

Клинико-радиологические характеристики центрального болевого синдрома при демиелинизирующих заболеваниях с поражением спинного мозга

Е.В. Ермилова[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5008-1265>, Dr.ermilovaneuro@yandex.ru

О.Н. Воскресенская, <https://orcid.org/0000-0002-7330-633X>, vos-olga@yandex.ru

Ш.Р. Набиев, <https://orcid.org/0000-0001-8039-9194>, nabievmd@gmail.com

Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11, стр. 1

Резюме

Введение. В структуре симптомов демиелинизирующих заболеваний боль занимает одну из главенствующих позиций. Выявление возможной взаимосвязи между размерами, локализацией очагов демиелинизации и возникновением центрального невропатического болевого синдрома представляет научный и клинический интерес.

Цель. Изучить клинико-радиологические характеристики центрального невропатического болевого синдрома при демиелинизирующих заболеваниях с поражением спинного мозга.

Материалы и методы. Обследованы 52 пациента с поражением спинного мозга при рассеянном склерозе и заболеваниях спектра нейрооптикомиелита. Все пациенты были разделены на две группы: с болевым синдромом ($n = 25$, из них 12 пациентов с рассеянным склерозом и 13 – с заболеваниями спектра нейрооптикомиелита) и без болевого синдрома ($n = 27$, из них 16 больных с рассеянным склерозом, 11 – с заболеваниями спектра нейрооптикомиелита). Пациенты проходили стандартное интервьюирование, оценку интенсивности боли проводили по 10-балльной визуальной аналоговой шкале, заполняли опросники DN4 (шкала оценки наличия невропатического болевого синдрома). Проводилась оценка степени инвалидизации по расширенной шкале статуса инвалидизации (EDSS). Для топической диагностики очагов поражения проводился анализ МРТ ЦНС сроком до 1 года, мощностью томографа не менее 1,5 Тс.

Результаты. Интенсивность болевого синдрома у пациентов с заболеваниями спектра нейрооптикомиелита была выше, чем у пациентов с рассеянным склерозом ($p = 0,011$). Болевой синдром статистически чаще возникал при дорсолатеральном расположении очагов демиелинизации ($p = 0,019$) и не зависел от их размеров.

Выводы. Механизмы формирования болевого синдрома при заболеваниях спектра нейрооптикомиелита и рассеянном склерозе с поражением спинного мозга не могут быть объяснены только характеристиками самих очагов и нуждаются в дальнейшем изучении.

Ключевые слова: демиелинизирующие заболевания, рассеянный склероз, заболевания спектра нейрооптикомиелита, магнитно-резонансная томография, центральный невропатический болевой синдром

Для цитирования: Ермилова ЕВ, Воскресенская ОН, Набиев ШР. Клинико-радиологические характеристики центрального болевого синдрома при демиелинизирующих заболеваниях с поражением спинного мозга. *Медицинский совет.* 2025;19(3):90–95. <https://doi.org/10.21518/ms2025-023>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Clinical and radiological characteristics of central pain in demyelinating diseases with spinal cord lesions

Elizaveta V. Ermilova[✉], <https://orcid.org/0000-0001-5008-1265>, Dr.ermilovaneuro@yandex.ru

Olga N. Voskresenskaya, <https://orcid.org/0000-0002-7330-633X>, vos-olga@yandex.ru

Shikhmirza R. Nabiev, <https://orcid.org/0000-0001-8039-9194>, nabievmd@gmail.com

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 11, Bldg. 1, Rossolimo St., Moscow, 119435, Russia

Abstract

Introduction. Pain is a prominent feature of demyelinating diseases. The identification of potential associations between the size and localisation of demyelinating lesions in spinal cord and the development of central neuropathic pain has scientific and clinical significance.

Aim. To investigate the clinical and radiological characteristics of central neuropathic pain in demyelinating diseases affecting the spinal cord.

Materials and methods. A total of 52 patients with spinal cord involvement in multiple sclerosis (MS) and neuromyelitis optica spectrum disorders (NMOSD) were examined. Participants were divided into two groups: with pain ($n = 25$, including 12 patients with MS and 13 with NMOSD) and without pain ($n = 27$, including 16 patients with MS and 11 with NMOSD). Standardized interviews were conducted, pain intensity was assessed using a 10-point Visual Analog Scale (VAS), and participants completed

the DN4 questionnaire. The degree of disability was assessed using the Expanded Disability Status Scale (EDSS). For lesion localization, CNS MRI data were analyzed (MRI scanners with a field strength of ≥ 1.5 T, with imaging conducted within one year). Statistical analyses were performed using SPSS Statistics.

