



ИЗБРАННЫЕ ЛЕКЦИИ ПО ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Д-Р МЕД. НАУК, ПРОФ. Э.А. РАМИХ





ПОВРЕЖДЕНИЯ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА*

Э.А. Рамих

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

Данная публикация продолжает аналитический обзор одной из наиболее актуальных проблем современной вертебрологии — хирургии повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника. Последовательно обосновываются показания, выбор оптимального метода консервативного и оперативного лечения больных с повреждением грудного и поясничного отделов позвоночника. Раскрываются биомеханические основы хирургической стабилизации поврежденных двигательных сегментов грудного и поясничного отделов позвоночника. Подробно излагаются вопросы, связанные с дорсальной фиксацией позвоночника, техникой транспедикулярной фиксации. Обсуждаются вентральные вмешательства на позвоночнике. Детально представляются особенности хирургического лечения переломов тел грудных и поясничных позвонков на фоне остеопороза — перкутанной вертебропластики, кифопластики. Хирургия застарелых, наиболее тяжелых повреждений грудного и поясничного отделов, с неустраненной выраженной деформацией позвоночника завершает данную публикацию.

Ключевые слова: хирургия повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника, фиксация позвоночника, вертебропластика, кифопластика.

INJURIES OF THE THORACIC AND LUMBAR SPINE
E.A. Ramikh

This paper extends the analytical review of surgical treatment for thoracic and lumbar spine injuries, which are one of the most crucial problems of the modern spine medicine. It presents consequent grounds for indications and choice of optimal conservative or surgical treatment of patients with thoracic and lumbar spine injuries. Biomechanical reasoning behind the surgical stabilization of injured segments in the thoracic and lumbar spine is disclosed. Issues of the posterior stabilization of the spine and transpedicular fixation technique are discussed in detail. Anterior methods of surgical intervention are described. The peculiarities of surgical treatment of thoracic and lumbar vertebral body fractures in osteoporosis using percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty are presented. The paper is concluded with issues of surgical treatment of the most severe chronic injuries of the thoracic and lumbar spine with unreduced high-grade deformity.

Key Words: surgical treatment of thoracic and lumbar spine injuries, spine fixation, vertebroplasty, kyphoplasty.

Hir. Pozvonoc. 2008;(2):94–114.

Выбор метода консервативного лечения пациентов с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника

С учетом отмеченных ранее обоснований выбора консервативного лечения различных типов повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника следует подчеркнуть принципиальные позиции, указывающие на предпочтительность такого лечения.

Наибольшее количество переломов грудного и грудопоясничного отделов позвоночника — это компрессионные, стабильные взрывные переломы тел позвонков и изолированные повреждения задних структур, которые классифицируются как стабильные с незначительным риском воз-

никновения неврологического дефицита. Сохраненные костные структуры и связки обычно предотвращают острую нестабильность, но не исключают потенциальной угрозы развития хронической нестабильности. Приблизительно в трети случаев компрессионные переломы сопровождаются выраженным болевым синдромом и требуют длительного постельного режима, постепенной реклинации в комплексе функционального восстановительного лечения. В дальнейшем, при осуществлении внешней иммобилизации позвоночника экстензионным фиксирующим корсетом, пациенты продолжают функциональное восстановительное лечение в амбулаторных условиях. У пожилых людей, если консервативное лечение не позволяет предупредить прогрессирование посттравматической деформации позвоноч-

* Окончание. Начало в № 1/2008, с. 86–106.

ника и проявление постоянной боли, целесообразно проведение вертебропластики, которая позволяет избежать негативных последствий травмы позвоночника [25, 96].

Взрывные переломы, по определению F. Denis [51], — это переломы тела позвонка, сопровождающиеся разрушением передней и средней колонн позвоночника, в том числе задней части тела. Неврологически неосложненные взрывные переломы без повреждения заднего остеолигаментозного комплекса считаются стабильными. K.S. James et al. [83] рекомендуют для пациентов со взрывными переломами и неповрежденным задним отделом позвоночника консервативное лечение.

Взрывные переломы грудных позвонков (Th_1 — Th_{10}) составляют 5—10 % от всех подобных повреждений. Эти переломы более стабильны вследствие наличия реберно-позвоночного связочного комплекса, а также фиксации реберным каркасом. При переломах, не сопровождающихся значительным разрушением тела позвонка, выраженной дислокацией его фрагментов, сегментарным кифозом, применяется консервативное лечение, включающее стабилизацию поврежденного отдела позвоночника за счет внешней иммобилизации корсетом в положении экстензии.

Консервативное лечение взрывных переломов может быть проведено у пациентов со стабильными повреждениями, критерии которых следующие: потеря вентральной высоты тела менее чем 50 %, кифотическая деформация менее 20° и отсутствие признаков повреждения заднего остеолигаментозного комплекса. Протокол лечения таких повреждений: после постепенной рекликации в течение 3—7 дней осуществление внешней иммобилизации позвоночника экстензионным фиксирующим корсетом у гемодинамически стабильных пациентов на срок 16 недель с последующим продолжением иммобилизации съемным ортопедическим корсетом в комплексе восстановительного лечения.

Консервативное лечение также может использоваться у пациентов со взрывными переломами, неосложненными повреждением неврологических структур, сопровождающимися смещением фрагментов до критических величин в позвоночный канал (по данным КТ, не более 30 % на уровне Th_{11} — Th_{12} , не более 40 % — на уровне L_1 , не более 50 % — на уровне L_2 — L_3), при отсутствии значительного кифоза и признаков повреждения заднего лигаментозного комплекса [115]. Данные КТ подтверждают возможность ремоделирования дислоцированных в позвоночный канал костных фрагментов поврежденного тела позвонка путем их резорбции без оперативного вмешательства у пациентов со взрывными переломами [27, 28, 47, 68, 112]. Однако в случае усугубления неврологического дефицита из-за явной или скрытой нестабильности целесообразно провести оперативное лечение [71]. Консервативные методы лечения указанных типов стабильных взрывных переломов тел позвонков грудного и поясничного отделов, как мы подробно отмечали выше, не устраняют деформацию тела сломанного позвонка, не предупреждают увеличение кифо-

тической деформации на уровне поврежденного сегмента и не предупреждают развития остеохондроза в травмированном и смежных сегментах и возникновения функциональной несостоятельности позвоночника. Поэтому консервативное лечение следует применять при таких типах взрывных стабильных переломов тогда, когда у пациента имеются из-за соматической сопутствующей патологии противопоказания к хирургическому лечению или пациент отказывается от оперативного лечения. В остальных случаях при подобных типах взрывных переломов тел позвонков методом выбора является хирургическое лечение — вентральный корригирующий спондилодез с межтеловой эндофиксацией.

Выбор метода оперативного лечения больных с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника

При оценке тяжести возникшего перелома позвонка в грудном или груднопоясничном отделах травматологу необходимо определить структурную целостность позвоночника и наличие влияния повреждения на неврологический статус пострадавшего на основании анализа данных комплексного клинического обследования пациента с использованием современных методов лучевой диагностики и электрофизиологических исследований. Анализ полученных результатов исследования позволяет, как правило, определить тип повреждения позвоночника в соответствии с современными классификациями F. Denis [51], F. Magerl [101], A. Vaccaro [137] и обосновать показания к оперативному вмешательству, отнести его в группу относительных или абсолютных.

Оперативное лечение проводится для решения трех задач: декомпрессии нервных структур с целью оптимизации условий максимального неврологического восстановления; коррекции посттравматической деформации; восстановления стабильности позвоночника путем формирования межтелового сращения. Оперативное вмешательство должно обеспечивать первичную стабилизацию позвоночника и раннюю мобилизацию пациентов для предотвращения или уменьшения последствий длительного постельного режима — легочных расстройств, урологической инфекции, тромбоза глубоких вен и пролежней.

Для пациентов с неполным неврологическим дефицитом с признаками неустраненной компрессии нервно-сосудистых образований показаны в экстренном порядке декомпрессия и стабилизация, создающие условия для неврологического восстановления. Совершенно ясно, что переломовывихи позвоночника являются нестабильными, необходимость их оперативного лечения очевидна.

Повреждения с небольшим кифозом, с выявленным нарушением задних структур нестабильны, они должны лечиться оперативно. Общепринято, что флексионно-дистракционные повреждения также являются потенциально нестабильными. Разрушения заднего остеолигаментозного комплекса, проявляющиеся расширением межостистого промежутка

на 7 мм и более, тяжелой кифотической деформацией, превышающей 20°, относятся к нестабильным повреждениям позвоночника, требующим оперативного лечения.

Ряд пациентов со взрывными переломами тел позвонков без наличия очевидных признаков нестабильного повреждения имеют так называемую скрытую неврологическую нестабильность, которая проявляется позднее болевым синдромом или прогрессирующим неврологическим дефицитом. Корреляция между степенью посттравматической кифотической деформацией в грудном и грудопоясничном отделах и наличием неврологического дефицита большей частью не выявляется. При неврологически неосложненных повреждениях с кифотической деформацией менее 15° и минимальным разрушением задних структур целесообразно консервативное лечение. Вместе с тем хорошо известно, что при консервативном лечении нередко происходит явное усугубление кифотической деформации, которое, как правило, указывает на разрыв заднего связочного комплекса и часто является причиной возникновения хронической прогрессирующей нестабильности, стойкого болевого синдрома, выраженной функциональной несостоятельности позвоночника. В этих случаях очевидна предпочтительность хирургического лечения.

Биомеханические основы хирургической стабилизации поврежденных двигательных сегментов грудного и поясничного отделов позвоночника

Разрушение одной или нескольких структур травмированного позвоночно-двигательного сегмента может привести к неспособности позвоночника противостоять физиологическим нагрузкам. Показания для хирургической стабилизации после поражения определенных структур несущих позвоночных колонн зависят от роли этих структур в общей биомеханической системе стабильности позвоночника. Хирург должен определить, может ли позвоночник функционировать как нагрузочно-несущая колонна, способен ли он нести функциональную и стрессовую нагрузки.

С появлением концепции F. Denis [51] стал возможен более точный анализ стабильности позвоночника. Зная, какая колонна повреждена, клиницисту на основании комплексного обследования легче определить методику, необходимую для восстановления позвоночника как несущей системы.

Биомеханические основы стабилизации позвоночника лежат в области определения восстановления положения равновесия позвоночного столба как нагрузочно-несущей системы [77]. Основываясь на понятии моментальной оси вращения, представляемой точкой в пространстве, относительно которой вращается тело позвонка, объясняются биомеханические нарушения, возникающие в результате разрушения несущих колонн позвоночника.

Для моментальной оси вращения не обязательно находиться в каждой дискретной структуре позвонка, она меняет положение, когда структура изменяет форму или структур-

ная целостность позвонка нарушена. В нормальном интактном позвоночнике моментальная ось вращения определяет точку, вокруг которой действуют как сила гравитации, так и паравертебральные мышцы в функциональном состоянии. По известной аналогии G.L. Lowery et al. [99] сравнивали позвоночник с подъемным краном. В вертикальном положении моменты, созданные силами гравитации и паравертебральной мускулатурой, относительно постоянны и находятся в положении равновесия (рис. 1).

Повреждение передней колонны приводит к перемещению моментальной оси вращения кзади и книзу, что увеличивает плечо рычага гравитации (рис. 2). Для нейтрализации этих сил требуется чрезмерное напряжение паравертебральной мускулатуры.

Одновременное повреждение еще и средней колонны существенно усугубляет смещение моментальной оси вращения. Так, повреждение передней и средней колонн, характерное для взрывных переломов, резко смещает моментальную ось вращения кзади. Мышцы не могут сбалансировать рычаг, созданный силой гравитации, и равновесие нарушается. Новое местоположение моментальной оси вращения в данной ситуации отражает неспособность поврежденного позвоночника и паравертебральной мускулатуры сопротивляться длинному плечу момента гравитации. Это указывает на нестабильный характер повреждений двух колонн позвоночника (рис. 3).

При повреждении задней колонны происходит смещение моментальной оси вращения впереди из-за отсутствия

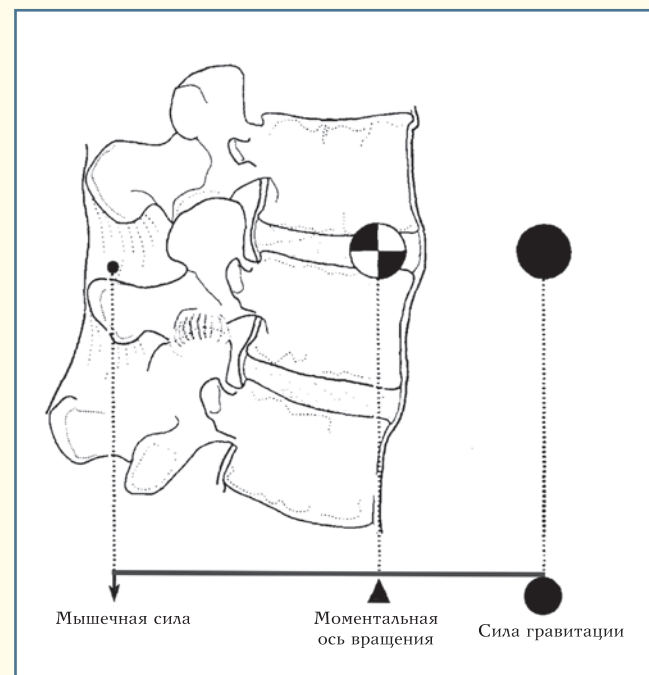


Рис. 1

Нейтральное положение позвоночного сегмента [77]

противодействия паравертебральной мускулатуры силе гравитации вследствие разрушения заднего остеолигаментозного стягивающего комплекса (рис. 4).

