

ЧРЕСКОЖНАЯ ВИДЕОЭНДОСКОПИЧЕСКАЯ ХИРУРГИЯ ПРИ ОГНЕСТРЕЛЬНОМ ПРОНИКАЮЩЕМ РАНЕНИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

М.Н. Кравцов, С.А. Ландик, А.А. Дубинин, К.С. Азатян, Б.В. Гайдар, Д.В. Свистов

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Минобороны России;
Россия, 194044 Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6

Контакты: Максим Николаевич Кравцов neuromax@mail.ru

Цель исследования – определение возможности и оценка эффективности чрескожного видеоэндоскопического вмешательства при огнестрельном ранении поясничного отдела позвоночника.

Материалы и методы. Приведено клиническое наблюдение за 24-летним мужчиной, получившим огнестрельное ранение поясничного отдела позвоночника. Описан ход чрескожного видеоэндоскопического вмешательства по извлечению пули из позвоночного канала.

Результаты. Продемонстрированы возможности минимально инвазивного доступа к позвоночному каналу для извлечения пули, декомпрессии невральных корешков, закрытия дефекта твердой мозговой оболочки.

Заключение. Хороший клинический исход позволяет рекомендовать использование чрескожной видеоэндоскопии при аналогичных огнестрельных ранениях поясничного отдела позвоночника на этапе оказания специализированной помощи.

Ключевые слова: огнестрельное ранение, травма, поясничный отдел позвоночника, чрескожная видеоэндоскопическая хирургия, хирургическое лечение

Для цитирования: Кравцов М.Н., Ландик С.А., Дубинин А.А. и др. Чрескожная видеоэндоскопическая хирургия при огнестрельном проникающем ранении поясничного отдела позвоночника (обзор литературы и клиническое наблюдение). Нейрохирургия 2018;20(2):66–73.

DOI: 10.17650/1683-3295-2018-20-2-66-73

Full-endoscopic surgery for gunshot penetrating wound of the lumbar spine (literature review and clinical case)

M.N. Kravtsov, S.A. Landik, A.A. Dubinin, K.S. Azatyan, B.V. Gaidar, D.V. Svistov

S.M. Kirov Military Medical Academy, Ministry of Defense of Russia;
6 Akademika Lebedeva St., Saint Petersburg 194044, Russia

The study objective is to determine the feasibility and effectiveness evaluation of full-endoscopic surgery in gunshot wound of the lumbar spine.

Materials and methods. A clinical case of a 24-year-old male who received a gunshot wound to the lumbar spine is described. The patient underwent a full-endoscopic intervention aimed at extracting a bullet from the spinal canal.

Results. Minimal-invasive approach to spinal canal with the possibility to extract a bullet, decompression of nerve roots, defect closure of the dura mater is demonstrated.

Conclusion. Good clinical outcome allows to recommend the full-endoscopic surgery with similar gunshot wounds of the lumbar spine at the stage of specialized care.

Key words: gunshot wound, injury, lumbar spine, full-endoscopic surgery, surgical treatment

For citation: Kravtsov M.N., Landik S.A., Dubinin A.A. Full-endoscopic surgery for gunshot penetrating wound of the lumbar spine (literature review and clinical case). Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2018;20 (2):66–73.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с изменением характера боевых действий, совершенствованием стрелкового оружия и распространением его среди гражданского населения частота огнестрельных ранений позвоночника и спинного мозга значительно возросла. Если в Крымской войне 1853–1856 гг., по подсчетам Н.И. Пирогова, частота ранений «спинного канала и позвоночника» составляла 3,0–4,0 % от общего числа ранений, и эпидемиологические данные Первой и Второй мировых войн примерно соответствовали этому уровню (0,17–2,0 и 0,3–1,5 % соответственно) [1], то доля огнестрельных ранений позвоночника в период военных кампаний конца XX и начала XXI в. увеличилась примерно в 10 раз. Только на изолированные огнестрельные ранения в позвоночник в период войны в Афганистане (1980–1982) и вооруженного конфликта на Северном Кавказе (1994–2002) приходилось 4,7–5,1 % [2, 3]. По отчетам армии США, в период военных действий в Афганистане и Ираке (2005–2009) частота огнестрельных повреждений позвоночника достигла соответственно 10 и 17 % от общего числа огнестрельных ранений [4].

На данный момент огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга составляют 10–21 % всех позвоночно-спинномозговых травм мирного и военного времени [4–6], а доля таких ранений в мирное время приблизительно равняется 13–21 %. Среди причин травм спинного мозга они занимают 3-е место по частоте после дорожно-транспортных происшествий и падений с высоты [6–9]. Наиболее распространены такие ранения среди молодых мужчин в возрасте около 30 лет (78–91 %). Чаще поражается грудной отдел позвоночника (48–64 %), поясничный бывает задет в 10–37 % случаев, шейный – в 10–30 % [6, 10].

Тяжесть состояния пострадавших при огнестрельных ранениях позвоночника и исходы лечения определяются множеством физических и биологических факторов [11]. Несмотря на распространенность таких ранений, четкий алгоритм оказания медицинской помощи пострадавшим отсутствует. Актуальными остаются вопросы определения показаний к хирургическому вмешательству, его объема, целесообразности и сроков проведения [6, 7, 12, 13].

