



# ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ МИННО-ВЗРЫВНОГО РАНЕНИЯ Th<sub>11</sub> ПОЗВОНКА С АНАТОМИЧЕСКИМ ПЕРЕРЫВОМ СПИННОГО МОЗГА: РЕДКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И КРАТКИЙ ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ СИТУАЦИИ

**В.А. Мануковский, А.Б. Мовсисян, С.Ю. Тимонин**

*Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий —  
Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого, Новый, Московская область, Россия*

Представлен опыт лечения пациента с минно-взрывным ранением Th<sub>11</sub> позвонка с анатомическим перерывом спинного мозга, двухсторонним гемопневмотораксом. В результате ранения у пациента произошло массивное разрушение мягких тканей с формированием дефекта на всю глубину — до тел позвонков. Описана тактика этапного хирургического лечения пациента: устранение переломовывиха, фиксация позвоночника и пластика мягких тканей раневого дефекта с использованием VAC-системы. Также представлен обзор современных публикаций, посвященных эпидемиологии и тактике лечения боевых повреждений позвоночника и спинного мозга.

**Ключевые слова:** боевая травма позвоночника, боевая позвоночно-спинномозговая травма, лечение боевой травмы позвоночника, боевая травма, огнестрельные ранения позвоночника, VAC-система, VAC-повязка.

Для цитирования: Мануковский В.А., Мовсисян А.Б., Тимонин С.Ю. Хирургическое лечение минно-взрывного ранения Th<sub>11</sub> позвонка с анатомическим перерывом спинного мозга: редкий клинический случай и краткий обзор современной ситуации // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 4. С. 22–29.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.4.22-29>.

## SURGICAL TREATMENT OF A MINE BLAST WOUND OF THE T11 VERTEBRA WITH ANATOMICAL DISRUPTION OF THE SPINAL CORD: A RARE CLINICAL CASE AND A BRIEF REVIEW OF THE CURRENT LITERATURE

V.A. Manukovskiy, A.B. Movsisyan, S.Yu. Timonin

*National Medical Research Center for High Medical Technologies —*

*Central Military Clinical Hospital n.a. A.A. Vishnevsky, Novy settlement, Moscow region, Russia*

The experience of treating a patient with a mine blast wound of the T11 vertebra with an anatomical disruption of the spinal cord, bilateral hemo- and pneumothorax is presented. As a result of the injury, the patient suffered massive destruction of soft tissues with the formation of a full-thickness defect up to the vertebral bodies. The tactics of staged surgical treatment of the patient are described: elimination of fracture dislocation, fixation of the spine and plastic surgery of the soft tissues of the wound defect using the VAC system.

A review of current publications devoted to the epidemiology and tactics of treatment of combat injuries of the spine and spinal cord is presented.

**Key Words:** combat spine injury, combat spinal cord injury, treatment of combat spine injury, combat injury, spinal gunshot wounds, VAC system, VAC bandage.

Please cite this paper as: Manukovskiy VA, Movsisyan AB, Timonin SYu. Surgical treatment of a mine blast wound of the T11 vertebra with anatomical disruption of the spinal cord: a rare clinical case and a brief review of the current literature. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2023;20(4):22–29. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.4.22-29>.

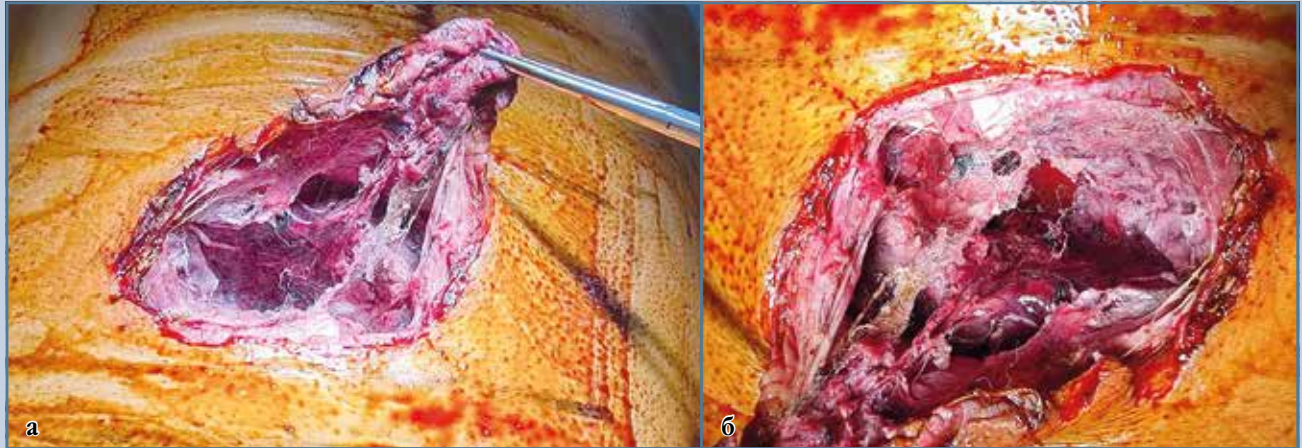
Пациент П., 26 лет, получил минно-взрывное ранение. Доставлен в местную ЦРБ, где установили следующий диагноз: огнестрельное осколочное слепое тораковертбральное ранение; огнестрельный переломовывих Th<sub>11</sub> позвонка с полным анатомическим

перерывом спинного мозга, правосторонний гемоторакс.