Знание закономерностей патологических смещений моментальной оси вращения помогает с наибольшей эффективностью определить способы восстановления ее нормального расположения и оптимально применить тот или иной способ стабилизации поврежденного позвоночника. Следует помнить, что сама стабилизация вносит изменения в расположение моментальной оси вращения в других сегментах, поэтому чем меньше сегментов подвергается хирургической стабилизации, тем с меньшей вероятностью можно предположить влияние фиксации на смежные сегменты.

Таким образом, при повреждении передней и средней колонн для восстановления равновесной системы необходимо переносить вперед смещенную дорсально моментальную ось вращения, уменьшая длину рычага гравитации.

При повреждении задней позвоночной колонны с клинических и биомеханических позиций показано применение дорсального инструментария, так как моментальная ось вращения восстанавливает свое положение при искусственном восстановлении анатомической целостности заднего остеолигаментозного стягивающего комплекса.

Итак, при оперативном лечении поврежденного позвоночника необходимо максимально полно восстанавливать поврежденные анатомические структуры, полностью исправлять посттравматическую деформацию, восстанавливая таким образом анатомическую ось сегмента, что позволяет достичь сагиттального баланса туловища.

Стабилизация в порочном положении, пусть даже очень надежная, неизбежно приводит к компенсаторным изменениям положения моментальной оси вращения на поврежденном и нижележащих уровнях, к нарушению баланса сил гравитации и активной мускулатуры. Срыв такой компенсации является причиной болевого синдрома, функциональной несостоятельности позвоночника.

Методы хирургического лечения пациентов с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночника

Дорсальная стабилизация

Показания к инструментальной фиксации возникают в результате нарушения биомеханики позвоночно-двигательных сегментов и резко снижающейся способности их не только балансировать, но и нести гравитационную нагрузку. Среди современных способов задней внутренней фиксации грудного, грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника лидирующее место занимает транспедикулярная фиксация, предложенная R. Roy-Camille в 1963 г. [125] и впоследствии развитая W. Dick [56].

Данный вид фиксации, обеспечивая стабильность в трех плоскостях, может применяться как самостоятельный способ оперативного лечения повреждений грудного и пояс-

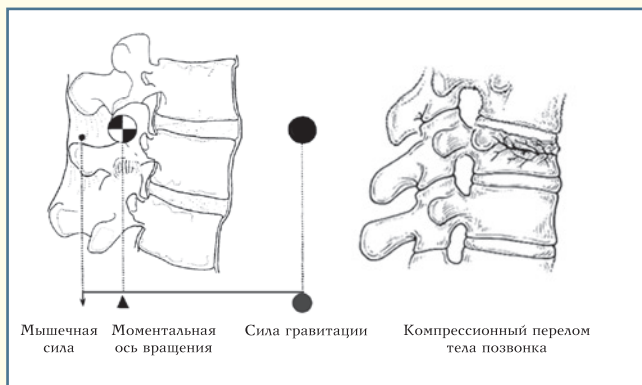


Рис. 2

Повреждение передней колонны: проникающий компрессионный перелом тела позвонка [77]

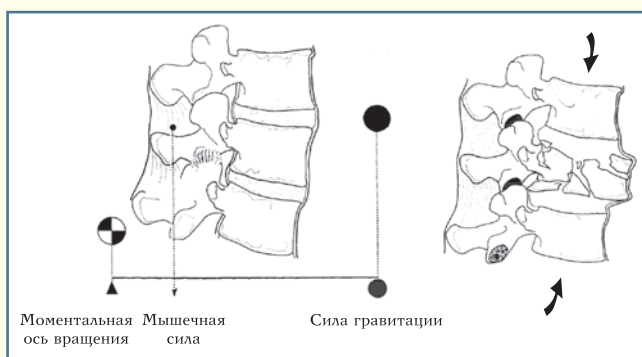


Рис. 3

Повреждение передней и средней колонн: взрывной перелом тела позвонка [77]

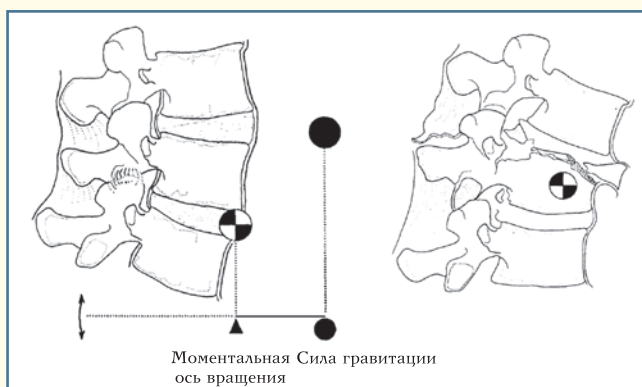


Рис. 4

Преобладающее повреждение задней колонны: флексивно-дистракционный перелом позвоночника типа Chance [77]

ничного отделов позвоночника, когда имеются разрушения костного и связочного аппарата задних структур. Во время коррекции деформации в сагиттальной плоскости и одновременной тракции по длинной оси позвоночника в условиях транспедикулярной фиксации создается максимальное напряжение связочного аппарата сегментов позвоночника, включенных в зону фиксации. В случаях взрывных переломов позвонков, сопровождающихся смещением фрагментов в позвоночный канал, удастся в большинстве случаев за счет напряжения задней продольной связки и задних порций фиброзного кольца уменьшить величину этого смещения. Этот эффект назван лигаментотаксисом. Разрыв связочного аппарата средней колонны делает безуспешной эту манипуляцию. В таких случаях В.А. Akbarnia [19] предлагает в условиях транспедикулярной фиксации проводить устранение смещенных в позвоночный канал фрагментов из заднего доступа с частичной резекцией структур на уровне сломанного позвонка и формированием полости в задних отделах сломанного тела позвонка. W. Dick [57] успешно использует для лечения свежих взрывных переломов грудно-поясничных и поясничных позвонков транспедикулярную фиксацию с остеопластикой тела позвонка. При этом предварительно осуществляется расправление тела позвонка путем разгибания позвоночника, затем репозируются фрагменты тела через сформированный в корне дужки канал, в полость тела позвонка вводится костная ткань в виде крошки или пасты.

В случаях нестабильных травм позвоночника, сопровождающихся повреждением задних и передних колонн грудного и поясничного отделов, возникает необходимость в сочетании транспедикулярной фиксации с коррекцией и стабилизацией вентральной колонны. Последовательность выполнения дорсального и вентрального этапов определяется в каждом конкретном случае. Использование транспедикулярных винтов эффективно в случае правильного их введения и хороших прочностных характеристик костной ткани. Наибольшие трудности представляет введение винтов в корни дужек ввиду уменьшения их поперечного размера в позвонках выше середины грудного отдела. В таких случаях целесообразней применение ламинарных крючков. Как правило, крючки устанавливают за поперечные отростки, над ними, под корни дужек или полудужки позвонков, расположенных выше и ниже поврежденного уровня. Фиксация осуществляется с обеих сторон от боковой поверхности остистых отростков. Возможна комбинация ламинарного и транспедикулярного инструментария.

Техника транспедикулярной фиксации. Оперативное вмешательство проводится в положении пациента лежа на животе. Позвоночнику придается положение разгибания, позволяющее корригировать полностью или частично кифотическую деформацию поврежденного сегмента. Осуществляется задний срединный доступ к позвоночнику со скелетированием остистых отростков, полудужек, задних поверхностей суставных пар, основания поперечных отростков. Протяженность и расположение доступа зависят

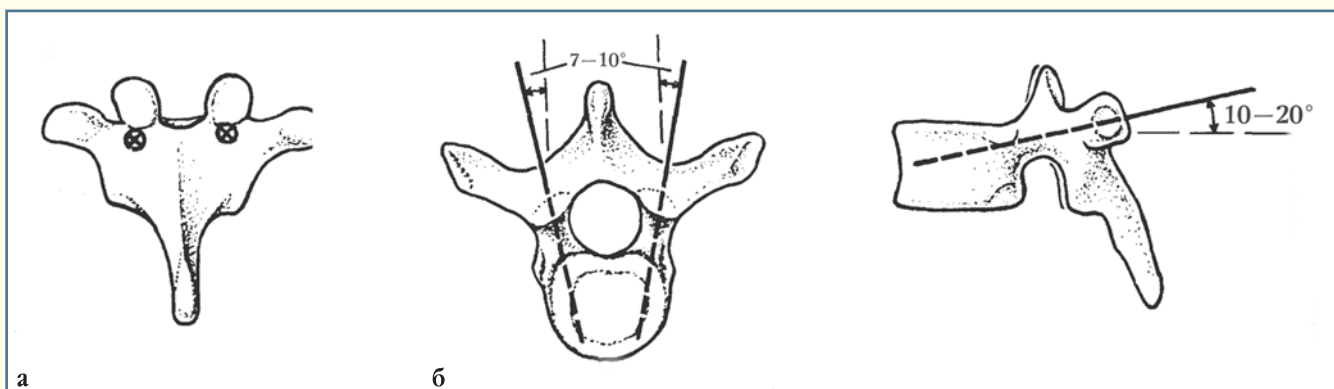
от уровня повреждения и количества позвоночных сегментов, планируемых для фиксации. Для определения точек входа транспедикулярных шурупов необходимо точное знание анатомии педикул (корней дужек) позвонков. Педикулы имеют форму коротких конических трубок с овальным поперечным сечением. Целью манипуляции является введение винтов через центр корней дужек параллельно верхнему краю дужки с легким наклоном вниз. Винты должны сходиться к средней линии под углом до 20° , в зависимости от уровня расположения позвонка, для того, чтобы не пенетрировать боковую стенку его тела. Расположение педикулы может быть идентифицировано посредством спондилорентгенографии в прямой и боковой проекциях. Для определения положения шурупов могут быть использованы другие вспомогательные методы, в том числе и прямая визуализация внутренней нижней стенки корня дужки. Это особенно важно в тех случаях, когда анатомические ориентиры вследствие нарушенных анатомических взаимоотношений трудны для определения.

Грудной отдел позвоночника. Точка введения винта находится ниже края вышележащего межпозвонкового сустава (рис. 5а), на 3 мм латеральнее середины сустава, у основания поперечного отростка. Этот винт должен быть наклонен на $7-10^\circ$ по направлению к средней линии и на $10-20^\circ$ в каудальном направлении (рис. 5б, в).

Поясничный отдел позвоночника. Практически на всех уровнях длинная ось ножки проходит через дужку на пересечении двух линий: вертикальной, проведенной тангенциально к латеральному краю верхнего суставного отростка, и горизонтальной, разделяющей поперечный отросток на две равные части (рис. 6а). Точка пересечения этих линий находится в углу, образованном верхним суставным отростком и основанием поперечного отростка. Винты должны сходиться на 5° на уровне нижнегрудных позвонков (рис. 6б) и на $10-15^\circ$ по мере удаления от L_1 к L_5 (рис. 6в).

Крестец. Правильное расположение винтов в крестце является сложной задачей из-за вариабельности анатомического строения крестца. Винты могут быть введены в различных точках и в разных направлениях, что определяется имеющимся инструментарием и качеством кости. Последний фактор является чрезвычайно важным для получения желаемого результата. В целом, точка введения винтов расположена на пересечении двух линий: вертикальной и тангенциальной к латеральному краю межпозвонкового сустава L_5-S_1 , и горизонтальной и тангенциальной к нижнему краю этого сустава (рис. 7а). В большинстве случаев винты сходятся по направлению к средней линии (рис. 7б) и направлены к переднему углу промонториума (рис. 7в).

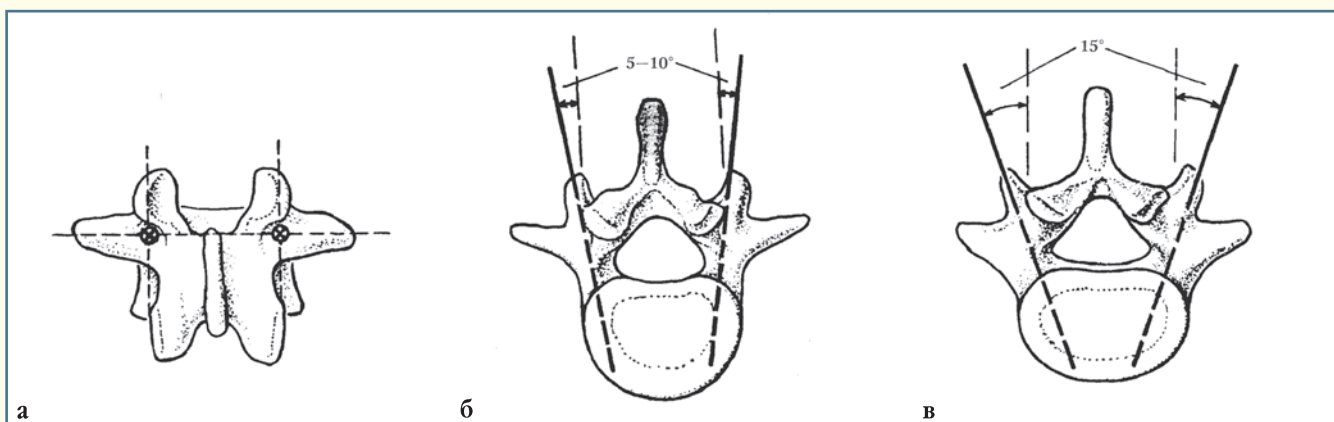
Альтернативной возможностью является введение винтов более сагиттально или параллельно поверхности крестцово-подвздошного сочленения. Точка введения смещена слегка медиально, поскольку направления шурупов расходятся. Винты, введенные параллельно крестцово-подвздошному сочленению, направлены к переднему верхнему краю латеральной массы крестца.

