



Оригинальное исследование | Original study article
DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM695497>

This work is licensed under CC BY 4.0
© Authors, 2026

Некоторые показатели гликома при различных формах течения рассеянного склероза

М.А. Елизаров¹, И.Е. Повереннова¹, А.С. Лахов¹, М.О. Золотов¹, Н.П. Перстенева²

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Российская Федерация)

²ФГАУ ВО «Самарский государственный экономический университет» (Самара, Российская Федерация)

Аннотация

Цель: выявить особенности гликозилирования белков при различных клинических формах рассеянного склероза.

Материал и методы. Изучены показатели гликома – интерлейкин-6 (IL-6) и гликопротеин Р-селектин (SELP) у 135 больных с такими формами течения рассеянного склероза (РС), как ремиттирующий РС (PPC) – 71 больной, вторично-прогрессирующий РС (ВППС) – 49 пациентов, первично-прогрессирующий РС (ППРС) – 15 пациентов. Использован ИФА-анализатор Multiscan FC при длине волны 450 нм с применением соответствующих диагностических наборов. Статистическая обработка проводилась с использованием критерия Манна – Уитни. Множественные сравнения групп различного течения РС проводились с помощью критерия Краскела – Уоллиса. Анализ корреляции выполнен на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Статистическая достоверность выводов определялась на 5% уровне значимости.

Результаты. В настоящем исследовании была предпринята попытка выявления зависимости уровня IL-6 и SELP от формы, длительности

течения и тяжести РС, что выявило только значимую связь SELP с длительностью течения заболевания для PPC. Данных о связи этих показателей с возрастом и полом пациентов получено не было.

Выводы. Показана определенная специфичность изменений гликозилирования белков при рассеянном склерозе, что позволяет использовать их в качестве маркеров для диагностики различных форм рассеянного склероза и сходных с ним заболеваний. Хотя в проведенном исследовании была выявлена значимая связь только у SELP и только с длительностью заболевания при ремиттирующей форме РС, не исключена возможность получения дополнительных результатов при увеличении количества включенных в исследование пациентов, а также при включении в исследование других показателей гликома.

Ключевые слова: рассеянный склероз, варианты течения, показатели гликозилирования белков.

Конфликт интересов: не заявлен.

Для цитирования:

Елизаров М.А., Повереннова И.Е., Лахов А.С., Золотов М.О., Перстенева Н.П. **Некоторые показатели гликома при различных формах течения рассеянного склероза.** *Наука и инновации в медицине.* 2026;11(1):10-14. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM695497>

Сведения об авторах

Елизаров М.А. – аспирант кафедры неврологии и нейрохирургии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0520-7268>
E-mail: maksim.elizarov@mail.ru

***Повереннова Ирина Евгеньевна** – д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой неврологии и нейрохирургии. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2594-461X>

E-mail: i.e.poverennova@samsmu.ru

Лахов А.С. – канд. мед. наук, ассистент кафедры неврологии и нейрохирургии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9311-3041>

E-mail: a.s.lahov@samsmu.ru

Золотов М.О. – канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской микробиологии и иммунологии.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4806-050X>

E-mail: m.o.zolotov@samsmu.ru

Перстенева Н.П. – канд. экон. наук, доцент кафедры статистики и эконометрики.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5011>

E-mail: persteneva_np@mail.ru

***Автор для переписки**

Список сокращений

РС – рассеянный склероз; PPC – ремиттирующий рассеянный склероз; ВППС – вторично-прогрессирующий РС; ППРС – первично-прогрессирующий РС; EDSS – Expand Disability Status Scale – расширенная шкала оценки инвалидности; ИФА – иммуноферментный анализатор; нм – нанометр; нг – нанограмм; пг – пикограмм; IgG – иммуноглобулин G; SELP – гликопротеин Р-селектин; sRAGE – молекулы гликации; ПИТРС – препараты, изменяющие течение рассеянного склероза; ЦСЖ – цереброспинальная жидкость.

Получено: 30.10.2025

Одобрено: 30.12.2025

Опубликовано: 11.01.2026

Some indicators of glycome in various forms of multiple sclerosis

Maksim A. Elizarov¹, Irina E. Poverennova¹, Aleksandr S. Lakhov¹,
Maksim O. Zolotov¹, Natalya P. Persteneva²

¹Samara State Medical University (Samara, Russian Federation)

²Samara State Economic University (Samara, Russian Federation)

Abstract

Aim: identification of protein glycosylation features in various clinical forms of multiple sclerosis.

