

Возможности транспедикулярной репозиции позвоночника. Клинический случай

В.Д. Усиков¹, В.С. Куфтов²

¹Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург

²Брянская городская больница № 1

Possibilities of transpedicular reposition of the spine. A clinical case

V. Usikov¹, V. Kuftov²

¹Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg

²Bryansk City Hospital No. 1

© В.Д. Усиков, В.С. Куфтов, 2025 г.

Резюме

Введение. Вопросы эффективности восстановления вертикальных размеров тел поврежденных позвонков при закрытой декомпрессии позвоночного канала в зависимости от повреждения костно-связочных образований позвоночника и времени с момента травмы остаются спорными. **Цель исследования.** На клиническом примере показать возможности выполнения аппаратной репозиции тела позвонка L₁ с достижением рассчитанных индивидуальных целевых показателей, в сроки, традиционно считающиеся поздними для эффекта лигаментотаксиса. **Материалы и методы.** Пациентка 43 лет с компрессионно-оскольчатый переломом тела позвонка L₁ типа A4 по AOSpine, неврологические расстройства степени D по ASIA. **Результаты.** После расчета реальных и теоретических вертикальных размеров поврежденного позвонка со смежными дисками в качестве первого этапа запланированной декомпрессионно-стабилизирующей операции на 23-и сутки с момента травмы выполнена репозиция и фиксация позвоночника транспедикулярной системой, обеспечившая без выполнения декомпрессии восстановление переднего размера тела позвонка с 59,3 до 91,6%, заднего — с 71,4 до 97,4%, исправление угла деформации с 17,2° до –2,5° (на 19,7°) с уменьшением степени компрессии позвоночного канала с 58,3 до 23,4% с последующим регрессом

неврологических нарушений. **Обсуждение.** Описывается восстановление анатомических параметров поврежденного позвонка при использовании закрытой репозиции в разные сроки после травмы. **Заключение.** Клиническое наблюдение демонстрирует возможность эффективной репозиции перелома позвонка с восстановлением рассчитанных размеров тел, межтеловых промежутков и сегментарного угла в сроки более 3 нед с момента травмы — что традиционно не рекомендуется для закрытой не прямой декомпрессии позвоночного канала за счет лигаментотаксиса. Использование предоперационного планирования и пошаговых репозиционных маневров позволило добиться анатомической коррекции деформации, закрытой декомпрессии спинного мозга и стабильной фиксации позвоночника.

Ключевые слова: перелом позвонка, репозиция позвоночника, закрытая декомпрессия, лигаментотаксис

Summary

Introduction. The effectiveness of restoring the vertical dimensions of the bodies of damaged vertebrae during closed decompression of the spinal canal, depending on the damage to the bone and ligamentous formations of the spine and the time since the injury, remains controversial. **Objective.** Using a clinical example, to

show the possibilities of performing hardware reposition of the L₁ vertebra body with the achievement of calculated individual targets, at a time traditionally considered late for the ligamentotaxis effect. **Materials and methods.** A 43-year-old patient with a compression comminuted fracture of the L₁ vertebra, type A4 according to AOSYPE, D degree neurological disorders according to ASIA. **Results.** After calculating the real and theoretical vertical dimensions of the damaged vertebra with adjacent discs, as the first stage of the planned decompression-stabilizing operation, on the 23rd day after the injury, the spine was repositioned and fixed with a transpedicular system, which ensured, without decompression, the restoration of the anterior vertebral body size from 59.3% to 91.6%, the posterior from 71.4% to 97.4%, and the correction of angle of deformation from 17.2° to -2.5° (by 19.7°) with a decrease in the degree of compression of the

spinal canal from 58.3% to 23.4%, followed by regression of neurological disorders. **Discussion.** Described are the restoration of anatomical parameters of a damaged vertebra when using a closed reposition at different times after injury. **Conclusion.** Clinical observation demonstrates the possibility of effective reposition of a vertebral fracture with restoration of the calculated body sizes, interbody spaces and segmental angle within three weeks from the moment of injury, which is traditionally not recommended for closed indirect decompression of the spinal canal due to ligamentotaxis. The use of preoperative planning and step-by-step repositioning maneuvers made it possible to achieve anatomical correction of deformity, closed decompression of the spinal cord and stable fixation of the spine.

Keywords: vertebral fracture, spinal reposition, closed decompression, ligamentotaxis

Введение

В основе лечения переломов позвоночника лежит декомпрессия содержимого позвоночного канала для предотвращения прогрессирования неврологических нарушений с восстановлением анатомии, а также опорности и стабильности поврежденного сегмента [1].

Непрямая декомпрессия в хирургии позвоночника означает ликвидацию сдавления структур позвоночного канала без удаления компримирующей ткани [2], которая выполняется в основном из заднего доступа за счет лигаментотаксиса и связочного аппарата диска в момент репозиции перелома [3]. Важно анатомически восстановить размеры тел позвонков, чтобы биомеханически и функционально приблизить позвоночник к исходному состоянию.

Для дозированной трехплоскостной репозиции и фиксации позвоночника В.Д. Усиковым разработана транспедикулярная система «Синтез» [4], прошедшая стендовые испытания и усовершенствования. При этом для восстановления исходных вертикальных размеров поврежденного тела позвонка со смежными дисками предложено до операции рассчитывать индивидуальные целевые показатели вертикальных размеров тела позвонка со смежными дисками и локального сегментарного угла, к которым необходимо стремиться при выполнении репозиции с максимально возможной закрытой декомпрессией содержимого позвоночного канала. Для расчетов индивидуальных целевых показателей разработана модель позвоночника, состоящая из трех тел позвонков и четырех смежных дисков [5].

