт. Всем пациентам выполнено в среднем $5,48 \pm 1,50$ инъекции бролуцизумаба в режиме treat and extend — 3 загрузочные инъекции с ежемесячным контролем и последующим удлинением интервала между инъекциями до 8 нед. Эффективность лечения оценивали по изменению максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) (по данным прецизионной визометрии), показателей aberраций оптической системы глаза и толщины центральной зоны сетчатки (ТЦЗС). Кроме того, оценивали высоту отслойки пигментного эпителия сетчатки (ПЭС), наличие интравитреальной (ИРЖ) и субретинальной (СРЖ) жидкости, а также жидкости под ПЭС. **Результаты.** В 1-й группе МКОЗ, составлявшая исходно $0,37 \pm 0,16$, к концу срока лечения повысилась до $0,78 \pm 0,25$ ($p = 0,02$), во 2-й группе — с $0,35 \pm 0,18$ до $0,62 \pm 0,22$ ($p = 0,02$). После 5-й инъекции в 1-й группе наблюдалось достоверное снижение ТЦЗС (с $452,13 \pm 108,79$ до $270,17 \pm 92,37$ мкм, $p = 0,05$), во 2-й группе отмечен менее выраженный морфологический результат (с $480,54 \pm 174,22$ до $320,32 \pm 109,53$, $p < 0,05$). В обеих группах после 5-й инъекции отмечено снижение кумулятивной частоты выявления различных типов жидкости ($p < 0,02$), а после 3 инъекций — уменьшение всех компонентов aberраций высших порядков ($p = 0,04$), результат оставался стабильным до конца срока наблюдения. **Заключение.** У пациентов 1-й группы удалось достичь высоких морфофункциональных результатов и сохранить их на стабильном уровне к концу срока наблюдения, а у пациентов 2-й группы с активностью нВМД на фоне предшествующего лечения другими анти-VEGF препаратами отмечается менее выраженное, но также стабильное улучшение морфофункциональных показателей.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация; неоваскуляризация; ингибиторы неоангиогнеза; aberрации высших порядков

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Магомедова М.М., Алиев А.-Г.Д., Закиева С.И., Максудова З.Н., Микаилова М.Т. Клинико-функциональные и aberрометрические параллели в лечении неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации. Российский офтальмологический журнал. 2024; 17 (2): 13-8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-13-18>

Clinical, functional and aberrometric parallels in the treatment of the neovascular form of age-related macular degeneration

Maryam M. Magomedova¹ ✉, Abdul-Hamid D. Aliyev², Savat I. Zakieva^{1, 2}, Zaira N. Maksudova², Maisarat T. Mikailova¹

¹Dagestan Center for Eye Microsurgery, 12/2, Khalilov St., 368305, Kaspiysk, Russia

²Dagestan State Medical University, 1, Lenin Square, Makhachkala, 367000, Russia

maryam.magomedova.1989.22@mail.ru

Purpose: to analyze clinico-functional and aberrometric parameters of patients with the neovascular form of age-related macular degeneration (nAMD) treated by the anti-VEGF drug brolucizumab. **Material and methods.** The study involved 59 patients (59 eyes) aged 55 to 75 years, divided into two groups depending on the type of treatment. Group 1 consisted of 25 patients (25 eyes) who had previously received no anti-VEGF therapy and Group 2 had 34 patients (34 eyes) with an active nAMD form, who had previously been given anti-angiogenic therapy with aflibercept. All patients averagely received 5.48 ± 1.5 brolucizumab injections in the "treat and extend" mode: 3 loading injections with monthly checkups followed by elongated intervals reaching 8 weeks. The treatment effectiveness was estimated by the change in maximum corrected visual acuity (MCVA) as measured by precision visometry, the aberrations parameters of the optical system of the eye, and the thickness of the central retinal zone (CRZ). In addition, the height of retinal pigment epithelium (RPE) detachment, the presence of intraretinal fluid (IRF), subretinal fluid (SRF), and fluid under RPE. **Results.** In group 1, BCVA whose initial value was 0.37 ± 0.16 reached 0.78 ± 0.25 ($p = 0.02$) by the end of treatment, while in group 2, the value rose from 0.35 ± 0.18 to 0.62 ± 0.22 ($p = 0.02$). After the 5th injection, Group 1 showed a statistically significant decrease in TCZV (ave. by $270.17 \pm 92.37 \mu\text{m}$, $p = 0.05$), while Group 2 showed a less pronounced morphological result (a decrease from 480.54 ± 174.22 to 320.32 ± 109.53 , $p < 0.05$). Both groups also showed, after the 5th injection, a decrease in the cumulative frequency of occurrence of various types of fluid ($p < 0.02$). A decrease in all components of higher order aberrations was also noted after the first 3 injections; this result remained stable until the end of the observation period ($p = 0.04$). **Conclusion.** In Group 1 patients, we succeeded in achieving high morphological and functional results and maintaining them at a stable level until the end of the observation period. Group 2, patients with an active nAMD, previously treated with other anti-VEGF preparations, showed a less pronounced, though stable improvement in morphofunctional parameters.