Выполнили первичную хирургическую обработку раны (входное отверстие) поясничной области, дренирование плевральной полости по Бюлау. Пациента авиатранспор-

том доставили в нейрохирургический центр.

При поступлении пациент предъявлял жалобы на боль в грудном, поясничном отделах позвоночника, отсутствие движений и чувствительности в ногах.

**Рис. 1**

Сторона ранения пациента П., 26 лет: **а** – общий вид поясничной области после обработки кожи; **б** – вид входного отверстия

Оценили тяжесть травмы и состояния: по ISS – 26 баллов, по ВПХ-СП – 17 баллов (состояние средней тяжести).

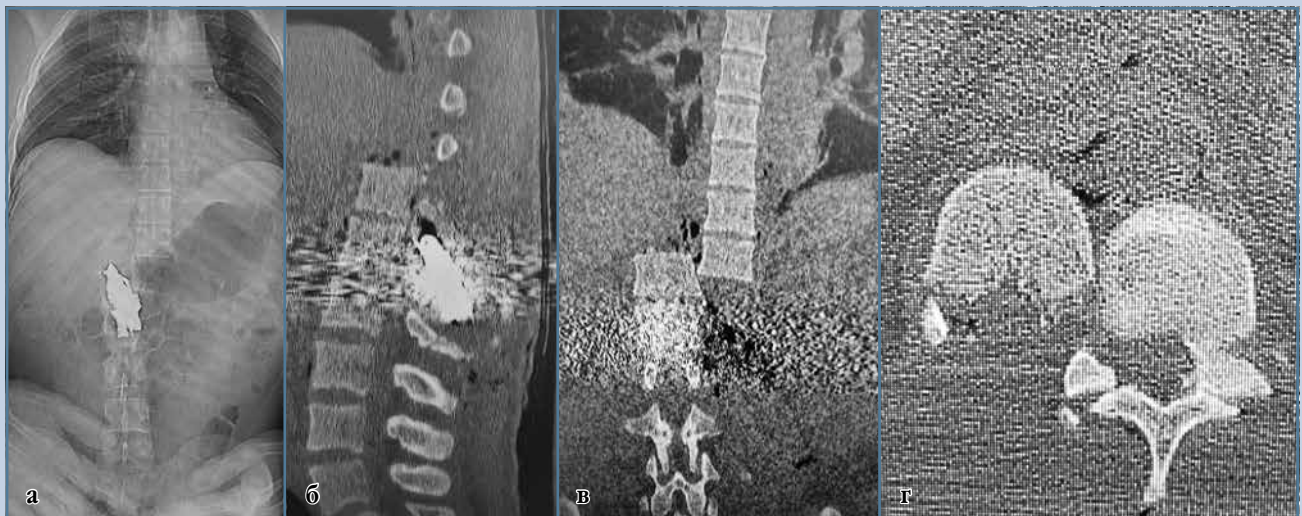
Неврологический статус по стандарту ASIA: тип повреждения – А, полный функциональный и анатомический перерыв с уровня Th<sub>11</sub> позвонка, нарушение функции тазовых органов по типу задержки.

Осмотр зоны ранения: входное отверстие неправильной формы до 12 см в диаметре по средней линии в поясничной области. Рана загрязнена фрагментами одежды. Дном являлся позвоночник. Через рану поступало кровянистое отделяемое, ликвор (рис. 1).

Пациенту выполнили панорамную КТ. Выявлены переломовывихи Th<sub>11</sub>

позвонка, двухсторонний гемопневмоторакс (рис. 2). Обращала на себя внимание эмфизема с распространением воздуха по апоневротическим пространствам мышц спины до шейного отдела.

Диагноз: минно-взрывное ранение; открытая сочетанная проникающая торакоспинальная травма; осколочное слепое проникающее ранение гру-

**Рис. 2**

КТ грудного и поясничного отделов позвоночника раненого П., 26 лет: **а** – топограмма; **б** – сагиттальная реконструкция; **в** – фронтальная реконструкция; **г** – аксиальный срез на уровне переломовывиха



до поясничного отдела позвоночника с нестабильным огнестрельным полным переднебоковым переломовывихом Т<sub>11</sub> позвонка, анатомическим перерывом спинного мозга, нижней параплегией, анестезией с уровня Т<sub>11</sub>, нарушением функции тазовых органов, наружной ликвореей; двухсторонний гемопневмоторакс; травматический пневмонит; рана мягких тканей (входное отверстие в поясничной области). Операция: дренирование правой плевральной полости по Бюлау (удален на 5-е сут). Пролежень ягодичной области.

