



# Магнитно-резонансная томография в диагностике огнестрельных ранений позвоночника

Ульянова В.А.

(научный руководитель – Васильев Ю.А.)

ФКУЗ “Главный клинический госпиталь МВД России”

ГБОУ ВПО “Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова” Минздрава России, Москва, Россия

## MRI in the Diagnosis of Gunshot Wounds to the Spine

Ulyanova V.A.

A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

**Цель исследования:** оценка возможностей МРТ, в том числе с контрастным усилением (КУ), в диагностике повреждений невралных структур спинного мозга при огнестрельных ранениях позвоночника на этапе специализированной медицинской помощи.

**Материал и методы.** Проведен анализ данных 22 пациентов с огнестрельными ранениями позвоночника. Пациенты обследованы на мультисрезовом (64 среза) компьютерном томографе Toshiba Aquilion 64, а также на МР-томографах Picker Eclipse и Toshiba Atlas с индукцией магнитного поля 1 и 1,5 Тл.

**Результаты.** МРТ позволяет наилучшим образом визуализировать спинной мозг, его оболочки и корешки, выявить зоны его повреждения, точно определить уровень неврологических нарушений и степень блокады субарахноидальных пространств. МРТ с КУ – наиболее информативный метод исследования повреждений невралных структур при огнестрельных ранениях позвоночника, так как позволяет выявить воспалительные изменения, такие как постраневой рубцово-спаечный эпидурит, дисцит и спондилит, проследить динамику их разрешения.

**Выводы.** Пациенты с огнестрельными ранениями позвоночника нуждаются в комплексном высокотехнологичном лучевом исследовании, позволяющем в полной мере оценить повреждения как костных, так и невралных структур и выбрать наиболее оптимальную тактику оперативного и консервативного лечения, тем самым значительно повысить эффективность лечения и снизить риск развития тяжелых последствий.

**Ключевые слова:** МРТ, огнестрельное ранение, позвоночник, нейрорадиология, военная травма.

\*\*\*

**The aim:** goal was to evaluate the possibility of magnetic resonance imaging (MRI), including contrast-enhanced (CE) in the diagnosis of lesions of the spinal cord neural structures in gunshot wounds of the spine, at the stage of specialized medical care.

**Materials and methods.** The analysis of 22 patients with gunshot wounds to the spine. Patients were examined

on multislice (64 slice) computer tomograph Toshiba Aquilion 64, as well as by MRI Picker Eclipse and Toshiba Atlas with the induction of the magnetic field 1 and 1.5 Tesla.

**Results.** MRI provides the best visualization of the spinal cord and its membranes and radicles, identification of damaged areas, to determine the level of neurological disorders and the extent of the blockade subarachnoid spaces. MRI with CE most informative method for studying the damage of neural structures in gunshot wounds of the spine, as reveals inflammatory changes such as posttraumatic scar-adhesive epiduritis, discitis and spondylitis, follow the dynamics of their authorization. The absence of radiation exposure allows dynamic observation without harm to the patient.

**Conclusion.** Patients with gunshot wounds to the spine in need of a comprehensive high-tech ray studies to fully assess the damage to both bone and neural structures and to select the optimal strategy of surgical and conservative treatment, thereby greatly increasing the effectiveness of treatment and reduce the risk of serious consequences.

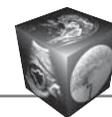
**Key words:** MRI, gunshot wounds, spine, neuroradiology, war injuries.

\*\*\*

### Введение

Огнестрельные ранения позвоночника относятся к наиболее тяжелым сочетанным травмам, находящимся в области интереса нейрохирургии, травматологии и лучевой диагностики, так как дают смертность, достигающую 70%, и приводят к выраженной инвалидизации пострадавших [1, 2].

Тактика ведения таких пациентов определяется характером ранения, степенью сдавления и уровнем повреждения позвоночника и спинного мозга, наличием сочетанных повреждений прилежащих органов и тканей [3–6]. Очевидно, что качественная диагностика позволяет выбрать наиболее оп-



тимальную тактику оперативного и консервативного лечения, тем самым значительно повысить эффективность лечения и избежать тяжелых последствий [2, 7, 8]. В свою очередь отсутствие необходимых сведений перед операцией может повлечь за собой грозные осложнения [3].