**Рис. 5**

Транспедикулярный остеосинтез в грудном отделе позвоночника:

а – точки введения винтов в грудных позвонках;

б – направление введения винтов в грудных позвонках

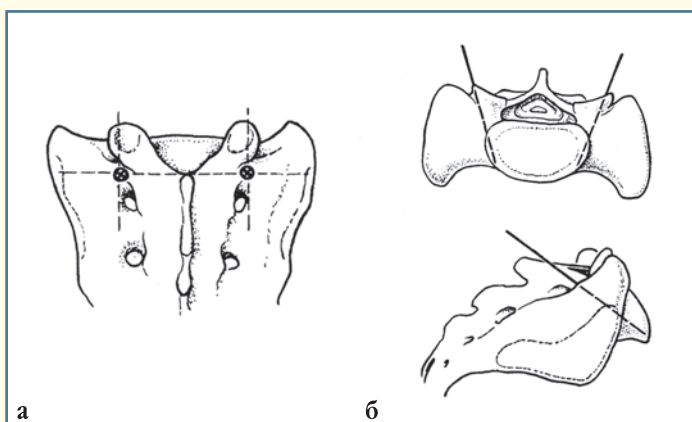
**Рис. 6**

Транспедикулярный остеосинтез в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника:

а – точки введения винтов в нижнегрудные и поясничные позвонки;

б – направление введения винтов в нижнегрудные позвонки;

в – направление введения винтов в поясничные позвонки

**Рис. 7**

Транспедикулярный остеосинтез в зоне крестца:

а – точки введения винтов в S_1 позвонок;

б – направление введения винтов в S_1 позвонок

Для достижения оптимального результата необходимо внимательно следить за плотностью кости во время введения винтов: субхондральный слой кости наиболее плотен, в то время как боковые массы крестца часто остеопоротичны и иногда содержат пустоты.

Во всех случаях незаменимыми являются предоперационные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях оперируемого отдела позвоночника. Если есть хотя бы малейшее подозрение на особенности анатомического строения подлежащих фиксации позвонков, необходимо выполнить КТ-исследование, которое дает информацию о диаметре ножек дужек и их направлении.

Во время операции незаменим электронно-оптический преобразователь, который точно определяет локализацию и направление шурупов в необходимых проекциях. Прямая визуализация ножек дужек позвонков необходима при технических трудностях, связанных с доступом, анатомической вариативностью элементов позвонка.

В поясничном отделе позвоночника нижней и нижнелатеральную поверхности ножки можно обнажить путем субпериостальной диссекции, начиная от основания поперечного отростка кпереди. Мягкие ткани с нервным корешком и кровеносными сосудами бережно отводят изогнутым диссектором. Малый изогнутый диссектор используют для пальпации латеральной стенки ножки. При необходимости возможна также пальпация нижней части медиальной стенки.

Кроме того, идентификации ножки может помочь редко применяемая остеотомия основания поперечного отростка. В качестве альтернативы может быть вскрыт позвоночный канал, а затем идентифицирована медиальная стенка ножки. На уровне крестца чрезвычайно полезным является выделение нервного корешка S_1 , что позволяет осмотреть латеральную стенку канала S_1 .

Подготовка канала для шурупов. После определения точки для введения шурупа и направления ножек в заднем кортикальном слое дужки формируют отверстие глубиной около 5 мм. Наиболее безопасной методикой является подготовка канала тонким шилом или маленькой кюреткой. Эту манипуляцию проводят до уровня перехода ножки в тело позвонка. Окружность канала проверяют крючком измерителя глубины, чтобы удостовериться в отсутствии перфорации, особенно с медиальной стороны. В костный канал вводят маркер с измерителем глубины или спицу Киршнера,

после чего с помощью электронно-оптического преобразователя подтверждают правильность выбранного положения. Измеритель глубины можно ввести в губчатую кость тела позвонка на глубину до 80 % диаметра тела в прямой проекции.

После введения винтов в подготовленные каналы осуществляется монтаж конструкции, последовательность выполнения которого зависит от используемого типа транспедикулярной системы. Методика требует определенного навыка. Качество проведения винтов в позвонках значительно улучшается при использовании навигационных систем.

Вентральная стабилизация

Хирургическое лечение повреждений позвоночника при разрушении вентральной колонны связано с необходимостью выбора оптимального оперативного доступа к его передним отделам [8, 31, 108, 128, 132, 143, 151]. Наиболее применимы хирургические доступы, указанные в табл.

Выбор доступа и его размеры определяются прежде всего показаниями к оперативному вмешательству и теми задачами, которые должны быть решены в процессе операции.

Показаниями к операциям на вентральных отделах позвоночника являются определенные виды повреждений, обозначенные в современных классификациях. Во-первых, неполный или полный неврологический дефицит, обусловленный компрессией спинного мозга и его корешков дислоцированными в позвоночный канал фрагментами сломанного тела позвонка, не устранимой при закрытом вправлении и лигаментотаксисе. В этих случаях показано проведение открытой декомпрессии, коррекции деформации и стабилизации поврежденного сегмента (рис. 8). Во-вторых, изолированные повреждения вентральной колонны, сопровождающиеся значительной посттравматической деформацией, критическими величинами смещения фрагментов в позвоночный канал и угрозой развития неврологического дефицита. При этом показано восстановление размеров позвоночного канала и резервных эпидуральных пространств путем закрытого ремоделирования канала с последующими коррекцией и стабилизацией (рис. 9). В-третьих, повреждение всех позвоночных колонн типа В и С, по универсальной классификации F. Magerl et al. [101], как этап комбинированного вмешательства при оперативном лечении. Необходимость проведения переднего этапа предопределяется стремлением достигнуть равновесие в зоне остеосинтеза позвоночника путем восстановления опорности

Таблица

Виды хирургических доступов к грудному и поясничному отделам позвоночника

| Позвоночные сегменты | Хирургический доступ |
|---|--|
| Шейно-грудные (C_7 – Th_3) | Передний с рассечением ключицы или грудины |
| Грудные и верхнепоясничные (Th_4 – L_1) | Трансторакальный |
| Нижнегрудные и верхнепоясничные (Th_{12} – L_1 – L_2 – L_3) | Торакоабдоминальный |
| Поясничные (L_3 – L_4 – L_5) | Передний внебрюшинный |

вентральных отделов позвоночника (рис. 10). В-четвертых, ригидные посттравматические деформации как мобилизующий этап многоэтапных корригирующих вмешательств. С точки зрения оптимального сохранения подвижных анатомических структур позвоночных сегментов следует стремиться к осуществлению спондилодеза в пределах разру-

шенных частей. Таким образом выполнять моносегментарный вентральный спондилодез можно при разрушениях преимущественно краниальной или каудальной частей тела позвонка (рис. 11). При невозможности выполнения операции в пределах одного сегмента в отсутствие опорности

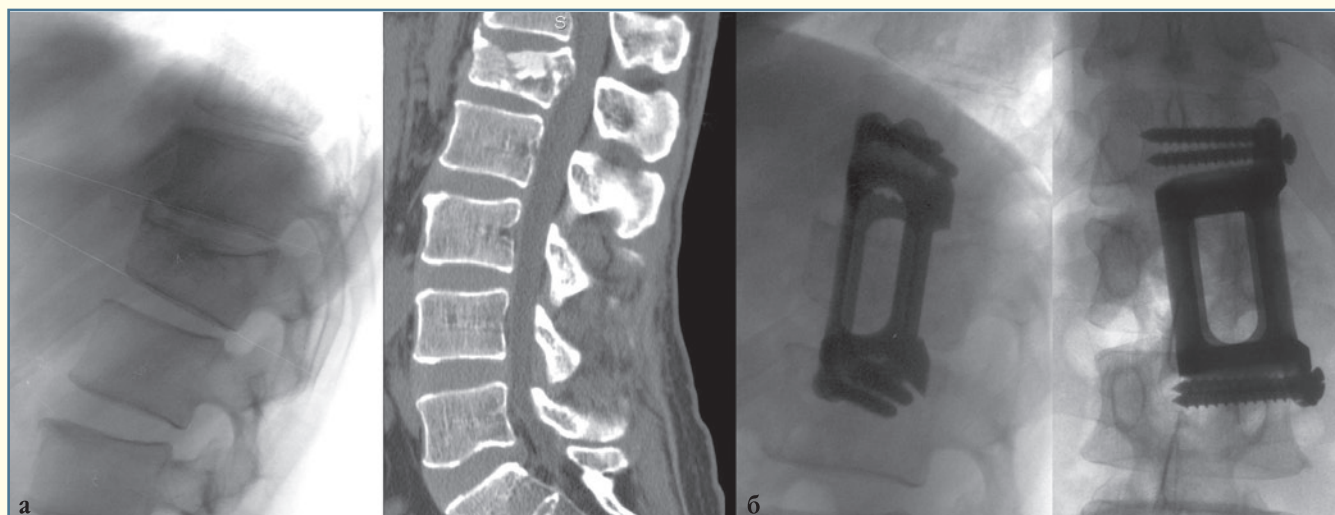


Рис. 8

Рентгенограммы и КТ пациента Б., 48 лет, со взрывным переломом тела L_1 позвонка с ретропульсией его дорсального фрагмента в позвоночный канал, с неполным повреждением спинного мозга, передней компрессией содержимого позвоночного канала, не разрешаемой при закрытом вправлении:

а – до операции;

б – после экстренной передней декомпрессии, вентрального корригирующего спондилодеза с костной аутопластикой и фиксации бисегментарным эндофиксатором со стабилизатором винтами за тела смежных позвонков

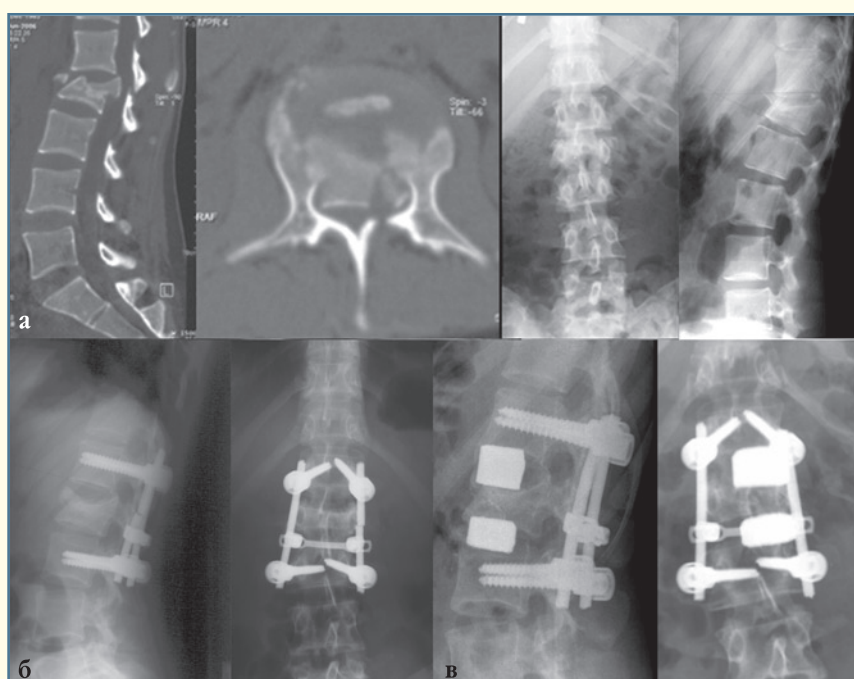


Рис. 9

Рентгенограммы и КТ пациента М., 23 лет, со взрывным переломом тела L_2 позвонка с выраженной дислокацией дорсального фрагмента в позвоночный канал со значительной его деформацией, стенозом, выраженной сегментарной нестабильностью:

а – до операции;

б – после первого этапа операции: корригирующего транспедикулярного остеосинтеза L_1 – L_2 позвонков;

в – после второго этапа операции: вентрального моносегментарного корпородеза L_1 – L_2 и L_2 – L_3 сегментов имплантатами из пористого NiTi

тела необходимо проводить блокирование двух и более сегментов по показаниям (рис. 12).

Не меньше на выбор доступа влияет и индивидуальный опыт хирурга.

