

В.Д. УСИКОВ

**РУКОВОДСТВО
ПО ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОМУ
ОСТЕОСИНТЕЗУ ПОЗВОНОЧНИКА**

Гиппократ · 2006



В.Д. УСИКОВ

**РУКОВОДСТВО
ПО ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОМУ
ОСТЕОСИНТЕЗУ
ПОЗВОНОЧНИКА**

Часть

1

**Повреждения позвоночника
и спинного мозга**

Рек. директор ООО "Синтез" Усигов В.Д.



**Санкт-Петербург
Издательство «Гиппократ»
2006**

УДК 616.711-001.5-089.84

ББК 54.58

У74

Усиков В.Д.

У74

Руководство по транспедикулярному остеосинтезу позвоночника: Часть I. Повреждения позвоночника и спинного мозга.— СПб.: Гиппократ, 2006.— 176 с.

ISBN 5-8232-0030-7

Руководство посвящено транспедикулярному остеосинтезу позвоночника при его повреждениях. Изложена хирургическая тактика при различных травмах позвоночника и спинного мозга с использованием на одном из этапов лечения транспедикулярной репозиционно-стабилизирующей системы. В эксперименте изучены прочностные свойства отечественного транспедикулярного устройства «Синтез» к основным нагрузкам, воздействующим на позвоночник. Определены основные принципы транспедикулярного остеосинтеза позвоночника и обоснованы варианты компоновки устройства с учетом характера повреждений позвоночника и спинного мозга.

Для нейрохирургов и травматологов-ортопедов, оказывающих специализированную помощь больным с травмами позвоночника и спинного мозга.

УДК 616.711-001.5-089.84

ББК 54.58

ISBN 5-8232-0030-7

© В.Д.Усиков, 2006 г.
© Издательство «Гиппократ», оформление, 2006 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Изучение проблемы хирургического лечения повреждений позвоночника и спинного мозга показывает, что в последние годы при лечении таких больных все более активно используются спинальные системы, среди которых по частоте применения и эффективности лидирующее место принадлежит транспедикулярным устройствам.

Наряду с этим приходится констатировать недостаток методических пособий и изданий, посвященных транспедикулярному остеосинтезу позвоночника. Кроме того, в периодических ортопедических, нейрохирургических изданиях и руководствах использование транспедикулярных систем при травме позвоночника и его различных заболеваниях представлено зачастую по единому стандарту без должного учета особенностей конкретных ситуаций.

Как известно, на результаты лечения пациентов с травмой позвоночника и спинного мозга хирургическая тактика и качество исполнения всех лечебных мероприятий оказывают решающее влияние. Это в полной мере относится и к транспедикулярному остеосинтезу позвоночника. Следует признать, что принципы и методика транспедикулярного остеосинтеза травмированного позвоночника еще нуждаются в доработке. В значительной степени данное обстоятельство объясняется тем, что для систематизации отдаленных результатов лечения больных с травмой позвоночника с применением транспедикулярного остеосинтеза и получения обобщающих выводов по данному методу лечения требуется значительное число наблюдений.

Первая часть настоящей работы основана на результатах лечения 400 больных с тяжелой травмой позвоночника, которым на одном из этапов выполнялся внутренний транспедикулярный репозиционно-стабилизирующий остеосинтез или остеосинтез с внешними опорами. В исследовании предпринята попытка восполнить существующий в специальных публикациях пробел по основным вопросам транспедикулярного остеосинтеза при повреждениях позвоночника и спинного мозга.

В книге изложены основные принципы и методика транспедикулярного остеосинтеза позвоночника применительно к травме позвоночника с различной степенью тяжести. В качестве иллюстраций представлены схемы остеосинтеза с учетом характера повреждений позвоночника и спинного мозга и наиболее типичные клинические наблюдения.

Следует особо подчеркнуть, что использование данного метода лечения при различных заболеваниях позвоночника имеет свои особенности, нуждается в отдельном исследовании и изложении в следующей части руководства.

Автор

Глава 1

ДИАГНОСТИКА И ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

Проблема лечения пострадавших с повреждениями позвоночника продолжает оставаться актуальной. Это обусловлено возрастающей частотой подобных повреждений, их значительной долей в структуре травм опорно-двигательной системы, преобладанием среди больных лиц трудоспособного возраста, длительностью лечения, значительными сроками временной нетрудоспособности и высокими показателями инвалидности, а при поражении спинного мозга — и летальности [Кондаков Е.Н. и др., 1989; Шапиро К.И. и др., 1991; Усиков В.Д. и др., 1992; Фомичев Н.Г. и др., 1994; Журавлев С.М. и др., 1996; Синицин В.М. и др., 1997; Meyer P., 1992; Karjalainen M. et al., 1992; Mayer H. et al., 1992]. В настоящее время в значительной степени снизилась острота дискуссии о выборе метода лечения (консервативный, оперативный) у пациентов с различными повреждениями позвоночника. С определенной долей уверенности можно говорить о возросшей хирургической активности при повреждениях позвоночника. Этому благоприятствуют профессионализм хирургов и достаточное оснащение специализированных отделений [Закревский Л.К., Попов М.И., 1983; Солёный В.И., Чемирисов В.В., 1995; Бурцев Е.М. и др., 1996; Рамих Э.А., 1996; Рерих В.В. и др., 1996; Томилов А.Б. и др., 1996; Худяев А.Т., Коваленко П.И., 1996; Давыдов Е.А., 1998; Дулаев А.К. и др., 1998; Muhr G. et al., 1985; Mayer H. et al., 1992; Wawro W. et al., 1992, 1994; Criscitiello A., Fredrickson B., 1997; Knop C. et al., 1997; Schnee Ch., Ansell L., 1997; De Klerk L. et al., 1998]. Активной хирургической тактике у пострадавших с сочетанной травмой позвоночника и спинного мозга способствует и высокий уровень развития анестезиолого-реанимационной службы [Рожинский М.М. и др., 1979; Горячев А.Н. и др., 1983; Cotler J., Cotler H., 1990; Esses S. et al., 1990; Danisa O. et al., 1995].

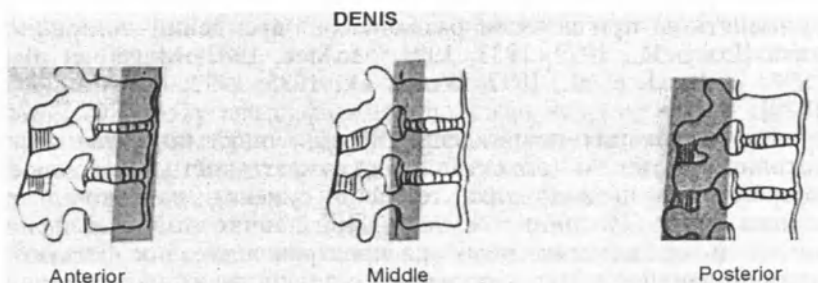
В определении хирургической тактики при повреждениях позвоночника и спинного мозга существенное значение имеет объективная и комплексная оценка этих повреждений. Следует признать, что до сих пор в клинической практике отсутствует общепризнанная унифицированная система оценки патологи-

ческого процесса, которая позволяла бы максимально полно оценивать повреждения и костно-связочных структур позвоночника, и содержимого позвоночного канала. Этому способствует прежде всего разобщенность по роду деятельности травматологов-ортопедов и нейрохирургов, которые в своей оценке основное внимание уделяют или позвоночнику, или спинному мозгу [Угрюмов М.В., 1969; Цивьян Я.Л., 1971; Бабиченко Е.И., 1979; Фомичев Н.Г., 1996; Denis F., 1984; Schneider M., 1990; Gusta A. et al., 1995].

Даже среди травматологов-ортопедов в оценке неосложненных переломов позвоночника нет согласия по той категории пострадавших, у которых на момент поступления в лечебное учреждение имеются значительные повреждения позвоночника при отсутствии или минимальном проявлении неврологических расстройств. Неоднородность в этой группе больных подтверждается исследованиями Yazici и соавт. (1995), которые отметили, что степень сужения позвоночного канала при взрывных переломах далеко не всегда коррелирует с выраженностью неврологических нарушений. Этот факт указывает на важность проявления повышенной нейрохирургической настороженности при лечении пациентов с так называемой неосложненной травмой. Недаром все более настойчиво в настоящее время говорится о потенциально осложненных повреждениях, встречающихся у лиц с нестабильными переломами позвоночника [Лавруков А.М. и др., 1996, 1998].

Лечебная тактика при повреждениях и позвоночника, и спинного мозга в значительной степени зависит от того, какие классификационные критерии используются для характеристики патологического процесса. С начала XX в. отечественными и зарубежными авторами разработано множество классификаций, в которых нашли свое отражение характер повреждения позвонков, связок, межпозвоночных дисков и основные проявления травматической болезни спинного мозга и его образований [Свенцицкий В.А., 1903; Смирнов Л.И., 1945; Гольдберг Д.Г., Раздольский И.Я., 1952; Коссинская Н.С., 1952; Гребенюк В.И., 1965, 1972, 1979; Угрюмов М.В., 1969; Цивьян Я.Л., 1971; Бабиченко Е.И., 1979; Берснев В.П. и др., 1998; Oppenheim H., 1900; Marburg O., 1915; Liscen E., 1917; Ricker G., 1921; Guttman L., 1976; Kempf et al., 1980; Magerl et al., 1994].

Отдавая должное существующим классификациям патогенетических аспектов позвоночно-спинномозговой травмы и травматической болезни спинного мозга, у большинства из них можно выявить общие недостатки, а именно: неполную характеристику повреждений костно-связочных образований и недостаточное внимание к патоморфологическим признакам поражения спинного мозга и его образований в позднем периоде травматической болезни.



1. Схема трехколонного строения позвоночника по Denis (по J.Cotler и H.Cotler, 1990).

Многие попытки классифицировать все многообразие типов переломов позвоночника по объему разрушения и степени повреждения содержимого позвоночного канала или по каким-либо другим признакам в значительной степени являются недостаточными, так как в зависимости от уровня повреждения возможности позвоночника различны, а возникающие при этом деформации неравноценны по влиянию на основные функции позвоночника и спинного мозга [Салдун Г.П., 1998].

В настоящее время при оценке повреждений позвоночника и содержимого позвоночного канала наибольшее признание получила классификация, разработанная F.Denis (1982—1984) и McAfee и соавт. (1983), более известная как классификация Denis. В ней наиболее полно оцениваются костно-связочные повреждения позвоночника и степень сужения позвоночного канала. В основу классификации положена концепция трехколонного строения позвоночного столба с выделением передней (передняя половина тел позвонков и межпозвоночных дисков), средней (задняя половина тел позвонков и межпозвоночных дисков) и задней (от корней дуг позвонков до верхушек остистых отростков) опорных остеолигаментарных колонн (рис. 1). С учетом данных КТ авторы обращают особое внимание на роль костных компонентов средней колонны в стабильности позвоночника. Патоморфологический принцип дифференциации одно-, двух- и трехопорных повреждений позвоночника с указанием механизма травмы позволяет объективно судить о характере и тяжести его повреждения и выделять стабильные и нестабильные переломы, переломоподвывихи, переломовывихи и вывихи и оценивать величину сужения позвоночного канала (сужение на $1/3$, $2/3$, $3/3$ от его переднезаднего размера).

После 1983 г. многие авторы существенно дополнили и доработали классификацию Denis, что позволило с успехом

применять ее при лечении различных повреждений позвоночника [Louis R., 1977, 1983, 1991; McAfee, 1983; Magerl et al., 1994; Willen J. et al., 1992; Wolter D., 1985, 1992; Roy-Camille, 1979].

Классификация повреждений позвоночника по Denis достаточно полно и объективно отражает костно-связочные повреждения позвоночника, степень сужения позвоночного канала и травму спинного мозга. Признанию этой классификации и ее повсеместному распространению способствуют принципиальное выделение средней osteолигаментарной колонны и однозначная трактовка состояния стабильности при повреждениях позвоночника с учетом характера травмы именно этой колонны позвоночника. На наш взгляд, главным преимуществом классификации Denis перед другими классификациями повреждений позвоночника является определение костно-связочной структуры средней колонны как нейроортопедического «ключа» в тактике хирургического лечения. Учет критериев данной классификации позволяет определять дифференцированный подход к мероприятиям по восстановлению опорной функции поврежденного отдела, выполнению закрытой или открытой декомпрессии, ревизии спинного мозга и его образований и выбору способа фиксации оперированного позвоночника.

Однако при всех своих достоинствах эта классификация имеет и недостатки. Это прежде всего определение сужения просвета позвоночного канала на уровне травмы на величину $1/3$, $2/3$ и более. При современных методах топиической диагностики повреждений позвоночника (рентгеновская КТ, МРТ, методы исследования с контрастированием) определение посттравматического дефицита просвета позвоночного канала можно и нужно делать более точно [Холин А.В. и др., 1995].

Второе замечание касается также точности определения, но уже посттравматической деформации позвоночника, величина которой, наряду с характеристикой всех других составляющих, является весьма важной, влияющей на натяжение спинного мозга и развитие различной выраженности миелоишемии. Для максимально точного определения имеющейся деформации позвоночника целесообразно угол деформации измерять по способу Cobb с проведением углообразующих линий по целым замыкающим пластинкам тел позвонков, ближайшим к поврежденному позвоночно-двигательному сегменту (сегментам).

Первоначально в своей работе при характеристике травмированного позвоночника и спинного мозга с его образованиями мы пользовались критериями многих классификаций, предложенных как травматологами, так и нейрохирургами. По мере накопления опыта и анализа результатов лечения были

определены наиболее значимые признаки позвоночно-спинно-мозговой травмы, что послужило основой для создания собственной классификации [Усиков В.Д., Соломатин А.А., 1996]. В основу классификации положен нейроортопедический принцип, определяющий обязательность комплексной оценки показателей, характеризующих повреждения костно-связочных структур позвоночника по Denis, и критериев, используемых в оценке повреждений спинного мозга и его образований. Собственные изменения и дополнения в данной классификации касаются выделения лишь основных типов повреждений позвоночника и точности измерения посттравматической деформации поврежденных ПДС и дефицита просвета позвоночного канала на уровне травмы.

Данная классификация позволяет детально характеризовать травму позвоночника как изолированную, так и сочетающуюся с повреждением содержимого позвоночного канала. Упрощение в выделении трех основных типов повреждений позвоночника (по степени выраженности травматических разрушений его костно-связочных образований с учетом механизма травмы) является достаточным и удобным в повседневной практике для определения показаний к хирургическому лечению и планирования объема декомпрессиивно-стабилизирующих вмешательств.

Мы считаем также принципиально важным представление в данной классификации клинических форм поражения спинного мозга, характерных для всех периодов его травматической болезни, так как современная диагностическая аппаратура позволяет с высокой точностью визуализировать патоморфологические изменения нервной ткани и их динамику. Высокая степень разрешения современной диагностической аппаратуры и методов обследования больных с позвоночно-спинномозговой травмой во все периоды травматической болезни существенно дополняет клинико-неврологическую оценку и позволяет сочетать в единой классификации критерии патогенеза (ушиб, сдавление спинного мозга и т. д.) с синдромом (симптомами) нарушения его проводимости.

Следует признать, что объединение в одной классификации морфологических данных и показателей функции травмированного спинного мозга может вызвать определенное неприятие. В первую очередь, это относится к острому и раннему периодам травмы, когда при оценке тяжелого ушиба спинного мозга и ушиба, сопровождающегося его сдавлением и перерывом, клинико-неврологические расстройства для обеих клинических форм поражения спинного мозга будут одинаковыми. Однако МР-исследование (с контрастированием или без него) позволяет уже в первые часы после травмы точно определить очаг поражения спинного мозга и характер его патоморфологических изменений.

Классификация закрытой позвоночно-спинномозговой травмы

Повреждения позвоночника

1. Тип повреждения:
 - А — стабильный перелом тела позвонка с повреждением передней или задней опорной колонны (компрессионный, отрыв краниоventрального угла, дуги позвонка);
 - В — нестабильный дистракционный перелом с повреждением передней и средней или задней и средней опорных колонн (взрывной, флексионный, экстензионный);
 - С — нестабильный ротационный вывих или переломовывих с повреждением всех опорных колонн (флексионно-ротационный, по типу сдвига, флексионно-дистракционный).
2. Деформация поврежденного сегмента (сегментов).
3. Дефицит просвета позвоночного канала (в процентах).

Повреждения спинного мозга и его образований

1. Период:
 - острый;
 - ранний;
 - промежуточный;
 - поздний.
2. Клиническая форма:
 - сотрясение;
 - ушиб;
 - сдавление;
 - перерыв;
 - последствия травмы (миеломалиция, кистозная дегенерация, рубцово-спаечный процесс, атрофия).
3. Локализация повреждения по длиннику, поперечнику.
4. Синдром частичного или полного нарушения проводимости спинного мозга:
 - расстройства движений;
 - расстройства чувствительности;
 - вегетативно-трофические расстройства.
5. Нарушение спинального кровообращения:
 - локализация по длиннику и поперечнику;
 - вид пораженного сосуда;
 - время развития.
6. Нарушение ликвородинамики:
 - блокада субарахноидальных пространств (частичная, полная);
 - локализация блокады ликворосодержащих пространств (передняя, боковая, задние камеры).

В оценке характера и степени тяжести повреждений позвоночника и спинного мозга мы отработали схему обследования больных, включающую в себя обязательные и рекомендуемые методы исследования, которые используются в каждом конкретном случае с учетом характера травмы костно-связочных структур позвоночника и содержимого позвоночного канала (табл. 1).

Обследование больных с различными повреждениями позвоночника и спинного мозга по представленной схеме с оценкой основных факторов патологического процесса, при-

Схема диагностики повреждений позвоночника и спинного мозга

Характер повреждения	Методы исследования	
	Обязательные	Рекомендуемые
Стабильные неосложненные переломы позвонков	Спондилография Клинико-неврологическое обследование	Функциональное рентгенологическое исследование поврежденного отдела
Нестабильные неосложненные переломы позвонков	Спондилография Клинико-неврологическое обследование КТ	Электронейромиография МРТ
Позвоночно-спинномозговая травма	Спондилография Клинико-неврологическое обследование МРТ Позитивная миелография (при отсутствии КТ и МРТ) Электронейромиография	КТ

веденных в классификации травм позвоночника и спинного мозга, позволяет в разные сроки после травмы поставить точный диагноз и определить требуемый объем хирургического лечения.

Объективная оценка характера травмы позвоночника и спинного мозга и сопутствующих повреждений позволяет осуществлять дифференцированное хирургическое лечение, основными принципами которого являются:

- раннее хирургическое лечение;
- одновременное решение при позвоночно-спинномозговой травме нейрохирургической и ортопедической задач;
- использование высокотехнологичных методик и устройств для остеосинтеза поврежденного отдела позвоночника;
- активная реабилитация больных после оперативного лечения.

Раннее хирургическое лечение пострадавших с повреждениями позвоночника и спинного мозга продолжает оставаться основным требованием в лечении таких больных. Во всех случаях необходимо стремиться к сокращению времени с момента травмы до оперативного вмешательства. Особенно это важно при позвоночно-спинномозговой травме для уменьшения негативного влияния миелоишемии на жизнеспособность нервных структур. В предоперационном периоде это возможно

благодаря своевременному обследованию пострадавших и проведению в сжатые сроки анестезиолого-реанимационных мероприятий. При позвоночно-спинномозговой травме, сочетающейся с повреждениями головного мозга и органов грудной и брюшной полостей, в первую очередь все должно быть направлено на выполнение неотложных мероприятий по жизненным показаниям, с отнесением операций на позвоночнике и спинном мозге в разряд отсроченных. Необходимо стремиться к тому, чтобы хирургическое лечение травм позвоночника и спинного мозга базировалось на снятии противопоказаний к операции в самые короткие сроки.

Несомненным достижением современной хирургии позвоночника является стремление к одновременному выполнению во время операций декомпрессии и ревизии сосудисто-нервных образований спинного мозга, восстановлению анатомических взаимоотношений в поврежденном отделе позвоночника, пластическому замещению дефектов костей и надежной фиксации оперированного отдела. Для этого в операции все чаще участвуют одновременно нейрохирург и ортопед или хирург, имеющий специальную подготовку по травме центральной и периферической нервной системы.

В последние годы среди хирургов, занимающихся лечением пострадавших с травмой позвоночника, прослеживается тенденция к выполнению всего объема лечения на позвоночнике и спинном мозге из одного и реже из двух доступов. Для этого используют известные доступы и их комбинации — задний, боковой, вентральный. При этом все чаще выполнение всего хирургического объема производится за одну или две операции, осуществляемые последовательно за время одной анестезии.

Физиологическая дозволённость длительности оперативного вмешательства на позвоночнике и содержанием позвоночного канала определяется состоянием больного, подготовкой операционной бригады, технической оснащённостью операции, адекватностью и малой агрессией на организм больного анестезиологического пособия. При значительном объёме планируемой операции очевидна целесообразность выполнения двух операций из разных доступов через определённый отрезок времени. Очередность их выполнения может быть разной с учётом характера повреждения костно-связочных структур, спинного мозга и состояния ликворосодержащих пространств. Продолжительность интервала между операциями определяется компенсационными возможностями организма больного и регрессом неврологических расстройств после первого вмешательства.

За последние два десятилетия существенно усовершенствованы существующие и разработаны новые способы хирургии

ческого лечения, а также технические решения по инструментарию и имплантатам для остеосинтеза позвоночника. Эти изменения коснулись изделий, используемых как на дорсальных структурах позвоночника, так и на его вентральном отделе. Современные конструкции в большинстве случаев позволяют после декомпрессии и ревизии содержимого позвоночного канала осуществлять полноценную многоплоскостную репозицию поврежденного отдела позвоночника с восстановлением в нем правильных биомеханических взаимоотношений и его окончательную устойчивую фиксацию.

В выборе метода фиксации позвоночника, по мнению А.А.Луцика (1994), наиболее важны следующие моменты:

- 1) первичная прочность и надежность фиксации;
- 2) исключение из движений наименьшего числа ПДС;
- 3) создание условий для образования опорного костного блока в короткие сроки;
- 4) нетравматичность операции и доступность материала для фиксации позвонков.

Неотъемлемой частью реабилитации больных с повреждениями позвоночника после оперативного лечения являются мероприятия по активному ведению больных уже с первых дней послеоперационного периода для восстановления функций позвоночника и спинного мозга. Для этого в условиях устойчивой фиксации оперированного отдела позвоночника показан весь комплекс кинезотерапии, стимулирующих воздействий на денервированные органы грудной и брюшной полостей, таза и на опорно-двигательную функцию конечностей.

Опубликованные данные и собственный опыт позволяют утверждать, что проблема хирургического лечения больных с повреждениями позвоночника и спинного мозга в значительной степени может быть решена путем дифференцированного подхода к выполнению в каждом конкретном случае декомпрессивных вмешательств. При этом следует учитывать объективные данные патологического процесса и использовать современные изделия и устройства для репозиции и фиксации травмированного отдела позвоночника.

Оба этих положения напрямую связаны с имплантатами и устройствами для остеосинтеза позвоночника, среди которых при травме последнего лидирующую роль играют транспедикулярные системы.

При рассмотрении способа остеосинтеза позвоночника, где используются костные шурупы, вводимые в тела позвонков через ножки и корни их дуг, необходимо определиться с термином «транспедикулярная фиксация».

Определение этого термина было дано Michele и Kueger еще в 1949 г. Эти же авторы в лабораторных условиях

разработали и технику установки транспедикулярных имплантатов. Лишь спустя 14 и 15 лет Roj-Camille (1963) и R.Judet (1964) применили первыми в клинике педикулярные винты и пластины. С того времени понятие «транспедикулярная фиксация» устройствами, основанными на принципе введения костных винтов в тела позвонков через (*trans*) ножки (*pediculus*) дуг позвонков, прочно закрепилось в публикациях.

В настоящее время с большой долей уверенности можно констатировать, что термин «транспедикулярная фиксация» позвоночника в определении данного метода лечения является недостаточно точным и устаревшим, что позволяет ставить вопрос о замене слова «фиксация» на слово «остеосинтез». Такая постановка вопроса правомочна, если под остеосинтезом позвоночника подразумевать не просто соединение позвонков каким-либо устройством, а прежде всего восстановление правильных соотношений между позвонками или их соединение в определенном положении после репозиционных действий. В начале становления этого метода по причине ограниченных репозиционных возможностей существовавших в те годы устройств основное внимание уделялось именно транспедикулярной фиксации травмированного или пораженного заболеванием позвоночника. За прошедшие 40 лет транспедикулярные конструкции, используемые в хирургии позвоночника, претерпели поистине революционные изменения. Благодаря техническому прогрессу в настоящее время существуют и продолжают разрабатываться спинальные системы, которые позволяют не только осуществлять устойчивую фиксацию позвоночника, но и выполнять до окончательного обездвиживания фиксируемых позвонков многоплоскостную коррекцию существующей деформации. Данный факт позволяет с полным основанием при использовании современных спинальных транспедикулярных устройств говорить уже не о фиксации, а о транспедикулярном остеосинтезе позвоночника.

Касаясь вопросов транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, необходимо остановиться на требованиях, предъявляемых к устройствам, применяемым для данного метода лечения. Необходимо признать, что транспедикулярные устройства по своей биомеханике близки к чрескостным, а если более точно — к чрескостным стержневым конструкциям. Поэтому, если рассматривать устройства для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника как устройства, близкие к аппаратам для чрескостного остеосинтеза, то к ним в полной мере применимы критерии, сформулированные Г.А.Илизаровым (1992).

По Г.А.Илизарову, основными критериями, которым должны соответствовать устройства для чрескостного остеосинтеза, являются:

- 1) возможность выполнять устройством точную репозицию;
- 2) жесткая фиксация аппаратом;
- 3) ранняя и полная функциональная активность больных после остеосинтеза;
- 4) минимальная травматизация аппаратом;
- 5) простота конструкции аппарата;
- 6) сохранение движений в смежных суставах.

Необходимо также отметить, что ортопеды и нейрохирурги, оперирующие на позвоночнике, предъявляют совершенно разные требования к его транспедикулярному остеосинтезу. Крайняя степень максимализма в отношении транспедикулярной фиксации позвоночника при его повреждениях выражена W.Dick (1989, 1993), который в требованиях к фиксации позвоночника указывает, что стабильность спинальной конструкции независимо от характера повреждения костно-связочных структур должна быть в такой степени высокой, чтобы после фиксации оперированного отдела позвоночника транспедикулярным устройством можно было вообще исключить выполнение корпоротомии.

В клинических условиях эффективность транспедикулярного остеосинтеза позвоночника определяется его стабильностью, которая, в свою очередь, характеризуется возможностью сохранять достигнутую операционную коррекцию и устойчивость к дислоцирующим нагрузкам на оперированный отдел. В последние годы именно вопросам стабильности транспедикулярного остеосинтеза позвоночника уделяется повышенное внимание.

В большинстве экспериментальных работ, посвященных стабильности транспедикулярного остеосинтеза, изучаются его основные параметры, такие как прочность, жесткость и предел упругости системы «позвоночник — транспедикулярное устройство». При этом используют различные способы моделирования всех возможных нагрузок на поврежденный отдел позвоночника.

Завершая краткий анализ критериев, используемых в оценке поврежденного позвоночника и существующей системы хирургического лечения, можно сказать, что за последние годы на результаты лечения пострадавших с повреждениями позвоночника и спинного мозга положительное влияние оказало использование на практике именно транспедикулярных устройств. В свою очередь, востребованность данного способа лечения указывает на необходимость четкого определения показаний к этому методу, знания биомеханических принципов и технических приемов транспедикулярного остеосинтеза при лечении пациентов с различными повреждениями позвоночника и спинного мозга.

ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

Показания и противопоказания для внутреннего и внешнего транспедикулярного остеосинтеза при повреждениях позвоночника и спинного мозга невозможно рассматривать отдельно от тактики хирургического лечения больных с данным патологическим состоянием. Транспедикулярный остеосинтез позвоночника при его повреждениях может быть как основным методом лечения, так и дополняющим другие методы лечения. Определение того, в каком качестве целесообразно его применение в каждом конкретном случае, зависит от характера повреждения позвоночника, вовлеченности спинного мозга и его образований в патологический процесс, давности травмы и от операций, выполненных ранее.

Показаниями для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, при которых данный метод лечения может быть основным, являются неосложненные стабильные и нестабильные компрессионные непроникающие и проникающие переломы тел позвонков с повреждением одной или двух замыкающих пластинок. Данный метод лечения может являться также окончательным у определенной части пострадавших с неосложненными нестабильными оскольчатыми переломами позвоночника.

При указанных повреждениях транспедикулярный остеосинтез, выполненный в сроки до 1—2 мес с момента травмы, позволяет осуществить репозицию и стабильную фиксацию поврежденного отдела позвоночника на все время, необходимое для консолидации расправленного тела, или тел позвонков. Чаще в лечении свежих переломов позвонков показан внутренний (погружной) остеосинтез. При отмеченных повреждениях позвоночника может быть применен и транспедикулярный остеосинтез с использованием внешних опор (наружный) сроком на 4—6 мес с последующей иммобилизацией прооперированного отдела позвоночника гипсовым или съемным корсетом.

Следует отдельно остановиться на тактике хирургического лечения больных с неосложненными нестабильными компрессионно-оскольчатыми переломами позвоночника при выполнении транспедикулярного остеосинтеза.

Лечение больных с указанными повреждениями позвоночника и давностью травмы до 1—2 мес желательно начинать

с внутреннего остеосинтеза. Это обосновано тем, что благодаря репозиционным возможностям спинальных систем возможно полноценное восстановление биомеханической оси позвоночника и вертикального размера поврежденного отдела. При этом эффект лигаментотаксиса (натяжение, расправление) передней и задней продольных связок позвоночника на протяжении поврежденных ПДС позволяет восстанавливать форму травмированного тела позвонка, межпозвоночных дисков и ремоделировать переднюю стенку позвоночного канала. Последующая устойчивая фиксация оперированного отдела позвоночника обеспечивает консолидацию расправленного тела позвонка, фибротизацию разорванных межпозвоночных дисков, смежных с поврежденным телом, и активную реабилитацию больных сразу после остеосинтеза. У большинства прооперированных больных после восстановления формы травмированного тела позвонка фибротизация межпозвоночных дисков при сохранении правильной оси позвоночника и высоты межпозвоночных промежутков позволяет отказаться от корпоротомии одного или чаще двух поврежденных ПДС.

Данная выжидательная тактика лечения относительно операции на вентральном отделе позвоночника при неосложненных нестабильных компрессионно-оскольчатых переломах позвоночника позволяет надеяться на восстановление опорно-двигательной функции поврежденного отдела путем выполнения одного вмешательства — транспедикулярного остеосинтеза. Лишь в тех случаях, когда после удаления спинальной конструкции появляется умеренный или стойкий болевой синдром с явлениями функциональной нестабильности оперированного отдела, в отсроченном порядке показан корпоротомия пораженных ПДС.

Совершенно иная ситуация имеет место при неосложненных нестабильных компрессионно-оскольчатых переломах позвоночника, когда повреждение задней части тела позвонка сопровождается образованием свободного срединного фрагмента кости, не связанного с дугой позвонка. При таких раздробленных переломах позвонка показания для транспедикулярного остеосинтеза, где он являлся бы основным методом лечения, являются относительными, так как закрытая аппаратная репозиция перелома тела позвонка за счет недостаточного сцепления свободного фрагмента кости с основными отломками тела и корнями ножек дуги поврежденного позвонка и с задней продольной связкой не всегда может привести к декомпрессии дурального мешка. В этих случаях, когда после транспедикулярного остеосинтеза восстановлена биомеханическая ось позвоночника, но сохраняется деформация передней стенки позвоночного канала, показано вентральное вмешательство, в

ходе которого необходимо окончательно устранить переднюю форму сдавления дурального мешка и осуществить одно- или двухсегментарный корпородез.

Показаниями для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, когда остеосинтез используется как дополнительный способ репозиции и фиксации, являются все остальные неосложненные нестабильные переломы позвоночника и позвоночно-спинномозговая травма.

Так, при неосложненных нестабильных переломах позвоночника грудного, грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника у больных, страдающим остеопорозом, а также после неудачного корпородеза вследствие какой-либо технической ошибки транспедикулярный остеосинтез показан всегда. Чаще всего внутренний транспедикулярный остеосинтез как дополнительный способ фиксации оперированного отдела позвоночника показан при двух- и более сегментарном корпородезе, где используется в качестве пластического материала аутокость, так как последующее формирование протяженного межтелового костного блока неизбежно сопровождается временной потерей его прочности, уменьшением вертикального размера оперированного отдела и кифозированием блока. В этих случаях транспедикулярный остеосинтез обеспечивает сохранение достигнутой коррекции оперированного отдела позвоночника.

Очевидно также, что при переднем спондилодезе, когда в качестве пластического материала используется аутокость, транспедикулярный остеосинтез должен предшествовать вентральному вмешательству. Такая очередность вмешательства уже на этапе выполнения остеосинтеза позволяет восстанавливать правильные взаимоотношения в поврежденных ПДС и осуществлять закрытую декомпрессию дурального мешка. В результате этого при выполнении вторым этапом переднего спондилодеза удаляются только поврежденные межпозвоночные диски, сохраняются отломки поврежденных тел позвонков, а образовавшийся межтеловой дефект замещается аутокостью или другим имплантатом без какой-либо дополнительной межтеловой фиксации позвонков. Это позволяет при осуществлении корпородеза пользоваться мини-доступом или эндоскопической техникой для выхода на вентральный отдел, сокращая тем самым время операции, уменьшая величину кровопотери и способствуя активному восстановлению больных в послеоперационном периоде.

Транспедикулярный остеосинтез показан также больным с повреждениями позвоночника, у которых после переднего спондилодеза сохраняется деформация позвоночника, превышающая 25—30°. В этих случаях остеосинтез показан на втором

этапе для окончательной репозиции и стабилизации позвоночника.

При позвоночно-спинномозговой травме грудного, грудно-поясничного и поясничного отделов позвоночника транспедикулярный остеосинтез показан чаще в качестве дополнительного способа репозиции и фиксации на заключительном этапе вмешательства после декомпрессии и ревизии спинного мозга и его образований. При этом может выполняться как внутренний, так и внешний остеосинтез.

Внутренний остеосинтез при позвоночно-спинномозговой травме предпочтительно применять в остром и раннем периодах травмы спинного мозга, так как в эти сроки еще сохраняется достаточная мобильность в поврежденных сегментах позвоночника. Имеющаяся мобильность в поврежденных ПДС позволяет из заднего или из заднебоковых доступов осуществлять под контролем зрения открытую декомпрессию дурального мешка, ревизию его содержимого и одномоментную полноценную коррекцию исходной деформации с окончательной фиксацией оперированного отдела позвоночника на необходимом протяжении.

У больных через 4 мес после травмы и позже при уже существующей патологической ригидной деформации поврежденного отдела позвоночника может выполняться как первичный внутренний транспедикулярный остеосинтез, так и сочетание внешнего остеосинтеза с внутренним, что определяется ригидностью и величиной посттравматической деформации.

В первом случае внутренний транспедикулярный остеосинтез будет довершать клиновидную вертебрэктомию на вершине деформации. Необходимо отметить, что клиновидная вертебрэктомия, ревизионные вмешательства и внутренний транспедикулярный остеосинтез являются обоснованным объемом лечения при исходной ригидной деформации позвоночника в 30—50°. При этом для сокращения времени операции и уменьшения кровопотери транспедикулярные винты желательно устанавливать от планируемого клиновидного дефекта в краниально и каудально расположенные позвонки еще до формирования этого дефекта и ревизии содержимого позвоночного канала.

Во втором случае, когда при фиброзно-костном или костном блоке поврежденного отдела позвоночника с величиной деформации более 50° осуществляется сочетание внешнего и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза, возможны, в свою очередь, два варианта хирургического лечения.

Так, при фиброзно-костном блоке позвоночника с посттравматической деформацией позвоночника в 50° и более и наличии минимальной подвижности в поврежденных ПДС на первом

этапе целесообразно выполнение внешнего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника на протяжении четырех — пяти ПДС. В данной ситуации непосредственно на операции и в последующие 7—10 дней производится дозированная коррекция деформации позвоночника, в результате чего закрытым путем устраняется компрессия дурального мешка на вершине деформации.