Основным прогностическим критерием для таких раненых является анатомическая целостность спинного мозга [2, 4].

Актуальность данной работы обусловлена устойчивой тенденцией к возрастанию частоты огнестрельных повреждений позвоночника, отсутствием единого стандарта диагностики, тяжестью состояния пациентов и большим числом грозных осложнений. По данным последних лет, распространенность данной травмы в мирное время составляет около 29,4 на 10 000 000 населения в развитых странах и до 50 на 1 000 000 – в развивающихся. Причем в отдельных странах Латинской Америки, в Соединенных Штатах по частоте причин она занимает второе место после автоаварий и достигает 30% с тенденцией к увеличению [9, 10]. В условиях вооруженных локальных конфликтов частота огнестрельных повреждений позвоночника и спинного мозга возрастает в 4–5 раз, достигая 3,5% [5, 6].

Очевидно, что большую часть таких поврежденных получают во время вооруженных конфликтов, на большом удалении от специализированных госпиталей. На первых этапах возможно проведение только рентгенографии, дающей всю необходимую информацию о повреждении, значение которой в данных условиях трудно переоценить.

МР-диагностика заболеваний позвоночника остается актуальным вопросом и по сей день [11].

### Цель исследования

Оценка возможностей МРТ, в том числе с контрастным усилением (КУ), в диагностике повреждений невралных структур спинного мозга при огнестрельных ранениях позвоночника на этапе специализированной медицинской помощи.

### Материал и методы

Проведен анализ данных 22 пациентов с огнестрельными ранениями позвоночника. Пациенты обследованы на мультисрезовом (Toshiba Aquilion 64) компьютерном томографе и магнитно-резонансных томографах с индукцией магнитного поля

1 (Picker Eclipse) и (Toshiba Atlas) 1,5 Тл.

В качестве контрастного вещества использовали полумолярные гадолинийсодержащие препараты Омнискан и Магневист.

### Результаты и их обсуждение

На сегодняшний день такой важной проблеме, как диагностика огнестрельных ранений позвоночника, посвящено относительно небольшое число научных работ как отечественных, так и зарубежных авторов. В основном данный вопрос рассматривают с позиции нейрохирургии, в то время как применение высокотехнологичных методов лучевой диагностики остается малоизученным [3, 5, 6, 10].

Подавляющее число публикаций посвящено принципам рентгенодиагностики огнестрельных повреждений – рентгенографии и в меньшей степени рентгеновской КТ [1, 4]. Использование МРТ до сих пор остается спорным, так как наличие инородных тел металлической плотности является абсолютным противопоказанием к применению данного метода, и найти данные об исследовании пациентов с огнестрельными ранениями позвоночника на МР-томографе с приведением иллюстраций и описанием полученных изображений представляется достаточно затруднительным. Тем не менее никакой другой из ныне существующих методов нейровизуализации не способен дать столько же диагностически ценной информации о состоянии невралных структур [13]. На данный момент в свободном доступе не существует информации о возможностях диагностики воспалительных изменений у пациентов с огнестрельными ранениями позвоночника при помощи МРТ с КУ. Цель работы – оценить возможности МРТ с КУ у таких пациентов после предварительного удаления всех инородных тел металлической плотности, представленных ранящими снарядами в виде пуль и осколков мин, привести МР-изображения и подробные описания к ним.

Все ранения были распределены согласно клинико-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской [12] по типам в зависимости от отношения раневого канала к тканям позвоночника.