Исторически сложилось, что для создания костного сращения между телами позвонков большей частью употреб-

лялись костные трансплантаты, которые в процессе перестройки изменяли свою структуру и прочность, после чего нередко возникала их миграция, рецидив деформации, ложные суставы. Во избежание этих негативных явлений в последние два десятилетия, помимо костной пластики межтелового дефекта, используются различные виды фиксации,

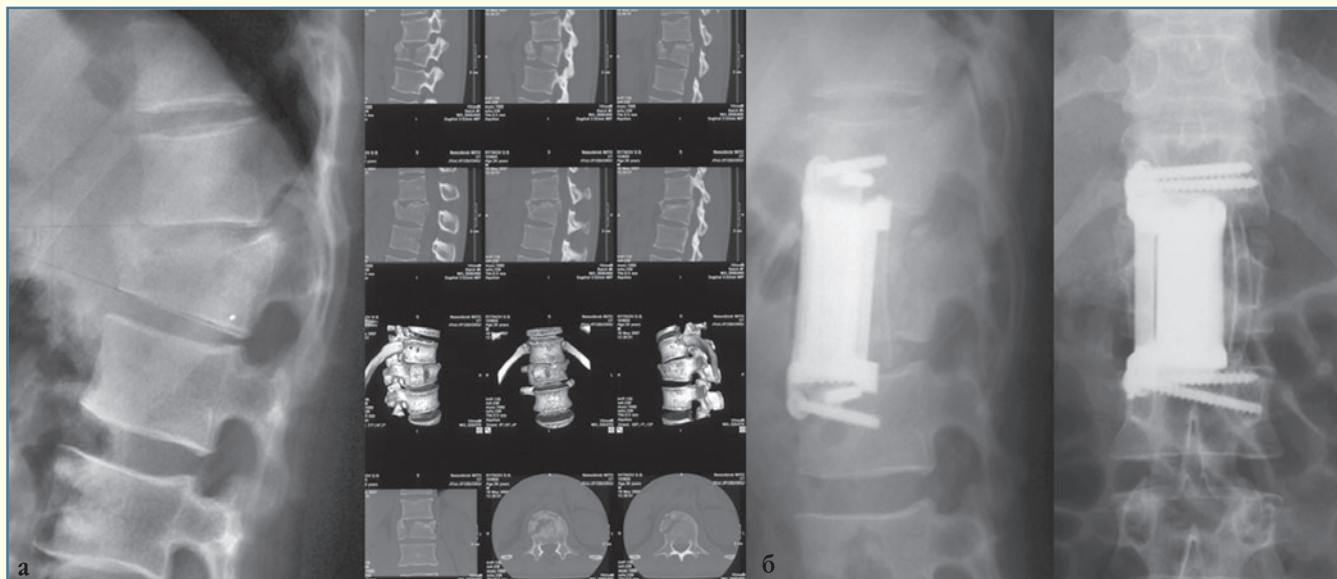


Рис. 10

Рентгенограммы и КТ пациента Р., 34 лет, со взрывным нестабильным переломом тела L_1 позвонка, повреждением передней и средней колонн, кифотической деформацией на уровне краниального сегмента:

а – до операции;

б – после вентрального корригирующего спондилодеза, корпоропластики имплантатом из пористого NiTi, с фиксацией бисегментарным корончатым эндофиксатором со стабилизатором винтами за тела смежных позвонков

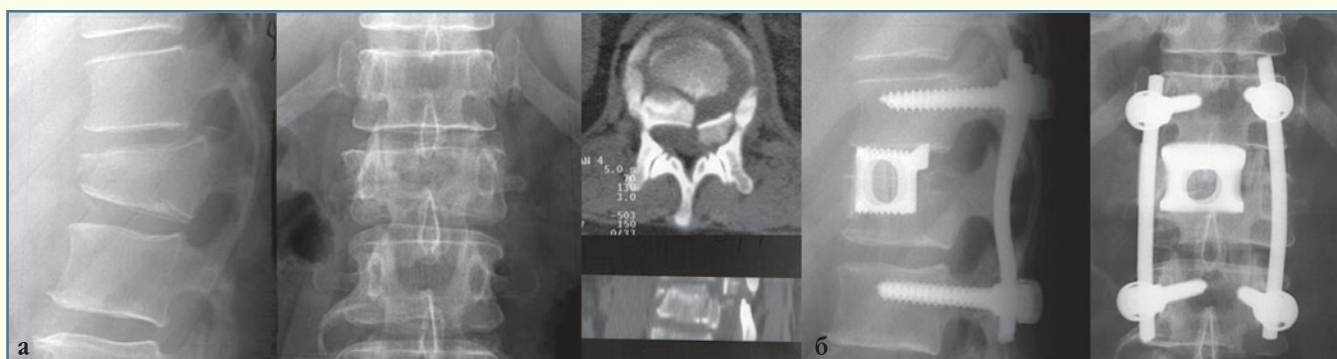


Рис. 11

Рентгенограммы и КТ пациента С., 49 лет, с неполным взрывным нестабильным переломом тела L_1 позвонка со значительным смещением дорсальных фрагментов в позвоночный канал:

а – до операции;

б – через год после корригирующего транспедикулярного остеосинтеза Th_{12} – L_2 позвонков, корригирующего вентрального спондилодеза поврежденного сегмента, костной аутопластики с фиксацией моносегментарным корончатым эндофиксатором

одним из которых является совмещение пластики дефекта с металлическим имплантатом-эндофиксатором, установленным в межтеловом промежутке. Данный вид фиксации позволяет получить первичную стабилизацию позвоночника непосредственно на операционном столе (рис. 13–15).

Костное сращение, наступающее в известные сроки, происходит в условиях исправленной деформации и стабильной фиксации металлическим имплантатом. При необходимости костный аутограсплатат при вентральном корпородезе, как показывают наши экспериментальные исследования и многолетние клинические наблюдения, с успехом может быть заменен имплантатом из пористого никелида титана, являющегося одновременно эндофиксатором (рис. 9, 10, 12).

Известны также вентральные фиксаторы в виде пластин и стержневых систем, представленные уже несколькими поколениями конструкций (рис. 16). Все эти имплантаты устанавливаются на переднебоковую поверхность позвоночника из доступов, соответствующих уровню фиксации поврежденных сегментов. В то же время при использовании этих конструкций все равно остается потребность в наличии опорного костного трансплантата — распорки. Зона безопасной фиксации имплантатов на боковых поверхностях тел позвонков строго лимитирована из-за близкого расположения магистральных сосудов и спинно-мозговых корешков, выходящих из межпозвонковых отверстий (рис. 17).

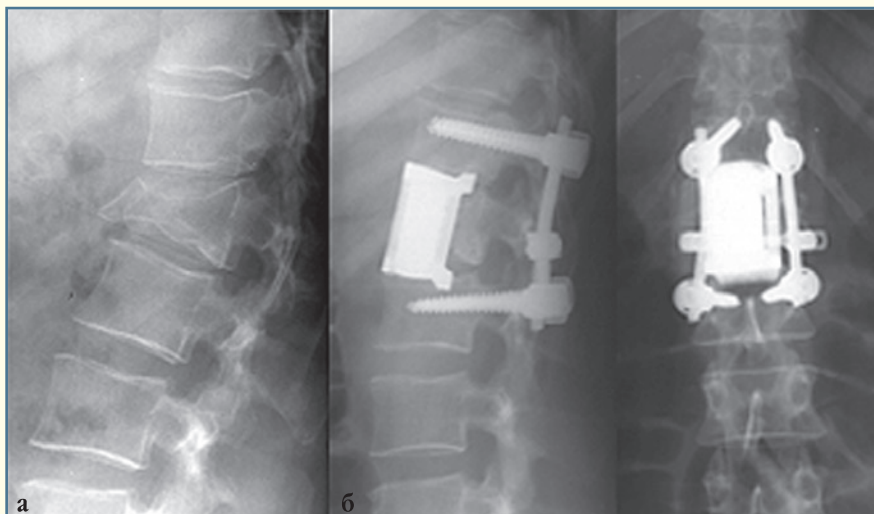


Рис. 12

Рентгенограммы пациента Ч., 38 лет, со взрывным нестабильным переломом тела L₁ позвонка с дислокацией дорсального фрагмента в позвоночный канал на фоне остеопении:

а — до операции;

б — после корригирующего вентрального спондилодеза с корпоропластикой имплантатом пористым NiTi с эндофиксацией бисегментарным корончатым фиксатором и транспедикулярного остеосинтеза



Рис. 13

Моносегментарный корончатый межтеловой эндофиксатор, конструкции Новосибирского НИИТО



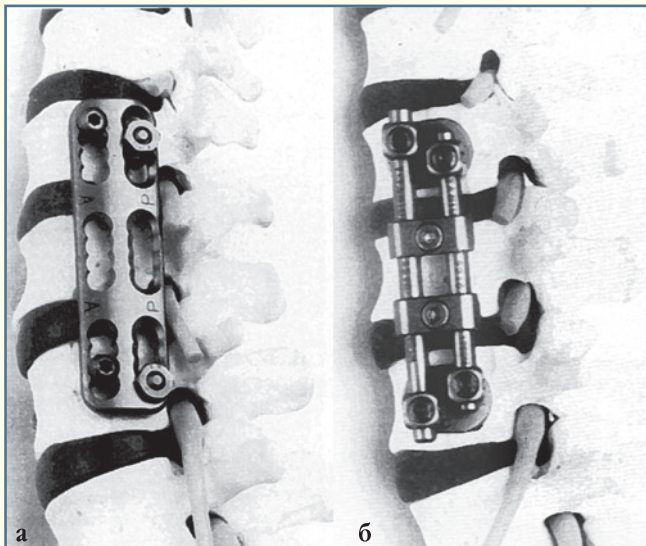
Рис. 14

Бисегментарный корончатый межтеловой эндофиксатор конструкции Новосибирского НИИТО



Рис. 15

Бисегментарный корончатый межтеловой эндофиксатор со стабилизатором конструкции Новосибирского НИИТО

**Рис. 16**

Системы для фиксации ventральных отделов грудных и поясничных позвонков:

- а** – ventральные динамические пластины;
б – ventральная стержневая система

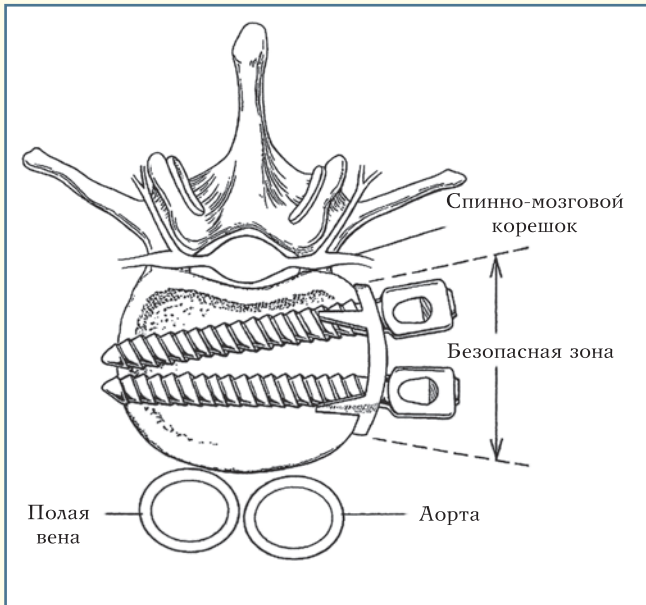
**Рис. 17**

Схема введения винтов в безопасной зоне при ventральной стабилизации

Крепление систем к телам позвонков осуществляют винтами, которые должны проходить через кортикальные ventральные пластинки с обеих сторон, что обеспечивает наибольшую прочность осуществленного спондилосинтеза. Как указывают многие авторы [75, 76], использование стержневого ventрального инструментария увеличивает устойчивость к вертикальным нагрузкам не меньше, чем при дорсальном транспедикулярном инструментарии. По их мнению, после ventральной декомпрессии стабилизацию позвоночника можно осуществить в один этап, не прибегая к дополнительной дорсальной фиксации. Она может быть использована на протяжении от груднопоясничного отдела позвоночника до уровня L₃ позвонка [72, 87]. Необходимо отметить, что проведение оперативных вмешательств на грудном отделе позвоночника при использовании эндоскопических технологий позволяет значительно снизить травматичность выполняемых операций [114, 120].

Хирургическое лечение переломов тел грудных и поясничных позвонков на фоне остеопороза

Переломы на фоне остеопороза представляют собой большую медицинскую и социально-экономическую проблему. Только в США насчитывается ежегодно более 1,5 млн пациентов с переломами костей на фоне остеопороза, из них 700 тыс. — переломы позвонков. Существует стойкая взаимосвязь таких переломов с возрастом пациентов. Частота заболеваемости остеопорозом у женщин увеличивается на 15 % в возрастной группе 50–59 лет и более чем на 70 % — в группе старше 80 лет [135].

Компрессионные переломы на фоне приема глюкокортикоидов являются наиболее частым проявлением вторичного остеопороза. Более чем у 50 % пациентов, принимающих стероидные препараты, встречаются компрессионные переломы. Риск перелома зависит от принимаемой дозы препарата, как правило, возрастает в течение первого месяца гормональной терапии и сохраняется повышенным в течение всего курса [98].

Клиника и диагностика переломов позвонков на фоне остеопороза

Большинство переломов позвонков на фоне остеопороза происходит спонтанно (46 %) или после минимальной травмы (36 %), но правильный диагноз при первом визите к врачу устанавливается лишь в 43 % случаев [115]. Чаше компрессионный перелом на фоне остеопороза манифестирует острой болью в спине. Осложнения перелома тела позвонка на фоне остеопороза включают в себя длительную боль в области перелома, развитие кифотической деформации, уменьшение роста. Компрессионные переломы на фоне остеопороза могут значительно ухудшить качество жизни. Диагностические мероприятия связаны прежде всего со стандартной спондилографией в двух проекциях. Для определения характера перелома, как правило, требуется КТ-исследование, для определения выраженности остеопороза — денситометрия.

Наиболее полно отражает основные характеристики переломов позвонков на фоне остеопороза классификация F. Magerl et al. [101]. В ней подробно представлены типы переломов тел позвонков в зависимости от наступивших морфологических изменений по нарастанию их тяжести — типы A1, A2 и A3 (рис. 18).

Лечение переломов позвонков на фоне остеопороза

Традиционно консервативное лечение переломов позвонков на фоне остеопороза — это комплексное восстановительное лечение, включающее в себя постельный режим, специальный комплекс активных и пассивных упражнений, изометрическую гимнастику 4–5 раз в день, самомассаж мышц спины, анальгетики, использование съемного ортопедического экстензионного груднопоясничного корсета типа Jewett, прием остеотропных препаратов. Однако такая терапия не приносит желаемых результатов, особенно в случаях тяжелых переломов, кроме того, приводит к вторичным осложнениям в виде усугубления остеопороза, появления прогрессирующих кифотических деформаций, пневмонии, тромбоза глубоких вен голеней [135].