В литературе обнаружены только 2 статьи, посвященные лечению огнестрельных проникающих слепых ранений позвоночника без повреждения его костных структур [9, 14]. Мы приводим описание 3-го подобного случая – ранения поясничного отдела с частичным нарушением функции корешков конского хвоста без костно-травматических повреждений позвоночника.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пострадавший Д., мужчина 24 лет, был госпитализирован в клинику нейрохирургии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова на 2-е сутки после получения огнестрельного слепого ранения поясничной области

слева, с жалобами на слабость в стопах, более выраженную справа, онемение по задней поверхности обеих ног и промежности, нарушение чувства наполнения мочевого пузыря, отсутствие произвольного мочеиспускания. Перечисленные жалобы возникли сразу после ранения.

В течение 1-х суток отмечали нарастание слабости в правой стопе. При объективном осмотре выявили входное отверстие огнестрельной раны размерами 10 × 5 мм, расположенное в поясничной области в 6 см слева от линии остистых отростков нижних поясничных позвонков. На момент поступления не наблюдали кровотечения или ликвореи из входного раневого отверстия, что соответствовало более ранним данным медицинской документации. Общее состояние пациента было средней степени тяжести, мочеиспускание происходило по мочевому катетеру, диурез составлял 1700 мл/сут, лабораторные показатели мочи не были изменены. При неврологическом осмотре констатировали нижний вялый парапарез в правой стопе (до 3 баллов), двустороннее отсутствие ахиллова рефлекса, нарушение поверхностной чувствительности в дерматомах S₁–S₅ с обеих сторон до уровня анестезии в промежности, задержку мочеиспускания.

При рентгеновской компьютерной томографии выявили раневой канал, имеющий косонаправленную траекторию от входного отверстия вправо через срединную линию тела между основанием остистых отростков позвонков L₅–S₁, заканчивающейся слепо в позвоночном канале вблизи правого межпозвонкового сустава L₅–S₁, где находилось металлическое инородное тело – пуля овальной формы (рис. 1). Не обнаружили костных повреждений позвоночника, повреждений крупных сосудов и внутренних органов брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза. Особенности локализации пули, отсутствие костно-травматических повреждений, нестабильности позвоночника и прочих факторов компрессии невральных структур позволили принять решение об извлечении пули и ревизии структур позвоночного канала посредством чрескожной видеоэндоскопии. Запланировали конверсию в открытый доступ в случае невозможности достижения первоначальной цели операции.

Вмешательство проводили в экстренном порядке под общей анестезией при положении пациента на животе. Под флюороскопическим контролем в прямой проекции на коже определили точку для доступа, локализованную на расстоянии 1 см вправо от линии остистых отростков в проекции нижнего края пластинки дуги позвонка L₅. Выбранная траектория доступа соответствовала кратчайшему расстоянию от поверхности тела до пули и не совпадала с каналом огнестрельной раны. Иглой 18G осуществили пункционный доступ к дуге L₅ позвонка, установили струнный проводник, выполнили линейный разрез кожи длиной 1 см. Через разрез по проводнику при помощи трубчатых расширителей установили рабочий порт с наружным диаметром 8 мм. В рабочий порт ввели эндоскоп SpineTip (Karl Storz, Германия) (рис. 2).

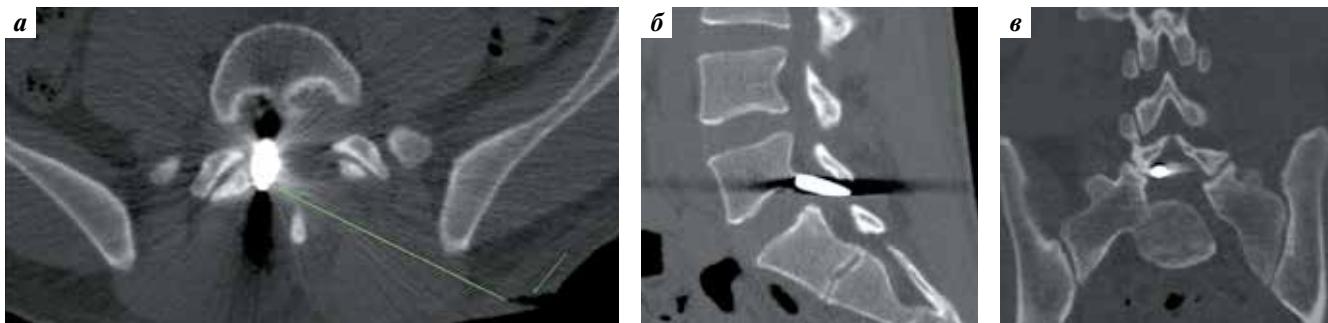


Рис. 1. Компьютерная томография поясничного отдела позвоночника пациента Д.: а – аксиальная проекция; б – сагиттальная; в – фронтальная. При КТ-реконструкции визуализируется металлическое инородное тело (пуля) в правой половине позвоночного канала; стрелкой указано входное отверстие огнестрельной раны; линией отмечена примерная траектория прохождения пули через мягкие ткани

Fig. 1. Computed tomography scan of the lumbar spine: а – axial; б – sagittal; в – frontal. A metal foreign body (bullet) in the right half of the vertebral canal is visualized on reconstructed CT images; the gunshot entrance wound is indicated by arrow; approximate trajectory of the bullet through the soft tissues is marked with a line