После обследования и предоперационной подготовки (2-е сут с момента ранения, 1-е сут – с момента поступления) пациенту выполнили первичную хирургическую обработку раны, вправление переломовывиха, пластику твердой мозговой оболочки, заднюю внутреннюю транспедикулярную фиксацию Т<sub>9</sub>–Т<sub>10</sub>–Т<sub>11</sub>–L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> позвонков (рис. 3).

После удаления инородного тела дном раны являлась задняя поверхность тел Т<sub>11</sub> и Т<sub>12</sub> позвонков. Особенностью такого повреждения стало полное отсутствие твердой мозговой оболочки в операционной ране, отслоение мягких тканей от поверхности кости. Попытка за счет ламинэктомии расширить костное окно и выявить край твердой мозговой оболочки не привела к успеху – дефект распространился существенно выше

уровня повреждения. Поврежденный край твердой мозговой оболочки смещен краниально и каудально более чем на сегмент. Визуализировали лишь участки разрушенного спинного мозга и спинно-мозговых корешков. В связи с этим позвоночный канал герметизировали фрагментом апоневроза. Фиксация последнего была затруднена из-за полного отрыва мягких тканей (связок, сухожилий, надкостницы) от поверхности позвонков. Поверхность кости, в том числе задняя поверхность тел позвонков, дужки, дугоотростчатые суставы полностью лишены мягких тканей. Лоскут фиксировали фрагментами титановых пластин для краниопластики к позвонкам и костными швами. Достигнута герметичность.

Частично вправили переломовывих. Установили транспедикулярные винты в позвонки Т<sub>9</sub>–Т<sub>10</sub>–Т<sub>11</sub>–L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, достигнута жесткая фиксация.

Из-за внешних загрязнений, большого количества некротизированных и поврежденных тканей в проекции операционной раны предполагалась высокая вероятность развития инфекционных осложнений. Ситуация усугублялась наличием дефекта кожи и мягких тканей в области входного отверстия объемом более 200 см<sup>2</sup>, пластика которого местными тканями не представлялась возможной. Принято решение провести

этапное очищение раны с применением системы вакуумного дренирования (VAC-системы) и последующим полным закрытием (рис. 4).

VAC-система функционировала в течение 10 сут, выполнены три замены губки. Во время перевязок рану обрабатывали растворами антисептиков. После очищения раны выполнили второй этап операции: редукцию остаточного подвывиха – транспедикулярную фиксацию Т<sub>9</sub>–Т<sub>10</sub>–Т<sub>11</sub>–Т<sub>12</sub>–L<sub>1</sub>–L<sub>2</sub>–L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, пластику дефекта мягких тканей (рис. 5).

За счет сближения краев раны после VAC-системы удалось сделать пластику местными тканями, однако в области входа ранящего снаряда оставалась полость, в которую установили активный дренаж на 1 сут. Рана зажила первичным натяжением.

