



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-2-29-35>

Роль оптической когерентной томографии в оценке аксонального повреждения при аутоиммунных поражениях зрительного нерва

А.С. Батчаев¹✉, А.С. Османова², Л.М. Махтимагомедова², З.М. Билалмагомедова², З.К. Хажгераева², Б.А. Махова², Х.Д. Гериханова³, Д.А. Хохлухин⁴

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», ул. Ставропольская, д. 36, Черкесск, Карачаево-Черкесская Республика, 369001, Россия

² ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, пл. Ленина, д. 1, Махачкала, Республика Дагестан, 367000, Россия

³ ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», Медицинский институт, ул. А. Шерипова, д. 32, Грозный, 364024, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, ул. Студенческая, д. 10, Воронеж, 394036, Россия

Цель работы — сравнительный анализ данных оптической когерентной томографии (ОКТ) пациентов с нейромиелиитом зрительного нерва (NMOSD) и невритом зрительного нерва при рассеянном склерозе (MS-ON) для выявления структурных различий и уточнения диагностических критериев. **Материал и методы.** Комплексное офтальмологическое и нейровизуализационное обследование, включающее ОКТ с оценкой толщины слоя нервных волокон сетчатки (RNFL), макулярной зоны и хориоидеи проведено 26 пациентам (46 глаз). **Результаты.** У пациентов обеих исследуемых групп выявлено достоверное снижение RNFL по сравнению с контролем ($p < 0,01$), при этом наиболее выраженные изменения отмечены в группе NMOSD-ON, особенно в височном квадранте. Частота макулярного микрокистозного отека составила 30,7% у пациентов с NMOSD-ON и 11,5% — у пациентов с MS-ON ($p = 0,02$). Субфовеальная толщина хориоидеи в группах значимо не различалась ($p > 0,05$). **Заключение.** Результаты ОКТ подтверждают, что NMOSD-ассоциированный неврит зрительного нерва характеризуется более выраженной аксональной дегенерацией и структурными изменениями. Интеграция данных нейровизуализации и клинических показателей повышает точность дифференциальной диагностики и может служить основой для разработки персонализированных подходов к лечению и мониторингу пациентов с воспалительными поражениями зрительного нерва.

Ключевые слова: неврит зрительного нерва; рассеянный склероз; NMOSD; оптическая когерентная томография; толщина слоя нервных волокон сетчатки; макулярный микрокистозный отек

Конфликт интересов: отсутствует.

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

For citation: Батчаев А.С., Османова А.С., Махтимагомедова Л.М., Билалмагомедова З.М., Хажгераева З.К., Махова Б.А., Гериханова Х.Д., Хохлухин Д.А. Роль оптической когерентной томографии в оценке аксонального повреждения при аутоиммунных поражениях зрительного нерва. Российский офтальмологический журнал. 2026; 19 (2): 29-35. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-2-29-35>

The role of optical coherence tomography in the assessment of axonal damage in autoimmune lesions of the optic nerve

Aslan S.-U. Batchaev¹✉, Aminat S. Osmanova², Liana M. Makhtimagomedova², Zalina M. Bilalmagomedova², Zulfiya K. Khazhgeraeva², Batina A. Makhova², Khadizha D. Gerikhanova³, Daniil A. Khokhlukhin⁴

¹ North Caucasian State Academy, 36, Stavropol St., Cherkessk, Karachay-Cherkess Republic, 369001, Russia

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

³ Kadyrov Chechen State University, Medical Institute, A. Sheripova St., 32, Grozny, 364024, Russia

⁴ V.I. Burdenko Voronezh State Medical University, 10, Studencheskaya St., Voronezh, 394036, Russia
batchaev2025@bk.ru

*The purpose of the study was to comparatively analyze optical coherence tomography (OCT) data from patients with neuromyelitis optica (NMOSD) and optic neuritis in multiple sclerosis (MS-ON) to identify structural differences and refine diagnostic criteria. **Material and methods.** A comprehensive ophthalmological and neuroimaging examination, including OCT with assessment of retinal nerve fiber layer thickness (RNFLT), macular area, and choroid, was performed in 26 patients (46 eyes). **Results.** Patients in both study groups showed a significant decrease in RNFLT compared to the controls ($p < 0.01$), with the most pronounced changes noted in the NMOSD-ON group, especially in the temporal quadrant. The incidence of macular microcystic edema was 30.7% in patients with NMOSD-ON and 11.5% in patients with MS-ON ($p = 0.02$). Subfoveal choroidal thickness did not differ significantly between the groups ($p > 0.05$). **Conclusion.** OCT results confirm that NMOSD-associated optic neuritis is characterized by more pronounced axonal degeneration and structural changes. Integration of neuroimaging and clinical data improves the accuracy of differential diagnosis and can serve as a basis for developing personalized approaches to treating and monitoring patients with inflammatory optic nerve lesions.*

Keywords: optic neuritis; multiple sclerosis; NMOSD; optical coherence tomography; thickness of retina nerve fiber layer; macular microcystic edema

Conflict of interest: there is no conflict of interest.