Цель работы

На клиническом примере показать возможности выполнения аппаратной репозиции тела L₁ позвонка

с достижением рассчитанных индивидуальных целевых показателей, в сроки, традиционно считающиеся поздними для эффекта лигаментотаксиса.

Материалы и методы исследования

Дизайн исследования — описание клинического случая с оценкой результатов хирургического лечения. В рамках диагностики выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) позвоночника с контрастным усилением для дифференцировки поражений спинного мозга и оценки эпидуральных структур. По данным спиральной компьютерной томографии (СКТ) проводились морфометрия позвонков и определение минеральной плотности костной ткани с применением программы RadiAnt DICOM Viewer. На этапе предоперационного планирования по морфометрическим данным рассчитаны основные целевые параметры размеров тел позвонков, межтеловых промежутков и сегментарного угла.

На 23-й день от момента травмы при выполнении первого этапа запланированного декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства проведена установка транспедикулярной репозиционной системы, обеспечившая достижение рассчитанных до операции целевых показателей. В динамике по данным СКТ оценены морфометрические показатели поврежденного сегмента, динамика неврологического статуса по шкале ASIA и оценка выраженности болевого синдрома по шкале ВАШ.

Исследование проведено в соответствии с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» от 2000 г. Пациентка подписала информированное согласие на публикацию данных без идентификации личности.

Результаты исследования

Пациентка У., 43 лет, получила травму за 3 нед до поступления в клинику при падении с высоты собственного роста. Беспокоили боли в грудопоясничном отделе позвоночника и незначительная слабость в ногах. На протяжении 3 нед за медицинской помощью не обращалась, ходила без иммобилизации, боли периодически снимала алкоголем. При обследовании выявлен компрессионно-оскольчатый перелом тела позвонка L₁ типа A4 по AOSpine, неврологические расстройства степени D по ASIA (рис. 1).

Характер повреждения (рис. 1, 2) позволял считать перелом патологическим, вызванным остеопорозом или объемным образованием. Однако по данным МРТ с контрастным усилением (см. рис. 2) признаков

экстравертебрального патологического субстрата не выявлено, при проведении СКТ-морфометрия позвонков минеральная плотность костной ткани в соседних позвонках, оцененная в программе RadiAnt, составляла от 140 до 160 ед. НУ, что выше пороговых значений, характерных для остеопении у женщин данной возрастной группы (135 ед. НУ [6]).

С учетом выявленных изменений, жалоб пациентки и сроков после травмы принято решение о выполнении декомпрессивно-стабилизирующей операции. На этапе предоперационного планирования определена траектория введения винтов и проведены расчеты исходных размеров тела позвонка, межтеловых промежутков и угла деформации (рис. 3). При этом расчетные (должные) сегментарные показатели, оцененные как средние между показателями смежных с травмированным

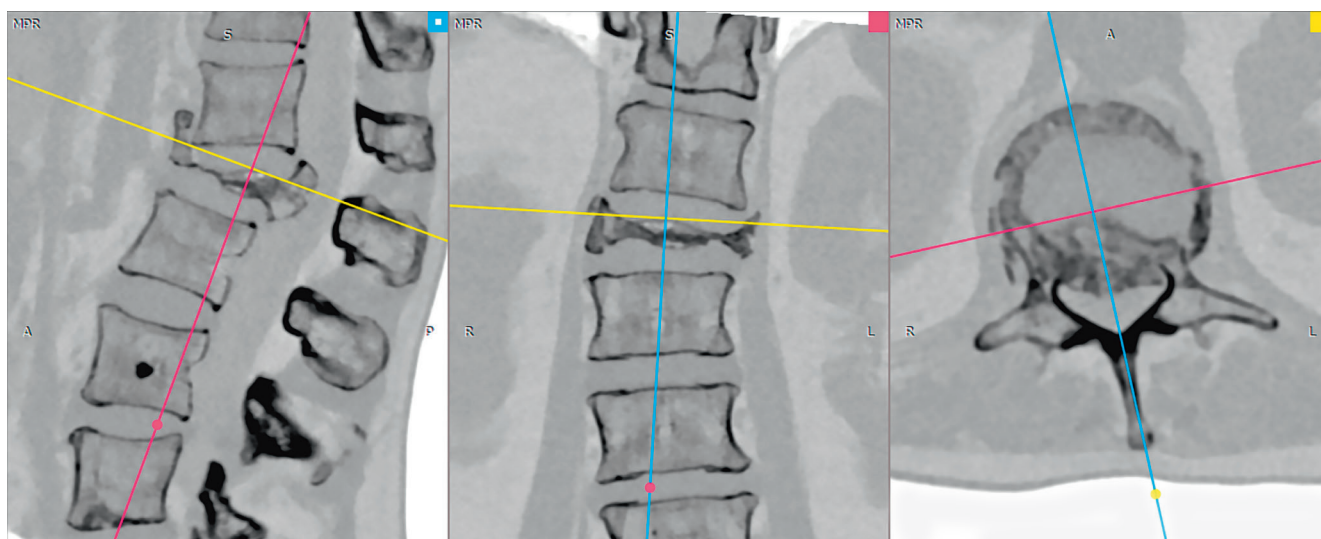


Рис. 1. Спиральные компьютерные томограммы пациентки У. при поступлении (мультипланарная реконструкция)