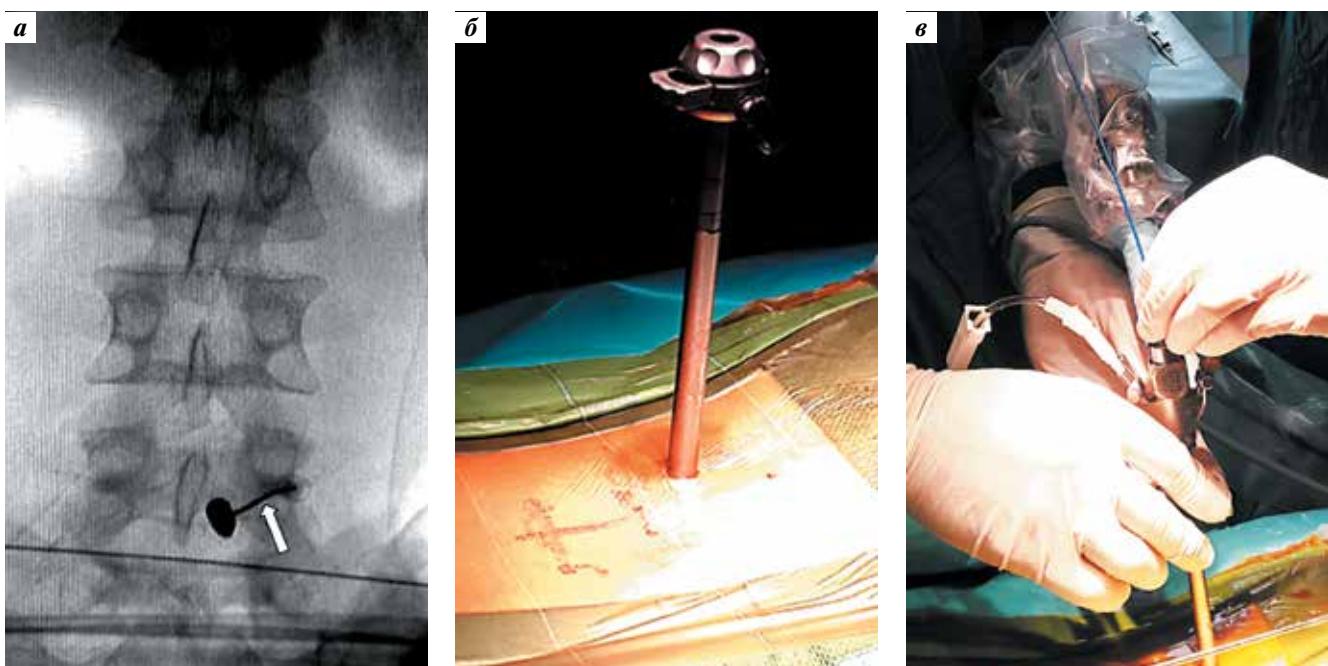


Рис. 2. Начальный этап хирургического вмешательства: а – интраоперационная рентгенограмма в прямой проекции (стрелкой указана пункционная игла, подведенная к пуле по кратчайшей траектории); б – вид рабочего порта для эндоскопа, установленного посредством проводников и трубчатых расширителей через разрез длиной 1 см; в – вид эндоскопа, введенного в рабочий порт

Fig. 2. Initial step of surgery: а – intraoperative X-ray, direct projection (the puncture needle is brought to the bullet using the shortest path (arrow)); б – working port of the endoscope is positioned using conductors and tubular dilators through a 1 cm incision; в – endoscope inserted into the working port

Дальнейшие манипуляции осуществляли под видеоЭНДОСКОПИЧЕСКИМ контролем в условиях непрерывной ирригации 0,9 % раствором хлорида натрия через специальный канал эндоскопа диаметром 3,5 мм. Этапы операции отражены на рис. 3, 4.

При помощи биполярного электрода и щипцов скелетировали нижний край дуги позвонка L_5 , который частично резецировали алмазным бором для увеличения размеров междуголового промежутка. При ревизии выявили вершину пули, находящуюся в дефекте желтой связки. Ось рабочего порта совместили с осью пули. После частичной препаровки желтой связки пулю захватили щип-

цами и извлекли через просвет рабочего порта. Диаметр пули составил 5 мм, длина – 23 мм. При ревизии периурального пространства обнаружили округлый дефект твердой мозговой оболочки (ТМО) размером 3 мм в области манжетки правого корешка позвонка S_1 . Через имеющийся дефект эндоскопически установили признаки анатомической целостности спинномозгового корешка. Провели ревизию эпидурального пространства выше и ниже зоны повреждения путем перемещения эндоскопа и рабочего порта, а также переднего эпидурального пространства путем смещения правого транзитного корешка позвонка S_1 в медиальном направлении. Для ликворостаза