По окончании коррекции выполняется позитивная миелография, позволяющая оценить эффективность закрытой декомпрессии дурального мешка и спинного мозга. Наличие сохраняющегося вертебромедуллярного конфликта вынуждает следующим этапом в условиях продолжающейся фиксации позвоночника выполнять вентральное вмешательство, направленное на окончательную переднюю декомпрессию дурального мешка путем резекции или корпорэктомии поврежденного одного или нескольких тел позвонков со смежными межпозвоночными дисками, резекцией задней продольной связки на протяжении декомпрессии и корпородезом с использованием или не использованием для дополнительной межтеловой фиксации тех или иных металлоконструкций. Если при межтеловом спондилодезе металлоконструкции не используются, то устройство с внешними опорами заменяется на внутреннее. Перевод внешнего транспедикулярного остеосинтеза на внутренний осуществляется сразу после переднего спондилодеза или через определенный отрезок времени.

Во втором варианте при существующем фиброзно-костном блоке, деформации позвоночника более 50° и отсутствии мобильности в поврежденных ПДС транспедикулярный остеосинтез должен применяться на втором этапе после передней декомпрессии дурального мешка и корпородеза. В этом случае выполняемая резекция задних структур позвоночника на уровне деформации в сочетании с ревизией спинного мозга и его образований и внутренним транспедикулярным остеосинтезом или без них позволяет завершить циркулярную декомпрессию нервно-сосудистых образований и окончательную коррекцию с фиксацией оперированного отдела.

Что касается противопоказаний для внешнего и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, то таковыми, по нашему опыту, являются наличие воспалительного процесса в мягких тканях и грубые рубцы в области травмы со стороны спины. Даже выраженные неврологические расстройства при позвоночно-спинномозговой травме не являются препятствием для транспедикулярного остеосинтеза устройством с внешними опорами, так как неудобства ухода за больным с внешней конструкцией на спине устраняются созданием ниши в матрасе и кровати и более частым нахождением прооперированного в положениях на боку и на животе.

РАЗРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ТРАСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПОЗВОНОЧНИКА

Разработка изделий и инструментов для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника проводилась в анатомическом театре, по данным патентного поиска и на стендовых испытаниях.

3.1. АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЗВОНКОВ В ОБОСНОВАНИИ ТИПОРАЗМЕРОВ И ПОЛОЖЕНИЯ ВИНТОВ ПРИ ТРАСПЕДИКУЛЯРНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ

При разработке изделий и инструментов для внутреннего и внешнего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника большое внимание было уделено обоснованию длины, диаметра погружной части транспедикулярных винтов и их положению в фиксируемых позвонках на разных отделах позвоночника. Следует особо подчеркнуть, что данные по педикулярному углу позвонков, размерам позвоночного канала и ножек дуг позвонков, типоразмеры транспедикулярных винтов и точки их введения имеют большое значение для качественного выполнения транспедикулярного остеосинтеза.

Значительные различия в публикациях по перечисленным показателям позвонков и позвоночного канала вынудили нас провести собственное углубленное антропометрическое исследование грудного, поясничного и пояснично-крестцового отделов позвоночника 20 скелетов людей, умерших в возрасте от 24 до 70 лет [Рождественский А.С., 2000; Усиков В.Д. и др., 2002]. С помощью циркуля, угломера и линейки на костных препаратах позвоночника измеряли фронтальные и сагиттальные размеры позвонковых отверстий, поперечные размеры ножек дуг позвонков, их форму, педикулярный угол и кососагиттальные размеры позвонков. Изучали также анатомические ориентиры задних структур позвоночника, которые могли быть использованы в качестве ориентиров для точной установки транспедикулярных винтов.

Полученные в ходе измерений фронтальные и сагиттальные размеры позвоночных отверстий представлены в табл. 2.

Постепенное увеличение фронтального размера позвоночного канала от позвонков Th_x до S₁ и резкое увеличение его сагиттального размера на ограниченном протяжении с позвонка

Фронтальные и сагиттальные размеры позвоночных отверстий
(в мм)

Позвонки	Фронтальный размер	Сагиттальный размер	Позвонки	Фронтальный размер	Сагиттальный размер
ThII	17,5±1,5	16,0±0,8	ThXI	17,4±1,4	16,2±0,7
ThIII	16,5±0,7	15,8±0,4	ThXII	20,9±1,9	16,5±1,3
ThIV	16,1±0,6	16,3±0,9	LI	22,0±1,2	18,3±1,5
ThV	15,6±0,4	16,5±1,0	LII	22,7±0,9	16,1±0,8
ThVI	15,7±0,4	15,8±0,8	LIII	22,7±1,3	14,9±1,1
ThVII	16,0±0,7	15,7±1,2	LIV	22,6±0,8	14,6±1,5
ThVIII	16,0±1,1	16,0±1,2	LV	27,3±2,5	16,2±1,8
ThIX	16,0±1,0	15,6±0,9	SI	27,4±3,0	14,1±1,2
ThX	16,3±0,9	16,3±0,9			

ThX до LI объясняется формированием на этом отделе позвоночника поясничного утолщения.

Факт увеличения фронтального размера позвоночных отверстий с позвонка ThX в дистальном направлении указывает на необходимость постепенного отступления с этого уровня транспедикулярных винтов при их установке от средней линии кнаружи. Наряду с этим из-за увеличения сагиттального размера позвоночного канала на переходном грудопоясничном отделе и соответствующего удлинения ножек дуг позвонков ThX—LII требуется точное проведение винтов строго по центру ножек дуг этих позвонков для исключения повреждения последних и возможного сдавления сосудисто-нервных образований как в позвоночном канале, так и в межпозвоночных отверстиях.

Поперечные горизонтальные и вертикальные размеры ножек дуг позвонков представлены в табл. 3.

По данным табл. 3, обращают на себя внимание прежде всего минимальные поперечные горизонтальные размеры ножек дуг позвонков с ThIII до ThVII — всего 4,7—5 мм, которые с позвонка ThVIII постепенно, но существенно увеличиваются в дистальном направлении ($p < 0,01$). По табл. 3 следует также, что ножки дуг у позвонков ThII—LV в вертикальном измерении начинаются с величины в 11 мм и постепенно, но незначительно увеличиваются к позвонку LV. При этом выявляется значительное увеличение поперечного вертикального размера ножек дуг позвонков ThX—

Таблица 3

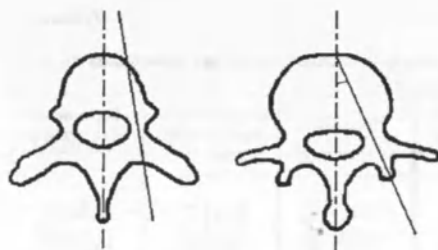
Поперечные горизонтальные и вертикальные размеры ножек дуг позвонков (в мм)

Позвонки	Горизонтальный размер	Вертикальный размер	Позвонки	Горизонтальный размер	Вертикальный размер
ThII	6,4±1,0	11,0±1,1	ThX	7,5±1,3	14,5±1,8
ThIII	5,0±1,1	11,4±0,9	ThXI	9,4±1,1	16,7±1,7
ThIV	4,7±0,8	11,2±0,5	ThXII	8,7±1,5	17,4±1,2
ThV	4,86±1,1	11,3±0,9	LI	8,9±1,5	15,9±1,6
ThVI	4,7±1,1	11,9±1,1	LII	9,3±1,7	14,8±1,2
ThVII	5,0±1,1	11,8±0,8	LIII	10,6±1,7	14,4±1,2
ThVIII	5,7±0,9	12,4±0,8	LIV	12,9±1,2	13,5±1,1
ThIX	6,0±1,2	12,9±0,7	LV	17,9±1,7	13,8±1,4

ThXII с последующим его уменьшением. Изменения поперечных размеров ножек дуг позвонков на верхнегрудном и поясничном отделах позвоночника объясняются окончанием на уровне позвонка ThII шейного утолщения и формированием в нижнегрудном отделе поясничного утолщения спинного мозга.

С учетом вертикальных и горизонтальных поперечных размеров ножек дуг позвонков схематично определялась их форма. Оказалось, что ножки дуг позвонков ThX — LV в поперечном сечении имели овальную форму, а позвонка LIV — круглую форму. При этом ножки дуг позвонков ThII — LIII были ориентированы вертикально, а позвонка LV — горизонтально.

С учетом данных табл. 3 малые поперечные горизонтальные размеры ножек дуг верхних и средних грудных позвонков обязывают использовать на этом отделе позвоночника винты с наружным диаметром погружной части до 5—5,5 мм. При этом на данном отделе позвоночника необходимо точно определять точки введения винтов в горизонтальной плоскости и устанавливать винты строго по центру ножек дуг позвонков для исключения повреждения последних и получения неврологических осложнений. Широкий интервал горизонтального поперечного размера ножек дуг позвонков от 4,7 мм на верхнегрудном отделе до 17,9 мм на нижнепоясничном указывает на необходимость иметь для транспедикулярного остеосинтеза винты с погружной частью разного диаметра. При этом для жесткости остеосинтеза в верхнесреднегрудном отделе позвоночника следует использовать как минимум 4 винта малого диаметра, в то время как на нижнем грудном отделе



2. Схемы измерения педикулярного угла позвонков ThvIII (а) и LII (б).

в дистальной части устройства можно ограничивать и двумя винтами, но с большим диаметром их резьбовой части.

Педикулярный угол позвонков определялся между средней линией и линией, проведенной по центру ножки дуги позвонка. Необходимо сказать, что в зависимости от выраженности отклонения ножек дуг позвонков от средней

линии точка пересечения этих линий могла находиться на разных отделах позвоночника как в вентральном секторе тела фиксируемого позвонка, так и за его пределами (рис. 2).

Одновременно с педикулярным углом позвонков определяли кососагиттальный размер позвонка, который соответствовал длине погружной части устанавливаемых транспедикулярных винтов. Эту величину определяли по линии, проведенной по центру ножки дуги позвонка от задней поверхности его дуги до вентральной корковой пластинки тела.

Значения величин педикулярных углов и кососагиттальных размеров позвонков представлены в табл. 4.

Таблица 4

Значения величин педикулярных углов и кососагиттальных размеров позвонков

Позвонки	Педикулярный угол, °	Кососагиттальный размер, мм	Позвонки	Педикулярный угол, °	Кососагиттальный размер, мм
ThII	22,1±5,1	33,5±1,1	ThXI	14,5±1,3	48,0±3,3
ThIII	11,2±3,7	34,1±1,5	ThXII	15,6±1,3	52,1±3,4
ThIV	9,8±2,7	35,8±2,0	LI	16,5±1,4	54,8±2,1
ThV	8,9±1,7	38,0±2,2	LII	17,1±1,4	53,9±3,0
ThVI	6,7±1,7	40,1±2,6	LIII	18,6±1,0	54,1±3,0
ThVII	7,1±1,8	41,6±2,2	LIV	20,0±1,3	52,4±2,5
ThVIII	7,3±1,4	42,7±2,9	LV	22,7±1,8	52,1±3,3
ThIX	7,6±1,9	42,3±2,5	SI	19,3±3,3	46,1±3,0
ThX	12,7±1,2	47,2±3,1			

Данные табл. 4 показывают, что педикулярные углы позвонков с Th_{II} до Th_{VI} прогрессивно уменьшались более чем в три раза до минимальных размеров. Эти размеры, оставаясь практически без изменений, сохранялись и на протяжении позвонков Th_{VII} — Th_{IX}. Резкое увеличение педикулярного угла, практически в 2 раза (с $7,3^{\circ} \pm 1,4^{\circ}$ до $12,7^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$), имело место на позвонке Th_X с последующим постепенным увеличением значений педикулярного угла и косопоперечного размера позвонков до позвонка L_V.

Следует отметить, что косоагиттальные размеры измеряемых позвонков, в отличие от педикулярных углов, увеличивались в каудальном направлении более плавно с 33,5 до 54,8 мм с уровня позвонков Th_{II} до L_I. Незначительное уменьшение этой величины происходило у позвонков с L_{IV} до S_I.

Как следует из данных табл. 4, наиболее сложными для введения транспедикулярных винтов являются позвонки Th_{III} — Th_{IX} из-за минимальных размеров педикулярного угла на этом протяжении и по причине его резкого локального уменьшения с Th_{II} по Th_{VI}. При этом, если в позвонки Th_{II}, Th_{III} и Th_X—L_V винты должны устанавливаться косоагиттально под значительным углом, то в позвонки Th_{VI} — Th_{IX} — под минимальным углом, практически в сагиттальной плоскости. Выявленные особенности в размерах педикулярного угла верхне- и среднегрудных позвонков обязывают очень точно устанавливать в эти позвонки транспедикулярные винты, исключая повреждения ножек их дуг и риск развития неврологических расстройств и других осложнений.

Полученные косоагиттальные размеры позвонков определяют использование на разных отделах позвоночника транспедикулярных винтов соответствующих типоразмеров по их погружной резьбовой части.

Изучение костных препаратов позвоночника выявило также, что ножки дуг у верхних и средних грудных позвонков отходят практически от верхней трети тел этих позвонков.

При определении анатомических ориентиров на задней поверхности позвонков для правильной установки транспедикулярных винтов было подтверждено, что таковыми являются отростки дугоотростчатых суставов и поперечные отростки позвонков. Было также установлено, что в проекции центра ножек дуг позвонков Th_{XI}—L_V находится добавочный отросток (processus accessories), который может служить дополнительным ориентиром для введения транспедикулярных винтов в этом отделе позвоночника.

Введение транспедикулярных винтов в позвонки Th_{VI} мы считаем обоснованным по причине высокого риска возможного повреждения винтом позвоночной артерии при его выходе через наружную корковую пластинку ножки дуги

позвонка Th_1 у входа этого сосуда в одноименное отверстие. По этой причине измерения вышеуказанных параметров позвонка Th_1 не производили.

Суммирование полученных антропометрических данных позвонков $Th_{II} - S_1$ выявило следующее:

1) увеличение фронтального и сагиттального размеров позвоночных отверстий с позвонка Th_x в дистальном направлении указывает на необходимость постепенного увеличения с этого уровня расстояния от срединной линии при установке транспедикулярных винтов и точное проведение их строго по центру ножек дуг этих позвонков для исключения повреждения последних и возможного сдавления сосудисто-нервных образований как в позвоночном канале, так и в межпозвоночных отверстиях;

2) широкий интервал горизонтального поперечного размера ножек дуг позвонков от 4,7 мм (в верхнегрудном отделе) до 17,9 мм (в нижнепоясничном) указывает на необходимость иметь для транспедикулярного остеосинтеза винты с разным диаметром их погружной части; на верхне- и среднегрудном отделах позвоночника необходимо точно определять точки введения винтов в горизонтальной плоскости и устанавливать винты строго по центру ножек дуг позвонков для исключения повреждения последних и получения неврологических осложнений;

3) разные формы ножек дуг позвонков при введении транспедикулярных винтов допускают их незначительное отклонение на протяжении позвонков $Th_x - L_{III}$ в вертикальной, а на позвонке L_v — в горизонтальной плоскости;

4) размеры педикулярных углов грудных и поясничных позвонков составили $(6,7 \pm 1,7)^\circ \dots (22,7 \pm 1,8)^\circ$, при этом позвонки $Th_{IV} - Th_x$ имеют минимальные педикулярные углы и являются наиболее сложными для правильной установки транспедикулярных винтов;

5) кососагиттальные размеры грудных и поясничных позвонков увеличиваются с 33,5 до 54,8 мм, определяя необходимость использования для остеосинтеза позвоночника транспедикулярных винтов разной длины.

Полученные данные антропометрического исследования позвонков $Th_{II} - S_1$ были использованы в разработке типоразмеров транспедикулярных винтов, диаметров их погружной (резьбовой) части, определения изгиба внешней дуговой опоры, а также для корректного определения направления введения винтов для предупреждения повреждения ножек дуг позвонков и возникновения возможных неврологических осложнений.

Измерения подтвердили, что педикулярный угол ножек дуг позвонков является основным фактором, определяющим пра-

вильное направление транспедикулярных винтов при их установке в позвонки, а минимальные поперечные размеры ножек дуг позвонков указывают на необходимость использования на разных отделах позвоночника транспедикулярных винтов с соответствующим наружным диаметром их погружной части.

3.2. СОСТАВЛЯЮЩИЕ НАБОРА ДЛЯ ТРАСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА «СИНТЕЗ»

Патентный поиск позволил выявить устройства для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, которые были использованы в качестве аналогов и прототипа для разработки собственных устройств.

Анализ репонирующих и фиксирующих возможностей существующих спинальных систем позволил разработать набор изделий и инструментов, составляющие которого по четырем позициям имели преимущества. Этими позициями разработанного набора являются:

1) наличие центральных штанг, вкручивающихся в отверстия головок винтов, обеспечивающих многократное выполнение репозиции;

2) наличие угловых пазов в головках винтов для фиксирующих штанг, позволяющих одновременно выполнять и репозицию, и фиксацию позвоночника;

3) наличие репонирующей системы — муфтовой для одномоментной и дуговой для постепенной репозиции позвоночника;

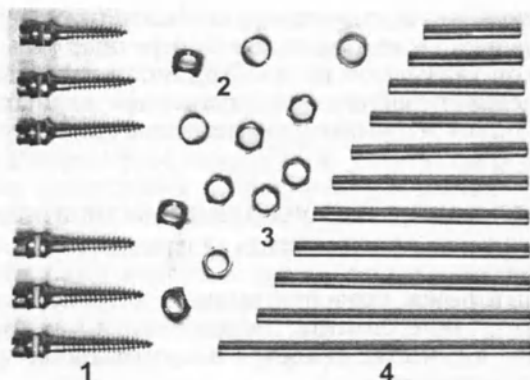
4) наличие блокирующих гаек для головок транспедикулярных винтов, исключающих их самовыкручивание.

Набор «Синтез» представлен изделиями и инструментами для транспедикулярного остеосинтеза.

Изделия являются имплантатами разового применения — транспедикулярными разъемными винтами для внутреннего и сплошными винтами для внешнего остеосинтеза, фиксирующими шайбами, гайками и соединительными штангами (рис. 3).

Транспедикулярные винты представлены разными типоразмерами по погружной части, а именно по ее длине и наружному диаметру. Диаметр соединительных штанг составляет 7 мм, а узел соединения транспедикулярных разъемных винтов и штанг является одинаковым для винтов всех размеров, что удобно при фиксации устройства на всех отделах позвоночника. Типоразмеры погружной части транспедикулярных разъемных и сплошных винтов набора «Синтез» представлены в табл. 5.

Наличие в наборе разных типоразмеров транспедикулярных разъемных и сплошных винтов по их длине и наружному диаметру погружной части позволяет осуществлять остеосинтез



3. Изделия набора «Синтез».

1 — винты транспедикулярные; 2 — шайбы; 3 — гайки; 4 — соединительные штанги.

позвоночника у больных разного возраста на протяжении от II грудного до II крестцового позвонков.

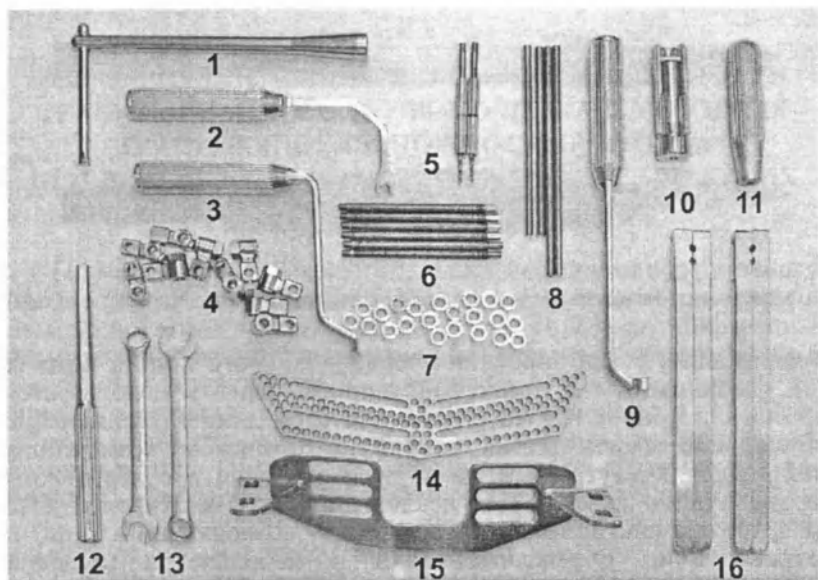
Все имплантируемые изделия изготовлены из титанового сплава, который по токсикологическим и механическим (прочность, жесткость) свойствам отвечает требованиям, предъявляемым к имплантатам, применяемым в травматологии и ортопедии.

Стендовые испытания транспедикулярных винтов, шайб, гаек и соединительных штанг по измерению усилий, развиваю-

Таблица 5

Типоразмеры погружной части транспедикулярных разъемных и сплошных винтов «Синтез» (в мм)

Длина	Диаметр		
Разъемные винты			
35,0	5,5	—	—
40,0	5,5	—	—
45,0	5,5	7,0	8,0
50,0	—	7,0	8,0
55,0	—	7,0	8,0
60,0	—	7,0	8,0
Сплошные винты			
40,0	5,5	—	—
45,0	5,5	—	—
50,0	5,5	—	—



4. Инструменты набора «Синтез».

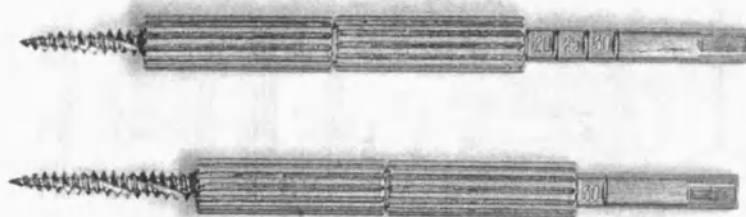
1 — ключ торцовый; 2 — деротатор; 3 — ключ рожковый для транспедикулярного винта; 4 — муфты репозирующие; 5 — маркеры-метчики; 6 — штанги центральные; 7 — гайки; 8 — штанги; 9 — гаечный ключ на 14 мм под 90°; 10 — ключ для транспедикулярного винта; 11, 14 — ручка; 12 — направитель для соединительной штанги; 13 — ключи рожковые на 14 мм; 15 — дуги внешние; 16 — гибочные устройства.

шихся при закручивании фиксирующей гайки, и тангенциальных нагрузок на винт, на двух- и четырехвинтовую конструкции подтвердили, что разработанные изделия и инструменты для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника отвечают самым жестким техническим условиям, предъявляемым к транспедикулярным системам.

Инструменты набора «Синтез» предназначены для многократного внутреннего и внешнего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника (рис. 4).

Все инструменты, за исключением центральных штанг, которые вводятся в головки транспедикулярных винтов, изготовлены из нержавеющей стали марок 30X13, 40X13 и 12X18Н10Т. Центральные штанги с учетом значительных нагрузок на сборные транспедикулярные винты, возникающих при репозиции, изготовлены из нержавеющей стали повышенной прочности.

В большинстве известных спинальных систем для транспедикулярного остеосинтеза при определении точек введения,



5. Маркер-метчик при выставлении длины его погружной части на 20 и 30 мм.

направления и формирования первоначального хода в ножках дуг позвонков для транспедикулярных винтов используется шило или тонкое сверло с ограничителем длины. Применение шила или сверла всегда сопряжено с риском возможного повреждения внутренней части дуги позвонка и содержимого позвоночного канала. Для исключения этих осложнений был разработан инструмент маркер-метчик, позволяющий точно и атрауматично определять точки и направления введения транспедикулярных винтов, осуществлять предварительное рассверливание ножек дуг позвонков под внутренний диаметр (сердечник) винтов, предупреждая тем самым переломы ножек дуг позвонков при установке винтов, а также определять длину используемых винтов (рис. 5).

В комплект инструментов входят также остеотомы и костные ложки, необходимые для работы на позвоночнике.

Знание антропометрических данных позвонков с Th₁₁ по S₁, определение параметров транспедикулярных винтов для разных отделов позвоночника, разработка репонирующей системы и узлов крепления винтов с соединительными штангами позволили изучить в эксперименте стабильность травмированного позвоночника к различным нагрузкам в условиях транспедикулярного остеосинтеза.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ
ТРАВМИРОВАННОГО ПОЗВОНОЧНИКА В УСЛОВИЯХ
ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА
ПРИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ, СДВИГАЮЩИХ, ИЗГИБАЮЩИХ
И РОТАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ**

При неосложненных нестабильных переломах позвоночника протяженность остеосинтеза определяется числом поврежденных позвонков и характером перелома. При позвоночно-спинномозговой травме основными факторами, определяющими число фиксируемых ПДС, являются характер поражения спинного мозга и его образований, повреждение костно-суставных структур позвоночника и величина дефекта после ламинэктомии. Определение протяженности системы «позвоночник — фиксирующее устройство» и выбор варианта используемого для остеосинтеза устройства в значительной степени зависят от его жесткости и прочности.

Основными параметрами, характеризующими механическую стабильность системы «позвоночник — фиксирующее устройство», являются жесткость, прочность и предел упругости сформированного костно-металлического блока. Показатели жесткости дают представление, насколько исследуемый образец будет деформирован под действием дислоцирующей нагрузки до начала его разрушения. Прочность блока характеризуется величиной механической нагрузки, при которой начинается локальное разрушение элементов исследуемой системы, а предел упругости говорит о том, при какой нагрузке появляется остаточная деформация.

Для изучения жесткости и прочности транспедикулярного остеосинтеза при нестабильном повреждении грудопоясничного отдела позвоночника были разработаны способы моделирования механических нагрузок на сегменты этого отдела. Проведено экспериментальное изучение системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» с остеосинтезом на протяжении двух ПДС 4-винтовой конструкцией по отношению к вертикально направленным компрессионным, сдвигающим, изгибающим и ротационным нагрузкам.

При моделировании нагрузок на позвоночные сегменты мы исходили из того, что ПДС имеют сложное в опорно-механическом отношении строение, различную прочность передней, средней и задней osteолигаментарных колонн, выдерживающих различные силовые воздействия. Выполнение экспериментального исследования по компрессионным, сдвигающим, изгибаю-

щим и ротационным усилиям на поврежденный отдел позвоночника при транспедикулярном остеосинтезе было основано на том, что именно эти нагрузки на позвоночник в реальных условиях являются определяющими.

Экспериментальный материал составили четыре серии опытов по указанным нагрузкам. Каждая серия состояла из трех групп опытов — из контрольной, основной и группы экспериментов по изучению свойств транспедикулярного устройства.

Для проведения опытов в контрольной и основной группах использовали блоки из 3—6 позвонков груднопоясничного отдела позвоночника, а в группах экспериментов по изучению транспедикулярного устройства применяли модели позвонков из твердой породы дерева. Число позвонков в контрольных и основных группах определялось использованием в них различных экспериментальных моделей по изучению конкретных нагрузок.

Для экспериментов в контрольных и основных группах использовали анатомические препараты блоков ПДС груднопоясничного отдела позвоночника с полностью сохраненными дисками и связками, которые извлекали на аутопсии у лиц 20—60-летнего возраста в сроки до 48 ч после смерти. Изъятие блоков проводили в соответствии с требованиями подготовки тканей экспериментальных животных и человека для биомеханических исследований.

В контрольных группах перед началом исследований производили визуальную макроскопическую оценку и морфометрию целых анатомических препаратов. Измеряли вертикальные и поперечные размеры позвонков, оценивали состояние и высоту межпозвоночных дисков, производили рентгенографию препаратов в стандартных проекциях, после чего подвергали их тестирующим нагрузкам в соответствии с разработанными способами.

В основных группах в зависимости от используемых моделей нагрузок позвонков, занимающий центральное положение, повреждали с последующим остеосинтезом позвоночника четырехвинтовым транспедикулярным устройством на протяжении двух ПДС. Повреждение позвонка заключалось в разрушении его тела не менее чем на 70% от его массы. Данная модель перелома позвоночника по характеру повреждения соответствовала нестабильному оскольчатому перелому позвонка L₁ (по Denis — тип В).

Модель перелома позвонка типа В использовали в экспериментах, где анатомические образцы подвергали вертикальным, изгибающим и ротационным нагрузкам. В отличие от этого при подготовке анатомических препаратов с нестабиль-

ным переломом позвонка L₁ в условиях транспедикулярного остеосинтеза к сдвигающим нагрузкам, кроме разрушения тела указанного позвонка, производили также резекцию дугоотростчатых суставов межпозвоночного сегмента T_{xII} — L₁. Таким образом получалось повреждение позвоночника типа C, при котором дислокации сдвигающего характера имеют первостепенное значение. Данное условие экспериментальной модели должно было оценить прежде всего связь транспедикулярных винтов с костью при их вырывании вдоль своей оси в условиях сдвигающего воздействия на испытываемый ПДС.

Остеосинтез во всех экспериментах выполняли погружной четырехвинтовой транспедикулярной системой «Синтез» (Санкт-Петербург). Диаметр резьбовой погружной части используемых винтов составлял 7 мм, а длина 50 мм. Винты соединяли попарно стержнями, имеющими диаметр 6,7 мм и длину 90 мм. Корректность установки винтов в анатомические препараты контролировали рентгенографией в двух проекциях.

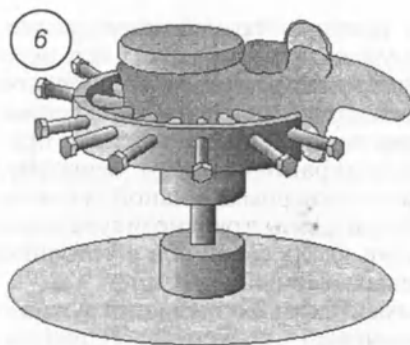
В опытах по изучению жесткости самой транспедикулярной системы «Синтез» по отношению к воздействующим нагрузкам нижнегрудных и поясничных позвонков компоновали систему «модели позвонков — транспедикулярное устройство» с использованием четырех винтов и отсутствием между зафиксированными моделями позвонков центрального «позвонка», в результате чего нагрузки тестирующей машины воспринимались только элементами и узлами соединения транспедикулярной системы.

Механические испытания выполнены на тестирующих машинах по компрессионным и сдвигающим нагрузкам на стенде механических испытаний ЗИМ Р-10 (Россия), по изгибающим — на стенде ЗИМ УММ-20 (Россия) и опыты по ротационным усилиям — на универсальной испытательной машине «Zwick» (Германия). Возникающие во время экспериментов деформации анатомических препаратов и моделей позвонков измеряли и фиксировали контрольными приборами тестирующих машин в соответствии с нагрузками.

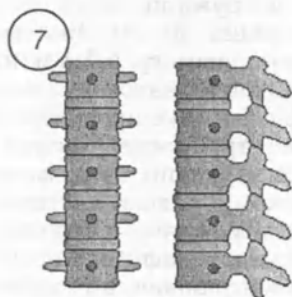
Всего было выполнено 63 исследования — 18 опытов с вертикальной нагрузкой и по 15 опытов по сдвигающим, изгибающим и ротационным усилиям [Афаунов А.И. и др., 2004., 2005; Усиков В.Д. и др., 2004].

Изучение стабильности поврежденного позвоночника при транспедикулярном остеосинтезе по отношению к вертикально направленным нагрузкам выполнялось следующим образом.

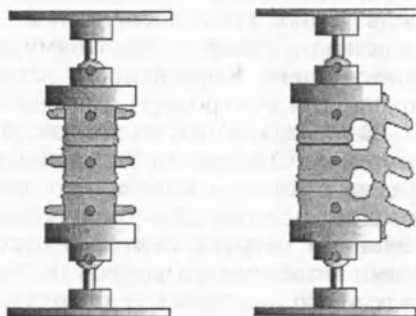
Способ моделирования вертикальной нагрузки на блоки из целых позвонков (контрольная группа из шести препаратов) предусматривал передачу нагрузки тестирующей машины на блок позвоночных сегментов через подвижные платформы,



6. Схема крепления позвонка к платформе тестирующей машины при изучении вертикальной нагрузки.



а



б

7. Схемы вертикальной оси позвоночника (а) и ее соотношение с шарнирными центрами поворотов подвижных платформ тестирующей машины (б).

снабженные шарнирным центром вращения. Платформы могли менять свое пространственное положение в соответствии с любыми деформациями препаратов, возникающими во время исследования. Движения платформ под нагрузкой были аналогичны физиологической подвижности смежных сегментов позвоночника *in vivo*. Это достигалось соответствующим взаиморасположением шарнирных узлов платформ и центров вращения смежных позвоночных сегментов вдоль биомеханической оси позвоночника. Для этого исследуемые анатомические препараты, состоящие из позвонков Th₁₂, L₁ и L₂ с двумя межпозвоночными дисками и полностью сохраненными связочными структурами, закрепляли крайними позвонками в подвижных платформах тестирующей машины. При этом замыкающие пластинки тел позвонков опирались на платформы, а сами тела позвонков на уровне «талей» находились между концами болтов, радиально идущих от кромки платформ (рис. 6). Центры вращения позвонков находились на одной линии с шарнирными центрами поворотов подвижных платформ в соответствии с вертикальной осью позвоночного столба (рис. 7).

Для точной ориентации блоков позвонков на замыкающих пластинках проксимального и дистального позвонков устанавливали центраторы — отрезки спиц Кишнера длиной 15 мм, расположение которых соответствовало проекции биомеханической оси позвоночника. Центраторы вводили в спонгиозное вещество тела позвонка со стороны замыкающих пластинок так, чтобы наружные концы спиц выстояли над поверхностью пластинок на 4—5 мм. При установке исследуемого анатомического блока позвоночных сегментов между подвижными платформами выстоящие концы спиц вставляли в отверстия диаметром 2,5 мм, находящиеся в центре каждой платформы непосредственно над шарнирным узлом, ориентируя их вдоль вертикальной оси тестируемого блока позвоночных сегментов. Расстояние от центра поворота каждой платформы до центра позвонка, закрепленного в ней, соответствовало расстоянию между позвоночными сегментами.

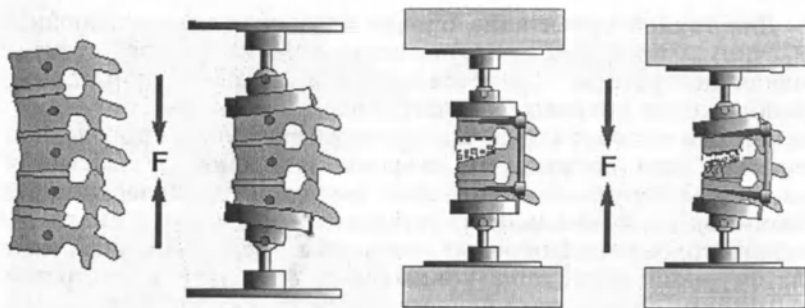
Платформы с закрепленными в них блоками позвонков устанавливали между сближаемыми частями тестирующей машины, после чего в течение 5 мин давали постепенно нарастающую вертикально направленную нагрузку от 0 до 6500 Н, под действием которой происходила деформация исследуемых анатомических препаратов. Скорость нарастания нагрузки была в пределах 1000—1200 Н/мин. Одновременно с вертикальным движением платформы изменяли пространственную ориентацию, что приводило к возникновению сложных деформаций в блоках аналогично механизму травмы смежных позвонков, передающих вертикальную нагрузку на соседние сегменты *in vivo* (рис. 8).

По мере нарастания деформации изменялись механические свойства нагружаемых позвоночных сегментов, их реакция на возрастающую нагрузку и характеристики воздействующего усилия.

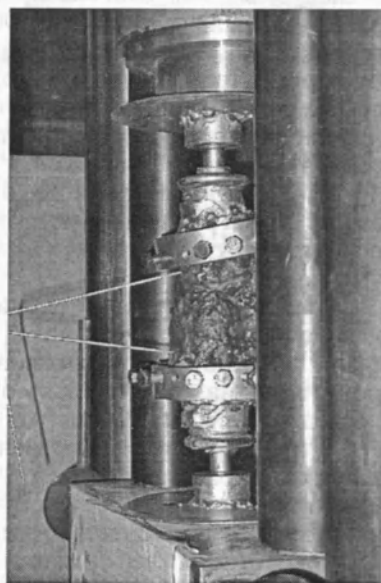
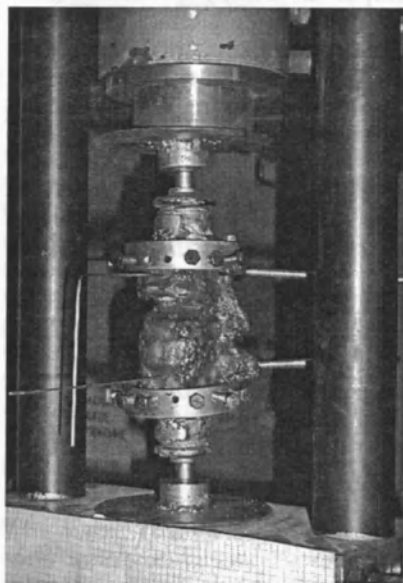
Схема тестирования блока из ПДС Th_{xII} — L_{II} с нестабильным переломом позвонка L_I и транспедикулярным остеосинтезом на протяжении позвонков Th_{xII} — L_{II} 4-винтовым устройством на вертикальную нагрузку в основной группе исследований (шесть опытов) представлена на рис. 9.