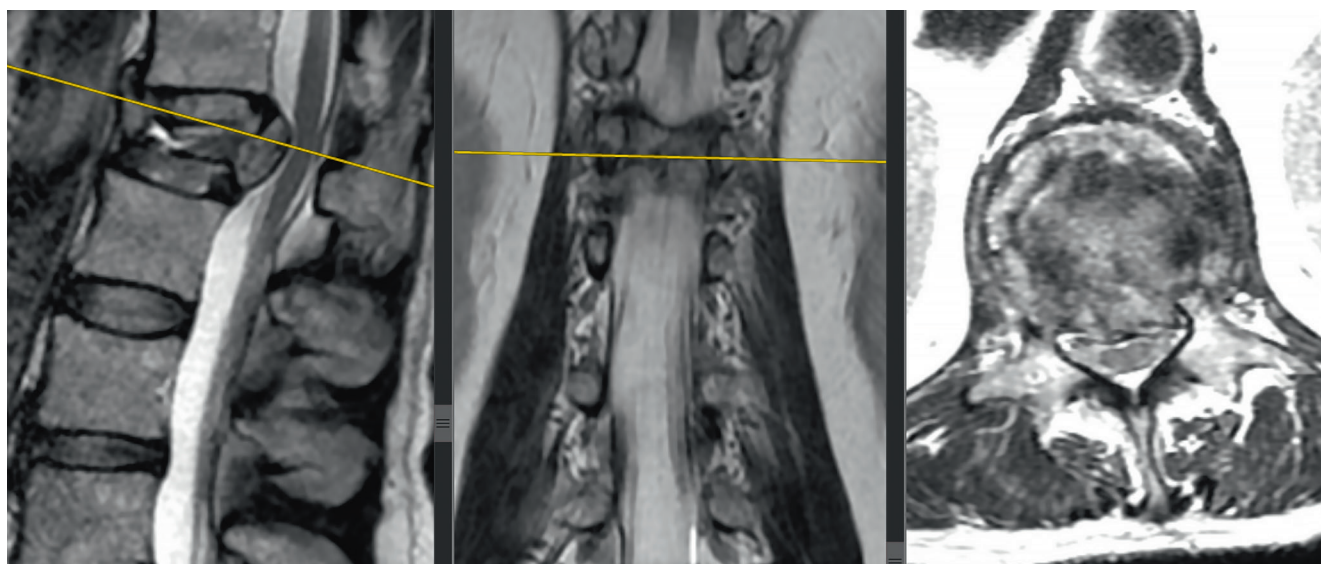


Рис. 2. Магнитно-резонансные томограммы грудопоясничного отдела позвоночника пациентки У. с контрастным усилением

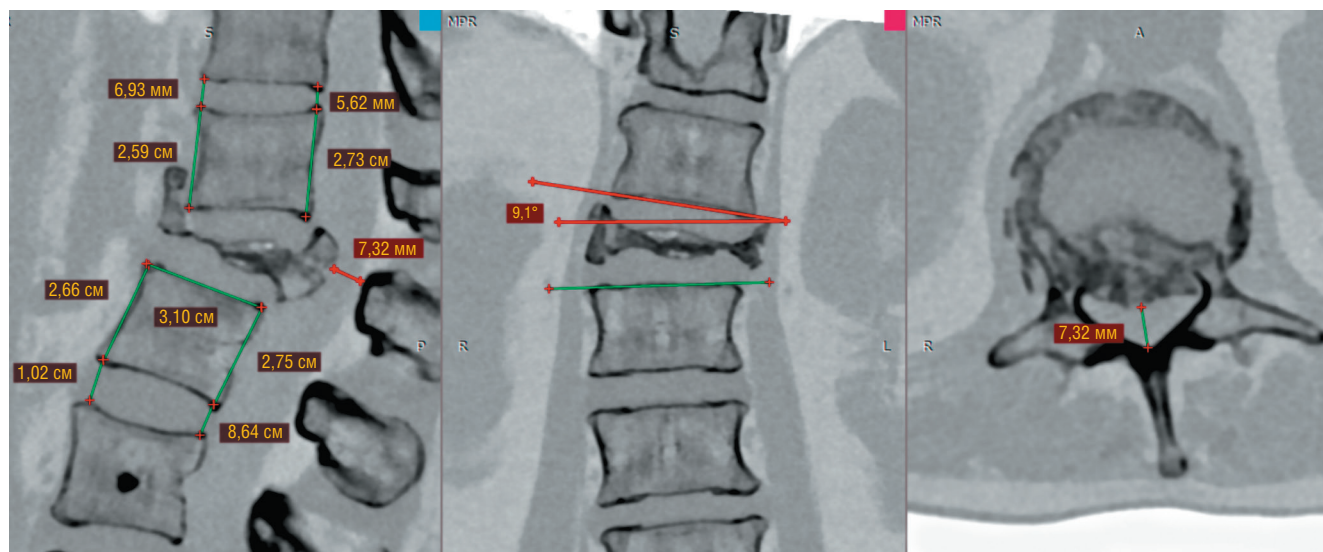


Рис. 3. Измерения вертикальных размеров смежных тел позвонков, межпозвоночных дисков и угла деформации в сагиттальной и фронтальной плоскостях