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

For citation: Batchaev A.S., Osmanova A.S., Makhtimagomedova L.M., Bilalmagomedova Z.M., Khazhgeraeva Z.K., Makhova B.A., Gerikhanova Kh. D., Khokhlukhin D. A. The role of optical coherence tomography in the assessment of axonal damage in autoimmune lesions of the optic nerve. Russian ophthalmological journal. 2026; 19 (2): 29-35 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2026-19-2-29-35>

Расстройства спектра нейромиеелита оптического нерва (NMOSD) и неврит зрительного нерва (ЗН) при рассеянном склерозе (MS-ON) представляют собой клинически сходные, но патогенетически различные состояния, сопровождающиеся воспалительным поражением ЗН и снижением зрительных функций [1]. Несмотря на общие клинические проявления — острую потерю зрения, боль при движении глаз и отек диска ЗН — эти заболевания различаются по иммунологическим механизмам, частоте рецидивов и исходам.

По данным международных эпидемиологических исследований, частота NMOSD составляет около 0,5–4 случая на 100 тыс. населения, а неврит ЗН при рассеянном склерозе встречается преимущественно у пациентов молодого и среднего возраста, чаще у женщин, и нередко является одним из клинических проявлений демиелинизирующего процесса [2]. В России также отмечается тенденция к росту числа пациентов с воспалительными поражениями ЗН, что делает проблему дифференциальной диагностики особенно актуальной [3].

Традиционные клинические методы — исследование остроты зрения, полей зрения и вызванных потенциалов — не всегда позволяют достоверно различить NMOSD-ассоциированный неврит ЗН и неврит ЗН при рассеянном

склерозе на ранних этапах заболевания [4]. В этой связи особое значение приобретает оптическая когерентная томография (ОКТ) — высокоточный неинвазивный метод визуализации, позволяющий оценить толщину слоя нервных волокон сетчатки (RNFL) и ганглиозных клеток внутреннего плексиформного слоя (GCIPL), отражающих степень аксональной дегенерации [5, 6].

Исследования последних лет показали, что при NMOSD наблюдается более выраженное истончение RNFL и GCIPL, чем при неврите ЗН, ассоциированном с рассеянным склерозом, даже после первого эпизода воспаления, что указывает на различие в механизмах повреждения и регенерации. При этом ОКТ позволяет не только объективизировать структурные изменения, но и сопоставить их с клиническими параметрами — остротой зрения, длительностью заболевания и частотой рецидивов. Сравнительный анализ данных ОКТ в группах NMOSD-ассоциированного неврита ЗН и неврита ЗН при рассеянном склерозе открывает возможности для ранней дифференциальной диагностики, уточнения прогноза и выбора оптимальной терапии. Вместе с тем опубликованные данные остаются неоднородными по дизайну исследования, характеристикам включенных пациентов и применяемым протоколам ОКТ, что затрудняет сопостав-

ление результатов и выработку универсальных критериев оценки [7–10].

Современные исследования стремятся к стандартизации показателей ОКТ и интеграции их с клиничко-неврологическими и нейровизуализационными данными, что обеспечивает комплексный подход к оценке состояния ЗН [11–14]. Таким образом, использование ОКТ как ключевого диагностического инструмента в сочетании с клиническими тестами и нейровизуализацией позволяет повысить точность диагностики и персонализировать подход к лечению пациентов с воспалительными поражениями ЗН [15].

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью уточнения дифференциально-диагностических критериев между NMOSD-ассоциированным невритом ЗН и невритом ЗН при рассеянном склерозе, что особенно важно для выбора терапевтической тактики и прогноза восстановления зрения.

ЦЕЛЬ работы — сравнительный анализ результатов ОКТ у пациентов с невритом ЗН различной этиологии — NMOSD-ассоциированным и с документированным рассеянным склерозом (MS-ON) для выявления структурных различий и уточнения диагностических критериев.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование включены пациенты с диагнозом неврит ЗН, проходившие обследование в нейроофтальмологическом отделении Воронежского областного офтальмологического центра с января 2023 г. по июнь 2024 г. при научном взаимодействии с ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», на базе которой осуществлялось научное сопровождение, анализ данных и подготовка материалов исследования. Набор пациентов проводился на основе проспективного дизайна типа «случай — контроль».