Results. Pain intensity was higher in patients with NMOSD compared to MS ($p = 0.011$). Pain was more frequent with dorsolateral localization of demyelinating lesions ($p = 0.019$) and was not associated with lesion size.

Conclusion. The mechanisms underlying pain syndrome in NMOSD and MS with spinal cord involvement cannot be fully explained by lesion characteristics alone and require further investigation.

Keywords: demyelinating diseases, multiple sclerosis, neuromyelitis optica spectrum disorders, magnetic resonance imaging, central neuropathic pain

For citation: Ermilova EV, Voskresenskaya ON, Nabiev ShR. Clinical and radiological characteristics of central pain in demyelinating diseases with spinal cord lesions. *Meditinskiy Sovet.* 2025;19(3):90–95. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2025-023>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Повреждение спинного мозга при демиелинизирующих заболеваниях (ДЗ) может рассматриваться в рамках таких нозологий, как рассеянный склероз (РС), заболевания спектра нейрооптикомиелита (ЗСНОМ) (AQP-4-позитивный и негативный варианты) и заболевания с антителами к миелин-олигодендроцитарному гликопротеину (МОГ) [1]. Несмотря на большой перечень возможных этиологических причин, клинические признаки поражения спинного мозга типичны и включают в себя симметричную или асимметричную мышечную слабость в конечностях, различные чувствительные феномены, нарушение функции тазовых органов, эректильную дисфункцию [2]. Известно, что в структуре симптомов ДЗ боль встречается достаточно часто. Болевым синдромом (БС) страдают от 29 до 86% больных РС [3]. Невропатический БС чаще встречается у пациентов с ЗСНОМ и является более рефрактерным к проводимой противоболевой терапии по сравнению с РС [4, 5]. Общепринятым методом визуализации при подозрении на ДЗ является магнитно-резонансная томография (МРТ) ЦНС с контрастным усилением. Оптимальным считается оценка сагиттальных и аксиальных срезов в режиме T2-взвешенных и T1-постконтрастных взвешенных изображений, использование «инверсии-восстановления» спинового эха с подавлением жира (STIR) и спектрально-селективным затуханием (SPAIR) [6]. Аксиальные срезы характеризуют локализацию демиелинизирующего очага, его отношение к серому и белому веществу спинного мозга; сагиттальные срезы дают представления о протяженности миелита [7]. L. Sassiaguerra et al. дают основные различия МР-картины поражения спинного мозга в зависимости от этиологического фактора [8]. Разработаны диагностические радиологические критерии при РС и ЗСНОМ [9, 10]. Особый интерес представляет выявление возможной взаимосвязи размеров, локализации очагов демиелинизации с возникновением центрального невропатического болевого синдрома (ЦНБС). Определение радиологических предикторов БС при ДЗ может иметь прогностическое значение для определения тактики ведения пациентов.

Цель исследования – изучить клинические и радиологические характеристики поражения спинного мозга у пациентов при ДЗ с сопутствующим ЦНБС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе Клиники нервных болезней им. А.Я. Кожевникова с 2020 по 2022 г. обследованы 52 пациента. **Критерии включения в исследование:** возраст от 18 до 65 лет, диагноз «РС» или «ЗСНОМ» (в соответствии с критериями MacDonald от 2017 г. и ЗСНОМ от 2015 г.), наличие спинальных очагов демиелинизации. **Критерии исключения из исследования:** возраст младше 18 и старше 65 лет, другие заболевания с поражением спинного мозга. Исследование проведено методом поперечных срезов (cross-sectional). Все участники исследования были разделены на две группы: 1-я группа – пациенты с БС ($n = 25$, из них 12 пациентов с РС и 13 – с ЗСНОМ) и 2-я группа – пациенты без БС ($n = 27$, из них 16 больных с РС и 11 – с ЗСНОМ). Демографические характеристики участников исследования представлены в *табл. 1*. Пациенты проходили стандартное интервьюирование, включавшее в себя сбор жалоб и анамнеза заболевания, оценку интенсивности боли по 10-балльной ВАШ, а также заполняли опросники DN4 (шкала оценки наличия невропатического БС). Проводилась оценка степени инвалидизации по расширенной шкале статуса инвалидизации (EDSS). ЦНБС диагностировали на основании клинических характеристик, данных опросника DN4, а также отсутствия конкурирующих причин боли. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом Сеченовского Университета (протокол №16-21 от 16.09.2021).