В настоящее время для лечения повреждений позвонков, возникших на фоне остеопороза, особенно при тяжелых типах переломов, все чаще применяются хирургические методы, выбор которых и показания к их применению требуют дифференцированного подхода. К ним относятся цементная вертебропластика и кифопластика.

Показаниями к проведению вертебропластики и кифопластики при повреждениях позвоночника являются компрессионные переломы тел позвонков на фоне остеопороза, сопровождающиеся болевым синдромом [43, 54, 103, 107, 121, 135], когда величина снижения высоты тела позвонка не превышает 70 % [54, 103, 144].

Противопоказаниями для выполнения вертебропластики и кифопластики является следующее:

- 1) проявления локального (остеомиелит, эпидуральный абсцесс) или общего (сепсис) инфекционного процесса [103];
- 2) коагулопатия (тромбоцитов менее 100 000, протромбиновое время в три раза выше верхней границы нормы, частичное тромбопластиновое время превышает нормальные показатели в 1,5 раза) [104, 144];
- 3) компрессия спинного мозга с развитием вторичной миелопатии [54, 119, 144].
- 4) аллергическая непереносимость составляющих полиметилметакрилата [43].

Радикулопатия и деструкция задней стенки тела позвонка не являются абсолютными противопоказаниями для выполнения перкутанной вертебропластики и кифопластики, хотя риск осложнений значительно увеличивается. В данной ситуации пациент должен быть предупрежден о возможных негативных последствиях [103].

Вертебропластика. Впервые была выполнена в 1984 г. Н. Deramond. Эта минимально-инвазивная процедура заключается в чрескожном или открытом введении костного цемента (полиметилметакрилата) в поврежденное тело позвонка [54, 102]. В течение нескольких десятилетий вертебропластика использовалась как открытое хирургическое вмешательство, при котором костный цемент вводился с целью укрепления тел позвонков перед установкой стабилизирующих систем [20, 54, 89].

Множество ретро- и проспективных исследований, посвященных введению костного цемента в тело позвонка, указывает на значительный регресс болевой симптоматики случаев при компрессионных переломах на фоне остеопороза приблизительно в 90 % [46, 85].

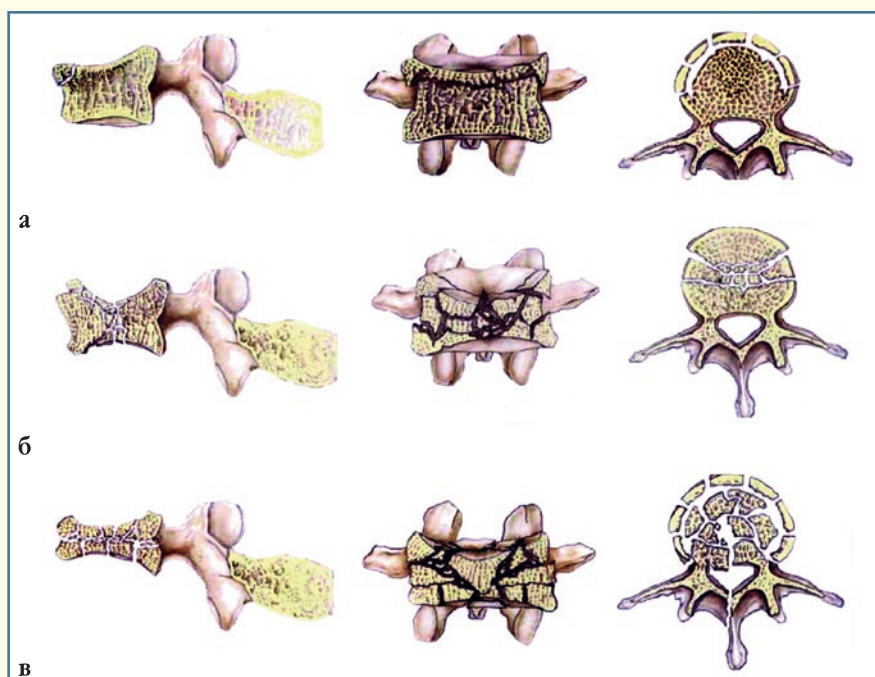


Рис. 18

Классификация переломов позвонков на фоне остеопороза по Magerl [101]:

- а** – компрессионный перелом (A1);
б – компрессионный перелом с раскалыванием (A2);
в – взрывной перелом (A3)

В настоящее время причиной уменьшения, а порой и полного купирования болевого синдрома после введения костного цемента в тело сломанного позвонка являются термический, химический и механический факторы воздействия [44, 54, 95, 135, 144].

С биомеханической точки зрения обоснованность этих операций связана, прежде всего, с восстановлением анатомической формы позвонка и в какой-то мере с уменьшением кифотической деформации. Механический фактор является основной причиной, обуславливающей уменьшение боли за счет стабилизации и укрепления тела позвонка, предотвращения микроподвижности в области перелома и тем самым уменьшения ирритации нервных окончаний [103, 130].

Перкутанная вертебропластика. Стандартными исследованиями перед проведением перкутанной вертебропластики являются осмотр, подробное неврологическое исследование, рентгенографическое исследование позвоночника в двух проекциях, желательно КТ-исследование с 3D-реконструкцией, МРТ-исследование для исключения компрессии структур спинного мозга и (или) корешков; общеклинические анализы и развернутая коагулограмма. Предоперационное введение антибиотиков обязательно. Наиболее часто используется цефазолин по 1 г внутривенно или внутримышечно. В качестве альтернативы возможно использование пероральных антибиотиков: ципрофлоксацин 500 мг два раза в день [107, 141].

Анестезиологическое пособие включает нейролепталгезию и локальную анестезию 1 % раствором лидокаина послойно, соответственно будущему маршруту иглы [43, 54, 103].

У больных с высокой выраженностью болевого синдрома, а также при локализации поражения на уровне шейно-грудного отдела позвоночника целесообразно использовать общую анестезию [26, 103]. Введение и позиционирование иглы в тело грудного или поясничного позвонка зависит от уровня и протяженности поражения. Проводится постоянный ЭОП-мониторинг или КТ-контроль [43, 54, 71, 86].

Существует несколько доступов к пораженным позвонкам: транспедикулярный, экстрапедикулярный, заднебоковой (рис. 19). Классический доступ [54, 103] для большинства подобных процедур на поясничном и грудном уровне — транспедикулярный, реже используется заднебоковой. Игла вводится до границы передней и средней трети тела позвонка: $2/3$ расстояния от задней стенки и $1/3$ до передней стенки тела позвонка (рис. 20).

Флебоспондилография является важным этапом вертебропластики и, как правило, должна предшествовать основной процедуре введения цемента. Флебоспондилография позволяет оценить венозные дренажи интересующего уровня, однако не может с большей вероятностью прогнозировать утечку цемента во время процедуры из-за разной вязкости контрастного вещества и костного цемента [54].

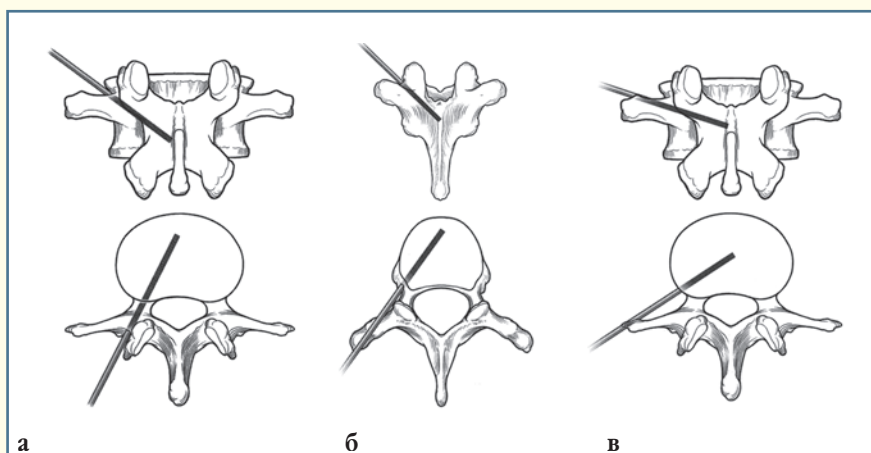


Рис. 19

Доступы к телу позвонка при выполнении вертебропластики:

- а** – транспедикулярный;
- б** – экстрапедикулярный;
- в** – заднебоковой

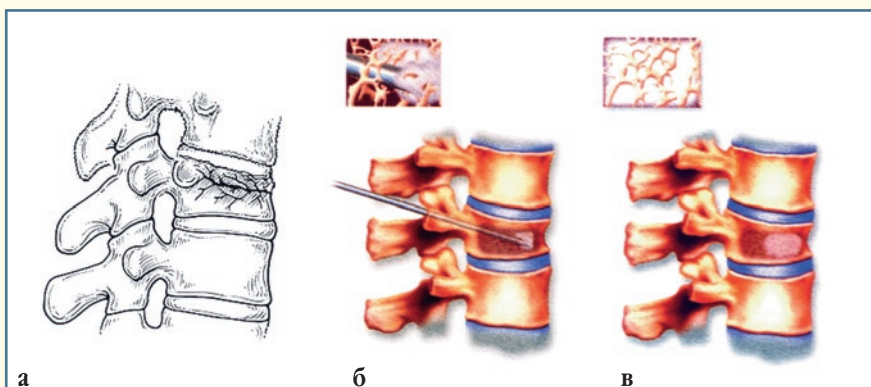


Рис. 20

Вертебропластика:

- а** – компрессионный перелом тел позвонка типа А2;
- б** – введение костного цемента в тело сломанного позвонка;
- в** – состояние позвонка после вертебропластики

Введение костного цемента — заключительный этап. Количество введенного цемента составляет от 2 до 6 мл на один уровень. Инъекции 2—3 мл на грудном уровне и 3—5 мл на поясничном (рис. 21) в 97 % случаев обеспечивают регресс болей [25, 103, 135].

Кифопластика. Техника ее выполнения мало отличается от техники выполнения вертебропластики на стадии введения иглы в тело позвонка. Кифопластика представляет собой методику введения костного цемента в тело сломанного позвонка после предварительного создания в нем полости путем смещения фрагментов надувающимся баллоном либо раздвигающейся конструкцией (рис. 22). Это позволяет значительно увеличить высоту тела сломанного позвонка. Предварительные данные указывают, что при помощи кифопластики можно более эффективно восстановить высоту тела позвонка до близкой к первоначальной, предотвращая развитие кифоза, наличие которого приводит к ухудшению деятельности внутренних органов, особенно

у пожилых пациентов. В работе J.T. Ledlie et al. [91] отмечено, что через год после кифопластики восстановленная высота тела позвонка сохранялась у 85 % пациентов. Уменьшение клиновидности позвонков, а также общей деформации позвоночника позволяет минимизировать неблагоприятные биомеханические нагрузки на уровне кифоза и в парагигбарных отделах [25, 40, 45, 58, 96].

Предварительно созданная полость в теле сломанного позвонка путем сжатия остеопорозной кости позволяет уплотнить фрагменты по периферии и тем самым закрыть доступ к миграции цемента при его введении, что часто бывает при вертебропластике. Восстановление высоты позвонков, значительное уменьшение болевого синдрома, возможность более ранней активизации больных, меньшее количество осложнений, связанных с миграцией костного цемента делают кифопластику более перспективной в сравнении с вертебропластикой.

