

*Красильников А.А., кандидат педагогических наук, доцент,
Московский городской педагогический университет,
Закиров Ф.Х., студент,
Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет),
Чубанова Г.Р., кандидат биологических наук, доцент,
Московский городской педагогический университет*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПОВРЕЖДЕНИЙ СПИННОГО МОЗГА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ

Аннотация: повреждения спинного мозга могут быть обусловлены различными процессами: прогрессирующие миелопатии разного генеза, опухоли, травмы, ишемии и др. Важным элементом лечения и профилактики таких повреждений является точная диагностика с помощью современных методов визуализации. В настоящее время технологии Компьютерная томография (КТ), Магнитно-резонансная томография (МРТ) и их различные модификации достаточно распространены и с их помощью становится возможным своевременно и достоверно определить тип и локализацию патологии. Вместе с тем повреждения спинного мозга различной этиологии имеют существенные различия, которые также могут быть отображены на МРТ- и КТ-изображениях. Поэтому весьма актуальным вопросом остается их точная идентификация, позволяющая грамотно выбрать стратегию профилактики или лечения и делать определенные прогнозы. В данном обзоре литературы были охарактеризованы основные современные методы визуализации спинного мозга и иллюстративно описаны особенности тех или иных его повреждений, которые можно зафиксировать на получаемых изображениях, эффективные методы которые дают возможность объемного и послойного рассмотрения необходимых органов и структур человеческого организма, составляя их 3D-модель В результате анализа данных было выяснено, что каждое повреждение спинного мозга имеет характерные особенности на МРТ- и КТ-изображениях (как правило, в виде особого сочетания участков различной интенсивности). Их знание и грамотное выявление дает возможность успешно поставить диагноз и выявить этиологию соответствующего повреждения.

Ключевые слова: спинной мозг, травмы спинного мозга, МРТ, визуализация, миелопатии

Спинной мозг является связующим звеном между ПНС и головным мозгом, обеспечивая как поступление афферентных сигналов, так и выполнение произвольных движений [1]. Как известно, спинной мозг расположен в позвоночном канале, начинаясь от большого затылочного отверстия и заканчиваясь на уровне первого поясничного позвонка, формируя затем мозговой конус [2]. Через межпозвоночные отверстия от спинного мозга отходят 31 пара спинномозговых нервов (СМН) к соответствующим областям тела, организуя чувствительную и двигательную иннервацию. Помимо этого, ветви СМН образуют сплетения, которые являются важнейшими звеньями соматической и вегетативной НС [3].

Необычайная важность и сложное строение спинного мозга обуславливают важность детального рассмотрения его анатомии, взаиморасположения различных органов относительно него и топографию его участков. Кроме этого, большую роль играют вариантная анатомия структур спинного мозга отдельного пациента, которая, несомненно, должна учитываться при постановке диагноза, а также осуществления оперативных вмешательств.

В связи с этим при различных травмах или нейродегенеративных процессах актуальным во-

просом являются методы визуализации структур спинного мозга. На сегодняшний день в условиях стремительного развития новых технологий, происходит их повсеместная имплементация в клиническую практику, а также в образовательный процесс [4]. Это обстоятельство позволяет вывести рассмотрение анатомии органов человека на новый уровень, поскольку возможны становится объемное и детализированное изображение их топографии и внутреннего строения в трехмерном пространстве [5].

Такие возможности имеют важное значение в диагностике и терапии нарушений, обусловленных травмами – полными и неполными. В первом случае прекращается любое нервное сообщение с участком ниже места повреждения, во втором случае происходит утеря какой-либо функции, например, паралич скелетных мышц (при разрушении волокон корково-спинномозгового пути) или выпадение чувствительности [6].

Нередко высокая детализация требуется и тогда, когда есть подозрение на наличие новообразований спинного мозга, таких как невриномы, менингиомы, глиомы и др [7]. Точность изображения в данных случаях необходима не только для постановки верного диагноза, но и для планирования хирургического вмешательства [8].

Целью данной работой являлось рассмотрение современных методов визуализации спинного мозга, основных принципов его анатомии, а также их значение и применение в диагностике и терапии распространенных патологий.

Для создания работы был осуществлен анализ современных литературных источников, среди которых не только методические пособия и атласы, но и релевантные научные статьи отечественных и зарубежных авторов, содержащих результаты клинических исследований и метаанализов. В результате данная работа содержит основные сведения о современных методах визуализации травм и повреждений спинного мозга, их применение для диагностики и терапии наиболее распространенных патологий.

