

Оглавление

Список сокращений и условных обозначений	9
Введение	10
Глава 1. Нозологическая характеристика и диагностика деформаций позвоночного канала различного генеза	14
1.1. Терминология патологических изменений позвоночного канала	14
1.2. Формирование сводной клинико-патоморфологической классификации деформаций позвоночного канала различного генеза	20
1.3. Диагностика деформаций позвоночного канала при поражениях грудного и поясничного отделов позвоночника (сопоставление клинических данных и результатов лучевых методов исследования)	31
1.4. Применение модифицированной шкалы Frankel при оценке вертебро-медуллярных расстройств у пациентов с неврологически осложненными деформациями позвоночного канала	35
Глава 2. Хирургическое лечение пациентов с деформациями позвоночного канала	41
2.1. Общая характеристика хирургической тактики лечения пациентов с деформациями позвоночного канала грудной и поясничной локализации	41
2.2. Основные направления создания заднего спондилосинтеза в грудном и поясничном отделах позвоночника	45
2.3. Хирургические доступы к грудному и поясничному отделам позвоночника	51
2.4. Способы создания переднего спондилодеза в грудном и поясничном отделах позвоночника	66

Глава 3. Осложнения и неблагоприятные исходы хирургического лечения пациентов с заболеваниями и травмами позвоночника	75
3.1. Общая характеристика неблагоприятных исходов хирургического лечения пациентов с патологией позвоночника и спинного мозга	75
3.2. Интраоперационные осложнения в спинальной хирургии	83
3.3. Осложнения транспедикулярной фиксации у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой грудного и поясничного отделов и их профилактика	94
Глава 4. Критерии безопасности вентральных хирургических доступов к грудному и поясничному отделам позвоночника	103
4.1. Экспериментальные топографо-анатомические исследования, посвященные обоснованию хирургических доступов к позвоночнику	103
4.2. Анатомо-топографические особенности иннервации мышц переднебоковой стенки живота применительно к обоснованию вентральных внебрюшинных доступов	105
4.3. Индивидуальные особенности строения и топографии межреберных нервов в зависимости от формы телосложения	109
4.4. Анатомическое обоснование рекомендаций по предотвращению повреждений межреберных нервов	115
4.5. Морфометрическое обоснование зон безопасного введения опорных винтов фиксирующей конструкции в тела позвонков по данным магнитно-резонансной томографии	124
Глава 5. Разработка и внедрение новых способов и устройств для хирургического лечения пациентов с вертебро-медуллярной патологией	130
5.1. Разработка устройства для передней фиксации поясничных позвонков	130
5.2. Клиническое внедрение нового способа остеосинтеза позвоночника на грудном и поясничном отделах	133

5.3. Разработка устройства для остановки кровотечения из костной ткани тел позвонков	139
5.4. Применение устройств транспедикулярной фиксации с балками из нитинола и титановых сплавов при лечении пациентов с травматическими деформациями позвоночного канала	141
5.5. Расчет коррекции деформации поврежденных позвоночно-двигательных сегментов в грудном и поясничном отделах позвоночника по данным спиральной компьютерной томографии	152
Глава 6. Результаты хирургического лечения при деформациях позвоночного канала различного генеза	163
6.1. Хирургическое лечение пациентов с травматическими деформациями позвоночного канала грудной и поясничной локализации	163
6.2. Результаты лечения пациентов, оперированных с использованием заднего хирургического доступа	170
6.3. Результаты лечения пациентов, оперированных с использованием комбинации заднего и переднего хирургических доступов	177
6.4. Результаты лечения пациентов, оперированных из вентрального хирургического доступа	184
Заключение	198
Послесловие	202
Список литературы	207

ГЛАВА 5

Разработка и внедрение новых способов и устройств для хирургического лечения пациентов с вертебро-медуллярной патологией

5.1. Разработка устройства для передней фиксации поясничных позвонков

Основываясь на данных уже известных устройств фиксации позвоночника и вышеописанном способе трехколонной фиксации поясничных позвонков, мы разработали устройство для фиксации (патент № 2596094 от 27.08.2016) применительно к этому способу стабилизации, которое позволяет фиксировать три опорные колонны ПДС (рис. 5.1, 5.2).

Конструктивные характеристики устройства заключаются в следующем. Устройство содержит опорный и фиксирующие элементы.