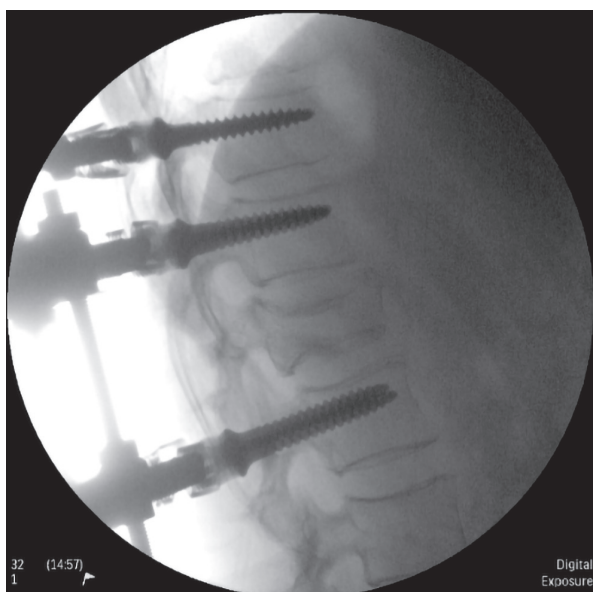


Рис. 4. Проведение винтов с помощью навигационного устройства в тело позвонка Th_{XII}. Вид с экрана монитора электронно-оптического преобразователя

сегментов, составили для высоты переднего отдела тела позвонка 26,3 мм, заднего — 27,4 мм; переднего межтелового промежутка — 43,4 мм, заднего — 41,6 мм; угол деформации — 5,3°. В соответствии с предоперационными расчетами установлено, что передние размеры тела позвонка снижены на 40,7%, задние — на 29,6%, а средние — на 86,0%. Дефицит просвета позвоночного канала составил 58,3%.

Пациентка на 23-й день от момента травмы взята на открытую операцию. Транспедикулярные винты установлены с применением разработанного навигационного устройства (патент РФ № 2753133) в тела позвонков Th_{XII}, Th_{XII} и L_I с двух сторон с помощью раз-

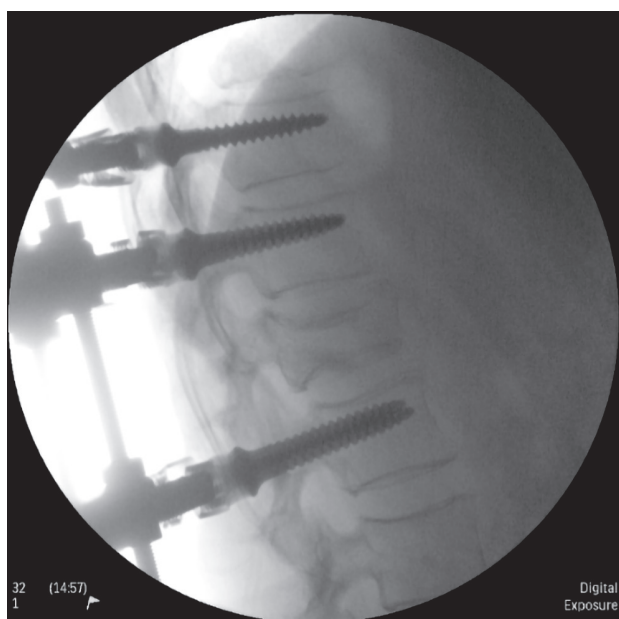
работанного навигационного устройства. На момент проведения винтов без каких-либо репозиционных действий только за счет позиционирования на операционном столе и релаксации под наркозом по экрану монитора ЭОПа отмечено уменьшение угловой деформации (рис. 4), в связи с чем принято решение провести инструментальную непрямую декомпрессию/репозицию, несмотря на поздние сроки после травмы.

Под контролем электронно-оптического преобразователя (ЭОП) на смонтированной системе произведены репозиционные маневры в виде тракции по оси позвоночника с коррекцией угловой деформации (патент РФ № 2753133) [7]. После проведенной манипуляции на экране ЭОПа отмечено значительное восстановление размеров тела позвонка (рис. 5), несмотря на длительный срок после травмы.

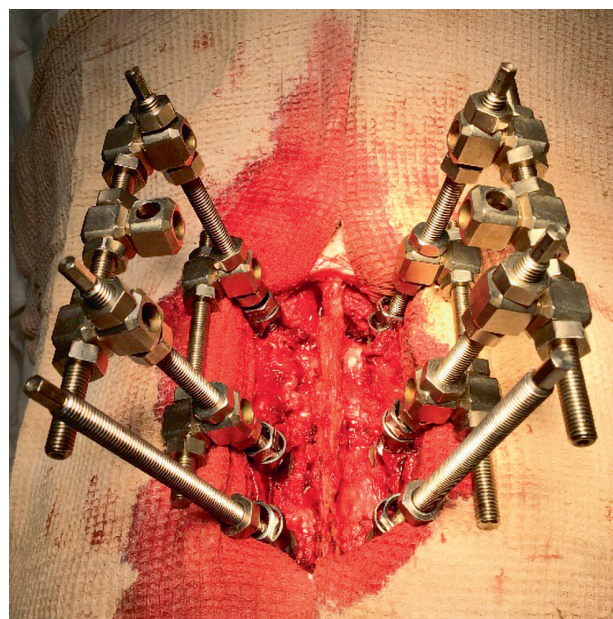
Инструментация продолжена путем установки метчиков (рис. 6, а), а затем и редуционных винтов в тело поврежденного позвонка L_I через предусмотренные муфты на репозиционной системе (рис. 6, б). С данного этапа на фоне продолженных репозиционных маневров начат контроль за восстановлением размеров межтеловых промежутков и угла деформации.

В процессе репозиции достигнуто воспроизведение предоперационно рассчитанных параметров. Окончательное положение винтов и редуционных штанг отражено на рис. 7. На достигнутом результате решено закончить операцию. Конструкция переведена в режим погружной стабилизации.