Методы и материалы

К счастью, технический прогресс не обошел стороной медицинскую науку и клиническую практику, что ознаменовало внедрение и широкое использование современных технологий визуализации человеческого тела. Данные методы дают возможность объемного и послойного рассмотрения необходимых органов и структур человеческого организма, составляя их 3D-модель [9]. В связи с этим в настоящее время для диагностики и лечения патологий, связанных со спинным мозгом, чаще всего применяются технологии МРТ и КТ [10]. Указанные технологии, как правило, применяют для следующих целей:

- оценить анатомию спинного мозга и его варианты особенности
 - зафиксировать травму спинного мозга, кости, межпозвоночного диска или связки после повреждения
 - зафиксировать дископатию, повреждение межпозвоночных суставов
 - рассмотреть возможные причины боли в спине (компрессионные переломы или отеки).
 - проследить компрессию спинного мозга и СМН
 - зафиксировать воспаление спинного мозга и СМН
 - оценить распространение инфекции по спинному мозгу, его оболочкам, а также межпозвоночным дискам
 - выявить опухоль, распространяющуюся по спинному мозгу или переходящую в позвоночник, СМН и близлежащие мягкие ткани
 - спланировать хирургическое вмешательство, такие как декомпрессия ущемленного нерва, спондилодез, обезболивание и др.
 - отслеживать постоперационные изменения и возможные осложнения
- Вместе с тем МРТ и КТ имеют ряд различий, которые представлены в табл. 1 и обуславливают возможности их применения в том или ином случае

Таблица 1

Сравнительная характеристика технологий МРТ и КТ [11]

МРТ	КТ
<i>Более высокая детализация мягких тканей</i>	<i>Более высокая детализация костей</i>
Большая длительность обследования	Довольно короткая процедура
<i>Высокая стоимость</i>	<i>Менее затратная по сравнению с МРТ</i>
В ходе обследования иногда требуется задержка дыхания	Задержка дыхания в ходе обследования не требуется
<i>Невозможность проведения обследования пациентов металлическими имплантатами</i>	<i>Наличие имплантов не создает никаких рисков</i>
В виду специфики процедуры для некоторых пациентов (например, с клаустрофобией) может потребоваться анестезия	Легко переносится пациентами

Как правило, основным выбором в диагностике и изучении травм в неврологии становится МРТ. Радиография, используемая в КТ, как было отмечено ранее, обеспечивает отличную визуализацию твердых тканей, что полезно, например, при изучении позвоночного столба, однако значительно уступает МРТ в точности изображения внутренних структур спинного мозга [12]. Помимо этого, на сегодняшний день технология МРТ представлена рядом вариаций и специализированных протоколов, предоставляющих множество возможностей визуализации. К таковым можно отнести конвенционную ангиографию для обна-

ружения сосудистой мальформации, диффузионная МРТ, позволяющая диагностировать эдемы и абсцессы, градиентное эхо-сканирование для получения изображений высокой контрастности и обнаружения кровоизлияний, накопления железа, кальцификации и др. [13].

Такой большой набор доступных для исследования параметров позволяет комплексно подойти к обследованию пациента. Это дает возможность систематизировать некоторые аспекты и выделить особенности, характерные для того или иного патологического процесса в спинном мозге. Так, учеными и неврологами отмечаются определен-

ные участки интенсивности на МРТ-изображения, специфика локализации повреждений, их форма, направление и протяженность.

Результаты и обсуждения

Воспалительные миелопатии – одно из наиболее частых поражений спинного мозга, диагностируемое неврологами, которое может быть обусловлено различными причинами. С высокой точностью установить этиологию миелопатии позволяют современные методы визуализации, поскольку в разных случаях наблюдаются опреде-

ленные особенности воспалительного процесса и полученного изображения [14].

При рассеянном склерозе (РС) миелит встречается довольно часто и проявляется появлением демиелинизированных участков овоидной формы, хорошо выявляемых на T2-взвешенности МРТ в виде участков гиперинтенсивного сигнала [15]. Как правило, при РС чаще всего поражаются шейные сегменты в периферической части и повреждения затрагивают не более 3 сегментов (рис. 1).