- **Таблица 1.** Клинический профиль обследованных пациентов
- **Table 1.** Clinical profile of the examined patients

Признак	Пациенты с болевым синдромом ($n = 25$)	Пациенты без болевого синдрома ($n = 27$)	p
Пол (м : ж)	7 : 18	16 : 11	
Возраст, лет (Q1–Q3)	32,5 (25–37)	30,5 (24–34)	0,86
Возраст дебюта, лет (Q1–Q3)	25,5 (21–31,5)	26,5 (23–32)	0,93
EDSS, балл (Q1–Q3)	2,0 (1,5–3,5)	1,5 (1,0–2,5)	0,95
Локализация очагов:			
• шейный уровень	13	12	0,878
• грудной уровень	6	9	0,678
• несколько локализаций (шейный + грудной уровень)	6	6	0,988

Пациенты перед заполнением протокола подписывали информированное согласие на участие в исследовании. С целью оценки топической диагностики очагов поражения проводился анализ МТ ЦНС сроком до 1 года, мощностью томографа не менее 1,5 Тс. Оценивались Т2-взвешенные изображения сагиттальных и аксиальных срезов, а также постконтрастные Т1-изображения. Статистические расчеты производились в программе SPSS Statistics. Нормальность распределения проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка, для параметрических данных использовали t-критерий Стьюдента для несвязанных совокупностей, критерий Манна – Уитни – для показателей, не соответствующих нормальному распределению, для непараметрических данных – критерий χ^2 для произвольных таблиц. При $p < 0,05$ различия считали статистически достоверными.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные клинические характеристики пациентов представлены в *табл. 1*. Как видно из представленной *табл. 1*, группы сопоставимы по полу, возрасту дебюта, тяжести течения заболевания и топической локализации очагов демиелинизации.

При анализе клинических характеристик боли выявлено 2 вида БС: невропатический болевой синдром (НБС) и болезненные тонические мышечные спазмы (БТМС) (*табл. 2*). Наиболее часто боли локализовались в грудном отделе позвоночника, мышцах бедер, икроножных мышцах, реже – в мышцах верхнего плечевого пояса. При статистическом анализе оценки по ВАШ БС при ЗСНОМ отличался большей интенсивностью, чем при РС. Из 13 пациентов с ЗСНОМ и БС антитела к AQP4 были выявлены у 5 пациентов.

Для более наглядной демонстрации расположения очагов демиелинизации на аксиальных срезах была адаптирована иллюстрация (*рис. 1*) с разделением поперечного среза на 6 зон.

При анализе локализации очагов поражения на аксиальном срезе было выявлено, что статистически чаще пациенты с БС имели поражение дорсолатеральных отделов спинного мозга с вовлечением боковых столбов, где расположены спиноталамические проводящие пути (*табл. 3*). Статистически значимых различий при сравнении других локализаций, в т. ч. и при тотальном поражении спинного мозга, выявлено не было. Т2-взвешенные изображения очагов демиелинизации у пациентов с РС и ЗСНОМ представлены на *рис. 2, 3*. При соотношении вида БС и топического расположения очагов демиелинизации была выявлена следующая закономерность: из 14 пациентов с поражением дорсолатеральных отделов спинного мозга у 8 были выявлены клинические признаки НБС, у 6 пациентов диагностировано сочетание невропатической боли и БТМС. Следует отметить, что очаг демиелинизации затрагивал как белое, так и серое вещество спинного мозга. Примерное соотношение поражения серого и белого вещества у пациентов с НБС изображено на *рис. 4–7*.

Размеры очагов демиелинизации как у пациентов с РС, так и у пациентов с ЗСНОМ не влияли на развитие БС (*табл. 4, 5*).