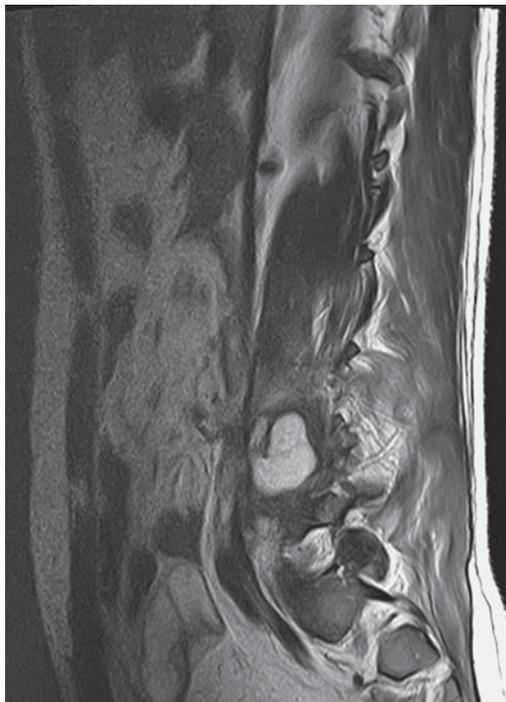
Преобладали пациенты с повреждениями I типа (8 случаев – 36%), при которых ранящий снаряд

**Для корреспонденции:** Ульянова Виолетта Алексеевна – 125008 Москва, ул. Коптевский бульвар, д. 10, кв. 3. Тел.: +7-925-152-32-04. E-mail: alekseevna\_violetta@mail.ru

**Ульянова Виолетта Алексеевна** – клинический ординатор кафедры лучевой диагностики ГБОУ ВПО «МГМСУ им. А. И. Евдокимова» МЗ РФ.

**Contact:** Ulyanova Violetta Alekseevna – 125008, Koptevsky bulvar str., 10, fl. 3, Moscow. Phone: +7-925-152-32-04. E-mail: alekseevna\_violetta@mail.ru

**Ulyanova Violetta Alekseevna** – resident of Radiology Department of A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry.

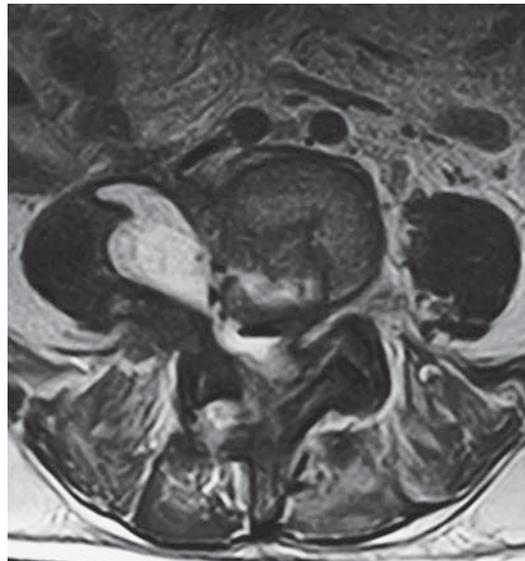


**Рис. 1.** МР-томограмма, I тип огнестрельного ранения позвоночника по клиничко-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской [12].

пересекал позвоночный канал (рис. 1). Данный тип сопровождался повреждением костных структур, оцененных на МСКТ-томограмме, в виде множественных оскольчатых переломов дужек (заднего опорного столба) с частым образованием костных отломков. С помощью МРТ проводился анализ скрытых повреждений невралгических структур. Применение КУ позволяло выявить воспалительные изменения в виде эпидурита, дисцита и спондилита и проследить динамику их разрешения.

МРТ за счет высокой контрастности мягких тканей позволяла наилучшим образом оценить состояние спинного мозга. Оценивались состояние вещества спинного мозга с акцентом на проксимальные отделы, его целостность, наличие очагов миелопатии, состояние спинномозговых нервов, а также целостность дуральной оболочки (рис. 2).