Keywords: age-related macular degeneration; neovascularization; inhibitors of neo-angiogenesis; higher orders aberrations

Conflict of interest: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Magomedova M.M., Aliyev A.-H.D., Zakieva S.I., Maksudova Z.N., Mikailova M.T. Clinical, functional and aberrometric parallels in the treatment of the neovascular form of age-related macular degeneration. Russian ophthalmological journal. 2024; 17 (2): 13-8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-13-18>

Неоваскулярная форма возрастной макулярной дегенерации (нВМД) является основной причиной снижения центрального зрения у лиц старшей возрастной группы. В основе данного заболевания лежит патологический неоангиогенез, характеризующийся ростом новообразованных сосудов с последующими экссудативными и геморрагическими осложнениями [1, 2].

Согласно данным ВОЗ, распространенность ВМД у лиц старше 60 лет составляет около 20 %, а к 2050 г. она возрастет до 33 % [1, 3]. В России заболеваемость ВМД варьирует в пределах от 14 до 46 % у лиц старше 65 лет [1]. Повышение уровня развития медицины на современном этапе приводит к увеличению продолжительности жизни, что в свою очередь ведет к увеличению числа заболевших в 1,5 раза [4–6].

Поскольку патологическая неоваскуляризация является важным элементом в развитии нВМД, фактор роста эндотелия сосудов (vascular endothelial growth factor, VEGF) представляет собой мишень для терапевтического вмешательства у пациентов, страдающих данной патологией. Многочисленные клинические исследования показали

высокую эффективность анти-VEGF препаратов при лечении нВМД, в результате применения которых происходит угнетение активности неоваскулярной мембраны и прекращение экстравазального выхода жидкости [7, 8].

Несмотря на достигнутые успехи в терапии нВМД за последние 15–20 лет, в настоящее время является актуальной проблема достижения баланса между улучшением анатомических и функциональных показателей и снижением нагрузки на пациента, связанной с частыми инъекциями и регулярным контролем. Этот факт обуславливает необходимость применения препаратов пролонгированного действия, в частности анти-VEGF препарата Бролуцизумаб. Данный препарат представляет собой одноцепочечный фрагмент гуманизированного антитела (ScFv, single-chain variable fragment), который является наименьшей функциональной единицей антитела и сохраняет полную связывающую способность с наметченной мишенью. Молекулярная масса бролуцизумаба составляет 26 кДа, что намного меньше, чем бевацизумаба (149 кДа), афлиберцепта (115 кДа) или ранибизумаба (48 кДа) [2, 9, 10]. Меньшая молекулярная масса обеспечивает более эффек-

тивное проникновение через слои сетчатки и сосудистую оболочку, чем других анти-VEGF молекул [3–5]. Препарат одобрен для использования в США в 2019 г., а также прошел регистрацию в Министерстве здравоохранения РФ в 2020 г.

Как известно, зрительное восприятие зависит от разрешающей способности сетчатки, дифракции света в области зрачка и оптических сред глаза [11, 12]. В результате морфологических нарушений в макулярной зоне у пациентов с нВМД в первую очередь происходит нарушение зрительного восприятия. Для оценки зрительных функций нами разработаны тест-объект и таблица для прецизионной визометрии (патент РФ на изобретение № 2695919 от 31.07.2018). Главной отличительной особенностью предложенного тест-объекта является наличие разрыва в виде круга, что позволяет устранить феномен «закругления углов» за счет меридиональной равномерности детали предъявляемого тест-объекта [11, 12].