● **Таблица 2.** Клиническая характеристика болевого синдрома у обследованных пациентов

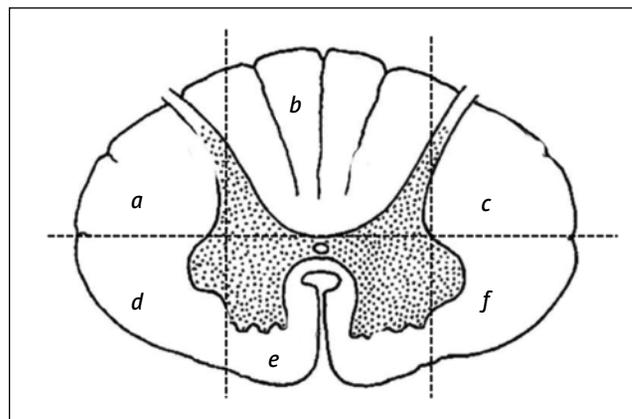
● **Table 2.** Clinical characteristics of pain syndrome in the examined patients

Характеристика	Пациенты с рассеянным склерозом (n = 12)	Пациенты с ЗСНОМ (n = 13)	p
Продолжительность, дни	39,8 ± 3,4	48,77 ± 4,2	0,095
Оценка по 10-балльной визуально-аналоговой шкале	5,42 ± 1,8	7,23 ± 1,4	0,011*
Вид болевого синдрома:			
• невропатический болевой синдром	7	10	0,934
• болезненные тонические мышечные спазмы	5	3	

Примечание: *p < 0,05 считается статистически достоверным.

● **Рисунок 1.** Схематическое разделение аксиального среза спинного мозга на условные зоны для анализа: а, d) дорсолатеральная правая; b) дорсальная срединная; с, f) дорсолатеральная левая; e) антеральная срединная (адаптировано из [11])

● **Figure 1.** Schematic imaging of the axial section of the spinal cord into conditional zones for analysis: a, d) dorso-lateral/right; b) dorsomedian; c, f) dorso-lateral/left; e) anteromedian (adapted from [11])



● **Таблица 3.** Локализация очагов поражения на шейном и грудном уровнях на аксиальных срезах

● **Table 3.** Localization of lesions at the cervical and thoracic levels on axial sections

Локализация поражения	Пациенты с болевым синдромом (n = 25)	Пациенты без болевого синдрома (n = 27)	p
Дорсолатеральная правая зона СМ	14	6	0,019*
Дорсальная срединная зона СМ	4	8	0,737
Антеральная срединная зона СМ	0	0	
Дорсолатеральная левая зона СМ	2	5	0,857
Тотальное поражение СМ	5	8	0,638

Примечание: *p < 0,05 статистически достоверно.

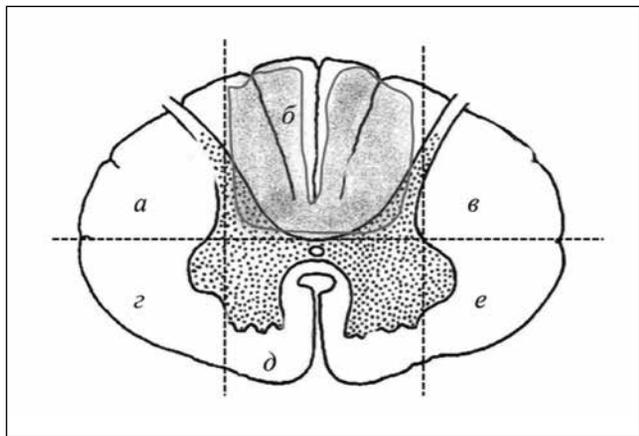
● **Рисунок 2.** Сагиттальный (А) и аксиальный (В) срез T2-взвешенных изображений очага демиелинизации в центральных, дорсолатеральных отделах спинного мозга у пациента с рассеянным склерозом

● **Figure 2.** Sagittal (A) and axial (B) section of T2 images of the focus of demyelination in the central, dorsolateral parts of the spinal cord in patient with MS



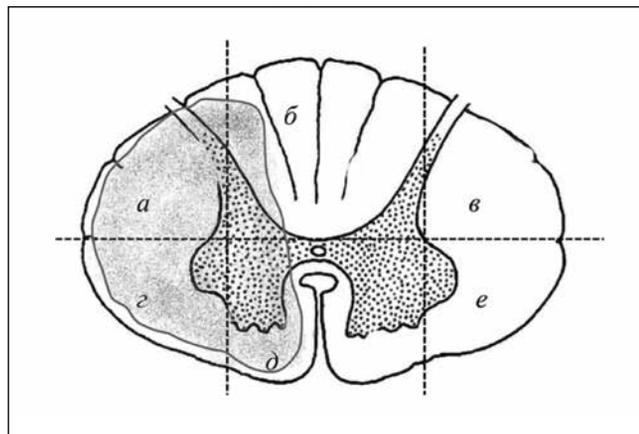
● **Рисунок 4.** Поражение дорсальных задних отделов спинного мозга

