

УДК 616.832-004.2-073.756.8

https://doi.org/10.33619/2414-2948/126/41

ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПРИ РАССЕЯННОМ СКЛЕРОЗЕ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

©Жусупова А. Т., ORCID: 0000-0001-8430-9504, SPIN-код: 4650-2988,

Международная высшая школа медицины; Международный университет Кыргызстана,
г. Бишкек, Кыргызстан, Astaljus@gmail.com

©КадYROва Б. Б., ORCID: 0000-0003-3208-5689, SPIN-код: 8288-2259, Международная школа
медицины; Международный университет Кыргызстана,
г. Бишкек, Кыргызстан. begimai.kadyrova@gmail.com

©Ибраимов К. Ш., ORCID: 0000-0001-7753-3938, SPIN-код: 5424-1140,
Кыргызская государственная медицинская академия им. И. К. Ахунбаева,
г. Бишкек, Кыргызстан, dr.kubat@gmail.com

GENDER DIFFERENCES IN RADIOLOGICAL MANIFESTATIONS IN MULTIPLE SCLEROSIS: LITERATURE REVIEW

©Jusupova A., ORCID: 0000-0001-8430-9504, SPIN-code: 4650-2988,
International Higher School of Medicine; International University of Kyrgyzstan,
Bishkek, Kyrgyzstan, Astaljus@gmail.com

©Kadyrova B., ORCID: 0000-0003-3208-5689, SPIN-code: 8288-2259,
International School of Medicine, International University of Kyrgyzstan,
Bishkek, Kyrgyzstan, begimai.kadyrova@gmail.com

©Ibraimov K., ORCID: 0000-0001-7753-3938, SPIN-code: 5424-1140, Kyrgyz State Medical
Academy named after I. Akhunbaev, Bishkek, Kyrgyzstan, dr.kubat@gmail.com

Аннотация. Рассеянный склероз (РС) представляет собой хроническое воспалительное демиелинизирующее заболевание центральной нервной системы, характеризующееся выраженной клинической и радиологической гетерогенностью. В последние десятилетия все большее внимание уделяется изучению влияния биологического пола на патогенез, течение и прогноз заболевания, однако данные о половых различиях нейровизуализационных проявлений РС остаются фрагментарными. Цель обзора — проанализировать и систематизировать данные современной литературы, посвященные половым различиям радиологических проявлений рассеянного склероза по данным магнитно-резонансной томографии. В обзор включены результаты клинических, когортных и метааналитических исследований, оценивающих объем и распределение очагов поражения, воспалительную активность, а также атрофию головного и спинного мозга у мужчин и женщин с РС. Проанализированы данные о динамике МРТ-изменений на различных этапах заболевания и в зависимости от возраста и репродуктивного статуса. Результаты обзора свидетельствуют о наличии двух преобладающих радиологических фенотипов рассеянного склероза. У женщин чаще выявляется воспалительный МРТ-фенотип, характеризующийся большей очаговой нагрузкой по данным T2/FLAIR и более высокой частотой контраст-накапливающих очагов, особенно в рецидивирующе-ремиттирующей фазе заболевания. У мужчин, напротив, преобладает нейродегенеративный фенотип, включающий более выраженную атрофию головного и спинного мозга, больший объем T1-гипоинтенсивных очагов и более частое поражение кортикальных и инфратенториальных структур, что ассоциируется с более быстрым прогрессированием инвалидизации. Отмечено, что у женщин динамика атрофии существенно зависит от репродуктивного статуса, с ускорением нейродегенеративных

изменений в постменопаузальный период. Таким образом, учет половых различий радиологических проявлений рассеянного склероза расширяет понимание гетерогенности заболевания и может способствовать более точному прогнозированию его течения, а также развитию персонализированных подходов к мониторингу и терапии РС.