Material and methods. We studied the indicators of glycome, viz. interleukin-6 (IL-6) and P-selectin glycoprotein (SELP) in 135 patients with various forms of multiple sclerosis (MS): relapsing-remitting MS (RMS) - 71, secondary progressive MS (SPMS) - 49, primary progressive MS (PPMS) - 15 patients. An ELISA Multiscan FC analyzer was used at 450 nm using appropriate diagnostic kits. Statistical processing was performed using the Mann - Whitney criterion. Multiple comparisons of groups of different MS course were performed using the Kruskal - Wallis test. Correlation analysis was performed based on Spearman's rank correlation coefficient. Statistical reliability of conclusions was determined at the 5% level of significance.

Results. This study attempted to identify the relationship between IL-6 and SELP levels and MS shape, duration, and severity, revealing only a significant association of SELP with disease duration for RMS. There were no data on the relationship of these indicators with the age and sex of patients.

Conclusions. The studies carried out show a certain specificity of changes in glycosylation of proteins in multiple sclerosis, which makes it possible to use them as markers for diagnosing various forms of multiple sclerosis and similar diseases. Despite the fact that the study showed a significant association only in SELP and only with the duration of the disease in relapsing-remitting MS, it is possible to obtain additional results with an increase in the number of patients included in the study, as well as with the inclusion of other glycome parameters in the study.

Keywords: multiple sclerosis, variants of course, protein glycosylation indices.

Conflict of interest: nothing to disclose.

Citation

Elizarov MA, Poverennova IE, Lakhov AS, Zolotov MO, Persteneva NP. **Some indicators of glycome in various forms of multiple sclerosis.** *Science and Innovations in Medicine.* 2026;11(1):10-14. DOI: <https://doi.org/10.35693/SIM695497>

Information about authors

Maksim A. Elizarov – postgraduate student of the Department of Neurology and Neurosurgery.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0520-7268>

E-mail: maksim.elizarov@mail.ru

Irina E. Poverennova – MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor, Head of the Department of Neurology and Neurosurgery.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2594-461X>

E-mail: i.e.poverennova@samsmu.ru

Aleksandr S. Lakhov – MD, Cand. Sci. (Medicine), assistant of the Department of Neurology and Neurosurgery.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9311-3041>

E-mail: a.s.lakhov@samsmu.ru

Maksim O. Zolotov – MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate professor of the Department of medical microbiology and immunology.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4806-050X>

E-mail: m.o.zolotov@samsmu.ru

Natalya P. Persteneva – Cand. Sci. (Economics), Associate professor, Department of Statistics and Econometrics.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3845-5011>

E-mail: persteneva_np@mail.ru

***Corresponding author**

Received: 30.10.2025

Accepted: 30.12.2025

Published: 11.01.2026

■ ВВЕДЕНИЕ

Рассеянный склероз (РС) – хроническое аутоиммунное заболевание центральной нервной системы, поражающее лиц молодого возраста, ведущих активную трудовую жизнь. Заболевание характеризуется неуклонно прогрессирующим течением, неизбежно возникающей инвалидизацией больных и зачастую неблагоприятным прогнозом. Особенности течения заболевания во многом определяются клинической формой РС, который может протекать в виде клинически изолированного синдрома, радиологически изолированного синдрома, иметь ремиттирующее, вторично-прогрессирующее, первично-прогрессирующее течение [1, 2]. Каждый тип течения РС имеет свои особенности и закономерности, а также показания к назначению той или иной группы препаратов, изменяющих течение рассеянного склероза (ПИТРС). В этой связи определение критериев того или иного типа течения заболевания для оптимизации диагностики, прогнозирования дальнейшего течения РС и назначения адекватного форме заболевания ПИТРС является важной и актуальной задачей [3, 4]. Значительный интерес представляет сравнительная характеристика течения различных форм РС, их трансформация, основанная на объективных показателях, и роль предикторов той или иной формы болезни, определяющих вариант ее течения [5–7].