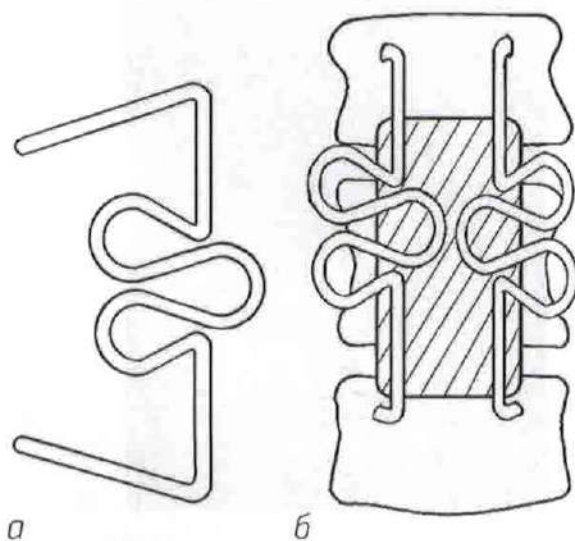


Рис. 5.1. Устройство для фиксации позвонков, вид сбоку (а); схема расположения устройства в теле позвонка, вид спереди (б)

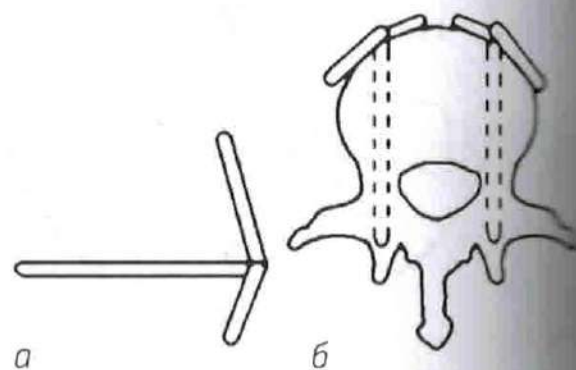


Рис. 5.2. Устройство для фиксации позвоночника, вид сверху (а); расположение устройства в теле позвонка, вид сверху (б)

особенность заключается в том, что оно включает две П-образные металлические скобы, каждая из которых содержит два фиксирующих плеча и опорный элемент в виде трех петель из разомкнутых колец одного диаметра, расположенных разнонаправленно в плоскости, находящейся под углом 45° к фиксирующим плечам. Длина фиксирующего плеча равна сумме диаметра тела позвонка и длины корня дужки позвонка, фиксирующие плечи изогнуты по отношению к продольной оси скобы на 60° , находятся в одной плоскости, а их концы направлены друг к другу. Высота опорного элемента равна сумме высот тел фиксируемых позвонков. Устройство изготавливают из проволоки диаметром 4 мм из металлического сплава, обладающего эффектом памяти формы.

На первом этапе апробации устройства выполнено анатомо-экспериментальное исследование с установкой разработанной конструкции на анатомических моделях позвонков крупных животных (рис. 5.3, 5.4).

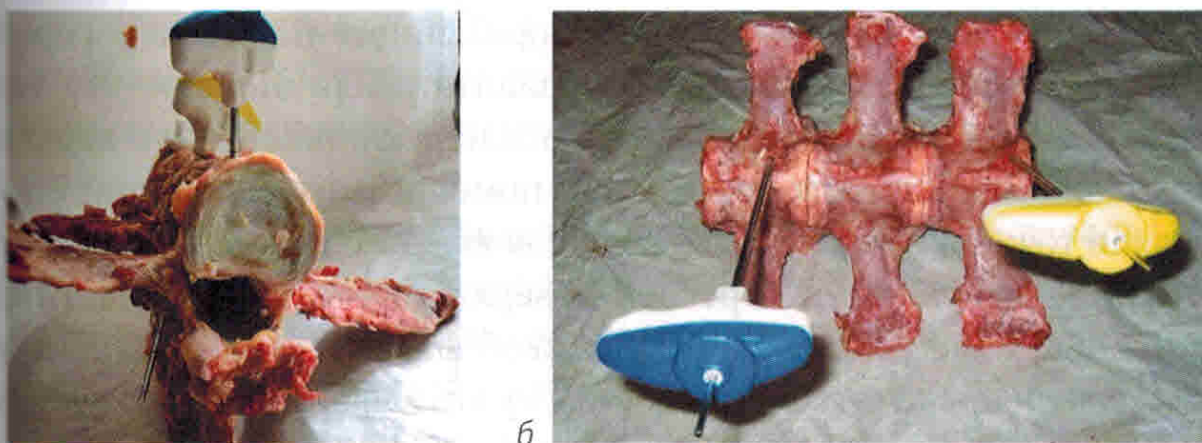


Рис. 5.3. Стенки позвоночного канала после проведения канюлированных спиц через тела в корни дуг позвонков — их целостность сохранена (вид спереди) (а); оценка проведения канюлированных спиц через тела в корни дуг позвонков (вид сверху) (б)