Всего обследовано 26 пациентов (46 глаз), распределенных на три группы: с NMOSD-ON — невритом ЗН, ассоциированным с расстройством спектра нейромиелиита ЗН (группа 1), с MS-ON — невритом ЗН у пациентов с рассеянным склерозом (группа 2) и группа здорового контроля. В исследование вошли пациенты как с первым эпизодом неврита ЗН, так и с повторными эпизодами поражения ЗН в анамнезе: из 26 пациентов (46 глаз) 19 пациентов (34 глаза) имели один перенесенный эпизод неврита ЗН, а у 7 (12 глаз) пациентов отмечались повторные эпизоды. При анализе анамнестических данных отдельно учитывалась длительность основного неврологического заболевания — NMOSD или рассеянного склероза — и время, прошедшее после последнего эпизода неврита ЗН. Средний интервал от последнего эпизода воспаления ЗН до проведения ОКТ составил $7,3 \pm 3,1$ мес в общей группе и $9,4 \pm 3,6$ мес у пациентов с повторными эпизодами неврита ЗН.

Критериями исключения было наличие признаков ишемической, токсической, метаболической, наследственной, инфильтративной или компрессионной нейропатии, а также заболеваний сетчатки и глазного дна, которые могли исказить результаты визуализации. Из исследования исключались лица с внутриглазным давлением более 21 мм рт. ст., с выраженной рефракционной аномалией ($> \pm 3,0$ D), астигматизмом свыше 2,0 D, перенесенной травмой глаза, глаукомой или ранее проведенными лазерными вмешательствами.

Диагноз NMOSD устанавливался на основании клинических данных и положительного ответа на антитела к аквапориному-4 (AQP4-IgG), определяемого методом клеточного иммунного анализа. В группу MS-ON включались пациенты

с невритом ЗН и документированным диагнозом рассеянного склероза, установленным по действующим диагностическим критериям.

В группу NMOSD-ON вошли 12 пациентов (21 глаз) с подтвержденным наличием антител к аквапориному-4 (AQP4-IgG), что определяло их принадлежность к спектру нейромиелиита оптического типа. У 3 пациентов отмечалось одностороннее поражение ЗН, у 9 пациентов — двустороннее. По клинической форме поражение ЗН проявлялось в виде ретробульбарного неврита у 8 пациентов, папиллит — у 4 пациентов. У 8 пациентов был зарегистрирован один эпизод неврита ЗН, у 4 пациентов отмечалось рецидивирующее течение. Длительность основного неврологического заболевания, рассчитанная с момента установления диагноза NMOSD до проведения офтальмологического обследования, составила $7,8 \pm 3,4$ мес.

В группу MS-ON было включено 14 пациентов (25 глаз) с ремиттирующим рассеянным склерозом и клинически подтвержденным невритом ЗН. У 3 пациентов поражение ЗН было односторонним, у 11 пациентов — двусторонним. Ретробульбарный неврит был выявлен у 11 пациентов, папиллит — у 3 пациентов. Один перенесенный эпизод неврита ЗН отмечался у 11 пациентов, повторные эпизоды — у 3 пациентов. Длительность основного неврологического заболевания, определенная с момента установления диагноза рассеянного склероза до включения в исследование, составила $6,9 \pm 2,8$ мес. Отдельно учитывался интервал от последнего эпизода неврита ЗН до проведения ОКТ, поскольку данный показатель не отождествлялся с длительностью основного неврологического заболевания.

Все участники предоставили письменное информированное согласие в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Обследование включало оценку остроты зрения, периметрию, биомикроскопию и расширенный протокол ОКТ (Topcon DRI OCT Triton Plus, Topcon Corporation, Япония) в режиме Enhanced Depth Imaging (EDI).

Для оценки RNFL применялась круговая сканирующая программа диаметром 3,4 мм с последующей автоматической сегментацией. Макулярная область анализировалась на основе сетчатого сканирования 25 горизонтальных сечений, центрированных на фовеа. Толщина хориоидеи (ChT) определялась вручную как расстояние между пигментным эпителием и внутренней границей склеры в субфовеальной области.

Клинические и лабораторные данные регистрировались в электронных формах, включающих уровни AQP4-IgG, антинуклеарных антител и маркеров системного воспаления. Все обследования проводились не ранее чем через 6 мес после последнего эпизода воспаления, когда функциональные и структурные изменения ЗН стабилизировались.

Статистическая обработка выполнялась с использованием программы Jamovi v.2.5.3 (University of Sydney, Австралия). Для сравнения средних значений применялся однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с поправкой Холма — Бонферрони. Корреляции между параметрами RNFL, толщиной макулы и остротой зрения (BCVA, выраженной в logMAR) определяли с помощью линейной регрессии Пирсона. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

Основным критерием сравнительной оценки групп с NMOSD-ON, MS-ON и здорового контроля являлось значение толщины RNFL. Дополнительные показатели включали анализ ChT, макулярной области и выявление кистозных изменений сетчатки, что позволило комплексно оценить структурные последствия воспаления ЗН.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Демографические и клинические характеристики участников, в том числе данные о возрасте, поле, длительности основного неврологического заболевания, уровне BCVA (logMAR), количестве эпизодов неврита ЗН и сроке, прошедшем после последнего эпизода воспаления, представлены в таблице 1. Рецидивирующее течение оптического неврита отмечалось у 7 из 26 больных, что составило 26,9%. Средняя длительность заболевания у пациентов с рецидивирующим течением составила $9,4 \pm 3,6$ мес, что было выше, чем в общей выборке.