Abstract. Multiple sclerosis (MS) is a chronic inflammatory demyelinating disease of the central nervous system, characterized by marked clinical and radiological heterogeneity. In recent decades, increasing attention has been paid to the influence of biological sex on the pathogenesis, course, and prognosis of the disease. However, data on sex differences in the neuroimaging manifestations of MS remain fragmented. The aim of this review is to analyze and systematize the current literature on sex differences in the radiological manifestations of multiple sclerosis based on magnetic resonance imaging. The review includes the results of clinical, cohort, and meta-analytic studies assessing the volume and distribution of lesions, inflammatory activity, and atrophy of the brain and spinal cord in men and women with MS. Data on the dynamics of MRI changes at various stages of the disease—and depending on age and reproductive status—are analyzed. The review results indicate the presence of two predominant radiological phenotypes of multiple sclerosis. Women are more likely to exhibit an inflammatory MRI phenotype, characterized by a higher focal lesion load on T2/FLAIR and a higher frequency of contrast-enhancing lesions, especially in the relapsing-remitting phase of the disease. In contrast, men exhibit a predominantly neurodegenerative phenotype, including more pronounced brain and spinal cord atrophy, a larger volume of T1-hypointense lesions, and more frequent involvement of cortical and infratentorial structures, which is associated with more rapid disability progression. It is noted that in women, the dynamics of atrophy are significantly dependent on reproductive status, with neurodegenerative changes accelerating in the postmenopausal period. Thus, taking into account sex differences in the radiological manifestations of multiple sclerosis expands the understanding of the heterogeneity of the disease and may contribute to more accurate prediction of its course, as well as the development of personalized approaches to monitoring and treating MS.

Ключевые слова: рассеянный склероз, магнитно-резонансная томография, половые различия, атрофия головного мозга, нейродегенерация, воспалительный фенотип.

Keywords: multiple sclerosis, magnetic resonance imaging, sex differences, brain atrophy, neurodegeneration, inflammatory phenotype.

Рассеянный склероз (РС) — это хроническое воспалительное демиелинизирующее заболевание центральной нервной системы (ЦНС), являющееся одной из наиболее частых причин инвалидности среди людей молодого трудоспособного возраста во всем мире [1].

Клиническая картина РС крайне вариабельна, и его диагностика, а также мониторинг прогрессирования, в значительной степени опираются на магнитно-резонансную томографию (МРТ). МРТ позволяет визуализировать характерные очаги демиелинизации, воспаления и атрофии в головном и спинном мозге, что имеет решающее значение для установления диагноза по критериям Макдональда и оценки эффективности терапии [2].

В последние десятилетия все больше внимания уделяется изучению влияния биологического пола на патогенез, клиническое течение и прогноз РС [3].

Клинические и визуализационные фенотипы рассеянного склероза демонстрируют четкие половые различия, которые значительно меняются с возрастом и в ходе репродуктивных этапов, таких как беременность и менопауза. Несмотря на более высокую

распространенность заболевания у женщин, мужчины с РС часто демонстрируют более быстрое прогрессирование инвалидизации и худший прогноз [4].

Выявленные различия распространяются и на радиологические проявления заболевания. Согласно данным литературы, между мужчинами и женщинами с РС существуют значимые различия в объеме и локализации очагов поражения, степени атрофии головного мозга, выраженности спинальных поражений, а также в динамике МРТ-изменений на различных этапах заболевания [4].

Анализ этих особенностей представляет собой важное направление для более глубокого понимания механизмов заболевания и разработки персонализированных подходов к диагностике и мониторингу рассеянного склероза.

Объем и распределение очагов поражения

Традиционно очаги поражения при рассеянном склерозе оцениваются по их количеству, размеру и локализации на T2-взвешенных изображениях и FLAIR-последовательностях, где они визуализируются как гиперинтенсивные очаги, отражающие зоны демиелинизации, воспаления и глиоза. Количественная оценка T2-очагов позволяет определить суммарную «очаговую нагрузку» (lesion load), являющуюся важным маркером накопленного структурного повреждения. Дополнительную информацию о текущей воспалительной активности заболевания предоставляет выявление очагов с накоплением гадолиниевого контрастного препарата, что свидетельствует о нарушении гематоэнцефалического барьера. В свою очередь, гипоинтенсивные очаги на T1-взвешенных изображениях («черные дыры») отражают выраженное аксональное повреждение, потерю нейронов и необратимую деструкцию ткани, являясь маркером нейродегенеративного компонента заболевания. Согласно данным Walderveen et al., у мужчин чаще выявляются T1-гипоинтенсивные очаги («черные дыры»), ассоциированные с более тяжелым аксональным повреждением и неблагоприятным прогнозом [5].

Наличие и объем таких очагов коррелируют с уровнем инвалидизации и скоростью прогрессирования заболевания. Кроме того у мужчин с первично-прогрессирующим рассеянным склерозом была выявлена тенденция к большему объему очагов поражения на T1-взвешенных изображениях по сравнению с женщинами [5].