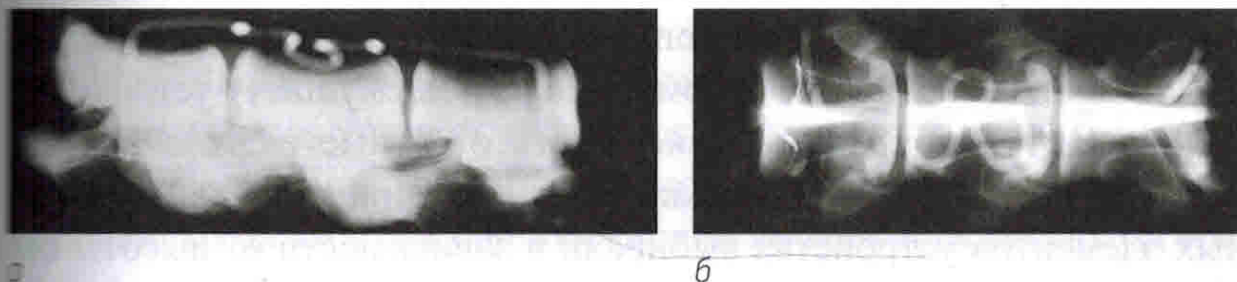
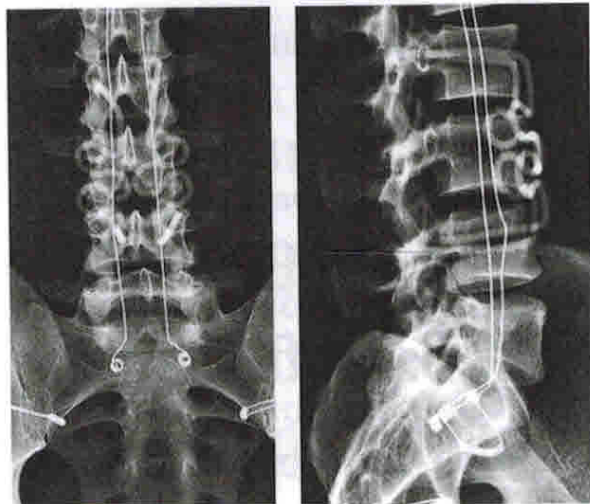


Рис. 5.4. Контрольная рентгенограмма анатомического блока позвонков трупа свиньи — удовлетворительное положение петельного фиксатора, интактность позвоночного канала: а — сагиттальная проекция; б — фронтальная проекция



а

б

Рис. 5.5. Рентгенограмма пояснично-крестцового отдела позвоночника во фронтальной (а) и сагиттальной (б) проекциях. Оценено расположение элементов фиксирующей конструкции в телах и корнях дуг позвонков трупа человека

На следующем этапе исследования устройство апробировано на анатомических моделях трупов человека. При визуальной оценке и рентгенографии (рис. 5.5) установлено, что деформации стенок позвоночного канала нет, опорные элементы конструкции проходят через тела в корнях дуг позвонков.

Устройство устанавливали следующим образом. Выполняли передний параректальный внебрюшинный доступ к передним структурам поясничного отдела позвоночника. Резекционно удаляли разрушенные части тела пораженного позвонка с форми-

рованием паза для укладки трансплантата или эндопротеза тела позвонка. В сформированный паз после реклинации туго вводили трансплантат или эндопротез. При помощи рентгеноскопии определяли точки и направление ввода для каждого фиксирующего элемента конструкции от передней поверхности тела в корень дужки позвонка. Каждую из П-образных скоб фиксирующего устройства охлаждали после чего ей придавали нужную форму, для чего растягивали кольцевидные опорные элементы до необходимой для введения в тела позвонков высоты, а плечи разгибали таким образом, чтобы они находились параллельно друг другу, то есть перпендикулярно опорным элементам. Затем в обнаруженные точки, установленные на кортикальном слое передней поверхности тел позвонков, смежных с пораженным позвонком, через тела позвонков в корни дуг позвонков вводили по одному фиксирующему плечу устройства. Длину плеча выбирали в зависимости от диаметра тела позвонка с учетом длины корня дужки позвонка. При этом длину опорных элементов устройства выбирали в зависимости от высоты тел позвонков и количества пораженных ПДС. Устройство прогревали до 40° в изотоническом растворе натрия хлорида. За счет эффекта памяти формы происходила самофиксация устройства в позвонках.