На МР-томограммах визуализировались структуры, отвечающие за стабильность позвоночного столба: связочный аппарат и межпозвоночные диски. Данный метод позволил определить разрыв связок, фрагментацию и дислокацию межпозвоночных дисков. Так как огнестрельные ранения относятся к высокоэнергетическим травмам, кроме зоны повреждения снарядом, данные повреждения характеризовались повреждением тканей боковой ударной волной и наличием обширной зоны молекулярного сотрясения. В связи с этим оценивалось состояние проксимальных и дисталь-



**Рис. 2.** МР-томограмма, повреждение спинномозгового нерва на уровне тела позвонка L<sub>IV</sub> в латеральном канале с выходом ликвора в мягкие ткани и образованием его культы, а также нарушение целостности дуральной оболочки.

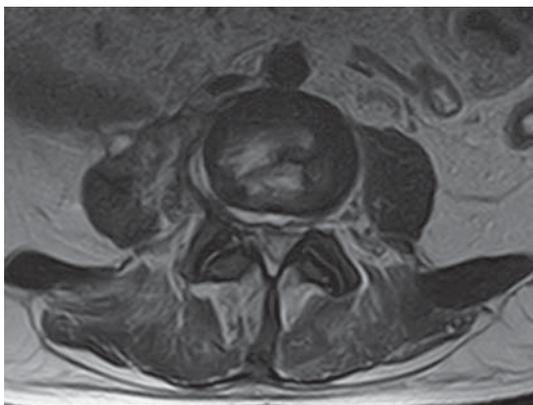
ных, от уровня непосредственного повреждения снарядом, межпозвоночных дисков (рис. 3, 4).

Ранения сопровождалась выраженной ликвореей с образованием массивных жидкостных затеков с возможными воспалительными изменениями в них. МРТ позволила оценить состояние паравертебральных мягких тканей, преимущественно на импульсных последовательностях с подавлением сигнала от жировой ткани, а также провести динамическое наблюдение после пункции затеков (рис. 5).

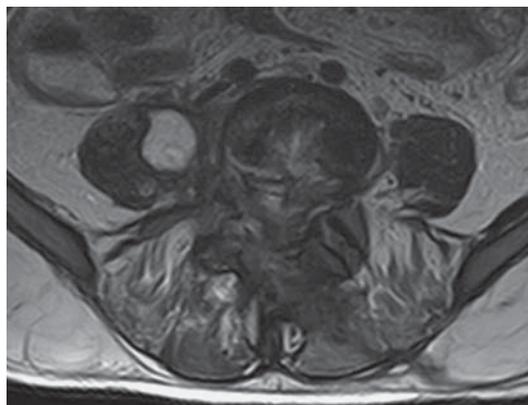
На дооперационном этапе необходимо проведение только МРТ до стабилизации воспалительного процесса. Выполнение оперативного вмешательства на позвоночнике до стабилизации воспалительных изменений нецелесообразно, а оценить такие изменения позволяет только МРТ с КУ.

Воспалительный процесс проявлялся в виде изменений невралгических структур, таких как эпидурит и дисцит, проявляющихся в виде усиления МР-сигнала на постконтрастных изображениях.

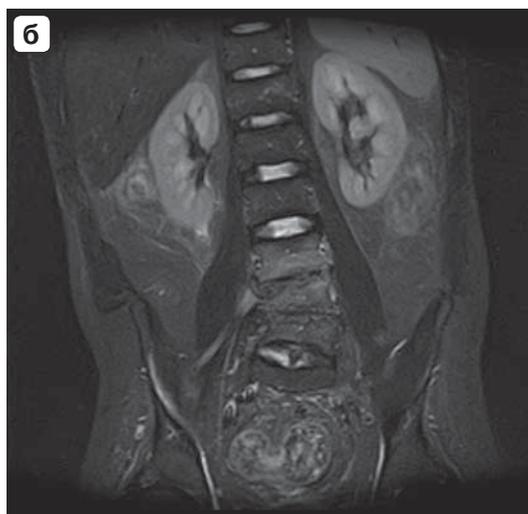
Применение КУ позволяло определить нарушение гематоэнцефалического барьера, т.е. установить наличие воспалительного процесса, а также провести динамическое наблюдение (рис. 6). Ввиду того что сигнальные характеристики от жировой ткани на T1-взвешенных изображениях (ВИ) обладают гиперинтенсивным МР-сигналом, затрудняющим выявление воспалительных изменений, исследование проводилось в режиме жироподавления (T1 fatsat).