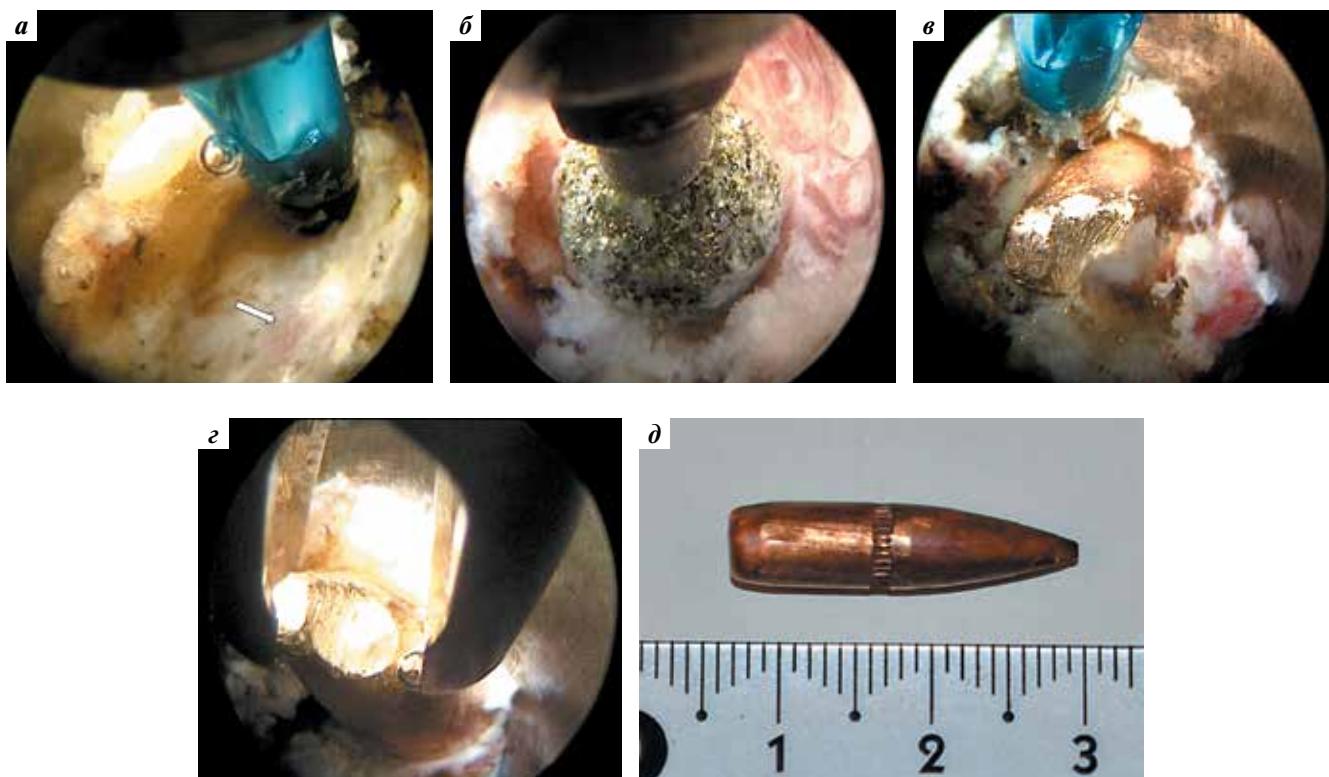


Рис. 3. Видеоэндоскопические изображения этапов оперативного вмешательства: а – скелетирование нижнего края пластинки дуги позвонка L_5 биполярным электродом (стрелкой указана дуга позвонка L_5); б – частичная ламинотомия L_5 при помощи алмазного бора; в – диссекция пули в дефекте желтой связки; г – захват и извлечение пули посредством щипцов; д – внешний вид и размеры пули

Fig. 3. Endoscopic images of surgery steps: a – skeletonization of the superior edge of the lamina in the L_5 vertebral arch with a bipolar electrode (the L_5 vertebral arch is indicated by arrow); б – L_5 partial laminotomy using a diamond bur; в – dissection of the bullet in the yellow ligament defect; г – seizure and removal of the bullet using forceps; д – appearance and size of the bullet

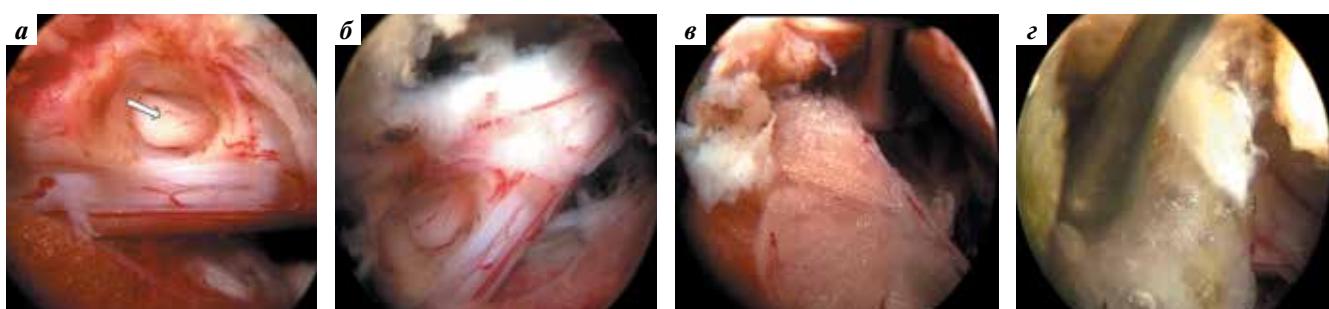


Рис. 4. Видеоэндоскопическое изображение завершающего этапа операции в просвете позвоночного канала: а – дефект твердой мозговой оболочки размером до 3 мм в области манжеты нервного корешка (стрелкой указан анатомически целый корешок); б – ревизия периурального пространства в крациальному направлении; в – смещение корешка пуговчатым зондом, ревизия переднего эпидурального пространства; г – пластика дефекта твердой мозговой оболочки фрагментами пластины тахокомб