По результатам исследования можно сделать вывод, что разработанное устройство способно обеспечить устойчивую стабилизацию ПДС за счет одновременной фиксации трех опорных комплексов позвонков из одного хирургического доступа.

5.2. Клиническое внедрение нового способа остеосинтеза позвоночника на грудном и поясничном отделах

С целью определения возможности безопасного проведения костных винтов в телах позвонков, целостности стенок позвоночного канала и верификации степени выстояния конструкции в пределах рельефа позвонков проведено экспериментальное моделирование установки фиксирующих имплантатов на ПДС анатомических моделей крупных животных. Исследование выполнено на базе Ставропольского государственного аграрного университета. Были решены следующие задачи:

- определены траектории прохождения винтов через кортикальный слой в губчатое вещество тела позвонка;
- определены траектории прохождения винтов через тела в корнях дуг;
- выявлены риски повреждения стенок позвоночного канала.

Результаты свидетельствовали о возможности безопасной установки фиксирующих металлоконструкций со стороны передней поверхности тел позвонков в корнях дуг.

На основании анализа литературных данных и собственного практического опыта разработан способ остеосинтеза нестабильных повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника из вентрального доступа, который позволил обеспечить устойчивый спондилодез двух ПДС (патент № 2559275 от 10.08.2015).

Задача разработки способа остеосинтеза заключалась в создании устойчивой фиксации оперированного сегмента позвоночника на грудном и поясничном уровнях из одного вентрального доступа за счет исключения миграции винтовой конструкции из тел фиксированных позвонков при движениях во всех плоскостях (сгибании, разгибании и ротации). Это позволило исключить операции из заднего доступа для дополнительной фиксации ПДС и обеспечить малотравматичный и безопасный подход к целевым структурам

позвоночного столба, сократив при этом объем интраоперационной кровопотери и длительность оперативного вмешательства.

На рис. 5.6 схематично изображены основные принципы предложенного способа остеосинтеза позвоночника.

Винты, стержни и прижимные гайки изготовлены из титанового сплава. Диаметр стержней составляет 6 или 7 мм, а длина — более 50 мм в зависимости от высоты и числа пораженных позвонков. Винты имеют полиаксиальную головку, длину 30–70 мм и диаметр резьбовой части от 3,5 до 7,5 см в зависимости от размеров тела позвонка.

Способ остеосинтеза заключается в следующем. Применяют переднебоковой доступ к боковой поверхности позвоночника на грудном, грудопоясничном или поясничном отделах. В положении больного на боку производят разрез мягких тканей. На грудном и грудопоясничном отделах доступ осуществляют трансторакально, а на поясничном — внебрюшинно. Затем верифицируют искомый пораженный позвонок, скелетируют его боковую поверхность и обнажают боковые части смежных с ним МПД и лимбы тел здоровых позвонков. С помощью кусачек и костных ложек удаляют разрушенные части тела пораженного позвонка и МПД (при необходимости до ТМО). В образовавшийся межтеловой промежуток вводят костный трансплантат или эндопротез