В этой группе экспериментов проводилось дополнительное измерение расстояния между концами противоположных соединительных штанг устройства до и после нагрузки для выявления расхождения последних в условиях нагрузки.

Регистрацию деформаций исследуемых анатомических блоков производили в процессе нарастания вертикальной нагрузки дискретно через каждые 100 Н. Уменьшение вертикального размера блока позвоночных сегментов фиксировали отдельно по передней и средней остеолигаментарным колоннам. Изме-



8. Схемы изменения пространственной ориентации платформ тестирующей машины при вертикальной нагрузке на блоки позвонков.



9. Фото тестирования блока из ПДС Th_{XII}—L_{II} с нестабильным переломом позвонка L_I и транспедикулярным остеосинтезом на протяжении позвонков Th_{XII}—L_{II}.

ряли также угловую деформацию в сагиттальной и фронтальной плоскостях. Для регистрации угловой деформации блоков позвоночных сегментов в тела позвонков Th₁₂ и L₁ параллельно их замыкающим пластинам во фронтальной и сагиттальной плоскостях вводили спицы Киршнера. Угломером фиксировали изменяющееся при нагрузке положение спиц. Одновременно проводили регистрацию угловой деформации транспедикулярной спинальной системы, фиксирующей позвоночные сегменты тестируемого анатомического препарата. Для этого в головки винтов устанавливали центральные штанги от репозиционной системы, изменение положения которых соответствовало появляющейся деформации. Полученные данные протоколировали в виде таблиц. Разрушением анатомического блока считали момент снижения сопротивления образца сжатию, который определялся по началу прогрессивного нарастания деформации без дальнейшего адекватного увеличения нагрузки. Разрушение позвонков фиксировали измерительным прибором тестирующей машины, определяли локализацию разрушения, а после извлечения образцов из подвижных платформ измеряли их остаточную деформацию, производили морфометрию и рентгенографию в стандартных проекциях.

Тестирование системы «модели позвонков — транспедикулярное устройство» к вертикальной нагрузке проводили в условиях, аналогичных для анатомических препаратов основной группы.

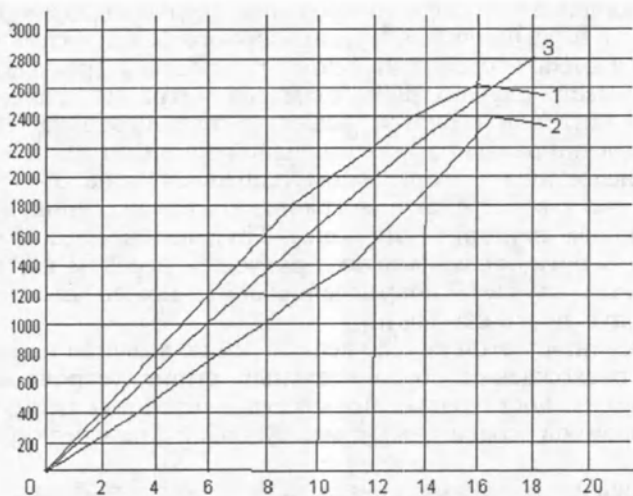
Результаты экспериментов показали, что вертикальная нагрузка приводила к появлению деформации сжатия позвоночных сегментов и их изгибу в сагиттальной плоскости за счет неравномерной компрессии тел позвонков преимущественно по передней колонне позвоночного столба.

Зависимость деформаций анатомических препаратов и системы «модели позвонков — транспедикулярное устройство» от вертикальной нагрузки была следующей.

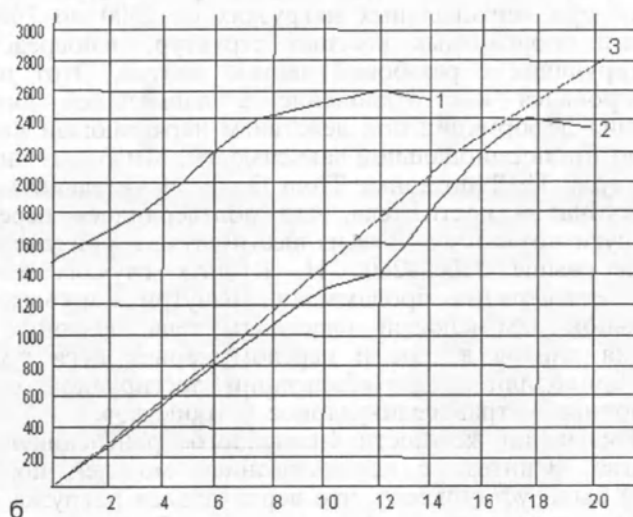
При тестировании анатомических препаратов в контрольной группе вертикальная нагрузка до 1500 Н вызывала равномерное сжатие препаратов на 7—8 мм за счет уменьшения вертикальных размеров межпозвоночных дисков и инклинации задних структур позвонков. Эта деформация составляла в среднем 6,4% от вертикального размера анатомических препаратов. При увеличении нагрузки к компрессионной деформации добавлялась деформация изгиба в сагиттальной плоскости (кифоз) за счет неравномерной компрессии межпозвоночных дисков. Момент разрушения межпозвоночных дисков отмечали при достижении усилий в интервале от 2500 до 2700 Н и кифозе в 12°. При этом продольный размер тестируемых анатомических блоков на момент разрушения уменьшался от

первоначального на 16 мм, что составляло 13,7% от исходной величины. Дальнейшая прогрессирующая деформация препаратов происходила при сближении платформ тестирующей машины без увеличения нагрузки, что визуально проявлялось «раздавливанием» межпозвоночных дисков, которое сопровождалось истечением желеобразной массы пульпозных ядер по поверхности тел позвонков. После полного коллапса межпозвоночных дисков и соприкосновения смежных замыкающих пластинок тел позвонков сопротивление анатомических препаратов сжатию вновь возрастало более чем в два раза. С увеличением нагрузки до 5300—6200 Н происходило разрушение костной ткани тел позвонков Th_{xII} или L_I, сопровождающееся характерным звуком. Во всех случаях отмечали компрессионные переломы. Динамика увеличения деформации сжатия и изгиба блоков из неповрежденных позвонков в соответствии с изменением вертикальной нагрузки представлена на рис. 10 линией 1. Характер деформации блоков из целых позвонков до момента разрушения межпозвоночных дисков имел зависимость от величины нагрузки, близкую к прямо пропорциональной.

При тестировании блоков из ПДС Th_{xII}—L_{II} с нестабильным повреждением позвонка L_I и транспедикулярным остеосинтезом на протяжении позвонков Th_{xII}—L_{II} 4-винтовым устройством было установлено, что вертикальная нагрузка сопровождалась одновременным появлением в сагиттальной плоскости компрессионной деформации блоков позвонков и изгибом соединительных штанг. Кифозирование блоков позвонков с сохранением целостности костной ткани за счет изгиба соединительных штанг имело прямо пропорциональную зависимость от прилагаемой нагрузки до 2300 Н. При таких нагрузках кифоз в исследуемом препарате составлял 11—16°. С увеличением нагрузки деформация препаратов и соединительных штанг нарастала, что в конечном счете приводило к разрушению тел и корней дуг позвонков Th_{xII}—L_{II} транспедикулярными винтами, которое регистрировалось при усилиях в интервале от 2300 до 2600 Н. Деформация тел позвонков имела также прямо пропорциональную зависимость от прилагаемой нагрузки. В пределах средней остеолигаментарной колонны позвоночника к моменту разрушения деформация с укорочением вертикального размера позвонков составляла 14—16 мм, что соответствовало 12—13,7% от исходного вертикального размера тестируемых анатомических препаратов. Динамика увеличения деформации сжатия и изгиба анатомических препаратов в соответствии с изменением вертикальной нагрузки представлена на рис. 10 линией 2. Изменения сжатия и изгиба препаратов были однотипными и статистических различий не имели ($p > 0,05$).



а



б

10. Зависимость деформации сжатия (а) и изгиба (б) исследуемых препаратов от величины вертикальной нагрузки.

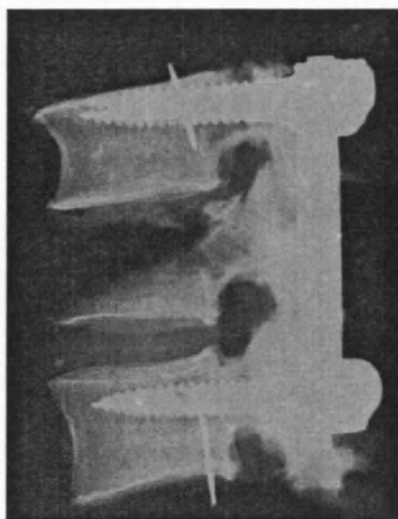
Линия 1 — динамика увеличения деформации сжатия и изгиба блоков из неповрежденных позвонков; линия 2 — динамика увеличения деформации сжатия и изгиба блоков из ПДС Th_{xII}—L_{II} с нестабильным повреждением позвонка L_I и транспедикулярным остеосинтезом; линия 3 — динамика деформации изгиба соединительных штанг транспедикулярного устройства «Синтез» с использованием моделей позвонков. По оси абсцисс — деформация сжатия (в мм) и деформация изгиба (кифоз: в градусах; по оси ординат — величина нагрузки (в Н).

Проведенная после тестирования рентгенография блоков позвонков в условиях транспедикулярного остеосинтеза выявила в позвонках зоны локального разрушения (рис. 11). Так, во всех шести случаях была отмечена миграция транспедикулярных винтов в губчатом веществе тела позвонка Th₁₂ на 3—5 мм в направлении к краниальной замыкающей пластинке и их дислокация в дорсальном направлении на 3—7 мм. В двух случаях в результате миграции винтов наступил перелом замыкающей пластинки позвонка Th₁₂ над концевой частью винтов. В пяти экспериментах произошел перелом корней дуг и в одном случае — повреждение замыкающей пластинки и корней дуг позвонка Th₁₂.

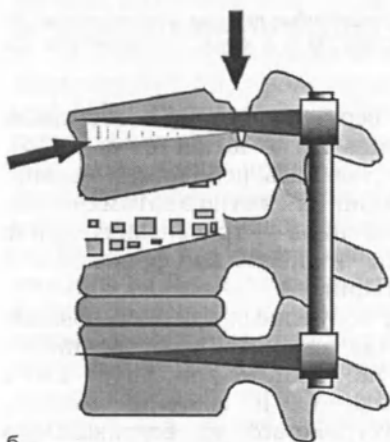
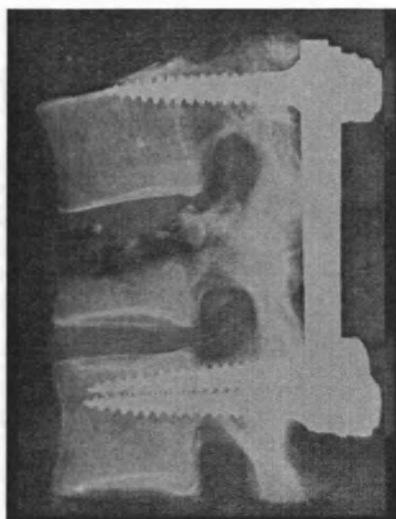
Измерения в этой группе испытаний не выявили ни в одном случае расхождений соединительных штанг устройства, что подтвердило достаточные прочностные свойства целых тел и дуг позвонков, соединяемых между собой транспедикулярной системой.

Полученные данные показали, что локальное разрушение системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» начиналось при вертикальных нагрузках от 2300 до 2600 Н с импрессии спонгиозных костных структур, непосредственно контактирующих с резьбовой частью винтов. Этот процесс регистрировался как отклонение в дальнейшей динамике увеличения деформации под действием нарастающей нагрузки от прямо пропорциональной зависимости. Миграция винтов в корнях дуги Th₁₂ позвонка Th₁₂ была значительно меньше, чем в губчатой кости тела, что подтвердилось переломом корней дуги позвонка в пяти из шести случаев при увеличении нагрузки свыше 2300—2600 Н. В двух случаях винты в результате миграции проламывали изнутри корковый слой краниальной замыкающей пластинки тела позвонка Th₁₂. Миграция винтов в теле и перелом корней дуги позвонка всегда приводили к дестабилизации тестируемой системы «позвоночник — транспедикулярное устройство».

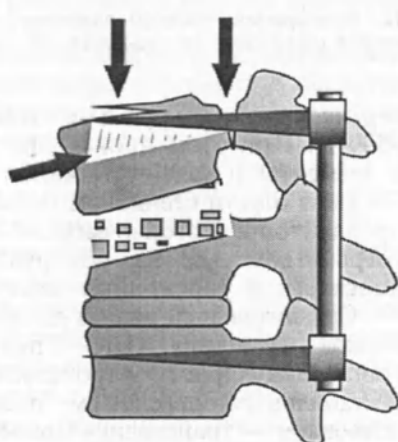
При изучении жесткости 4-винтового транспедикулярного устройства «Синтез» с использованием моделей позвонков (рис. 12) было установлено, что вертикальная нагрузка сопровождалась появлением деформации изгиба соединительных штанг в сагиттальной плоскости, которая в диапазоне нагрузок от 0 до 4000 Н имела линейную зависимость, близкую к прямо пропорциональной (см. рис. 10, линия 3). Остаточная деформация соединительных штанг более 2° появлялась после нагрузки в 2000 Н и в дальнейшем также увеличивалась прямо пропорционально возрастающим нагрузкам. При этом нагрузки в данной группе испытаний в значительной степени превышали аналогичные в контрольной и основной группах. Максимальная



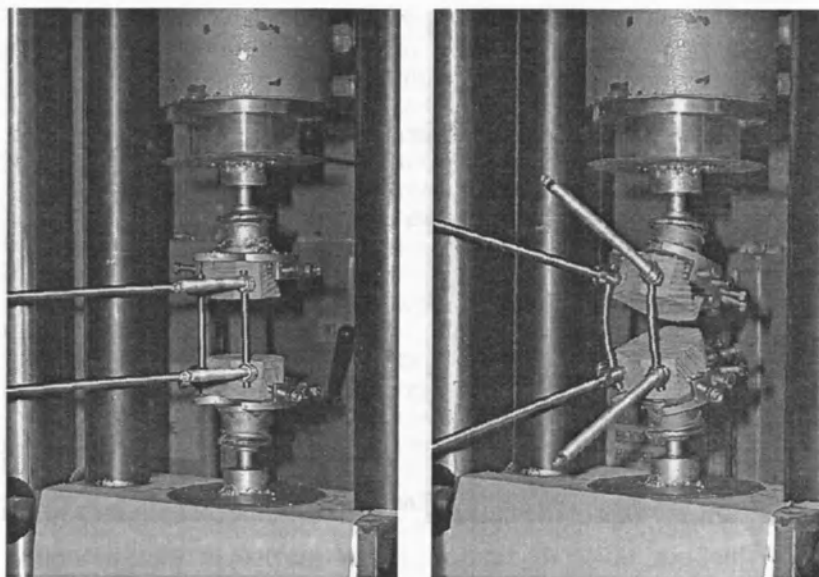
а



б



11. Спондилограммы (а) и схемы (б) с зонами локального разрушения при тестировании блока из ПДС Th₁₂—L₁ с нестабильным переломом позвонка L₁ и транспедикулярным остеосинтезом.



12. Фотографии моделей позвонков с транспедикулярным устройством до начала испытания на вертикальную нагрузку (а) и в конце эксперимента (б).

вертикальная нагрузка в этой серии испытаний составила 6500 Н. При этом происходил лишь изгиб штанг от 8 до 15°, а элементы и узлы устройства оставались неповрежденными.

Ни в одном стендовом испытании на сжатие анатомических препаратов и системы «модели позвонков — транспедикулярное устройство» мы не обнаружили изгибов во фронтальной плоскости и торсионных деформаций.

Сравнительный анализ данных, полученных при тестировании блоков из целых ПДС Th₁₂—L₁, системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» на протяжении Th₁₂—L₁ с нестабильным переломом позвонка L₁ и системы «модели позвонков — транспедикулярное устройство» на вертикальную нагрузку, показал, что вертикальная нагрузка на блоки из неповрежденных позвонков Th₁₂—L₁ до 2500 Н являлась предельно допустимой. Превышение этой величины сопровождалось разрушением межпозвоночных дисков. Система «позвоночник — транспедикулярное устройство» на протяжении Th₁₂—L₁ с нестабильным переломом позвонка L₁ и остеосинтезом 4-винтовым транспедикулярным устройством была устойчива к вертикальным нагрузкам до 2300—2600 Н, после чего происходило разрушение тела и корней дуги позвонков Th₁₂ транспедикуляр-

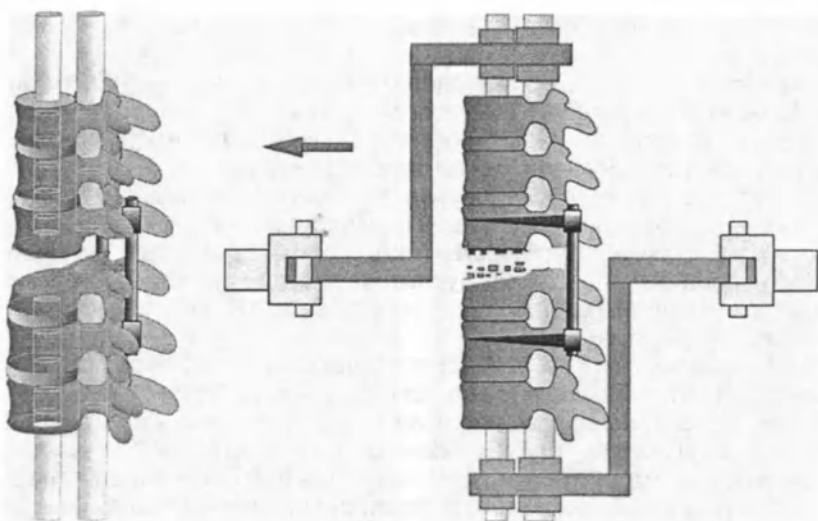
ными винтами и дестабилизация системы. Соответствие разрушающих вертикальных нагрузок на блоки из неповрежденных позвонков $Th_{XII}-L_{II}$ и на систему «позвоночник — транспедикулярное устройство» на протяжении $Th_{XII}-L_{II}$ с нестабильным переломом позвонка L_I с использованием 4-винтового устройства подтверждает обоснованность транспедикулярного остеосинтеза нестабильного повреждения грудопоясничного отдела позвоночника в остром периоде травмы. Прочностные свойства 4-винтового транспедикулярного устройства многократно превышали устойчивость костной ткани к нагрузкам от винтов, на что указывало появление лишь остаточной деформации изгиба соединительных штанг лишь после 2000 Н.

Прочностные характеристики блоков из целых позвонков, системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» при нестабильном повреждении позвоночника и самой 4-винтовой системы «Синтез» по отношению к сдвигающим нагрузкам, направленным на позвонки в сагиттальной плоскости перпендикулярно оси позвоночника, провоцирующим передний вывих позвонка Th_{XII} , были изучены в серии опытов, состоящей также из трех групп — по пять исследований в каждой. Для первых двух групп готовили анатомические препараты блоков позвоночных сегментов Th_X-L_{III} . Третья группа опытов проведена на моделях позвонков Th_{XII} и L_{II} .

Для изучения воздействия сдвигающей сагиттально направленной нагрузки, провоцирующей передний вывих в исследуемых ПДС, использовали разработанный способ моделирования сдвигающих нагрузок на позвоночные сегменты. Схемы модели анатомического препарата с поврежденным позвонком и транспедикулярным остеосинтезом и моделирования сдвигающих нагрузок на блок позвонков представлены на рис. 13.

Способ предусматривал передачу усилия тестирующей машины на исследуемые препараты через Z-образные пластины и прикрепленные к ним резьбовые стержни в направлении, перпендикулярном продольной оси позвоночника. Для изучения показателей жесткости тестируемых анатомических препаратов к сдвигающим нагрузкам в позвоночных отверстиях двух краниальных и двух каудальных позвонков анатомического блока плотно ввинчивали ригидные резьбовые стержни, диаметр которых подбирали в соответствии с геометрическими размерами отверстий.

В телах этих же позвонков вдоль их продольной оси параллельно введенным ранее стержням сверлом делали канал, проходящий через межпозвоночный диск. Этот канал, проходя через тело второго от края позвонка, слепо заканчивался у его замыкающей пластинки, не перфорируя ее. После этого в тела двух краниальных и двух каудальных позвонков через



13. Схемы эксперимента с препаратом основной группы (а), крепления анатомического блока к испытательной машине и направление вектора усилия (б).

сформированные каналы плотно ввинчивали вторую пару ригидных резьбовых стержней соответствующего диаметра (см. рис. 13, а).

Концы стержней, выходящие из исследуемого препарата, жестко прикрепляли к металлическим Z-образным пластинам через отверстия с помощью гаек. Пластины, в свою очередь, соединяли с подвижными траверсами стенда механических испытаний. При соединении Z-образных пластин с резьбовыми стержнями, введенными в позвонки, добивались такого пространственного их взаиморасположения, при котором вектор дистракционного усилия тестирующей машины был направлен строго перпендикулярно продольной оси исследуемого отдела позвоночника (см. рис. 13, б). За счет такого расположения исследуемого препарата между траверсами тестирующей машины дистракционное усилие на Z-образные пластины преобразовывалось в сдвигающее воздействие на уровне ПДС Т₁₂ — L₁.

Изучение жесткости спинальной системы «Синтез» с использованием моделей позвонков было проведено в аналогичных условиях.

Кроме измерения тестирующей нагрузки подвижной траверсы и деформации сдвига исследуемых анатомических блоков, оценивали возникающие угловые смещения позвонков. Для

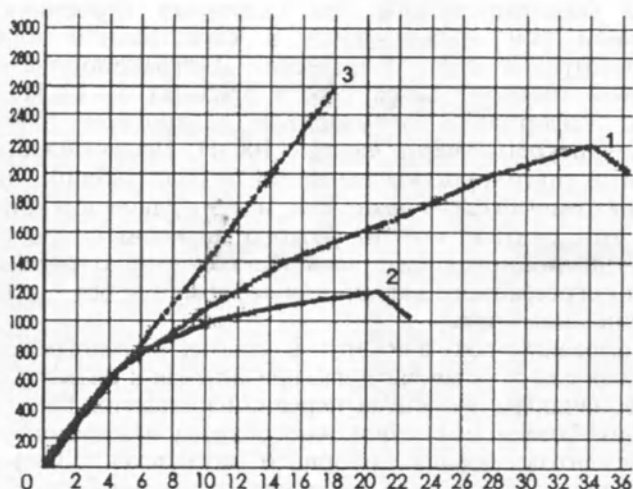
этого в боковые отделы тел позвонков перпендикулярно продольной оси позвоночника в сагиттальной плоскости вводили отрезки спиц Киршнера. Дистракционное усилие подвижной траверсы возрастало в пределах 8—12 Н/с. Регистрацию деформаций производили в процессе нарастания нагрузки дискретно через каждые 100 Н. Полученные данные заносили в протоколы исследований в виде таблиц. Разрушением анатомического блока, как и в предыдущих опытах с позвонками, считали момент резкого снижения сопротивления образца дислоцирующему усилию, который определяли по началу прогрессивного нарастания деформации без адекватного увеличения нагрузки.

Исследования показали, что в опытах с неповрежденными позвонками сдвигающая нагрузка, прилагаемая к сегменту $\text{Th}_{\text{XII}} - \text{L}_1$, первоначально вызывала передний подвывих Th_{XII} за счет изменения формы межпозвоночного диска и взаимоперемещений элементов заднего опорного комплекса. Зависимость деформации сдвига от дислоцирующего усилия была близка к прямо пропорциональной до нагрузки 900 Н, при которой подвывих достигал 7 мм (19%, по McBride, 1993), после чего деформация увеличивалась несколько быстрее и приобретала характерную «штыкообразную» форму. При этом отмечался незначительный наклон вперед позвонков Th_{XI} и Th_{XII} с формированием кифоза в 2—3°. При сдвигающих усилиях от 1600 Н и более отмечался перелом дугоотростчатых суставов сегмента $\text{Th}_{\text{XII}} - \text{L}_1$ с характерным хрустом. Окончательное разрушение препаратов происходило при нагрузке, равной в среднем 2200 Н. Наклон позвонков Th_{XII} и L_1 при этом достигал 8°, а сдвиг — 31 мм. При визуальной оценке исследуемых препаратов определялись зоны локального разрушения, а именно — отрыв краниальной замыкающей пластинки позвонка L_1 , разрывы фиброзного кольца межпозвоночного диска, разрыв самого диска по типу сдвига в сегменте $\text{Th}_{\text{XII}} - \text{L}_1$ и отрывные переломы корней дуги позвонка Th_{XII} . Во всех случаях отмечались передние вывихи позвонка Th_{XII} . При этом полного разобщения суставных фасеток в исследуемом ПДС в связи с переломом корней дуг позвонка Th_{XII} не происходило.

Зависимость деформации сдвига в ПДС в этой группе опытов от дислоцирующего усилия представлена на рис. 14 линией 1. При этом отклонения показателей жесткости препаратов от средней величины до нагрузки 700 Н не превышали 16%.

При увеличении дислоцирующего воздействия эти отклонения возрастали и при нагрузках, соответствующих пределу прочности тестируемых ПДС, достигали 35—40%.

При моделировании сдвигающей нагрузки в основной группе опытов было установлено, что деформация образцов



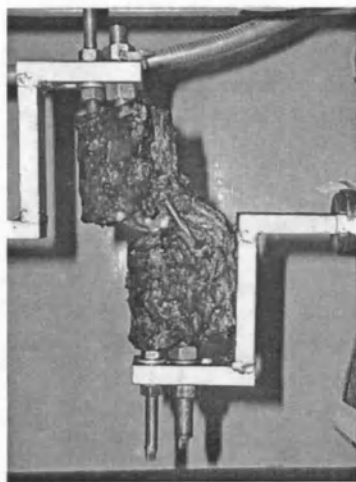
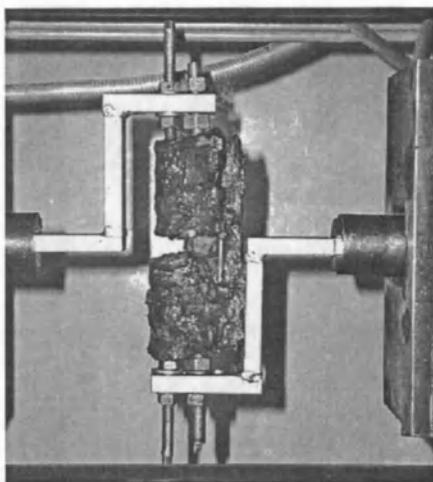
14. Зависимость деформации сдвига в испытываемых образцах от дислоцирующих нагрузок.

Линия 1 — препараты контрольной группы; линия 2 — препараты основной группы; линия 3 — модели позвонков с транспедикулярным устройством. По оси абсцисс — деформация сдвига (в мм); по оси ординат — дислоцирующая нагрузка (в Н).

имела зависимость, близкую к прямо пропорциональной, от прилагаемого усилия до 800 Н, при котором смещение позвонка Th₁₂ кпереди достигало 6 мм (16%, по McBride), после чего деформация исследуемых анатомических блоков нарастала уже быстрее (рис. 15).

При нагрузках от 800 до 1100 Н отмечалась визуально заметная S-образная деформация соединительных штанг спинальной системы. Дестабилизация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» происходила при сдвигающем усилии, которое составляло в среднем 1260 Н. При этом дислокация позвонка Th₁₂ относительно позвонка L₁ достигала 20,7 мм (54%). Зависимость деформации сдвига в сегментах Th₁₂—L₁ с нестабильным повреждением позвонка L₁ и остеосинтезом позвоночника от дислоцирующего усилия представлена на рис. 14 линией 2. Отклонение показателей жесткости и прочности препаратов в этой группе опытов от средних величин во всем диапазоне нагрузок не превышало 8%.

При визуальной оценке исследуемых препаратов определялись зоны локального разрушения системы (рис. 16). Во всех случаях отмечались вырывание и угловая миграция винтов в телах и корнях дуг позвонков Th₁₂ и L₁ с «перекосям» транспедикуляр-



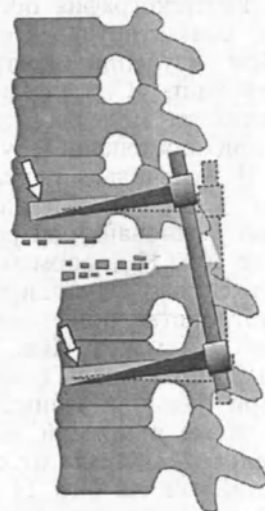
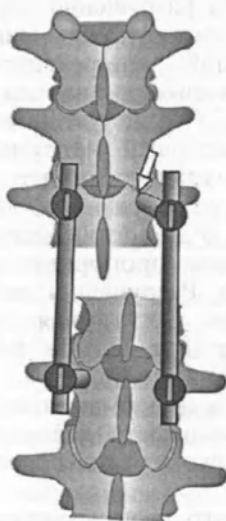
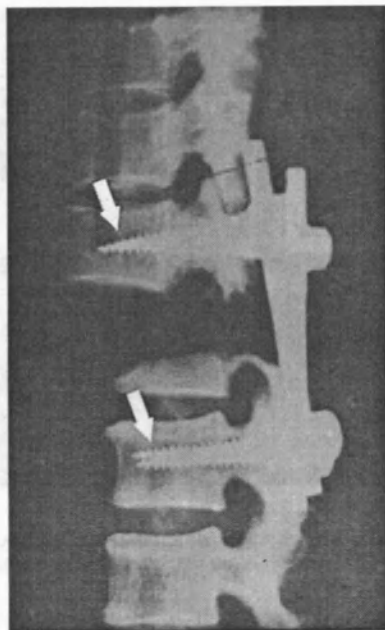
15. Фотографии анатомических препаратов основной группы до начала испытания на сдвигающую нагрузку (а) и в конце опыта (б).

ного устройства и дислокация кзади одного или обоих винтов из позвонка Th₁₂ в связи с продольным расколом корней его дуги. Рентгенография препаратов выявила разрушение костной ткани, контактирующей с поверхностью мигрирующих винтов.

При изучении жесткости спинальной четырехвинтовой конструкции «Синтез» в той же компоновке и аналогичных условиях на моделях позвонков (рис. 17) было установлено, что при постепенном увеличении сдвигающей нагрузки до 3000 Н отмечалась равномерная деформация соединительных штанг в виде S-образного изгиба и дугообразного изгиба винтов у основания их резьбовой части. В диапазоне нагрузок от 0 до 3000 Н деформация нарастала прямо пропорционально приложенному дислоцирующему усилию. Разрушения элементов устройства при этом не происходило. Остаточная деформация системы в виде визуально заметного изгиба винтов более 2° появлялась после усилий в 1200 Н и более.

При больших величинах нагрузок эта деформация возрастала также в прямой зависимости. Зависимость деформации спинальной системы от сдвигающего дислоцирующего усилия представлена на рис. 14 линией 3.

Из полученных данных следует, что при сагиттально направленном сдвигающем воздействии в опытах с неповрежденными позвонками разрушение ПДС Th₁₂—L₁ начиналось при нагрузке, превышающей 1600 Н, с развитием деформации сдвига позвонков в сагиттальной плоскости до 40%. Дестаби-

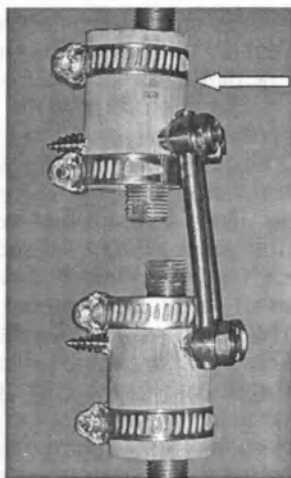


16. Спондилограммы анатомических препаратов (а) и схемы (б) основной группы после окончания испытаний на сдвигающую нагрузку.

лизация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» началась при нагрузке свыше 1100 Н с импрессии губчатого вещества тела позвонка Th₁₂ в области резьбовой части винтов. При этом нарушалась прямо пропорциональная зависимость динамики дальнейшего увеличения деформации сдвига от возрастающего усилия, но система в целом сохраняла способность противостоять возрастающей нагрузке до 1100—1340 Н. При большей нагрузке происходила полная дестабилизация тестируемых образцов вследствие дислокации винтов кзади в позвонке Th₁₂, перелома корней его дуги и смещения позвонка кпереди на величину более 50%.

Сопоставление величин сдвигающих нагрузок в контрольной и основной группах показало, что прочность сегментов Th₁₂—L₁ с травмированным позвонком L₁ при транспедикулярном остеосинтезе была меньше нормальной прочности таких же неповрежденных сегментов в среднем на 40%. Показатели жесткости ПДС Th₁₂—L₁ с нестабильным переломом позвонка L₁ в условиях транспедикулярного остеосинтеза при сдвигающих нагрузках до начала миграции винтов соответствовали аналогичным показателям блоков из неповрежденных позвонков. При увеличении нагрузок жесткость блоков из целых позвонков и системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» снижалась, но при этом деформация в синтезированном позвоночнике увеличивалась быстрее, чем в неповрежденных сегментах. Это можно объяснить тем, что показатели жесткости синтезированных сегментов до начала миграции винтов и частичной дестабилизации системы определялись только жесткостью соединительных штанг устройства. При последующем увеличении сдвигающей нагрузки жесткость системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» зависела лишь от прочности позвонка Th₁₂, контактирующего с винтами, от профиля резьбы винтов и глубины их вхождения в позвонок.

В опытах с моделями позвонков было подтверждено, что жесткость транспедикулярной системы определялась жесткостью продольных стержней, остаточная деформация которых появлялась лишь при нагрузках свыше 1200 Н, но при этом



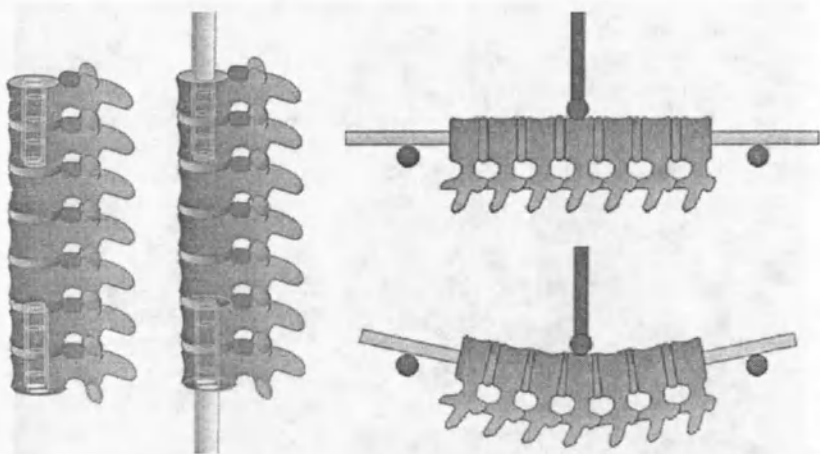
17. Фото системы «модели позвонков — транспедикулярное устройство» после испытаний на сдвигающую нагрузку.

предел прочности всего транспедикулярного устройства значительно превышал аналогичные показатели, полученные в двух предыдущих группах опытов.

Эксперименты по сдвигающим нагрузкам показали, что сдвигающая нагрузка на неповрежденный ПДС $Th_{XII}-L_1$ в 2000 Н являлась предельно допустимой для данного отдела позвоночника, после чего происходило разрушение сегмента за счет отрывных переломов замыкающих пластинок тела позвонка Th_{XII} , переломов корней его дуги и разрыва межпозвоночного диска. Дестабилизация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» на протяжении сегментов $Th_{XII}-L_1$ с нестабильным повреждением позвонка L_1 происходила при сдвигающем усилии более 1100 Н и сопровождалась миграцией винтов в теле и корнях дуги позвонка Th_{XII} , перекосом устройства и дислокацией кзади одного или обоих винтов из позвонка Th_{XII} при продольном расколе корней его дуги. Прочность спинальной 4-винтовой конструкции «Синтез» в условиях сдвигающей нагрузки превышала аналогичные показатели блоков из целых позвонков и системы «позвоночник — транспедикулярное устройство». Сдвигающие усилия на транспедикулярное устройство до 3000 Н приводили лишь к остаточной деформации соединительных штанг без разрушения самой конструкции и ее узлов.