В последние годы предметом активного изучения является влияние аберраций оптической системы глаза на зрительные функции и качество зрительного изображения [13–14]. Так, при нарушении структуры макулярной зоны возникают аберрации высшего порядка, что в свою очередь отрицательно сказывается на качестве зрения [15–18]. В этой связи возникает необходимость проведения суммарной aberromетрии для оценки динамики аберраций высшего порядка, что позволит более качественно оценить изменения зрительных функций у пациентов с нВМД.

ЦЕЛЬ работы — анализ клинико-функциональных и aberromетрических показателей пациентов с нВМД при использовании для лечения анти-VEGF препарата Бролуцизумаб.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2021 по 2023 г. в ГБУ НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза» обследовано 59 пациентов (59 глаз) в возрасте от 55 до 75 лет с нВМД, которые были разделены на две группы: 1-я группа — 25 пациентов (25 глаз), ранее не получавших анти-VEGF терапию, и 2-я группа — 34 пациента (34 глаза) с активностью нВМД на фоне ранее проводимой антиангиогенной терапии (пациенты получили $8,5 \pm 6,5$ инъекции препарата Афлиберцепт за $12,5 \pm 3,1$ мес согласно режиму treat and extend).

Критериями включения в исследование явились диагноз нВМД с любым типом хориоидальной неоваскуляризации и выполнение не менее 3 инъекций препарата Бролуцизумаб. Для достоверного анализа данных оптической когерентной томографии (ОКТ) и суммарной aberromетрии в исследование были включены пациенты с артефакцией и отсутствием выраженных деструктивных изменений стекловидного тела, что позволило минимизировать уровень аберраций, возникающих за счет изменения оптических свойств хрусталика и стекловидного тела.

Критериями исключения были наличие сопутствующей ретиальной патологии, различных воспалительных заболеваний глаза и снижение прозрачности оптических сред.

Всем пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование, а также ОКТ высокого разрешения (RTVue XR 100 «AVANTI» OPTOVUE, США), прецизионная визометрия с использованием оригинального тест-объекта и суммарная aberromетрия с помощью анализатора оптических сред глаза OPD-Scan III (Nidek, Япония).

С помощью ОКТ оценивались следующие параметры: толщина центральной зоны сетчатки (ТЦЗС), наличие интра- и субретинальной жидкости (ИРЖ и СРЖ), а также наличие отслойки пигментного эпителия сетчатки (ПЭС)

и жидкости под ПЭС. Оценка активности процесса проводилась по наличию ИРЖ или СРЖ, по повышению высоты отслойки ПЭС и наличию жидкости под ПЭС.

Прецизионную визометрию проводили с помощью таблицы с оригинальными тест-объектами, размер которых соответствовал принципу логарифмической прогрессии со знаменателем прогрессии 1,25 [8, 11, 12]. Динамику максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) оценивали по количеству тест-объектов, корректно прочитанных пациентом.

Суммарная aberromетрия проводилась на анализаторе оптических сред глаза OPD Scan III путем определения уровня среднеквадратичного отклонения волнового фронта, обозначаемого как RMS (root mean square), равного 0,038 мкм или менее $\frac{1}{4}$ длины волны оптического пути. Определяли величину аберраций 3-го и 4-го порядка: вертикальный трейлоид, кому и величину сферической аберрации [18].

Анти-VEGF препарат Бролуцизумаб вводился интравитреально по стандартной методике в стерильных условиях. В обеих группах после трех последовательных ежемесячных инъекций пациентов переводили на режим введения один раз в 8 нед. При повышении активности процесса интервал между инъекциями сокращали до одной инъекции каждые 4 нед, при стабилизации процесса интервал между инъекциями увеличивали до 12 нед [13, 14].