Эти данные могут свидетельствовать о более агрессивном течении заболевания у мужчин, при котором воспалительный процесс сопровождается более выраженным нейродегенеративным компонентом и меньшей компенсаторной способностью центральной нервной системы. Половые различия касаются не только объема, но и распределения очагов поражения. В исследовании Luetic и соавт. продемонстрировано, что у мужчин чаще выявляются кортикальные очаги, а также инфратенториальные поражения (в области ствола мозга и мозжечка) [6].

Кортикальные поражения имеют особое значение, поскольку ассоциированы с когнитивными нарушениями и ускоренной атрофией серого вещества. Инфратенториальная локализация очагов традиционно рассматривается как неблагоприятный прогностический фактор, поскольку поражение стволовых структур и мозжечка приводит к раннему формированию координационных и бульбарных нарушений. Женщины, как правило, демонстрируют более выраженную воспалительную активность на МРТ. У них чаще выявляются очаги, накапливающие гадолиний, что свидетельствует о более активном нарушении гематоэнцефалического барьера и остром воспалительном процессе [7–9].

В количественном отношении женщины нередко имеют большее общее число гиперинтенсивных очагов на T2/FLAIR-последовательностях, отражающих накопленную воспалительную активность [6, 7].

Особенно отчетливо эти различия проявляются в рецидивирующе-ремиттирующей фазе заболевания (РРРС), когда у женщин чаще регистрируются активные контраст-накапливающие очаги, что коррелирует с более высокой частотой клинических обострений [7, 10].

Выявленные различия могут быть частично обусловлены влиянием половых гормонов. Предполагается, что соотношение прогестерона и эстрадиола влияет на иммунный ответ и степень воспалительной активности, что отражается в динамике МРТ-показателей [11].

Эстрогены обладают иммуномодулирующим и потенциально нейропротективным эффектом, тогда как снижение их уровня в определенные периоды (например, в послеродовом периоде или в менопаузе) может сопровождаться усилением воспалительной активности заболевания. Таким образом, данные литературы свидетельствуют о том, что у женщин при РС преобладает воспалительный МРТ-фенотип, характеризующийся большим количеством активных и T2-гиперинтенсивных очагов, тогда как у мужчин чаще наблюдается нейродегенеративный фенотип с более выраженным формированием T1-гипоинтенсивных очагов и кортикальных поражений. Эти различия могут иметь существенное значение для прогностической оценки и персонализации терапии. Атрофия головного мозга рассматривается как один из ключевых радиологических маркеров нейродегенерации при рассеянном склерозе и тесно коррелирует с нарастанием неврологического дефицита, когнитивных нарушений и долгосрочной инвалидизации. В отличие от очагового поражения, атрофия отражает диффузные и необратимые процессы утраты нейронов и аксонов, что делает ее особенно значимой для прогностической оценки течения заболевания. В этом отношении половые различия являются достаточно выраженными. Данные мета-анализов и крупных когортных исследований последовательно демонстрируют, что пациенты мужского пола с рассеянным склерозом характеризуются более выраженной атрофией всего головного мозга и серого вещества по сравнению с женщинами, независимо от длительности заболевания, клинической формы и уровня инвалидизации [12].

Особенно отчетливо эти различия проявляются в молодом и среднем возрасте, что может частично объяснять более быстрое прогрессирование инвалидизации у мужчин, несмотря на нередко меньшую воспалительную активность на ранних этапах заболевания. Особое значение имеет атрофия серого вещества, включая кортикальную атрофию, которая у мужчин выражена в большей степени и тесно связана с ухудшением когнитивных функций, снижением скорости обработки информации и нарастанием физической инвалидности [13, 14].

В отличие от очаговой нагрузки по T2, объем серого вещества демонстрирует более тесную корреляцию с клиническим статусом пациента, что подчеркивает его роль как чувствительного маркера нейродегенеративного процесса. Ряд исследований указывает на наличие региональных особенностей атрофии. Так, у мужчин с рассеянным склерозом чаще выявляется более выраженная атрофия глубоких ядер серого вещества, включая таламус и базальные ганглии, а также структур мозжечка [14].