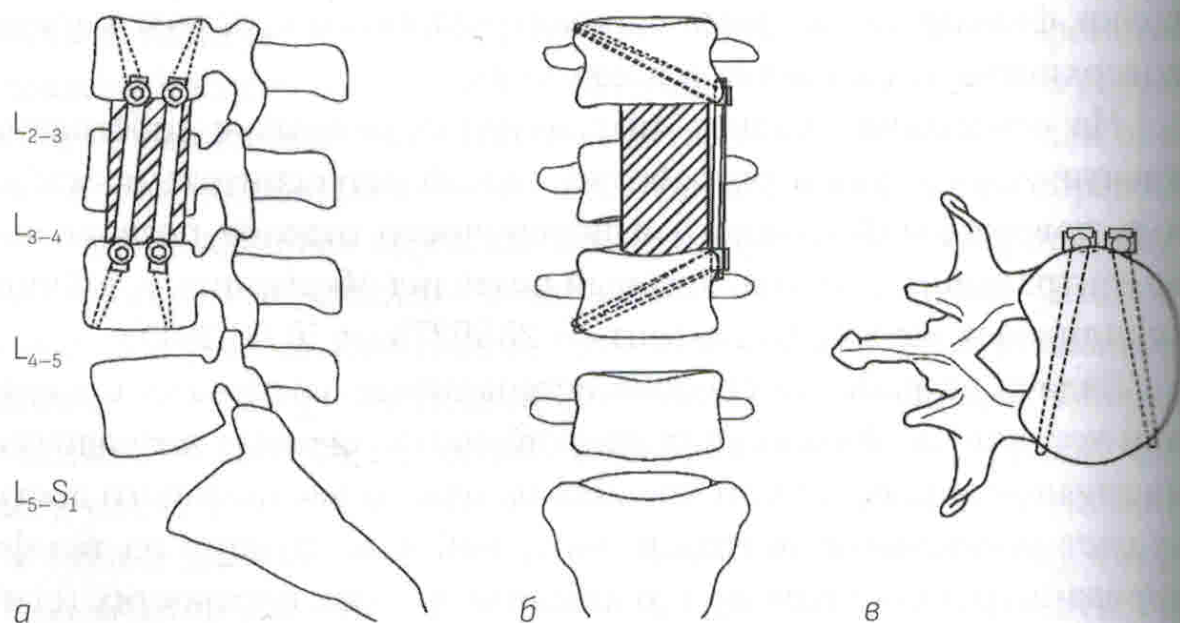


Рис. 5.6. Схема спондилодеза позвонков $L_{II}-L_{IV}$ четырехвинтовой системой: а — вид сбоку; б — вид спереди (трансплантат расположен под фиксирующей металлоконструкцией); схема расположения винтов в теле позвонка (вид сверху) (в)

ГЛАВА 6

Результаты хирургического лечения при деформациях позвоночного канала различного генеза

6.1. Хирургическое лечение пациентов с травматическими деформациями позвоночного канала грудной и поясничной локализации

С целью разработки оптимального диагностического и лечебного подходов к лечению пациентов с ДПК нами проведено ретроспективное и проспективное клиническое исследование результатов хирургического лечения 302 пациентов, оперированных в период с 1999 по 2021 г. Средний возраст больных составил $38,5 \pm 0,8$ года. Мужчин было 196 (64,9 %), средний возраст — $37,8 \pm 0,9$ года; женщин — 106 (35,1 %), средний возраст — $39,8 \pm 1,5$ года.

При обследовании у пациентов выявлены как одноуровневые (чаще страдал сегмент L_1), так и двухуровневые (чаще в сегменте $T_{XII}-L_1$) повреждения позвоночника. У всех диагностирована ДПК, чаще всего — передняя компрессия содержимого позвоночного канала. Предварительное планирование хирургического вмешательства базировалось на оценке вертебро-медуллярной патологии, формы и степени ДПК, степени поражения костно-связочных структур, возможности применения декомпрессии позвоночного канала и фиксации (при необходимости эндопротезирования) пораженного ПДС с восстановлением биомеханической оси поврежденного ПДС и его опороспособности. Для фиксации использовали

имплантаты различных отечественных и иностранных производителей: систему ТПФ «Синтез» (Санкт-Петербург), «Конмет» (Москва), «МединУрал» (Екатеринбург); DePuy, AESCULAP и Ulma (Германия), SYNTHES (Швейцария) и др.

Тактика дооперационного обследования наших пациентов с ПСМТ грудного и поясничного отделов не отличается от таковой в зарубежных и отечественных клиниках (Бадалов В. И., 2012; Крылов В. В. и др., 2013; Луцик А. А. и др., 2012; Boos N., Aebi M., 2008; Frangen T. M. et al., 2010; Schinkel C., 2008; Shamim M. S. et al., 2011 и др.). В качестве общепринятого и обязательного первичного обследования выполняли обзорную рентгенографию в двух