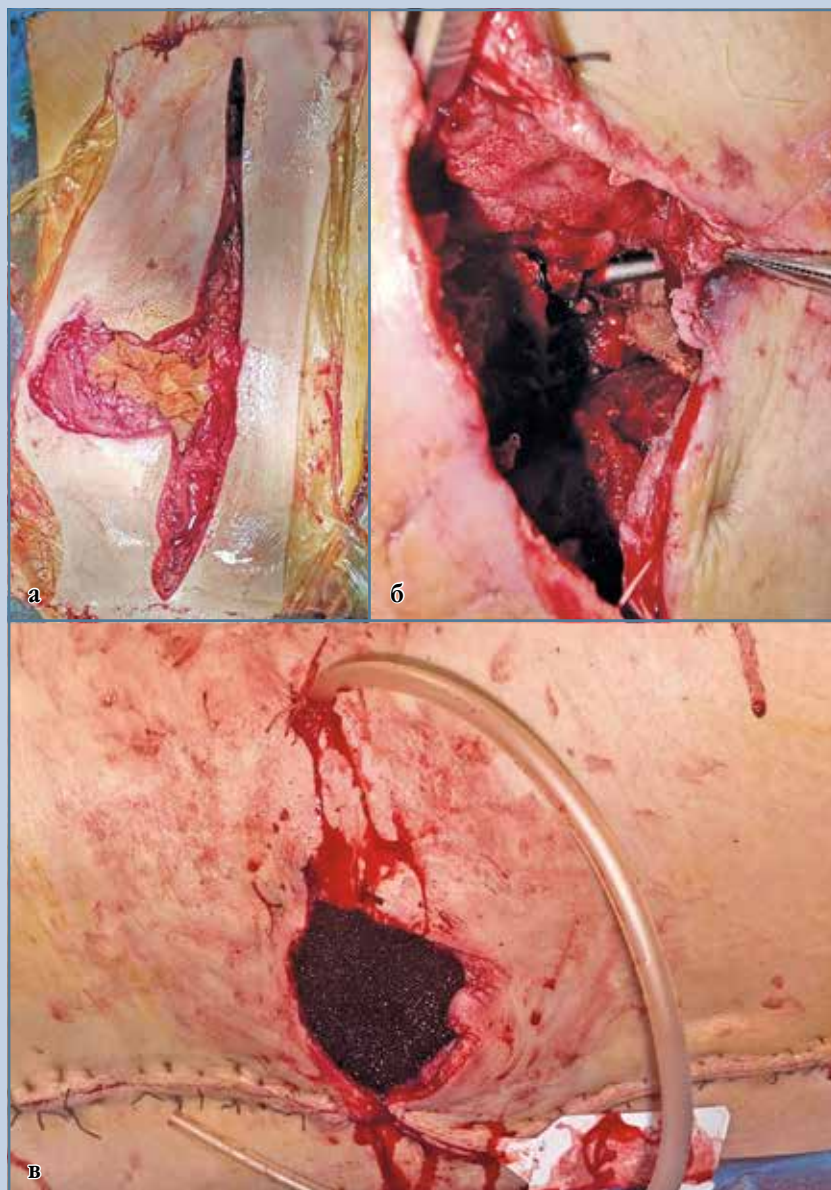
С момента поступления пациенту проводили лечение антибиотиками широкого спектра действия. Были выполнены посевы раневого отделяемого, по результатам которых роста патогенной флоры не обнаружено. Однако через 18 дней после госпитализации в раневом отделяемом была обнаружена *Acinetobacter baumannii*. Провели коррекцию терапии в соответствии с данными антибиотикограммы. На день удаления VAC-системы посевы стерильны.

Травматический пневмонит разрешился на фоне консервативной терапии. Лечение мочевой инфекции



Рис. 3

Интраоперационные фотографии пациента П., 26 лет: **а** – общий вид раны; **б** – задняя поверхность тела позвонка, фрагмент апоневроза, фиксированный титановой сеткой; **в** – инородное тело

**Рис. 4**

Интраоперационный вид раны пациента П., 26 лет: **а** – перед ушиванием; **б** – область дефекта тканей, на дне – металлоконструкция; **в** – губка VAC-системы (см. видео к рис. 4 на сайте журнала)

проводили по стандартной методике при помощи уросеггетиков.

Пациента вертикализировали через двое суток после операции. Через 3 недели перевели в реабилитационный стационар. На момент выписки больной самостоятельно присаживался в кровати, перемещался на кресле-каталке. Уровень боли по ВАШ снизил-

ся с 7 до 2 баллов. В неврологическом статусе нижняя спастическая параплегия и анестезия с уровня D<sub>11</sub>, нарушение функций тазовых органов по центральному типу. Переведен на периодическую катетеризацию. Оценили состояние по госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS) при поступлении и при выписке из стационара

(через 3 недели): зарегистрировано снижение уровня тревожности с 12 до 8 баллов, депрессии – с 12 до 9.

При выписке отмечается положительная динамика в заживлении пролежня на крестце, активное формирование грануляционной ткани.