Fig. 4. Endoscopic images of the last surgery step in the lumen of the spinal canal: a – a 3 mm defect of the dura mater in the area of the nerve root cuff (an anatomically intact nerve root is indicated by arrow); б – visual inspection of the epidural space in the cranial direction; в – root displacement with a bellied bougie; visual inspection of the anterior epidural space; г – repair of dura mater defects using fragments of the Tachocomb plate

фрагменты пластины тахокомб (Nuscomed, Австрия) через канал эндоскопа при помощи щипцов уложили в области дефекта ТМО. Эндоскоп и рабочий порт извлекли. На кожную рану наложили узловые швы. Длительность вмешательства составила 38 мин. Объем кровопотери не превысил 10 мл. Интраоперационных осложнений не наблюдалось. Послеоперационная и огнестрельная раны зажили в течение

10 дней на фоне антибиотикотерапии. Ликворея в послеоперационном периоде не отмечена (рис. 5).

В послеоперационном периоде при рентгеновской компьютерной и магнитно-резонансной томографии подтверждено отсутствие инородного тела в позвоночном канале и сохранение проходимости субарахноидального пространства (рис. 6).

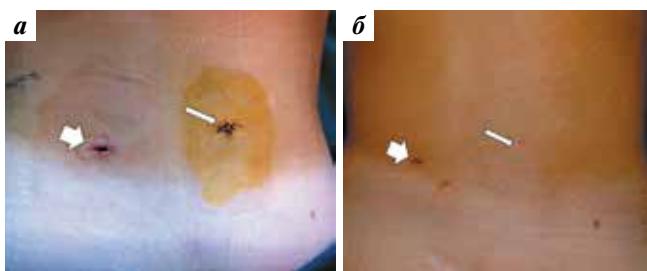


Рис. 5. Внешний вид ран: а – сразу после вмешательства; б – через 20 дней после операции (узкой стрелкой указана послеоперационная рана; широкой стрелкой указано входящее отверстие огнестрельной раны)

Fig. 5. Wounds: а – immediately after surgery; б – 20 days postoperatively (postoperative wound is indicated by thin arrow; gunshot entrance wound is indicated by thick arrow)

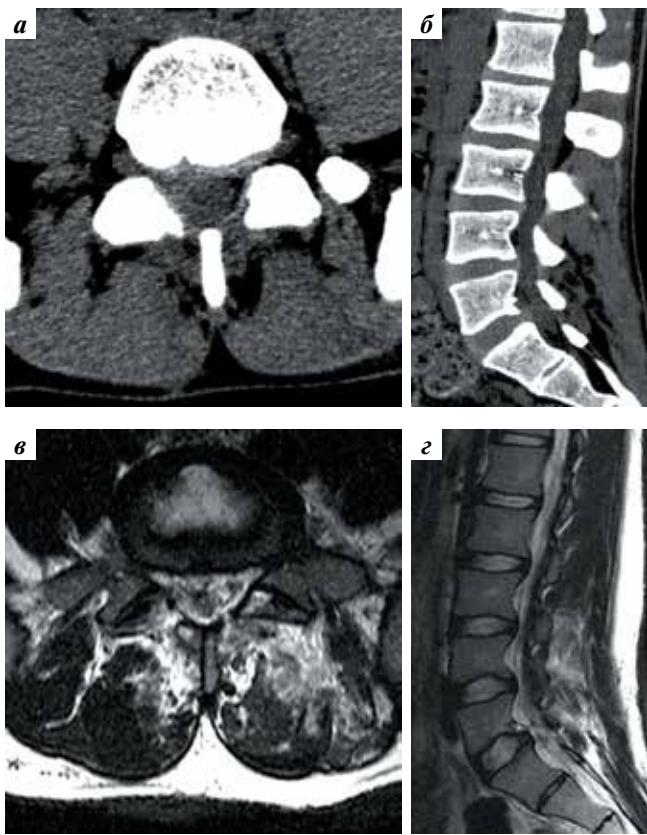


Рис. 6. Послеоперационная компьютерная (а, б) и магнитно-резонансная томография (в, г). Признаки инородного тела в просвете позвоночного канала не обнаружены, проходимость субарахноидального пространства восстановлена. Наблюдаются минимальные послеоперационные изменения мягких паравертебральных тканей. Скопление ликвора в просвете позвоночного канала и мягких тканях спинь отсутствует

Fig. 6. Postoperative computed tomography scans (а, б) and magnetic resonance images (в, г). No signs of a foreign body in the lumen of the spinal canal can be found; subarachnoid space patency is restored. Minimal post-operative changes are observed in the soft paravertebral tissues. No accumulation of liquor in the lumen of the spinal canal and soft tissues is detected

В течение 1-го месяца у пациента восстановилась сила в левой стопе. Парез в сгибателях правой стопы остался на уровне 3 баллов. Частично восстановлена функция мочеиспускания, нормализовался акт дефека-

ции, восстановилась эрекция. Рассстройства поверхностной чувствительности незначительно регрессировали. Боли в спине не беспокоили. Пациент продолжает лечение в реабилитационном стационаре.

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном клиническом наблюдении продемонстрированы возможности чрескожной видеоэндоскопической хирургической техники для удаления инородного тела (пули) из позвоночного канала поясничного отдела и герметизации дефекта ТМО. Несмотря на большое количество работ, посвященных чрескожной эндоскопической спинальной хирургии [15], ее применение при огнестрельных ранениях позвоночника в современной литературе освещено слабо.