Для изучения воздействия изгибающей нагрузки в сагиттальной плоскости, провоцирующей наклон туловища вперед на уровне поврежденного позвоночника, был разработан способ моделирования изгибающих нагрузок на ПДС, основанный на том, что *in vivo* изгибающее усилие передается на любой позвонок через смежные выше- и нижележащие межпозвоночные диски, связки и позвонки, которые адекватно смещаются, меняя свое пространственное положение в соответствии с возникающими деформациями. Разработанный способ моделирования изгибающих нагрузок на позвоночные сегменты предусматривает передачу изгибающего момента тестирующей машины на исследуемый анатомический препарат через ригидные резьбовые стержни, выполняющие функцию рычагов (рис. 18).

Способ осуществляли следующим образом. В препарате позвоночника с полностью сохраненными межпозвоночными дисками и связочными структурами, кроме исследуемого участка, сохраняли по два выше- и нижележащих позвонка. В телах этих позвонков вдоль оси позвоночника, через межпозвоночный диск, находящийся между ними, формировали по два параллельных канала диаметром 10 мм, в которые плотно ввинчивали ригидные резьбовые стержни длиной 250 мм. Каналы в телах позвонков с введенными в них стержнями располагались во фронтальной плоскости. При этом каналы достигали замыкающих пластинок,

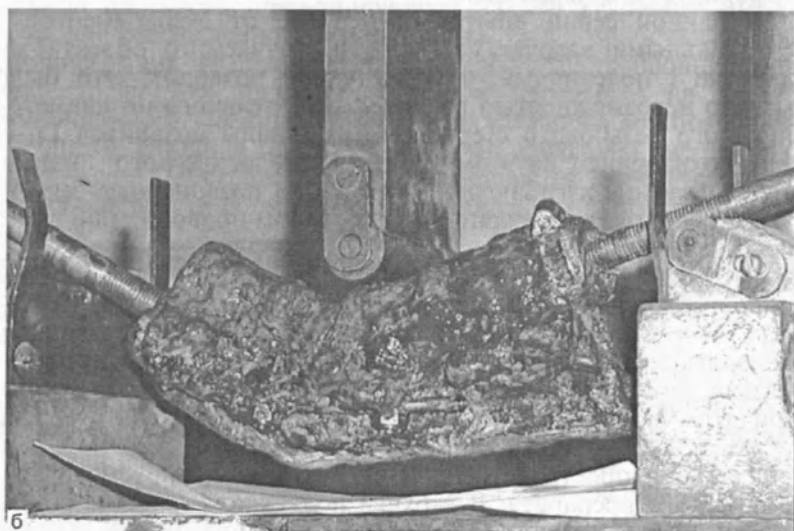
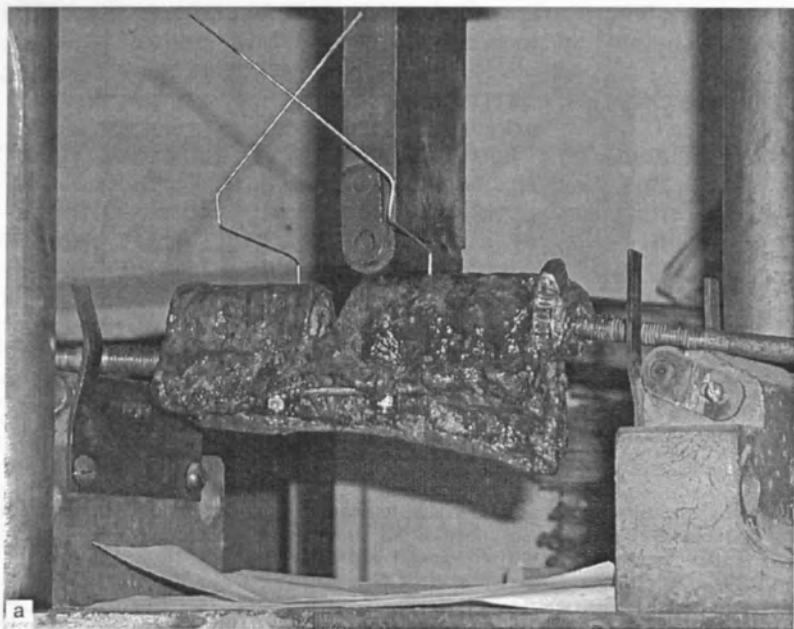


18. Схемы подготовки анатомических препаратов из блоков целых позвонков для проведения нагрузочных тестов на изгиб (а) и моделирование нагрузки в начале и в конце эксперимента (б).

прилежащих к смежным с исследуемым позвонком дискам, не перфорируя эти пластинки.

В данной серии опытов, в отличие от экспериментов с вертикальными нагрузками, центром изучаемого объекта являлся не I поясничный, а XII грудной позвонок. Это было вызвано невозможностью введения значительного по диаметру ригидного резьбового стержня через каналы позвонков L_{II} — L_{III} с сохранением на этом уровне физиологического лордоза. Моделирование изгибающей нагрузки на позвоночные сегменты в эксперименте предлагаемым способом проводили по схеме трехточечного изгиба (рис. 19).

Расстояние между точками опоры устанавливали в каждом конкретном случае соответственно размерам объектов. Концы резьбовых стержней, выходящих наружу из тел позвонков, располагали на стенде так, чтобы анатомический препарат оказывался в «подвешенном» состоянии между точками опоры. При этом на каждой подставке находились по два стержня, исключающих возможность самопроизвольного изменения первоначальной пространственной ориентации тестируемого анатомического препарата. В верхней подвижной траверсе стенда механических испытаний устанавливали опорный нож. За счет движения подвижной траверсы опорный нож оказывал давление на середину тестируемого позвоночного препарата, которым всегда являлся позвонок Th_{XII}. По мере нарастания изгибающей нагрузки измеряли угловую деформацию препарата в сагит-



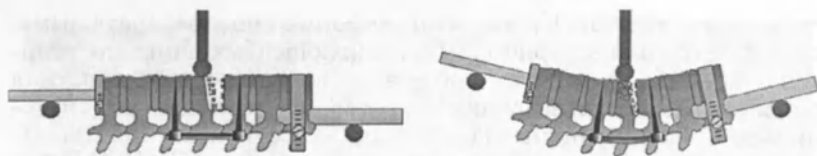
19. Фотографии тестируемых препаратов основной группы и испытательной машины до (а) и в конце (б) испытания на изгибающую нагрузку.

тальной плоскости. Кроме того, деформацию препарата измеряли контрольным прибором тестирующей машины по величине прогиба в точке, соответствующей центру давления опорного ножа. Регистрацию деформаций исследуемых анатомических блоков производили в процессе нарастания усилия подвижной траверсы дискретно через каждые 50 Н. Между точками опоры, на которых устанавливались исследуемые препараты, расстояние составляло в среднем (340 ± 25) мм. Усилие соответствовало изгибающему моменту 8,5 Н·м. Получаемые данные заносили в протоколы исследования в виде таблиц.

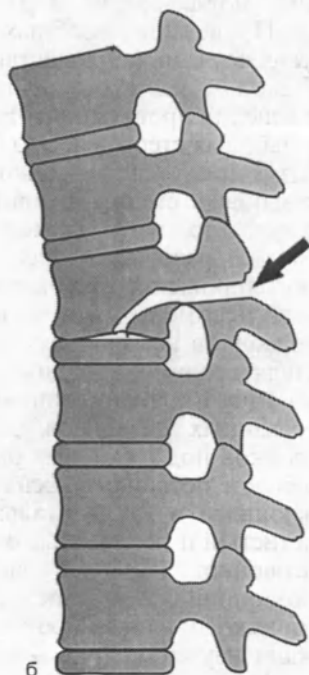
Разрушением анатомического блока считали момент резкого снижения сопротивления образца дальнейшему изгибу, который определяли по началу прогрессивного нарастания деформации без дальнейшего адекватного увеличения нагрузки. При оценке разрушения обращали внимание на его локализацию. Сразу после разрушения препарата нагрузку прекращали, исследуемый образец извлекали для регистрации остаточной деформации, морфометрии и рентгенографии.

Проведение пробных нагрузочных тестов показало, что в ряде случаев под действием изгибающего момента происходил раскол тела краниального позвонка тестируемого блока и смещение проведенных через него в соседний позвонок ригидных резбовых стержней. Это было обусловлено малыми поперечными размерами тел позвонков Th_{11} и Th_{12} . Введение в них двух резбовых стержней диаметром 10 мм снижало их прочность, в результате чего раскол краниального позвонка происходил раньше разрушения исследуемых ПДС. В связи с этим способ моделирования изгибающей нагрузки на позвоночные сегменты в эксперименте был модифицирован. Захват двух краниальных позвонков исследуемого анатомического препарата стали осуществлять одним ригидным резбовым стержнем диаметром от 14 до 16 мм, плотно ввинчиваемым в просвет позвоночного канала указанных позвонков. Для исключения перелома крайних позвонков под действием рычаговых воздействий резбовых стержней эти позвонки укрепляли металлическими хомутами, охватывающими в горизонтальной плоскости весь позвонок, включая остистый и поперечные отростки. В результате такого укрепления позвонков наиболее слабым звеном в кинематической цепи позвоночника являлись сегменты, находящиеся в центре анатомического блока, прочностные характеристики которых подлежали изучению (рис. 20).

При моделировании изгибающей нагрузки на целые позвоночные сегменты предлагаемым способом для изучения показателей жесткости одного позвонка со смежными межпозвоночными дисками анатомические препараты состояли из семи



20. Схема модифицированной модели эксперимента на изгибающую нагрузку блока позвонков ThIX — LIII с нестабильным переломом позвонка ThXII в условиях транспедикулярного остеосинтеза 4-винтовым устройством.



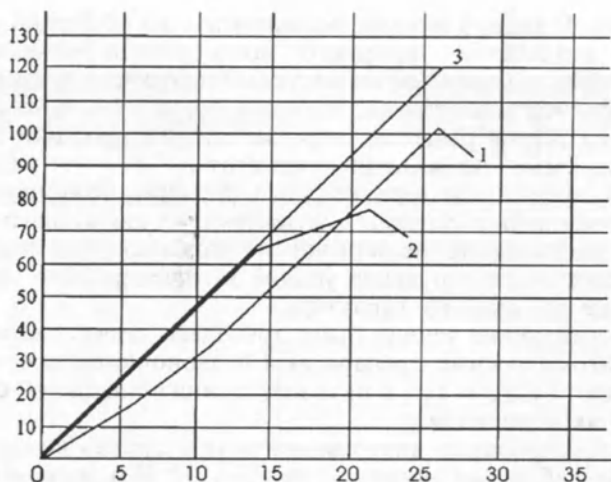
21. Спондилограмма (а) и схема (б) локального разрушения позвонка ThXII при изгибающей нагрузке блока из неповрежденных позвонков ThIX — LIII.

позвонков. В данной модели эксперимента изгибающий момент за счет воздействия опорного ножа стенда механических испытаний передавался на исследуемый позвонок через смежные интактные межпозвоночные диски и сохраненный связочный аппарат, а плечи рычагов, передающие изгибающий момент на исследуемые позвоночные сегменты, за счет резбовых стержней превышали вертикальные размеры позвонков. Благодаря последнему условию воздействие подвижной траверсы стенда механических испытаний на позвонок L_{II} оказывало изгибающее дислоцирующее усилие и нивелировало нагрузки сдвигающе-срезающего характера.

На изгибающие усилия было проведено десять экспериментов с анатомическими препаратами позвоночника, состоящими из позвонков Th_{IX} — L_{III}, и пять испытаний спинальной системы на моделях позвонков.

При тестировании анатомических препаратов контрольной группы изгибающая нагрузка до 95—102 Н·м вызывала равномерный изгиб препаратов и локальный кифоз до 26° за счет изменения формы межпозвоночных дисков и взаимоперемещений элементов заднего опорного комплекса позвоночника. При этом зависимость деформации от возрастающего изгибающего момента была близка к прямо пропорциональной. Нагрузка свыше 102 Н·м приводила во всех случаях к разрушению тестируемых блоков позвонков, что сопровождалось разрывом надостистой и межостистой связок в сегменте Th_{XI} — Th_{XII}, уменьшением вертикального размера тела позвонка Th_{XII} с последующим прогрессивным нарастанием кифоза. Рентгенография препаратов после нагрузочных тестов выявляла сгибательно-дистракционные переломы позвонка Th_{XII} (рис. 21).

Динамика увеличения деформации изгиба тестируемых препаратов от воздействующего изгибающего момента представлена на рис. 22. Деформация изгиба анатомических препаратов от изгибающей силы до момента локального разрушения позвонка Th_{XII} имела прямо пропорциональную зависимость. Тестирование блоков в основной группе выявило, что изгибающая нагрузка в сагиттальной плоскости до 76 Н·м провоцировала локальный кифоз в синтезированных сегментах до 21°. При этом деформация изгиба имела также прямо пропорциональную зависимость от прилагаемого усилия, но с определенным отклонением. Так, изгибающий момент в интервале 59—68 Н·м приводил к более быстрому нарастанию кифоза при сохранении способности синтезированных сегментов противостоять возрастающему усилию, а нагрузка свыше 68—85 Н·м (в среднем — 76 Н·м) сопровождалась уже локальным разрушением тестируемых блоков ПДС с последующим прогрессивным нарастанием деформации. Момент разрушения



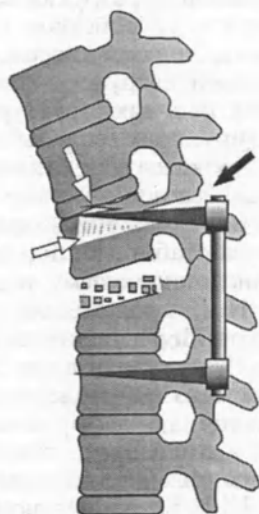
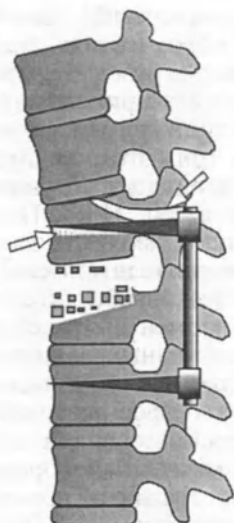
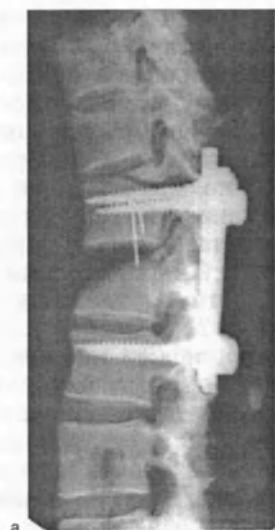
22. Зависимость деформации изгиба тестируемых образцов от действующего момента.

Линия 1 — динамика увеличения деформации изгиба блоков из неповрежденных позвонков; линия 2 — динамика увеличения деформации изгиба блоков позвонков $Th_{IX}—L_{III}$ с нестабильным переломом позвонка Th_{XII} в условиях транспедикулярного остеосинтеза; линия 3 — динамика деформации изгиба соединительных штанг транспедикулярного устройства «Синтез» с использованием моделей позвонков. По оси абсцисс — деформация изгиба (кифоз, в градусах), по оси ординат — изгибающий момент (в Н·м)

сопровождался характерным звуком и разрывом над- и межостистой связок в сегменте $Th_{XI}—Th_{XII}$.

Рентгенография препаратов выявляла дислокацию транспедикулярных винтов, установленных в позвонок Th_{XI} на 3–5 мм по направлению к краниальной замыкающей пластинке и на 3–7 мм в дорсальном направлении за счет импрессии губчатой костной ткани, непосредственно контактирующей с резьбовой частью винтов (рис. 23). Во всех препаратах имел место также продольный перелом корней дуги позвонка Th_{XI} с появлением диастаза между отломками. В двух случаях линия перелома переходила на задние отделы тел позвонков (см. рис. 23, а). В одном наблюдении дислокация концевой части транспедикулярного винта в теле позвонка Th_{XI} привела к перелому краниальной замыкающей пластинки (см. рис. 23, б). В двух случаях после демонтажа спинальных систем была отмечена деформация краниальных транспедикулярных винтов в виде дугообразного изгиба их резьбовой части.

При изучении жесткости спинальной системы «Синтез» в той же компоновке и в аналогичных исходных условиях на моделях позвонков было установлено, что изгибающая нагрузка



23. Рентгенограммы и схемы локального разрушения блоков позвоночных сегментов Th_{XI}—L_I с нестабильным повреждением позвонка Th_{XII} и транспедикулярным остеосинтезом.

а — импрессия спонгиозной костной ткани тела позвонка Th_{XI} вокруг транспедикулярных винтов, продольный перелом корней дужки с переходом линии перелома на заднюю часть тела позвонка Th_{XI}; **б** — импрессия губчатой костной ткани тела позвонка Th_{XI} вокруг транспедикулярных винтов с дислокацией винтов в дорсальном и краниальном направлениях, продольный перелом корней его дужки и краниальной замыкающей пластинки.

в интервале от 34 до 120 Н·м проводила к появлению равномерного изгиба соединительных штанг. В указанном диапазоне нагрузок деформация штанг нарастала прямо пропорционально приложенному изгибающему моменту, но разделения или разрушения составляющих элементов системы «Синтез» при этом не происходило. Остаточная деформация системы в виде изгиба штанг более 2° появлялась лишь после нагрузки в 60 Н·м. После приложения на конструкцию изгибающего момента в 130 Н·м остаточная деформация соединительных штанг составила $10\text{--}15^\circ$. Динамика увеличения деформации изгиба штанг в зависимости от усиления изгибающего момента представлена на рис. 22 линией 3.

Из полученных данных следует, что сгибательно-дистракционные переломы позвонка Th_{XI} , полученные при тестировании блоков из целых позвонков, происходили при нагрузке более 96 Н·м с образованием локального кифоза в среднем на 26° . Такой показатель деформации значительно (почти вдвое) превышал среднюю нормальную физиологическую амплитуду подвижности данных ПДС в сагиттальной плоскости.

Локальное разрушение системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» на протяжении позвонков $\text{Th}_{\text{XI}}\text{—L}_1$ при нестабильном переломе позвонка Th_{XI} начиналось при изгибающей нагрузке в диапазоне от 59 до 68 Н·м с импрессии губчатых костных структур тела позвонка Th_{XI} , непосредственно контактирующих с резьбовой частью винтов. Этот процесс регистрировался как отклонение в дальнейшей динамике увеличения кифоза под действием нарастающего изгибающего момента от прямо пропорциональной зависимости. Система в целом сохраняла стабильность и способность противостоять возрастающему дислоцирующему усилию. При увеличении нагрузки от 68 до 85 Н·м происходили продольные переломы корней дуг позвонков Th_{XI} вдоль установленных в них винтов, что приводило к полной дестабилизации тестируемой системы.

В опытах на моделях позвонков при дефекте «позвонка» L_1 остаточная деформация соединительных штанг системы «Синтез» появлялась лишь при нагрузке свыше 60 Н·м.

Сопоставление экспериментальных данных показало, что прочность ПДС $\text{Th}_{\text{XI}}\text{—L}_1$ с нестабильным переломом позвонка Th_{XI} к изгибающим кифозирующим нагрузкам в условиях транспедикулярного остеосинтеза меньше прочности таких же неповрежденных сегментов в среднем на 26%. Показатели жесткости сегментов $\text{Th}_{\text{XI}}\text{—L}_1$ с нестабильным повреждением позвонка Th_{XI} в условиях транспедикулярного остеосинтеза по отношению к изгибающим нагрузкам до начала миграции винтов были в среднем на 40% выше нормальной физиологической жесткости таких же неповрежденных сегментов. Это можно объяснить тем, что показатели

жесткости синтезированных позвоночных сегментов определялись жесткостью самой спинальной системы.

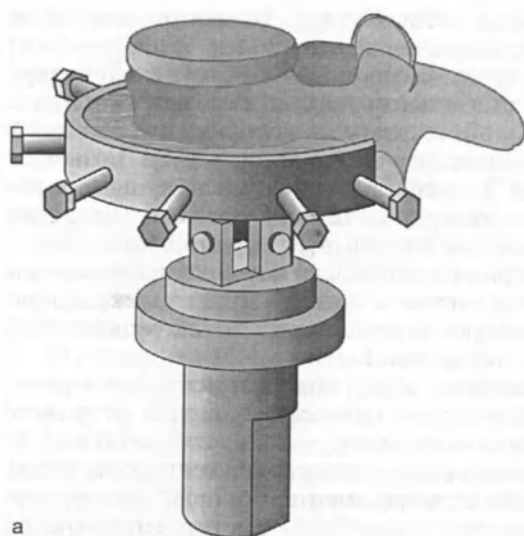
Дестабилизация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» при нестабильном переломе позвонка Th₁₂ с использованием 4-винтовой системы в условиях изгибающей нагрузки происходила после перелома корней дуги позвонка Th₁₁, что указывает на целесообразность увеличения протяженности остеосинтеза позвоночника при данном характере повреждения путем введения винтов в X грудной позвонок.

В заключительной серии опытов были изучены прочностные характеристики системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» по отношению к ротационным нагрузкам при нестабильном переломе позвонка L₁.

Во всех экспериментах этой серии анатомические препараты и систему «модели позвонков — транспедикулярное устройство» подвергали ротационной нагрузке в соответствии с предложенным способом моделирования ротационных нагрузок на позвоночные сегменты в эксперименте, который предусматривал передачу вращающего момента на тестируемые анатомические препараты через подвижные платформы, снабженные карданным узлом (рис. 24).

Согласно ротационному способу моделирования ротационных нагрузок на позвоночник подвижные платформы универсальной испытательной машины Zwick 1464 передавали усилия на тестируемые позвоночные сегменты через карданный узел и имели возможность смещаться адекватно различным деформациям исследуемого препарата, не препятствуя их появлению. Платформы имитировали дислокации смежных позвонков, возникающие *in vivo* под действием ротационной нагрузки, приближая механические условия, в которых находились тестируемые анатомические препараты в эксперименте при статической ротационной нагрузке, к условиям, существующим прижизненно. Последнее достигалось за счет соответствующего взаиморасположения карданных узлов платформ и центров вращения смежных позвоночных сегментов, находящихся в проекции средней osteолигаментарной колонны, вдоль оси позвоночного столба, а также и тем, что расстояние от центра карданного узла платформы до центра позвонка, закрепленного в ней, соответствовало расстоянию между позвоночными сегментами.

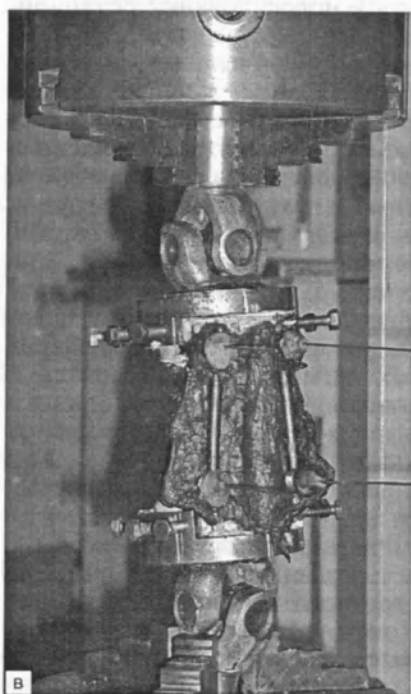
Исследуемые анатомические препараты, состоящие из ПДС Th₁₂—L₁ и L₁—L₂, закрепляли в подвижных платформах за крайние позвонки с помощью костного цемента. Для точной ориентации блока позвонков к карданным узлам подвижных платформ через крайние замыкающие пластинки в тела проксимального и дистального позвонков исследуемого блока



а



б



в

24. Схемы и фото моделирования ротационной нагрузки на анатомические препараты.

а — общий вид карданного узла испытательной машины и подвижной платформы с закрепленным позвонком; б — испытательная машина с блоком позвонков; в — проведение испытания системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» на ротационную нагрузку.

вводили спицы-центраторы, расположение которых соответствовало проекции биомеханической оси позвоночника, проходящей в дорсальной части средней остеолигаментарной колонны. Костный цемент заливали в зазор между бортиком пластмассовой формы и боковыми поверхностями закрепляемых позвонков. Цементные муфты устанавливали на опорные площадки подвижных платформ и зажимали по периметру с помощью 8—9 болтов, ввинчиваемых в бортики опорных площадок.

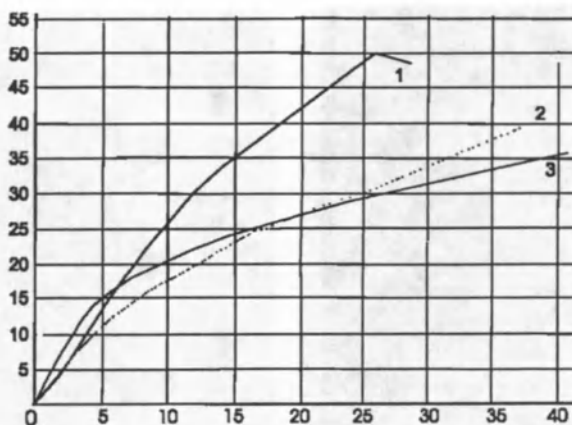
Закрепленные в платформах блоки устанавливали между рабочими валами испытательной машины. Карданный узел платформы, фиксирующий краниальный позвонок тестируемого препарата, закрепляли в верхнем трехкулачковом захвате испытательной машины. Карданный узел платформы, фиксирующей каудальный позвонок тестируемого препарата, закрепляли в нижнем трехкулачковом захвате. Верхний захват закрепляли на датчике кручения, который был жестко связан с неподвижной траверсой испытательной машины. Нижний захват фиксировали на оси ротационного устройства (мотора), жестко закрепленного на подвижной траверсе. Расстояние между траверсами предварительно устанавливали в соответствии с вертикальными размерами тестируемых препаратов. Перед началом испытаний устанавливали нулевое положение датчика кручения. Машину включали в режим кручения со скоростью вращения вала $1^\circ/\text{с}$. Во время кручения и соответствующего увеличения ротационной деформации тестируемых блоков позвоночных сегментов измеряли нарастающую ротационную нагрузку. Запись параметров зависимости ротационной деформации тестируемых препаратов от прилагаемой ротационной нагрузки осуществлялась автоматически самописцем в виде диаграмм в координатах «крутящий момент (Н·м) — ротационная деформация ($^\circ$)». В качестве дополнительных индикаторов положения винтов спинальной системы во время нагрузочных тестов использовали стержни, которые закрепляли в головках винтов. Угловые деформации исследуемых позвоночных сегментов под действием ротационной нагрузки регистрировали цифровой фото- и видеосъемкой. Все полученные данные обрабатывали на вычислительном блоке испытательной машины. По полученным диаграммам составляли таблицы зависимости ротационной деформации тестируемых препаратов от прилагаемой нагрузки для последующего анализа. Дискретность нагрузки в таблицах составляла 2 Н·м.

Исследуемые анатомические препараты первоначально подвергали тестированию без их разрушения. После определения предела упругих деформаций проводили разрушающее нагрузочное тестирование. Преодолением предела упругости считали

момент изменения прямо пропорционального характера зависимости деформации тестируемых препаратов от прилагаемой ротационной нагрузки. Наибольший интерес с клинической точки зрения представляли экспериментальные данные, полученные в диапазоне тестирующих нагрузок, вызывающих физиологически и клинически допустимые торсионные дислокации в позвоночных сегментах.

Известно, что предельная физиологическая амплитуда ротационных движений в ПДС ThXII—L_I и L_I—L_{II} составляет 2° в каждую сторону, что в сумме дает, соответственно, 4°. Из этих расчетов следует, что ротационные нагрузочные тесты неразрушающего характера ограничивались нагрузкой, провоцирующей суммарную ротационную деформацию в двух исследуемых позвоночных сегментах до 5°. Это на 20% превышает максимальную физиологическую амплитуду движений и считается достаточным для оценки фиксационных свойств спинальных систем. В экспериментах разрушающего характера, проводимых на тех же анатомических препаратах, постепенно нарастающая ротационная нагрузка ограничивалась общей прочностью исследуемых образцов. Разрушением анатомического блока считали момент резкого снижения сопротивления образца дальнейшему скручиванию, который определяли по началу прогрессивного нарастания деформации без адекватного увеличения нагрузки. Разрушение фиксировали измерительным прибором испытательной машины и контролировали визуально. Сразу после разрушения образцы извлекали для регистрации остаточной деформации, морфометрии и рентгенографии в стандартных проекциях.

Результаты исследований по ротационной нагрузке анатомических препаратов и спинальной системы «Синтез» представлены на рис. 25. Нарастающая ротационная нагрузка, прилагаемая к сегментам блоков из целых позвонков ThXII, L_I и L_{II} в контрольной группе опытов, вызывала прогрессирующую торсионную деформацию препаратов за счет изменения формы межпозвоночных дисков и взаимоперемещений элементов заднего опорного комплекса. Зависимость деформации от крутящего момента была близка к прямо пропорциональной до нагрузки в $(23 \pm 2,5)$ Н·м, при которой суммарная ротация в двух сегментах достигала в среднем $(8,7 \pm 0,74)^\circ$. Дальнейшее увеличение нагрузки сопровождалось более быстрым увеличением ротационной деформации и отклонением от прямо пропорциональной зависимости с появлением угловой деформации тестируемых сегментов во фронтальной плоскости (боковой изгиб), направленной в сторону, противоположную ротации. Нагрузка в $(50 \pm 3,7)$ Н·м провоцировала ротационную деформацию до $(25,8 \pm 4,0)^\circ$, после чего происходило разрушение препаратов. Угловая деформация, возникающая при нагрузке

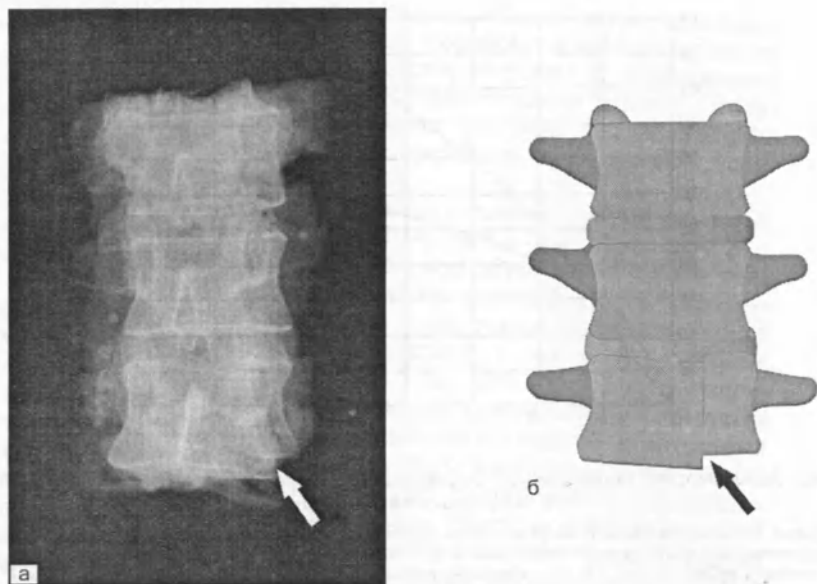


25. Зависимость ротационной деформации тестируемых образцов от величины ротационной нагрузки.

Линия 1 — неповрежденные анатомические препараты; линия 2 — система «позвоночник — транспедикулярное устройство»; линия 3 — система «модели позвонков — транспедикулярное устройство». По оси абсцисс — ротационная деформация (в градусах); по оси ординат — крутящий момент (в Н·м).

в 10—12 Н·м, к моменту разрушения достигала 8—12°. Зависимость ротационной деформации позвоночных сегментов от крутящего момента представлена на рис. 25 линией 1. По оси ординат — величина крутящего момента в Н·м, по оси абсцисс — торсионная деформация в градусах. Рентгенография препаратов после разрушения выявила вертикальные переломы тел и дуг позвонков L_1 и L_{II} (рис. 26).

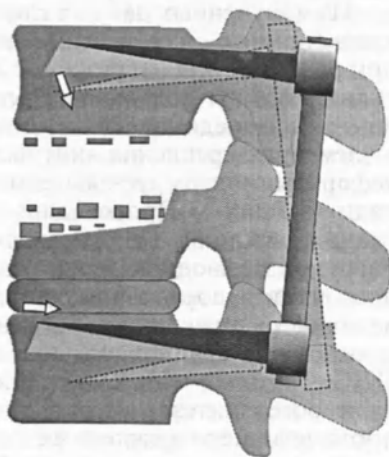
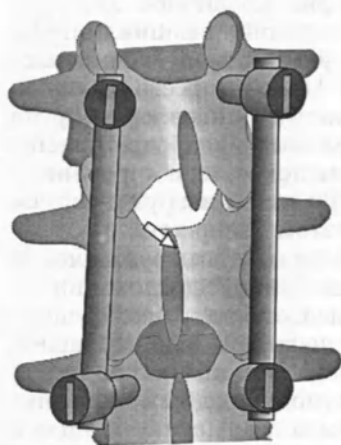
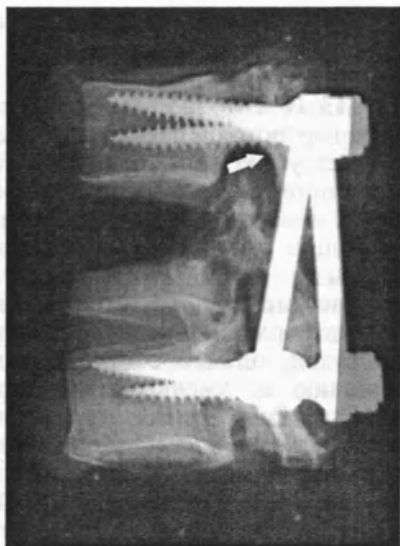
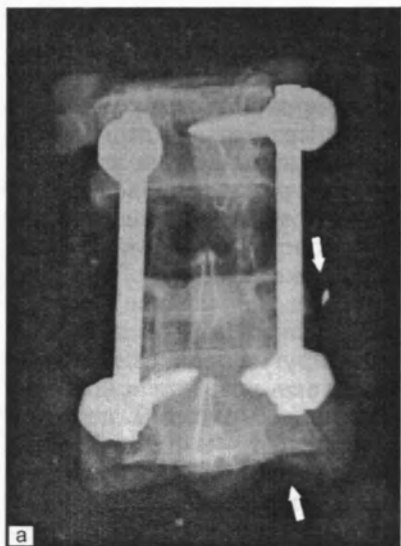
Моделирование ротационной нагрузки на препаратах в основной группе показало, что ротационная деформация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» имела близкую к прямо пропорциональной зависимость от прикладываемого усилия до 8,5—10 Н·м. Деформация при такой нагрузке достигала 3,5—4,3°. При крутящем моменте более 10—12 Н·м преодолевался предел пропорциональности и появлялась тенденция к более быстрому нарастанию деформации при сохранении способности тестируемых сегментов противостоять возрастающему усилию. Усилие более 12—14 Н·м вызывало разворот винтов на соединительных штангах спинальной системы за счет прокручивания штанг в узлах крепления винтов. В вентральных отделах ПДС Th_{XII} — L_1 на уровне перелома позвонка L_1 отмечалась прогрессирующая деформация сдвига во фронтальной плоскости. При средней нагрузке в $(39,5 \pm 4,3)$ Н·м ротационная деформация тестируемых



26. Спондилограмма (а) и схема (б) блока из позвонков контрольной серии после ротационной нагрузки в прямой проекции.

сегментов достигала $(37,5 \pm 5,4)^\circ$. Сдвиг ventральных отделов тел позвонков Th_{xII} и L_I по отношению друг к другу во фронтальной плоскости достигал 16—17 мм, после чего происходило разрушение препаратов, сопровождающееся последующим прогрессивным нарастанием деформации. Визуальный осмотр блоков позвонков после тестирования выявлял остаточную ротационную деформацию системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» за счет разворота винтов на соединительных штангах, а также односторонние переломы корней дуг фиксированных позвонков на стороне, противоположной направлению скручивания, с дислокацией винтов в дорсальном направлении. Рентгенография препаратов подтвердила во всех случаях разнонаправленную угловую миграцию винтов за счет импрессии губчатой костной ткани тел и дуг позвонков Th_{xII} и L_{II} в области винтов, разворот винтов на соединительных штангах спинальной системы, а также дислокацию винтов в дорсальном направлении на 6—9 мм на стороне, противоположной направлению скручивания (рис. 27).

Зависимость ротационной деформации синтезированных позвоночных сегментов от воздействующего крутящего момента представлена на рис. 25 линией 2.



6



27. Спондилограммы (а) и схемы (б) системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» после ротационной нагрузки в прямой и в боковой проекции.