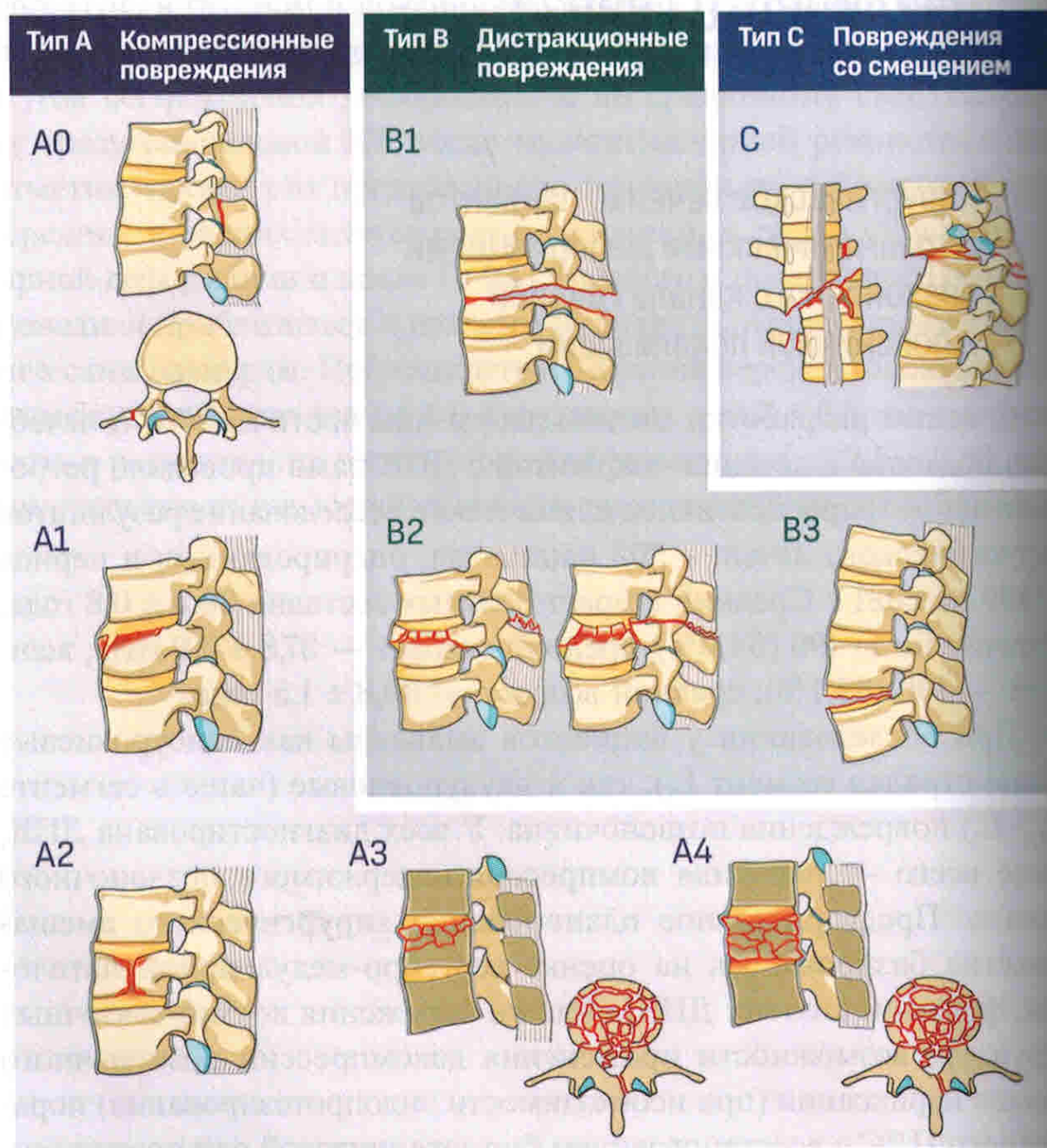


Рис. 6.1. Классификация AO SPINE (Spinal fracture classification)

проекциях, позволяющую оценить осевую деформацию позвоночного столба, а также в той или иной степени определить локализацию повреждения, а иногда характер поражения позвоночника, наличие и выраженность ДПК. Стабильность позвоночника и тип повреждения позвонка определяли на основе классификации, предложенной F. Magerl, M. Aebi, S. D. Gertzbein, J. Harms и S. Nazarian (1994). С учетом характера повреждений osteoлигаментарных структур позвоночника повреждения позвоночника оценивали по классификации ассоциации AO Spine, предложенной F. Magerl (1994) и впоследствии дополненной A. R. Vaccaro и соавт. (2013) (рис. 6.1), и классификации переломов позвонков Load Sharing (McCormack T. et al., 1994; Гринь А. А., 2021) (рис. 6.2).

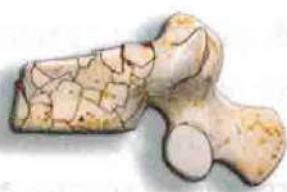
Характеристика	1 балл	2 балла	3 балла
Степень раздробления позвонка			
Степень смещения отломков в канал			
Степень кифотической деформации			

Рис. 6.2. Классификация Load Sharing (McCormack T. et al., 1994)

Величину кифотической деформации пораженного ПДС определяли по методу Cobb, используя обзорные рентгенограммы и измеряя угол, образованный двумя прямыми линиями, проходящими по неповрежденным замыкательным пластинкам тел позвонков, ближайших к пораженному ПДС.

Во всех случаях во время операции осуществляли рентгенологический контроль передвижным рентгенологическим аппаратом (С-дугой) как для определения уровня поражения, так и для оценки расположения имплантатов.