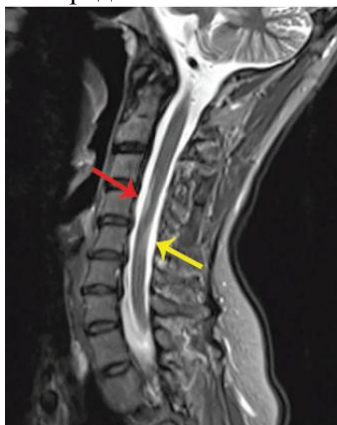


Рис. 1. Рассеянный склероз, МРТ. Демиелинизированный участок на уровне С3-С4 спереди (красная стрелка) и С5 сзади (желтая стрелка). В демиелинизированных участках видны очаги гиперинтенсивного сигнала (по Singh и др.) [16]

При оптикомиелите, известном как болезнь Девика, места повреждения локализуются обычно центрально, охватывая более половины сегменты. Также, в отличие от РС, при оптикомиелите поврежденные участки обладают большей протяженностью, нередко занимая более 3 сегментов в длину, которые диагностируются очагами гиперинтенсивности на T1-взвешенности [17].

Иногда причиной миелопатии может стать недостаток определенных нутриентов, таких как витамин В12, фолата или меди. На снимках МРТ такие их следует наблюдать на аксиальном срезе, в задней части сегмента [18]. Нередко очаги повреждения имеют форму перевернутой буквы «V» (рис. 2) и выявляются при использовании T2-взвешенности.



Рис 2. МРТ-изображение пациента с недостатком меди. Показан очаг гиперинтенсивности на T2-взвешенности в форме перевернутой буквы «V» (по Singh и др.) [16].

Нередко причиной миелопатии может стать механическое воздействие на структуры спинного мозга. Оно может быть обусловлено, например, грыжей межпозвоночного диска или образованием остеофитов, что впоследствии может привести к компрессии спинного мозга и его повреждению. В

таких случаях очень важно своевременно диагностировать данные процессы, чтобы избежать тяжелых последствий. Для этой цели очень хорошо подходит МРТ, поскольку с помощью данного метода довольно просто зарегистрировать характерное сужение позвоночного канала (рис. 3).

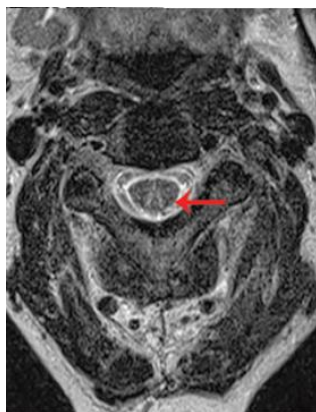


Рис. 3. Протрузия межпозвоночного диска на уровне C₅-C₆, МРТ. Отчетливо виден стеноз спинномозгового канала (*no Singh и др.*) [16].

Сосудистые патологии

Сосудистые патологии, связанные со спинным мозгом нетипичны, но всегда требуют обнаружения, поскольку, оставшись незамеченными, они могут повлечь за собой серьезные последствия вплоть до инвалидизации [19].

Ишемия структур встречается довольно редко из-за наличия коллатералей и обильного кровоснабжения, которое обеспечивается передней спинномозговой, двумя задними спинномозговыми и множеством корешковых артерий, входящих в спинной мозг [20]. В то время как в задние спинномозговые артерии впадает 10-16 корешковых, в переднюю впадает значительно меньше корешко-

вых артерий более крупного диаметра [21]. Данное обстоятельство делает передние отделы спинного мозга уязвимыми к эмболии. Инфаркты спинного мозга различной этиологии сопровождаются от 5 до 8% острых миелопатий [22].

На изображениях МРТ инфаркт спинного мозга, как правило, выявляется очагами гиперинтенсивности при использовании T₂-взвешенности. Участки ишемии выглядят двустороннесимметричными, круглыми в сечении [23]. На аксиальных срезах, при поражении серого вещества, они могут принимать вид «глаз совы» (*owl's eye*) (рис. 4).