По данным послеоперационного СКТ-контроля (рис. 8) в процессе репозиционной инструментации позвоночника и закрытой реформации позвоночного канала восстановлены рассчитанные передние и задние размеры тел позвонков, межтеловых промежутков

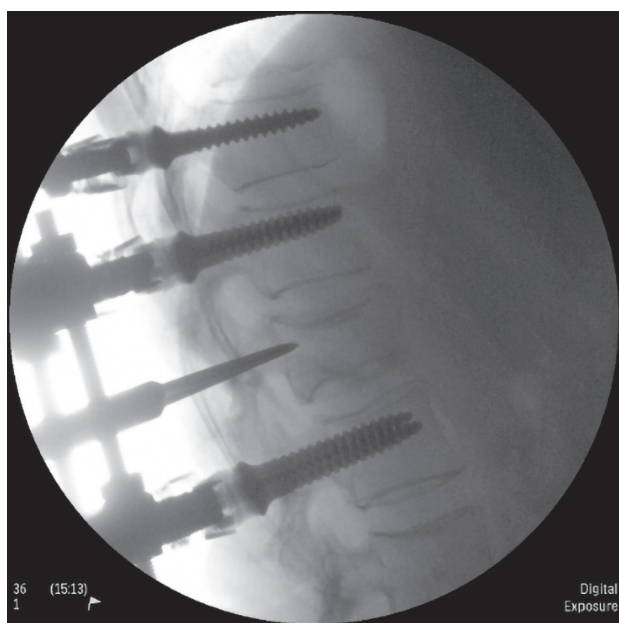


а

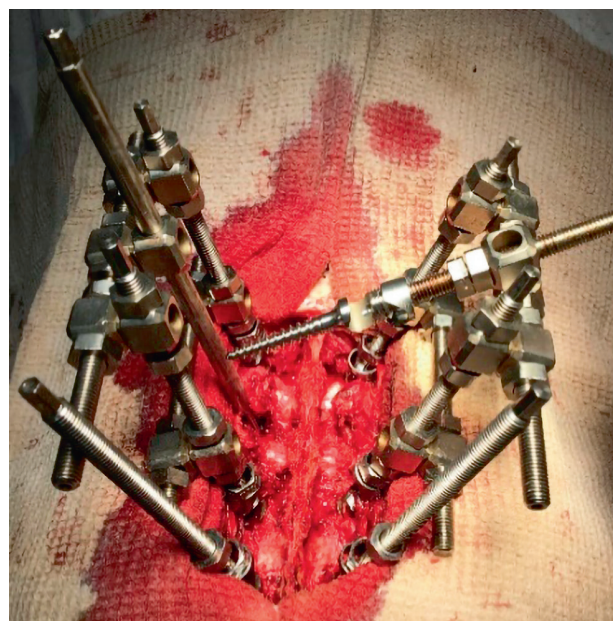


б

Рис. 5. Монтаж внутренней репозиционной системы: а — вид с экрана монитора электронно-оптического преобразователя; б — фото



а



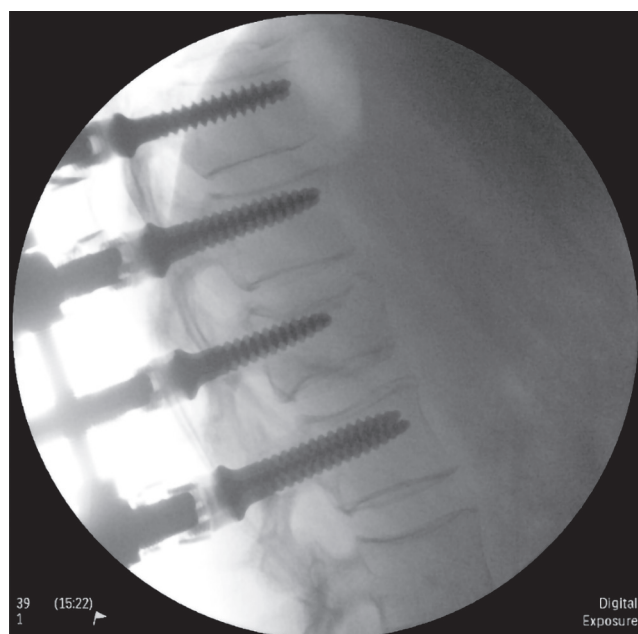
б

Рис. 6. Вид с экрана монитора электронно-оптического преобразователя: проведение метчика (а); фото проведения винта через муфту репозиционной системы (б)

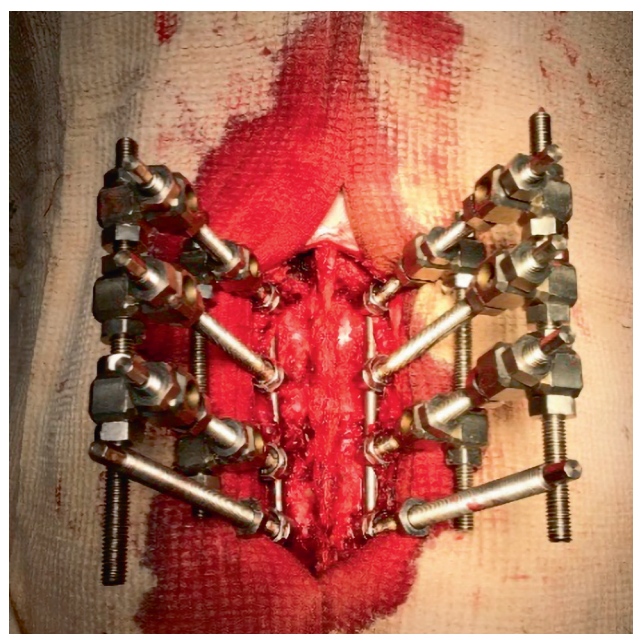
и сегментарного угла, что создало условия для максимально возможного восстановления поврежденного тела позвонка и закрытой декомпрессии спинного мозга. Минимальная угловая деформация тела позвонка во фронтальной плоскости с углом в $2,7^\circ$ сопровождается исправлением сегментарного кифоза с $17,2^\circ$ до $-2,5^\circ$ (на $19,7^\circ$), отличаясь от рассчитанного лишь на $2,8^\circ$ (соответствует ошибке измерения). При этом передние размеры поврежденного тела позвонка восстановились

до 91,6%, задние — до 97,4% от рассчитанных, а степень компрессии позвоночного канала уменьшилась вдвое, до 23,4%. В течение 2 нед регрессировали неврологические расстройства и практически купировался болевой синдром (до 1 по ВАШ).

