



Болезнь Хираяма и травматическая миелопатия: возможности и роль МРТ в судебно-медицинской практике

©Н.А. Медведева*, Н.С. Серова

Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

* Н.А. Медведева, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2, radiologmed@mail.ru

Поступила в редакцию 28 февраля 2025 г. Исправлена 2 марта 2025 г. Принята к печати 20 марта 2025 г.

Резюме

Цель: Определение ключевых дифференциальных радиологических признаков, позволяющих отличить травматическую миелопатию от болезни Хираяма в интересах судебно-медицинской экспертизы.

Материалы и методы: В исследование включены 17 пациентов (возраст 17–26 лет) с миелопатией на уровне C5–C7 после ДТП. Выделены две группы: пациенты с травматической миелопатией (n=11) и пациенты, у которых МРТ-изображения демонстрировали признаки болезни Хираяма (n=6). Все пациенты прошли МРТ шейного отдела позвоночника в режимах T1, T2, STIR, DWI, а также динамическое исследование в положении сгибания шеи. Анализировались следующие параметры: наличие компрессии спинного мозга, атрофия передних рогов, динамические изменения, симметричность поражения, венозный стаз.

Результаты: Травматическая миелопатия характеризуется очаговыми зонами гиперинтенсивности на T2-ВИ, отеком мягких тканей, нарушением целостности межпозвоночных дисков и отсутствием изменений при сгибании шеи. Болезнь Хираяма проявляется симметричной атрофией передних рогов спинного мозга, вентральным смещением задней стенки дурального мешка при сгибании, гиперинтенсивностью эпидурального венозного сплетения на T2-ВИ, отсутствием компрессионных изменений в нейтральном положении. Средняя площадь поражения при травматической миелопатии составила $12,4 \pm 1,3$ мм², при болезни Хираяма – $8,2 \pm 0,9$ мм² ($p=0,03$). Чувствительность динамического МРТ в диагностике болезни Хираяма составила 85%, специфичность – 92%.

Обсуждение: Дифференциальная диагностика между травматической миелопатией и болезнью Хираяма крайне важна для судебной экспертизы, поскольку радиологические признаки могут быть схожими. Динамическое МРТ выявило ключевые различия, позволяющие точно отличать эти состояния. Болезнь Хираяма встречается у молодых пациентов (до 25 лет), проявляется характерными изменениями при сгибании шеи и не связана с травматическими воздействиями.

Заключение: Травматическая миелопатия и болезнь Хираяма имеют пересекающиеся радиологические проявления, но различаются по ряду ключевых признаков. Вентральное смещение дурального мешка и венозный стаз на динамическом МРТ являются специфическими маркерами болезни Хираяма. Болезнь Хираяма не имеет связи с травматическим эпизодом, что необходимо учитывать при судебной оценке травматической этиологии. Динамическое МРТ должно быть включено в стандарт диагностики миелопатии для повышения точности дифференциальной диагностики.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза, компрессионная миелопатия, болезнь Хираяма, судебно-медицинская экспертиза живых лиц

Цитировать: Медведева Н.А., Серова Н.С. Болезнь Хираяма и травматическая миелопатия: возможности и роль МРТ в судебно-медицинской практике. *Инновационная медицина Кубани*. 2025;10(2):47–53. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-47-53>

Hirayama Disease and Traumatic Myelopathy: Capabilities and the Role of MRI in Forensic Medicine

©Natalia A. Medvedeva*, Natalia S. Serova

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

* Natalia A. Medvedeva, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, ulitsa Trubetskaya 8/2, Moscow, 119048, Russian Federation, radiologmed@mail.ru

Received: February 28, 2025. Received in revised form: March 2, 2025. Accepted: March 20, 2025.

Abstract

Objective: To determine key radiological features for differential diagnosis between traumatic myelopathy and Hirayama disease for the sake of forensic medical examination.



Materials and methods: The study included 17 patients (age, 17-26 years) with myelopathy at the C5-C7 level following traffic collisions. The patients were grouped into those with traumatic myelopathy (n=11) and those with signs of Hirayama disease on magnetic resonance imaging (MRI) (n=6). All the patients underwent cervical spine MRI in the T1- and T2-weighted, short tau inversion recovery, and diffusion-weighted imaging modes, as well as dynamic MRI in the neck flexion position. We analyzed the following: spinal cord compression, anterior horn atrophy, dynamic changes, lesion symmetry, and venous stasis.