Сравнение пациентов с первым эпизодом и рецидивирующим течением заболевания по данным ОКТ выявило тенденцию к большему истончению RNFL у больных с рецидивами. Наиболее отчетливо данная закономерность прослеживалась в группе MS-ON, где различия достигали статистической значимости ($p = 0,041$), тогда как в группе NMOSD-ON отмечалась аналогичная тенденция без статистической значимости ($p = 0,116$).

Анализ структурных показателей ОКТ показал, что средняя толщина RNFL достоверно снижена у пациентов обеих исследуемых групп по сравнению с контрольными показателями ($p < 0,01$). При этом выраженность атрофии более значительна у пациентов с NMOSD-ON, особенно в височном и нижнем квадрантах перипапиллярной области. В среднем значение толщины RNFL у пациентов с NMOSD-ON составило $67,4 \pm 9,3$ мкм, у больных с MS-ON — $74,1 \pm 8,7$ мкм, в то время как у здоровых добровольцев аналогичный показатель равнялся $96,5 \pm 7,2$ мкм ($p < 0,001$). Анализ показал, что атрофия преимущественно затрагивала височный сектор, где наблюдалось значительное истончение волокон по сравнению с носовым квадрантом, что согласуется с характером поражения аксонов при демиелинизирующих процессах. Толщина центральной фовеолы оказалась несколько увеличенной в глазах с невритом ЗН по сравнению с контрольной группой, что, вероятно, связано с компенсаторными изменениями внутренних слоев сетчатки. Средние

значения составили $266,8 \pm 22,1$ мкм для NMOSD-ON и $258,4 \pm 19,6$ мкм для MS-ON, при этом различие между ними достигало статистической значимости ($p = 0,041$).

Субфовеальная ChT существенно не отличалась в исследуемых группах и в контроле ($p = 0,38$), что указывает на отсутствие выраженных сосудистых изменений в макулярной зоне на поздней стадии заболевания. В клинической практике у большинства пациентов с NMOSD-ON наблюдалась типичная картина височного преобладания атрофии, подтвержденная на ОКТ-изображениях. Данный феномен отражает избирательное повреждение волокон папилломакулярного пучка, что характерно для поствоспалительной аксонопатии ЗН.

Для количественной оценки распределения атрофии использовалось отношение N/T (носовой/височный квадрант), которое составило $0,94 \pm 0,38$ в группе NMOSD-ON и $1,02 \pm 0,41$ в группе MS-ON, без статистически значимых различий между ними ($F = 0,312$; $p = 0,579$). Это указывает на схожий характер топографии поражения, несмотря на различную иммунопатологическую природу заболеваний. Кроме того, анализ глаз пациентов с единичным эпизодом воспаления показал, что степень истончения RNFL оставалась более выраженной у больных с NMOSD-ON, чем с MS-ON ($p < 0,01$), что подтверждает тенденцию к более агрессивному течению воспаления при NMOSD-связанном неврите. Сравнение показателей пациентов с повторными эпизодами неврита ЗН (NMOSD-ON) не выявило статистически значимых различий ни по сравнению с пациентами, имеющими аналогичное количество рецидивов при рассеянном склерозе (MS-ON), ни с больными NMOSD-ON после одного эпизода ($p > 0,05$). Обобщенные данные межгруппового анализа представлены в таблице 2, где отражены значения зрительных и морфометрических параметров в зависимости от числа перенесенных эпизодов.

Анализ полученных данных показал, что средние значения толщины RNFL у пациентов с NMOSD-ON с

Таблица 1. Демографические и клинические характеристики участников исследования
Table 1. Demographic and clinical characteristics of study participants

Показатель Parameter	NMOSD-ON n = 12	MS-ON n = 4	Контроль Control n = 20	Статистика Statistics	p-значение p-value
Возраст, лет Age, years M $\pm$ SD	$39,4 \pm 10,2$	$41,7 \pm 9,6$	$40,8 \pm 8,9$	$t = 0,84$	0,41
Пол (М/Ж) Gender (M/F)	4/8	5/9	9/11	$\chi^2 = 0,52$	0,47
Длительность заболевания, мес Disease duration, months M $\pm$ SD	$7,8 \pm 3,4$	$6,9 \pm 2,8$	—	$t = 1,12$	0,27
BCVA (logMAR)	$0,48 \pm 0,21$	$0,36 \pm 0,19$	$0,02 \pm 0,01$	$t = 4,92$	$<0,001$
RNFL, мкм RNFL, μm	$67,4 \pm 9,3$	$74,1 \pm 8,7$	$96,5 \pm 7,2$	$F = 15,8$	$<0,001$
Толщина центральной фовеолы, мкм Central foveal thickness, μm	$266,8 \pm 22,1$	$258,4 \pm 19,6$	$249,7 \pm 18,3$	$F = 4,17$	0,041
Субфовеальная ChT, мкм Subfoveal ChT, μm	$230,5 \pm 27,9$	$228,3 \pm 26,1$	$234,6 \pm 25,4$	$F = 0,97$	0,38
Отношение N/T N/T ratio	$0,94 \pm 0,38$	$1,02 \pm 0,41$	—	$F = 0,31$	0,579