Поражение этих зон ассоциировано с нарушением моторных функций, координации, когнитивных процессов и эмоциональной регуляции. У женщин, напротив, атрофические изменения могут развиваться медленнее или иметь иную региональную локализацию, что частично объясняет различия в клинических фенотипах заболевания. Радиологическая картина у женщин с рассеянным склерозом является более динамичной и может изменяться в зависимости от репродуктивного статуса. В репродуктивном возрасте прогрессирование атрофии головного мозга у женщин, как правило, менее выражено, что связывают с потенциальным нейропротективным и противовоспалительным действием эстрогенов и

прогестерона. В постменопаузальный период, сопровождающийся снижением уровня половых гормонов, может наблюдаться усиление нейродегенеративных процессов, включая ускорение потери объема серого вещества [15].

Эти наблюдения позволяют предположить, что гормональный статус оказывает влияние на динамику атрофических изменений при РС и должен учитываться при интерпретации МРТ-показателей и оценке прогноза заболевания. Атрофия спинного мозга является независимым и клинически значимым предиктором инвалидизации при рассеянном склерозе, особенно в отношении двигательных функций и способности к самостоятельному передвижению. В отличие от головного мозга, данные о половых различиях в атрофии спинного мозга остаются менее однозначными. Тем не менее, ряд исследований указывает на то, что у мужчин может наблюдаться более выраженная атрофия спинного мозга, особенно на уровне шейного отдела, что ассоциируется с более тяжелым клиническим течением заболевания и более высокими показателями инвалидизации [16].

Дополнительным подтверждением более выраженного нейродегенеративного процесса у мужчин являются данные о сниженной плотности нервных волокон в спинном мозге, отражающей более тяжелое аксональное повреждение [17, 18].

Эти изменения могут объяснять более быстрое формирование стойкого моторного дефицита и меньший потенциал функционального восстановления у пациентов мужского пола. Таким образом, анализ данных МРТ свидетельствует о наличии двух преобладающих радиологических фенотипов рассеянного склероза: воспалительного, более характерного для женщин, и нейродегенеративного, чаще наблюдаемого у мужчин. Систематизация этих различий представлена в Таблице.

<i>Радиологический признак</i>	<i>Особенности у женщин</i>	<i>Особенности у мужчин</i>
Очаги, накапливающие гадолиний	Более частое выявление и большее количество контраст-накапливающих очагов, что отражает преобладание воспалительного МРТ-фенотипа	Меньшее количество контраст-накапливающих очагов по сравнению с женщинами репродуктивного возраста
T2-гиперинтенсивные очаги	Большая суммарная площадь и объем T2/FLAIR-очагов, отражающие более высокую очаговую воспалительную нагрузку	Относительно меньший объем T2-очагов, однако при наличии — с тенденцией к более выраженной тканевой деструкции
T1-гипоинтенсивные очаги («черные дыры»)	Меньший объем «черных дыр» по сравнению с мужчинами	Большой объем и более высокая доля T1-гипоинтенсивных очагов, а также более высокое соотношение T1/T2, что свидетельствует о выраженном аксональном повреждении и нейродегенерации
Локализация очагов	Очаги чаще располагаются супратенториально; на ранних этапах возможно поражение инфратенториальных отделов и спинного мозга	Более частое выявление инфратенториальных очагов, поражений спинного мозга и коры головного мозга
Атрофия головного мозга и серого вещества (GM)	Менее выражена на ранних стадиях заболевания; скорость атрофии возрастает после менопаузы, при этом к 60 годам половые различия нивелируются	Более выраженная общая атрофия головного мозга и серого вещества, включая глубокие структуры (таламус, базальные ганглии), независимо от длительности заболевания