Results: Traumatic myelopathy is characterized by focal T2-hyperintensities, soft tissue edema, impaired intervertebral disk integrity, and no changes in neck flexion. Hirayama disease is manifested by symmetrical atrophy of the anterior horns, ventral displacement of the posterior dural sac on flexion, hyperintensity of the epidural venous plexus on T2-weighted images, and no compression changes in the neutral position. The mean lesion area in traumatic myelopathy was $12.4 \pm 1.3 \text{ mm}^2$, whereas in Hirayama disease, $8.2 \pm 0.9 \text{ mm}^2$ ($P=.03$). The sensitivity and specificity of dynamic MRI in the diagnosis of Hirayama disease was 85% and 92%, respectively.

Discussion: Differential diagnosis between traumatic myelopathy and Hirayama disease is critical for forensic medical examination due to similar radiological features. Dynamic MRI revealed key differences, allowing to accurately distinguish between these conditions. Hirayama disease occurs in young patients (≤ 25 years old), has characteristic changes in the neck flexion, and is not associated with traumatic effects.

Conclusions: Traumatic myelopathy and Hirayama disease have overlapping radiological findings but differ in some key features. Ventral displacement of the dural sac and venous stasis on dynamic MRI are specific markers of Hirayama disease. Hirayama disease is not linked to a traumatic episode, which should be taken into account during forensic assessment of the traumatic etiology. Dynamic MRI should be included in the standard for myelopathy diagnosis to improve the accuracy of differential diagnosis.

Keywords: forensic medical examination, compressive myelopathy, Hirayama disease, forensic medical examination of living persons

Cite this article as: Medvedeva NA, Serova NS. Hirayama disease and traumatic myelopathy: capabilities and the role of MRI in forensic medicine. *Innovative Medicine of Kuban*. 2025;10(2):47–53. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2025-10-2-47-53>

Введение

В судебно-медицинской практике крайне важно проводить дифференциальную диагностику заболеваний и травматических повреждений, поскольку от этого зависит объективность экспертных заключений. В данной работе рассматриваются особенности МРТ-диагностики травматической миелопатии на уровне C5-C6-C7 у лиц, пострадавших в дорожно-транспортном происшествии (ДТП), и болезни Хираяма, которая имеет схожие радиологические признаки, но не связана с обстоятельствами травмы. Травматическая миелопатия является распространенным последствием ДТП и других видов механической травмы позвоночника. Одним из ключевых методов диагностики травм позвоночника и спинного мозга в судебно-медицинской практике является магнитно-резонансная томография (МРТ), позволяющая выявлять характер повреждений спинного мозга и дифференцировать их от врожденных или дегенеративных заболеваний [1].

Болезнь Хираяма – это редкое неврологическое заболевание, характеризующееся хронической прогрессирующей миелопатией в шейном отделе позвоночника, чаще всего на уровне C6–C7 [2]. Радиологически данная патология может имитировать последствия травматического повреждения, что создает сложности при судебно-медицинской экспертизе пострадавших лиц [3].

Цель исследования

Определение ключевых, дифференциальных радиологических признаков, позволяющих отличить травматическую миелопатию от болезни Хираяма в интересах судебной экспертизы.

Материалы и методы

В исследование включены 17 пациентов (возраст 17–26 лет), проходивших МРТ после ДТП. У всех

пациентов была диагностирована миелопатия на уровне C5-C6-C7. Были выделены две группы:

- Группа 1 (n=11) – пациенты с подтвержденной травматической миелопатией.
- Группа 2 (n=6) – пациенты, у которых на МРТ-изображениях наблюдались лучевые признаки болезни Хираяма.

Все потерпевшие прошли МРТ шейного отдела позвоночника в режимах T1, T2, STIR и DWI. Анализировались следующие радиологические параметры:

1. Признаки компрессионного повреждения спинного мозга.
2. Наличие и выраженность атрофии передних рогов спинного мозга.
3. Динамические изменения при сгибании шеи.
4. Симметричность поражения.