Примечание. n — количество пациентов; N/T — носовой/височный квадрант, M $\pm$ SD — среднее $\pm$ стандартное отклонение, RNFL — толщина слоя нервных волокон сетчатки, p — значения рассчитаны с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с коррекцией по Бонферрони.

Note. n — number of patients, N/T — nasal/temporal area, M $\pm$ SD — mean $\pm$ standard deviation, RNFL — retinal nerve fiber layer thickness, p — values were calculated using one-way ANOVA with Bonferroni correction.

Таблица 2. Сравнительный анализ средней толщины слоя нервных волокон сетчатки при различных формах неврита зрительного нерва
Table 2. Comparative analysis of mean retinal nerve fiber layer thickness in different forms of optic neuritis

Сравниваемые группы Compared groups	p-значение p-value	Группа 1 Group 1 M ± SD	Группа 2 Group 2 M ± SD	Интерпретация Interpretation
NMOSD-ON с 1 ON (n = 10) vs Здоровые NMOSD-ON with 1 ON vs Healthy (n = 10)	0,000	60,12 ± 21,84	104,76 ± 11,02	Значимо снижено Significantly decreased
MS-ON с 1 ON (n = 9) vs Здоровые MS-ON with 1 ON vs Healthy (n = 9)	0,000	73,94 ± 27,62	104,76 ± 11,02	Значимо снижено Significantly decreased
NMOSD-ON с 1 ON vs MS-ON с 1 ON NMOSD-ON with 1 ON vs MS-ON with 1 ON	0,002	60,12 ± 21,84	73,94 ± 27,62	Различие выражено Marked difference
NMOSD-ON > 1 ON (n = 4) vs MS-ON > 1 ON (n = 3)	0,672	47,83 ± 15,47	53,22 ± 30,91	Различие незначимо Not significant
NMOSD-ON 1 ON vs NMOSD-ON > 1 ON	0,116	60,12 ± 21,84	47,83 ± 15,47	Тенденция к снижению Trend toward decrease
MS-ON 1 ON vs MS-ON > 1 ON	0,041	73,94 ± 27,62	53,22 ± 30,91	Значимое различие Significant difference

Примечание. M ± SD — среднее значение ± стандартное отклонение.

Note. M ± SD — mean ± standard deviation.

множественными эпизодами неврита ЗН оказались ниже, чем у пациентов с единичным эпизодом, однако различия не достигли статистической значимости ($p > 0,05$). Схожая тенденция наблюдалась и в подгруппе MS-ON, где повторные случаи заболевания сопровождались выраженным снижением толщины RNFL по сравнению с первичными эпизодами, что отражает кумулятивный эффект воспалительно-го повреждения ЗН (табл. 3).

Проведенный анализ выявил макулярный микрокистозный отек (ММЕ) по данным ОКТ у 7 (26,9%) из 26 обследованных пациентов и у 8 (15,4%) из 52 глаз, включая 5 (62,5%) глаз у пациентов, перенесших более одного эпизода неврита ЗН. Частота ММЕ оказалась выше у пациентов с NMOSD-ON — 30,7% (4 из 13 глаз), чем у больных с MS-ON — 11,5% (3 из 26 глаз), что свидетельствует о большей выраженности воспалительно-дегенеративных процессов при NMOSD ($p = 0,02$).

Сравнение демографических характеристик не выявило достоверных различий по возрасту и полу между пациентами с наличием ММЕ и без него ($p > 0,05$), что исключает влияние этих факторов на развитие отека. Значения толщины RNFL оказались ниже в группе с ММЕ на 17,8 мкм по сравнению с глазами без отека ($p = 0,04$), что указывает на выраженное аксональное истончение при сочетании воспаления и отека. Толщина центральной фoveальной ямки была увеличена в среднем на 9,6 мкм у пациентов с ММЕ относительно контрольных глаз без отека ($p = 0,21$), что соответствует характерной картине перераспределения внутриглазной жидкости при данном состоянии. Иллюстративное распределение случаев ММЕ и толщины сетчатки демонстрируют различие между группами NMOSD-ON и MS-ON (рисунок).