Заключение

Накопленные данные убедительно свидетельствуют о наличии значимых половых различий в радиологических проявлениях рассеянного склероза. У мужчин, как правило, преобладает нейродегенеративный профиль, характеризующийся более выраженной атрофией головного мозга, включая серое и белое вещество, а также большим объемом Т1-гипоинтенсивных очагов, что коррелирует с более быстрым прогрессированием инвалидизации. Для женщин более характерен воспалительный радиологический профиль, проявляющийся большим количеством контраст-накапливающих очагов, особенно до наступления менопаузы. Учет половых особенностей МРТ-фенотипа может повысить точность прогнозирования течения рассеянного склероза и способствовать более раннему выявлению пациентов с высоким риском неблагоприятного исхода. В частности, у мужчин раннее появление признаков атрофии и «черных дыр» может служить маркером агрессивного течения заболевания, тогда как у женщин ключевое значение имеет динамика воспалительной активности и ее изменения в различные репродуктивные периоды. При этом возраст и менопаузальный статус играют критическую роль в динамике нейродегенеративных изменений: после 60 лет скорость атрофии головного мозга у женщин возрастает, и различия между полами по степени повреждения мозговой ткани в значительной степени нивелируются. Выявленные особенности, вероятно, обусловлены сложным взаимодействием гормональных, иммунных и генетических факторов. Понимание половых различий нейровизуализационных проявлений рассеянного склероза имеет важное клиническое значение. Учитывая, что мужчины с РС чаще характеризуются более агрессивным течением заболевания и быстрым накоплением инвалидизации, МРТ-маркеры нейродегенерации, в частности объем атрофии головного мозга, могут рассматриваться как более чувствительные предикторы неблагоприятного исхода у данной группы пациентов. Это создает предпосылки для разработки более персонализированного подхода при выборе тактики ведения и мониторинга пациентов с рассеянным склерозом.

Список литературы:

1. Kadyrova B. B., Jusupova A. T., Dzhaparaliev N. T., Kulov B. B. Influence of mountain climate on multiple sclerosis // Heart, Vessels and Transplantation. 2023. V. 7. №4. P. 359-363. <https://doi.org/10.24969/hvt.2023.423>
2. Kaunzner U. W., Gauthier S. A. MRI in the assessment and monitoring of multiple sclerosis: an update on best practice // Therapeutic advances in neurological disorders. 2017. V. 10. №6. P. 247-261. <https://doi.org/10.1177/1756285617708911>
3. Voskuhl R. R. The effect of sex on multiple sclerosis risk and disease progression // Multiple Sclerosis Journal. 2020. V. 26. №5. P. 554-560. <https://doi.org/10.1177/1352458519892491>
4. Nathoo N., Neyal N., Kantarci O. H., Zeydan B. Imaging phenotypic differences in multiple sclerosis: at the crossroads of aging, sex, race, and ethnicity // Frontiers in Global Women's Health. 2024. V. 5. P. 1412482. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2024.1412482>
5. Van Walderveen M. A. A. et al. Hypointense lesions on T1-weighted spin-echo magnetic resonance imaging: relation to clinical characteristics in subgroups of patients with multiple sclerosis // Archives of neurology. 2001. V. 58. №1. P. 76-81. <https://doi.org/10.1001/archneur.58.1.76>
6. Luetic G. G., Menichini M. L., Vrech C., Pappolla A., Patrucco L., Cristiano E., Rojas J. I. Clinical and demographic characteristics of male MS patients included in the national registry-RelevarEM. Does sex or phenotype make the difference in the association with poor prognosis? // Multiple sclerosis and related disorders. 2022. V. 58. P. 103401. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2021.103401>