Результаты

МРТ-признаки травматической миелопатии

У пациентов с травматической миелопатией были выявлены следующие характерные лучевые признаки:

1. Очаговые зоны повышенного сигнала на T2-взвешенных изображениях (T2-ВИ). На T2-ВИ визуализировались очаги гиперинтенсивного сигнала, что указывало на наличие острого или хронического повреждения ткани спинного мозга. Эти очаги были локализованы в различных отделах спинного мозга, в зависимости от уровня травмы и точек приложения силы.
2. В аксиальной плоскости на уровне миелопатии определялся типичный признак в виде «совиных глаз» на T2-ВИ (рис. 1).
3. Отек мягких тканей и нарушения структурной целостности дисков. МРТ-исследование выявило отек мягких тканей вокруг спинного мозга, а также нарушения целостности межпозвоночных дисков, что свидетельствовало о травме и последующем воспалении.

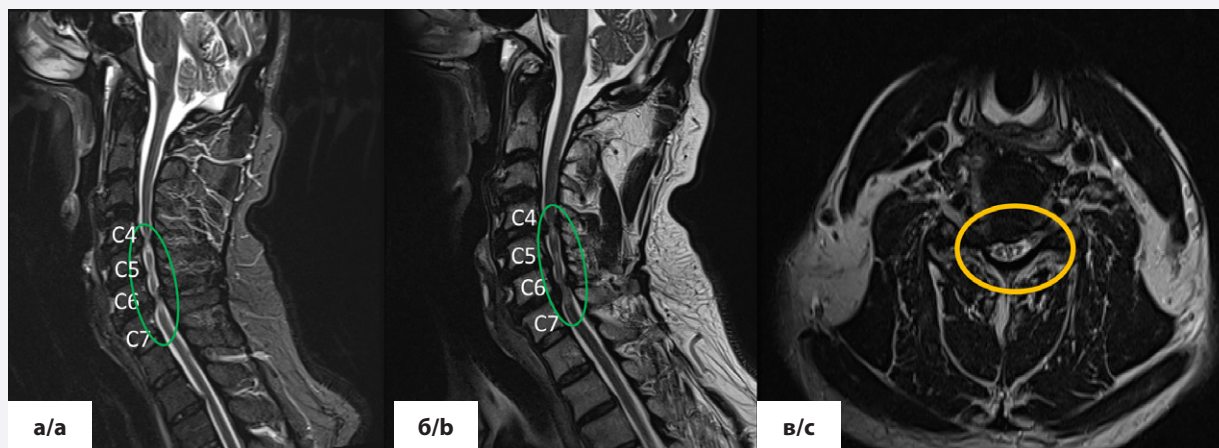


Рисунок 1. МРТ шейного отдела позвоночника, сагиттальная плоскость, импульсная последовательность Т2 ВИ (а, б), аксиальная плоскость (в). Аномально высокий сигнал в Т2 ВИ шейного отдела спинного мозга на уровне С4-С5-С6-С7. Шейный отдел спинного мозга компримирован между грыжевыми деформациями межпозвонковых дисков (а, б – зеленый овал). Вентральное субарахноидальное пространство стенозировано, вторично оказывая механическое давление на спинной мозг, а также отверстия для выхода спинномозговых корешков. На уровнях С4-С5-С6-С7 в аксиальной плоскости наблюдается аномальный сигнал спинного мозга в виде «совиных глаз» (в – желтый круг)

Figure 1. Cervical spine magnetic resonance imaging (MRI), sagittal plane, T2-weighted imaging (a, b), axial plane (c). Abnormally high signal on T2-weighted images of the cervical spine at the C4-C5-C6-C7 level. The cervical spine is compressed between the herniated intervertebral disks (a-b, green oval). The ventral subarachnoid space stenosis exerts secondary mechanical pressure on the spinal cord and foramina. At the C4-C5-C6-C7 levels, the "owl's eyes" sign, an abnormal signal of the spinal cord (c, yellow circle), was observed in the axial plane

4. Отсутствие значимых изменений при сгибании шеи. При проведении динамического МРТ-исследования в позиции сгибания не наблюдалось значительных изменений в области поражения при сгибании шеи, что указывало на стабильность повреждения и отсутствие прогрессирования компрессии спинного мозга, а также противоречило генезу вертеброгенной компрессии за счет вентрального смещения дурального мешка.

МРТ-признаки болезни Хираяма

У пациентов с болезнью Хираяма были выявлены следующие лучевые признаки:

1. Симметричное поражение передних рогов спинного мозга. На Т2-ВИ визуализировалось симметричное поражение передних рогов спинного мозга, что является характерным признаком этого заболевания (рис. 4).