Полученные результаты подтверждают, что у пациентов с NMOSD-ассоциированным невритом ЗН наблюдается более выраженное истончение RNFL, чем с MS-ON, что согласуется с современными данными о различиях в механизмах

Таблица 3. Регрессионный анализ взаимосвязи RNFL с клиническими показателями у пациентов с NMOSD-ON и MS-ON

Table 3. Regression analysis of the association between RNFL and clinical parameters in patients with NMOSD-ON and MS-ON

Показатель Parameter	NMOSD-ON	β	MS-ON	β
BCVA (logMAR)	$p = 0,028$	-3,94	$p = 0,039$	-1,86
Глобальный RNFL Global RNFL	$p = 0,031$	-4,82	$p = 0,042$	-2,43
Верхний квадрант Superior quadrant	$p = 0,026$	-7,77	$p = 0,028$	-1,47
Носовой квадрант Nasal quadrant	$p = 0,034$	-5,17	$p = 0,036$	-1,38
Нижний квадрант Inferior quadrant	$p = 0,031$	-8,43	$p = 0,033$	-1,17
Височный квадрант Temporal quadrant	$p = 0,044$	-4,91	$p = 0,047$	-2,08
Среднее значение RNFL Mean RNFL	$p = 0,029$	-6,12	$p = 0,038$	-1,96

Примечание. BCVA — максимальная скорректированная острота зрения, RNFL — толщина слоя нервных волокон сетчатки, β — коэффициент регрессии, отражающий направление и выраженность связи между исследуемыми показателями.

Note. BCVA — best corrected visual acuity, RNFL — retinal nerve fiber layer thickness, β — regression coefficient reflecting the direction and severity of the relationship between the studied indicators.

аксонального повреждения при данных формах заболевания [13]. В отличие от MS-ON, где дегенеративные изменения развиваются медленнее, NMOSD-ON характеризуется острым воспалительным ответом, приводящим к ранней и значительной потере аксонов. Это совпадает с результатами работ P. Villoslada и соавт. [12] и X. Wang и L. Bao [13], где также отмечено преимущественное поражение височного сектора и более выраженная атрофия при NMOSD, чем при других типах неврита ЗН.

Согласно нашим данным, субфовеальная ChT не имеет значимых различий между группами, что подтверждает предположение о преимущественно нейродегенеративном, а не сосудистом характере поражения [6]. Сходные результаты получены E. Esen и соавт. [7], однако в нашем исследовании выявлены более четкие корреляции между истончением RNFL и снижением остроты зрения, что подчеркивает диагностическую ценность количественного анализа ОКТ. Кроме того, частота ММЕ оказалась существенно выше у пациентов с

NMOSD-ON, что, вероятно, отражает сочетанное действие воспалительных и нейродегенеративных процессов на внутренние слои сетчатки.

Интересно отметить, что в отличие от наблюдений К. Chalmoukou и соавт. [2], в нашем исследовании не выявлено связи между частотой рецидивов и степенью истончения RNFL, что может быть обусловлено меньшей длительностью наблюдения и различием терапевтических подходов. Сопоставление с исследованием S. Alba-Arbalat и соавт. [11] показало аналогичную тенденцию к взаимосвязи между структурными изменениями сетчатки и когнитивными показателями, что указывает на системный характер повреждения при NMOSD.

Таким образом, комплексное использование данных ОКТ позволяет не только детализировать степень и топографию повреждения ЗН, но и прогнозировать функциональные исходы заболевания [9, 10]. Для дальнейшего развития направления целесообразно проведение многоцентровых исследований с использованием унифицированных протоколов визуализации, включающих оценку микроструктуры ЗН и зрительных путей. Представленные результаты могут служить основой для создания объективных критериев ранней диагностики и мониторинга эффективности терапии, а также способствовать совершенствованию персонализированных подходов в лечении пациентов с воспалительными поражениями ЗН.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что у пациентов с NMOSD-ассоциированным невритом ЗН наблюдается более выраженное истончение RNFL, чем при MS-ON, что отражает различия в патогенетических механизмах повреждения аксонов. Полученные результаты продемонстрировали четкую связь между степенью аксональной дегенерации и снижением остроты зрения, особенно в височном и нижнем квадрантах сетчатки, где наблюдалась максимальная выраженность атрофии. Более высокая частота макулярного микрокистозного отека у пациентов с NMOSD-ON указывает на комбинированное влияние воспалительных и дегенеративных процессов на внутренние слои сетчатки. При этом отсутствие различий в ChT между исследуемыми группами подтверждает нейродегенеративный, а не сосудистый характер поражения. Полученные данные подчеркивают значимость комплексного анализа клинических и нейровизуализационных параметров для повышения точности дифференциальной диагностики и прогнозирования восстановления зрительных функций, что открывает перспективы для разработки персонализированных подходов к лечению и мониторингу пациентов с невритом ЗН различной этиологии.