При изучении жесткости спинальной системы «Синтез» в той же компоновке и аналогичных условиях на моделях позвонков было установлено, что ротационная нагрузка до 12—13 Н·м приводила к прямо пропорциональному увеличению торсионной деформации исследуемых образцов до $3,4\text{--}3,8^\circ$ за счет упругого скручивания соединительных штанг спинальной системы. Дальнейшее увеличение нагрузки сопровождалось более быстрым прогрессированием деформации исследуемых образцов с отклонением от прямо пропорциональной зависимости и разворотом винтов на соединительных штангах. Вследствие разворота винтов на штангах дальнейшее увеличение деформации не сопровождалось адекватным увеличением нагрузки, однако сопротивление тестируемых образцов скручиванию не уменьшалось, а продолжало возрастать до 38—40 Н·м. Разрушения элементов спинальной системы не было даже при циклическом четырехкратном скручивании образцов с максимальной амплитудой до 78° . Остаточная деформация спинальной системы под действием ротационной нагрузки происходила только за счет разворота винтов на соединительных штангах. Пластических деформаций отдельных элементов спинальной системы также не отмечалось. Зависимость ротационной деформации спинальной системы от прикладываемого крутящего момента представлена на рис. 25 линией 3.

Из полученных данных следует, что дестабилизация системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» начиналась при ротационной нагрузке в $(12,0 \pm 2,3)$ Н·м с импрессии костной ткани тел и дуг позвонков Th_{12} и L_1 вокруг винтов и разворота винтов на соединительных штангах за счет их прокручивания в элементах крепления винтов. Средние показатели торсионной деформации тестируемых сегментов при такой нагрузке составляли $(5,5 \pm 0,8)^\circ$. Происходящая при этом импрессия костной ткани позвонков вокруг винтов при дальнейшем увеличении нагрузки приводила к их разнонаправленной дислокации из позвонков в дорсальном направлении. Сопоставление средних величин разрушающих ротационных нагрузок в контрольной и основной группах опытов показало, что общая прочность ПДС $\text{Th}_{12}\text{—L}_1\text{—L}_{11}$ с нестабильным повреждением позвонка L_1 и остеосинтезом позвоночника была меньше нормальной прочности неповрежденных сегментов на 20%.

Сопоставление показателей жесткости ПДС $\text{Th}_{12}\text{—L}_1\text{—L}_{11}$ контрольной группы и системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» в диапазоне тестирующих нагрузок, вызывающих ротационные дислокации от 0 до 5° , показало, что динамика деформации анатомических препаратов в этих группах практически совпадала при ротационной нагрузке до 7 Н·м, при которой тестируемые препараты скручивались на

($2,8 \pm 0,4$)°. При увеличении нагрузки жесткость препаратов в контрольной группе по отношению к дальнейшему скручиванию незначительно превышала жесткость аналогичных позвоночных сегментов с нестабильным переломом позвонка L₁, находящихся в условиях остеосинтеза. Скручивание препаратов в контрольной группе на 5° происходило при усилии в ($13,8 \pm 2,1$) Н·м, а деформация в основной группе опытов появлялась при нагрузке в ($11,4 \pm 0,9$) Н·м, что было на 17,5% меньше, чем в контрольной группе.

Наиболее высокими показателями жесткости в рассматриваемом диапазоне нагрузок обладала изолированная спинальная система. Так, в пределах упругих деформаций ее показатели жесткости были на 34% выше аналогичных показателей системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» в основной группе. Ротационная деформация до 4,8° в позвоночных сегментах в основной группе появлялась при крутящем моменте в ($11 \pm 0,8$) Н·м, в то время как при таком же усилии ротационная деформация спинальной системы составила лишь 3,1°. Анализ диаграмм нагрузочных тестов препаратов в основной группе и изолированной 4-винтовой спинальной системы с моделями позвонков показал, что при ротационных нагрузках, вызывающих дислокации позвонков до 3,5°, суммарные деформации костных структур и металлофиксатора не превышали предела пропорциональности, что исключало возможность появления остаточных деформаций в синтезированных позвоночных сегментах.

Дальнейшее увеличение нагрузки свыше 9—9,5 Н·м с ротационной дислокацией более 3,5—4° приводило к превышению предела упругости указанных образцов и появлению остаточных смещений. Достижение предела пропорциональности в препаратах контрольной группы возникало при нагрузках 22—24 Н·м и суммарной ротации в ПДС Th₁₂—L₁—L₁₂ до 8,7°, что более чем в 2 раза превышало максимальную физиологическую амплитуду ротационных движений. Исходя из этого, для обеспечения условий, исключающих появление вторичных смещений после транспедикулярного остеосинтеза 4-винтовым транспедикулярным устройством, амплитуда возможных ротационных движений в травмированном отделе позвоночника в послеоперационном периоде не должна превышать 50% от максимальных физиологических пределов.

Суммирование результатов стендовых испытаний по вертикальным, сдвигающим, изгибающим и ротационным нагрузкам на блоки из целых позвонков груднопоясничного отдела позвоночника на поврежденные ПДС в условиях транспедикулярного остеосинтеза и на транспедикулярное 4-винтовое устройство позволило сделать следующие выводы:

1) разработанные в эксперименте способы моделирования вертикальных, сдвигающих, изгибающих и ротационных нагрузок на грудопоясничный отдел позвоночника обеспечивают биомеханически эквивалентные прижизненным статические нагрузки на позвоночник человека без учета стабилизирующего воздействия мышц туловища;

2) проведенные эксперименты позволили оценить показатели прочности и жесткости анатомических блоков из неповрежденных позвонков, системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» при нестабильном переломе позвонка и устойчивость самого устройства по отношению к указанным нагрузкам;

3) прочность и жесткость 4-винтовой транспедикулярной системы выше аналогичных показателей блоков из неповрежденных позвонков, что подтверждает обоснованность транспедикулярного остеосинтеза нестабильных повреждений грудопоясничного отдела позвоночника;

4) при вертикальных, сдвигающих, изгибающих и ротационных нагрузках общая прочность системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» при нестабильном повреждении грудопоясничного отдела позвоночника в условиях остеосинтеза двух ПДС 4-винтовой конструкцией ниже аналогичных показателей блоков из целых позвонков, соответственно, на 10, 40, 25 и 20%;

5) слабым местом в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» при нестабильном повреждении грудопоясничного отдела позвоночника в условиях остеосинтеза двух ПДС 4-винтовой конструкцией является краниальный позвонок, где переломы корней его дуги и тела в области контакта с винтами приводят к дестабилизации всей системы;

6) для увеличения устойчивости транспедикулярного остеосинтеза при нестабильном повреждении грудопоясничного отдела позвоночника необходимо использовать 6-винтовую конструкцию с фиксацией от поврежденного ПДС двух краниальных и одного каудального позвонков;

7) повышение стабильности транспедикулярного остеосинтеза травмированного позвоночника по отношению к основным нагрузкам возможно путем увеличения механической прочности костной ткани позвонков, повышения жесткости связи винтов с соединительными штангами и увеличения протяженности остеосинтеза.

Стендовые исследования по воздействию основных нагрузок на поврежденный отдел позвоночника позволили с позиций сопромата сопоставить механические характеристики транспедикулярного остеосинтеза позвоночника с аналогичными параметрами неповрежденных ПДС и обосновать различные варианты транспедикулярного остеосинтеза позвоночника для клинических условий с учетом характера повреждений позвоночника и спинного мозга.

ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАБОРА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ «СИНТЕЗ» ПРИ ТРАВМЕ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

Принципы использования набора изделий и инструментов «Синтез» заключаются в индивидуальном подборе винтов по диаметру и длине погружной части, правильной установке винтов в позвонки, обосновании числа фиксируемых позвонков и вариантов устройства с учетом планируемой операции, поддержании усилий в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» и профилактике осложнений при выполнении внутреннего и внешнего остеосинтеза.

При введении винтов в позвонки обязательным условием является знание величин педикулярных углов позвонков на всех уровнях (см. табл. 2—4).

5.1. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДБОР ВИНТОВ ПО ДИАМЕТРУ И ДЛИНЕ ИХ ПОГРУЖНОЙ ЧАСТИ

При установке транспедикулярных винтов в позвонки наружный диаметр погружной части последних не должен превышать минимальные поперечные размеры ножек дуг позвонков для исключения повреждения их коркового слоя. Следует учитывать также соответствие длины погружной части винтов величине, слагаемой из длины ножек дуг и кососагитального размера тел фиксируемых позвонков.

Для устойчивого и длительного нахождения транспедикулярного винта в ножке дуги и теле позвонка важно, чтобы наружный диаметр погружной части винта был на 1—2 мм меньше минимального поперечного размера ножки дуги фиксируемого позвонка для исключения повреждения последней и сохранения жесткой связи винта с костью. При этом сохранение целого коркового слоя ножки дуги с частью губчатой кости является необходимым условием для оптимального «вживления» металла в кость и исключения при этом остеолита вокруг винта.

Наличие в наборе изделий винтов трех типоразмеров по наружному диаметру их погружной части от 5,5 до 8 мм позволяет осуществлять подбор винтов в каждом конкретном случае с учетом минимального поперечного размера ножек дуг фиксируемых позвонков.

Для эффективного смещения позвонков относительно друг друга в системе «позвоночник — транспедикулярное устройст-

во» и жесткости остеосинтеза существенное значение имеет коэффициент вырывания транспедикулярных винтов из кости, определяющий первичную связь винтов с костью. При использовании костных шурупов с профилем резьбы международного стандарта ИСО 5835-91 для губчатой кости (ГОСТ Р 50582-93) эта связь имеет прямую зависимость от площади контакта винтов с костью, что, в свою очередь, напрямую зависит от глубины введения винтов в тела позвонков. Поэтому для эффективного выполнения многоплоскостной репозиции и длительного сохранения достигнутой коррекции желательно, чтобы транспедикулярные винты вводились в тела позвонков до их вентральных замыкающих пластинок. Для подбора транспедикулярных винтов необходимой длины последние имеют шесть типоразмеров по длине погружной части от 35 до 60 мм с шагом длины 5 мм.

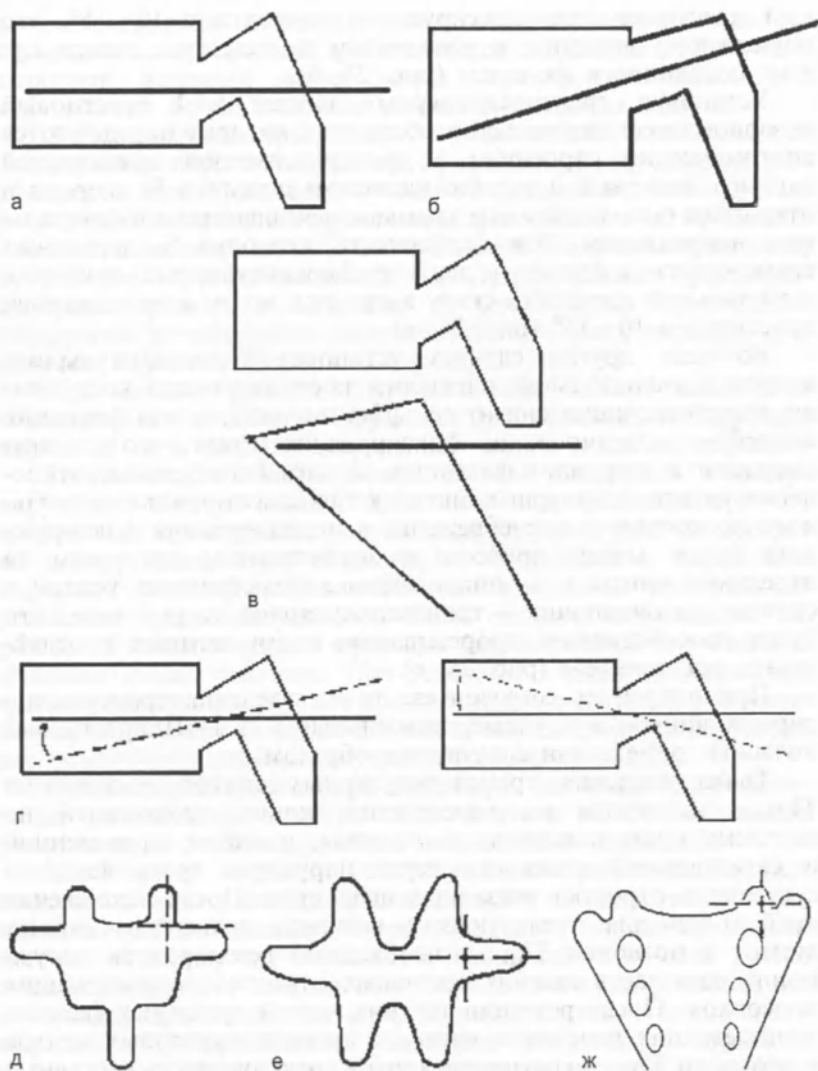
Штанги, используемые для соединения транспедикулярных винтов на одноименных сторонах позвоночника, также имеют разные типоразмеры по длине от 50 до 280 мм, но одинаковый диаметр — 7 мм. Шаг длины штанг составляет 10 мм. Наличие разных типоразмеров штанг обеспечивает их точный подбор при остеосинтезе позвоночника различной протяженности от одного до семи и более ПДС.

Фиксирующие шайбы и гайки имеют одинаковые размеры для всех типоразмеров транспедикулярных винтов.

5.2. ПОЛОЖЕНИЕ ВИНТОВ В ПОЗВОНКАХ

Все устройства для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника являются стержневыми аппаратами с открытым контуром на концах погружной части винтов. Если в спинальных системах, где используется многоосевой (мультиаксиальный) механизм соединения круглой головки винта с фиксирующим стержнем, основной задачей является фиксация при ограниченных репозиционных возможностях, то устройство «Синтез» относится к конструкциям, в которых репозиция и фиксация являются основными действиями в равной степени, так как репозирующая система устройства и угловые пазы в головках винтов позволяют выполнять эти действия одновременно. Угловой паз в головках винтов, предназначенный для фиксирующих стержней, имеет перпендикулярное положение к оси последних, что предопределяет установку винтов в сагиттальной плоскости перпендикулярно оси тел фиксируемых позвонков. Это следует учитывать прежде всего при введении транспедикулярных винтов в позвонки $Th_{VIIII}—L_v$ (рис. 28, а).

В позвонки $Th_{II}—vii$ установку винтов следует производить с наклоном в сагиттальной плоскости к каудальной замыкаю-



28. Схемы установки транспедикулярных винтов.

а — схема установки транспедикулярного винта в позвонки $Th_{VIII}-L_v$; б — схема установки транспедикулярного винта в позвонки $Th_{II}-VII$; в — схема установки транспедикулярного винта в позвонки S_i ; г — схемы неправильной установки транспедикулярных винтов в поясничные позвонки; д — схема определения точки введения транспедикулярного винта в позвонки $Th_{II}-XI$; е — схема определения точки введения транспедикулярного винта в позвонки $Th_{XII}-L_v$; ж — схема определения точки введения транспедикулярного винта в позвонки S_i .

щей пластинке тела фиксируемого позвонка в $10-15^\circ$, что обусловлено высоким и наклонным положением ножек дуг этих позвонков к их телам (рис. 28, б).

Установка транспедикулярных винтов в I крестцовый позвонок имеет также свои особенности, которые определяются анатомическим строением и пространственной ориентацией данного позвонка, а именно наклоном позвонка S_1 кпереди и открытым положением его замыкающей пластинки в вентральном направлении. Эти особенности позвонка S_1 допускают возможность введения в него транспедикулярных винтов в сагиттальной плоскости снизу вверх под углом к замыкающей пластинке в $10-15^\circ$ (рис. 28, в).

Во всех других случаях установка транспедикулярных винтов в сагиттальной плоскости косо вверх или косо вниз на этапе репозиции снизит ее эффективность, а при фиксации потребует моделирования фиксирующих штанг, что удлинит операции и затруднит фиксацию штанг. Значительные отклонения транспедикулярных винтов от их анатомически правильного положения и пренебрежение в моделировании фиксирующих штанг может привести к значительным нагрузкам на отдельные винты и возникновению асимметричных усилий в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство», что будет способствовать прорезыванию кости винтами и ослаблению остеосинтеза (рис. 28, г).

При открытом остеосинтезе точки введения транспедикулярных винтов в грудные, поясничные и в I—II крестцовые позвонки определяли следующим образом.

Точка введения транспедикулярных винтов в позвонки $Th_{II}-x_1$ находится на пересечении линии, проходящей по верхнему краю поперечного отростка, и линии, проведенной в сагиттальной плоскости через наружную треть верхнего суставного отростка указанных позвонков. После нахождения этой точки для последующего введения транспедикулярных винтов в позвонки $Th_{II}-v_{II}$ необходимо резецировать наружнонижнюю часть нижних суставных отростков вышележащих позвонков. После резекции нижних частей суставных фасеток вышележащих позвонков введение транспедикулярных винтов в позвонки $Th_{II}-v_{II}$ осуществляется в нижнюю часть суставных поверхностей верхних дугоотростчатых суставов этих позвонков (рис. 28, д).

Точка введения транспедикулярных винтов в позвонки $Th_{xII}-L_v$ находится на пересечении линии, проведенной в горизонтальной плоскости по середине поперечного отростка, и линии, проведенной в сагиттальной плоскости кнаружи от края суставного отростка этих позвонков на 2—3 мм (рис. 28, е). Изучение задней поверхности позвонков выявило также, что

в нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника в проекции центра корней дуг позвонков находится добавочный отросток, который может также служить ориентиром для определения точки введения транспедикулярных винтов.

Точка введения транспедикулярных винтов в позвонок S_1 находится на пересечении линии, проведенной в горизонтальной плоскости через основание суставной фасетки верхнего суставного отростка позвонка S_1 , и линии, проходящей в сагиттальной плоскости по наружному краю суставной поверхности нижнего суставного отростка позвонка L_v . При установке транспедикулярных винтов в позвонок S_1 необходимо практически полностью резецировать наружнонижнюю часть нижнего суставного отростка позвонка L_v (рис. 28, ж).

При введении транспедикулярного винта крайне важно устанавливать его точно по центру ножек дуги позвонка, не повреждая корковый слой последней, дуральный мешок и его содержимое.

Точка введения винта всегда должна находиться в центре наружного сектора ножки дуги позвонка, так как при его дальнейшем проведении с учетом педикулярного угла он пройдет по центру ножки дуги позвонка, не повреждая ее внутренний корковый слой. Рентгенологическим признаком правильности установки транспедикулярного винта является нахождение его резьбовой части в прямой проекции без захождения его конца за среднюю линию позвонка. При установке в один позвонок двух винтов расстояние между его концами должно составлять не менее 10 мм, что полностью исключает возможность прохождения винтов вне ножек дуги позвонка внутри позвоночного канала.

Положение винта в центре ножки дуги позвонка обеспечивает также максимально жесткую связь винта с костью и высокие репозиционно-стабилизирующие возможности устройства.

Необходимо помнить, что отклонения транспедикулярных винтов от анатомически обоснованного и единственно правильного их положения в позвонках может привести прежде всего к перелому дуг позвонков, смещению отломков костей и винтов в просвет позвоночного канала или в межпозвоночные отверстия, сдавлению или повреждению спинного мозга и его образований с неизбежным развитием дистантных неврологических нарушений. Кроме того, отклонение винтов от педикулярного угла ножек дуг позвонков всегда сопровождается образованием зон асимметричного напряжения в фиксируемых ПДС, смещению позвонков и снижению устойчивости остеосинтеза. всегда приводят к образованию зон асимметричного напряжения в фиксируемых ПДС, смещению позвонков и снижению устойчивости остеосинтеза, а отклонение винтов от педикулярного угла ножек дуг позвонков может привести к их перелому и неврологическим осложнениям.

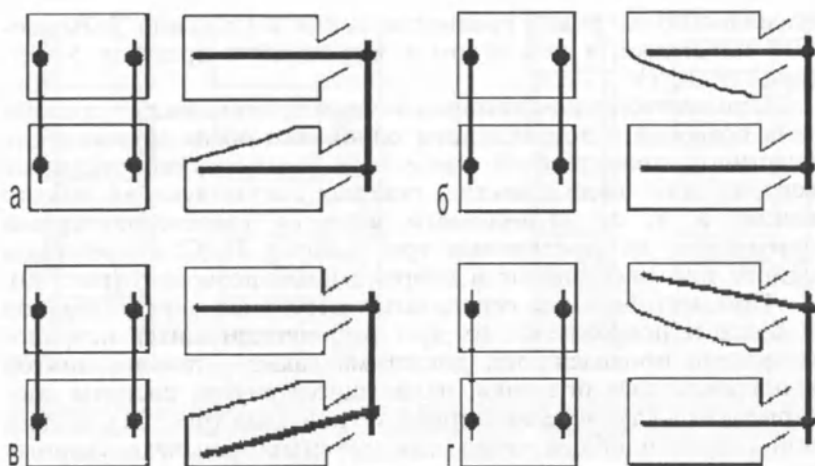
5.3. ОБОСНОВАНИЕ ЧИСЛА ФИКСИРУЕМЫХ ПОЗВОНКОВ И ВАРИАНТЫ УСТРОЙСТВА С УЧЕТОМ ПЛАНИРУЕМОЙ ОПЕРАЦИИ

Экспериментальные исследования устойчивости поврежденного грудопоясничного отдела позвоночника в условиях транспедикулярного остеосинтеза и испытания используемого устройства на вертикальные, сдвигающие, изгибающие и ротационные нагрузки позволили определить наиболее востребованные для клинической практики варианты транспедикулярного остеосинтеза.

Обосновывая тот или иной вариант транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при его повреждениях, считаем необходимым подчеркнуть, что обязательным условием для эффективного остеосинтеза является соблюдение единого для всех схем остеосинтеза правила — правила замкнутого контура «позвоночник — транспедикулярное устройство». Это правило заключается в том, что при нестабильных переломах позвоночника крайние краниальные и каудальные транспедикулярные винты необходимо устанавливать в целые позвонки, создавая тем самым симметричный закрытый контур. Под замкнутым контуром «позвоночник — транспедикулярное устройство» мы понимаем связь крайних парных транспедикулярных винтов, фиксированных между собой на одноименных сторонах штангами с целыми крайними позвонками. Замкнутый контур осуществляет прежде всего внеочаговую опороспособность оперированного отдела позвоночника, уменьшая нагрузку на поврежденные ПДС. Непрерывность контура возможна только при условии целостности тел крайних позвонков, используемых для остеосинтеза, и при обязательном введении в эти позвонки по два транспедикулярных винта.

В достижении устойчивого внутреннего транспедикулярного остеосинтеза при нестабильных повреждениях позвоночника очень важно создание замкнутого контура «позвоночник — транспедикулярное устройство», так как фиксация крайних (краниального и каудального) позвонков одним винтом неэффективна по причине быстрой резорбции кости вокруг этого винта и потери фиксирующих свойств всего устройства.

Создание замкнутого контура «позвоночник — транспедикулярное устройство» путем введения транспедикулярных винтов в крайние нестабильные поврежденные позвонки и использования для этого поперечных элементов, соединяющих на разных уровнях штанги устройства, является неправильным, так как поперечные узлы соединения восстанавливают устойчивость лишь задних структур позвонков, в то время как вероятность расхождения винтов, находящихся в отломках



29. Схемы транспедикулярного односегментарного остеосинтеза при компрессионном проникающем переломе тела позвонка с повреждением краниальной (а, в) и каудальной (б, г) замыкающей пластинки (в и г — с допустимой установкой винтов в поврежденные позвонки под углом к замыкающим пластинкам).

позвонков, остается. По нашему мнению, использование поперечных элементов для соединения штанг устройства может быть полезным, но не обязательным лишь в двух случаях, а именно при изолированном переломе дуг крайних позвонков, входящих в контур «позвоночник — транспедикулярное устройство», и при ламинэктомическом дефекте. Однако и в этих случаях целостность тел крайних позвонков, в которые устанавливаются транспедикулярные винты, является непреложным условием.

В зависимости от характера повреждения позвоночника и спинного мозга варианты транспедикулярного остеосинтеза могут быть следующими.

При компрессионном проникающем переломе тела одного позвонка с повреждением одной (краниальной или каудальной) замыкающей пластинки производится односегментарный остеосинтез путем установки винтов в здоровый и поврежденный позвонки. Для данной компоновки устройства ножки дуг поврежденных позвонков должны быть целыми, а винты следует устанавливать параллельно целым замыкающим пластинкам тел позвонков (рис. 29, а, б). У пациентов с указанными переломами позвонков для надежной связи транспедикулярных винтов со сдавленным телом позвонка допустимо введение транспедикулярных винтов в поврежденный позвонок не

параллельно здоровой краниальной или каудальной замыкающей пластинке, а под углом к последней в пределах 5—15° (рис. 29, в, г).

При нестабильном компрессионном проникающем переломе тела позвонка с повреждением одной или обеих замыкающих пластинок, значительной массе тела больного, его отказе от вентрального вмешательства, тяжелых сопутствующих заболеваний и т. п. оптимальным является транспедикулярный остеосинтез на протяжении трех-четырех ПДС с введением одного или двух винтов в поврежденный позвонок. (рис. 30).

При нестабильных оскольчатых переломах двух позвонков и более и повреждении их дуг, сопровождающихся неврологическими проявлениями, допустима также установка винтов в поврежденные позвонки, находящиеся внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» (рис. 31). В данной ситуации общее число используемых транспедикулярных винтов определяется возможностью их введения в поврежденные позвонки. При обязательном введении транспедикулярных винтов в крайние здоровые позвонки винты внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» чаще устанавливаются в одну и реже — в обе половины поврежденных позвонков.

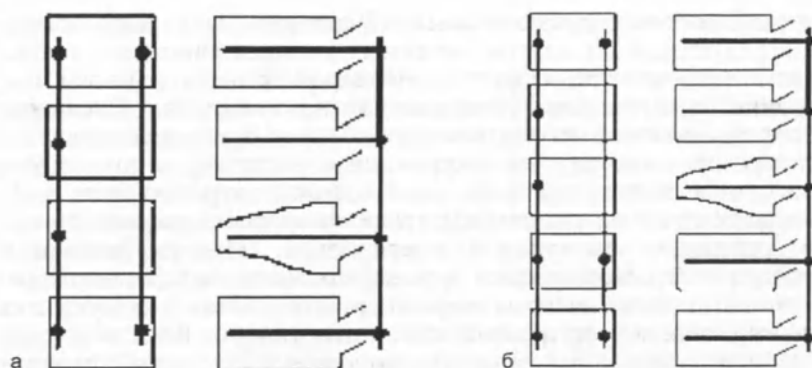
Введение винтов в поврежденные позвонки при травме позвоночника внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» необходимо осуществлять с учетом следующих показаний и противопоказаний.

Показаниями для установки одного или двух транспедикулярных винтов в поврежденные позвонки являются неосложненные переломы позвонков и целость дуг или одного корня дуги поврежденного позвонка, имеющего связь с основным фрагментом его тела.

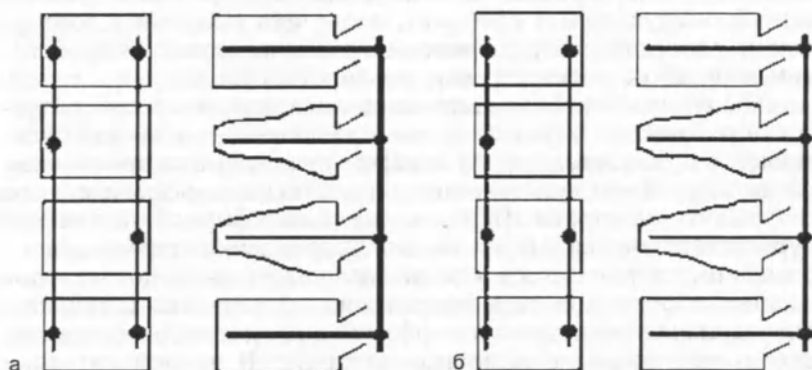
Целость всей дуги или связь одной половины дуги с основным отломком тела поврежденного позвонка позволяет после distraction и реклинации на уровне повреждения винтами, установленными в этот позвонок, даже при разрыве задней продольной связки в различные сроки после травмы, путем передней редукции поврежденного позвонка осуществить закрытую переднюю декомпрессию дурального мешка.

Из противопоказаний для использования редукционных винтов, вводимых в поврежденный позвонок у больных с позвоночно-спинномозговой травмой, необходимо выделять относительные и абсолютные противопоказания.

Относительным противопоказанием для установки транспедикулярных винтов в поврежденный позвонок является сочетание разрыва задней продольной связки и наличие свободного одного или нескольких срединных отломков тела



30. Схемы транспедикулярного трех- и четырехсегментарного остеосинтеза при компрессионном двустороннем проникающем переломе тела позвонка с введением в поврежденный позвонок одного (а) или двух (б) винтов.



31. Схемы транспедикулярного остеосинтеза при нестабильных оскольчатых переломах позвонков с введением в поврежденные позвонки одного (а) или двух (б) винтов.

поврежденного позвонка, не связанных с корнями дуги последнего. При таком характере повреждения позвонка и переднем сдавлении дурального мешка использование редукционных винтов, вводимых в поврежденный позвонок, может только усугубить существующую компрессию дурального мешка. Это усугубление будет спровоцировано развитием задней формы сдавления содержимого позвоночного канала перемещаемой дугой позвонка, так как выталкивание основной массы тела поврежденного позвонка кпереди может произойти без

срединного свободного отломка. В данном случае использование редукционных винтов, вводимых в поврежденный позвонок, возможно, но при обязательной ламинэктомии данного позвонка сразу после установки в него винтов. Смещение поврежденного позвонка кпереди, которое будет осуществляться прежде всего за счет distraction и реклинации поврежденного отдела позвоночника, необходимо контролировать миелографией на операционном столе сразу после ламинэктомии и репозиции на уровне повреждения. При эффективной аппаратной декомпрессии дурального мешка и сформированном ламинэктомическом дефекте репозиционный остеосинтез переводится во внутренний стабилизирующий. Если же после ламинэктомии и репозиции позвоночника срединный свободный отломок поврежденного тела остается в просвете позвоночного канала и продолжает сдавливать дуральный мешок, то необходимо демонтировать репозиционную систему, удалить винты из поврежденного позвонка и из одного или двух заднебоковых доступов, с соответствующей защитой дурального мешка и корешков спинного мозга устранить передний вертебромедулярный конфликт, после чего выполнить повторные миелографию и репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез оперированного отдела.

Абсолютным противопоказанием для использования редукционных винтов, устанавливаемых в поврежденный позвонок, является многооскольчатый перелом позвонка с повреждением обоих корней его дуг, сочетающийся с полным разрывом всего связочного аппарата ПДС и передней формой сдавления дурального мешка. При таком повреждении позвоночного столба и спинного мозга невозможно надеяться на достаточное сцепление отломков тела поврежденного позвонка с транспедикулярными винтами и эффективное декомпримирование дурального мешка с помощью аппарата. В данной ситуации необходимо устранить переднюю форму сдавления дурального мешка, где с учетом имеющегося характера позвоночно-спинномозговой травмы на первом месте по эффективности стоит открытая декомпрессия нервно-сосудистых образований из переднего доступа. Декомпрессия передней формы сдавления дурального мешка из одного или двух заднебоковых доступов является, по сравнению с вентральным декомпрессивным вмешательством, более травматичной для уже поврежденного спинного мозга и его образований и должна использоваться как можно реже. У больных с такими повреждениями и позвоночника, и спинного мозга передняя декомпрессия дурального мешка завершается корпорорезом в сочетании с остеосинтезом (или без него). У этих же больных в качестве окончательного средства фиксации оперированного отдела

позвоночника на втором этапе можно также использовать транспедикулярную систему.

При обосновании протяженности транспедикулярного остеосинтеза у больных с нестабильными переломами позвоночника необходимо отдельно остановиться на компоновке устройства при травме верхних и средних грудных позвонков. При повреждении позвоночника на этом уровне с учетом малых поперечных горизонтальных размеров ножек дуг верхних и средних грудных позвонков для жесткости остеосинтеза необходимо проксимальнее уровня повреждения фиксировать два здоровых позвонка, а дистальнее — один целый позвонок. По аналогии с чрескостным остеосинтезом дистальная базовая часть системы «позвоночник — транспедикулярное устройство», если считать от уровня повреждения, является подсистемой «А», а проксимальная часть — подсистемой «Б». С учетом размеров ножек дуг позвонков в подсистеме «А» можно ограничиваться двумя-тремя стандартными винтами с диаметром резьбовой части 7 мм, а в подсистеме «Б» необходимо использовать уже три-четыре винта с диаметром резьбовой части 5,5 мм (рис. 32).

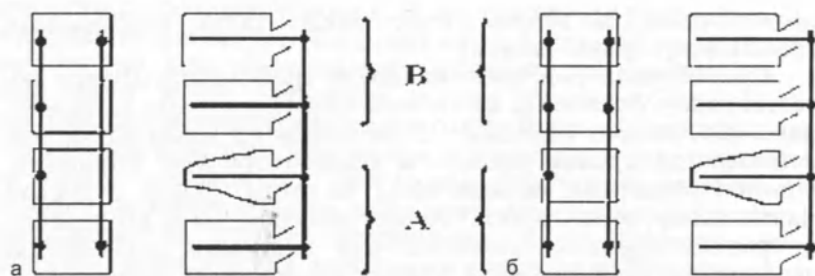
Особенностью транспедикулярного остеосинтеза на грудном отделе является использование для редукции поврежденных позвонков также винтов с диаметром резьбовой части 5,5 мм.

У больных с позвоночно-спинномозговой травмой и наличием ламинэктомического дефекта для повышения устойчивости остеосинтеза желательно по возможности устанавливать винты в тела ламинэктомированных позвонков (рис. 33).

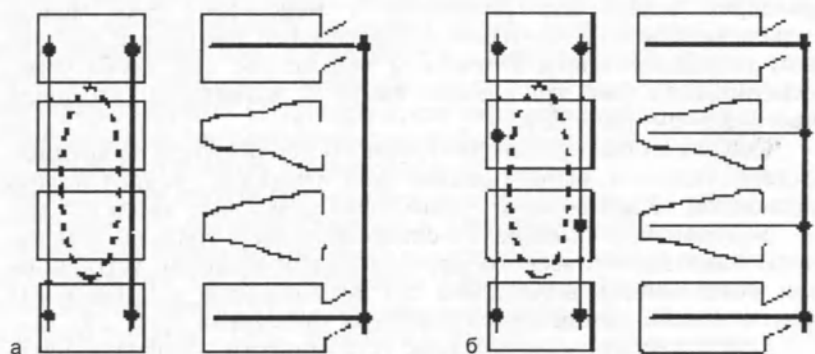
При остеопорозе повышение устойчивости транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при его травме возможно за счет создания большей механической прочности костной ткани позвонков, используемых для остеосинтеза, введением в тела этих позвонков костного цемента непосредственно перед установкой винтов. Стабильность фиксации оперированного отдела позвоночника можно повысить также путем увеличения протяженности остеосинтеза.

Следует особо подчеркнуть, что при внутреннем транспедикулярном остеосинтезе любых нестабильных повреждений позвоночника очень важным в компоновке устройства является создание замкнутого контура аппарата, так как фиксация краниального и каудального позвонков одним винтом неэффективна.

Желательно также устанавливать винты внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» симметрично в поврежденные позвонки для создания равномерных напряженных усилий в замкнутой системе для повышения стабильности остеосинтеза.



32. Схемы транспедикулярного остеосинтеза при нестабильных переломах верхне- и среднегрудных позвонков с использованием в проксимальной подсистеме «Б» трех (а) и четырех (б) винтов.



33. Схемы транспедикулярного остеосинтеза при ламинэктомированном дефекте без введения винтов (а) и с их введением (б) в тела ламинэктомированных позвонков.

5.4. ПОДДЕРЖАНИЕ УСИЛИЙ В СИСТЕМЕ «ПОЗВОНОЧНИК — ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЕ УСТРОЙСТВО»

Поддержание усилий в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» должно соблюдаться при внутреннем остеосинтезе в режиме фиксации и при переводе устройства с внешними опорами в остеосинтез внутренний.

При внутреннем транспедикулярном остеосинтезе позвоночника усилия в узлах соединения винтов и штанг создаются при окончательной фиксации последних в пазах винтов закручиванием гаек. Стабильность внутреннего остеосинтеза

обеспечивается предупреждением отвинчивания фиксирующих гаек. Для этого осуществляется блокирование фиксирующих гаек с помощью имеющихся в них прорезей, создающих дефицит нити резьбы и более жесткую связь между гайками и головками винтов после закручивания гаек и фиксации соединительных штанг в пазах головок транспедикулярных винтов. Блокирование гаек после их окончательного затягивания обеспечивает жесткую фиксацию, которая исключает их откручивание в режиме фиксации и предупреждает осложнения, связанные с несостоятельностью узлов соединения устройства.