2. Признаки атрофии и гиперинтенсивности без выраженной компрессии. В отличие от травматической миелопатии, при болезни Хираяма не наблюдалось выраженной компрессии спинного мозга, а атрофические изменения были более равномерными и симметричными.

3. Отсутствие компрессии в нейтральном положении (рис. 2, 3).

4. При флексионной динамической МРТ – вентральное смещение задней стенки дурального мешка и компрессия спинного мозга спереди (рис. 3).

5. Детализация эпидурального венозного сплетения в виде зоны гиперинтенсивности на Т2 ВИ в положении сгибания (рис. 2, 3).

6. Отсутствие связи с обстоятельствами травмы. В отличие от травматической миелопатии, у пациентов с болезнью Хираяма не было выявлено связи между появлением симптомов и предшествующей травмой, что указывает на дегенеративный характер заболевания.

Для оценки статистической значимости выявленных различий между группами пациентов был проведен сравнительный анализ средних площадей поражения спинного мозга. Средняя площадь поражения миелопатии у пациентов с травматической этиологией составила $12,4 \pm 1,3 \text{ мм}^2$, тогда как при болезни Хираяма – $8,2 \pm 0,9 \text{ мм}^2$ ($p=0,03$). Полученные данные указывают на более значительное повреждение спинного мозга у пациентов с травматической миелопатией по сравнению с болезнью Хираяма. Сравнительные лучевые признаки представлены в таблице.

Также был проведен анализ чувствительности и специфичности метода динамического МРТ в положении сгибания. Чувствительность метода составила 85%, что означает, что он способен выявлять наличие патологических изменений в 85% случаев. Специфичность метода составила 92%, что означает, что он способен идентифицировать отсутствие патологических изменений в 92% случаев.