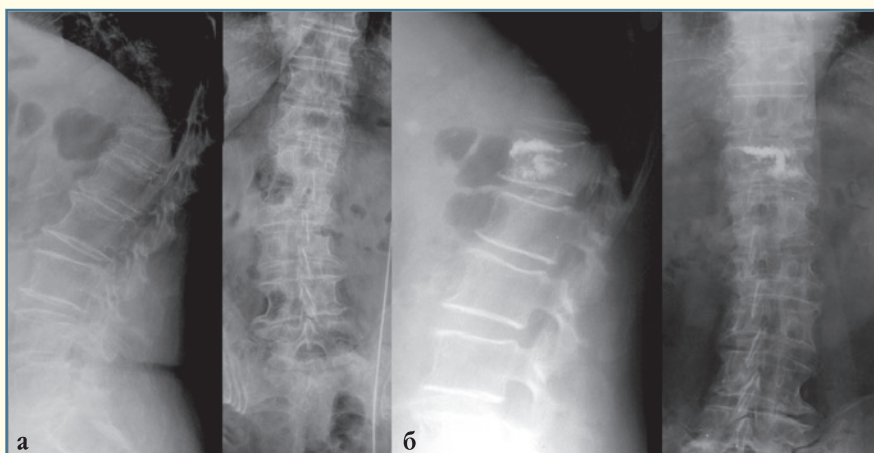


Рис. 21

Рентгенограммы пациента М., 87 лет, с сенильным компрессионным переломом тела Th₁₂ позвонка типа А1 на фоне остеопороза III степени, кифосколиотической деформацией, выраженным распространенным поясничным остеохондрозом:

а — до операции;
б — после вертебропластики

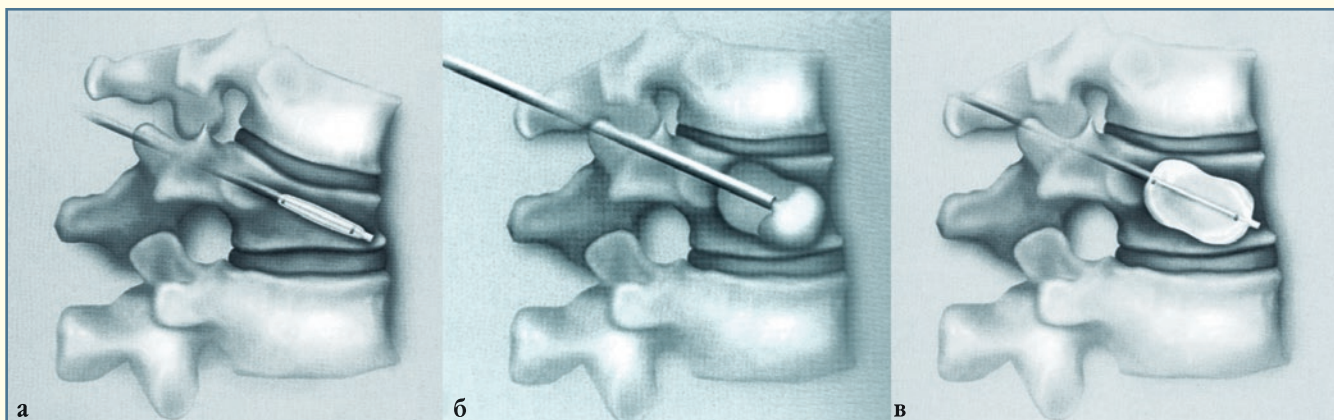


Рис. 22

Кифопластика:

а — введение иглы с баллоном;
б — раздувание баллона, формирование полости в теле позвонка, восстановление его высоты;
в — введение в полость тела позвонка костного цемента

Осложнения. Осложнения при выполнении кифопластики встречаются в 1–10 % случаев. Во время процедуры осложнения связаны с истечением цемента за пределы тела позвонка, что чаще встречается при значительной деструкции замыкательных пластин в задней части тела позвонка. При компрессионном переломе на фоне остеопороза риск клинически проявляемых осложнений при выполнении кифопластики не превышает 1 %. Это в большей степени связано как с контингентом больных, так и с характером деструкции позвонка [103].

Наиболее часто встречающиеся осложнения: спондилиты как проявление инфекционных осложнений после перкутанной вертебропластики [20, 103], транзиторная гипотензия во время введения костного цемента [141], усиление болевого синдрома и повышение температуры тела [30, 37, 43, 103]. Достаточно редки переломы ребра, поперечного отростка, дужки позвонка, ранение плевры [38, 85, 116, 141]. Радикулопатия может быть связана с попаданием вытекшего из сломанного тела позвонка костного цемента в зону радикулярной вены или межпозвонковое отверстие. В большинстве случаев возникшая радикулопатия регрессирует после приема пероральных анальгетиков, редко требуется хирургическое вмешательство, включающее удаление цемента и декомпрессию корешка [25, 43, 104, 122].

Компрессия спинного мозга — наиболее грозное осложнение, которое встречается редко и возникает в результате миграции цемента в позвоночный канал. При подобном осложнении требуется срочное, как правило, технически достаточно сложное хирургическое вмешательство, заключающееся в удалении инородного тела из позвоночного канала [72, 103].

Легочная эмболия может быть спровоцирована использованием избыточного количества костного цемента, например во время цементирования большого количества позвонков или при проникновении цемента в паравертебральные вены [43].

Кровоизлияние встречается у пациентов с коагулопатией. С учетом данного обстоятельства коагулопатия должна быть скорректирована до выполнения вертебропластики [103].

В литературе описаны случаи смертельных исходов, которые были связаны с цементированием большого количества позвонков. Общепринятым является введение цемента не более чем в три позвонка во время одной процедуры [103].

Послеоперационный режим. В течение часа после операции пациент должен соблюдать строгий постельный режим, находясь под постоянным врачебным контролем: каждые 15 мин необходим осмотр, включающий оценку витальных функций и неврологического статуса [103]. В этот период полиметилметакрилат достигает 90 % своей максимальной прочности [84].

Если осложнений после перкутанной вертебро- или кифопластики не наблюдается, то через один час пациенту может быть позволено с посторонней помощью сесть в постели. Контрольная КТ (желательно спиральная) позво-

ночника на уровне вмешательства должна проводиться после операции для визуализации протяженности имплантата. Как правило, в первые часы после вертебропластики происходит значительный регресс болевого синдрома, однако возможно и усиление болей. В этом случае показано применение анальгетиков и нестероидных противовоспалительных препаратов в течение одного-двух дней [54, 103].

Необходимо отметить, что хирургическое лечение переломов позвонков, возникших на фоне остеопороза, отнюдь не является панацеей в лечении самого остеопороза, это лишь составная часть комплексного активного восстановительного лечения, в которое включены этиопатогенетическая остеотропная терапия, ортопедический режим, специальный комплекс лечебной гимнастики, массаж, физиотерапия.

Застарелые повреждения грудного и поясничного отделов позвоночника

Застарелые повреждения в грудном и поясничном отделах позвоночника с наличием грубой осевой деформации, фиксированной неполным или полным спонтанным костным блоком на уровне травмированного сегмента, развившиеся в результате не устраненной деформации сломанного позвонка, его дислокации после подвывиха или вывиха, представляют собой наиболее трудный раздел хирургии повреждений позвоночника. Застарелые повреждения, выраженные посттравматические деформации позвоночника являются следствием диагностических ошибок, поздней диагностики и несвоевременного неэффективного лечения. В результате закономерно развиваются стойкий болевой синдром, прогрессирующая функциональная несостоятельность позвоночника, признаки миелопатии, неврологического дефицита, обусловленные выраженной ригидной посттравматической осевой деформацией, иногда с наличием стеноза позвоночного канала на вершине деформации, посттравматическим остеохондрозом, спондилоартрозом, особенно в парагигбарных отделах. В подобной ситуации для предотвращения развития и клинических проявлений дегенеративного поражения смежных дисков в парагигбарных отделах при тяжелых посттравматических деформациях более 20° только исправление ригидной деформации, устранение стеноза позвоночного канала и надежная стабилизация в положении достигнутой коррекции могут создать условия для благоприятного исхода [4, 13]. По существу, в этих случаях показана и производится корригирующая двухэтапная на дорсальной и вентральных колоннах вертебротомия с дорсальной стабилизацией трансартулярным или транспедикулярным остеосинтезом и вентральным спондилодезом с эндофиксацией (рис. 23). Операция сложная, травматичная, сопровождающаяся большой кровопотерей и тающая в себе огромный риск нарушения спинального кровообращения, усугубления неврологического дефицита. Данное обстоятельство убедительно свидетельствует о необ-

ходимости ранней диагностики и в показанных случаях своевременного адекватного оперативного лечения.

Совершенно очевидно, что современная хирургия повреждений позвоночника подвластна только высококвалифицированному вертебрологу, знающему все особенности многообразной травмы различных отделов позвоночного столба, хорошо владеющему современными оперативными методами лечения и работающему в специализированном вертебрологическом центре, оснащенном всем необходимым для своевременной исчерпывающей диагностики и полноценного лечения.

Перспектива развития хирургии повреждений позвоночника связана с дальнейшим совершенствованием и все более широким применением малоинвазивных и эндоскопических методов. Второе важное направление — про-

тезирование межпозвонкового диска в тех случаях, когда спондилодез поврежденного позвоночного сегмента по какой-либо причине нецелесообразен. Положительный и пока еще не очень большой опыт применения в клинической практике протезирования поврежденного диска травмированного позвоночного сегмента указывает на перспективность данного направления.

В данной публикации использован материал по хирургии повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника, подготовленный В.В. Рерихом, руководителем клиники повреждений и заболеваний позвоночника Новосибирского НИИТО, при участии К.О. Борзых и Ш.Н. Рахматиллаева. Считаю своим приятным долгом поблагодарить уважаемых коллег за опосредованное соавторство.

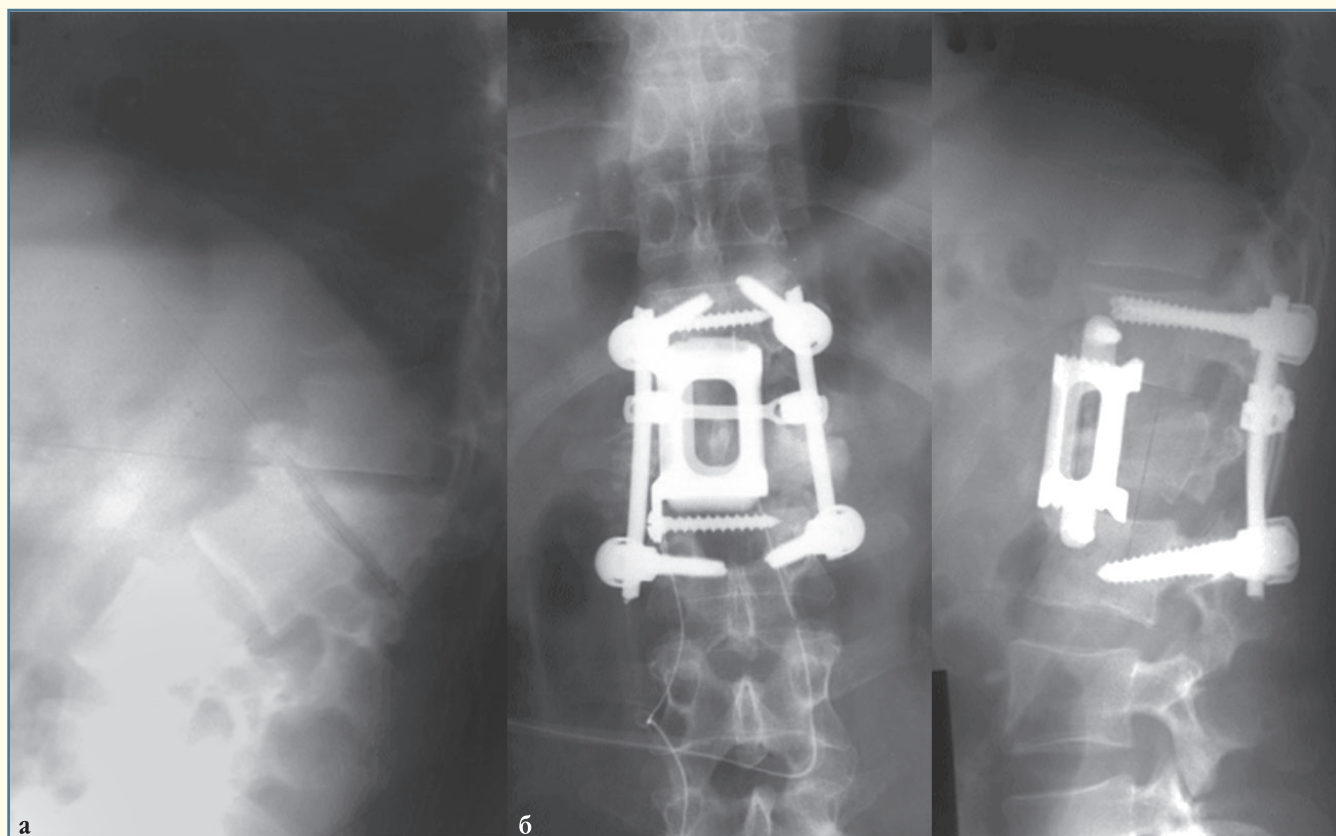


Рис. 23

Рентгенограммы пациента А., 42 лет, с флексионно-дистракционным проникающим компрессионным нестабильным застарелым переломом тела L₁ позвонка с дефектом дужки после ламинэктомии L₁ позвонка с его дорсальной дислокацией и деформацией позвоночного канала, сегментарным кифозом 47°, признаками формирующегося спонтанного вентрального и дорсального костных блоков, со стойким синдромом люмбалгии и прогрессирующей выраженной функциональной несостоятельностью:

а – до операции;

б – после двухэтапного одномоментного оперативного лечения: 1-й этап – вентральный корригирующий спондилодез, ремоделирование позвоночного канала, костная аутопластика с межтеловой фиксацией вентральным корончатым бисегментарным эндофиксатором со стабилизатором винтами за тела смежных позвонков; 2-й этап – корригирующий транспедикулярный остеосинтез Th₁₂–L₂ позвонков, дорсальный спондилодез