Стандартное рентгенографическое обследование дополняли КТ, которая давала более полное представление о степени повреждении позвонков и ДПК, а также о наличии в нем костных фрагментов. На основе данных КТ вырабатывали тактику дальнейшего обследования и определяли сроки оперативного лечения с учетом характера патологических изменений в ПДС и позвоночном канале. КТ применяли и при оценке формирования костного блока в оперированном сегменте позвоночника, а именно визуально оценивали непрерывность костных трабекул между фиксированными позвонками.

Всем пациентам проводили обследование, включавшее сбор анамнеза, общий осмотр, оценку болевого синдрома, определение амплитуды активных и пассивных движений конечностей и силы мышц, оценку чувствительных и тазовых расстройств, а также пальпацию всех отделов позвоночника. При неврологическом обследовании прежде всего учитывали состояние двигательной функции конечностей: активные движения, глубокие и поверхностные рефлексy, амплитуду движений в суставах конечностей и силу мышц. Исходя из оценки проводниковых и сегментарных расстройств определяли уровень и характер поражения спинного мозга и его корешков.

Интенсивность болевого синдрома оценивали при помощи ВАШ (Бывальцев В. А. и др., 2013; Вейс И. Е. и др., 2008), неврологический дефицит — по шкале Frankel (Frankel H. L. et al., 1969).

Неврологический статус исследовали до и сразу после операции, а также в последующие дни послеоперационного периода до момента выписки пациента из стационара. Контрольными сроками служили дата поступления в стационар, 10-е сутки после операции и день выписки из стационара.

Вопрос функциональных исходов и их объективной оценки после оперативного лечения на позвоночнике остается открытым и недостаточно освещенным в литературе (Виссарионов С. В. и др., 2016). Для определения эффективности различных видов хирургических вмешательств исследовали опороспособность позвоночника путем оценки функционально значимых в повседневной деятельности человека движений. Основная задача состояла в выявлении различий в функциональных результатах после оперативного лечения пациентов с ДПК различного генеза грудного и поясничного отделов позвоночника в зависимости от варианта оперативного вмешательства.

В настоящее время наиболее полным вариантом стандартной методики измерения амплитуды движений суставов конечностей и позвоночника является методика SFTR (Цыкунов М. Б. и др., 2010), при которой применяют кодовую регистрацию движений через буквенное и цифровое обозначение плоскости выполняемых движений. Кодовая регистрация включает букву плоскости, в которой совершается движение:

- S — сагиттальная;
- F — фронтальная;
- T — трансверзальная;
- R — ротация.

Кодовая регистрация также содержит три цифры, выражающие исходную позицию и амплитуду движений в одном и другом направлении соответствующей плоскости. Вначале отмечают экстензию, абдукцию и ротацию кнаружи, затем флексию, аддукцию и ротацию кнутри. Боковой наклон и ротацию позвоночника в левую сторону записывают первыми до 0°, а движения в правую сторону — последними. Данная методика выглядит сложной и в большей степени адаптирована к исследованию объема движений суставов конечностей.

В ходе исследования мы разработали методику применения специальных функциональных проб, имитирующих наиболее распространенные и значимые повседневные движения в грудном и поясничном отделах позвоночника. С учетом данных по использованию этой методики, а также данных клинико-неврологического, рентгенографического исследований, КТ и МРТ проведен сравнительный анализ результатов лечения пациентов контрольной и основной групп.

Предложенные функциональные пробы выглядят следующим образом:

- угол наклона туловища вперед (A);
- угол наклона туловища назад (P);
- угол наклона туловища вправо (D);
- угол наклона туловища влево (S);
- поворот туловища вправо (RD);
- поворот туловища влево (RS).

Условные обозначения: A — anterior; P — posterior; D — dextra; S — sinistra; RD — rotacio dextra; RS — rotacio sinistra.

Амплитуду движений позвоночника измеряли при помощи металлического угломера (рис. 6.3).

На рис. 6.4 представлены основные положения туловища пациента при выполнении функциональных проб.

Исследование проводили путем измерения угла, образованного вертикальной осью и осью наклона при каждом виде пробы. Угол

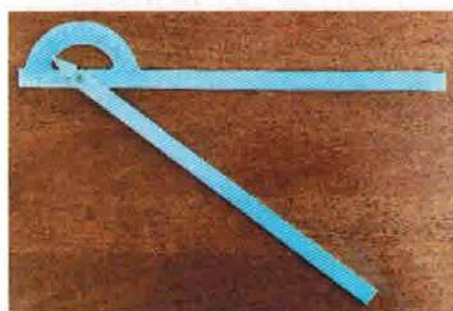


Рис. 6.3. Угломер для измерения амплитуды движений позвоночника

наклона и поворота туловища измеряли при помощи аналогового или электронного цифрового угломера (инклинометра). Воображаемая линия, соединяющая остистые отростки позвонков T_1 и S_1 , и ее отклонение в положении стоя образовывали искомый угол при выполнении каждого вида пробы. Сначала пациент в положении «стоя»