Гликом человека представляет собой совокупность всех сахаров организма – как свободных, так и присутствующих в более сложных молекулах. Он состоит из гликопротеинов и гликолипидов. По сложности гликом превосходит протеом за счет еще большего разнообразия углеводов, входящих в его состав, и дополнительно усложняется из-за огромного взаимодействия углеводов друг с другом и с белками [8]. По словам J.D. Marth, гликаны – это природные биологические модификаторы, которые обычно не «включают и выключают» физиологические процессы, а скорее изменяют поведение клетки, реагируя на внешние раздражители [9]. В патогенезе целого ряда заболеваний нарушения гликозилирования белков играют ведущую или определяющую роль. Нарушения процесса гликозилирования белков охватывают многие медицинские аспекты, что затрудняет распознавание и диагностику нарушений гликозилирования [10, 11].

Исследования изменений гликома при РС являются новым и перспективным направлением подхода к диагностике этого заболевания. В проведенных исследованиях показано, что гликопротеиды у пациентов с РС отличаются не только от здоровых лиц, но и от других неврологических заболеваний, то есть имеют место специфические изменения гликома при РС. Весьма важным является то,

что изменения гликома коррелируют с возрастом и с полом пациентов, с клинической формой заболевания, а также со степенью инвалидизации по шкале EDSS, что может способствовать ранней диагностике РС, определению формы заболевания и прогнозированию его течения [12].

■ ЦЕЛЬ

Выявление особенностей гликозилирования белков при различных клинических формах РС.

■ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование ряда показателей гликома проведено у 135 больных РС, среди которых 71 пациент имел ремиттирующую форму течения РС (ППС), 49 – вторично-прогрессирующую (ВППС), 15 – первично-прогрессирующую (ППРС). Следует отметить, что количество исследованных пациентов в группах примерно соответствует распределению клинических форм в популяции больных РС. Длительность заболевания у исследованных больных варьировала от 1 до 31 года. Все пациенты наблюдались в Центре рассеянного склероза ГБУЗ СОКБ им. В.Д. Середавина. Диагноз РС верифицирован согласно критериям МакДоналда (2017).

Исследование проходило в два этапа.

На предварительном этапе проведено исследование у 90 пациентов интерлейкина-6 (IL-6), гликопротеина Р-селектина (SELP), иммуноглобулина SIGLEC-9, молекул гликации (sRAGE) на ИФА-анализаторе Multiskan при длине волны 450 нм с использованием наборов Интерлейкин-6-ИФА-БЕСТ («Вектор-Бест»), ELISA Kit for Receptor Advanced Glycation Endproducts (Cloud-Clone Corp.), ELISA Kit for P-selectin (Cloud-Clone Corp.), ELISA Kit for Sialic Acid Binding Ig Like Lectin 9 (Cloud-Clone Corp.). Среди больных было 35 мужчин (38,9%) и 55 женщин (61,1%). Возраст пациентов колебался от 18 до 74 лет. Группу сравнения составили 30 здоровых испытуемых аналогичного возраста и пола.

На втором этапе изучены показатели интерлейкина-6 (IL-6) и гликопротеина Р-селектина (SELP) в группе из 135 пациентов, куда вошли 90 больных предварительного этапа исследования. Среди больных были 84 женщины (62,2%) и 51 мужчина (37,8%). Медианный возраст составил 41 (33; 50) год.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием IBM SPSS Statistics 26.0. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовались критерий Шапиро – Уилка или критерий Колмогорова – Смирнова

с поправкой Лиллиефорса в зависимости от количества ожидаемых частот. Поскольку количественные данные имеют распределение, отличное от нормального, или же являются порядковыми переменными, сравнение двух независимых групп – пациентов с РС и лиц без демиелинизирующих заболеваний проводилось с помощью критерия Манна – Уитни. Для представления непараметрических данных использовали медиану (Me), нижний и верхний квартили (Q1; Q3). Множественные сравнения групп различного течения РС проводились с помощью критерия Краскела – Уоллиса. Анализ корреляции выполнен на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Статистическая достоверность выводов определялась на 5% уровне значимости.