**Рис. 3.** МР-томограмма, на уровне L<sub>III-IV</sub> определяется травматическая циркулярная протрузия межпозвонкового диска с разрывом задней продольной связки и выходом под нее высокоинтенсивного жидкостного содержимого, сигнал от которого соответствует ликвору.



**Рис. 4.** МР-томограмма, на уровне поврежденного позвонково-двигательного сегмента отмечаются множественные фрагменты межпозвонкового диска, выход пульпозного ядра за пределы фиброзного кольца – травматическая грыжа.



**Рис. 5.** МР-томограммы, определение жидкостных затеков в паравертебральных тканях. а – ликворея в *m. psoas major dextra*; б – отсутствие жидкостного затека после проведения пункции.

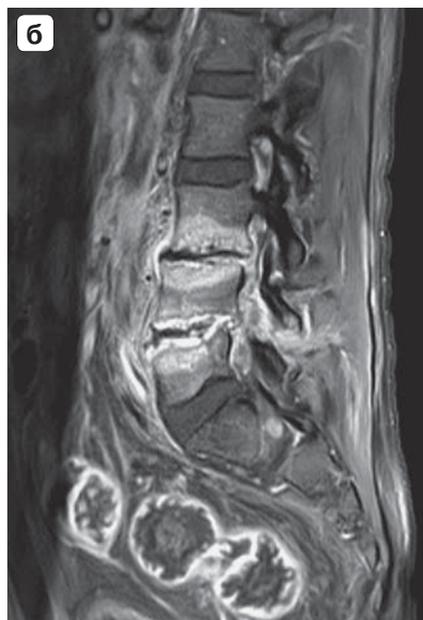
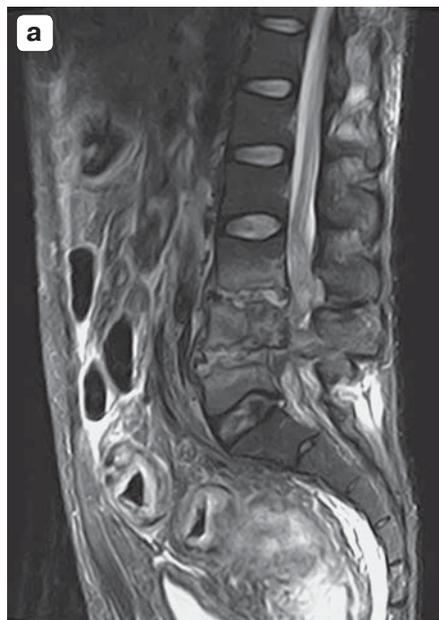
Изменения МР-сигнала от контузионно измененного проксимального межпозвонкового диска в динамике выражались в виде снижения высоты диска и повышения сигнала от его структуры.

На предоперационном этапе проводилась МСКТ для планирования оперативного вмешательства, оценки паравертебральных фрагментов, секвестральных полостей, зон склероза. КТ – высокодозовая процедура, поэтому с целью уменьшения лучевой нагрузки на пациента проводится сканирование только интересующих позвоночно-двигательных сегментов.

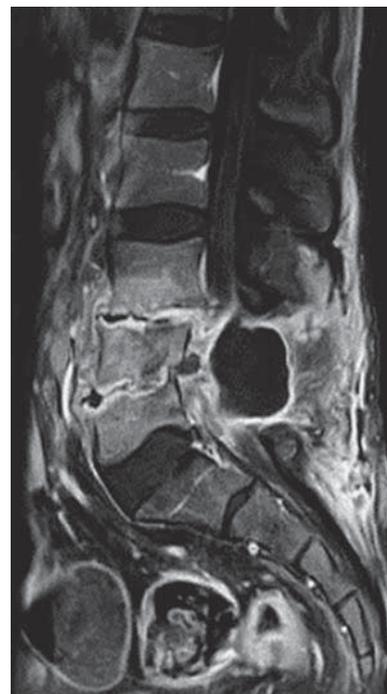
Проведение МРТ с контрастным усилением позволило оценить состояние культи спинного мозга, целостность дуральной оболочки, определить уровень резекции спинномозговых нервов, состо-

яние межпозвонковых дисков и наличие остаточных фрагментов (рис. 7).