Статистическая обработка клинического материала проводилась с помощью программного пакета MedCalc 18.4.1. (MedCalc Software, Бельгия). Данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение. Однофакторный дисперсный анализ с повторениями использовали для оценки статистической значимости различий МКОЗ до лечения и после выполнения 3 инъекций. Статистическую значимость изменения частоты обнаружения ИРЖ, СРЖ и жидкости под ПЭС оценивали с помощью теста χ^2 . Частоту выявления различных типов жидкости сравнивали с помощью U-критерия Манна — Уитни. Различия считали статистически значимым при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среднее количество выполненных инъекций препарата Бролуцизумаб в 1-й группе составило $5,23 \pm 2,21$. Повышение остроты зрения уже после 1-й инъекции зарегистрировано в 60 % случаев (18 глаз). Максимальное повышение остроты зрения по данным прецизионной визометрии наблюдалось после 5-й инъекции и составило $0,78 \pm 0,02$ в 89 % случаев (20 глаз) ($p = 0,02$) (табл. 1).

При анализе морфологических результатов обнаружено значимое снижение ТЦЗС у пациентов 1-й группы уже после 3-й инъекции — $356,89 \pm 92,37$ мкм с последующим снижением до $270,17 \pm 149,82$ мкм ($p \leq 0,05$) (табл. 1) после 5-й инъекции, а также статистически значимое сокращение высоты отслойки ПЭС с исходной $342,06 \pm 323,59$ мкм до $150,55 \pm 112,96$ мкм после 5-й инъекции ($p = 0,04$) (табл. 1). Частота обнаружения ИРЖ исходно составила 16,5 %, а после 5-й инъекции ИРЖ отсутствовала — 0,0 % ($p = 0,022$).

Частота обнаружения СРЖ исходно составила 78,9 %, после 5-й инъекции — 10,7 % ($p < 0,002$) (табл. 2). Жидкость под ПЭС исходно отмечалась в 85,7 %, после 5-й инъекции — в 10,2 % ($p = 0,002$) (табл. 2). В дальнейшем изменений кумулятивной частоты встречаемости различных типов жидкости не было.

В ходе лечения наблюдалось значительное уменьшение всех компонентов аберраций оптической системы

Таблица 1. Морфофункциональные изменения глаз пациентов на фоне терапии препаратом Бролуцизумаб
Table 1. Morphological and functional changes in patients eyes during therapy with brolocizumab

Показатель Parameter	Группа Group	До лечения Before therapy	После 1 ИВИ After 1 st IVI	После 3 ИВИ After 3 rd IVI	После 5 ИВИ After 5 th IVI
Острота зрения Visual acuity	1	0,37 ± 0,16	0,45 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,78 ± 0,25*
	2	0,35 ± 0,18	0,40 ± 0,2	0,51 ± 0,2	0,62 ± 0,22*
Высота отслойки ПЭС, мкм RPE detachment height, μm	1	342,06 ± 323,59	194,18 ± 181,36	169,00 ± 172,36	150,55 ± 112,96*
	2	351,12 ± 173,91	223,05 ± 107,42	190,71 ± 103,42	167,11 ± 101,03
ТЦЗС, мкм CRT, μm	1	452,13 ± 108,79	384,55 ± 80,35	356,89 ± 92,37*	270,17 ± 149,82*
	2	480,54 ± 174,22	470,27 ± 99,47	371,32 ± 100,40	320,32 ± 109,53*

Примечание. ПЭС — пигментный эпителий сетчатки, ТЦЗС — толщина центральной зоны сетчатки, * — различие с исходным показателем достоверно, $p \leq 0,05$.

Note. RPE — retinal pigment epithelium, CRT — central retinal thickness, * — difference with the initial level is significant, $p \leq 0.05$.

Таблица 2. Частота обнаружения различных видов жидкости в сетчатке на фоне терапии препаратом Бролуцизумаб у пациентов 1-й и 2-й группы, %
Table 2. Frequency of the presence of various types of fluid in the retina during therapy with brolocizumab in patients of group 1 and 2, %

Признак Sign	Группа Group	До лечения Before therapy	После 1 ИВИ After 1 st IVI	После 3 ИВИ After 3 rd IVI	После 5 ИВИ After 5 th IVI
ИРЖ IRF	1	16,5	9,1	7,2	0*
	2	34,2	12,3	27,8	18,7*
СРЖ SRF	1	78,9	35,2	22,3	10,7*
	2	81,5	57,1	45,7	47,6*
Жидкость под ПЭС Fluid under RPE	1	85,7	35,1	27,2	10,2*
	2	96,2	45,7	36,8	34,2*

Примечание. ИВИ — интравитреальная инъекция, ИРЖ — интратетинальная жидкость, СРЖ — субретинальная жидкость, * — различие с исходным показателем достоверно, $p < 0,05$.