Среднее арифметическое взвешенное значение для исследованных показателей гликонов рассчитывали с помощью формулы:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i}$$

Средневзвешенное значение – это среднее значение с учетом веса (важности) каждого элемента из совокупности. Используется, когда элементы выборки имеют разную значимость при объединении результатов нескольких выборок разного размера или когда требуется учесть вклад каждого элемента пропорционально его важности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Из изученных продуктов гликирования наибольший интерес представил SELP сыворотки. Показатели в исследуемой группе (пациенты с РС независимо от типа течения, $n = 88$) варьируют от 29,49 до 173,54 нг/мл со средним значением (средняя взвешенная) 67,994, при этом показатели в группе контроля (лица без демиелинизирующих и воспалительных заболеваний, $n = 30$) колеблются от 27,432 до 125,314 нг/мл со средним значением 57,734 нг/мл.

Показатели количественного определения IL-6 в сыворотке крови у пациентов с РС по данным исследования ($n = 90$) демонстрируют широкую вариабельность – от 0,00 до 104,93 пг/мл, среднее значение – 3,884. В группе контроля ($n = 30$) значения IL-6 варьируют от 0,258 до 4,0115 пг/мл, в среднем этот показатель составляет 1,611 пг/мл.

При анализе показателей по группам в зависимости от типа течения рассеянного склероза были получены следующие результаты.

PPC ($n = 50$):

SELP ($n = 48$): мин. 29,49; макс. 122,21 нг/мл, в среднем 68,981 нг/мл.

IL-6 ($n = 50$): мин. 0,00; макс. 109,93 пг/мл, в среднем 4,335 пг/мл.

ППРС ($n = 5$):

SELP мин. 30,92, макс. 62,89 нг/мл, в среднем 44,52 нг/мл.

IL-6 мин. 0,00; макс. 0,01 пг/мл, в среднем 0,002 пг/мл.

ВППС ($n = 35$)

SELP мин. 30,48; макс. 173,54 нг/мл, в среднем 69,995 нг/мл.

IL-6 мин. 0,00; макс. 56,14 пг/мл, в среднем 3,794 пг/мл.

Проанализированы показатели sRAGE и SIGLEC-9. Исследуемая группа: sRAGE ($n = 90$) мин. 0,00; макс. 0,05 нг/мл, средняя взвешенная 0,001, среднее квадратическое отклонение – 0,00667. SIGLEC-9 ($n = 90$) мин. 0,00; макс. 0,29 нг/мл, средняя взвешенная 0,0216, среднее квадратическое отклонение – 0,0577. В группе контроля: sRAGE ($n = 30$) мин. 0,00; макс. 0,638 нг/мл, средняя взвешенная – 0,0615. SIGLEC-9 ($n = 30$) мин. 0,00; макс. 0,1647 нг/мл, средняя взвешенная – 0,0216, среднее квадратическое отклонение – 0,0577.

По результатам проведенного предварительного анализа лабораторных значений было решено исследовать показатели IL-6 и SELP, поскольку они продемонстрировали наибольшую информативность и вариабельность и по сравнению с группой контроля у большего числа пациентов, и в рамках анализа групп с различным типом течения РС. В то же время показатели sRAGE и SIGLEC-9 продемонстрировали низкие абсолютные значения и низкую вариабельность в пределах исследуемой группы и не показали значимых различий от группы контроля.

Второй этап исследования включал анализ показателей IL-6 и SELP сыворотки крови у 135 пациентов с различными вариантами течения РС (PPC – 71, ВППС – 49, ПППС – 15) и 30 здоровых лиц группы сравнения. Показатели гликома IL-6 и SELP сравнили в двух группах с помощью критерия Манна – Уитни. Уровень IL-6 у пациентов с РС составил 0,47 (0; 1,91) пг/мл, в группе сравнения 0,745 (0,495; 1,05) пг/мл, без статистически значимой разницы ($p = 0,178$). Показатель гликома SELP в группе исследования составил 53,02 (35,84; 78,32) нг/мл, в группе сравнения 47,665 (40,34; 66,245) нг/мл, также без статистически значимой разницы ($p = 0,899$).