Огнестрельные ранения позвоночника на сегодняшний день являются серьезной медицинской проблемой, связанной с отсутствием общепринятого лечебно-диагностического алгоритма. Тактика лечения зависит от механизмов травмы, прогностических механических и биологических факторов, возможностей сканирующих методов обследования, квалификации специалистов, оснащения стационара и правильного выбора хирургического метода [16]. Стандартом в диагностике огнестрельных ранений позвоночника остается рентгеновская компьютерная томография, позволяющая оценить положение пули и степень костных повреждений [7].

Известными показаниями к хирургическому лечению при огнестрельных ранениях позвоночника являются нарастающий неврологический дефицит, компрессия невральных структур костным фрагментом, межпозвонковым диском или инородным телом, ликовая fistula, огнестрельное проникающее слепое повреждение конуса спинного мозга и конского хвоста, нестабильность позвоночника, формирование абсцесса и болевой синдром в позднем периоде травмы [17, 18]. Несмотря на очевидность этих показаний, эффективность хирургического лечения огнестрельных ранений шейного и грудного отделов позвоночника остается низкой. По результатам современных исследований, исходы лечения пострадавших с огнестрельными проникающими слепыми ранениями шейного и грудного отделов позвоночника при отсутствии нарастающего неврологического дефицита не различались в группах консервативного и хирургического лечения [13]. Однако извлечение ранящего снаряда из позвоночного канала пояснично-крестцового отдела способствовало значительному восстановлению неврологических функций конуса спинного мозга и корешков конского хвоста, в особенности если операцию выполняли в ранние сроки [19]. Это можно объяснить наличием большего свободного пространства вокруг конуса и корешков конского хвоста в сравнении с крациальнно расположенными отделами спинного мозга [20]. Целесообразность извлечения пули

из позвоночного канала поясничного отдела также можно обосновать риском ее миграции [21, 22], которая иногда происходит при изменении положения тела после мобилизации пациента в раннем и отдаленном периодах травмы и способствует прогрессированию неврологических симптомов. Исследователи отметили частичное или полное восстановление неврологической функции у всех пациентов после удаления фрагментов пули из позвоночного канала поясничного отдела, в том числе в отдаленном периоде травмы [6, 21, 22]. Некоторые авторы сообщили, что при оставлении инородного тела в позвоночном канале вероятность развития моторной дисфункции у раненых возрастает в 13 раз [23].

В представленном наблюдении неврологический дефицит в меньшей степени затрагивал моторную функцию и в основном был представлен чувствительными и тазовыми расстройствами, что также определило показания к хирургическому вмешательству. Восстановление функции мочеиспускания и дефекации в большей степени зависит от своевременности декомпрессии корешков на уровне позвонков S_2 и S_3 . Согласно ранее проведенным исследованиям, восстановление проводимости хотя бы по 1 из корешков на уровне позвонка S_2 – фактор благоприятного прогноза в отношении восстановления функции мочевого пузыря и кишечника [24]. Кроме того, половая функция также может восстановиться при целостности одного из нервных корешков на уровне позвонка S_3 [20].

Мы не использовали нейропротективную терапию высокими дозами метилпреднизолона с учетом срока, прошедшего с момента ранения, отсутствия признаков повреждения спинного мозга, наличия высокого риска развития инфекционных и желудочно-кишечных осложнений. Кроме того, применение стероидов при синдроме конского хвоста не имеет серьезной доказательной базы [10, 25]. Длительность терапии цефалоспоринами III поколения в описанном случае составила 10 дней, что соответствует рекомендациям [7].

Целью операции при проникающих ранениях позвоночника является декомпрессия нервно-сосудистых образований позвоночного канала, восстановление целостности ТМО и проходимости субарахноидального пространства, так как неустранимая компрессия приводит к развитию миелорадикулопатии и необратимой гибели нервной ткани [7]. Ламинэктомия – наиболее распространенный и универсальный метод создания доступа к ранящему снаряду, расположенному в позвоночном канале, в особенности дорсально [6].

Большинство огнестрельных проникающих ранений не нарушают стабильности позвоночника, а следовательно, применение стабилизирующих методов обычно не требуется [2, 6, 7]. Для достижения основной цели операции – декомпрессии невральных структур путем удаления ранящего снаряда – целесообразно рассмотреть возможность использования минимально

инвазивных хирургических методов. Имеется лишь единичное сообщение о микрохирургическом удалении ранящего снаряда через тубусный ретрактор с использованием заднего доступа по наиболее оптимальной траектории посредством ламинэктомии S_2-S_3 [20].

На сегодняшний день наименее травмирующим из существующих хирургических методов декомпрессии в спинальной хирургии считается чрескожное видеоэндоскопическое вмешательство. Данную операцию выполняют под контролем видеоэндоскопии в жидкой среде через рабочий порт диаметром не более 1 см в условиях постоянной ирригации 0,9 % раствором хлорида натрия, при этом все манипуляции осуществляют через рабочий канал эндоскопа, диаметр которого обычно не превышает 4–5 мм.

К основным преимуществам перкутанной видеоэндоскопии относятся:

- минимизация хирургической травмы,
- уменьшение интраоперационной кровопотери,
- возможность выполнения процедуры под местной анестезией,
- отличная визуализация благодаря высокой освещенности операционной полости, эффектам эндоскопии («глаз внутри», «видение из-за угла») и высокому разрешению видеосигнала,
- меньшая потребность в послеоперационном обезболивании,
- уменьшение частоты инфекционных осложнений,
- сокращение сроков госпитализации, быстрое возвращение пациента к повседневной деятельности [26].