Note. IVI — intravitreal injection, IRF — intraretinal fluid, SRF — subretinal fluid, * — difference with the initial level is significant, $p < 0.05$.

Таблица 3. Аберрации высших порядков пациентов 1-й и 2-й группы до и после лечения
Table 3. Higher order aberrations in patients of group 1 and 2 before and after treatment

Параметр Parameter	Группа Group	До лечения Before therapy	После 1 ИВИ After 1 st IVI	После 3 ИВИ After 2 nd IVI	После 5 ИВИ After 5 th IVI
НО-RMS, мм HO-RMS, mm	1	6,01 ± 0,71	5,56 ± 0,20*	4,42 ± 0,10*	1,98 ± 0,11*
	2	6,51 ± 0,45	5,83 ± 0,37	4,79 ± 0,16	4,67 ± 0,18
Т. Сoma, мкм T. Coma, μm	1	2,239 ± 0,830	1,112 ± 0,650*	1,102 ± 0,560*	0,31 ± 0,08*
	2	2,321 ± 0,760	2,101 ± 0,640	1,506 ± 0,560	1,482 ± 0,380
Т. Trefoil, мкм T. Trefoil, μm	1	1,078 ± 0,250	1,054 ± 0,070*	0,402 ± 0,480*	0,321 ± 0,020*
	2	1,102 ± 0,270	1,093 ± 0,040	1,071 ± 0,220	0,515 ± 0,710*
Т. Sphera, мкм T. Sphera, μm	1	2,762 ± 0,260	2,541 ± 0,400*	1,165 ± 0,370*	1,101 ± 0,040*
	2	3,181 ± 0,260	2,923 ± 0,760	2,753 ± 0,230	1,328 ± 0,090*

Примечание. * — различие с исходным показателем достоверно, $p < 0,05$.

Note. * — difference with the initial level is significant, $p < 0.05$.

глаза. Анализ динамики уровня аберраций высших порядков (АВП) позволил выявить, что у пациентов 1-й группы статистически значимое снижение их значений наблюдалось уже после 1-й инъекции (табл. 3). Исходно величина НО-RMS составляла $6,01 \pm 0,71$ мм, а после 5-й инъекции — $1,98 \pm 0,11$ мм ($p = 0,02$) (табл. 3). Величина Т. Сoma снизилась с исходного уровня в $2,239 \pm 0,830$ до $0,31 \pm 0,08$ мкм после 5-й инъекции. Величина Т. Trefoil исходно составила $1,078 \pm 0,250$ мкм, после 5-й инъекции — $0,321 \pm 0,020$ мкм ($p = 0,02$). Величина сферической аберрации (Т. Sphera), исходно составлявшая $2,762 \pm 0,260$ мкм, после 5-й инъекции снизилась до $1,101 \pm 0,040$ мкм ($p = 0,02$) (табл. 3).

Во 2-й группе, ранее получавшей лечение афлиберцептом и не показавшей положительной динамики морфологических параметров сетчатки, выполнено в среднем $5,73 \pm 0,90$ инъекции бролуцизумаба. МКОЗ, исходно

составлявшая $0,35 \pm 0,18$, после 5-й инъекции повысилась до $0,62 \pm 0,22$ ($p < 0,05$) (см. табл. 1).

Выявлено снижение ТЦЗС, которая исходно составляла $480,54 \pm 174,22$ мкм, а после 5-й инъекции — $320,32 \pm 109,53$ мкм ($p < 0,05$) (см. табл. 1).