Был проведен анализ показателей гликома у всех исследуемых групп, включая разные варианты течения РС, с помощью критерия Краскела – Уоллиса. Не было получено

Тип течения РС	ВППС ($n = 49$)		PPC ($n = 71$)		ППРС ($n = 15$)	
	ρ Спирмена	p -значение	ρ Спирмена	p -значение	ρ Спирмена	p -значение
IL-6	- 0,130	0,373	- 0,021	0,863	0,185	0,510
SELP	0,230	0,112	0,278	0,019	0,315	0,252

Таблица 1. Показатели IL-6 и SELP в зависимости от длительности течения РС

Table 1. IL-6 and SELP by MS duration

Тип течения РС	ВППС ($n = 49$)		PPC ($n = 71$)		ППРС ($n = 15$)	
	ρ Спирмена	p -значение	ρ Спирмена	p -значение	ρ Спирмена	p -значение
IL-6	0,086	0,556	- 0,011	0,930	0,229	0,412
SELP	- 0,155	0,289	- 0,016	0,891	0,302	0,274

Таблица 2. Показатели IL-6 и SELP в зависимости от значений шкалы инвалидизации EDSS

Table 2. IL-6 and SELP by EDSS

статистически значимых различий при оценке IL-6 ($p = 0,752$) и SELP ($p = 0,655$).

Зависимость показателей гликома IL-6 и SELP от длительности течения РС представлена в **таблице 1**. У пациентов с PPC между длительностью течения заболевания и показателем SELP с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена была выявлена статистически значимая прямая корреляционная связь ($\rho = 0,278$ с 95% ДИ: 0,039-0,489; $p = 0,019$).

Зависимость показателей гликома IL-6 и SELP от степени инвалидизации по шкале EDSS (Expanded Disability Status Scale) проверили с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Связь была статистически не значимой. Данные представлены в **таблице 2** (ранговая корреляция).

Таким образом, выявлена только значимая связь показателя SELP с длительностью течения заболевания для PPC.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно исследованию А. Svetko и соавт. (2020), в иммуноглобулинах G наиболее отличалось фукозилированное ядро и обилие структур с высоким содержанием маннозы. В белках плазмы отмечено увеличение сложности гликанов – возрастало количество высоковетвленных структур, несущих несколько остатков галактозы и сиаловой кислоты. В то же время количество низковетвленных структур уменьшалось. Некоторые N-гликаны и IgG показали хорошую чувствительность и специфичность, на основании чего строилась зависимость вероятности РС от количества N-гликанов и IgG в плазме крови [12].

Peng Peng Ip и соавт. (2021) на 49 гликопротеинах сыворотки подсчитали количество 286 гликопептидов и сравнили их у групп пациентов с ремиттирующим РС (45) и с заболеваниями спектра оптикомиелита (23), а также у 6 здоровых лиц. В этих группах обнаружена разница в сайт-специфичных N-гликанах на структурах, участвующих в воспалительном процессе, которые рассматривались как потенциальные маркеры для дифференциальной диагностики РС и заболеваний спектра оптикомиелита [13].

P. Dojesak и соавт. (2022) исследовали N-гликом в сыворотке крови больных РС женщин и сравнивали с группой контроля. Был отмечен более высокий уровень сиалирования, галактозилирования и маннозы в группе РС [14].

M. Wuhreg и соавт. (2015) провели исследование гликозилирования белков в 48 парах цереброспинальной жидкости (ЦСЖ) и сыворотки крови у 27 пациентов с различными формами РС и у 21 здорового пациента или пациентов

с другими заболеваниями нервной системы. В результате исследования были сделаны выводы, что гликозилирование IgG1 различалось в ЦСЖ и сыворотке крови как при РС, так и у группы контроля. При РС гликозилирование повышалось в ликворе, но не в сыворотке. Максимум изменений фукозилирования и GlcNAc отмечался через 2-3 месяца после обострения РС, а гликозилирование IgG1 коррелировало со степенью синтеза интратекальных IgG и с цитозом в ЦСЖ [15].

Корреляция по возрасту и полу пациентов с РС была выявлена количественными и качественными методами по количеству сахарных остатков, более ярко выраженная в ЦСЖ, чем в сыворотке крови. J. Decker и соавт. (2016) было показано, что галактозилирование IgG в ликворе зависит от возраста и пола – отмечаются более высокие значения у мужчин и у пациентов в возрасте 25–50 лет. Снижение галактозилированных IgG коррелирует с прогрессией РС и возрастанием показателя по шкале инвалидизации EDSS, а также сопровождается повышением интратекального синтеза IgG [16].