7. Pozzilli C., Tomassini V., Marinelli F., Paolillo A., Gasperini C., Bastianello S. Gender gap' in multiple sclerosis: magnetic resonance imaging evidence // *European journal of neurology*. 2003. V. 10. №1. P. 95-97. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2003.00519.x>
8. Tomassini V., Onesti E., Mainero C., Giugni E., Paolillo A., Salvetti M., Pozzilli C. Sex hormones modulate brain damage in multiple sclerosis: MRI evidence // *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2005. V. 76. №2. P. 272-275. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2003.033324>
9. Weatherby S. J. M., Mann C. L. A., Davies M. B., Fryer A. A., Haq N., Strange R. C., Hawkins C. P. A pilot study of the relationship between gadolinium-enhancing lesions, gender effect and polymorphisms of antioxidant enzymes in multiple sclerosis // *Journal of neurology*. 2000. V. 247. №6. <https://doi.org/10.1007/s004150070179>
10. Whitbread A. K., Mellick G. D., Silburn P. A., Le Couteur D. G., Board P. G. Glutathione transferase Omega class polymorphisms in Parkinson's disease // *Neurology*. 2004. V. 62. №10. P. 1910-1911.
11. Bansil S., Lee H. J., Jindal S., Holtz C. R., Cook S. O. Correlation between sex hormones and magnetic resonance imaging lesions in multiple sclerosis // *Acta neurologica scandinavica*. 1999. V. 99. №2. P. 91-94. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1999.tb00663.x>
12. Antulov R., Weinstock-Guttman B., Cox J. L., Hussein S., Durfee J., Caiola C., Zivadinov R. Gender-related differences in MS: a study of conventional and nonconventional MRI measures // *Multiple Sclerosis Journal*. 2009. V. 15. №3. P. 345-354. <https://doi.org/10.1177/1352458508099479>
13. Schoonheim M. M., Popescu V., Rueda Lopes F. C., Wiebenga O. T., Vrenken H., Douw L., Barkhof F. Subcortical atrophy and cognition: sex effects in multiple sclerosis // *Neurology*. 2012. T. 79. №17. P. 1754-1761. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182703f46>
14. Voskuhl R. R., Patel K., Paul F., Gold S. M., Scheel M., Kuchling J., MacKenzie-Graham A. Sex differences in brain atrophy in multiple sclerosis // *Biology of sex Differences*. 2020. V. 11. №1. P. 49. <https://doi.org/10.1186/s13293-020-00326-3>
15. Lorefice L., Fenu G., Fronza M., Murgia F., Frau J., Coghe G., Cocco E. Menopausal transition in multiple sclerosis: relationship with disease activity and brain volume measurements // *Frontiers in neurology*. 2023. V. 14. P. 1251667. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1251667>
16. Daams M., Weiler F., Steenwijk M. D., Hahn H. K., Geurts J. J., Vrenken H., Barkhof F. Mean upper cervical cord area (MUCCA) measurement in long-standing multiple sclerosis: relation to brain findings and clinical disability // *Multiple Sclerosis Journal*. 2014. V. 20. №14. P. 1860-1865. <https://doi.org/10.1177/1352458514533399>
17. Ganter, Prince, Esiri. Spinal cord axonal loss in multiple sclerosis: a post-mortem study // *Neuropathology and applied neurobiology*. 1999. V. 25. №6. P. 459-467. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2990.1999.00205.x>
18. Foschi M., Marastoni D., Panzera I., Mancinelli L., Ganino C., Abbadessa G., Surcinelli A. Sex differences in relapse-independent and relapse-associated disability progression in relapsing-remitting multiple sclerosis: a real-world inverse-probability weighted study // *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*. 2025. V. 18. P. 17562864251376807. <https://doi.org/10.1177/17562864251376807>

References:

1. Kadyrova, B. B., Jusupova, A. T., Dzhaparaliev, N. T., & Kulov, B. B. (2023). Influence of mountain climate on multiple sclerosis. *Heart, Vessels and Transplantation*, 7(4), 359-363. <https://doi.org/10.24969/hvt.2023.423>