● **Figure 4.** Lesion to the dorsal posterior parts of the spinal cord



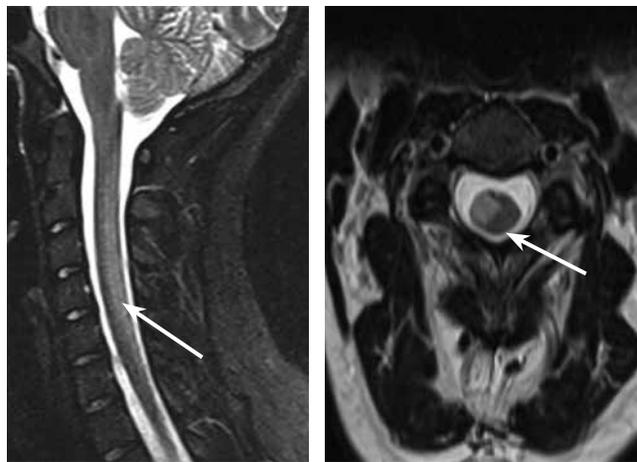
● **Рисунок 6.** Поражение дорсолатеральных отделов спинного мозга с умеренным вовлечением серого вещества

● **Figure 6.** Lesion to the dorso-lateral parts of the spinal cord with mild involvement of gray matter



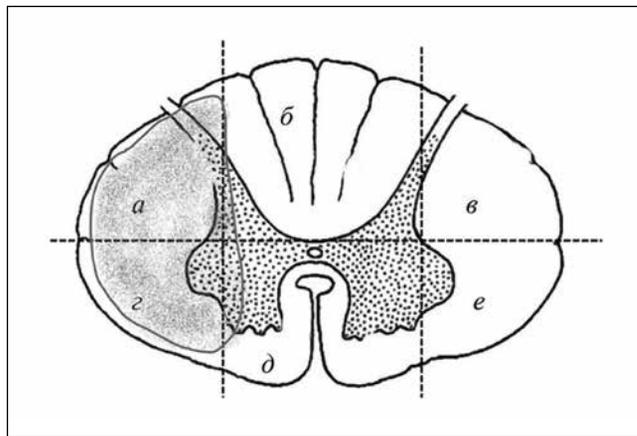
● **Рисунок 3.** Сагиттальный и аксиальный срез T2-взвешенных изображений очага демиелинизации в дорсолатеральных отделах спинного мозга у пациента с ЗСНОМ и центральным невропатическим болевым синдромом

● **Figure 3.** Sagittal and axial section of T2 images of the focus of demyelination in the dorsolateral spinal cord in patient with NMOSD and central neuropathic pain syndrome



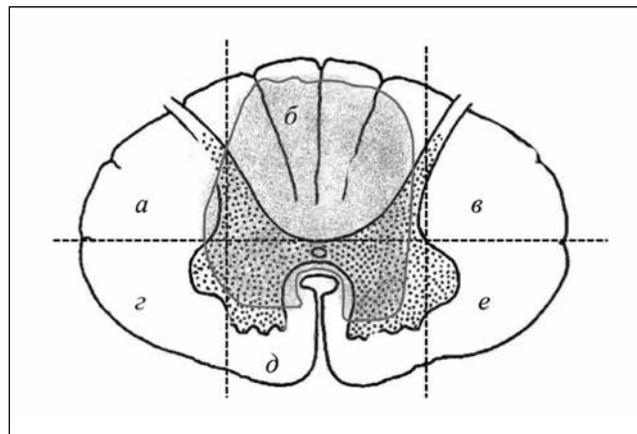
● **Рисунок 5.** Поражение дорсолатеральных отделов спинного мозга с минимальным вовлечением серого вещества

● **Figure 5.** Lesion to the dorso-lateral parts of the spinal cord with minimal involvement of gray matter



● **Рисунок 7.** Поражение дорсальных задних отделов с переходом на центральный отдел спинного мозга

● **Figure 7.** Lesion to the dorsal posterior parts with transition to the central spinal cord



- **Таблица 4.** Сравнение размеров очагов у обследованных пациентов с ЗСНОМ
- **Table 4.** Comparison of the size of foci in examined patients with NMOsD

Признак	Пациенты с болевым синдромом (n = 13)	Пациенты без болевого синдрома (n = 11)	p
Протяженность очага в сагиттальных срезах*, мм	58,4 ± 3,4	42,5 ± 2,8	0,426
Ширина в аксиальных срезах*, мм	3,3 ± 1,8	2,4 ± 0,8	0,313

Примечание: *в статистических расчетах используется среднее арифметическое указанных величин.