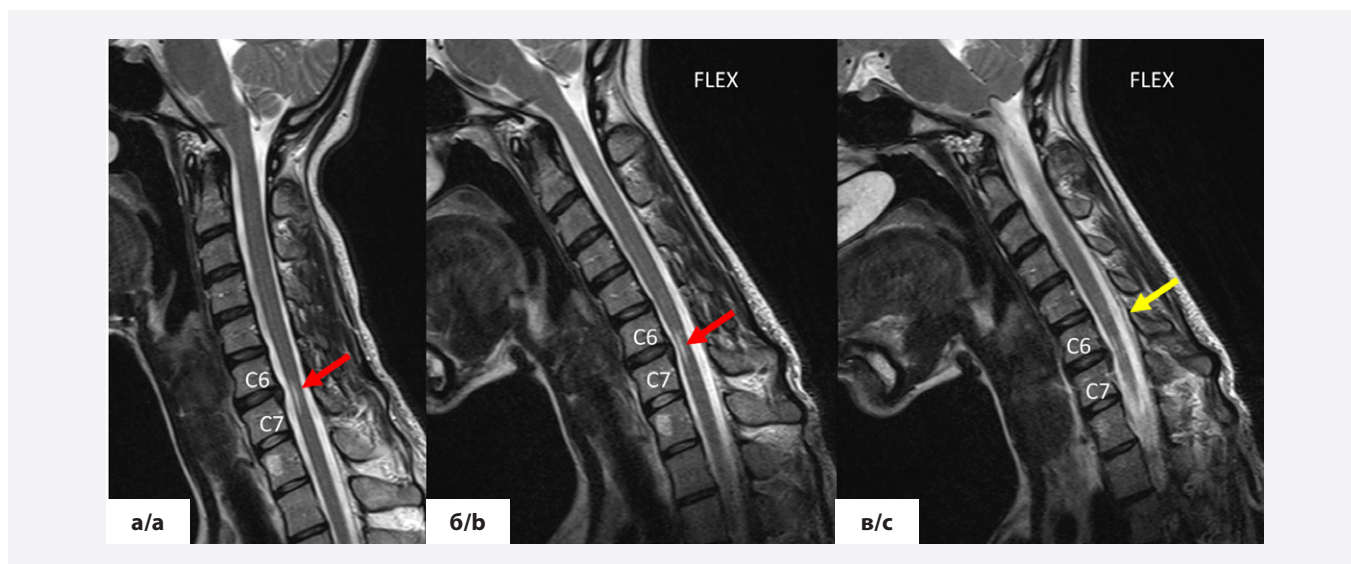


Рисунок 2. МРТ шейного отдела позвоночника, сагиттальная плоскость, импульсная последовательность T2 ВП. Классическая укладка (а), в положении максимального сгибания (б, в). Асимметричная атрофия спинного мозга, гиперинтенсивность паренхимы спинного мозга в области его атрофии С6-С7 за счет миелопатии, изменение анатомического контура (красная стрелка). В положении классической укладки выявлено нормальное положение задней стенки дурального мешка и твердой мозговой оболочки. В позиции максимального сгибания отмечается увеличение размера заднего эпидурального пространства с вентральным смещением дурального мешка и компрессией спинного мозга (желтая стрелка)

Figure 2. Cervical spine MRI, sagittal plane, T2-weighted imaging. Classic positioning (a), maximum flexion (b, c). Asymmetric spinal cord atrophy, hyperintense spinal cord parenchyma in the area of its C6-C7 atrophy due to myelopathy, changes in the anatomical contour (red arrow). In the classic positioning, the posterior dural sac and dura mater were found to be in a normal position. On the maximum flexion, there was an increased posterior epidural space with ventral displacement of the dural sac and spinal cord compression (yellow arrow)

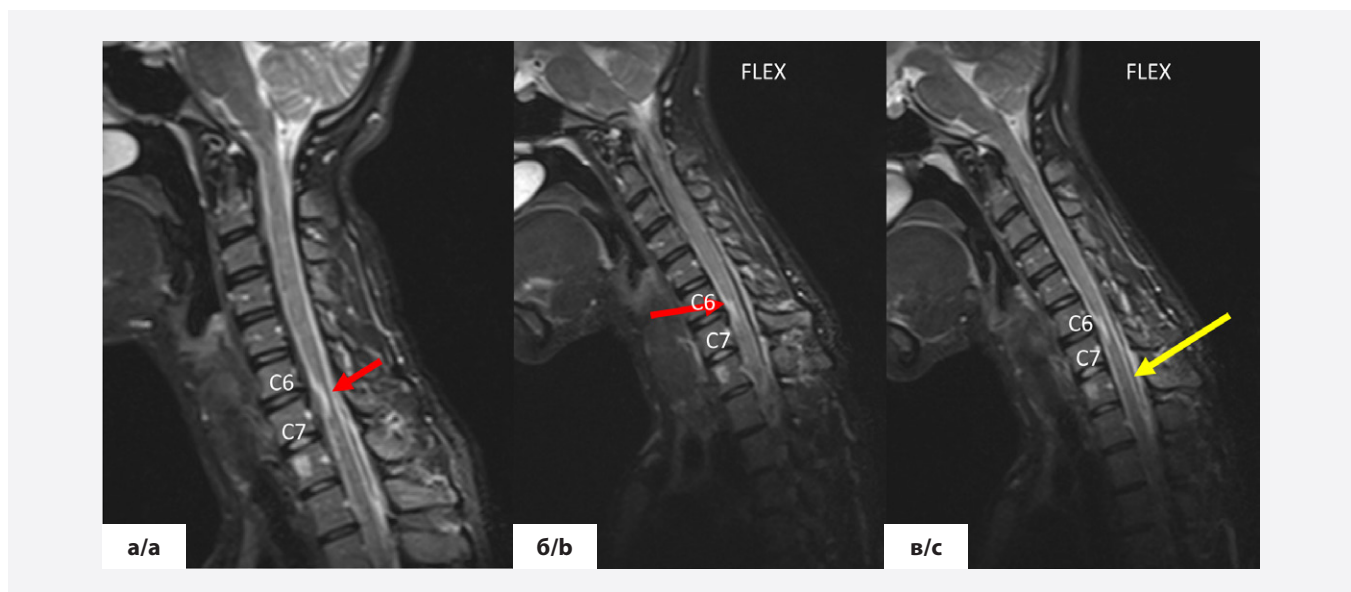


Рисунок 3. МРТ шейного отдела позвоночника, сагиттальная плоскость, импульсная последовательность STIR. Классическая укладка (а), в положении максимального сгибания (б, в). Асимметричная атрофия спинного мозга, гиперинтенсивность паренхимы спинного мозга в области его атрофии С6-С7 за счет миелопатии, изменение анатомического контура (красная стрелка). В положении классической укладки выявлено нормальное положение задней стенки дурального мешка и твердой мозговой оболочки. В режиме STIR в позиции максимального сгибания достоверно определяется вентральное смещение дурального мешка с позиционной компрессией спинного мозга (желтая стрелка)