II тип повреждений, при которых раневой канал заканчивался в позвоночном канале, был диагностирован у 6 (27%) пациентов (рис. 8). На дооперационном этапе таким раненым выполнялась только МСКТ для планирования оперативного вмешательства и дальнейшего динамического контроля послеоперационного периода. На компьютерной томограмме визуализировались металлические инородные тела в области позвоночного канала. На МР-томограмме после удаления пули – спинной мозг объемно увеличен за счет контузионных изменений, отека в виде неоднородного МР-сигнала на T2ВИ и STIR импульсной последовательности (ИП) в спинном мозге, также на уров-



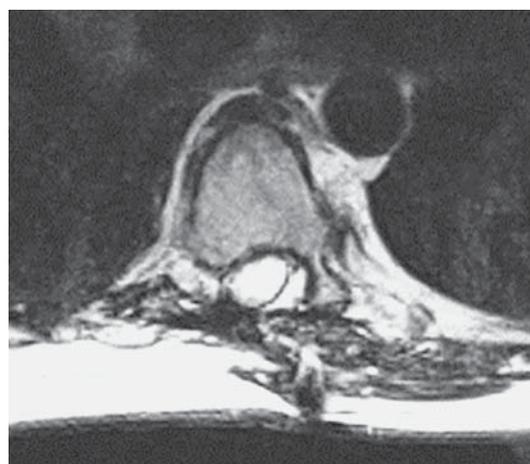
**Рис. 6.** МР-томограммы, воспалительные изменения невральных структур. а – STIR ИП, повышение МР-сигнала от структуры тел позвонков на уровне повреждения, изменение субхондральных замыкательных пластин, их узурация, деформация, а также от межпозвонковых дисков и их фрагментов, от дуральной оболочки; б – контрастное усиление в T1 с fatsat ИП, на фоне общего контрастного усиления определяются множественные паравертебральные фрагменты дисков.



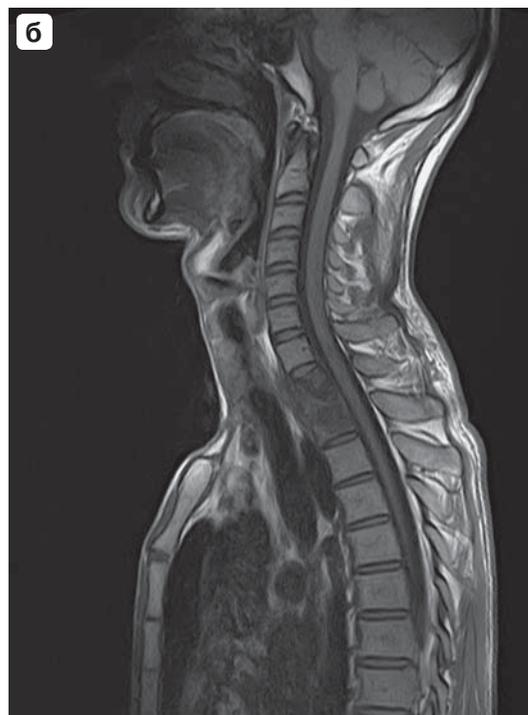
**Рис. 7.** МР-томограмма, несостоятельность целостности дурального мешка в виде жидкостной полости — после введения контрастного вещества определяется накопление по контуру оболочки.



**Рис. 8.** КТ-изображение, II тип огнестрельного ранения позвоночника по клинко-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской [12].



**Рис. 9.** МР-томограмма, III тип огнестрельного ранения позвоночника по клинко-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской [12].



**Рис. 10.** МР-томограммы, IV тип огнестрельного ранения позвоночника по клинико-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской. а – STIR ИП; б – T1 ИП [12].