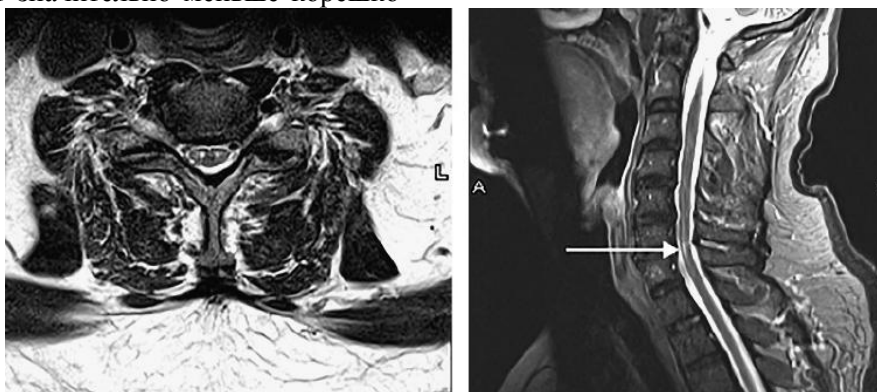


Рис. 4. Инфаркт спинного мозга, МРТ. Аксиальный срез с симметричным поражением задних рогов, «глаз совы» (слева). Ишемическое поражение передних отделов спинного мозга на уровне C₆-C₇ (справа) (по Singh и др.) [16]

Другой распространенной сосудистой патологией является артериовенозная мальформация, которая нередко приводит к венозному застою и гипертензии [24]. Выявляются такие нарушения, как правило, с помощью МРТ:

на изображениях выявляются расширенные вены и увеличенные извилистые области отсутствия сигнала (феномен «flow voids», рис. 5), в которых находится кровь.



Рис. 5. Спинномозговая артериовенозная фистула, МРТ. На сагиттальном срезе стрелками показаны области отсутствия сигнала (flow voids) (по Singh и др.) [16]

Опухоли спинного мозга

Большинство опухолей спинного мозга (98%) являются первичными, поскольку интрамедуллярные метастазы крайне редки. Более 90% из них имеют глиальное происхождение. Эпендимомы составляют 60% всех случаев, 30% – астроцитомы и от 2 до 8% случаев – гемангиобластомы [25].

Локализация опухолей может быть разной, но чаще всего поражается грудной отдел (50-55%), за

которым следует пояснично-крестцовый (25-30%) и шейный (15-25%). Как правило, опухоль затрагивает и серое, и белое вещество спинного мозга [26].

Поскольку 90% всех опухолей спинного мозга составляют эпендимомы и астроцитомы, необходимо рассмотреть их более подробно. Для этого можно составить сравнительную характеристику (табл. 2).

Таблица 2

Характеристики основных типов опухолей спинного мозга

Характеристика	Эпендимома	Астроцитом
Процент от всех опухолей спинного мозга	60%	30%
Чаще встречается у	Взрослых	Детей
Распространяется на конский хвост	Да	Нет
Локализация в спинном мозге	Центрально	По периферии
Границы опухоли	Четкие	Слегка нечеткие
Структура опухоли	Гомогенная	Разнообразная
Кровоизлияния	Часто	Редко
Клинические проявления	Центральный спинальный синдром и синдром конского хвоста	Гемиплегия

Визуализация опухолей спинного мозга с помощью современных методик обеспечивает достаточно простую их идентификацию и возможность

своевременной постановки диагноза. Как правило, МРТ позволяет четко определить локализацию и характер опухоли (рис. 6).



Рис. 6. Эпендимома, МРТ. Слева показана эпендимома на уровне С₃-С₄ (красная стрелка). Справа та же эпендимома (красная стрелка), но применены другие настройки контраста. Легко заметить, что обнаружить опухоль достаточно нетрудно (по Singh и др.) [16]

Выводы

Таким образом, в ходе выполнения данной работы были рассмотрены основные принципы анатомического строения спинного мозга, современные методы визуализации и наиболее распространенные связанные с ним патологии. В результате были сделаны следующие выводы:

- на сегодняшний день существуют высокотехнологические методы визуализации, позволяющие получить детализированное объемное изображение анатомического строения спинного мозга

- повреждения спинного мозга различной этиологии (аутоимунные процессы, ишемия, злокачественные новообразования и др.) имеют характерные особенности при их визуализации

- с помощью вышеуказанных методов (основанных, как правило, на технологии МРТ) можно, опираясь на определенные характеристики, успешно диагностировать ту или иную патологию спинного мозга.