Figure 3. Cervical spine MRI, sagittal plane, short tau inversion recovery (STIR). Classic positioning (a), maximum flexion (b, c). Asymmetric spinal cord atrophy, hyperintense spinal cord parenchyma in the area of its C6-C7 atrophy due to myelopathy, changes in the anatomical contour (red arrow). In the classic positioning, the posterior dural sac and dura mater were found to be in a normal position. In the STIR mode on maximum flexion, there was ventral displacement of the dural sac with positional spinal cord compression (yellow arrow)

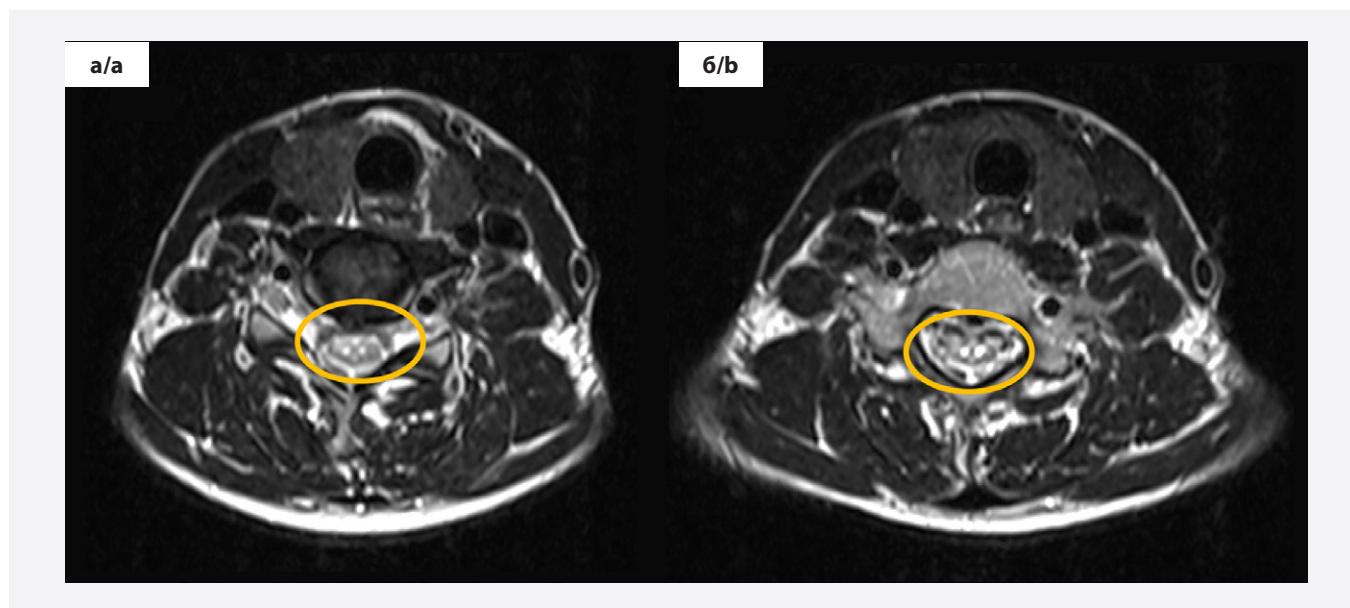


Рисунок 4. МРТ шейного отдела позвоночника, аксиальная плоскость, импульсная последовательность T2-ВИ. В аксиальной плоскости на уровне С6-С7, где был выявлен продольный повышенный сигнал, отмечается гиперинтенсивный сигнал в центральных отделах спинного мозга на уровне передних рогов спинного мозга. Выявлен симптом «глаз совы» за счет ишемии в передней спинальной артерии (а, б – желтый овал)

Figure 4. Cervical spine MRI, axial plane, T2-weighted imaging. In the axial plane at the C6-C7 level with a longitudinal elevated signal, there was a hyperintense signal in the central parts of the spinal cord at the level of the anterior horns. The “owl's eyes” sign indicated ischemia in the anterior spinal artery (a-b, yellow oval)