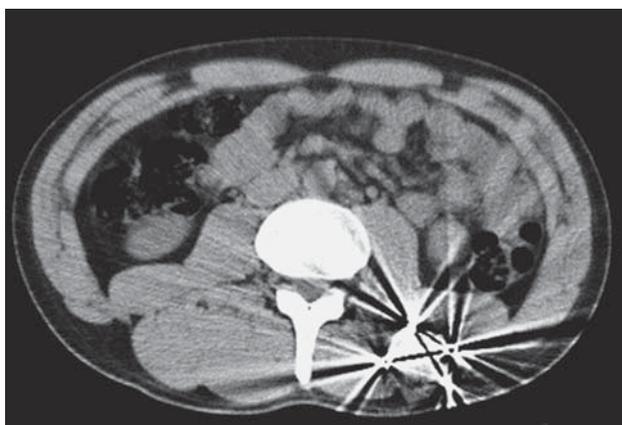
нях изменений отмечались участки миелопатии неправильной округлой формы, локализованные в спинном мозге, с диапедезным геморрагическим пропитыванием на T1ВИ. Центральный канал спинного мозга расширен, переднее и заднее эпидуральное пространство сужено в сегменте.

Ранения III типа, при которых раневой канал нарушал целостность стенки позвоночного канала, но не проникал в глубь его, были диагностированы у 4 (18%) пациентов и характеризовались менее выраженной ликвореей и наличием конту-

зионных очагов в спинном мозге, выявленных на МР-томограммах (рис. 9).

Для диагностики повреждений IV типа, выявленных у 3 (14%) пациентов, преимущественно использовалась МСКТ, так как повреждались только такие отделы позвоночника, которые не принимали участия в образовании стенок позвоночного канала. При этом типе ранений повреждались тела позвонков, остистые или поперечные отростки при сохранности дужек и без вскрытия позвоночного канала (рис. 10).

Только в 1 (5%) случае был выявлен V тип ранений. Повреждались только околопозвоночные ткани, а спинной мозг, его оболочки, сосуды и корешки повреждаются “передаточным” ударом вследствие повреждения ребер, костей таза, нервных сплетений и вследствие сотрясения ранящим снарядом большой силы, проходящим вблизи позвоночника. Данный тип характерен для ранений, полученных из травматического и охотничьего оружия, а также оскольчатых ранений (рис. 11).



**Рис. 11.** КТ-изображение, V тип огнестрельного ранения позвоночника по клинико-рентгено-анатомической классификации Н.С. Косинской [12].

### Выводы

1. На сегодняшний день в мировой научной литературе в свободном доступе не существует аналогов данной работы. В статье впервые описано применение МРТ с КУ у пациентов с огнестрельными ранениями позвоночника.



2. Пациенты с огнестрельными повреждениями позвоночника нуждаются в комплексном высокотехнологичном лучевом исследовании, позволяющем в полной мере оценить повреждения как костных, так и невралных структур и выбрать наиболее оптимальную тактику оперативного и консервативного лечения, значительно повысив тем самым эффективность лечения и снизив риск развития тяжелых последствий.

3. МРТ с КУ наиболее информативный метод исследования повреждений невралных структур при огнестрельных ранениях позвоночника, так как позволяет выявить воспалительные изменения, такие как постраниевой рубцово-спаечный эпидурит, дисцит и спондилит, проследить динамику их разрешения.

4. МРТ позволяет наилучшим образом визуализировать спинной мозг, его оболочки и корешки, выявить зоны повреждения, точно определить уровень неврологических нарушений и степень блокады субарахноидальных пространств.

5. На дооперационном этапе необходимо динамическое наблюдение с помощью МРТ до стабилизации воспалительного процесса.