Литература

1. Андрушко Н.С., Распопина А.В. Компрессионные переломы тел позвонков у детей. М., 1977.
2. Бабиченко В.И. Раннее реабилитационное лечение больных с закрытой травмой позвоночника и спинного мозга в свете ближайших и отдаленных результатов // Реабилитация хирургических больных. Л., 1978. С. 98–101.
3. Берснев В.П., Давыдов Е.А., Кондаков Е.Н. Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов. СПб., 1998.
4. Дулаев А.К., Надулич К.А., Василевич С.В. и др. Тактика хирургического лечения посттравматической кифотической деформации грудного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2005. № 2. С. 20–29.
5. Дуров М.Ф., Осинцев В.М., Юхнова О.М. Оперативное лечение неосложненных повреждений позвоночника // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение не осложненных переломов позвоночника. М., 1983. С. 132–135.
6. Журавлев С.М., Новиков П.Е., Теодоридис К.А. и др. Статистика переломов позвоночника // Всерос. науч.-практ. конф., посв. 50-летию Новосибирского НИИТО: Тез. докл. Новосибирск, 1996. С. 129–130.
7. Казьмин А.И., Каплан А.В. Актуальные вопросы лечения неосложненных переломов позвоночника // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности. Диагностика и лечение не осложненных переломов позвоночника. М., 1983. С. 39–47.
8. Корж А.А., Талышинский Р.Р., Хвсюк Н.И. Оперативные доступы к грудным и поясничным позвонкам. М., 1968.
9. Корнилов Н.В., Усиков В.Д. Повреждения позвоночника. Тактика хирургического лечения. СПб., 2000.
10. Рамих Э.А. Внутренняя фиксация позвоночника в комплексе лечения неосложненных компрессионных переломов тел позвонков нижнегрудного и поясничного отделов: Дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1964.
11. Рамих Э.А., Кузнецова Л.Г., Зильберштейн Б.М. Рентгенологическая динамика кифотической деформации при консервативном лечении больных с переломами тел позвонков в грудном и поясничном отделах // Диагностика и лечение не осложненных переломов позвоночника: Сб. тр. ЦИТО. М., 1983. С. 121–127.
12. Рамих Э.А., Рерих В.В., Атаманенко М.Т. Передняя эндофиксация в комплексе хирургического лечения компрессионных проникающих взрывных оскольчатых переломов тел грудных и поясничных позвонков // Конгресс травматологов-ортопедов России с международным участием: Тез. докл. Ярославль, 1999. С. 332–333.
13. Рамих Э.А. Эволюция хирургии повреждений позвоночника // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 85–92.
14. Соколов В.А. Отделение множественной и сочетанной травмы // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2005. № 4. С. 85–89.
15. Усиков В.Д., Безюк Л.В., Бонохов А.И. Первичная инвалидность от изолированной травмы позвоночника в структуре повреждений опорно-двигательной системы по данным ВТЕК // Плановые оперативные вмешательства в травматологии и ортопедии. Предоперационная обследование и подготовка больных, осложнения, исходы. СПб., 1992. С. 66–68.
16. Холли А.В. Магнитно-резонансная томография при заболеваниях центральной нервной системы. СПб., 1999. С. 191.
17. Шапиро К.И., Савельев Л.Н., Эпштейн Г.Г. и др. Социально-медицинские аспекты инвалидности от осложненных переломов позвоночника // Вопр. нейротравмы и пограничных состояний. Л., 1991. С. 87–93.
18. Adams M.A., Hutton W.C. The relevance of torsion to the mechanical derangement of the lumbar spine // Spine. 1981. Vol. 6. P. 241–248.
19. Akbarnia B.A. Transpedicular posterolateral decompression in spinal fractures and tumors // In: Bridwell K.H., DeWald R.L. (eds) The Textbook of Spinal Surgery. Philadelphia, 1997.
20. Alleyn C.H. Jr., Rodts G.E. Jr., Haid R.W. Corpectomy and stabilization with methylmethacrylate in patients with metastatic disease of the spine: a technical note // J. Spinal Disord. 1995. Vol. 8. P. 439–443.
21. Andriacchi T., Schultz A., Belytschko T., et al. A model for studies of mechanical interactions between the human spine and rib cage // J. Biomech. 1974. Vol. 7. P. 497–507.
22. Ahmann P.A., Smith S.A., Schwartz J.F., et al. Spinal cord infarction due to minor trauma in children // Neurology. 1975. Vol. 25. P. 301–307.
23. Argenson C., Boileau P., de Peretti F., et al. [Fractures of the thoracic spine (T1 – T10). Apropos of 105 cases] // Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot. 1989. Vol. 75. P. 370–386.
24. American Spine Injury Association (ASIA). International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (revised). Chicago, IL, American Spine Injury Association, 2002.
25. Barr J.D., Barr M.S., Lemley T.J., et al. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization // Spine. 2000. Vol. 25. P. 923–928.
26. Bascoulergue Y., Duquesnel J., Leclercq R., et al. Percutaneous injection of methyl methacrylate in the vertebral body for the treatment of various diseases: percutaneous vertebroplasty // Radiology. 1988. Vol. 169. P. 372.
27. Bedbrook G.M. Stability of spinal fractures and fracture dislocations // Paraplegia. 1971. Vol. 9. P. 23–32.
28. Bedbrook G.M. Treatment of thoracolumbar dislocation and fractures with paraplegia // Clin. Orthop. Relat. Res. 1975. P. 27–43.
29. Bedbrook G.M. Injuries of the spine // In Watson-Jones R (ed). Injuries of the spine, fractures and joint injuries, 6th ed. Edinburgh, 1982. P. 789.
30. Belkoff S.M., Mathis J.M., Erbe E.M., et al. Biomechanical evaluation of a new bone cement for use in vertebroplasty // Spine. 2000. Vol. 25. P. 1061–1064.
31. Birch R., Bonney G., Marshall R.W. A surgical approach to the cervicothoracic spine // J. Bone Joint Surg. Br. 1990. Vol. 72. P. 904–907.
32. Bohlman H.H., Freehafer A., Dejak J. The results of treatment of acute injuries of the upper thoracic spine with paralysis // J. Bone Joint Surg. Am. 1985. Vol. 67. P. 360–369.
33. Boerger T.O., Limb D., Dickson R.A. Does 'canal clearance' affect neurological outcome after thoracolumbar burst fractures? // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82. P. 629–635.
34. Bryant C.E., Sullivan J.A. Management of thoracic and lumbar spine fractures with Harrington distraction rods supplemented with segmental wiring // Spine. 1983. Vol. 8. P. 532–537.
35. Burke D.C., Murray D.D. The management of thoracic and thoraco-lumbar injuries of the spine with neurological involvement // J. Bone Joint Surg. Br. 1976. Vol. 58. P. 72–78.
36. Chan R.N., Ainscow D., Sikorski J.M. Diagnostic failures in the multiple injured // J. Trauma. 1980. Vol. 20. P. 684–687.
37. Chiras J., Depriester C., Weill A., et al. [Percutaneous vertebral surgery. Technics and indications] // J. Neuroradiol. 1997. Vol. 24. P. 45–59. French.
38. Cibeira J.B. Some conclusions on a study of 365 patients with spinal cord lesions // Paraplegia. 1968. Vol. 6. P. 249.

39. **Clark K.** Management thoracic spinal column injuries // *Neurological Surgery*. 1982. Vol. 4. P. 2344.
40. **Cortet B., Cotten A., Boutry N., et al.** Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study // *J. Rheumatol*. 1999. Vol. 26. P. 2222–2228.
41. **Cotler H.B., Cotler J.M., Stolloff A., et al.** The use of autografts for vertebral body replacement of the thoracic and lumbar spine // *Spine*. 1985. Vol. 10. P. 748–756.
42. **Court-Brown C.M., Gertzbein S.D.** The management of burst fractures of the fifth lumbar vertebra // *Spine*. 1987. Vol. 12. P. 308–312.
43. **Cotten A., Boutry N., Cortet B., et al.** Percutaneous vertebroplasty: state of the art // *Radiographics*. 1998. Vol. 18. P. 311–323.
44. **Cotten A., Duquesnoy B.** Vertebroplasty: current data and future potential // *Rev. Rhum. Engl. Ed*. 1997. Vol. 64. P. 645–649.
45. **Coumans J.V., Reinhardt M.K., Lieberman I.H.** Kyphoplasty for vertebral compression fractures: 1-year clinical outcomes from a prospective study // *J. Neurosurg*. 2003. Vol. 99. Suppl. 1. P. 44–50.
46. **Cyteval C., Sarrahere M.P., Roux J.O., et al.** Acute osteoporotic vertebral collapse: open study on percutaneous injection of acrylic surgical cement in 20 patients // *AJR. Am. J. Roentgenol*. 1999. Vol. 173. P. 1685–1690.
47. **Dai L.Y.** Remodeling of the spinal canal after thoracolumbar burst fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2001. P. 119–123.
48. **Dall B.E., Stauffer E.S.** Neurologic injury and recovery patterns in burst fractures at the T12 or L1 motion segment // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1988. N 223. P. 171–176.
49. **Das De S., McCreath S.W.** Lumbosacral fracture-dislocations. A report of four cases // *J. Bone Joint Surg. Br*. 1981. Vol. 63. P. 58–60.
50. **De Klerk L.W., Fontijne P.J., Stijnen T., et al.** Spontaneous remodeling of the spinal canal after conservative management of thoracolumbar burst fractures // *Spine*. 1998. Vol. 23. P. 1057–1060.
51. **Denis F.** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries // *Spine*. 1983. Vol. 8. P. 817–831.
52. **Denis F., Armstrong G.W., Searls K., et al.** Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit. A comparison between operative and nonoperative treatment // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1984. N 189. P. 142–149.
53. **Denis F.** Spinal instability as defined by the three column spine concept in acute spinal trauma // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1984. N 189. P. 65–76.
54. **Deramond H., Depriester C., Galibert P., et al.** Percutaneous vertebroplasty with polymethylmethacrylate. Technique, indications, and results // *Radiol. Clin. North. Am*. 1998. Vol. 36. P. 533–546.
55. **DeWald R.E.** Burst fractures of the thoracic and lumbar spine // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1984. N 189. P. 150–161.
56. **Dick W.** Internal fixation of thoracic and lumbar spine fractures. Toronto; Hanshuber, 1984.
57. **Dick W.** The «fixateur interne» as a versatile implant for spine surgery // *Spine*. 1987. Vol. 12. P. 882–900.
58. **Dudeney S., Lieberman I.H., Reinhardt M.K., et al.** Kyphoplasty in the treatment of osteolytic vertebral compression fractures as a result of multiple myeloma // *J. Clin. Oncol*. 2002. Vol. 20. P. 2382–2387.
59. **Eddings T., Rudd J., Bonvallet T., et al.** A retrospective radiographic review of lumbar spine radiographs using the superior end plate angle and vanishing line for determination of middle column involvement. Resident Research Day/University of Tennessee College of Medicine — Chattanooga, TN, 1998.
60. **El-Khoury G.Y., Whitten C.G.** Trauma to the upper thoracic spine: anatomy, biomechanics, and unique imaging features // *AJR. Am. J. Roentgenol*. 1993. Vol. 160. P. 95–102.
61. **Enderson B.L., Reath D.B., Meadors J., et al.** The tertiary trauma survey: a prospective study of missed injury // *J. Trauma*. 1990. Vol. 30. P. 666–669.
62. **Farcy J.P., Weidenbaum M., Michelsen C.B., et al.** A comparative biomechanical study of spinal fixation using Cotrel — Dubousset instrumentation // *Spine*. 1987. Vol. 12. P. 877–881.
63. **Farcy J.P., Weidenbaum M., Glassman S.D.** The sagittal index in the management of thoracolumbar burst fractures // 24th Annual Meeting, Scoliosis Research Society. Amsterdam, Holland, September 17–22, 1989.
64. **Fardon D.F.** Displaced fracture of the lumbosacral spine with delayed cauda equina deficit: report of a case and review of literature // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1976. N 120. P. 155–158.
65. **Farfan H.F.** Mechanical Disorders of the Lower Back. Philadelphia: Lea & Febiger, 1973. P. 51–62.
66. **Ferguson R.L., Allen B.L. Jr.** A mechanistic classification of thoracolumbar spine fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1984. N 189. P. 77–88.
67. **Fourney D.R., Schomer D.F., Nader R., et al.** Percutaneous vertebroplasty and kyphoplasty for painful vertebral body fractures in cancer patients // *J. Neurosurg*. 2003. Vol. 98. Suppl. 1. P. 21–30.
68. **Frankel H.L., Hancock D.O., Hyslop G., et al.** The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. Part I // *Paraplegia*. 1969. Vol. 7. P. 179–192.
69. **Fredrickson B.E., Yuan H.A., Miller H.** Burst fractures of the fifth lumbar vertebra. A report of four cases // *J. Bone Joint Surg. Am*. 1982. Vol. 64. P. 1088–1094.
70. **Carson W.L., Duffield R. C., Arendt M., et al.** Internal forces and moments in transpedicular spine instrumentation. The effect of pedicle screw angle and transfixation — the 4R-4bar linkage concept // *Proceedings of the Scoliosis Research Society 24th Annual Meeting*. Amsterdam, Holland, September 17–22, 1989.
71. **Gangi A., Kastler B.A., Dietemann J.L.** Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy // *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 1994. Vol. 15. P. 83–86.
72. **Ghanayem A.J., Zdeblick T.A.** Anterior instrumentation in the management of thoracolumbar burst fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res*. 1997. N 335. P. 89–100.
73. **Gertzbein S.D., Court-Brown C.M.** Flexion-distraction injuries of the lumbar spine: mechanism of injury and classification // *Clin Orthop. Relat. Res*. 1988. N 227. P. 52–60.
74. **Gumley G., Taylor T.K., Ryan M.D.** Distraction fractures in the lumbar spine // *J. Bone Joint Surg. Br*. 1982. Vol. 64. P. 520–525.
75. **Gurr K.R., McAfee P.C., Shih C.M.** Biomechanical analysis of anterior and posterior instrumentation systems after corpectomy: a calf-spine model // *J. Bone Joint Surg. Am*. 1988. Vol. 70. P. 1182–1191.
76. **Gurwitz G.S., Dawson J.M., McNamara M.J., et al.** Biomechanical analysis of three surgical approaches for lumbar burst fractures using short-segment instrumentation // *Spine*. 1993. Vol. 18. P. 977–982.
77. **Hafer T.R., Felmy W.T., O'Brien M.** Thoracic and lumbar fractures: diagnosis and management // In: Bridwell K.H., DeWald R.L. (eds). *The Textbook of Spinal Surgery*. 2nd edition. Philadelphia, 1997. P. 1763–1837.
78. **Hanley E.N., Eskay M.L.** Thoracic spine fractures // *Orthopedics*. 1989. Vol. 12. P. 689–696.
79. **Holdsworth F.W., Hardy A.** Early treatment of paraplegia from fractures of the thoraco-lumbar spine // *J. Bone Joint Surg. Br*. 1953. Vol. 35. P. 540–550.
80. **Holdsworth F.W.** Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine // *J Bone Joint Surg. Br*. 1963. Vol. 45. P. 6–20.
81. **Holdsworth F.W.** Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine // *J Bone Joint Surg. Am*. 1970. Vol. 52. P. 1534–1551.
82. **Jacobs R.R., Asher M.A., Snider R.K.** Thoracolumbar spinal injuries. A comparative study of recumbent