Литература

1. Содержательные аспекты термина "сегмент спинного мозга" / А.И. Шведавченко, В.Н. Николенко, М.В. Оганесян, Ф.Ф. Алиева // Морфологические ведомости. 2018. Т. 26. №2. С. 49 – 51.
2. Казанина К.Л., Бельчинский В.В., Плетнев А.В. Анализ нервной проводимости при травмах спинного мозга // Молодой ученый. 2016. №29 (133). С. 203 – 206.
3. Принципы хирургии первичных опухолей головного и спинного мозга / Ю.А. Шулев, А.В. Трашин, К.С. Гордиенко, В.В. Степаненко и др. // Практическая онкология. 2013. Т. 14. №3. С. 148 – 155.
4. Klein J.P. A practical approach to spine imaging. Continuum (Minneapolis Minn). 2015, Feb. №21 (1 Spinal Cord Disorders). P. 36 – 51.
5. A simplified algorithm for diagnosis of spinal cord lesions // D. Baruah, T. Chandra, M. Bajaj, P. Sonowal et al. // Curr Probl Diagn Radiol. 2015, Jun. №44 (3). P. 256 – 66.
6. Anatomical relationship and positions of the lumbar and sacral segments of the spinal cord according to the vertebral bodies and the spinal roots / S. Canbay, B. Güreer, M. Bozkurt, A. Comert et al. // Clin Anat. 2014, Mar. №27 (2). P. 227 – 33.
7. Anatomy and Pathophysiology of Spinal Cord Injury / J.M. Neal, S.L. Kopp, J.J. Pasternak, W.L. Lanier et al // Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: 2015 Update. Reg Anesth Pain Med. 2015, Oct. №40 (5). P. 506 – 25.
8. MRI and MRA of spinal cord arteriovenous shunts / S. Condette-Auliac, A. Boulin, L. Roccatagliata, O. Coskun et al. // J Magn Reson Imaging. 2014, Dec. №40 (6). P. 1253 – 66.
9. Красильников А.А. Информационные ресурсы инновационной деятельности // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Образование. Наука. Культура»: сборник научных статей / под ред. Б.В. Илькевича Гжель, 2015. С. 687 – 689.
10. Rovira A., de Stefano N. MRI monitoring of spinal cord changes in patients with multiple sclerosis // Curr Opin Neurol. 2016, Aug. №29 (4). P. 445 – 52.
11. On the impact of physiological noise in spinal cord functional MRI / M. Fratini, M. Moraschi, B. Maraviglia, F. Giove // Magn Reson Imaging. 2014, Oct. №40 (4)/ P. 770 – 7.
12. Girolami U., Bale T.A. Spinal cord // Handb Clin Neurol. 2017. №145. P. 405 – 25.
13. Diaz E., Morales H. Spinal Cord Anatomy and Clinical Syndromes // Semin Ultrasound CT MR. 2016, Oct. №37 (5). P. 360 – 71.
14. Cho T.A. Spinal cord functional anatomy // Continuum (Minneapolis Minn). 2015, Feb. №21 (1 Spinal Cord Disorders). P. 13 – 35.
15. Spinal cord grey matter segmentation challenge / F. Prados, J. Ashburner, C. Blaiotta, T. Brosch et al. // Neuroimage. 2017 15. №152. P. 312 – 29.
16. Singh K., Mechtler L.L., Klein J.P. Imaging of Spinal Cord Disorders: CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology. 2016, Oct. №22 (5). P. 1595 – 612.
17. Weidauer S, Nichtweiß M, Hattingen E, Berkefeld J. Spinal cord ischemia: aetiology, clinical syndromes and imaging features // Neuroradiology. 2015, Mar. №57 (3). P. 241 – 57.
18. Muccilli A., Seyman E., Oh J. Spinal Cord MRI in Multiple Sclerosis // Neurol Clin. 2018, Feb. №36 (1). P. 35 – 57.
19. Kearney H., Miller D.H., Ciccarelli O. Spinal cord MRI in multiple sclerosis--diagnostic, prognostic and clinical value // Nat Rev Neurol. 2015, Jun. №11 (6). P. 327 – 38.
20. Nadvornik P. Spinal Cord Stereotaxy: An Overview. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg. 2015, Jul. №76 (4). P. 318 – 22.