Частота обнаружения ИРЖ достоверно снизилась с 34,2 до 18,7 % ($p = 0,22$) после 5-й инъекции (табл. 2). Частота обнаружения СРЖ также снизилась с 81,5 до 47,6 % после 5-й инъекции ($p < 0,002$) (см. табл. 2). Аналогичную динамику показала частота обнаружения жидкости под ПЭС: снизилась с исходного значения в 96,2 до 34,2 % после 5-й инъекции ($p = 0,002$) (см. табл. 2). При этом уменьшение высоты отслойки ПЭС было статистически незначимо — с $351,12 \pm 173,91$ до $167,11 \pm 101,03$ мкм после 5-й инъекции ($p > 0,05$) (см. табл. 1).

По данным суммарной аберрометрии у пациентов 2-й группы отмечалось снижение уровня АВП. Так, ис-

ходно величина НО-RMS составляла $6,51 \pm 0,45$ мм, после 5-й инъекции — $4,67 \pm 0,18$ мм ($p > 0,05$) (табл. 3). Величина Т. Сота, исходно составлявшая $2,321 \pm 0,760$ мкм, после 5-й инъекции снизилась до $1,482 \pm 0,380$ мкм, а величина Т. Trefoil уменьшилась с $1,102 \pm 0,270$ до $0,515 \pm 0,710$ мкм ($p < 0,05$). После 5-й инъекции снизилась также величина Т. Sphera с $3,181 \pm 0,260$ до $1,328 \pm 0,090$ мкм ($p < 0,05$) (табл. 3).

Динамика показателей АВП достоверно коррелировала с показателями МКОЗ и изменениями ТЦЗС ($p = 0,001$). Так, при наличии элевации макулярной зоны и уменьшении оси глаза происходит рост всех компонентов аберраций, в наибольшей степени аберрации высшего порядка (НО), аберрации 3-го порядка (Т. Сота), трейфола (Т. Trefoil) и сферической аберрации (Т. Sphera).

За весь период наблюдения осложнений в виде внутриглазного воспаления и повышения внутриглазного давления у пациентов как 1-й, так и 2-й группы не выявлено.

ВЫВОДЫ

1. Применение анти-VEGF препарата Бролуцизумаб у пациентов, ранее не получавших антиангиогенную терапию, обеспечивает стойкое улучшение остроты зрения (в среднем на 0,41 в 89 % случаев) за короткий период времени.

2. Использование оригинального тест-объекта, адаптированного в современную таблицу ETDRS, позволяет прецизионно оценить динамику остроты зрения и исключить ряд факторов, отрицательно влияющих на достоверность полученных данных.

3. Проведение суммарной аберрометрии позволяет оценить динамику аберраций высших порядков, индуцированных изменениями морфологических параметров сетчатки и степень их влияния на качество оптической системы глаза.

4. У пациентов с нВМД, резистентных к препарату Афлиберцепт, лечение препаратом Бролуцизумаб позволяет в 32 % добиться восстановления морфологического профиля сетчатки и в 58 % случаев — повышения зрительных функций.

Литература/References

- Будзинская М.В., Афанасьева М.А., Плюхова А.А. и др. Эффективность анти-VEGF терапии неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации при различных типах локализации экссудативной жидкости. *Вестник офтальмологии*. 2021; 137 (6): 12–7. [Budzinskaya M.V., Afanas'eva M.A., Plyuhova A.A., et al. Efficacy of anti-VEGF therapy for neovascular form of age-related macular degeneration in various types of exudative fluid localization. *Vestnik oftal'mologii*. 2021; 137 (6): 12–7 (In Russ.)]. doi:10.17116/oftalma202113706112
- Коняев Д.А. Геронтологические особенности и математическое прогнозирование возрастной макулярной дегенерации. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2020; 19 (1): 133–7. [Konayev D.A. Gerontological features and mathematical prediction of age-related macular degeneration. *System analysis and control in biomedical systems*. 2020. 19 (1): 133–7 (In Russ.)]. doi:10.25987/VSTU.2020.19.1.019
- Фурсова А.Ж., Дербенева А.С., Васильева М.А. и др. Роль различных типов локализации ретиальной «жидкости» как прогностических биомаркеров в выборе режима антиангиогенной терапии при возрастной макулярной дегенерации. *Вестник офтальмологии*. 2020; 136 (6): 227–34. [Fursova A.Zh., Derbeneva A.S., Vasil'eva M.A., et al. The role of various types of manifestation of retinal “fluid” as prognostic biomarkers in the