При внешнем транспедикулярном остеосинтезе с использованием дуговых опор в режиме репозиции создаются значительные усилия на узлы крепления сплошных транспедикулярных винтов или разъемных транспедикулярных винтов с дугами. Для крепления сплошных или разъемных транспедикулярных винтов с дугами используются шайбы-вкладыши, помещаемые в прорезях дуг между последними и гайками. Шайбы-вкладыши за счет значительной площади контакта с дугами и гайками обеспечивают надежное крепление транспедикулярных винтов к дугам и исключают их смещение при репозиции. Данное соединение является простым по выполнению с использованием минимального количества необходимых составляющих и позволяет в процессе репозиции удерживать фиксированные позвонки в заданном положении.

При использовании внешних дуговых опор для выполнения горизонтального смещения позвонка внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» возможно осуществлять временное разъединение двух транспедикулярных винтов с дугой в симметричной прорези последней и смещать позвонок в горизонтальной плоскости вперед или назад, после чего вновь жестко соединять винты с дуговой опорой, обеспечивая в последующем стабильную фиксацию редуцированного позвонка.

Во время выполнения закрытой репозиции устройством с внешними опорами, которая продолжается от 5 до 15 сут, необходимо периодически с помощью гаечных ключей контролировать жесткость соединения транспедикулярных винтов с дугами.

Если внешний транспедикулярный остеосинтез должен быть переведен во внутренний, то важно не потерять достигнутую коррекцию позвоночника. Это достигается последовательным снятием внешнего устройства и монтажом внутреннего устройства вначале на одной, затем на другой стороне позвоночника по мере снятия половин внешнего устройства. Для этого вначале производится разъединение аппарата для внешнего транспедикулярного остеосинтеза на левую и правую половины,

затем снятие с одной стороны его половины и удаление на этой же стороне сплошных транспедикулярных винтов. После демонтажа $1/2$ устройства с внешними опорами выполняют типичный срединный доступ к корригированному отделу позвоночника. Обнажают заднюю поверхность позвонков на той стороне, где удалены половины дуг с транспедикулярными сплошными винтами, и в уже имеющиеся отверстия в позвонках вводят транспедикулярные разъемные винты с репонирующими центральными штангами и помещенными на них фиксирующими шайбами и гайками и монтируют муфтовую репонирующую систему. Выполняют контроль сохранения коррекции с использованием ЭОП, так как после снятия половины устройства неизбежно происходит частичная потеря коррекции позвоночника, которую устраняют с помощью репозиционной муфтовой системы. После коррекции установленные транспедикулярные разъемные винты для внутреннего остеосинтеза соединяют между собой штангой, а репонирующую муфтовую систему удаляют. Затем на противоположной стороне удаляют остающуюся половину внешнего устройства и транспедикулярные сплошные винты, обнажают другую половину задних структур позвоночника и производят описанные выше аналогичные действия по переводу второй половины внешнего устройства в устройство для внутреннего остеосинтеза. Данная последовательность в смене внешнего устройства на внутреннее позволяет сохранять достигнутую коррекцию позвоночника.

Для предупреждения потери жесткости соединения транспедикулярных винтов с костью при замене транспедикулярных сплошных винтов на винты разъемные для внутреннего остеосинтеза внешний диаметр резьбы погружной части транспедикулярных сплошных винтов меньше на 1 мм аналогичного размера разъемных винтов (см. табл. 5). Разница в диаметре резьбовой части транспедикулярных сплошных винтов Шанца по сравнению с винтами для внутреннего остеосинтеза обеспечивает жесткую установку последних в отверстия, остающиеся в позвонках после удаления из них сплошных винтов.

5.5. ПРОФИЛАКТИКА ОСЛОЖНЕНИЙ

Профилактика осложнений технического порядка при транспедикулярном остеосинтезе позвоночника заключается в исключении переломов ножек дуг позвонков путем правильной установки винтов, стабильности остеосинтеза и предупреждении воспаления мягких тканей спины.

Осложнения, связанные с неправильным подбором размеров транспедикулярных винтов и их неправильной установкой,

являются самыми тяжелыми и должны исключаться путем рентгенологического контроля всех действий при установке винтов. Нахождение погружной части транспедикулярного винта вне ножки дуги позвонка чревато ранением или сдавлением нервно-сосудистых образований межпозвоночных отверстий и дурального мешка, а выход винта за пределы вентральной поверхности тел позвонков — повреждением сегментарных сосудов позвоночника или магистральных сосудов, прилегающих к позвоночнику в забрюшинном пространстве и в груди.

Состоятельность транспедикулярного остеосинтеза определяется сохранением жесткости соединения транспедикулярных винтов со штангами и отсутствием деформации и переломов составляющих устройства для остеосинтеза.

Предупреждение осложнений со стороны мягких тканей при внутреннем транспедикулярном остеосинтезе заключается в исключении воспаления, что достигается активным дренированием операционной раны позвоночника и проведением курса антибактериальной терапии. Для этого используют дренажи, укладываемые на заднюю поверхность позвоночника с двух сторон через отдельные проколы-разрезы кожи. Дренирование раны продолжается 2—3 сут до полного прекращения отделяемого по дренажам.

При заднем доступе на позвоночник, когда у больных уже имеются послеоперационные рубцы в области планируемого вмешательства, риск нагноения операционной раны увеличивается, что обусловлено сниженным кровоснабжением рубцово-измененных тканей. В этих условиях возрастает роль активного и более длительного дренирования операционной раны, а также необходимость адаптации головок транспедикулярных винтов к мягким тканям. Последнее достигается укрыванием и адаптацией головок винтов изнутри раны в проекции расположения головок винтов послабляющими разрезами, в которые внедряют головки винтов, исключая тем самым образование полостей (сером) в области головок винтов.

При внешнем транспедикулярном остеосинтезе с использованием транспедикулярных сплошных винтов важно свести до минимума воспаление мягких тканей в местах выхода винтов из кожи. Для этого при наличии исходной кифотической деформации позвоночника необходимо соблюдать правило смещения кожи в местах введения винтов в проксимальном и дистальном направлениях от вершины деформации позвоночника. Это позволяет создавать запас мягких тканей проксимальнее и дистальнее винтов и тем самым предупреждать гофрирование и прорезывание кожи винтами внутри системы «аппарат — позвоночник».

Отсутствие натяжения мягких тканей и прежде всего кожи в области выхода транспедикулярных винтов есть непреложное условие выполнения транспедикулярного остеосинтеза позвоночника с использованием внешних опор, соблюдение которого обеспечивает минимальное локальное воспаление мягких тканей вокруг транспедикулярных винтов.

При внешнем транспедикулярном остеосинтезе места выхода транспедикулярных винтов из кожи укрывают разрезанными марлевыми салфетками, смоченными 1% раствором диоксидина или другого антисептика, которые меняют ежедневно один раз в день. Прижимание салфеток к коже резиновыми пробками нежелательно по причине их неконтролируемого давления на кожу, а также создания между салфетками и кожей парникового эффекта. Важно, чтобы салфетки с раствором антисептика полностью заполняли промежуток между дугами и кожей, не оказывая давления на кожу.

Промежуток между дугами устройства и кожей должен составлять не менее 3—4 см, что необходимо как для выполнения перевязок, так и для работы с гайками и шайбами устройства.

МЕТОДИКА ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

Для репозиции поврежденного отдела позвоночника с учетом давности травмы, характера повреждения позвоночника, спинного мозга и величины деформации применим как открытый, так и закрытый способ остеосинтеза с использованием муфт или внешних дуговых опор.

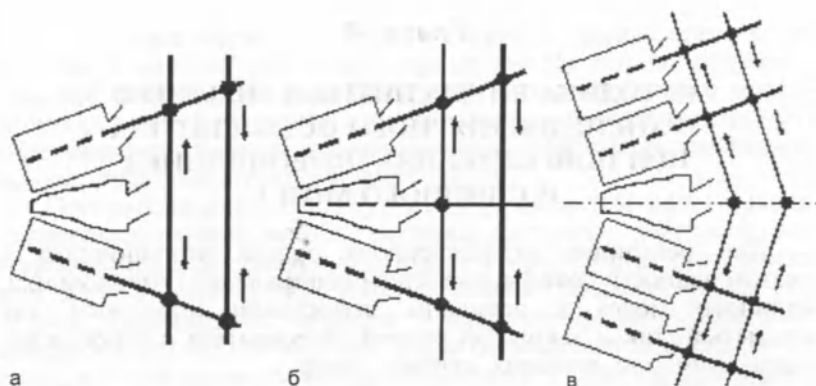
Характер повреждения позвоночника, спинного мозга и состояние репаративных процессов в поврежденных ПДС определяют возможность осуществления одномоментной или постепенной коррекции деформации, а также сочетания остеосинтеза с другими вмешательствами на позвоночнике и содержимом позвоночного канала. В зависимости от тяжести травмы позвоночника и спинного мозга при изолированных неосложненных переломах позвоночника и при позвоночно-спинномозговой травме методика транспедикулярного остеосинтеза имеет свои особенности.

6.1. РЕПОЗИЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА ПРИ НЕОСЛОЖНЕННЫХ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМАХ

Больным с неосложненными нестабильными повреждениями позвоночника транспедикулярный остеосинтез может применяться для репозиции и фиксации позвоночника в любые сроки после травмы.

Давность травмы до оперативного лечения у пациентов с неосложненными нестабильными переломами, переломоподвижками позвоночника и величина имеющейся деформации позвоночника являются определяющими в выборе объема оперативного лечения, очередности вмешательств и использовании открытого или закрытого способа остеосинтеза и различных его вариантов.

Лечение неосложненных нестабильных повреждений позвоночника в сроки до 1—2 мес после травмы является оптимальным, так как в этот промежуток времени еще отсутствует фиброзно-рубцовое сращение в деформированном отделе, что позволяет открытым способом одномоментно и полностью устранять деформацию позвоночника 4—6-винтовым устройством. Для осуществления остеосинтеза в указанные сроки



34. Схемы реклинации и восстановления вертикального размера редукции позвоночника 4-винтовым (а) и 6-винтовым (б) транспедикулярным устройством с использованием муфт и схема расположения шарнирных узлов при устранении угловой деформации позвоночника (в).

обоснованно использование разъемных транспедикулярных винтов и муфтовой репозиционной системы.

В эти сроки открытый транспедикулярный остеосинтез у больных с неосложненными нестабильными повреждениями позвоночника при расправлении тела позвонка и вправлении подвывиха может быть единственным и окончательным методом лечения.

Внутренний транспедикулярный остеосинтез с использованием репозиционных муфт и открытый остеосинтез устройством с внешними дуговыми опорами осуществляется транспедикулярными разъемными винтами, вводимыми как в целые позвонки проксимальнее и дистальнее поврежденного позвоночно-двигательного сегмента(ов), так и непосредственно в поврежденные позвонки.

В ранние сроки после травмы при невозможности установки винтов в поврежденный позвонок чаще используют 4-винтовое устройство с введением винтов только в здоровые позвонки, смежные с поврежденным, позволяющее путем восстановления вертикального размера и реклинации позвоночника восстанавливать переднюю стенку позвоночного канала, форму тела позвонка и устранять кифоз до 30° одномоментно (рис. 34, а).

Восстановление вертикального размера поврежденного отдела и реклинацию позвоночника в указанные сроки после травмы выполнять лучше 5—6-винтовым устройством при введении одного или двух винтов в поврежденный позвонок. При этом фиксированный поврежденный позвонок является нейтральным для дистракционных усилий, а ось вращения располагается непосредственно за ним (рис. 34, б). Данная

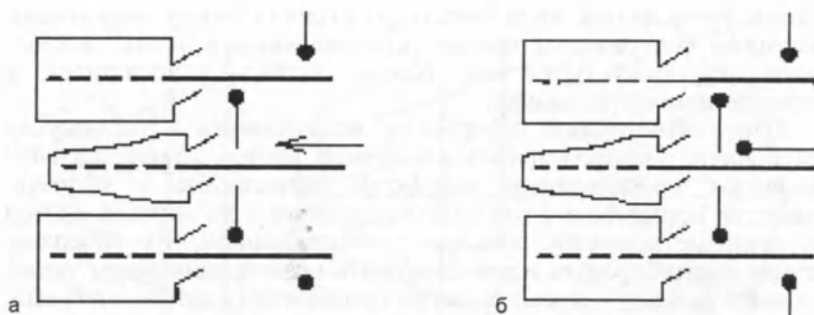
схема остеосинтеза из-за малого расстояния между наружными концами центральных штанг, установленных в винты, исключает установку муфт на концах штанг, относящихся к поврежденному позвонку.

При значительной деформации позвоночника и технических сложностях введения транспедикулярных винтов в поврежденный позвонок обоснованным вариантом остеосинтеза с муфтами является применение 8-винтового устройства с установкой винтов в здоровые позвонки, смежные с поврежденным, что позволяет также дистрагировать и реклинировать позвоночник путем увеличения и уменьшения расстояния по продольным штангам аппарата. Данный вариант остеосинтеза требует обязательного использования шарнирных соединений на внешних штангах, которые следует устанавливать симметрично на уровне деформации (рис. 34, в).

Для эффективной репозиции кифотической деформации позвоночника транспедикулярным устройством большое значение имеет целостность задней продольной связки, при натяжении которой происходит лигаментотаксис, в результате чего тело поврежденного позвонка и его отломки выталкиваются кпереди. Наряду с этим в ремоделировании передней стенки позвоночного канала и восстановлении формы тела поврежденного позвонка большая роль отводится и передней продольной связке, которая при дистракции и реклинации вместе с задней продольной связкой группирует отломки тела поврежденного позвонка.

При крупнооскольчатых переломах тела позвонка и смещении отломков в просвет позвоночного канала с дефицитом его просвета на 30% и более мы рекомендуем, независимо от целостности задней продольной связки, устанавливать один, а лучше два транспедикулярных винта в поврежденный позвонок. С помощью этих винтов после дистракции и реклинации поврежденного отдела позвоночника внутри системы «аппарат — позвоночник» осуществляется переднее смещение дуги и отломков тела поврежденного позвонка. В данной ситуации редукция на уровне поврежденного ПДС производится дугой и отломками тела поврежденного позвонка, «прошито» транспедикулярными винтами.

При подобной установке винтов необходимо помнить, что обязательным условием для их установки в поврежденный позвонок является целостность его дуги хотя бы с одной стороны, куда и следует вводить винт, исключая тем самым получение при редукции позвонка на этом уровне задней формы сдавления дурального мешка. Важно отметить, что выталкивание поврежденного позвонка необходимо производить лишь при его нейтральном положении в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» без воздействия на этот позвонок дополнительных дистракционных и реклинационных усилий (рис. 35).



35. Схемы переднего смещения поврежденного позвонка внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» после восстановления вертикального размера позвоночника (а) и его реклинации (б).

Указанная последовательность в дистракции, реклинации и устранении горизонтального смещения позвонков в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» обеспечивается высоким коэффициентом вырывания транспедикулярных винтов из кости и управляемыми дозированными усилиями, прилагаемыми на репозируемые позвонки. Благодаря этому возможны смещения позвонков, находящихся внутри этой системы также в заднем и боковом направлениях.

Следует также отметить, что при фиксации поврежденного позвонка внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» создаются дополнительные точки фиксации, не только усиливающие стабильность остеосинтеза, но и исключающие любые смещения поврежденного позвонка и микроподвижность между ними, что обеспечивает наиболее благоприятные условия для консолидации поврежденного позвонка и фибротизации фиксированных поврежденных межпозвоночных дисков.

Использование муфтовой репозирующей системы возможно также при монтаже 8-винтового устройства и выполнении коррекции на двух или трех уровнях. Для этого к средним двум позвонкам могут быть приложены как дистракционные и реклинационные усилия, так и усилия по смещению позвонков в горизонтальной плоскости — кпереди или кзади. Однако и при этом варианте для полноценной репозиции сложной деформации позвоночника и смещения позвонков внутри системы «позвоночник — транспедикулярное устройство» основное усилие должно создаваться крайними винтами, введенными в смежные здоровые позвонки.

После коррекции деформации позвоночника транспедикулярным устройством с использованием муфтовой репозирующей системы позвоночника производится последовательная

фиксация соединительных штанг в пазах головок винтов. Для удобства остеосинтеза после фиксации одной половины погрузного устройства репонирующую систему на фиксированной стороне удаляют и производят фиксацию второй половины погрузного устройства.

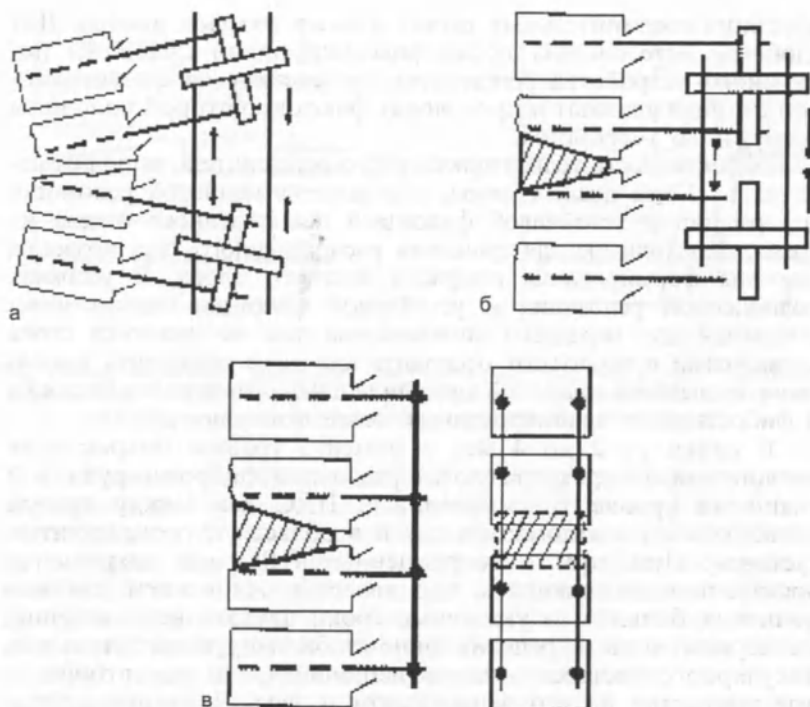
Эффективность транспедикулярного остеосинтеза, выполняемого до 1—2 мес после травмы, определяется полнотой репозиции деформации и устойчивой фиксацией поврежденного отдела на время, необходимое для сращения расправленного тела позвонка или для формирования опорного костного блока. В условиях полноценной репозиции и устойчивой фиксации позвоночника показания для переднего спондилодеза уже не являются столь очевидными и позволяют отсрочить или даже исключить выполнение последнего до полной консолидации поврежденного позвонка и фибротизации травмированных межпозвоночных дисков.

В сроки от 2 до 4 мес с момента травмы повреждения позвоночника характеризуются развитием фиброзно-рубцовой ткани на уровне травмированных ПДС как между телами позвонков и их отломками, так и в области дугоотростчатых суставов. При этом в поврежденных ПДС еще сохраняется достаточная подвижность, что является основанием для выполнения больным в указанные сроки двухэтапного лечения, на первом этапе — репозиционно-стабилизирующего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, а на втором — вмешательства на его вентральном отделе. В данной группе пострадавших величина деформации позвоночника при наличии в поврежденных ПДС рубцовой ткани различной зрелости определяет разные варианты транспедикулярного остеосинтеза.

У больных с деформацией до 30° последняя может быть устранена одномоментно открытым способом с использованием муфтовой репонирующей системы и устройства с шестью и более винтами. Деформации свыше 30° и наличие фиброзного сращения в поврежденном отделе с незначительной мобильностью позвоночника уже являются показаниями для постепенной коррекции деформации 6—8-винтовым устройством с внешними опорами.

Существующая деформация в эти сроки устраняется в большинстве случаев на протяжении одного или двух ПДС. Последовательность устранения деформации позвоночника устройствами с муфтовой и дуговой репозиционными системами не отличается от таковой при остеосинтезе позвоночника в ранние сроки после травмы.

В результате аппаратной репозиции посттравматической деформации позвоночника в сроки от 2 до 4 мес после травмы на уровне одного или двух ПДС образуется межтеловой дефект, заполненный рубцовой тканью, которая подлежит удалению из переднего доступа вместе с гиалиновым хрящом замыкающих



36. Схемы репозиции поврежденного отдела позвоночника устройством с внешними опорами (а), односегментарного корпородеза (б) и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза (в).

пластинок тел позвонков с последующей пластикой дефекта костей тем или иным способом (рис. 36).

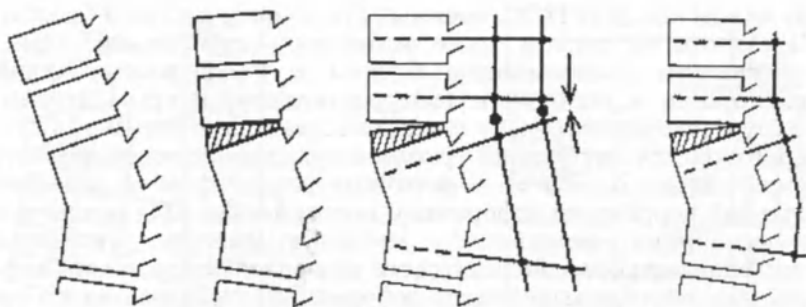
При лечении больных с неосложненными нестабильными повреждениями позвоночника наибольшие сложности встречаются у пациентов со сроками давности травмы более 4—6 мес. Это обусловлено тем, что к этому сроку происходит подсвязочная оссификация поврежденных ПДС в проекции передней продольной связки с образованием массивного фиброзно-костного или костного блока на этом уровне. Наличие блока определяет необходимость выполнения у больных данной категории различных мобилизирующих вмешательств на позвоночнике и одномоментного или постепенного устранения деформации.

Чаще мобилизация осуществляется непосредственно на поврежденных ПДС, но при посттравматическом кифозе в 30—50° допустима коррекция искривления позвоночника также

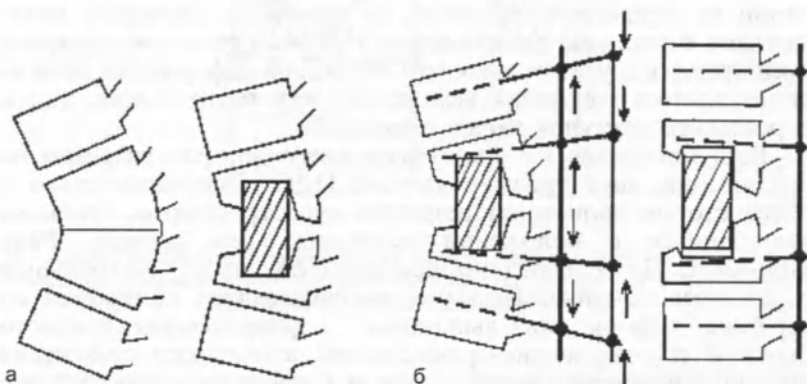
на одном или двух ПДС, смежных с порочным костным блоком. Для этого на первом этапе выполняют мобилизацию ПДС, смежных с существующим блоком и их расклинивающий корпородез в положении гиперреклинации. Вторым этапом, сразу после вентрального вмешательства или через 10—14 сут, производится внутренний транспедикулярный остеосинтез оперированного отдела 6—8-винтовым устройством с дополнительной коррекцией деформации позвоночника. Для репозиции целесообразно использовать муфтовую систему. Указанная последовательность вмешательств позволяет осуществлять коррекцию посттравматической деформации последовательно на вентральном и дорсальном отделах позвоночника (рис. 37).

Наибольшие трудности при неосложненной травме позвоночника встречаются у пациентов с ее последствиями в сроки 6 мес и более после травмы с уже сформированным блоком позвоночника в порочном положении и деформацией более 50°. Наличие костного блока на уровне одного, а чаще двух ПДС с угловой деформацией, превышающей 50°, требует выполнения вертебротомии на вершине искривления, ее коррекции, переднего спондилодеза и фиксации позвоночника. При этом последовательность вмешательств с учетом того, что коррекция деформации должна производиться на этапах выполнения как вентрального, так и дорсального доступов, будет следующей.

Вертебротомию начинают из заднего доступа разрезом на протяжении двух травмированных ПДС. Последовательно с обеих сторон производят резекцию дугоотростчатых суставов, находящихся в положении подвывиха или вывиха. Рану зашивают. Далее передним доступом обнажают вентральный отдел позвоночника. Под рентгенологическим контролем на вершине деформации выполняют корпоротомию костного блока и его коррекцию реклиацией изменением положения больного на операционном столе и применением внутреннего реклинатора. Вентральное вмешательство завершают пазовым корпородезом с использованием аутотрансплантата. Во избежание неврологических расстройств, которые могут развиваться из-за значительного изменения положения спинного мозга на вершине кифоза, вертебротомия и передний спондилодез должны сопровождаться исправлением посттравматической деформации не более чем на $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ от ее исходной величины. Обязательность выполнения реклиации и переднего спондилодеза после завершения вертебротомии диктуется необходимостью восстановления вертикального размера позвоночника на уровне остеотомии и исключения эффекта «гофрирования» спинного мозга с возможными неврологическими последствиями на этапе последующей коррекции деформации. На заключительном этапе лечения осуществляют повторный доступ к



37. Схемы двухэтапной коррекции посттравматической деформации позвоночника корпородезом ПДС, смежного с костным блоком (а), и внутренним транспедикулярным остеосинтезом (б).



38. Схемы этапной коррекции посттравматической деформации позвоночника вертебротомией, пазовым корпородезом (а) и внутренним транспедикулярным остеосинтезом (б).

заднему отделу позвоночника и выполняют внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез 6—8-винтовой конструкцией с устранением остаточной деформации позвоночника и его окончательной фиксацией. В данном сочетании трех операций путем двухэтапной коррекции позвоночника предупреждается развитие неврологических расстройств, а выполненный пазовый спондилодез позволяет завершать аппаратную репозицию оперированного отдела позвоночника без риска несанкционированного смещения позвонков на уровне вертебротомии (рис. 38).

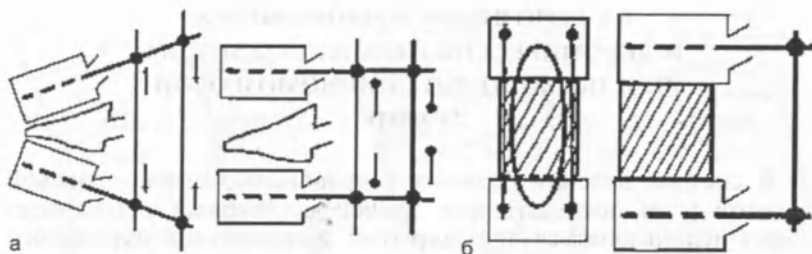
6.2. РЕПОЗИЦИЯ ПОЗВОНОЧНИКА И ДЕКОМПРЕССИЯ ДУРАЛЬНОГО МЕШКА ПРИ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЕ

В системе лечения больных с позвоночно-спинномозговой травмой и ее последствиями транспедикулярный остеосинтез может использоваться для закрытой декомпрессии дурального мешка путем репозиции поврежденного отдела позвоночника и для его окончательной фиксации. В остром и раннем периодах позвоночно-спинномозговой травмы при сдавлении или частичном повреждении спинного мозга и синдроме частичного нарушения проводимости спинного мозга на первом этапе показаны внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез 4—6-винтовой конструкцией и ламинэктомия, сочетающаяся с менингорадикулолизом. Ламинэктомия и репозиция позвоночника 4—6-винтовым устройством обеспечивают декомпрессию спинного мозга и восстановление формы позвоночного канала, что позволяет воздержаться или отсрочить передний спондилодез и ревизию спинного мозга.

Когда показана ревизия содержимого позвоночного канала (дефект твердой мозговой оболочки, отек спинного мозга, субдуральная гематома, повреждение твердой мозговой оболочки и интрадуральное нахождение костных отломков), ее необходимо выполнять в условиях циркулярной декомпрессии дурального мешка и устойчивой фиксации поврежденного отдела позвоночника в правильном положении. Декомпрессию дурального мешка в эти сроки выполняют чаще всего путем аппаратной репозиции позвоночника. При ее недостаточности дополнительно осуществляют ламинэктомию с последующей передней декомпрессией дурального мешка и корпородезом (рис. 39).

При лечении больных с позвоночно-спинномозговой травмой в сроки от 1 до 4—6 мес транспедикулярный остеосинтез может применяться в качестве одного из методов лечения. Очередность его применения будет определяться прежде всего характером травмы, формой сдавления спинного мозга, типом повреждения позвоночника и степенью его мобильности.

При частичном повреждении спинного мозга, его сдавлении спереди, синдроме частичного нарушения проводимости спинного мозга с уровня повреждения и сохраняющейся мобильности в травмированных сегментах позвоночника целесообразно в первую очередь выполнять закрытым способом остеосинтез позвоночника устройством с внешними дуговыми опорами для его постепенной репозиции и устранения сдавления дурального мешка.



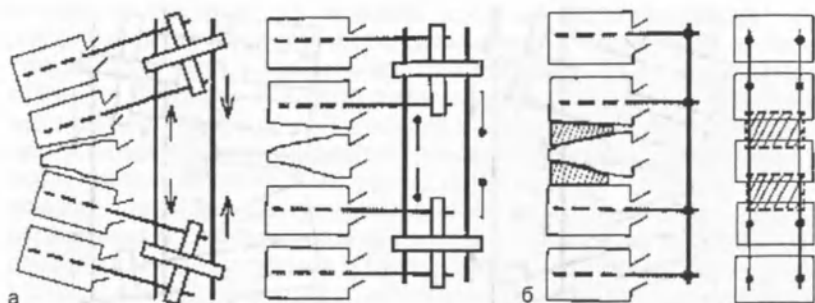
39. Схемы репозиции позвоночника (а), декомпрессии дурального мешка, корпоредеза и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза (б).

Применение в эти сроки устройства с внешними опорами у больных с позвоночно-спинномозговой травмой определяется тем, что для управляемого по времени разрыва фиброзно-рубцового сращения ретрагированной передней продольной связки на уровне подвывиха или переломовывиха поврежденного отдела позвоночника требуются значительные усилия, которые в лучшей степени обеспечивает устройство с внешними опорами с фиксацией четырех позвонков.

Использование восьми транспедикулярных винтов, введенных в позвонки проксимальнее и дистальнее одного или двух поврежденных ПДС, позволяет одномоментно или постепенно устранять под рентгенологическим контролем застарелые деформации позвоночника в $30-50^\circ$. В данном варианте репозиция чаще производится дистракцией и реклинацией поврежденного отдела.

При успешной закрытой декомпрессии дурального мешка и регрессом неврологических расстройств производят последовательную фиксацию соединительных штанг в пазах головок транспедикулярных винтов вначале на одной, затем на другой стороне позвоночника, удаление репонирующей системы, зашивание раны, после чего сразу осуществляют передний спондилодез корригированного отдела позвоночника (рис. 40).

При возникновении в процессе закрытой аппаратной декомпрессии дурального мешка новой неврологической симптоматики коррекцию прекращают незамедлительно и вторым этапом в условиях сохраняющихся усилий в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство» выполняют резекцию или удаление тела (тел) позвонков со смежными межпозвоночными дисками и пазовый корпоредез аутокостью. После этого производят дорепозицию позвоночника и перевод устройства с внешними опорами во внутреннее 6—8-винтовое устройство и окончательную фиксацию позвоночника. Ламинэктомию и ревизионное вмешательство на спинном мозге и его образо-



40. Схемы коррекции позвоночника транспедикулярным устройством с внешними опорами (а), внутреннего остеосинтеза и переднего спондилодеза (б).

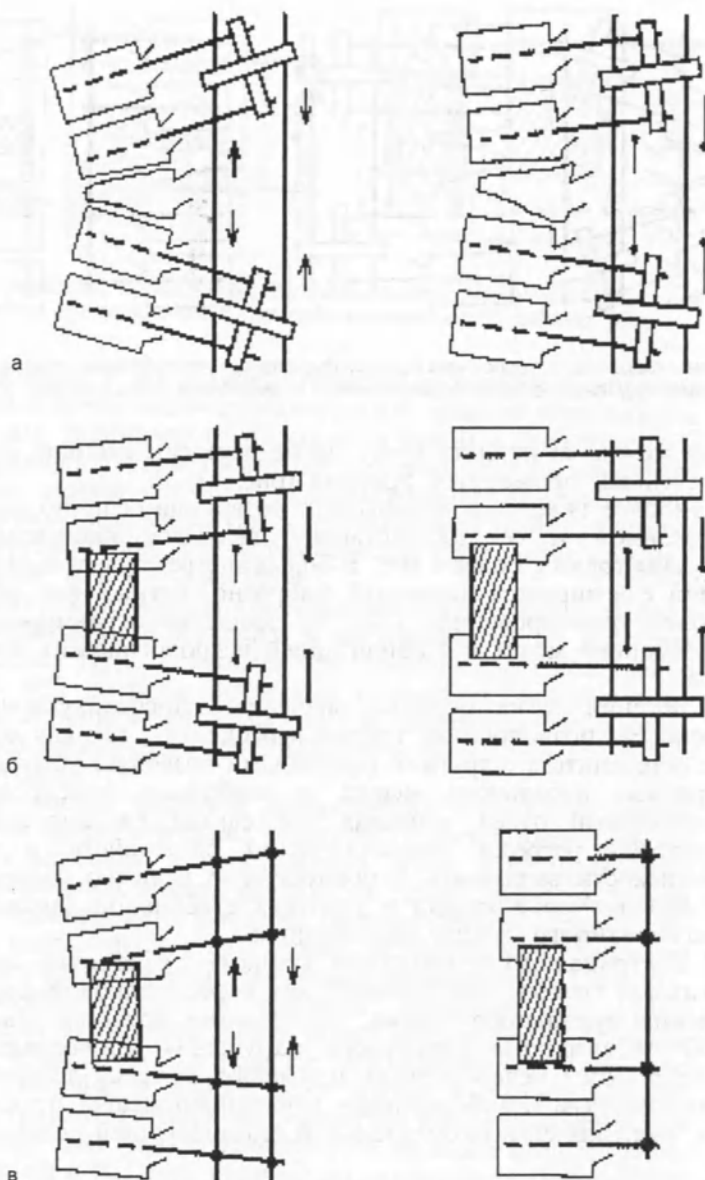
ваниях можно выполнять сразу после остеосинтеза или через определенный промежуток времени (рис. 41).

Наиболее тяжелыми больными с позвоночно-спинномозговой травмой и ее последствиями являются пациенты с давностью травмы более 6 мес. В большинстве случаев к этому времени формируется порочный фиброзно-костный или костный блок травмированных ПДС со сдавлением травмированного спинного мозга и стабилизацией неврологических нарушений.

В лечении таких больных значение транспедикулярного остеосинтеза позвоночника трудно переоценить, так как сочетание остеосинтеза с другими операциями позволяет устранять компрессию дурального мешка и стабильно фиксировать оперированный отдел, создавая тем самым благоприятные условия для регресса неврологических расстройств, а при необходимости выполнять и полноценную ревизию содержимого позвоночного канала в условиях стабильной фиксации корригированного отдела позвоночника.

У пострадавших с поздними сроками позвоночно-спинномозговой травмы при передней или переднебоковой форме сдавления дурального мешка, деформации позвоночника в 30—50° и синдроме частичного нарушения проводимости спинного мозга целесообразно применять тактику лечения с одномоментным освобождением дурального мешка от сдавления, репозицией и окончательной стабилизацией позвоночника.

Одномоментная декомпрессия дурального мешка достигается вертебротомией или клиновидной вертебротомией с репозицией и фиксацией поврежденного отдела позвоночника внутренним транспедикулярным устройством. Указанную декомпрессию дурального мешка и мобилизацию позвоночника



41. Схемы двухэтапной коррекции деформации позвоночника транспедикулярным устройством с внешними опорами (а), передней декомпрессии дурального мешка, блокирующим корпоротезом (б) и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза (в).

всегда выполняют из заднего доступа. Вертебротомия для достижения требуемого декомпрессивного эффекта и в силу технических сложностей в большинстве случаев не предполагает полного устранения деформации и восстановления вертикального размера оперируемого отдела позвоночника, что позволяет после ее выполнения ограничиваться коррекцией лишь угловой деформации. Необходимо также отметить, что вертебротомия всегда приводит к удовлетворительному контакту между отломками остеотомированного позвоночника, не требующему пластического замещения. Последующий устойчивый остеосинтез оперированного отдела обеспечивает благоприятные условия для циркулярного сращения позвонков на уровне декомпрессии дурального мешка.