- **Таблица 5.** Сравнение размеров очагов у обследованных пациентов с РС
- **Table 5.** Comparison of the size of foci in examined patients with MS

Признак	Пациенты с болевым синдромом (n = 12)	Пациенты без болевого синдрома (n = 16)	p
Протяженность очага в сагиттальных срезах, мм	31,5 ± 4,7	28,7 ± 2,9	0,423
Ширина в аксиальных срезах, мм	3,1 ± 1,4	3,8 ± 0,8	0,766

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследований, позволяющих объяснить топическим расположением очагов демиелинизации в спинном мозге возникновение ЦБС, в современной науке существует немного. Данные о возможных особенностях расположения очагов в спинном мозге у пациентов с ЦНБС приводят D.T. Okuda et al. Из-за особенностей экспрессии антител к аквапору-4 (AQP-4) очаги демиелинизации располагаются в сером веществе спинного мозга, ближе к центральному каналу, затрагивая в т. ч. и боковые рога [12]. N.B. Finnerup et al. в своей работе указывают, что расположение очагов в дорсолатеральных отделах спинного мозга наиболее часто ассоциировано с возникновением ЦНБС на ипсилатеральной стороне [13]. Поражение спинального тракта (СТТ) неоспоримо играет важную

роль в возникновении ЦНБ [14], как показывает и настоящее исследование: большинство пациентов с сопутствующим БС имели очаги демиелинизации, затрагивающие данную анатомическую область. Вовлечение СТТ является важным, но необязательным условием возникновения боли, т. к. ряд пациентов без боли имели схожий уровень поражения и размеры очагов на сагиттальных и аксиальных срезах МРТ [15, 16]. В нашем исследовании 19 пациентов имели поражение СТТ и не испытывали болевых ощущений. M. Rivel et al. сделали вывод, что особую роль в возникновении ЦНБ играет объем поражения серого вещества спинного мозга, однако в настоящее время достоверные механизмы включения серого вещества в процесс возникновения невропатической боли неизвестны. В качестве гипотезы выдвигается гипервозбудимость и гиперактивность нейронов указанной анатомической области [17]. Согласно проведенному нами исследованию, очаги демиелинизации у пациентов с болью также в значительной степени затрагивали серое вещество спинного мозга. Немаловажным фактором риска, согласно исследованию N.B. Finnerup et al., является величина очага демиелинизации – БС возникал статистически чаще у пациентов с большей протяженностью поражения спинного мозга [18]. В нашем исследовании эти данные не были подтверждены, но у пациентов с ЗСНОМ, соответственно, с большей протяженностью очага на сагиттальных срезах интенсивность и продолжительность БС была более значительной. Однако ряд более поздних клинических исследований прямую зависимость возникновения БС и величины очага не продемонстрировал [19].

ВЫВОДЫ

Поражение СТТ и большая протяженность поражения спинного мозга на сагиттальных срезах играют серьезную, но не ключевую роль в возникновении БС. Большинство исследований показывает заинтересованность серого вещества спинного мозга, однако механизмы его участия до сих пор не ясны. Причинами возникновения БС могут быть процессы нейровоспаления, что требует более детального изучения.



Поступила / Received 11.12.2024
Поступила после рецензирования / Revised 16.01.2025
Принята в печать / Accepted 04.02.2025