- and operative treatment in 100 patients // *Spine*. 1980. Vol. 5. P. 463–477.
83. **James K.S., Wenger K.H., Schlegel J.D., et al.** Biomechanical evaluation of the stability of thoracolumbar burst fractures // *Spine*. 1994. Vol. 19. P. 1731–1740.
 84. **Jasper L.E., Deramond H., Mathis J.M., et al.** Material properties of various cements for use with vertebroplasty // *J. Mater. Sci. Mater. Med.* 2002. Vol. 13. P. 1–5.
 85. **Jensen M.E., Evans A.J., Mathis J.M., et al.** Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects // *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 1997. Vol. 18. P. 1897–1904.
 86. **Kallmes D., Schweickert P.A., Marx W.F., et al.** Vertebroplasty in the mid- and upper thoracic spine // *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 2002. Vol. 23. P. 1117–1120.
 87. **Kaneda K., Taneichi H., Abumi K., et al.** Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1997. Vol. 79. P. 69–83.
 88. **Kelly R.P., Whitesides T.E. Jr.** Treatment of lumbodorsal fracture-dislocations // *Ann. Surg.* 1968. Vol. 167. P. 705–717.
 89. **Kostyik J.P., Errico T.J., Gleason T.F.** Techniques of internal fixation for degenerative conditions of the lumbar spine // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1986. N 203. P. 219–231.
 90. **Laasonen E.M., Kivioja A.** Delayed diagnosis of extremity trauma in patients with multiple injuries // *J. Trauma*. 1991. Vol. 31. P. 257–260.
 91. **Ledlie J.T., Renfro M.** Balloon kyphoplasty: one-year outcomes in vertebral body height restoration, chronic pain, and activity levels // *J. Neurosurg.* 2003. Vol. 98. Suppl. 1. P. 36–42.
 92. **Levine A.M., Edwards C.C.** Low lumbar burst fractures: reduction and stabilization using the modular spine fixation system // *Orthopedics*. 1988. Vol. 11. P. 1427–1432.
 93. **Levine A.M., McCutcheon M., Garfin S., et al.** The management of burst fractures of the low lumbar spine // *Proceedings of the Scoliosis Research Society 24th Annual Meeting. Amsterdam, Holland, September 17–22, 1989.*
 94. **Levine R.** Schulte H. Lumbosacral root syndromes // In: Camins M., O'Leary P. (eds). *The Lumbar Spine*. N. Y., 1987. P. 163.
 95. **Lewis G.** Properties of acrylic bone cement: state-of-the-art review // *J. Biomed. Mater. Res.* 1997. Vol. 38. P. 155–182.
 96. **Lieberman I.H., Dudeney S., Reinhardt M.K., et al.** Initial outcome and efficacy of «kyphoplasty» in the treatment of painful osteoporotic vertebral compression fractures // *Spine*. 2001. Vol. 26. P. 1631–1638.
 97. **Lindahl S., Willen J., Nordwall A., et al.** The crush-cleavage fracture: a «new» thoracolumbar unstable fracture // *Spine*. 1983. Vol. 8. P. 559–569.
 98. **Lippuner K.** Medical treatment of vertebral osteoporosis // *Eur. Spine J.* 2003. Suppl. 2. P. S132 – S141.
 99. **Lowery G.L., Harms J.** Principles of load-sharing // In: Bridwell K.H., DeWald R.L. (eds). *The Textbook of Spinal Surgery*. 2nd edition. Philadelphia, Lippincott – Raven, 1997. P. 155–166.
 100. **McAfee P.C., Yuan H.A., Lasda N.A.** The unstable burst fracture // *Spine*. 1982. Vol. 7. P. 365–373.
 101. **Magerl F., Aebi M., Gertzbein S.D., et al.** A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries // *Eur. Spine J.* 1994. Vol. 3. P. 184–201.
 102. **Mathis J.M., Barr J.D., Belkoff S.M., et al.** Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures // *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 2001. Vol. 22. P. 373–381.
 103. **Mathis J.M., Deramond H., Belkoff S.M.** (eds.) *Percutaneous vertebroplasty*. N. Y., 2002.
 104. **Mathis J.M., Eckel T.S., Belkoff S.M., et al.** Percutaneous vertebroplasty: a therapeutic option for pain associated with vertebral compression fracture // *J. Back Muskuloskel. Rehab.* 1999. Vol. 13. P. 11–17.
 105. **McAfee P.C., Yuan H.A., Fredrickson B.E., et al.** The value of computed tomography in thoracolumbar fractures: An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1983. Vol. 65. P. 461–473.
 106. **McCormack T., Karaikevic E., Gaines R.W.** The load sharing classification of spine fractures // *Spine*. 1994. Vol. 19. P. 1741–1744.
 107. **McGraw J.K., Gardella J., Barr J.D., et al.** Society of Interventional Radiology quality improvement guidelines for percutaneous vertebroplasty // *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2003. Vol. 14. P. S311–S315.
 108. **McLain R.F., Sparling E., Benson D.R.** Early failure of short-segment pedicle instrumentation for thoracolumbar fractures: a preliminary report // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1993. Vol. 75. P. 162–167.
 109. **Meyer P.R.** (ed.). *Surgery of Spine Trauma*. N. Y., 1989.
 110. **Muller M.E., Nazarian S., Koch P.** Classification AO des fractures. Vol. 1. Les os longs. Berlin, 1987.
 111. **Miniaci A., McLaren A.C.** Anterolateral compression fracture of the thoracolumbar spine: a seat-belt injury // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1989. N 240. P. 153–156.
 112. **Mumford J., Weinstein J.N., Spratt K.F., et al.** Thoracolumbar burst fractures: the clinical efficiency and outcome of nonoperative management // *Spine*. 1993. Vol. 18. P. 955–970.
 113. **Nicoll E.A.** Fractures of the dorso-lumbar spine // *J. Bone Joint Surg.* 1949. Vol. 31. P. 376.
 114. **Ohmori K., Kanamori M., Kawaguchi Y., et al.** Image-guided anterior thoracolumbar corpectomy: a report of three cases // *Spine*. 2001. Vol. 26. P. 1197–1201.
 115. **Okuyama K., Abe E., Chiba M., et al.** Outcome of anterior decompression and stabilization for thoracolumbar unstable burst fractures in the absence of neurologic deficits // *Spine*. 1996. Vol. 2. P. 620–625.
 116. **Padovani B., Kasriel O., Brunner P., et al.** Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty // *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 1999. Vol. 20. P. 375–377.
 117. **Patel U., Skingle S., Campbell G.A., et al.** Clinical profile of acute vertebral compression fractures in osteoporosis // *Br. J. Rheumatol.* 1991. Vol. 30. P. 418–421.
 118. **Plaue R.** [The mechanics of compression fractures in the spine] // *Z. Orthop.* 1974. Vol. 112. P. 870–872. German.
 119. **Posner J.B.** Back pain and epidural spinal cord compression // *Med. Clin. North Am.* 1987. Vol. 71. P. 185–205.
 120. **Potulski M., Beisse R., Bühren V.** [Thoracoscopy-guided management of the «anterior column». Methods and results] // *Orthopade*. 1999. Vol. 28. P. 723–730. German.
 121. **Rapado A.** General management of vertebral fractures // *Bone*. 1996. Vol. 18. P. 191S–196S.
 122. **Ratliff J., Nguyen T., Heiss J.** Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty // *Spine*. 2001. Vol. 26. P. E300–E302.
 123. **Roaf R.** A study of the mechanics of spinal injuries // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1960. Vol. 42. P. 810–823.
 124. **Roaf R.** Rib function as a means of maintaining of spinal stability // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1972. Vol. 54. P. 751.
 125. **Roy-Camille R., Saillant G., Mazel C.** Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1986. N 203. P. 7–17.
 126. **Samberg I.C.** Fracture-dislocation of the lumbosacral spine. A case report // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1975. Vol. 57. P. 1007–1008.
 127. **Schmorl G., Junghans H.** The human spine in health and disease. N. Y., 1971.
 128. **Southwick W.O., Robinson R.A.** Surgical approaches to the vertebral bodies in the cervical and lumbar regions // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1957. Vol. 39. P. 631–644.

129. **Stanislas M.J., Latham J.M., Porter K.M., et al.** A high risk group for thoracolumbar fractures // *Injury*. 1998. Vol. 29. P. 15–18.
130. **Stauffer E.S.** Current concepts review. Internal fixation of fractures of the thoracolumbar spine // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1984. Vol. 66. P. 1136–1138.
131. **Sundaresan N., Shah J., Feghali J.G.** A transsternal approach to the upper thoracic vertebrae // *Am. J. Surg.* 1984. Vol. 148. P. 473–477.
132. **Sundaresan N., Shah J., Foley K., et al.** An anterior surgical approach to the upper thoracic vertebrae // *J. Neurosurg* 1984. Vol. 61. P. 686–690.
133. **Sutherland C.J., Miller F., Wang G.J.** Early progressive kyphosis following compression fractures. Two case reports from a series of «stable» thoracolumbar compression fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1983. N 173. P. 215–220.
134. **Swanepoel M.W., Adams L.M., Smeathers J.E.** Morphometry of human lumbar apophyseal joints: a novel technique // *Spine*. 1997. Vol. 22. P. 2473–2483.
135. **Szpalski M., Gunzburg R.** (eds). Vertebral osteoporotic compression fractures. LWW, 2003.
136. **Timothy J., Towns G., Girn H.S.** Cervical spine injuries // *Current Orthopaedics*. 2004. Vol. 18. P. 1–16.
137. **Vaccaro A.R., Lehman R.A. Jr., Hurlbert R.J., et al.** A new classification of thoracolumbar injuries: the importance of injury morphology, the integrity of the posterior ligamentous complex, and neurologic status // *Spine*. 2005. Vol. 30. P. 2325–2333.
138. **Vaccaro A.R., Lee J.Y., Schweitzer K.M., et al.** Assessment of injury to the posterior ligamentous complex in thoracolumbar spine trauma // *Spine J.* 2006. Vol. 6. P. 524–528.
139. **Van Beek E.J., Been H.D., Ponsen K.K., et al.** Upper thoracic spinal fractures in trauma patients — a diagnostic pitfall // *Injury*. 2000. Vol. 31. P. 219–223.
140. **Van der Roer N., de Lange E.S., Bakker F.C., et al.** Management of traumatic thoracolumbar fractures: a systematic review of the literature // *Eur. Spine J.* 2005. Vol. 14. P. 527–534.
141. **Vasconcelos C., Gailloud P., Beauchamp N.J., et al.** Is percutaneous vertebroplasty without pretreatment venography safe? Evaluation of 205 consecutive procedures // *AJNR. Am. J. Neuroradiol.* 2002. Vol. 23. P. 913–917.
142. **Verlaan J.J., van de Kraats E.B., Oner F.C., et al.** The reduction of endplate fractures during balloon vertebroplasty: a detailed radiological analysis of the treatment of burst fractures using pedicle screws, balloon vertebroplasty, and calcium phosphate cement // *Spine*. 2005. Vol. 30. P. 1840–1845.
143. **Watkins R.G.** Surgical approaches to the spine. Springer-Verlag, N.Y. Inc., 1983.
144. **Weill A., Chiras J., Simon J.M., et al.** Spinal metastases: indications for and results of percutaneous injection of acrylic surgical cement // *Radiology*. 1996. Vol. 199. P. 241–247.
145. **White A.A. 3rd.** Analysis of the mechanics of the thoracic spine in man. An experimental study of autopsy specimens // *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 1969. N 127. P. 1–105.
146. **White A.A. 3rd, Southwick W.O., Panjabi M.M., et al.** Practical biomechanics of the spine for orthopaedic surgeon // In: *Instructional Course Lectures*. Amer. Acad. Orthop. Surg. C.V. Mosby Publishing Co., 1974. P. 62–78.
147. **White A.A., Panjabi M.M.** *Clinical Biomechanics of the Spine*. Philadelphia, 1978.
148. **Whitesides T.E. Jr.** Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1977. N 128. P. 78–92.
149. **Woerdsdoerfer O., Ulrich C., Claes L.** Comparative biomechanical evaluation of distraction rod systems and various transpedicular fixation devices // *Orthop. Trans.* 1989. Vol. 13. P. 118–211.
150. **Wood K.B., Khanna G., Vaccaro A.R., et al.** Assessment of two thoracolumbar fracture classification systems as used by multiple surgeons // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005. Vol. 87. P. 1423–1429.
151. **Yoganandan N., Larson S.J., Pintar F., et al.** Biomechanics of lumbar pedicle screw/plate fixation in trauma // *Neurosurgery*. 1990. Vol. 27. P. 873–880.
152. **Zoltan J.D., Gilula L.A., Murphy W.A.** Unilateral facet dislocation between the fifth lumbar and first sacral vertebrae: case report // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1979. Vol. 61. P. 767–769.

Адрес для переписки:

Рамих Эдвард Александрович
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
ERamikh@niito.ru

Статья поступила в редакцию 26.12.2007