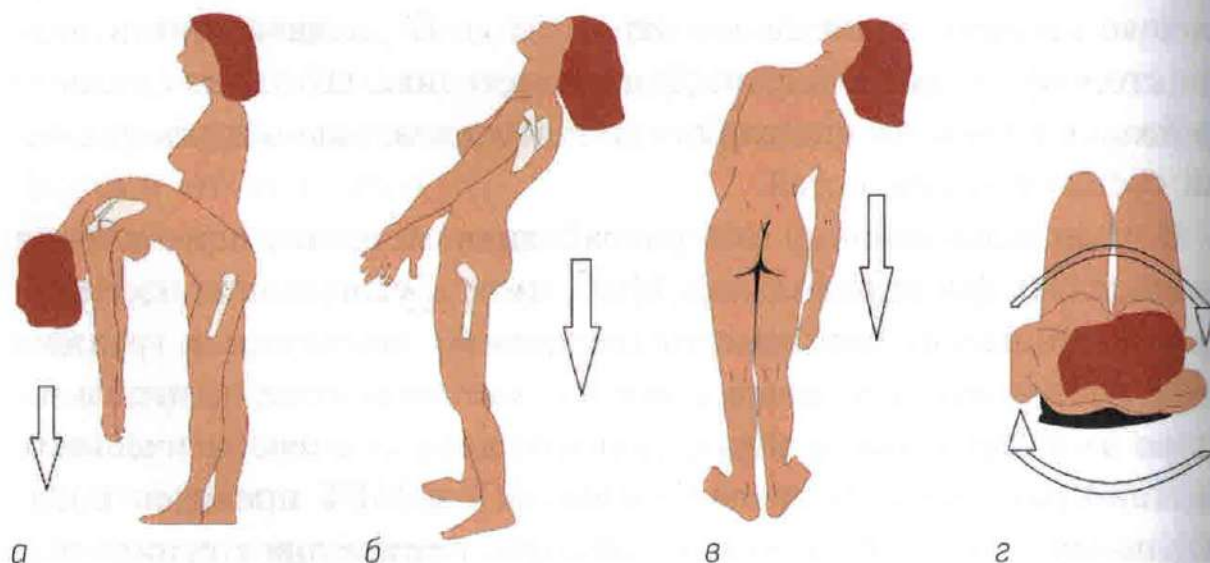


Рис. 6.4. Функциональные пробы при оценке функции позвоночника (а–г)

наклонялся вперед, назад и в стороны, затем в положении «сидя» совершал ротационные движения с поворотом туловища вправо и влево. При выполнении ротационных проб пациентов просили максимально повернуть плечи и туловище в каждую из сторон без ротации таза, поэтому эти движения совершались в положении «сидя» для фиксации таза и визуализации углов каждого поворота сверху. При этом угол измеряли между воображаемой линией плеч до поворота туловища и после него.

Еще Г. С. Юмашев и М. Е. Фурманов в 1973 г. обратили внимание на то, что цифровые данные амплитуды движений позвоночника, по материалам многих иностранных и отечественных авторов, широко варьируют. Авторы привели результаты, которые сопоставимы с показателями, полученными в более современных исследованиях (Цыкунов М. Б. и др., 2010).

Нормальные параметры движений в грудном, грудопоясничном и поясничном отделах позвоночника (Neumann D. A., 2010; Flanagan S. P., 2019) представлены в табл. 6.1.

Мы оценили зависимость биомеханических свойств позвоночника (способность выполнения функциональных проб) от вида оперативного вмешательства на момент выписки пациента из стационара. Были проанализированы функциональные исходы лечения методом оценки амплитуды движений в грудопоясничном отделе позвоночника в зависимости от вида оперативного вмешательства. Выход величины углов за пределы нормы расценивали как ограничение объема движений позвоночника.

Отдаленные результаты лечения (через год и более) оценивали после контрольного обследования, которое включало выяснение жалоб, физикальный осмотр, оценку болевого синдрома по ВАШ, неврологический осмотр с применением шкалы Frankel,

Таблица 6.1. Амплитуда движений в грудном, грудопоясничном и поясничном отделах позвоночника

Движения	Амплитуда движений, град.		
	грудной	поясничный	грудопоясничный
Флексия	40	45	85
Экстензия	25	15	40
Латеральная флексия	25	20	45
Ротация	35	5	40