Возможности видеоэндоскопии с каждым годом растут в связи с совершенствованием оборудования, по мере этого расширяется и спектр показаний к ней. Улучшение технических характеристик эндоскопов и инструментария для этого вида вмешательств позволяет осуществлять точное попадание в хирургическую мишень, локализованную в позвоночном канале любого отдела позвоночника, через естественные анатомические пространства позвоночных сегментов (интерламинарный промежуток, межпозвонковое отверстие), а также через межпозвонковый диск и костные структуры [15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Насколько нам известно, это первое в мировой литературе описание опыта выполнения чрескожной видеоэндоскопической операции при огнестрельном слепом пулем проникающем ранении позвоночника. Метод продемонстрировал возможность быстрого и безопасного подхода к ранящему снаряду, расположенному в позвоночном канале поясничного отдела, через интерламинарное окно L_5-S_1 , позволил извлечь пулью и провести ревизию эпидурального пространства и эффективную герметизацию ТМО. Отсутствие послеоперационных инфекционных осложнений и ликвореи, своевременное заживление послеоперационной

и огнестрельной ран, отчетливое улучшение неврологического статуса пострадавшего позволяет рекомендовать метод чрескожной видеоэндоскопии для лечения

аналогичных огнестрельных ранений поясничного отдела позвоночника на этапе оказания специализированной помощи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. М.: Медгиз, 1952. Т. 11. С. 415. [The experience of the Soviet medicine in the Great Patriotic War 1941–1945. Moscow: Medgiz, 1952. Vol. 11. P. 415. (In Russ.)].
- Гайдар Б. В., Верховский А. И. Парфенов В. Е. Боевые повреждения позвоночника и спинного мозга. Журнал «Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко» 1997;(2):44–6. [Gaidar B.V., Verkhovskiy A.I., Parfenov V.E. Combat injuries of the spine and spinal cord. Zhurnal “Voprosy neirohirurgii im. N.N. Burdenko” = Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko 1997;(2):44–6. (In Russ.)].
- Дулаев А. К. Орлов В. П. Хирургическое лечение военнослужащих с боевыми повреждениями позвоночника на территории Чеченской Республики. В сб.: Состояние и перспективы развития военной травматологии и ортопедии. СПб.: Morscap AB, 1999. С. 253–256. [Dulaev A.K. Orlov V.P. Surgical treatment of soldiers with combat injuries of the spine in the territory of the Chechen Republic. In: State and prospects of development of military traumatology and orthopedics. Saint Petersburg: Morsar AV, 1999. Pp. 253–256. (In Russ.)].
- Schoenfeld A.J., Laughlin M.D., McCriskin B.J. et al. Spinal injuries in United States military personnel deployed to Iraq and Afghanistan: an epidemiological investigation involving 7877 combat casualties from 2005 to 2009. *Spine Spine (Phila Pa 1976)* 2013;38(20): 1770–8. DOI: 10.1097/BRS. 0b013e31829ef226. PMID: 23759821.
- Beaty N., Slavin J., Diaz C. et al. Cervical spine injury from gunshot wounds. *J Neurosurg Spine* 2014;21(3):442–9. DOI: 10.3171/2014.5.SPINE13522. PMID: 24926931.
- Jakoi A., Iorio J., Howell R., Zampini J.M. Gunshot injuries of the spine. *Spine J* 2015;15(9):2077–85. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.06.007. PMID: 26070284.
- Волков П. В., Гринь А. А. Тактика хирургического лечения больных с огнестрельными и колото-резанными ранениями позвоночника и спинного мозга. *Нейрохирургия* 2010;(2):72–9. [Volkov P.V., Grin A.A. Surgical treatment strategy at patients with gun and stab wounds of vertebrae and spinal cord. *Neyrokhirurgiya* = Russian Journal of Neurosurgery 2010(2):72–9. (In Russ.)].
- Farmer J.C., Vaccaro A.R., Balderston R.A. et al. The changing nature of admissions to a spinal cord injury center: violence on the rise. *J Spinal Disord* 1998;11(5):400–3. PMID: 9811100.
- Hossin J., Joorabian M., Pipelzadah M. et al. A firearm bullet lodged into the thoracic spinal canal without vertebral bone destruction: a case report. *J Med Case Rep* 2011;5:289. DOI: 10.1186/1752-1947-5-289. PMID: 21733154.
- Heary R.F., Vaccaro A.R., Mesa J.J. Steroids and gunshot wounds to the spine. *Neurosurgery* 1997;41(3):576–83. PMID: 9310974.
- Seçer M., Ulutaş M., Alagöz F. et al. Relationship of biological factors to survival in spinal gunshot injuries. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2016;22(3):253–8. DOI: 10.5505/tjes.2015.76228. PMID: 27598589.
- Bumpass D.B., Buchowski J.M., Park A. et al. An update on civilian spinal gunshot wounds: treatment, neurological recovery, and complications. *Spine(Phila Pa 1976)* 2015;40(7):450–61. DOI: 10.1097/BRS. 0000000000000797. PMID: 25811133.
- Sidhu G.S., Ghag A., Prokuski V. et al. Civilian gunshot injuries of the spinal cord: a systematic review of the current literature spine. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471(12):3945–55. DOI: 10.1007/s11999-013-2901-2. PMID: 23479233.
- Kalkan E., Keskin F., Cengiz S.L., Baysefer A. A case report of firearm bullet settling into the thoracic spinal canal without causing neurological deficit or vertebral bone destruction. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;127(8):637–41. DOI: 10.1007/s00402-007-0307-x. PMID: 17342523.
- Telfeian A.E., Veeravagu A., Oyelese A.A., Gokaslan Z.L. Brief history of endoscopic spine surgery. *Neurosurg Focus* 2016;40(2):E2. DOI: 10.3171/2015.11. FOCUS15429. PMID: 26828883.
- Jaiswal M., Mittal R.S. Concept of gunshot wound spine. *Asian Spine J* 2013;7(4):359–64. DOI: 10.4184/asj.2013.7.4.359. PMID: 24353856.
- Çiftçi U., Akıncı A.T., Delen E., Güçlühan D. Incomplete isolated C7 root injury caused by gunshot wound: a case report. *Korean J Neurotrauma* 2017;13(1):45–9. DOI: 10.13004/kjnt.2017.13.1.45. PMID: 28512618.
- Hakan T., Çerçi A., Gürcan S., Akçay S. Firearm bullet settling into the lumbar spinal canal without causing neurological deficit: a report of two cases. *Surg Neurol Int* 2016;7(Suppl 10):S251–4. DOI: 10.4103/2152-7806.181978. PMID: 27213110.
- Le Roux J.C., Dunn R.N. Gunshot injuries of the spine – a review of 49 cases managed at the Groote Schuur Acute Spinal Cord Injury Unit. *S Afr J Surg* 2005;43(4):165–8. PMID: 16440591.
- Shen F.H., Samartzis D. Operative management of a sacral gunshot injury via minimally invasive techniques and instrumentation. *Asian Spine J* 2013;7(1):44–9. DOI: 10.4184/asj.2013.7.1.44. PMID: 23508557.
- Çağavi F., Kalayci M., Seçkiner I. et al. Migration of a bullet in the spinal canal. *J Clin Neurosci* 2007;14(1):74–6. DOI: 10.1016/j.jocn.2005.12.042. PMID: 17138071.
- Kafadar A.M., Kemerdere R., Isler C., Hancı M. Intradural migration of a bullet following spinal gunshot injury. *Spinal Cord* 2006;44(5):326–9. DOI: 10.1038/sj.sc.3101808. PMID: 16172630.
- Chittiboina P., Banerjee A.D., Zhang S. et al. How bullet trajectory affects outcomes of civilian gunshot injury to the spine. *J Clin Neurosci* 2011;18(12):1630–3. DOI: 10.1016/j.jocn.2011.02.047. PMID: 22001241.
- Gunterberg B., Romanus B., Stener B. Pelvic strength after major amputation of the sacrum. An experimental study. *Acta Orthop Scand* 1976;47(6):635–42. PMID: 1015258.
- Levy M.L., Gans W., Wijesinghe H.S. et al. Use of methylprednisolone as an adjunct in the management of patients with penetrating spinal cord injury: outcome analysis. *Neurosurgery* 1996;39(6):1141–9. PMID: 8938768.
- Schubert M., Hoogland T. Endoscopic transforaminal nucleotomy with foraminoplasty for lumbar disk herniation. *Oper Orthop Traumatol* 2005;17(6):641–61. DOI: 10.1007/s00064-005-1156-9. PMID: 16369758.