Рекомендовано наблюдение пациентки в динамике, но, к сожалению, после выписки из стационара она не явилась на контрольные осмотры и не отвечает на документальные запросы.



a



б

Рис. 7. Финал этапа репозиции и постановка фиксирующих штанг: *a* — вид с экрана монитора электронно-оптического преобразователя; *б* — фото

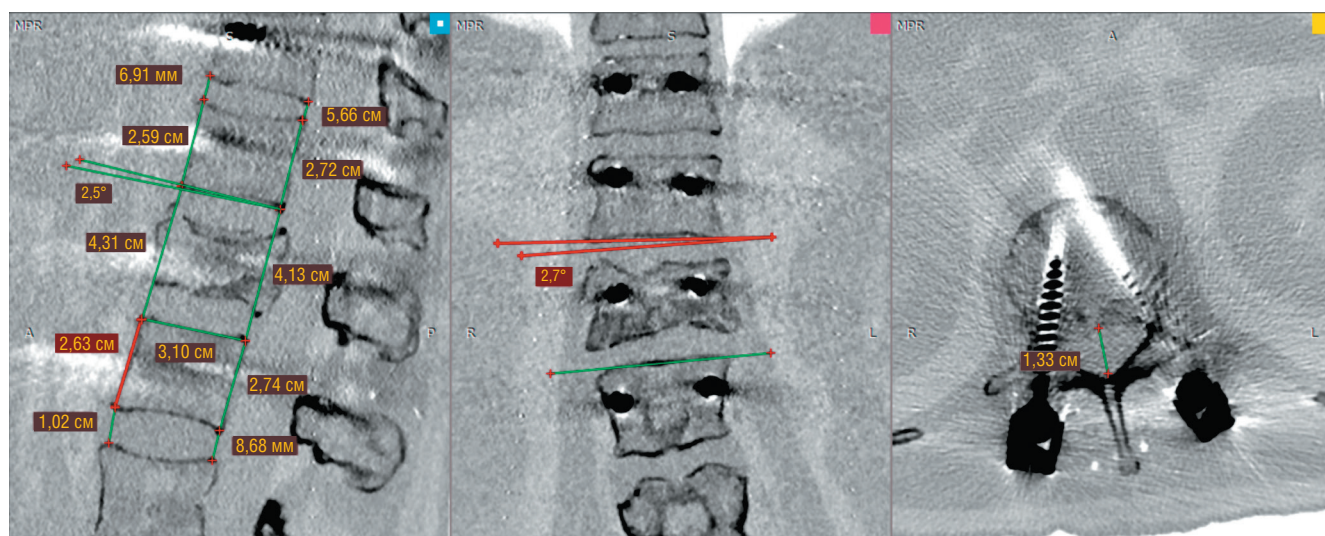


Рис. 8. Спиральные компьютерные томограммы пациентки У. через день после оперативного лечения

Обсуждение результатов

Неустранимая деформация позвоночника может привести к неправильному положению соседних сегментов, к изменениям в общей статике позвоночника и хроническому болевому синдрому [8]. Хороший отдаленный исход с минимальными осложнениями может быть достигнут только при соблюдении биомеханических принципов восстановления сагиттального профиля позвоночника: чрезмерная или недостаточная коррекция деформации позвоночника способствует развитию синдрома смежного уровня [9].

Эффект от не прямой закрытой декомпрессии позвоночного канала можно получить за счет укладки на операционном столе и инструментальной коррекцией транспедикулярных винтов. Правильное положение пациента на операционном столе с соответствующим лордозом может помочь в достижении частичного исправления деформации [10].

Редукционные маневры позволяют увеличить резервы эпидурального пространства путем частичного или полного вправления фрагментов и таким образом снизить риск возникновения неврологических осложнений. Решение о способе восстановления формы позвоночного

канала должно быть направлено в сторону уменьшения травматичности хирургического вмешательства [11].

Непрямая декомпрессия позвоночного канала с помощью задней дистракции и транспедикулярная стабилизация считается оптимальным методом лечения большинства нестабильных разрывных переломов грудного поясничного отдела. Это менее обширная хирургическая процедура с сопоставимым клиническим эффектом, чем комбинированный передний и задний доступ [12].

Эффективность репозиционной декомпрессии позвоночного канала на нижнегрудном и поясничном отделах коррелирует с процентом компрессии позвоночного канала и сопоставима с декомпрессивной ламинэктомией [13]. Непрямая декомпрессия считается эффективной при первоначальном стенозе от 34,0 до 66,0% и если она выполняется в течение первых 4 дней [14].

Непрямая декомпрессия может быть эффективной при смещении костного фрагмента в позвоночный канал не более 50,0%, и при сохранении задней продольной связки [15]. По данным P.G. Whang и соавт. [16], во время дистракции позвоночника высота тела позвонка увеличивается в среднем на 20,0–30,0%, и лигаментотаксис эффективен при смещении костного фрагмента в канал до 67,0%. При восстановлении анатомии замыкательных пластинок происходит восстановление и поврежденного диска. В экспериментах доказано благоприятное воздействие дистракции на регенерацию дисков за счет улучшения васкуляризации замыкательной пластинки [17].