2. Kaunzner, U. W., & Gauthier, S. A. (2017). MRI in the assessment and monitoring of multiple sclerosis: an update on best practice. *Therapeutic advances in neurological disorders*, 10(6), 247-261. <https://doi.org/10.1177/1756285617708911>
3. Voskuhl, R. R. (2020). The effect of sex on multiple sclerosis risk and disease progression. *Multiple Sclerosis Journal*, 26(5), 554-560. <https://doi.org/10.1177/1352458519892491>
4. Nathoo, N., Neyal, N., Kantarci, O. H., & Zeydan, B. (2024). Imaging phenotypic differences in multiple sclerosis: at the crossroads of aging, sex, race, and ethnicity. *Frontiers in Global Women's Health*, 5, 1412482. <https://doi.org/10.3389/fgwh.2024.1412482>
5. Van Walderveen, M. A., à Nijeholt, G. J. L., Ader, H. J., Jongen, P. J., Polman, C. H., Castelijns, J. A., & Barkhof, F. (2001). Hypointense lesions on T1-weighted spin-echo magnetic resonance imaging: relation to clinical characteristics in subgroups of patients with multiple sclerosis. *Archives of neurology*, 58(1), 76-81. <https://doi.org/10.1001/archneur.58.1.76>
6. Luetic, G. G., Menichini, M. L., Vrech, C., Pappolla, A., Patrucco, L., Cristiano, E., ... & Rojas, J. I. (2022). Clinical and demographic characteristics of male MS patients included in the national registry-RelevarEM. Does sex or phenotype make the difference in the association with poor prognosis?. *Multiple sclerosis and related disorders*, 58, 103401. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2021.103401>
7. Pozzilli, C., Tomassini, V., Marinelli, F., Paolillo, A., Gasperini, C., & Bastianello, S. (2003). 'Gender gap' in multiple sclerosis: magnetic resonance imaging evidence. *European journal of neurology*, 10(1), 95-97. <https://doi.org/10.1046/j.1468-1331.2003.00519.x>
8. Tomassini, V., Onesti, E., Mainero, C., Giugni, E., Paolillo, A., Salvetti, M., ... & Pozzilli, C. (2005). Sex hormones modulate brain damage in multiple sclerosis: MRI evidence. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 76(2), 272-275. <https://doi.org/10.1136/jnnp.2003.033324>
9. Weatherby, S. J. M., Mann, C. L. A., Davies, M. B., Fryer, A. A., Haq, N., Strange, R. C., & Hawkins, C. P. (2000). A pilot study of the relationship between gadolinium-enhancing lesions, gender effect and polymorphisms of antioxidant enzymes in multiple sclerosis. *Journal of neurology*, 247(6). <https://doi.org/10.1007/s004150070179>
10. Whitbread, A. K., Mellick, G. D., Silburn, P. A., Le Couteur, D. G., & Board, P. G. (2004). Glutathione transferase Omega class polymorphisms in Parkinson's disease. *Neurology*, 62(10), 1910-1911.
11. Bansil, S., Lee, H. J., Jindal, S., Holtz, C. R., & Cook, S. O. (1999). Correlation between sex hormones and magnetic resonance imaging lesions in multiple sclerosis. *Acta neurologica scandinavica*, 99(2), 91-94. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1999.tb00663.x>
12. Antulov, R., Weinstock-Guttman, B., Cox, J. L., Hussein, S., Durfee, J., Caiola, C., ... & Zivadinov, R. (2009). Gender-related differences in MS: a study of conventional and nonconventional MRI measures. *Multiple Sclerosis Journal*, 15(3), 345-354. <https://doi.org/10.1177/1352458508099479>
13. Schoonheim, M. M., Popescu, V., Rueda Lopes, F. C., Wiebenga, O. T., Vrenken, H., Douw, L., ... & Barkhof, F. (2012). Subcortical atrophy and cognition: sex effects in multiple sclerosis. *Neurology*, 79(17), 1754-1761. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3182703f46>
14. Voskuhl, R. R., Patel, K., Paul, F., Gold, S. M., Scheel, M., Kuchling, J., ... & MacKenzie-Graham, A. (2020). Sex differences in brain atrophy in multiple sclerosis. *Biology of sex Differences*, 11(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s13293-020-00326-3>
15. Lorefice, L., Fenu, G., Fronza, M., Murgia, F., Frau, J., Coghe, G., ... & Cocco, E. (2023). Menopausal transition in multiple sclerosis: relationship with disease activity and brain volume measurements. *Frontiers in neurology*, 14, 1251667. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1251667>

16. Daams, M., Weiler, F., Steenwijk, M. D., Hahn, H. K., Geurts, J. J., Vrenken, H., ... & Barkhof, F. (2014). Mean upper cervical cord area (MUCCA) measurement in long-standing multiple sclerosis: relation to brain findings and clinical disability. *Multiple Sclerosis Journal*, 20(14), 1860-1865. <https://doi.org/10.1177/1352458514533399>

17. Ganter, Prince, & Esiri. (1999). Spinal cord axonal loss in multiple sclerosis: a post-mortem study. *Neuropathology and applied neurobiology*, 25(6), 459-467. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2990.1999.00205.x>

18. Foschi, M., Marastoni, D., Panzera, I., Mancinelli, L., Ganino, C., Abbadessa, G., ... & Surcinelli, A. (2025). Sex differences in relapse-independent and relapse-associated disability progression in relapsing-remitting multiple sclerosis: a real-world inverse-probability weighted study. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, 18, 17562864251376807. <https://doi.org/10.1177/17562864251376807>

Поступила в редакцию
06.03.2026 г.

Принята к публикации
15.03.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Жусупова А. Т., Кадырова Б. Б., Ибраимов К. Ш. Половые различия радиологических проявлений при рассеянном склерозе: обзор литературы // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №5. С. 346-354. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/126/41>

Cite as (APA):

Jusupova, A., Kadyrova, B., & Ibraimov, K. (2026). Gender Differences in Radiological Manifestations of Multiple Sclerosis: A Literature Review. *Bulletin of Science and Practice*, 12(5), 346-354. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/126/41>