21. Spinal diffusion tensor imaging: a comprehensive review with emphasis on spinal cord anatomy and clinical applications / P. Hendrix, C.J. Griessenauer, J. Cohen-Adad, S. Rajasekaran et al. // *Clin Anat.* 2015. №28 (1). P. 88 – 95.
22. Surgical anatomy of spinal cord tumors / J. Peltier, L. Chenin, P. Hannequin, C. Page et al. // *Neurochirurgie.* 2017, Nov. №63 (5). P. 343 – 8.
23. Красильников А.А. Факторы, побуждающие членов педагогического коллектива к инновационной деятельности // *Материалы V Международной научно-практической конференции «Образование. Наука. Культура»: сборник научных статей / под ред. Б.В. Илькевича Гжель, 2013. С. 589 – 596.*
24. Kaplow R., Iyere K. Understanding spinal cord compression // *Nursing.* 2016, Sep. №46 (9). P. 44 – 51.
25. Vascular Imaging Techniques of the Spinal Cord / M.I. Vargas, I. Barnaure, J. Gariani, J. Boto et al. // *Semin Ultrasound CT MR.* 2017, Apr. №38 (2). P. 143 – 52.
26. Segmentation of the human spinal cord. Magnetic Resonance Materials in Physics / B. De Leener, M. Taso, J. Cohen-Adad, V. Callot. // *Biology and Medicine.* 2016, Apr. №29 (2). P. 125 – 53.

References

1. Soderzhatel'nye aspekty termina "segment spinnogo mozga" / A.I. SHvedavchenko, V.N. Nikolenko, M.V. Oganesyanyan, F.F. Alieva // *Morfologicheskie vedomosti.* 2018. T. 26. №2. S. 49 – 51.
2. Kazanina K.L., Bel'chinskij V.V., Pletnev A.V. Analiz nervnoj provodimosti pri travmah spinnogo mozga // *Molodoj uchenyj.* 2016. №29 (133). S. 203 – 206.
3. Principy hirurgii pervichnyh opuholej golovnogogo i spinnogo mozga / YU.A. SHulev, A.V. Trashin, K.S. Gordienko, V.V. Stepanenko i dr. // *Prakticheskaya onkologiya.* 2013. T. 14. №3. S. 148 – 155.
4. Klein J.P. A practical approach to spine imaging. *Continuum (Minneapolis, Minn.).* 2015, Feb. №21 (1 Spinal Cord Disorders). P. 36 – 51.
5. A simplified algorithm for diagnosis of spinal cord lesions // D. Baruah, T. Chandra, M. Bajaj, P. Sonowal et al. // *Curr Probl Diagn Radiol.* 2015, Jun. №44 (3). P. 256 – 66.
6. Anatomical relationship and positions of the lumbar and sacral segments of the spinal cord according to the vertebral bodies and the spinal roots / S. Canbay, B. Güreer, M. Bozkurt, A. Comert et al. // *Clin Anat.* 2014, Mar. №27 (2). P. 227 – 33.
7. Anatomy and Pathophysiology of Spinal Cord Injury / J.M. Neal, S.L. Kopp, J.J. Pasternak, W.L. Lanier et al // *Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: 2015 Update. Reg Anesth Pain Med.* 2015, Oct. №40 (5). P. 506 – 25.
8. MRI and MRA of spinal cord arteriovenous shunts / S. Condette-Auliac, A. Boulin, L. Roccatagliata, O. Coskun et al. // *J Magn Reson Imaging.* 2014, Dec. №40 (6). P. 1253 – 66.
9. Krasil'nikov A.A. Informacionnye resursy innovacionnoj deyatel'nosti // *Materialy VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Образование. Наука. Культура»: sbornik nauchnyh statej / pod red. B.V. Il'kevicha Gzhel', 2015. S. 687 – 689.*
10. Rovira A., de Stefano N. MRI monitoring of spinal cord changes in patients with multiple sclerosis // *Curr Opin Neurol.* 2016, Aug. №29 (4). P. 445 – 52.
11. On the impact of physiological noise in spinal cord functional MRI / M. Fratini, M. Moraschi, B. Maraviglia, F. Giove // *Magn Reson Imaging.* 2014, Oct. №40 (4)/ P. 770 – 7.
12. Girolami U., Bale T.A. Spinal cord // *Handb Clin Neurol.* 2017. №145. P. 405 – 25.
13. Diaz E., Morales H. Spinal Cord Anatomy and Clinical Syndromes // *Semin Ultrasound CT MR.* 2016, Oct. №37 (5). P. 360 – 71.
14. Cho T.A. Spinal cord functional anatomy // *Continuum (Minneapolis, Minn.).* 2015, Feb. №21 (1 Spinal Cord Disorders). P. 13 – 35.
15. Spinal cord grey matter segmentation challenge / F. Prados, J. Ashburner, C. Blaiotta, T. Brosch et al. // *Neuroimage.* 2017 15. №152. P. 312 – 29.
16. Singh K., Mechtler L.L., Klein J.P. Imaging of Spinal Cord Disorders: CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology. 2016, Oct. №22 (5). P. 1595 – 612.
17. Weidauer S, Nichtweiß M, Hattingen E, Berkefeld J. Spinal cord ischemia: aetiology, clinical syndromes and imaging features // *Neuroradiology.* 2015, Mar. №57 (3). P. 241 – 57.
18. Muccilli A., Seyman E., Oh J. Spinal Cord MRI in Multiple Sclerosis // *Neurol Clin.* 2018, Feb. №36 (1). P. 35 – 57.
19. Kearney H., Miller D.H., Ciccarelli O. Spinal cord MRI in multiple sclerosis--diagnostic, prognostic and clinical value // *Nat Rev Neurol.* 2015, Jun. №11 (6). P. 327 – 38.