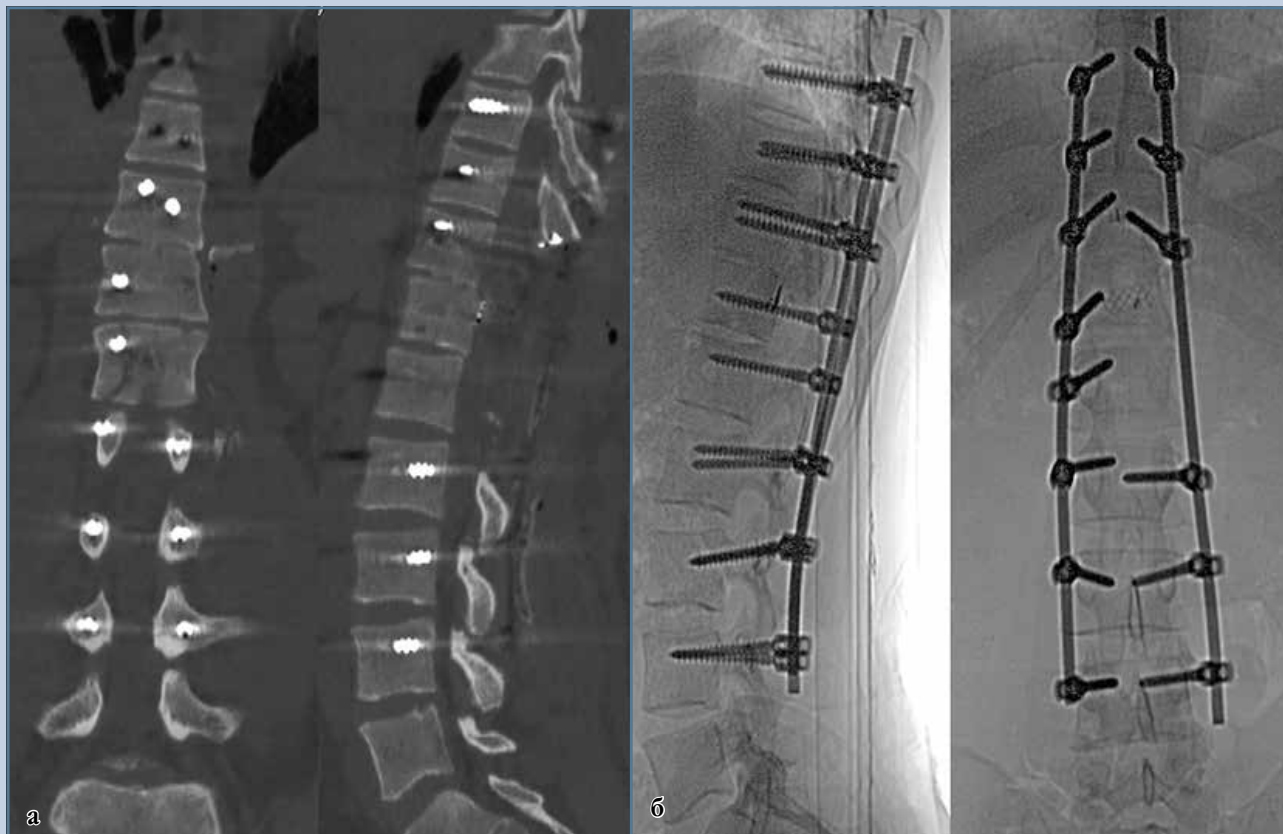
По результату тестирования по шкале EuroQol Group, EQ-5D<sup>TM</sup> также отмечено снижение выраженности тревожности/депрессии на 1 балл. Общая субъективная оценка качества жизни повысилась с 20 до 45 баллов (максимум – 100).

### Обсуждение

Огнестрельные ранения позвоночника и спинного мозга часто приводят к долговременным ограничениям физических возможностей пациента или даже к смерти. При проникающих ранениях исход зависит от типа ранящего снаряда (пуля, осколки взрывного устройства и т.п.), скорости его движения, количества проникающих частиц и, конечно, от характера нанесенных повреждений. Согласно недавнему анализу опубликованных данных по спинальным боевым травмам, наиболее часто поражается поясничный отдел позвоночника (44 % случаев), в трети случаев – грудной (33 %) и реже всего (23 %) – шейный [1]. В историческом контексте большинство подобных случаев составляли пулевые ранения, а в настоящее время большую актуальность приобрели минно-взрывные повреждения. Пулевые ранения головы, шеи, спины и спинного мозга составляют всего 10–21 % от минно-взрывных травм [2].

Наиболее частыми видами переломов позвоночника при таком типе травм являются компрессионный, взрывной и перелом поперечных отростков позвонка (32,0 %, 30,5 % и 24,0 % соответственно) [1]. Поскольку полученные во время боевых действий повреждения позвоночника часто сочетаются с другими травмами и повреждениями, стандартного протокола их лечения не существует. В каждом случае решение принимается индивидуально.



**Рис. 5**

Послеоперационные данные пациента П., 26 лет: **а** – фронтальная и сагиттальная КТ-реконструкции; **б** – спондилограммы в прямой и боковой проекциях

При ранениях высокоскоростными поражающими элементами из-за вероятного образования обширной инфицированной раневой полости, а также наличия осколков и обломков внутри раны необходима ее тщательная санация [3]. Абсолютным показанием к хирургическому вмешательству служит прогрессирующая потеря неврологических функций, особенно при подтверждении компрессии нервных тканей [4]. В то же время следует принимать во внимание, что вероятность осложнений от оперативного вмешательства превышает таковую от консервативного лечения (20 и 7 % соответственно) [5]. Наличие инородного тела (осколков и фрагментов поражающего элемента) и возможности его миграции служит абсолютным показанием к более раннему его уда-

лению, особенно в случае неполного поражения спинного мозга или при прогрессировании неврологических нарушений. При полном анатомическом перерыве спинного мозга удаление инородных тел не приводит к восстановлению неврологических функций [6]. Еще одно показание к хирургическому вмешательству – ликворея. В этом случае операция должна включать в себя прямое восстановление целостности дурального мешка. Возможно применение фибринового клея в комбинации с синтетическим или местным (фрагмент апоневроза) аутоотрансплантатом [1].