В настоящем исследовании была предпринята попытка выявления зависимости уровня IL-6 и SELP от формы, длительности течения и тяжести РС, что выявило только значимую связь SELP с длительностью течения заболевания для PPC. Данных о связи этих показателей с возрастом и полом пациентов получено не было.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показывают определенную специфичность изменений гликозилирования белков при РС, что позволяет использовать эти показатели в качестве маркеров для диагностики различных форм РС и сходных с ним заболеваний.

Несмотря на то что в проведенном исследовании была выявлена значимая связь только у SELP и только с длительностью заболевания при ремиттирующей форме РС, не исключена возможность получения дополнительных результатов при увеличении количества включенных в исследование пациентов, а также при включении в исследование других показателей гликома. Учитывая многообразие протеома и различия его модификаций в разных средах организма (сыворотка и плазма крови, цереброспинальная жидкость), а также разнообразие подходов к его изучению (множество количественных и качественных биохимических методов), представляется перспективным дальнейший поиск маркеров и предикторов течения РС. ■

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	ADDITIONAL INFORMATION
Этическая экспертиза: протокол №255 заседания комитета по биоэтике при СамГМУ от 26 октября 2022 г.	Ethical expertise: minutes No. 255 of the meeting of the Committee on Bioethics at SamSMU dated October 26, 2022.
Источник финансирования. Из специального гранта «Приоритет 2030».	Study funding. From the special grant «Priority 2030».
Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.	Conflict of interest. The authors declare that there are no obvious or potential conflicts of interest associated with the content of this article.
Участие авторов. Елизаров М.А. – формулировка идеи и цели исследования, литературный поиск, написание текста. Повереннова И.Е. – проверка результатов воспроизведения, научное руководство проектом. Лахов А.С. – создание программного обеспечения, разработка алгоритмов исследования, оценка результатов. Золотов М.О. – разработка методов, лабораторный контроль проведения исследования. Перстенева Н.П. – статистический и теоретический анализ данных. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.	Contribution of individual authors. Elizarov M.A.: formulation of the idea and goal of the study, literature search, writing of the text. Poverennova I.E.: verification of the results of reproduction, scientific supervision of the project. Lakhov A.S.: software development, development of research algorithms, evaluation of the results. Zolotov M.O.: development of methods, laboratory control of the study. Persteneva N.P.: statistical and theoretical data analysis. All authors gave their final approval of the manuscript for submission, and agreed to be accountable for all aspects of the work, implying proper study and resolution of issues related to the accuracy or integrity of any part of the work.