Список литературы / References

- Jarius S, Aktas O, Azenberg I, Bellmann-Strobl J, Berthele A, Giglhuber K et al. Update on the diagnosis and treatment of neuromyelitis optica spectrum disorders (NMOsD) – revised recommendations of the Neuromyelitis Optica Study Group (NEMOS). Part I: Diagnosis and differential diagnosis. *J Neurol.* 2023;270(7):3341–3368. <https://doi.org/10.1007/s00415-023-11634-0>.
- Flanagan EP. Autoimmune myelopathies. *Handb Clin Neurol.* 2016;133:327–351. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63432-0.00019-0>.
- Finnerup NB, Gyldensted C, Nielsen E, Kristensen AD, Bach FW, Jensen TS. MRI in chronic spinal cord injury patients with and without central pain. *Neurology.* 2003;61(11):1569–1575. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000096016.29134.4a>.
- Ермилова ЕВ, Воскресенская ОН, Оспельникова ТП, Шитова АД. Клинические особенности болевого синдрома при демиелинизирующих заболеваниях с поражением спинного мозга. *Доктор.Ру.* 2022;21(4):19–23. <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-4-19-23>.
- Ermilova EV, Voskresenskaya ON, Ospelnikova TP, Shitova AD. Clinical Features of Pain Syndrome in Demyelinating Diseases with Spinal Cord Injury. *Doctor.Ru.* 2022;21(4):19–23. (In Russ.) <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2022-21-4-19-23>.
- Wasner G, Lee BB, Engel S, McLachlan E. Residual spinothalamic tract pathways predict development of central pain after spinal cord injury. *Brain.* 2008;131(9):2387–2400. <https://doi.org/10.1093/brain/awn169>.
- Breckwoldt MO, Gradl J, Hähnel S, Hielscher T, Wildemann B, Diem R et al. Increasing the sensitivity of MRI for the detection of multiple sclerosis lesions by long axial coverage of the spinal cord: a prospective study in 119 patients. *J Neurol.* 2017;264(2):341–349. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8353-3>.
- Galler S, Stellmann JP, Young KL, Kutzner D, Heesen C, Fiehler J, Siemonsen S. Improved Lesion Detection by Using Axial T2-Weighted MRI with Full Spinal Cord Coverage in Multiple Sclerosis. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2016;37(5):963–969. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A4638>.

8. Cacciaguerra L, Sechi E, Rocca MA, Filippi M, Pittock SJ, Flanagan EP. Neuroimaging features in inflammatory myelopathies: A review. *Front Neurol*. 2022;13:993645. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.993645>.
9. Белова АН, Бойко АН, Белова ЕМ. Диагностические критерии оптикомиелит-ассоциированных расстройств. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2016;116(2-2):32–40. <https://doi.org/10.17116/jnevro20161162232-40>.
Belova AN, Boiko AN, Belova EM. Diagnostic criteria for neuromyelitisoptica spectrum disorders. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2016;116(2-2):32–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.17116/jnevro20161162232-40>.
10. Симанив ТО, Бахтиярова КЗ, Белова АН, Гончарова ЗА, Сиверцева СА, Спиринов НН и др. Заболевания спектра оптиконевромиелита (ЗСОНМ) – диагностические критерии и подходы к терапии. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2023;(15):71–75. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2023-15-71-75>.
Simaniv TO, Bakhtiyarova KZ, Belova AN, Goncharova ZA, Sivertseva SA, Spirin NN et al. Diagnostic criteria and treatment of neuromyelitis optica spectrum disorders (NMOSD). *Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics*. 2023;(15):71–75. (In Russ.) <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2023-15-71-75>.
11. Breckwoldt MO, Gradl J, Hähnel S, Hielscher T, Wildemann B, Diem R et al. Increasing the sensitivity of MRI for the detection of multiple sclerosis lesions by long axial coverage of the spinal cord: a prospective study in 119 patients. *J Neurol*. 2017;264(2):341–349. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8353-3>.
12. Thompson AJ, Banwell BL, Barkhof F, Carroll WM, Coetzee T, Comi G et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria. *Lancet Neurol*. 2018;17(2):162–173. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(17\)30470-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(17)30470-2).
13. Finnerup NB, Jensen TS. Spinal cord injury pain-mechanisms and treatment. *Eur J Neurol*. 2004;11(2):73–82. <https://doi.org/10.1046/j.1351-5101.2003.00725.x>.
14. Li X, Xu H, Zheng Z, Ouyang H, Chen G, Lou Z et al. The risk factors of neuropathic pain in neuromyelitis optica spectrum disorder: a retrospective case-cohort study. *BMC Neurol*. 2022;22(1):304. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02841-9>.
15. Okuda DT, Melmed K, Matsuwaki T, Blomqvist A, Craig ADB. Central neuropathic pain in MS is due to distinct thoracic spinal cord lesions. *Ann Clin Transl Neurol*. 2014;1(8):554–561. <https://doi.org/10.1002/acn3.85>.
16. Endo T, Spenger C, Hao J, Tominaga T, Wiesenfeld-Hallin Z, Olson L, Xu XJ. Functional MRI of the brain detects neuropathic pain in experimental spinal cord injury. *Pain*. 2008;138(2):292–300. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2007.12.017>.
17. Rivel M, Achiron A, Dolev M, Stern Y, Zeilig G, Defrin R. Central Neuropathic Pain in Multiple Sclerosis Is Associated with Impaired Innocuous Thermal Pathways and Neuronal Hyperexcitability. *Pain Med*. 2021;22(10):2311–2323. <https://doi.org/10.1093/pm/pnab103>.
18. Finnerup NB, Sørensen L, Biering-Sørensen F, Johannesen IL, Jensen TS. Segmental hypersensitivity and spinothalamic function in spinal cord injury pain. *Exp Neurol*. 2007;207(1):139–149. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2007.06.001>.
19. Li J, Tian C, Yuan S, Yin Z, Wei L, Chen F et al. Neuropathic pain following spinal cord hemisection induced by the reorganization in primary somatosensory cortex and regulated by neuronal activity of lateral parabrachial nucleus. *CNS Neurosci Ther*. 2023;29(11):3269–3289. <https://doi.org/10.1111/cns.14258>.