Клиновидную вертеброэктомию желательно ограничивать резекцией задних структур поврежденного позвонка, задней части его тела и удалением смежных с ним поврежденных межпозвоночных дисков. Этот объем декомпрессии дурального мешка из заднего доступа является достаточным, позволяющим произвести необходимую коррекцию существующей деформации позвоночника и, что самое важное, предупредить «гофрирование» дурального мешка и его содержимого с развитием неврологических расстройств. Кроме того, у большинства больных сохраняющийся контакт тел позвонков с остающейся передней частью резецированного тела позвонка завершается формированием полноценного опорного костного блока позвонков без костной пластики межтелового дефекта. Лишь у незначительной части пациентов после клиновидной вертеброэктомии, реклинации и восстановления вертикального размера позвоночника на уровне поврежденных позвонков образуется значительный межтеловой дефект, требующий последующего пластического замещения.

Вертебротомия и клиновидная вертеброэктомию всегда должны завершаться остеосинтезом оперированного отдела. Репозицию позвоночника после вертебротомии и клиновидной вертеброэктомии при использовании транспедикулярных систем можно осуществлять открытым способом устройством как с муфтами, так и с внешними дугowymi опорами. Независимо от способа репозиции позвоночника конечным результатом остеосинтеза является устойчивая внутренняя фиксация корригированного отдела позвоночника 6—8-винтовым устройством в сочетании с передним спондилодезом или без него. Окончательная фиксация позвоночника может включать позвонки, ближайшие к образованному дефекту позвоночника, или быть протяженной с введением винтов в смежные неповрежденные позвонки.

Необходимо еще раз отметить, что основным результатом транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при его травме,

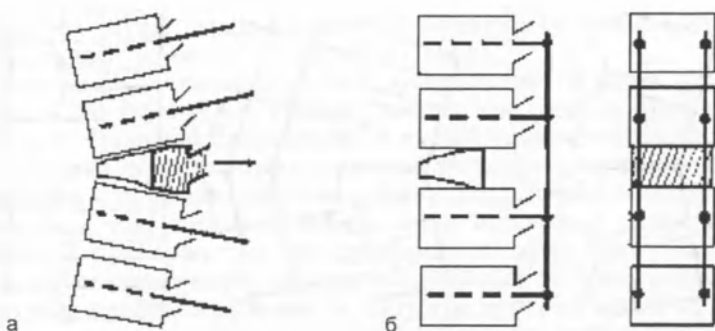
осуществляемого открытым способом, являются достижение декомпрессии дурального мешка и последующая стабильная фиксация оперированного отдела.

Следует сказать, что при открытом транспедикулярном остеосинтезе позвоночника устройством «Синтез» с использованием как муфт, так и дуговых опор репозицию позвоночника производят разъемными транспедикулярными винтами, что позволяет после репозиции и фиксации позвоночника удалять центральные штанги, установленные в головки винтов, простым вывинчиванием. Это преимущество транспедикулярных разъемных винтов фирмы «Синтез» перед сплошными транспедикулярными стержнями в известных западных устройствах удобно не только при завершении остеосинтеза, когда для укорочения установленных в позвонки стержней требуется их отламывание или отрезание с помощью сложных инструментов, что особенно выгодно при выполнении ревизионного остеосинтеза с заменой уже установленных винтов, а также и при удалении внутреннего устройства. Для этого требуется лишь установить центральные стержни в заменяемые или удаляемые винты и произвести с ними необходимые действия.

Таким образом, при последствиях позвоночно-спинномозговой травмы и костном блоке с деформацией позвоночника в 30° — 50° и более может быть применено одно-, двух- и трехэтапное хирургическое лечение.

Одноэтапное лечение показано больным с деформацией позвоночника не более 30° и мобильностью в поврежденных ПДС. Из заднего доступа выполняют частичную клиновидную вертебротомию с резекцией задних структур поврежденного позвонка, задней части его тела, удалением поврежденных межпозвоночных дисков, менингоградикулолиз и внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез с одномоментной коррекцией исходной деформации позвоночника. Во время этой операции замещать межтеловой дефект нет необходимости по причине достаточного контакта тел здоровых позвонков с остающейся передней частью тела резецированного поврежденного позвонка и устойчивым внутренним остеосинтезом оперированного отдела. Ревизию содержимого позвоночного канала осуществляют с учетом исходных данных неврологической картины, состояния ликворосодержащих пространств, МРТ и осмотра дурального мешка после его внешней циркулярной декомпрессии (рис. 42).

Двухэтапное лечение показано больным с порочным анкилозированием поврежденного отдела позвоночника на величину более 30° . У таких пациентов первый этап в большинстве случаев включает в себя вертебротомию на вершине деформации с циркулярным пересечением на этом уровне передней



42. Схемы декомпрессии дурального мешка частичной клиновидной вертебротомией (а) и коррекции деформации позвоночника внутренним транспедикулярным остеосинтезом (б).

продольной связки. При выполнении на данном этапе вертебротомии из-за наличия костного сращения задних структур поврежденных ПДС коррекция деформации позвоночника из переднего доступа при рекликации недопустима по причине возможного перелома существующего заднебокового межпозвоночного костного блока на уровне осуществляемой вертебротомии и риска повреждения спинного мозга отломками костного блока при его закрытой остеоклазии и разъединении. Это обстоятельство определяет возможность выполнения из вентрального доступа лишь межтеловой остеотомии деформированного отдела позвоночника с пересечением передней продольной связки, что создает условия для последующей управляемой аппаратной рекликации поврежденного отдела позвоночника. Необходимо отметить, что остеотомия порочного вентрального блока, даже при его умеренной деформации в 30° и более, является ответственной операцией с высоким риском развития возможных тяжелых ятрогенных осложнений в ходе ее выполнения, что обязывает хирурга и ассистентов контролировать каждое действие на паравертебральных образованиях. При данном объеме вентрального вмешательства передний спондилодез можно не осуществлять по причине сохраняющегося контакта между остатком тела поврежденного позвонка с телами смежных позвонков.

На втором этапе из заднего доступа осуществляют окончательную мобилизацию позвоночника резекцией дуги поврежденного позвонка, соответствующих каудальных и краниальных суставных отростков смежных позвонков, резекцией задней части остеотомированного вентрального блока и производят внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикуляр-



43. Схемы коррекции анкилозированного позвоночника вертебротомией (а) и внутренним транспедикулярным остеосинтезом (б).

ный остеосинтез оперированного отдела. Благодаря предварительной мобилизации переднего отдела позвоночника на первом этапе и резекции остеотомированного отдела позвоночника из заднего доступа с помощью аппарата осуществляют одномоментную репозицию оперированного отдела под рентгенологическим контролем. При этом исключается риск несанкционированного смещения в области остеотомированного позвоночника и возможная травма содержимого позвоночного канала.

При наличии показаний выполняют менингоградикуломиэлиз на том или ином протяжении. Сохраняющийся контакт между отломками тел позвонков после окончания репозиции позвоночника в условиях стабильного остеосинтеза в большинстве случаев является достаточным для образования спонтанного межтелового костного блока в оперированном отделе (рис. 43).

Трехэтапное лечение показано больным в поздние сроки после позвоночно-спинномозговой травмы, сопровождающейся значительными деформациями анкилозированного позвоночника, превышающими 50° и требующими не одномоментного, а постепенного устранения деформации. Оптимальная последовательность в лечении данной группы больных может быть следующей.

На первом этапе из вентрального доступа выполняют только остеотомию позвоночника с резекцией задней части поврежденного тела позвонка, выступающего в просвет позвоночного канала, или тотальное удаление одного или двух тел поврежденных позвонков, сдавливающих дуральный мешок, что обеспечивает переднюю декомпрессию дурального мешка и разъединение вентрального отдела позвоночника. Очень

важно на этом этапе получить полную разобщенность в вентральной части существующего блока.

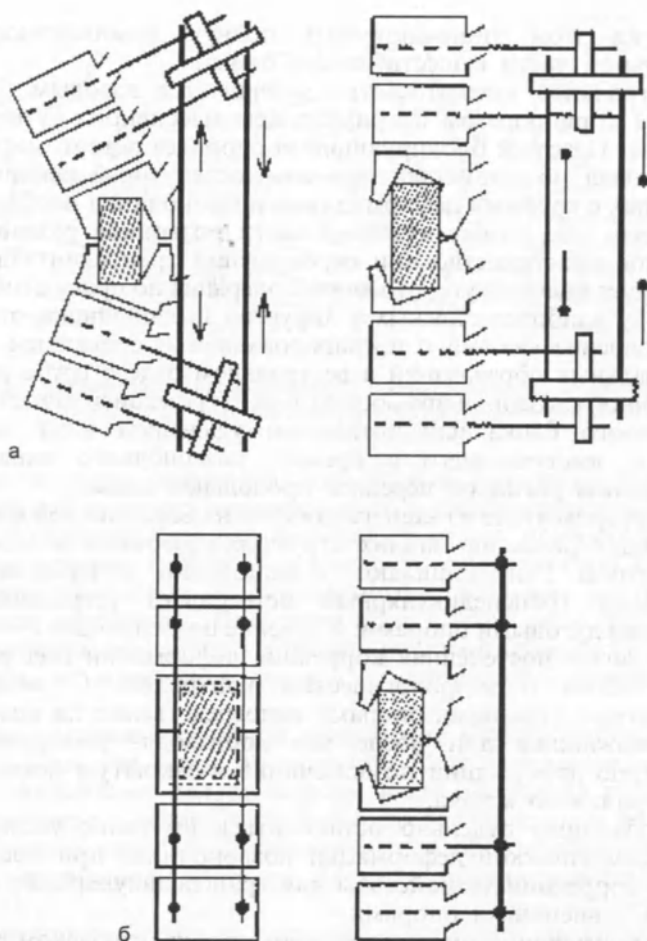
Вентральное вмешательство завершается пазовым блокирующим корпородезом с применением массивного аутотрансплантата. Пазовый блокирующий корпородез остеотомированного отдела позвоночника при его последующей реклинации у больных с грубыми деформациями позвоночника необходимо выполнять так, чтобы в задней части позвонков создавалось резервное пространство при перемещении трансплантата.

Следует подчеркнуть, что данная операция по праву относится к разряду наиболее сложных в хирургии позвоночника, так как ее выполнение связано с препарированием и смещением паравerteбральных образований в вентральном отделе грубо деформированного позвоночника, остеотомией и резекцией задней части межтелового блока или тотальным удалением всего «клина Урбана», выступающего в просвет позвоночного канала, и пересечением ригидной передней продольной связки.

На втором этапе из заднего доступа на вершине деформации производят резекцию задних структур позвонков и менинго-радикулолиз. Рану зашивают, и выполняют четырех-пятисегментарный транспедикулярный остеосинтез устройством с внешними дугowymi опорами. В течение последующих 7—10 сут производится постепенная коррекция деформации под рентгенологическим и неврологическим контролем. С помощью устройства с внешними опорами непосредственно на операции и в ближайшие дни после нее производят дозированную коррекцию деформации позвоночника и закрытую декомпрессию дурального мешка.

Необходимо отдельно остановиться на темпе устранения посттравматической деформации позвоночника при постепенной ее коррекции устройством для транспедикулярного остеосинтеза с внешними опорами.

Скорость коррекции позвоночника и закрытая декомпрессия дурального мешка на уровне травмы определяются выраженностью болевого синдрома и динамикой неврологических расстройств. Устранение ригидной деформации позвоночника, достигающей 50° и более, желательно выполнять за 7—15 сут, руководствуясь при этом не определенными дозированными суточными величинами коррекции, а лишь выраженностью и динамикой болевого синдрома и неврологических нарушений. Соблюдение указанных сроков коррекции остеотомированной деформации позвоночника желательно также для постепенного растяжения крупных сосудов — аорты и полый вены — в процессе репозиции позвоночника и предупреждения грубых сосудистых расстройств с уровня коррекции — венозного стока или артериальной ишемии органов и тканей.



44. Схемы вентральной вертебротомии, блокирующего корпородеза, циркулярной декомпрессии дурального мешка на вершине деформации, коррекции оперированного отдела транспедикулярным устройством с внешними опорами (а) и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза (б).

Следует также подчеркнуть роль пазового блокирующего корпородеза, выполняемого у больных данной категории на первом этапе лечения. Необходимость выполнения переднего спондилодеза, указанного на рис. 44, заключается в том, что пазовое блокирующее соединение остеотомированного позвоночника при его порочном кифотическом положении исключает

смещение разобщенных позвонков прежде всего в переднезаднем направлении, предупреждая тем самым возможную дополнительную травму содержимого позвоночного канала в процессе последующей аппаратной репозиции позвоночника и восстановлении его вертикального размера и одновременного обеспечения соединения тел позвонков аутоотрансплантатом, который смещается в пазах, сформированных на концах остеотомированного вентрального отдела.

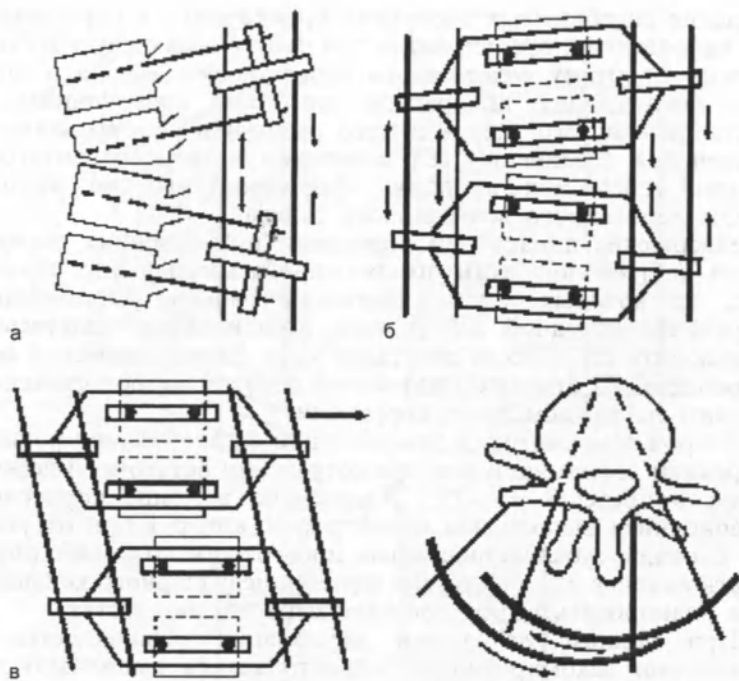
Завершение аппаратной коррекции позвоночника определяется рентгенологически по спондилограммам в двух проекциях, на которых подтверждается устранение деформации. Устранение исходной деформации позвоночника желательно производить до полного восстановления биомеханической оси поврежденного отдела с тщательной оценкой неврологической картины на каждом этапе коррекции.

Второй этап считается завершенным по достижении полной коррекции деформации или при сохранении остаточной деформации в пределах $15-25^\circ$. Желательно в конце коррекции позвоночника выполнение миелографии, которая при отсутствии блокады субарахноидальных пространств позволяет определить наличие или отсутствие вертебромедуллярного конфликта и планировать объем последующего вмешательства.

При полном устранении деформации позвоночника и достижении декомпрессии дурального мешка выполняют заключительный этап лечения — удаляют аппарат с внешними опорами и производят внутренний транспедикулярный остеосинтез оперированного отдела.

Перемонтаж устройства с внешними дугowymi опорами на внутреннее устройство с фиксацией не менее четырех позвонков производится следующим образом.

Устройство с внешними опорами демонтируют вначале на одной стороне. Кожу повторно обрабатывают и иссекают в местах выхода стержней. Образовавшиеся раны от сплошных транспедикулярных стержней зашивают узловыми швами. Выполняют типичный срединный доступ к задней поверхности корригированного отдела позвоночника. В уже имеющиеся отверстия в позвонках на стороне удаленной части устройства вводят транспедикулярные разъемные винты с центральными штангами, и монтируют репонирующую муфтовую систему. Далее демонтируют вторую половину внешнего устройства, удаляют сплошные транспедикулярные стержни, обрабатывают кожу и зашивают раны от стержней. В отверстия в позвонках вводят разъемные транспедикулярные винты с центральными штангами, и монтируют вторую половину репонирующей муфтовой системы. При наличии сохраняющейся деформации позвоночника производят ее окончательную коррекцию под



45. Схемы устранения кифоза (а), угловой деформации во фронтальной плоскости (б) и смещения позвонков в горизонтальной плоскости (в) транспедикулярным устройством с внешними опорами.

рентгенологическим контролем за положением задней части тел смещаемых позвонков на уровне вертебротомии и под контролем глаза за состоянием дурального мешка в ламинэктомированной области. По достижении полноценной коррекции оперированного отдела, циркулярной декомпрессии дурального мешка и отсутствии его натяжения или «гофрирования» осуществляют внутренний транспедикулярный остеосинтез, удаляют репозирующую систему, рану дренируют и зашивают.

После остеосинтеза при наличии показаний выполняют менингоградикуломиелиз на требуемом протяжении. Завершать третью операцию, независимо от состояния контакта остеотомированных тел позвонков, желательно задним спондилодезом на всем протяжении фиксации с использованием измельченных аутоотрансплантатов или деминерализованной гомокости.

Указанная тактика лечения изменяется, когда на этапе закрытой репозиции позвоночника транспедикулярным устройством с внешними опорами в процессе устранения деформации появляются

минимальные неврологические знаки миелоишемии с уровня репозиции. В этом случае коррекцию прекращают и выполняют описанный выше третий этап лечения с обязательным протяженным менингоградикулолизом, ревизией содержимого дурального мешка и, как правило, пластикой твердой мозговой оболочки.

Использование на остеотомированном отделе позвоночника при его деформации устройства с внешними опорами позволяет устранять смещения позвонков по оси, угловые в сагиттальной и фронтальной плоскостях, поперечные смещения в горизонтальной плоскости и ротационные (рис. 45). При этом поврежденный позвонок может фиксироваться к одной из дуговых опор, чаще к дистальной, или крепиться к отдельной дуге. Необходимо отметить, что ротационную деформацию позвоночника устраняют всегда в последнюю очередь после устранения угловых, по оси позвоночника и горизонтальных смещений в поврежденном отделе позвоночника. Коррекцию ротационной деформации осуществляют в основном перемещением дуговых опор относительно друг друга. В табл. 6 и 7 представлен алгоритм хирургического лечения больных данной категории с учетом имеющихся патологических изменений.

Таблица 6

Алгоритм хирургического лечения повреждений позвоночника и спинного мозга грудного и поясничного отделов в остром и раннем периодах

Характер повреждения	Методы лечения	
	Оптимальные	Рекомендуемые
Стабильные неосложненные переломы позвонков	Функциональный метод лечения	Внутренний или внешний транспедикулярный остеосинтез
Нестабильные неосложненные переломы позвонков	Внутренний транспедикулярный остеосинтез — 1-й этап Корпородез (при отсутствии восстановления формы тел позвонков и наличии межтелового дефекта) — 2-й этап	
Позвоночно-спинномозговая травма	Ламинэктомия или циркулярная декомпрессия дурального мешка, менингоградикулолиз, внутренний транспедикулярный остеосинтез — 1-й этап Корпородез — 2-й этап	Межтеловой остеосинтез Мислолиз

Алгоритм хирургического лечения повреждений позвоночника
и спинного мозга грудного и поясничного отделов в промежуточном
и позднем периодах

Характер повреждения	Методы лечения	
	Оптимальные	Рекомендуемые
Стабильные неосложненные переломы позвонков	Внутренний транспедикулярный остеосинтез и задний спондилодез поврежденного отдела	Корпородез
Нестабильные неосложненные повреждения позвоночника	Корпородез с восстановлением оси позвоночника, межтеловая фиксация	Внутренний транспедикулярный остеосинтез оперированного отдела при повреждении задней опорной колонны
Позвоночно-спинномозговая травма с мобильностью в поврежденном отделе	Ламинэктомия, циркулярная декомпрессия дурального мешка, менинго-радикулолиз, внутренний транспедикулярный остеосинтез — 1-й этап Корпородез — 2-й этап	Миелолиз по показаниям
Позвоночно-спинномозговая травма с ригидной деформацией в поврежденном отделе	Клиновидная вертебрэктомия, менинго-радикулолиз, внутренний транспедикулярный остеосинтез — 1-й этап Корпородез — 2-й этап или Вертебротомия — 1-й этап Резекция задних структур позвоночника, внутренний транспедикулярный остеосинтез, менинго-радикулолиз — 2-й этап или Вертебротомия, корпородез — 1-й этап Внешний транспедикулярный остеосинтез — 2-й этап Внутренний транспедикулярный остеосинтез, менинго-радикулолиз — 3-й этап	Миелолиз по показаниям

Систематизация алгоритма хирургического лечения при повреждениях позвоночника и спинного мозга привела к тому, что у пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой в промежуточном и позднем периодах пришлось выделить формы повреждения позвоночника с сохраненной мобильностью или с уже развившейся ригидной деформацией поврежденного отдела. Данное обстоятельство обязывает выполнять в определенных случаях два или три вмешательства различной сложности на переднем и заднем отделе позвоночника в разной последовательности. В клинических условиях именно при лечении крайне сложных больных с тяжелыми последствиями травм позвоночника и спинного мозга наиболее наглядно и убедительно выявляется высокий потенциал устройств для репозиционно-стабилизирующего транспедикулярного остеосинтеза в варианте внутреннего исполнения или с использованием внешних опор.

Представленные в табл. 6 и 7 алгоритмы хирургического лечения больных с различными повреждениями позвоночника и спинного мозга позволили при позвоночно-спинномозговой травме в поздние сроки обращения исключить выполнение хирургической помощи в недостаточном объеме. У пациентов с тяжелыми последствиями позвоночно-спинномозговой травмы появляется возможность применения различных вариантов двух- и трехэтапного лечения с учетом степени ригидности блока и его величины с одновременным учетом состояния спинного мозга и его образований.

Таким образом, для эффективной репозиции и устойчивой фиксации оперированного отдела позвоночника при его повреждениях с использованием транспедикулярных устройств необходимо обосновывать варианты остеосинтеза с учетом недостаточно жесткой связи краниальных позвонков с винтами в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство», степени мобильности поврежденного отдела, характера повреждения спинного мозга, его образований, костно-связочных структур, ранее выполненных вмешательств на позвоночнике и спинном мозге, наличия остеопороза, сопутствующих заболеваний, избыточной массы тела пациента и других факторов, знание которых обязательно в определении алгоритма хирургического лечения каждого конкретного больного.

ПРИМЕНЕНИЕ НАБОРА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ «СИНТЕЗ» В СИСТЕМЕ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА

7.1. ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ С НЕОСЛОЖНЕННЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ ПОЗВОНОЧНИКА

Наиболее типичное использование набора изделий и инструментов «Синтез» при неосложненных стабильных и нестабильных переломах позвоночника представлено следующими клиническими наблюдениями.

Д-ва госпитализирована в клинику с диагнозом: стабильный неосложненный компрессионный проникающий перелом позвонка L₁, болевой синдром (рис. 46). Давность травмы — 2 нед. Больной осуществлен моносегментарный внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков L₁—L₁₁, в результате чего была восстановлена форма тела поврежденного позвонка и высота межпозвоночного промежутка поврежденного сегмента (рис. 47, а, б). На контрольных спондилограммах через 2 года после операции определяется консолидация тела позвонка, положение конструкции прежнее (рис. 47, в, г). Нагрузка на оперированный отдел позвоночника без ограничений. Больная от удаления устройства отказалась.

С-ва поступила на лечение с диагнозом: нестабильный неосложненный компрессионный перелом тела позвонка с отрывом краниоventрального угла, перелом дуги позвонка L₁, передний подвывих позвонка L₁, болевой синдром (рис. 48, а, б). Давность травмы — 1 мес. Больной выполнено одномоментно двухэтапное хирургическое лечение — внутренний двухсегментарный репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков C₂—L₁₁ 5-винтовым устройством и корпородез позвонков C₂—L₁₁ аутоотрансплантатом, что позволило устранить подвывих и восстановить вертикальный размер поврежденного ПДС (рис. 48, в, г). Через 2 года после удаления конструкции стояние позвонков правильное, формируется межтеловой блок (рис. 49, а, б). Через 3 года после хирургического лечения на спондилограммах и МР-томограммах определяется состоявшийся корпородез позвонков L₁—L₁₁ (рис. 49, в, г. 50). Жалоб нет, восстановление трудоспособности без ограничений.

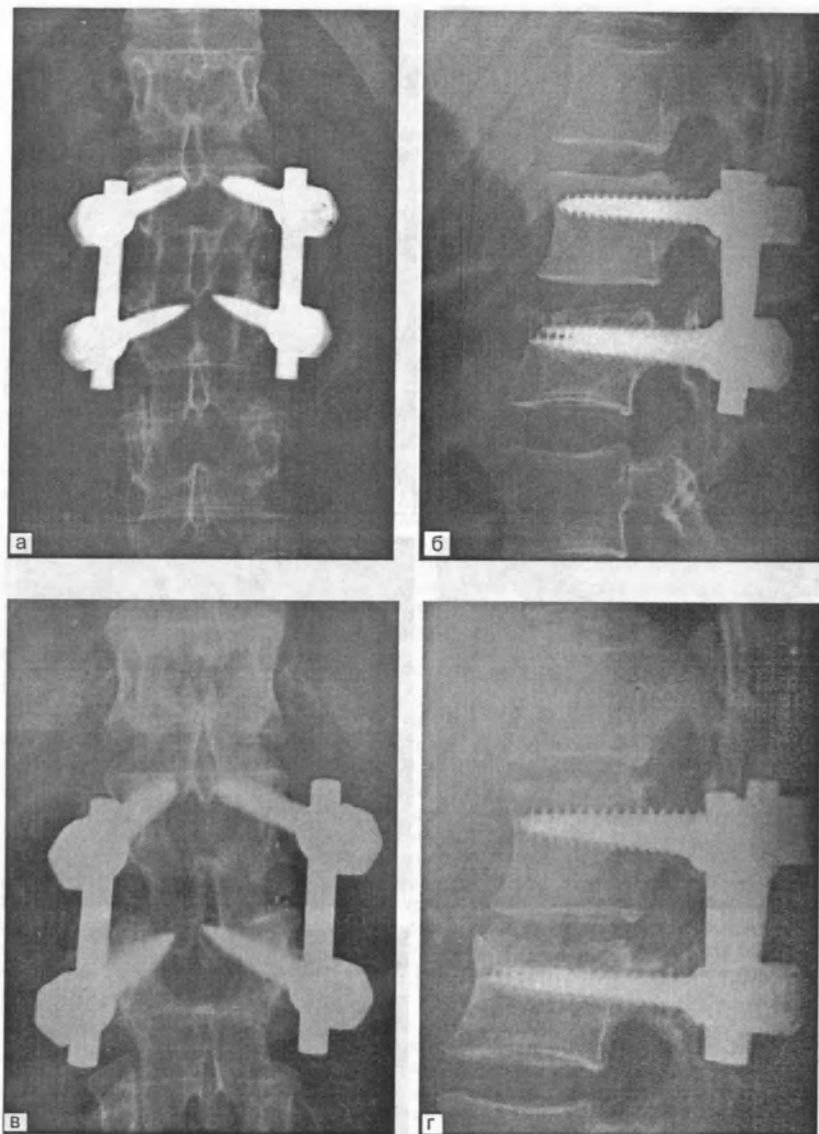
Т-ев поступил на лечение с диагнозом: компрессионно-оскольчатый перелом тела Th₁₁ с кифотической деформацией на уровне повреждения 30°, состояние после оперативного лечения, вертебральный синдром. Кататравма 10 мес назад. При первичном обращении была произведена ламинэктомия позвонка Th₁₁, металлофиксация позвоночника конструкцией Харрингтона на протяжении позвонков Th₁₁—L₁₁.

При госпитализации в клинику состояние удовлетворительное, жалобы на боли в спине при ходьбе и сидении, чувство тяжести в пояснице. Неврологических выпадений нет. Миелография выявила компрессионно-оскольчатый перелом позвонка Th₁₁, кифоз сегмента Th₁₁—L₁ 30°, наличие конструкции Харрингтона с вывихом ее нижнего опорного элемента. Проходимость ликворосодержащих пространств сохранена, компрессия дурального мешка заднекраниальной частью тела позвонка Th₁₁ (рис. 51).



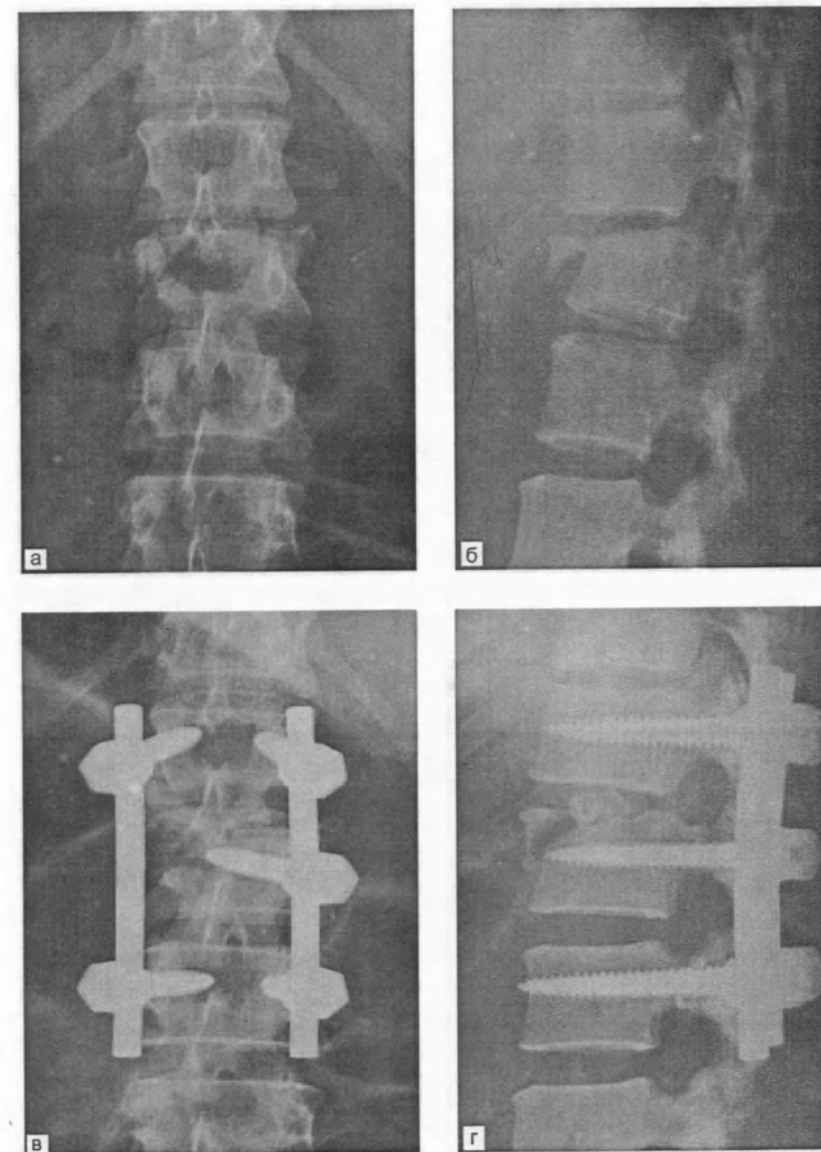
46. Спондилограммы (а, б) и МР-томограммы (в, г) больной Д-вой при поступлении.

а — прямая проекция; б — боковая проекция; г — в режиме T_1 ; д — в режиме T_2 .



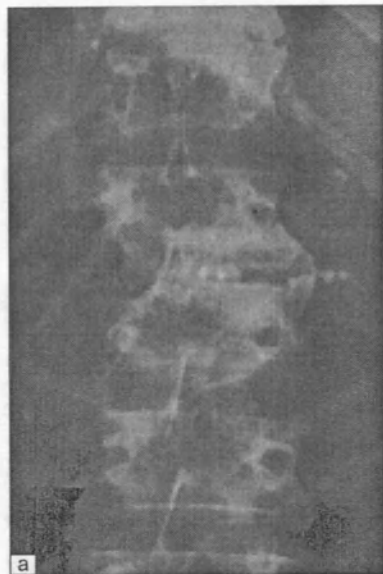
47. Спондилограммы больной Д-вой после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника (а, б) и через 3 года после операции (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



48. Спондилограммы больной С-вой при поступлении (а, б) и после двух-этапного хирургического лечения (в, г).

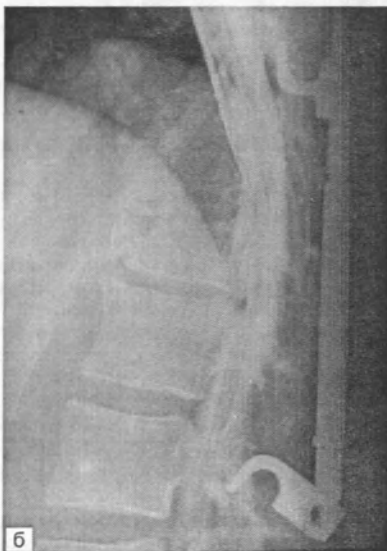
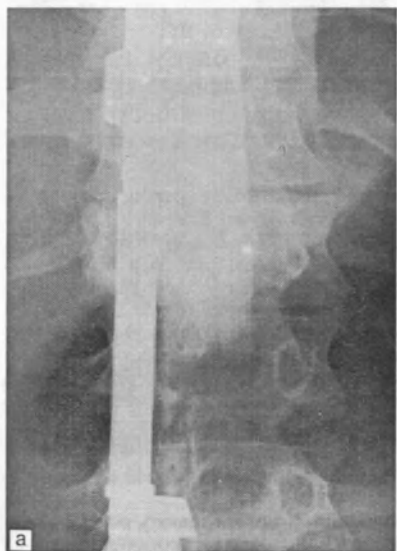
а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



49. Спондилограммы больной С-вой через два года после лечения и удаления конструкции (а, б) и через 3 года после лечения (в, г).
а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



50. МР-томограммы больной С-вой через 3 года после лечения.



51. Спондиломиелограммы больного Т-ва при поступлении.
а — прямая проекция; б — боковая проекция.

Больному выполнено двухэтапное хирургическое лечение в один прием:
— первый этап — резекция межпозвоночного диска Thx₁—Thx₂, передний опорный спондилодез Thx₁—Thx₂ аутоотрансплантатами;
— второй этап — удаление дистрактора Харрингтона и внутренний моносементарный транспедикулярный остеосинтез Thx₁—Thx₂ с частичным устранением кифотической деформации (рис. 52, а, б).

При контрольном обследовании через 3 года жалоб не предъявляет. На спондилограммах определяется костный блок позвонков Thx₁—Thx₂, кифоз оперированного сегмента 11° (рис. 52, в, г).

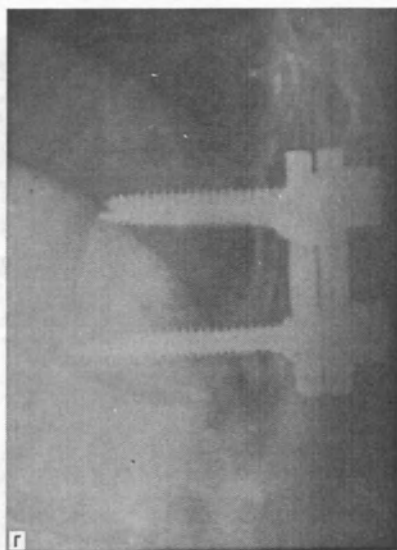
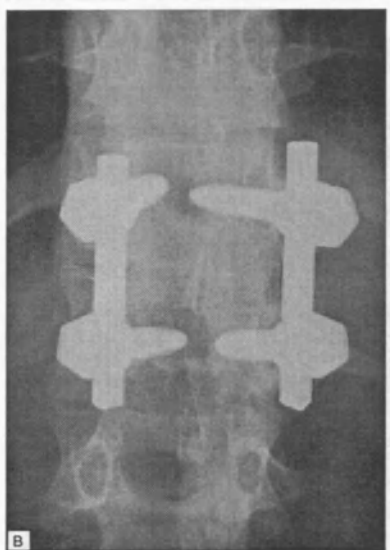
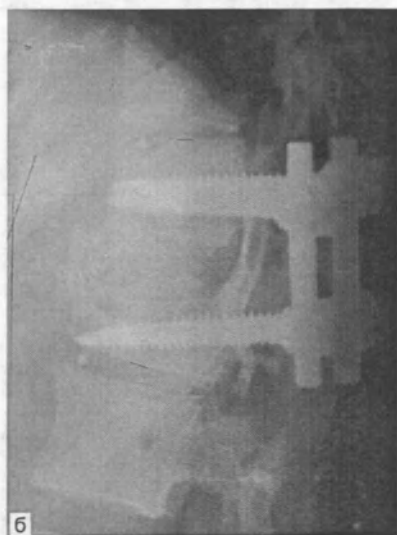
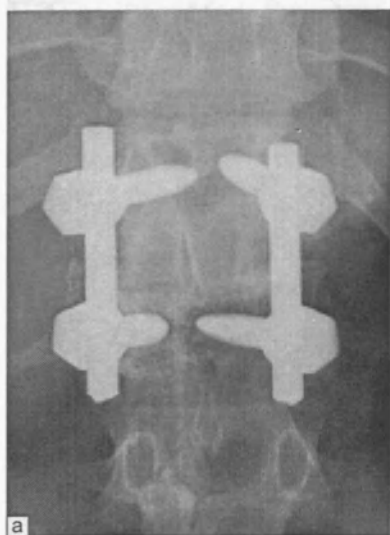
С-ии поступил на лечение по поводу изолированного нестабильного оскольчатого проникающего (взрывного) перелома тела позвонка L₁ (рис. 53). Осуществлено двухэтапное лечение. На первом этапе выполнен внутренний транспедикулярный остеосинтез на протяжении позвонков L₁—L₁₁ (рис. 54, а, б). Для редукции поврежденного позвонка были использованы короткие транспедикулярные винты. Восстановление оси травмированного отдела позвоночника и его надежная фиксация позволили при выполнении вторым этапом переднего спондилодеза произвести лишь удаление поврежденных межпозвоночных дисков, сохранить отломки тела сломанного позвонка и заместить межтеловые промежутки аутоотрансплантатами. Послеоперационный период протекал без осложнений. При контрольном осмотре через 5 лет после лечения сохраняется прежнее положение заблокированных позвонков и устройства (рис. 54, в, г).