Оригинальность. При создании настоящей работы авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).	Statement of originality. No previously published material (text, images, or data) was used in this work.
Доступ к данным. Редакционная политика в отношении совместного использования данных к настоящей работе не применима.	Data availability statement. The editorial policy regarding data sharing does not apply to this work.
Генеративный искусственный интеллект. При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.	Generative AI. No generative artificial intelligence technologies were used to prepare this article.
Рассмотрение и рецензирование. Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре. В рецензировании участвовали 2 внешних рецензента.	Provenance and peer review. This paper was submitted unsolicited and reviewed following the standard procedure. The peer review process involved 2 external reviewers.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Gusev EI, Boyko AN. *Multiple Sclerosis*. М., 2020. (In Russ.). [Гусев Е.И., Бойко А.Н. *Рассеянный склероз*. М., 2020]. ISBN 978-5-6044140-5-7
- Haki M, Al-Biati HA, Al-Tameemi ZS, et al. Review of multiple sclerosis: Epidemiology, etiology, pathophysiology and treatment. *Medicine (United States)*. 2024;103(8):e37297. DOI: [10.1097/MD.00000000000037297](https://doi.org/10.1097/MD.00000000000037297)
- Spirin NN, Kiseleva EV, Spirina NN. Neurofilament light chain: a diagnostic potential for multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2024;124(6):115-119. [Спирин Н.Н., Киселева Е.В., Спирина Н.Н. Нейрофиламент легких цепей: диагностические возможности при рассеянном склерозе. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2024;124(6):115-119]. DOI: <https://doi.org/10.17116/jnevro2024124061115>
- Swanberg KM, Kurada AV, Prinsen H, et al. Multiple sclerosis diagnosis and phenotype identification by multivariate classification of *in vivo* frontal cortex metabolite profiles. *Scientific Reports*. 2022;12(1):13888. DOI: [10.1038/s41598-022-17741-8](https://doi.org/10.1038/s41598-022-17741-8)
- Zhusupova AT, Kadyrova BB, Dzharparaliev NT, Kulov BB. Analysis of the risk factors and the prevalence of multiple sclerosis (Literature review). *Herald of KRSU*. 2022;22(5):121-126. [Жусупова А.Т., Кадырова Б.Б., Джапаралиева Н.Т., Кулов Б.Б. Анализ факторов риска и распространенности рассеянного склероза: обзор литературы. *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. 2022;22(5):121-126. DOI: [10.36979/1694-500X-2022-22-5-121-126](https://doi.org/10.36979/1694-500X-2022-22-5-121-126)
- Kamenskikh EM, Alifirova VM, Pashkovskaya DV, et al. Serum neurofilament light chains in assessing the course of multiple sclerosis. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2024;124(1):89-93. [Каменских Е.М., Алифирова В.М., Пашковская Д.В., и др. Сывороточные легкие цепи нейрофиламентов в оценке течения рассеянного склероза. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2024;124(1):89-93]. DOI: [10.17116/jnevro202412401189](https://doi.org/10.17116/jnevro202412401189)
- Elchaninova EYu, Afanasyeva AI, Smagina IV, Elchaninova SA. Glial fibrillary acidic protein: is there a relationship with the course of multiple sclerosis and traumatic brain injury before the onset of multiple sclerosis? *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2024;124(10):80-84. [Ельчанинова Е.Ю., Афанасьева А.И., Смагина И.В., Ельчанинова С.А. Глиальный фибриллярный кислый белок: есть ли связь с течением рассеянного склероза и черепно-мозговой травмой до дебюта рассеянного склероза? *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2024;124(10):80-84]. DOI: [10.17116/jnevro202412410180](https://doi.org/10.17116/jnevro202412410180)
- Freeze HH. Genetic defects in the human glycome. *Nat Rev Genet*. 2006;7(7):537-551. DOI: [10.1038/nrg1894](https://doi.org/10.1038/nrg1894)
- Marth JD. Glycosylation in a Common Mechanism of Colitis and Sepsis. *The FASEB Journal*. 2020.34(S1):1. DOI: [10.1096/fasebj.2020.34.s1.00176](https://doi.org/10.1096/fasebj.2020.34.s1.00176)
- Zabczynska M, Kozłowska K. IgG glycozilation in autoimmune diseases. *Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej*. 2018;72:975-990. DOI: [10.5604/01.3001.0012.7351](https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.7351)
- Varki A, Cummings RD, Esko JD, et al. *Essentials of Glycobiology*. 4th edition. Cold Spring Harbor (NY): Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2022.
- Cvetko A, Kifer D, Gornik O, et al. Glycosylation Alterations in Multiple Sclerosis Show Increased Proinflammatory Potential. *Biomedicines*. 2020(10):410. DOI: [10.3390/biomedicines8100410](https://doi.org/10.3390/biomedicines8100410)
- Ip PP, Li Q, Lin WH, et al. Analysis of site-specific glycan profiles of serum proteins in patients with multiple sclerosis or neuromyelitisoptica spectrum disorder-a pilot study. *Glycobiology*. 2021;(9):1230-1238. DOI: [10.1093/glycob/cwab053](https://doi.org/10.1093/glycob/cwab053)
- Dojcsak D, Ilosvai AM, Vanyorek L, et al. NH₂-Functionalized Magnetic Nanoparticles for the N-Glycomic Analysis of Patients with Multiple Sclerosis. *Int J Mol Sci*. 2022;(16):9095. DOI: [10.3390/ijms23169095](https://doi.org/10.3390/ijms23169095)
- Wuhrer M, Selman MH, McDonnell LA, et al. Pro-inflammatory pattern of IgG1 Fc glycosylation in multiple sclerosis cerebrospinal fluid. *J Neuroinflammation*. 2015;(12):235. DOI: [10.1186/s12974-015-0450-1](https://doi.org/10.1186/s12974-015-0450-1)
- Decker Y, Schomburg R, Németh E, et al. Abnormal galactosylation of immunoglobulin G in cerebrospinal fluid of multiple sclerosis patients. *Mult Scler*. 2016;(14):1794-1803. DOI: [10.1177/1352458516631036](https://doi.org/10.1177/1352458516631036)