Литература/References

1. Котов А.С., Токарева Ю.В., Лутик В.Н. и др. Расстройство из спектра оптиконевромиелиита в детском возрасте (клинический случай). *Русский журнал детской неврологии*. 2017; 4:56–62. [Kotov A.S., Tokareva Yu.V., Lutsik V.N., et al. Neuromyelitis optica spectrum disorder in childhood (clinical case). *Russian journal of pediatric neurology*. 2017; 4: 56–62 (In Russ.)].
2. Chalmoukou K, Alexopoulos H, Akrivou S, et al. Anti-MOG antibodies are frequently associated with steroid-sensitive recurrent optic neuritis. *Neurol*

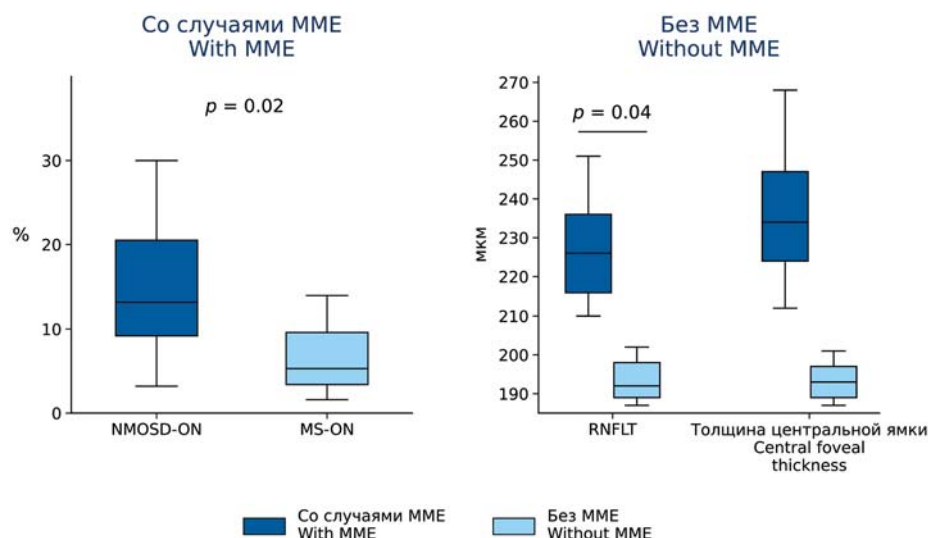


Рисунок. Частота выявления макулярного микрокистозного отека (ММЕ) у пациентов с невритом зрительного нерва различных этиологических форм (NMOSD-ON и MS-ON)

Figure. Frequency of detection of macular microcystic edema (MME) in patients with optic neuritis of various etiological forms (NMOSD-ON and MS-ON)

3. Юрьева Т.Н., Буракова Е.В., Худоногов А.А., Аюева Е.К., Сухарчук О.В. Визуализация зрительного нерва в диагностике и мониторинге ретробулбарного неврита. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011; 6: 133–6. [Yuryeva T.N., Burlakova E.V., Khudonogov A.A., Ayueva E.K., Sukharchuk O.V. Visualization of the optic nerve in diagnosis and monitoring of retrobulbar neuritis. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011; 6: 133–6 (In Russ.)]. Юрьева Татьяна Николаевна, <https://cyberleninka.ru/article/n/vizualizatsiya-zritel'nogo-nerva-v-diagnostike-i-monitoringe-retrobulbarnogo-nevrita>
4. Леванова О.Г., Попова Л.И. Вариабельность офтальмологических проявлений рассеянного склероза. *Вятский медицинский вестник*. 2018; 2 (58): 7–10. [Levanova O.G., Popova L.I. Variability of ophthalmologic manifestations of multiple sclerosis. *Vyatka medical bulletin*. 2018; 2 (58): 7–10 (In Russ.)].
5. Фурсова А.Ж., Зубкова М.Ю., Васильева и др. Современные диагностические возможности изучения структурных и функциональных изменений сетчатки и зрительного нерва у пациентов с рассеянным склерозом. *Российский офтальмологический журнал*. 2023; 16 (4): 97–104. [Fursova A.Zh., Zubkova M.Yu., Vasilyeva M.A., et al. Modern diagnostic possibilities for studying structural and functional changes in the retina and optic nerve in patients with multiple sclerosis. *Russian ophthalmological journal*. 2023; 16 (4): 97–104 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-97-104>
6. Шуккина Т.В., Бисага Г.Н., Малько В.А., и др. Возможности оптической когерентной томографии сетчатки в клинико-визуализационной оценке нейродегенерации при рассеянном склерозе. *Сибирское медицинское обозрение*. 2024; 5: 39–45. [Shchukina T.V., Bisaga G.N., Malko V.A., et al. Possibilities of optical coherence tomography of the retina in the clinical and imaging assessment of neurodegeneration in multiple sclerosis. *Siberian medical review*. 2024; 5: 39–45 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.20333/25000136-2024-5-39-45>
7. Esen E, Sizmaz S, Demir T, et al. Evaluation of choroidal vascular changes in patients with multiple sclerosis using enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Ophthalmologica*. 2016; 235 (2): 65–71. doi: 10.1159/000441152
8. Zamvil SS, Slavin AJ. Does MOG Ig-positive AQP4-seronegative opticospinal inflammatory disease justify a diagnosis of NMO spectrum disorder? *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*. 2015; 2 (1): e62. <https://doi.org/10.1212/NXI.0000000000000062>
9. Szanto D, Wang J-K, Woods B, et al. Macular patterns of neuronal and visual field loss in recovered optic neuritis identified by machine learning. *Sci Rep*. 2024; 14: 30935. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-81835-8>
10. Papadopoulou A, Oertel FC, Chien C, et al. Lateral geniculate nucleus volume changes after optic neuritis in neuromyelitis optica: a longitudinal study. *NeuroImage Clin*. 2021; 30: 102608. <https://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102608>
11. Alba-Arbalat S, Solana E, Lopez-Soley E, et al. Predictive value of retinal atrophy for cognitive decline across disease duration in multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2024; 95: 419–25. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2023-332332>