- choice of antiangiogenic therapy regimen for age-related macular degeneration. *Vestnik oftal'mologii*. 2020; 136 (6): 227–34 (In Russ.)]. doi:10.17116/oftalma2020136062227
- Brown DM, Emanuelli A, Bandello F, et al. KESTREL and KITE: 52-week results from two Phase III pivotal trials of brodalumab for diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol*. 2022; 238:157–72. doi:10.1016/j.ajo.2022.01.004
- Chakravarthy U, Pillai N, Syntosi A, et al. Association between visual acuity, lesion activity markers and retreatment decisions in neovascular age-related macular degeneration. *Eye (Lond)*. 2020 Dec; 34 (12): 2249–56. doi:10.1038/s41433-020-0799-y
- Hussain RM, Weng CY, Wyckoff CC, Gandhi RA, Hariprasad SM. Abicipar pegol for neovascular age-related macular degeneration. *Expert Opin Biol Ther*. 2020 Sep; 20 (9): 999–1008. doi:10.1080/14712598.2020.1782379
- Ferro Desideri L, Traverso CE, Nicolo M. Abicipar pegol: an investigational anti-VEGF agent for the treatment of wet age-related macular degeneration. *Expert Opin Investig Drugs*. 2020 Jul; 29 (7): 651–8. doi:10.1080/13543784.2020.1772754
- Nguyen QD, Das A, Do DV, et al. Brodalumab: Evolution through preclinical and clinical studies and the implications for the management of neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2020; 127: 963–76. doi:10.1016/j.ophtha.2019.12.031
- Zhou X-Y, Wang L, Zhou X-T, Yu -Q. Wavefront aberration changes caused by a gradient of increasing accommodation stimuli. *Eye*. 2015; 29: 115–21. doi.org/10.1038/eye.2014.244
- Wong WL. Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2014; 2 (2): 106–16. doi.org/10.1016/S2214-109X(13)70145-1
- Алиев А.-Г.Д., Алиев А.А., Нурудинов М.М. Оптитип и таблица для прецизионных визометрических исследований. *Российский офтальмологический журнал*. 2019; 12 (4): 8–12. [Aliiev A.-G.D., Aliiev A.A., Nurudinov M.M. Optotype and table for precision visometric studies. *Russian ophthalmological journal*. 2019; 12 (4): 8–12 (In Russ.)]. doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-8-12
- Алиев А.-Г.Д., Нурудинов М.М., Алиева М.А.-Г. Эволюция методов исследования остроты зрения. *The EYE ГЛАЗ*. 2019; 21 (4 (128)): 7–14. [Aliiev D.A., Nurudinov M.M., Aliieva M.A. The evolution of visual acuity test methods. *The EYE GLAZ*. 2019; 21 (4 (128)): 7–14 (In Russ.)]. https://doi.org/10.33791/2222-4408-2019-4-7-14
- Магомедова М.М., Нурудинов М.М., Алиев А.-Г.Д. и др. Сравнительный анализ и оценка достоверности методов исследования остроты зрения у пациентов с макулярной патологией. *Вестник ДГМА*. 2018; 1: 56–9. [Magomedova M.M., Nurudinov M.M., Aliiev A.-G.D. Comparative analysis and assessment of the reliability of methods for studying visual acuity in patients with macular pathology. *Vestnik DGMA*. 2018; 1: 56–9 (In Russ.)]. https://doi.org/10.33791/2222-4408-2019-4-7-14
- Нероев В.В., Тарутта Е.П., Арутюнян С.Г. и др. Параметры волнового фронта и аккомодации в разных условиях коррекции при миопии и гиперметропии. *Вестник офтальмологии*. 2018; 134 (5): 15–20. [Neroev V.V., Tarutta E.P., Arutyunyan S.G., et al. Parameters of the wave front and accommodation in different conditions of correction in myopia and hyperopia. *Vestnik oftal'mologii*. 2018; 134 (5): 15–20 (In Russ.)]. doi:10.17116/oftalma201813405115
- Алиев А.-Г.Д., Исмаилов М.И. Клиническая классификация аберраций оптической системы глаза человека и их роль в офтальмохирургии. *Вестник ОГУ*. 2004; 1: 177–9. [Aliiev A.-G.D., Ismailov M.I. Clinical classification of aberrations of the human eye optical system and their role in ophthalmic surgery. *Vestnik OGU*. 2004; 1: 177–9 (In Russ.)].
- Балашевич Л.И., Качанов А.Б., Варавка А.А. и др. Клиническая аберрометрия при патологии хрусталика. *Вестник ОГУ*. 2013; 4: 36–9. [Balashevich L.I., Kachanov A.B., Varavka A.A., et al. Clinical aberrometry in the pathology of the lens. *Vestnik OGU*. 2013; 4: 36–9 (In Russ.)].
- Качанов А.Б., Корников В.В., Бауэр С.М. и др. Уточненный статистический анализ аберраций высших порядков и тотальных аберраций у пациентов с эметропией и аномалиями рефракции. *Российский журнал биомеханики*. 2019; 23 (2): 184–96. [Kachanov A.B., Kornikov V.V., Bauer S.M., et al. Refined statistical analysis of higher order aberrations and total aberrations in patients with emmetropia and refractive errors. *Russian journal of biomechanics*. 2019; 23 (2): 184–96 (In Russ.)].
- Tan Q, Zhang M, Liu LQ. Ocular higher-order aberrations in patients with neovascular age-related macular degeneration. *Sichuan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2013 Jan; 44 (1): 68–71. Chinese. PMID: 23600213