Вклад авторов

М.Н. Кравцов: разработка дизайна исследования, проведение операции, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

С.А. Ландик: проведение операции;

А.А. Дубинин: сбор данных для анализа;

К.С. Азатян: сбор данных для анализа;

Б.В. Гайдар: разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных;

Д.В. Свистов: написание текста статьи.

Authors' contributions

M.N. Kravtsov: developing the research design, performing surgery, analysis of the obtained data, reviewing of publications of the article's theme, article writing;

S.A. Landik: performing surgery;

A.A. Dubinin: obtaining data for analysis;

K.S. Azatyan: obtaining data for analysis;

B.V. Gaidar: developing the research design, reviewing of publications of the article's theme, analysis of the obtained data;

D.V. Svistov: article writing.

ORCID авторов

М.Н. Кравцов: <https://orcid.org/0000-0003-2486-6995>

С.А. Ландик: <https://orcid.org/0000-0001-7482-0368>

А.А. Дубинин: <https://orcid.org/0000-0001-8867-7312>

К.С. Азатян: <https://orcid.org/0000-0002-9472-3060>

Б.В. Гайдар: <https://orcid.org/0000-0003-2430-1927>

Д.В. Свистов: <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

ORCID of authors

M.N. Kravtsov: <https://orcid.org/0000-0003-2486-6995>

S.A. Landik: <https://orcid.org/0000-0001-7482-0368>

A.A. Dubinin: <https://orcid.org/0000-0001-8867-7312>

K.S. Azatyan: <https://orcid.org/0000-0002-9472-3060>

B.V. Gaidar: <https://orcid.org/0000-0003-2430-1927>

D.V. Svistov: <https://orcid.org/0000-0002-3922-9887>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. The patient gave written informed consent to the publication of his data.

Статья поступила: 12.01.2018. Принята к публикации: 23.03.2018.

Article received: 12.01.2018. Accepted for publication: 23.03.2018.