Таблица
Сравнительная таблица лучевых признаков
Table
Comparison of radiological signs

Лучевые признаки	Травматическая миелопатия	Болезнь Хираяма
Локализация поражения	С3-Th1	С6-С7 (чаще одностороннее)
Форма поражения	Нерегулярные очаги	Диффузное поражение передних рогов
Симметричность	Чаще асимметричное	Симметричное
Изменения в динамике (при сгибании шеи)	Отсутствует	Компрессия на МРТ в положении сгибания
Отек мягких тканей	Часто выражен	Отсутствует
Гиперинтенсивность на T2-ВИ	Зона отека + очаг некроза	Локальное повышение сигнала
Атрофия передних рогов спинного мозга	Отсутствует	Выраженная атрофия
Признаки компрессии спинного мозга	Выраженные компрессионные изменения	Нет явных компрессионных изменений
Диффузное или очаговое поражение	Очаговое	Диффузное
Наличие сосудистых изменений (венозный стаз)	Не характерно	Венозный стаз при сгибании шеи
Влияние на корешки нервов	Корешки могут быть повреждены вследствие травмы	Влияние минимальное, но возможны нейродегенеративные изменения

Обсуждение

Дифференциальная диагностика травматической миелопатии и болезни Хираяма представляет собой сложную и актуальную задачу в области лучевой диагностики и судебной медицины. Оба состояния могут приводить к поражению передних рогов спинного мозга и вызывать сходные клинические проявления, что за-

трудняет постановку точного диагноза. В связи с этим особую значимость приобретает использование современных методов нейровизуализации, в частности, МРТ, позволяющей выявить специфические признаки каждого из рассматриваемых патологических процессов [6].

Результаты проведенного исследования подтверждают, что болезнь Хираяма встречается исключительно

у пациентов в возрасте до 25 лет, тогда как у лиц старшего возраста изменения в шейном отделе спинного мозга чаще соответствуют травматической миелопатии. Эти данные коррелируют с результатами ранее опубликованных работ, в которых подчеркивается ключевая роль функционального МРТ в выявлении характерных динамических изменений при болезни Хираяма [7].

Анализ МРТ-данных пациентов с травматической миелопатией и болезнью Хираяма позволил выявить четкие дифференциальные критерии. Травматическая миелопатия характеризуется очаговыми зонами повышенного сигнала на T2-взвешенных изображениях, отеком мягких тканей, наличием глиоза и посттравматических изменений, а также отсутствием динамических изменений при сгибании шеи. В то же время болезнь Хираяма проявляется симметричным поражением передних рогов спинного мозга, атрофией и гиперинтенсивностью на T2-ВИ без выраженной компрессии. Статистический анализ данных показал наличие значимых различий между этими группами пациентов, что позволяет рассматривать МРТ как основной инструмент дифференциальной диагностики рассматриваемых состояний у пациентов после травматического эпизода в рамках установления вреда здоровью.

Принципиально важным для судебно-медицинской экспертизы является оценка степени тяжести вреда здоровью при черепно-мозговых травмах и в случаях, связанных с поражением спинного мозга [8]. В ситуации травматической миелопатии установление причинно-следственной связи с перенесенной травмой основывается на характерных морфологических изменениях, выявляемых с помощью МРТ, а также клинических данных, подтверждающих наличие травматического эпизода в анамнезе. При болезни Хираяма патогенез обусловлен идиопатической компрессией передних рогов спинного мозга вследствие вентрального смещения дурального мешка при сгибании шеи, что исключает возможность установления связи с внешним повреждающим фактором. Следовательно, при данном заболевании невозможно достоверно определить наличие вреда здоровью, связанного с травмой, что имеет существенное значение в контексте судебно-медицинской экспертизы и оценки потери трудоспособности пациента.

Таким образом, магнитно-резонансная томография является высокоинформативным инструментом дифференциальной диагностики травматической миелопатии и болезни Хираяма. Основными признаками последней являются динамические изменения при функциональном МРТ, вентральное смещение дурального мешка и расширение венозных сосудов. Данные исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к анализу клинической картины и данных нейровизуализации для точной постановки диагноза и корректных судебно-медицинских экспертных выводов при определенных обстоятельствах.