### Список литературы

1. Верховский А.И. Современные огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1992. 301 с.
2. Alan M. Levine Spine trauma. Epidemiology perspective problem. Polytrauma patient. Philadelphia: WB Saunders, 1998. 668 p.
3. McCarroll K.A. Imaging traumatic brain injury. II Российско-Американская конференция "Актуальные вопросы нейрохирургии, нейроанестезиологии и реаниматологии": Материалы II Российско-Американской научно-практической конференции "Актуальные вопросы нейрохирургии, нейроанестезиологии и реаниматологии". М., 2003: 67–70.
4. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика травм головы и позвоночника. СПб.: Фолиант, 2006: 193–202.
5. Левчук А.Л. Огнестрельные торакоспинальные ранения: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2007: 80–118.
6. Мохаммед К.М. Елхаж Огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 2010: 43–47.
7. Ackery A., Tator C., Krassioukov A. Global Perspective on Spinal Cord Injury Epidemiology. J. Neurotrauma. 2004; 21 (10): 1355–1370.
8. Reinke M., Robinson Y., Ertel W. et al. Brown-Sequard syndrome caused by a high velocity gunshot injury: a case report. Spinal Cord. 2007; 45 (8): 579–582.
9. Holliman J. What is emergency care? Prague Medical Report. 2004; 105 (1): 5–12.
10. Aryan H.E., Amar A.P., Ozgur B.M., Levy M.L. Gunshot wounds to the spine in adolescents. Neurosurgery. 2005; 57 (4): 748–752.
11. Бажин А.В., Егорова Е.А. Методика магнитно-резонансной томографии с аксиальной нагрузкой в оценке поясничного отдела позвоночника в норме и при дегенеративных изменениях. Медицинский вестник МВД. 2015; 74 (1): 49–54.
12. Косинская Н.С. Классификация огнестрельных ранений позвоночника. СПб., 1950. 108 с.
13. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Диагностическая нейро-радиология. В 4-х томах. Т. 2. М.: Москва, 2014. 265 с.

### References

1. Verhovskiy A.I. Modern gunshot wounds to the spine and spinal cord: Dis. ... dokt. med. nauk. S-Pb., 1992. 301 p. (In Russian)
2. Alan M. Levine Spine trauma. Epidemiology perspective problem. Polytrauma patient. Philadelphia: WB Saunders, 1998. 668 p.
3. McCarroll K.A. Imaging traumatic brain injury. II Russian-American conference "Topical issues of neurosurgery, neuroanaesthesia and resuscitation": Materials of the II Russian-American scientific and practical conference "Topical issues of neurosurgery, neuroanesthesiology and critical care medicine". M., 2003: 67–70. (In Russian)
4. Trufanov G.E. Radiological diagnosis of head injuries and spinal cord. SPb.: Foliant, 2006: 193–202. (In Russian)
5. Levchuk A.L. Gunshot wounds thoracospinal: Dis. ... dokt. med. nauk. SPb., 2007: 80–118. (In Russian)
6. Mohammed K.M. Elhazh Gunshot wounds of the spine and spinal cord: Dis. ... dokt. med. nauk. SPb., 2010: 43–47. (In Russian)
7. Ackery A., Tator C., Krassioukov A. Global Perspective on Spinal Cord Injury Epidemiology. J. Neurotrauma. 2004; 21 (10): 1355–1370.
8. Reinke M., Robinson Y., Ertel W. et al. Brown-Sequard syndrome caused by a high velocity gunshot injury: a case report. Spinal Cord. 2007; 45 (8): 579–582.
9. Holliman J. What is emergency care? Prague Medical Report. 2004; 105 (1): 5–12.
10. Aryan H.E., Amar A.P., Ozgur B.M., Levy M.L. Gunshot wounds to the spine in adolescents. Neurosurgery. 2005; 57 (4): 748–752.
11. Bazhin A.V., Egorova E.A. The technique of magnetic resonance imaging with an axial load in the evaluation of the lumbar spine in normal and degenerative changes. Meditsinskiy vestnik MVD. 2015; 74 (1): 49–54. (In Russian)
12. Kosinskaya N.S. Classification of gunshot wounds to the spine. SPb., 1950. 108 p. (In Russian)
13. Kornienko V.N., Pronin I.N. Diagnostic neuroradiology. In 4 vol. Vol. 2. M.: Moskva, 2014. 265 p. (In Russian)