Немаловажным фактором, влияющим на устранение локальной посттравматической деформации, являются сроки, прошедшие с момента перелома позвонков. Если в течение 72 ч не удается устранить посттравматическую деформацию, то происходит фиксация порочного положения, и в позвоночном канале развиваются рубцовые сращения [18]. Доказана высокая эффективность закрытой репозиционной декомпрессии при позвоночно-спинномозговой травме в нижнегрудном и поясничном отделах в сроки до 10 дней [19]. Эффективность не прямой декомпрессии была выше, когда операция была выполнена как можно раньше, особенно в течение трех дней после травмы. В остром периоде травмы с помощью инструментальной репозиции авторам удалось увеличить переднюю высоту поврежденного позвонка с 48,1 до 92,4%, а заднюю высоту с 86,7 до 97,1% [20].

Восстановление угла деформации на 19,7°, регресс неврологических симптомов в течение 2 нед после

операции, а также значительное снижение болевого синдрома до 1 балла по ВАШ позволяют расценивать результат лечения как клинически успешный. Тем не менее сохранение остаточной фронтальной деформации (2,7°) указывает на необходимость дальнейшего динамического наблюдения. Будем отслеживать катамнез данной пациентки.

Заключение

Клиническое наблюдение демонстрирует возможность эффективной репозиции перелома позвонка с восстановлением рассчитанных размеров тел, межтеловых промежутков и сегментарного угла в сроки более 3 нед с момента травмы, что традиционно не рекомендуется для закрытой не прямой декомпрессии позвоночного канала за счет лигаментотаксиса. Использование предоперационного планирования и пошаговых репозиционных маневров позволило добиться анатомической коррекции деформации, закрытой декомпрессии спинного мозга и стабильной фиксации позвоночника.

Ограничения достоверности результатов

Авторы отдают себе отчет в том, что достоверность представленных результатов ограничивают следующие факты:

- дизайн исследования — клиническое наблюдение; для доказательств эффективности метода необходимы достаточные для статистической обработки серии наблюдений;
- отсутствие возможности оценить минеральную плотность костной ткани у конкретной пациентки с использованием рекомендуемых в качестве стандарта метода рентгеновской остеоденситометрии;
- отсутствие отдаленных результатов лечения.

Именно поэтому авторы представляют данное наблюдение как информацию о возможном расширении временных показаний к эффективному применению технически достаточно простой методики хирургического лечения переломов позвоночника.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Пациентка подписала информированное согласие на участие в исследовании.

Список литературы

1. Гринь А.А., Богданова О.Ю., Кайков А.К., Кордонский А.Ю. Хирургическое лечение пациентов с множественной позвоночно-спинномозговой травмой на грудном и по-

ясничном уровнях (обзор литературы). Нейрохирургия 2018; 20 (1): 64–75. [Grin' A.A., Bogdanova O.Yu., Kaykov A.K., Kordonskiy A.Yu. Surgical treatment of patients with multiple vertebral-spinal trauma at thoracic and lumbar levels (literature review). *Nejrokhirurgiya* 2018; 20 (1): 64–75 (In Russ.)]. doi: 10.17650/1683-3295-2018-20-1-64-75.