К наиболее частым послеоперационным осложнениям боевых спинальных травм относят раневые инфекции, тромбозы вен и ликворею [7].

Schneider et al. [8] описали серию пациентов (46 солдат США), получивших взрывные проникающие ранения спины во время Второй мировой войны. В качестве способа лечения применяли ламинэктомию (при наличии прогрессирующих неврологических нарушений либо нахождении фрагментов осколков или костей в позвоночном канале). В послеоперационном периоде (в сроки до 40 мес.) было отмечено частичное восстановление неврологических функций у 4 из 19 пациентов, поступивших с парализацией, и полное восстановление – у 22 % пациентов с неврологическими нарушениями, у 36 % пациентов улучшения не произошло.

П.В. Волков и А.А. Гринь [9] считают, что хирургическое лечение показано при ранениях позвоночника с повреж-

дением спинного мозга, за исключением случаев мелкооскольчатых ранений (размер осколков не превышает 0,5 см), наружной ликвореи, при наличии сохраняющегося сдавления невралжных структур и посттравматической нестабильности.

В случае возникновения сочетанной патологии хирургическое лечение должно быть направлено на устранение угрозы жизни. Только после стабилизации витальных функций возможна операция на позвоночнике [10, 11].

Schoenfeld et al. [12] описали серию из 50 пациентов, получивших травмы позвоночника (в основном грудно-поясничного отдела) во время военной миссии в Афганистане, причем 30 из них были прооперированы в стране пребывания, а 20 – в госпитале в США. В последнем случае пациентам выполнили следующие операции: декомпрессию и стабилизацию (60 %), только стабилизацию (25 %) только декомпрессию (15 %). У 75 % пострадавших был применен задний доступ, у 5 % – передний, у 20 % – полная реконструкция (360°). У 73 % пациентов, оперированных в Афганистане, применяли декомпрессию со стабилизацией, у 20 % – только декомпрессию, у 7 % – только стабилизацию, причем у большинства из них (97 %) использовали задний доступ. В результате лечения улучшения неврологического статуса было отмечено у 5 % пострадавших, прооперированных в США. Послеоперационные осложнения были отмечены у 20 % пациентов и включали в себя пролежни (3 человека) и тромбоз глубоких вен (2 человека). У 10 % пациентов, прооперированных в Афганистане, отмечено улучшение, однако при этом у 40 % бойцов развились послеоперационные осложнения – пролежни и тромбоз вен (у 5 и 2 пациентов соответственно), а 23 % пострадавших потребовалась повторная операция.

Lawless et al. [13] провели метаанализ пяти публикаций, описывающих 5 серий пациентов (383 человека) с проникающими огнестрельными травмами спинного мозга

(130 – с полным повреждением, 158 – с неполным). В первой группе больных было выполнено 80 операций: у 16 пациентов отмечено улучшение. Во второй группе прооперировали 103 пациента, что привело к улучшению статуса у 77 из них. Проведенные хирургические операции включали в себя (в порядке убывания частоты) декомпрессию (в том числе с удалением попавших в канал фрагментов), ламинэктомию, процедуру стабилизации, санацию раневой полости, цервикальную ризотомию, цервикальную корпорэктомию со стабилизацией, а также внутреннюю фиксацию. Выявленные осложнения: образование свища с ликвореей, менингит и хронический болевой синдром. Следует отметить, что проведенное авторами исследование показало отсутствие существенных различий в последствиях лечения оперативным и консервативным путями.

Аналогичный метаанализ выполнили Bin-Alamer et al. [14]. Авторы отобрали и рассмотрели 10 публикаций, охватывающих данные по 1754 пациентам с проникающими ранениями спинного мозга, 92,6 % из которых были огнестрельными и взрывными травмами. Оперативному вмешательству подверглись 425 пациентов (28,0 % от общего количества, в основном с поражением торакального отдела), из которых 400 (94,1 %) были с огнестрельными травмами. У остальных 1094 пациентов применяли консервативное лечение, у 95,7 % из них были огнестрельные травмы. Виды проведенных операций включали в себя ламинэктомию, санацию ран, удаление инородных тел из позвоночного канала, закрытие твердой мозговой оболочки, в том числе аллотрансплантатом и фибриновым клеем. В более поздние сроки некоторым пациентам выполнили стабилизацию и цервикальную ризотомию для снижения корешкового болевого синдрома. В результате хирургического вмешательства у 108 (41,5 %) пострадавших отмечено улучшение, 146 (56,1 %) человек остались без изменений в статусе, у 6 (2,3 %) отмечено ухудшение.