Вклад авторов в работу: М.М. Магомедова — сбор и анализ данных, написание статьи; А.-Г. Д. Алиев — замысел и дизайн исследования, редактирование и окончательное одобрение статьи для публикации; С.И. Закиева, З.Н. Максудова, М.Т. Микаилова — сбор, анализ и интерпретация данных.

Author's contribution: M.M. Magomedova — data collection and analysis, writing of the article; A.-H.D. Aliyev — study concept and design, editing and final approval of the article for publication; S.I. Zakieva, Z.N. Maksudova, M.T. Mikailova — data collection, analysis and interpretation.

Поступила: 24.04.2023. Переработана: 16.06.2023. Принята к печати: 19.06.2023

Originally received: 24.04.2023. Final revision: 16.06.2023. Accepted: 19.06.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ГБУ РД НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза» Минздрава Республики Дагестан, ул. Халилова, д. 12/2, Каспийск, 368305, Россия

² Дагестанский государственный медицинский университет, пл. Ленина, д. 1, Махачкала, Республика Дагестан, 367000, Россия

Марьям Магомедгаджиевна Магомедова — врач-офтальмолог отделения функциональной диагностики, лазерной и рефракционной хирургии¹

Абдул-Гамид Давудович Алиев — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой глазных болезней № 1²

Сават Ибрагимовна Закиева — канд. мед. наук, заведующая отделением патологии сетчатки и лазерной хирургии¹ доцент кафедры глазных болезней № 1²

Заира Набиевна Максудова — канд. мед. наук, доцент кафедры глазных болезней № 1²

Майсарат Тинамагомедовна Микаилова — врач-офтальмолог отделения патологии сетчатки и лазерной хирургии¹

Для контактов: Марьям Магомедгаджиевна Магомедова, maryam.magomedova.1989.22@mail.ru

¹ Dagestan Center for Eye Microsurgery, 12/2, Khalilov St., 368305, Kaspiysk, Russia

² Dagestan State Medical University, 1, Lenin Square, Makhachkala, 367000, Russia

Maryam M. Magomedova — ophthalmologist, department of functional diagnostics, laser and refractive surgery¹

Abdul-Hamid D. Aliyev — Dr. of Med Sci., professor, head of chair of eye diseases # 1²

Savat I. Zakieva — Cand. of Med. Sci., head of the department of retinal pathology and laser surgery¹, associate professor of chair of eye diseases # 1²

Zaira N. Maksudova — Cand. of Med. Sci., associate professor of chair of eye diseases²

Maisarat T. Mikailova — ophthalmologist, department of retinal pathology and laser surgery¹

For contacts: Maryam M. Magomedova, maryam.magomedova.1989.22@mail.ru