2. Yoshihara H. Indirect decompression in spinal surgery. *J. Clin. Neurosci.* 2017 Oct; 44: 63–68. doi: 10.1016/j.jocn.2017.06.061.
3. Song Y., Pang X., Zhu F. Finite element analysis of the indirect reduction of posterior pedicle screw fixation for a thoracolumbar burst fracture. *Medicine (Baltimore)* 2022 Oct 14; 101 (41): e30965. doi: 10.1097/MD.00000000000030965.
4. Усиков В.Д. Руководство по транспедикулярному остеосинтезу позвоночника: Часть I. Повреждения позвоночника и спинного мозга. СПб.: Гиппократ; 2006: 176. [Usikov V.D. Manual of transpedicular osteosynthesis of the spine: Part I. Injuries of the spine and spinal cord. St. Petersburg: Gippokrat; 2006: 176 (In Russ.).]
5. Усиков В.Д., Куфтов В.С., Монашенко Д.Н. Ретроспективный анализ восстановления анатомии поврежденного позвоночно-двигательного сегмента в грудном и поясничном отделах транспедикулярным репозиционным устройством. *Хирургия позвоночника* 2022; 19 (3): 38–48. [Usikov V.D., Kuftov V.S., Monashenko D.N. Retrospective analysis of restoration of the anatomy of the damaged thoracic and lumbar spinal motion segment using transpedicular repositioning device. *Hirurgiya pozvonochnika* 2022; 19 (3): 38–48 (In Russ.).] doi: 10.14531/ss2022.3.38-48.
6. Zaidi Q., Danisa O.A., Cheng W. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation: A Review of Current Literature. *Spine* 2019 Feb 15; 44 (4): E239–E244. doi: 10.1097/BRS.0000000000002813.
7. Куфтов В.С., Усиков В.Д., Монашенко Д.Н., Еремеев М.А. Способ репозиции позвоночника при оскольчатых переломах и переломовывихах грудного и поясничного отделов: Патент 2753133. Бюллетень Изобретения. Полезные модели 2021; 23: 1–12. [Kuftov V.S., Usikov V.D., Monashenko D.N., Ereemeev M.A. Method of spinal reposition in case of comminuted fractures and fractures of the thoracic and lumbar sections: Patent 2753133. *Byulleten' izobreteniya. Poleznye modeli* 2021; 23: 1–12 (In Russ.).]
8. Дулаев А.К., Кутянов Д.И., Мануковский В.А. и др. Выбор тактики и технологии инструментальной фиксации при изолированных неосложненных взрывных переломах грудных и поясничных позвонков. *Хирургия позвоночника* 2019; 16 (2): 7–17. [Dulaev A.K., Kutyanov D.I., Manukovskiy V.A. I dr. Decision-making and technical choice in instrumental fixation for neurologically uncomplicated isolated burst fractures of the thoracic and lumbar vertebrae. *Hirurgiya pozvonochnika* 2019; 16 (2): 7–17 (In Russ.).] doi: 10.14531/ss2019.2.7-17.
9. Lee J.C., Choi S.W. Adjacent Segment Pathology after Lumbar Spinal Fusion. *Asian Spine J.* 2015 Oct; 9 (5): 807–817. doi: 10.4184/asj.2015.9.5.807.
10. Hadgaonkar S., Shah K., Khurjekar K. et al. A Levering Technique Using Small Parallel Rods for Open Reduction of High-Grade Thoracolumbar Dislocation. *Global Spine J.* 2017 Jun; 7 (4): 302–308. doi: 10.1177/2192568217699184.
11. Peng Y., Zhang L., Shi T. et al. Relationship between fracture-relevant parameters of thoracolumbar burst fractures and the reduction of intra-canal fracture fragment. *J. Orthop. Surg. Res.* 2015 Aug 27; 10: 131. doi: 10.1186/s13018-015-0260-2.
12. Афаунов А.А., Усиков В.Д., Афаунов А.И. Возможности транспедикулярного остеосинтеза при лечении травм грудного и поясничного отделов позвоночника. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова* 2004; 11 (4): 68–74. [Afaunov A.A., Usikov V.D., Afaunov A.I. Possibilities of Transpedicular Osteosynthesis in Treatment of Thoracic and Lumbar Spine Injuries. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* 2004; 11 (4): 68–74 (In Russ.).] doi: 10.17816/vto200411468-74.
13. Афаунов А.А., Кузьменко А.В., Басанкин И.В. Дифференцированный подход к лечению пациентов с переломами тел нижнегрудных и поясничных позвонков с травматическими стенозами позвоночного канала. *Хирургия позвоночника* 2016; 13 (2): 8–17. [Afaunov A.A., Kuzmenko A.V., Basankin I.V. Differentiated approach to the treatment of patients with fractures of lower thoracic and lumbar vertebral bodies and traumatic spinal stenosis. *Hirurgiya pozvonochnika* 2016; 13 (2): 8–17 (In Russ.).] doi: 10.14531/ss2016.2.8-17.
14. Gertzbein S.D., Crowe P.J., Fazl M. et al. Canal clearance in burst fractures using the AO internal fixator. *Spine* 1992 May; 17 (5): 558–560. doi: 10.1097/00007632-199205000-00013.
15. Rezvani M., Asadi J., Sourani A. et al. In-Fracture Pedicular Screw Placement During Ligamentotaxis Following Traumatic Spine Injuries, a Randomized Clinical Trial on Outcomes. *Korean J. Neurotrauma* 2023 Mar 13; 19 (1): 90–102. doi: 10.13004/kjnt.2023.19.e9.
16. Whang P.G., Vaccaro A.R. Thoracolumbar fracture: posterior instrumentation using distraction and ligamentotaxis reduction. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2007 Nov; 15 (11): 695–701. doi: 10.5435/00124635-200711000-00008.
17. Zhan J.W., Wang S.Q. et al. Effects of Axial Compression and Distraction on Vascular Bud and VEGFA Expression in the Vertebral Endplate of an Ex Vivo Rabbit Spinal Motion Segment Culture Model. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2021 Apr 1; 46 (7): 421–432. doi: 10.1097/BRS.0000000000003816.
18. Аганесов А.Г. Хирургическое лечение осложненной травмы позвоночника — прошлое и настоящее. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова* 2013; (1): 5–12. [Aganesev A.G. The future and the past of surgery for the complicated spine trauma. *Hirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova* 2013; (1): 5–12 (In Russ.).]
19. Афаунов А.А., Кузьменко А.В. Транспедикулярная фиксация при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника, сопровождающихся травматическим стенозом позвоночного канала. *Хирургия позвоночника* 2011; (4): 008–017. [Afaunov A.A., Kuzmenko A.V. Transpedicular fixation for thoracic and lumbar spine injury with post-traumatic spinal stenosis. *Hirurgiya pozvonochnika* 2011; (4): 008–017 (In Russ.).] doi: 10.14531/ss2011.4.8-17.
20. Moon M.S., Choi W.T., Sun D.H. et al. Instrumented ligamentotaxis and stabilization of compression and burst fractures of dorso-lumbar and mid-lumbar spines. *Indian J. Orthop.* 2007 Oct; 41 (4): 346–353. doi: 10.4103/0019-5413.36999.

Поступила в редакцию 16.05.2025 г.

Сведения об авторах:

Усиков Владимир Дмитриевич — доктор медицинских наук, профессор, старший научный сотрудник отделения нейрохирургии и костной онкологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, д. 8; e-mail: info@rnio.ru; ORCID 0000-0001-7350-6772; Куфтов Владимир Сергеевич — кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург ГАУЗ «Брянская городская больница № 1»; 241035, г. Брянск, ул. Камозина, д. 11; e-mail: hp1bryansk@mail.ru; ORCID 0000-0002-0548-8944.