Послеоперационные осложнения отмечены у 284 пациентов, включая ликворею/свищ (38,5 %), менингит (34,6 %), сепсис (11,5 %), а также единичные случаи легочной эмболии и пневмонии.

В нашем клиническом случае повреждение оценили как абсолютно нестабильное. Смещение позвонков, переломовывих требовали стабилизирующего вмешательства. Обращало на себя внимание, что за истекшее с момента получения ранения время (одни сутки) у больного уже начались трофические нарушения в ягодичной области. Уход за пациентом был затруднен из-за выраженного болевого синдрома при поворотах и опасениях возможных вторичных повреждений сосудистых структур, нарастания смещения позвонков.

Особенностью также стало наличие большой загрязненной раны в области планируемой операции (в проекции кожного разреза), дефекта мягких тканей, вызванного прямым высокоэнергетическим воздействием ранящего снаряда. При таком механизме травмы мы ожидали увеличения зоны повреждения за счет вторичных изменений. Поэтому классически огнестрельные раны ведутся открыто, до очищения. После полной их санации накладывают вторичные швы. Однако такой подход был не применим в нашем случае, учитывая наличие металлоконструкции. Решение об использовании VAC-системы позволило достичь двух целей: очистить рану благодаря ускорению формирования зоны демаркации, а также сблизить ее края за счет постоянного отрицательного давления. При этом рецидива ликвореи не возникло.

Короткие сроки применения VAC-повязки (10 дней с тремя заменами губок) позволили предотвратить формирование биопленок на элементах конструкции и избежать замены или удаления фиксирующей системы.

Несмотря на характер ранения, травматичность выполненных опе-

раций, применение VAC-системы позволило сохранить достигнутые результаты стабилизирующей операции, предотвратить инфицирование и необходимость замены стабилизирующей конструкции. Такая тактика позволила приступить к реабилитационным мероприятиям со вторых суток после операции, а через три недели после завершения хирургического этапа продолжить восстановительное лечение на базе специализированного центра.

### Заключение

Описан клинический случай лечения пациента с минно-взрывным ранением Т<sub>11</sub> позвонка с анатомическим перерывом спинного мозга, двухсторонним гемопневмотораксом. Показан вариант успешного лечения загрязненной огнестрельной раны в области планируемого оперативного вмешательства с обширным дефектом мягких тканей с помощью VAC-системы. Такая тактика позволила предотвратить формирование биопле-

нок на элементах металлоконструкции, а также избежать инфицирования раны.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

### Литература/References

- Low I, Spurrier E, Newell N. Blast Injury to the Spine. In: Bull AMJ, Clasper J, Mahoney PF, eds. Blast Injury Science and Engineering. Springer, Cham. 2022:181–191. DOI: 10.1007/978-3-031-10355-1\_17.
- Есипов А.В., Антонов Г.И., Мануковский В.А., Мовсисян А.Б., Иванов И.И., Кравцов М.Н., Тимонин С.Ю. Эндоскопическое лечение минно-взрывных ранений позвоночника: 3 клинических наблюдения и обзор литературы // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2023. Т. 87. № 3. С. 83–91. [Esipov AV, Antonov GI, Manukovsky VA, Movsisyan AB, Ivanov II, Kravtsov MN, Timonin SYu. Endoscopic treatment of mine-explosive spine injuries: 3 clinical cases and literature review. Zh Vopr Neurokhir Im NN Burdenko. 2023;87(3):83–91]. DOI: 10.17116/neiro20238703183.
- Velmahos GC, Degiannis E, Hart K, Souter I, Saadia R. Changing profiles in spinal cord injuries and risk factors influencing recovery after penetrating injuries. J Trauma. 1995;38:334–337. DOI: 10.1097/00005373-199503000-00004.
- Klimo P Jr, Ragel BT, Rosner M, Gluf W, McCafferty R. Can surgery improve neurological function in penetrating spinal injury? A review of the military and civilian literature and treatment recommendations for military neurosurgeons. Neurosurg Focus. 2010;28:E4. DOI: 10.3171/2010.2.FOCUS1036.
- Venger BH, Simpson RK, Narayan RK. Neurosurgical intervention in penetrating spinal trauma with associated visceral injury. J Neurosurg. 1989;70:514–518. DOI: 10.3171/jns.1989.70.4.0514.
- Le Roux JC, Dunn RN. 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;43:165–168. DOI: 10.7196/SAJS.191.
- Possley DR, Blair JA, Freedman BA, Schoenfeld AJ, Lehman RA, Hsu JR. The effect of vehicle protection on spine injuries in military conflict. Spine J. 2012;12:843–848. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.10.007.
- Schneider RC, Webster JE, Loftstrom JE. A follow-up report of spinal cord injuries in a group of World War II patients. J Neurosurg. 1949;6:118–126. DOI: 10.3171/jns.1949.6.2.0118.
- Волков П.В., Гринь А.А. Тактика хирургического лечения больных с огнестрельными и колото-резаными ранениями позвоночника и спинного мозга // Нейрохирургия. 2010. № 2. С. 72–79. [Volkov PV, Grin AA. Tactics of surgical treatment of patients with gunshot and stab wounds of the spine and spinal cord // Neurosurgery. 2010;(2):72–79].
- Гайдар Б.В., Верховский А.И., Парфенов В.Е. Боевые повреждения позвоночника и спинного мозга // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 1997. № 2. С. 44–46. [Gajdar BV, Verhovskij AI, Parfenov VE. Combat injuries of the spine and spinal cord. Zh Vopr Neurokhir Im NN Burdenko. 1997;2:44–46].
- Мануковский В.А., Тулупов А.Н. Огнестрельные ранения груди, живота, таза и позвоночника: руководство для врачей. М., 2022. [Manukovsky VA, Tulupov AN. Gunshot wounds of the chest, abdomen, pelvis and spine: a guide for doctors. Moscow, 2022].
- Schoenfeld AJ, Mok JM, Cameron B, Jackson KL, Serrano JA, Freedman BA. Evaluation of immediate postoperative complications and outcomes among military personnel treated for spinal trauma in Afghanistan: a cohort-control study of 50 cases. J Spinal Disord Tech. 2014;27:376–381. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182a355c6.
- Lawless MH, Lytle EJ, McGlynn AF, Engler JA. Surgical management of penetrating spinal cord injury primarily due to shrapnel and its effect on neurological outcome: a literature review and meta-analysis. J Neurosurg Spine. 2018;28:63–71. DOI: 10.3171/2017.5.SPINE161037.
- Bin-Alamer O, Bhenderu LS, Stuebe C, Sagoo NS, Palmisciano P, Haider M, Aoun SG, Haider AS. Penetrating spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis of clinical features and treatment outcomes. Spinal Cord. 2022;60:845–853. DOI: 10.1038/s41393-022-00813-x.