12. Villoslada P, Solana E, Alba-Arbalat S, et al. Retinal damage and visual network reconfiguration defines visual function recovery in optic neuritis. *Neurol Neuroimmunol Neuroinflamm*. 2024; 11: e200288. <https://doi.org/10.1212/NXI.0000000000200288>
13. Wang X, Bao L. Comparison of ocular changes in multiple sclerosis and neuromyelitis optica spectrum disorder patients. *Front Neurol*. 2024; 15: 1417814. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1417814>
14. Jayakumar N, Lerch M, Dale RC, Ramanathan S. MOG antibody-associated optic neuritis. *Eye*. 2024; 38: 2289–301. <https://doi.org/10.1038/s41433-024-03108-y>
15. Bénard-Séguin É, Nielsen C, Sarhan A, et al. The role of artificial intelligence in predicting optic neuritis subtypes from ocular fundus photographs. *J Neuroophthalmol*. 2024; 44: 462–8. <https://doi.org/10.1097/WNO.0000000000002229>

Вклад авторов в работу: все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна, сборе и обработке данных, написании и редактировании статьи.

Author's contribution: all authors participated in the concept development, design, data collection and processing, writing and editing of the article.

Поступила: 28.02.2026. Переработана: 17.05.2026. Принята к печати: 19.05.2026

Originally received: 28.02.2026. Final revision: 17.05.2026. Accepted: 19.05.2026

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия», ул. Ставропольская, д. 36, Черкесск, Карачаево-Черкесская Республика, 369001, Россия

Аслан Сеит-Умарович Батчаев — канд. мед. наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Педиатрия», ORCID 0009-0005-3150-9664

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Минздрава России, пл. Ленина, д. 1, Махачкала, Республика Дагестан, 367000, Россия

Аминат Сайгидовна Османова — студент

Лиана Муслимовна Махтимогомедова — студент

Залина Мурадовна Билалмагомедова — студент

Зульфия Каримулаевна Хажгераева — студент

Батина Алиасхабовна Махова — студент

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадыева», Медицинский институт, ул. А. Шерипова, д. 32, Грозный, 364024, Россия

Хадиджа Джамбулатовна Гериханова — студент

ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, ул. Студенческая, д. 10, Воронеж, 394036, Россия

Даниил Андреевич Хохлухин — студент, ORCID 0009-0001-0954-2434

Для контактов: Аслан Сеит-Умарович Батчаев,
batchaev2025@bk.ru

North Caucasian State Academy, 36, Stavropol St., Cherkessk, Karachay-Cherkess Republic, 369001, Russia

Aslan S.-U. Batchaev — Cand. of Med. Sci., associate professor, acting head of the department of pediatrics, ORCID 0009-0005-3150-9664

Dagestan State Medical University, 1, Lenin Square, Makhachkala, Republic of Dagestan, 367000, Russia

Aminat S. Osmanova — student

Liana M. Makhtimagomedova — student

Zalina M. Bilalmagomedova — student

Zulfiya K. Khazhgeraeva — student

Batina A. Makhova — student

Kadyrov Chechen State University, Medical Institute, A. Sheripova St., 32, Grozny, 364024, Russia

Khadizha D. Gerikhanova — student

V.I. Burdenko Voronezh State Medical University, 10, Studencheskaya St., Voronezh, 394036, Russia

Daniil A. Khokhlukhin — student, ORCID 0009-0001-0954-2434

For contacts: Aslan S.-U. Batchaev,
batchaev2025@bk.ru