Вклад авторов:

Концепция статьи – **Е.В. Ермилова, О.Н. Воскресенская**

Концепция и дизайн исследования – **Е.В. Ермилова, О.Н. Воскресенская, Ш.П. Набиев**

Написание текста – **Е.В. Ермилова**

Сбор и обработка материала – **Е.В. Ермилова**

Обзор литературы – **Е.В. Ермилова**

Анализ материала – **Е.В. Ермилова, О.Н. Воскресенская, Ш.П. Набиев**

Статистическая обработка – **Е.В. Ермилова**

Редактирование – **О.Н. Воскресенская, Ш.П. Набиев**

Утверждение окончательного варианта статьи – **Е.В. Ермилова, О.Н. Воскресенская, Ш.П. Набиев**

Contribution of the authors:

The concept of the article – **Elizaveta V. Ermilova, O.N. Voskresenskaya;**

The concept and design of the study – **Elizaveta V. Ermilova, Olga N. Voskresenskaya, Shikhmirza R. Nabiev**

Text development – **Elizaveta V. Ermilova**

Collection and processing of the material – **Elizaveta V. Ermilova**

Literature review – **Elizaveta V. Ermilova**

Analysis of the material – **Elizaveta V. Ermilova, Olga N. Voskresenskaya, Shikhmirza R. Nabiev**

Statistical processing – **Elizaveta V. Ermilova**

Editing – **Olga N. Voskresenskaya, Shikhmirza R. Nabiev**

Approval of the final version of the article – **Elizaveta V. Ermilova, Olga N. Voskresenskaya, Shikhmirza R. Nabiev**

Информация об авторах:

Ермилова Елизавета Викторовна, соискатель ученой степени кандидата медицинских наук кафедры нервных болезней и нейрохирургии Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11, стр. 1; Dr.ermilovaneuro@yandex.ru

Воскресенская Ольга Николаевна, д.м.н., профессор кафедры нервных болезней и нейрохирургии Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11, стр. 1; SPIN-код: 1248-8985; vos-olga@yandex.ru

Набиев Шихмирза Рагибович, заведующий первым неврологическим отделением Клиники нервных болезней имени А.Я. Кожевникова Университетской клинической больницы №3, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119021, Россия, Москва, ул. Россолимо, д. 11, стр. 1; nabievmd@gmail.com

Information about the authors:

Elizaveta V. Ermilova, Candidate of the Degree of Cand. Sci. (Med.), Department of Nervous Diseases and Neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 11, Bldg. 1, Rossolimo St., Moscow, 119435, Russia; Dr.ermilovaneuro@yandex.ru

Olga N. Voskresenskaya, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Nervous Diseases and Neurosurgery at the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 11, Bldg. 1, Rossolimo St., Moscow, 119435, Russia; vos-olga@yandex.ru

Shikhmirza R. Nabiev, Head of the First Neurological Department of the Kozhevnikov Nervous Diseases Clinic of the University Clinical Hospital No. 3, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 11, Bldg. 1, Rossolimo St., Moscow, 119435, Russia; nabievmd@gmail.com