### Адрес для переписки:

Мануковский Владимир Анатольевич  
143420, Россия, Московская область, Красногорск, п. Новый, 1,  
НМИЦ высоких медицинских технологий – Центральный  
военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого,  
mmamanv@mail.ru

Статья поступила в редакцию 29.08.2023

Рецензирование пройдено 10.10.2023

Подписано в печать 16.10.2023

### Address correspondence to:

Manukovskiy Vladimir Anatolyevich  
National Medical Research Center for High Medical Technologies  
n.a. A.A. Vishnevsky,  
1 Novy settlement, Krasnogorsk, Moscow region, 143420, Russia,  
mmamanv@mail.ru

Received 29.08.2023

Review completed 10.10.2023

Passed for printing 16.10.2023

Владимир Анатольевич Мануковский, канд. мед. наук, подполковник медицинской службы, начальник 31-го отделения нейрохирургии, Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого, Россия, 143420, Московская область, Красногорск, п. Новый, 1, ORCID: 0009-0000-7727-9589, [mtamanv@mail.ru](mailto:mtamanv@mail.ru);

Арсен Борисович Мовсисян, врач-нейрохирург, Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого, Россия, 143420, Московская область, Красногорск, п. Новый, 1, ORCID: 0000-0002-9291-9027, [arsenicum\\_89@mail.ru](mailto:arsenicum_89@mail.ru);

Станислав Юрьевич Тимонин, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого, Россия, 143420, Московская область, Красногорск, п. Новый, 1, ORCID: 0000-0003-3982-4560, [89162171431@mail.ru](mailto:89162171431@mail.ru).

Vladimir Anatolyevich Manukovskiy, MD, PhD, lieutenant colonel of medical service, Head of the neurosurgical department No. 31, National Medical Research Center for High Medical Technologies n.a. A.A. Visbnevsky, 1 Novy settlement, Krasnogorsk, Moscow region, 143420, Russia, ORCID: 0009-0000-7727-9589, [mmamanv@mail.ru](mailto:mmamanv@mail.ru);

Arsen Borisovich Mowsisyan, neurosurgeon, National Medical Research Center for High Medical Technologies n.a. A.A. Visbnevsky, 1 Novy settlement, Krasnogorsk, Moscow region, 143420, Russia, ORCID: 0000-0002-9291-9027, [arsenicum\\_89@mail.ru](mailto:arsenicum_89@mail.ru);

Stanislav Yuryevich Timonin, MD, PhD, neurosurgeon, National Medical Research Center for High Medical Technologies n.a. A.A. Visbnevsky, 1 Novy settlement, Krasnogorsk, Moscow region, 143420, Russia, ORCID: 0000-0003-3982-4560, [89162171431@mail.ru](mailto:89162171431@mail.ru).