20. Nadvornik P. Spinal Cord Stereotaxy: An Overview. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2015, Jul. №76 (4). P. 318 – 22.
21. Spinal diffusion tensor imaging: a comprehensive review with emphasis on spinal cord anatomy and clinical applications / P. Hendrix, C.J. Griessenauer, J. Cohen-Adad, S. Rajasekaran et al. // *Clin Anat*. 2015. №28 (1). P. 88 – 95.
22. Surgical anatomy of spinal cord tumors / J. Peltier, L. Chenin, P. Hannequin, C. Page et al. // *Neurochirurgie*. 2017, Nov. №63 (5). P. 343 – 8.
23. Krasil'nikov A.A. Faktory, pobuzhdayushchie chlenov pedagogicheskogo kollektiva k innovacionnoj deyatelnosti // *Materialy V Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Obrazovanie. Nauka. Kul'tura»: sbornik nauchnyh statej / pod red. B.V. Il'kevicha Gzhel'*, 2013. S. 589 – 596.
24. Kaplow R., Iyere K. Understanding spinal cord compression // *Nursing*. 2016, Sep. №46 (9). P. 44 – 51.
25. Vascular Imaging Techniques of the Spinal Cord / M.I. Vargas, I. Barnaure, J. Gariani, J. Boto et al. // *Semin Ultrasound CT MR*. 2017, Apr. №38 (2). P. 143 – 52.
26. Segmentation of the human spinal cord. *Magnetic Resonance Materials in Physics* / B. De Leener, M. Taso, J. Cohen-Adad, V. Callot. // *Biology and Medicine*. 2016, Apr. №29 (2). P. 125 – 53.

*Krasilnikov A.A., Candidate of Pedagogic Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Moscow City University,
Zakirov F.H., Student,*

*I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Chubanova G.R., Candidate of Biological Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Moscow City University*

MODERN METHODS OF SPINAL CORD DISEASE IMAGING AND THEIR USAGE IN DIAGNOSTICS AND CURE

Abstract: spinal cord injuries can be caused by various processes: progressive myelopathies of various origins, tumors, injuries, ischemia, etc. An important element in the treatment and prevention of such injuries is accurate diagnosis using modern imaging techniques. Currently, Computed Tomography (CT), Magnetic Resonance Imaging (MRI) and their various modifications are quite common, and with their help it becomes possible to determine the type and localization of pathology in a timely and reliable manner. At the same time, injuries of the spinal cord of various etiologies have significant differences, which can also be displayed on MRI and CT images. Therefore, their actual identification, which allows them to correctly choose a prevention or treatment strategy and make certain predictions, remains a very topical issue. In this review of the literature, the main modern methods of visualization of the spinal cord were described and illustratively described the features of certain injuries that can be recorded on the resulting images, effective methods that allow the volume and layer-by-layer examination of the necessary organs and structures of the human body, making up their 3D model. As a result of data analysis, it was found that every damage to the spinal cord has its own characteristics on MRI and CT images (as a rule, as a special combination of areas of varying intensity). Their knowledge and competent detection makes it possible to diagnose successfully and identify the etiology of the corresponding damage.

Keywords: spinal cord, spinal cord injuries, MRI, imaging, myelopathy