Заключение

1. Травматическая миелопатия и болезнь Хираяма имеют схожие радиологические проявления, что требует тщательной дифференциальной диагностики.

2. Ключевым отличительным признаком является динамическое изменение конфигурации спинного мозга при сгибании шеи, характерное для болезни Хираяма.

3. Болезнь Хираяма не связана с обстоятельствами травматического эпизода, поэтому выявленные признаки у 6 пациентов не могут быть использованы в судебной оценке травматической этиологии.

4. Динамическая МРТ должна быть стандартом диагностики в экспертной практике, поскольку повышает точность диагностики миелопатии.

Вклад авторов

Разработка концепции исследования: Н.А. Медведева

Сбор, анализ и интерпретация данных: Н.А. Медведева, Н.С. Серова

Написание текста: Н.А. Медведева

Редактирование текста: Н.С. Серова

Author contributions

Conceptualization: Medvedeva

Acquisition, analysis, or interpretation of data: Medvedeva, Serova

Manuscript drafting: Medvedeva

Manuscript revising: Serova

Литература/References

1. Van Goethem JWM, van den Hauwe L, Parizel PM, eds. *Spinal Imaging: Diagnostic Imaging of the Spine and Spinal Cord*. Springer; 2007.

2. Hirayama K. Juvenile muscular atrophy of distal upper extremity (Hirayama disease). *Intern Med*. 2000;39(4):283–290. PMID: 10801141. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.39.283>

3. Ghezzi A, Baldini SM, Zaffaroni M. Differential diagnosis of acute myelopathies. *Neurol Sci*. 2001;22 Suppl 2:S60–S64. PMID: 11794480. <https://doi.org/10.1007/s100720100036>

4. Филистеев П.А., Крючкова О.В., Зиновьев А.В. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике болезни Хираяма. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2017;7(1):127–135. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2017-7-1-127-135>

Filistev PA, Kryuchkova OV, Zinoviev AV. Hirayama disease: the role of MRI. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2017;7(1):127–135. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2017-7-1-127-135>

5. Тихова К.Е., Савелло В.Е., Мануковский В.А. Возможности магнитно-резонансной томографии в диагностике повреждений спинного мозга у пострадавших с травмой шейного отдела позвоночника. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2021;11(3):151–161. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-151-161>

Tixova KE, Savello VE, Manukovsky VA. Possibilities of magnetic resonance tomography in diagnostics of spinal cord injuries in patients with a neck spine injury. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2021;11(3):151–161. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-151-161>

6. Bäcker HC, Bock J, Turner P, et al. Juvenile muscular atrophy of the distal upper extremity (Hirayama syndrome): a systematic review. *Eur Spine J.* 2022;31(12):3296–3307. PMID: 35727373. <https://doi.org/10.1007/s00586-022-07279-8>

7. Wang H, Tian Y, Wu J, et al. The radiological and electrophysiological characteristics of Hirayama disease with proximal involvement: a retrospective study. *Front Neurol.* 2022;13:969484. PMID: 36034284. PMCID: PMC9406812. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.969484>

8. Медведева Н.А., Серова Н.С. Диффузно-аксональное повреждение головного мозга. Аспекты применения данных КТ и МРТ в судебно-медицинской экспертизе. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2024;14(4):18–30. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-4-18-30>

Medvedeva NA, Serova NS. Diffuse axonal brain damage. Aspects of CT and MRI application in forensic medicine. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2024;14(4):18–30. (In Russ.). <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2024-14-4-18-30>

Сведения об авторах

Медведева Наталья Александровна, к. м. н., доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет

им. И.М. Сеченова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0002-2371-5661>

Серова Наталья Сергеевна, член-корреспондент РАН, д. м. н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, Институт клинической медицины им. Н.В. Склифосовского, Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова (Москва, Россия). <https://orcid.org/0000-0003-2975-4431>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author credentials

Natalia A. Medvedeva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Diagnostic Radiology and Radiotherapy Department, N.V. Sklifosovskiy Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0002-2371-5661>

Natalia S. Serova, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Dr. Sci. (Med.), Professor at the Diagnostic Radiology and Radiotherapy Department, N.V. Sklifosovskiy Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Moscow, Russian Federation). <https://orcid.org/0000-0003-2975-4431>

Conflict of interest: none declared.