7.2. ЛЕЧЕНИЕ БОЛЬНЫХ С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

Лечение больных с позвоночно-спинномозговой травмой, которым в разные сроки после травмы на одном из этапов выполнялся внутренний или внешний транспедикулярный остеосинтез поврежденного отдела позвоночника, иллюстрируется следующими клиническими примерами.

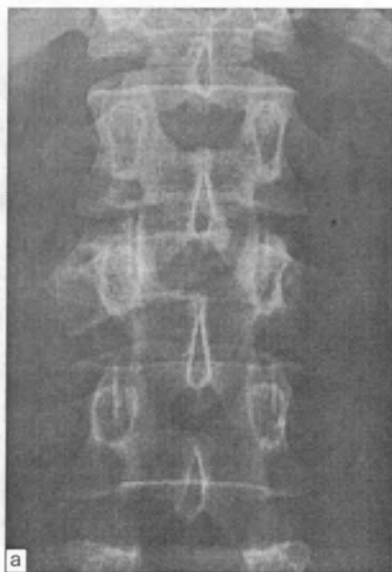
Аи-ва поступила с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, поздний период, компрессионно-оскольчатый нестабильный перелом тела позвонка L₁, кифосколиоз 37°, дефицит просвета позвоночного канала 25%, ушиб конского хвоста, сдавление дурального мешка, нижний парализ, болевой синдром (рис. 55, а, б). Больной одновременно выполнены декомпрессия дурального мешка с удалением поврежденного межпозвоночного диска, резекция передней половины тела позвонка L₁, репозиция поврежденного сегмента, опорный корпородез позвонков Thx₁₂—L₁ аутоотрансплантатом и внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков Thx₁—L₁ (рис. 55, в, г). После операции больной на 7-е сутки разрешено вставать и ходить без дополнительных средств опоры. Полный регресс неврологической симптоматики наступил в ближайшие месяцы. Выписана на работу без ограничений через 4 мес. Отдаленный результат лечения хороший. На спондилограммах через 5 лет определяется костный вентральный блок (рис. 56).

Г-ва поступила с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, острый период, компрессионно-оскольчатый перелом тела, дуги позвонка L₁, передний подвывих позвонка Thx₁₂, кифотическая деформация 24°, ушиб, сдавление конуса и эпиконуса спинного мозга, нижний правосторонний парез, нарушение функций тазовых органов (рис. 57, а, б). На миелограммах определяется грубая деформация передней стенки позвоночного канала и блокада ликворосодержащих пространств (рис. 57, в, г). При МРТ выявляется компрессионно-оскольчатый перелом тела и правой дуги позвонка



52. Спондилограммы больного Т-ва непосредственно после хирургического лечения (а, б) и через 3 года после лечения (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



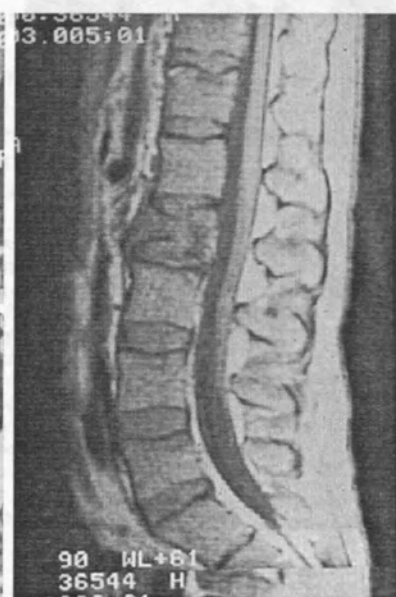
а



б

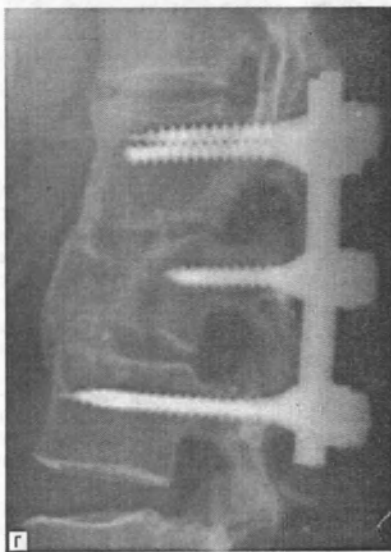
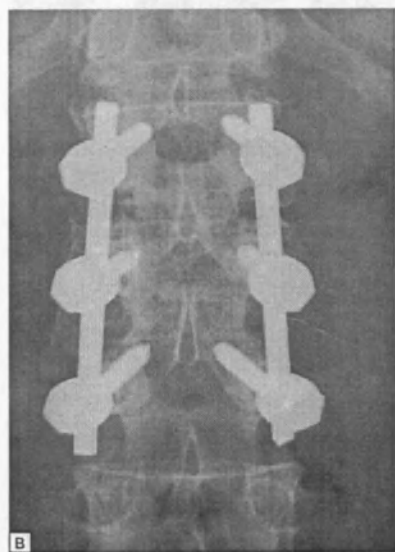
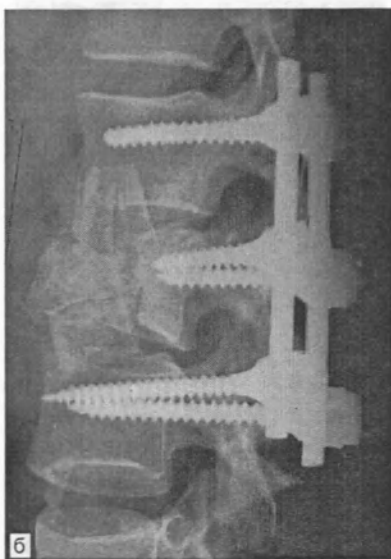
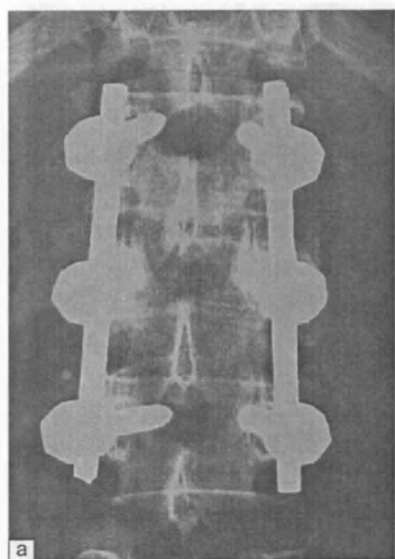


в



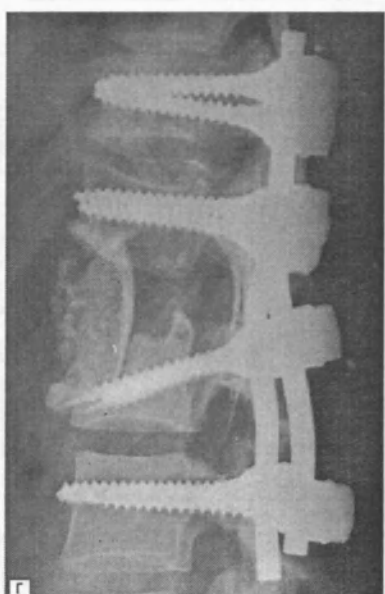
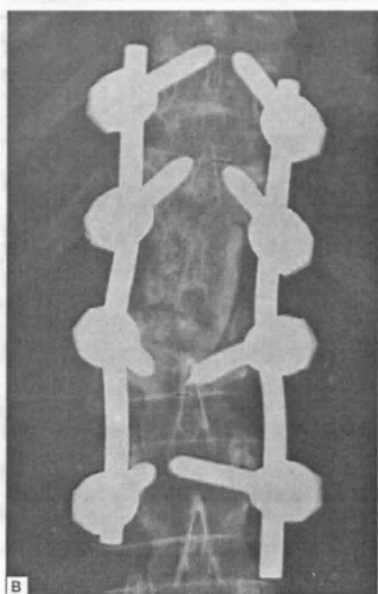
53. Спондилограммы (а, б) и МР-томограммы (в) больного С-на при поступлении.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.



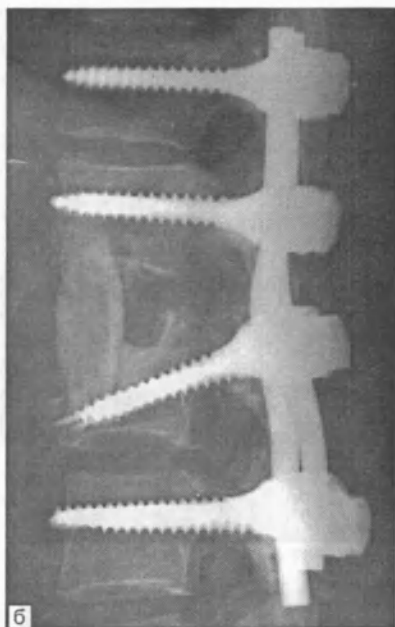
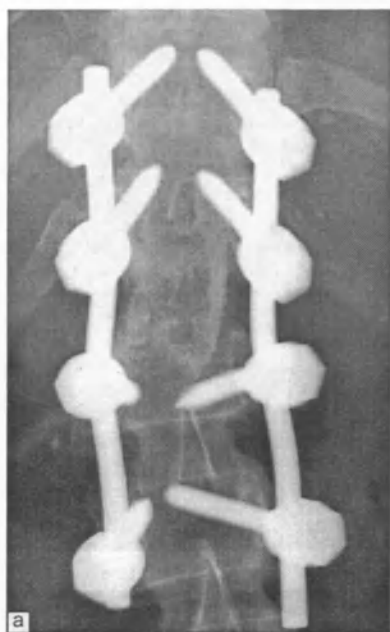
54. Спондилограммы больного С-на после хирургического лечения (а, б) и через 5 лет после лечения (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



55. Спондилограммы больной Ан-вой при поступлении (а, б) и спондиломиелограммы после операции (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



56. Спидилограммы больной Ан-вой через 5 лет после лечения.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.

L₁ со смещением свободного срединного фрагмента кости в просвет позвоночного канала, дефицитом последнего до 70% и грубая компрессия дурального мешка, преимущественно спереди и справа на уровне повреждения (рис. 58).

Проводилось двухэтапное хирургическое лечение — первым этапом выполнен внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков Th₁₂—L₁ с репозицией поврежденного отдела позвоночника без ламинэктомии. На миелограммах после остеосинтеза деформация передней стенки позвоночного канала значительно уменьшилась, частично восстановилась проходимость ликворосодержащих пространств (рис. 59).

Через 2 нед осуществлен второй этап — передняя декомпрессия дурального мешка дискэктомией сегмента Th₁₂—L₁, резекцией задневерхнего края тела позвонка L₁ и корпородез позвонков Th₁₂—L₁ аутооттрансплантатами (рис. 60, а, б). В послеоперационном периоде отмечено улучшение общего состояния, регресс неврологической симптоматики.

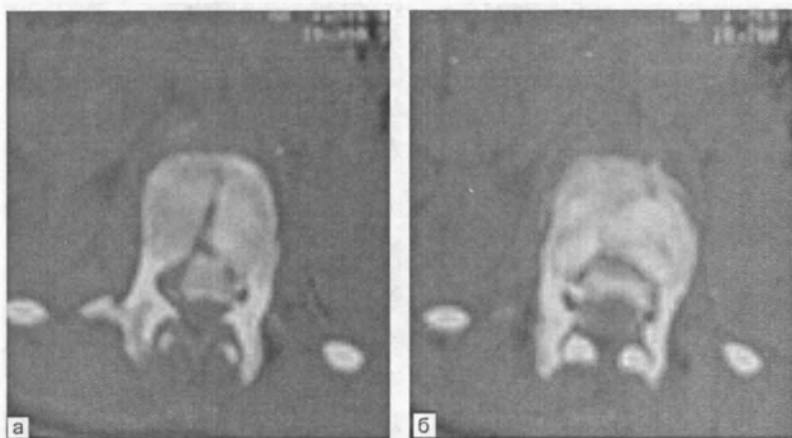
При осмотре больной через 2 года опорно-двигательная функция позвоночника восстановилась, неврологических расстройств нет (рис. 60, в, г). Трудоспособна без ограничений (рис. 61).

М-ва госпитализирована по поводу позвоночно-спинномозговой травмы: нестабильного оскольчатого (взрывного) перелома позвонка L₁, кифотической деформации L₅, смещения фрагмента тела позвонка в позвоночный канал с дефицитом просвета последнего на 80%, ушиба, сдавления и частичного повреждения конского хвоста и его корешков, нарушения функций тазовых органов и глубокого нижнего парализа (рис. 62).

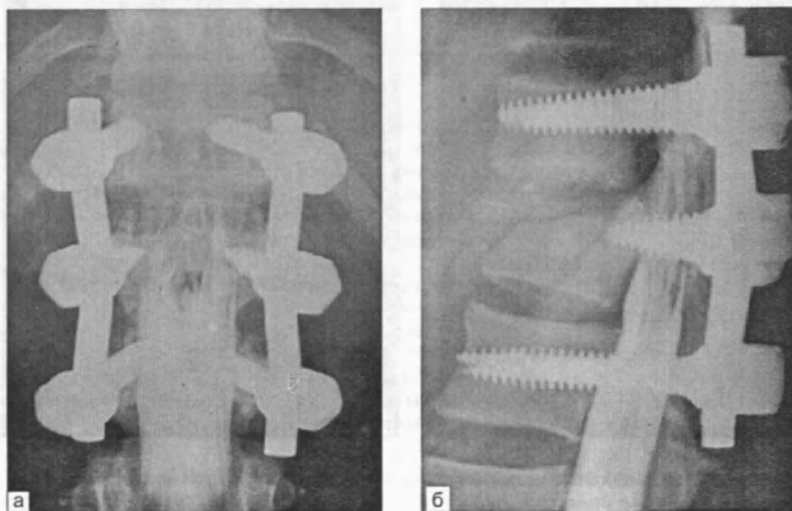


57. Спондилограммы (а, б) и спондилмиелограммы (в, г) больной Г-вой при поступлении.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.

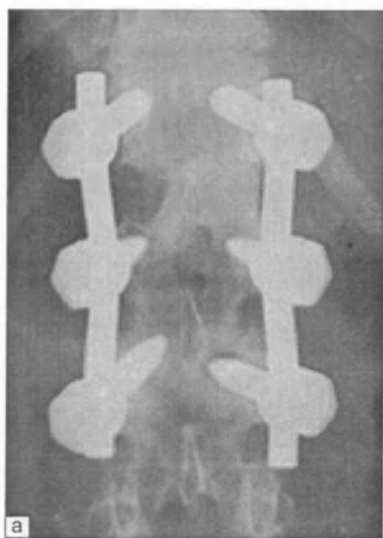


58. МР-томограммы больной Г-вой при поступлении.

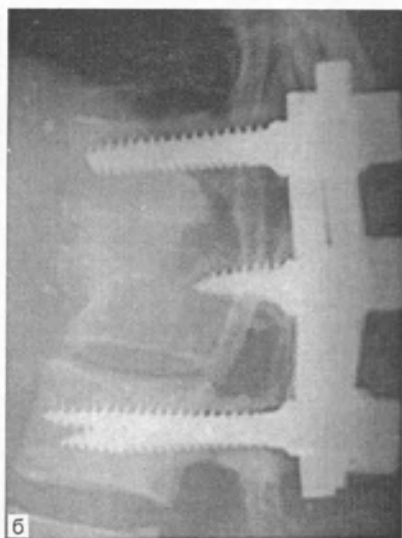


59. Спондилмиелограммы больной Г-вой после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника.

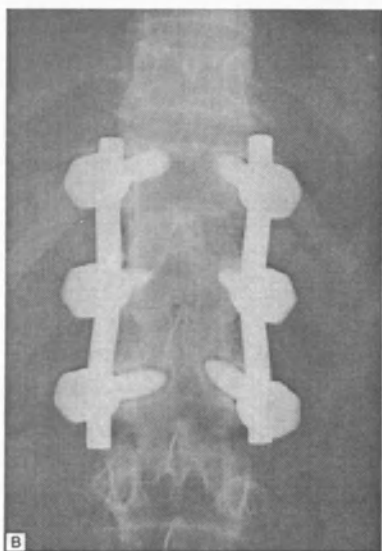
а — прямая проекция; б — боковая проекция.



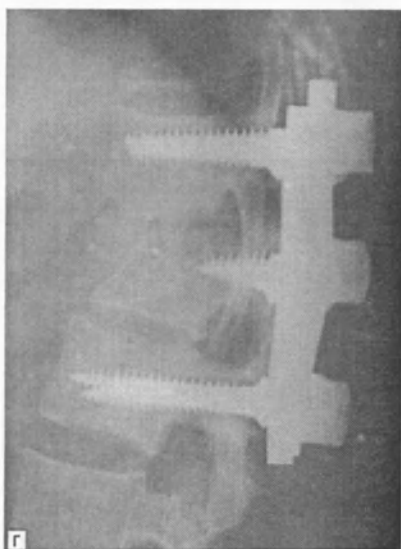
а



б



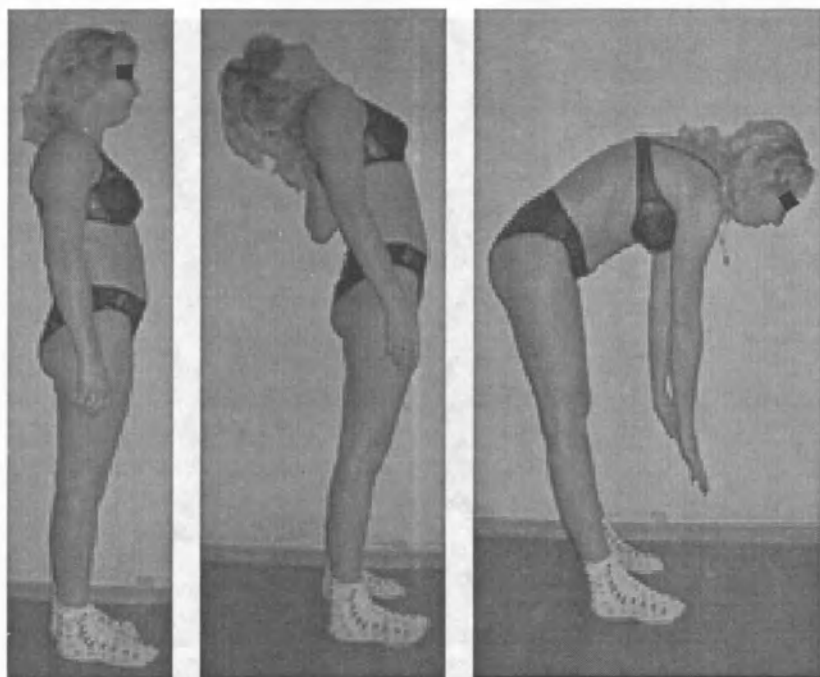
в



г

60. Спондилограммы больной Г-вой после вентрального вмешательства (а, б) и через 2 года после лечения (в, г).

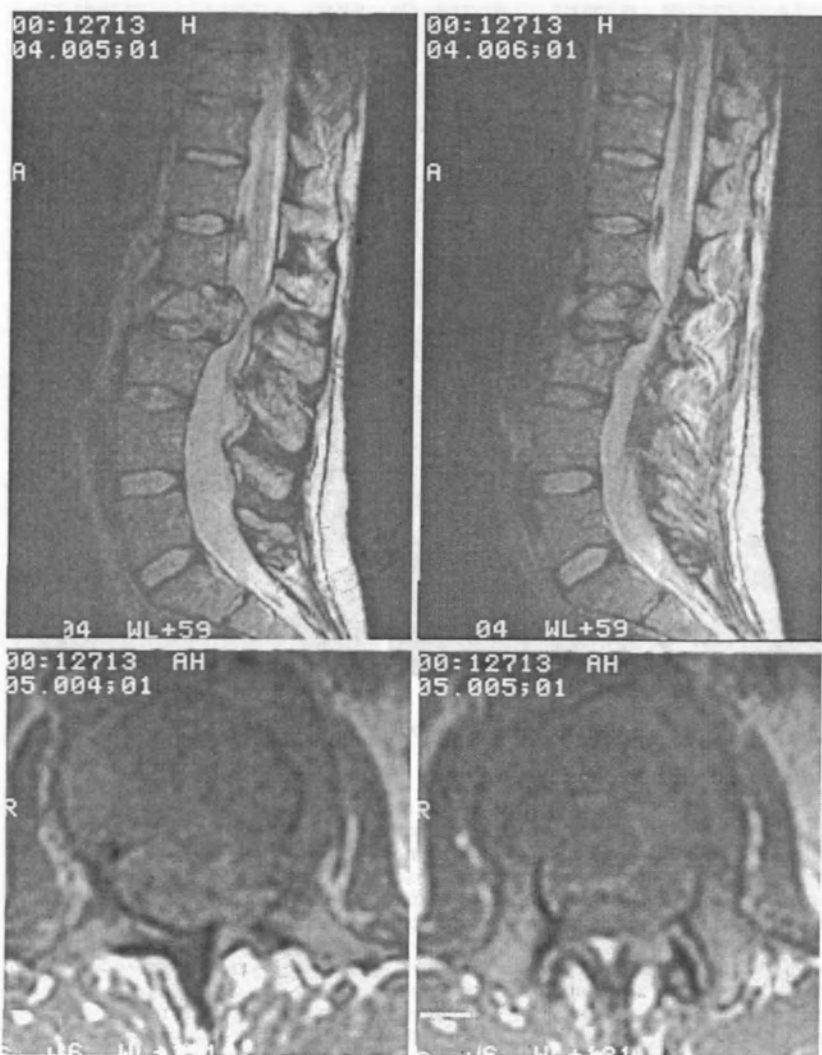
а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



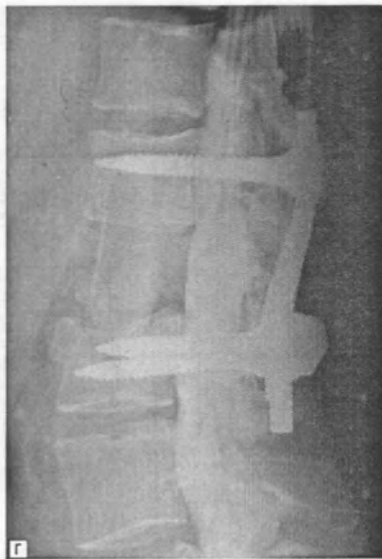
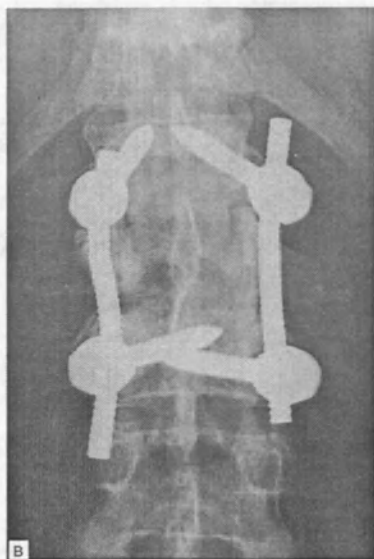
61. Фотографии больной Г-вой после лечения.

С учетом характера травмы на первом этапе были осуществлены передняя декомпрессия дурального мешка удалением тела сломанного позвонка со смежными межпозвоночными дисками и блокирующий корпоредез позвонков L₁—L₁₁ костным ауто-трансплантатом. Послеоперационная миелография выявила смещение позвонка L₁ кзади, деформацию, гофрирование и сужение дурального мешка на уровне дефекта за счет уменьшения вертикального размера сформированного блока (рис. 63, а, б). Через 7 сут вторым этапом выполнен внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении сформированного блока, в результате чего удалось в значительной степени уменьшить заднее смещение позвонка L₁, устранить укорочение позвоночника и восстановить форму и размеры дурального мешка (рис. 63, в, г). Послеоперационный период протекал без осложнений с полным регрессом неврологических расстройств. На спондилограммах через 5 лет положение конструкции прежнее, сформирован полноценный межтеловой костный блок (рис. 64, а, б) с восстановлением опорно-двигательной функции позвоночника (рис. 64, в — д).

Л-ев поступил с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, ранний период, нестабильный оскольчатый перелом позвонка Th₁₂, передний подвывих позвонка Th₁₁, ушиб, сдавление спинного мозга, нарушение функций тазовых органов, нижний парапарез. Осложнения: пневмония, экссудативный плеврит справа, дыхательная и сердечно-сосудистая недостаточность II—III степени. Сопутствующий диагноз: ожирение I степени. На миелограммах при поступлении определяется смещение заднего фрагмента поврежденного позвонка в сторону позвоночного канала с уменьшением

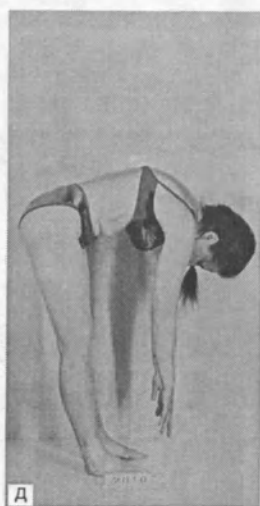
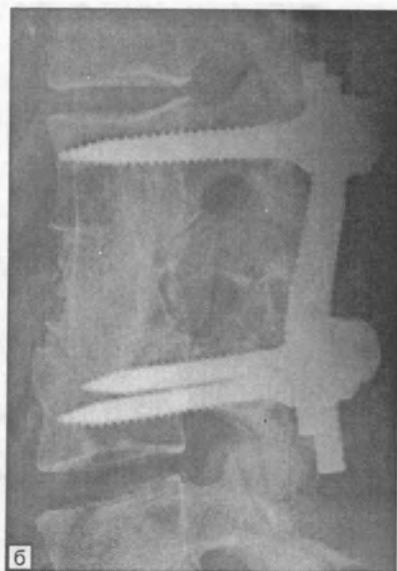
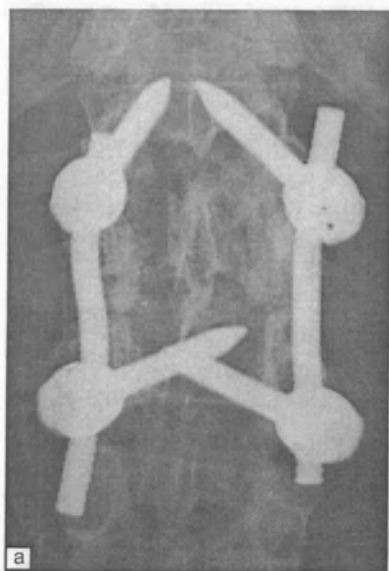


62. МР-томограммы больной М-вой при поступлении.



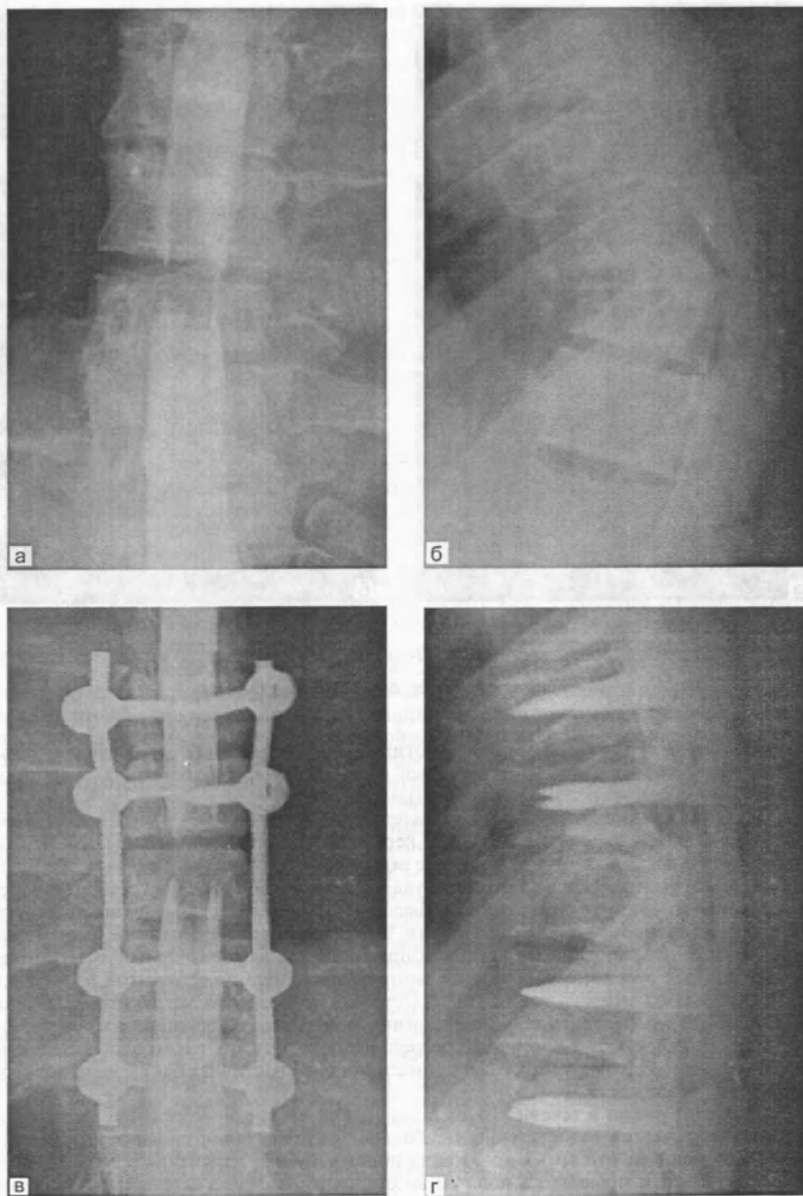
63. Спондилограмма (а, б) и спондилмиелограмма (в, г) больной М-вой в боковой проекции через сутки после передней декомпрессии дурального мешка и спондилмиелограммы после остеосинтеза позвоночника.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



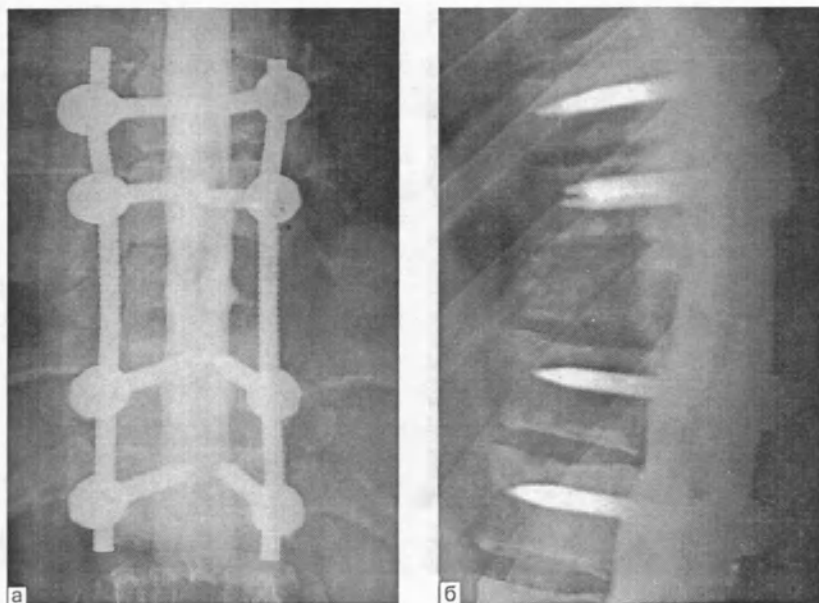
64. Спондилограммы (а, б) и фотографии (в — д) больной М-вой через 5 лет после лечения.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.



65. Спондиломиелограммы больного Л-ва при поступлении (а, б) и после остеосинтеза позвоночника (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



66. Спондилмиелограммы больного Л-ва после вентрального вмешательства.
а — прямая проекция; б — боковая проекция.

его переднезаднего размера на 50%, кифотическая деформация 27°, сдавление дурального мешка, дефект наполнения передней и задней камер субарахноидальных пространств на уровне переломоподвывиха (рис. 65, а, б)

Наличие пневмонии, плеврита, дыхательной и сердечно-сосудистой недостаточности не позволило использовать для передней декомпрессии дурального мешка трансторакальный доступ, а применение заднего доступа при имевшейся неврологической симптоматике, когда в процессе удаления «клина» Урбана неизбежны смещения дурального мешка в сторону, также было крайне нежелательно из-за возможности усугубления неврологических расстройств. В связи с этим на первом этапе был выполнен внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез поврежденного отдела позвоночника 8-винтовым устройством с закрытой декомпрессией дурального мешка (рис. 65, в, г). Остеосинтез позволил устранить подвывих позвонка Thvi, расправить тело поврежденного позвонка и восстановить ось позвоночника. Был достигнут частичный регресс неврологических расстройств. Большой активизирован. Однако миелографически сохранялась частичная блокада ликворосодержащих пространств.

После операции в течение 10 дней проводили интенсивное лечение легочной и сердечно-сосудистой недостаточности. Больной активно поворачивался и присаживался в постели. За это время произошли положительные изменения в неврологическом статусе, что проявилось полным восстановлением чувствительности с уровня повреждения.

После соответствующей подготовки был выполнен второй этап хирургического лечения — декомпрессия дурального мешка из правостороннего трансторакального доступа путем резекции задней части тела позвонка Thvii и корпородез позвонков Thvi—Thvii утильной костью из тела резецированного позвонка (рис. 66).

Послеоперационный период протекал без осложнений. Достигнуто восстановление опорной функции позвоночника, полный регресс неврологических расстройств. Работает на прежнем месте (рис. 67).

Б-ва находилась на лечении с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, ранний период, нестабильный компрессионно-оскольчатый перелом тела и дуги позвонка L₁, посттравматический кифоз 14°, дефицит просвета позвоночного канала 60%, ушиб, сдавление конского хвоста, нарушение функций тазовых органов, нижний парапарез (рис. 68, а, б).

На миело- и МР-томограммах определяется грубая деформация позвоночного канала, сужение дурального мешка (рис. 68, в, г, 69). С интервалом в 10 сут выполнено двухэтапное хирургическое лечение — передняя декомпрессия дурального мешка с корпорэктомией поврежденного позвонка со смежными межпозвоночными дисками, пазовый корпородез позвонков L₁—L_{III} аутооттрансплантатом и внутренний транспедикулярный остеосинтез оперированного отдела (рис. 70, а, б). Послеоперационный период протекал без осложнений. Опорно-двигательная функция позвоночника восстановлена, достигнут полный регресс неврологических расстройств, сформирован опорный межтеловой костный блок (рис. 70, в, г).

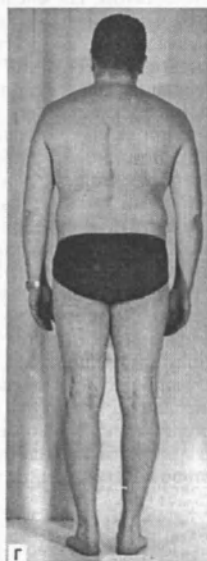
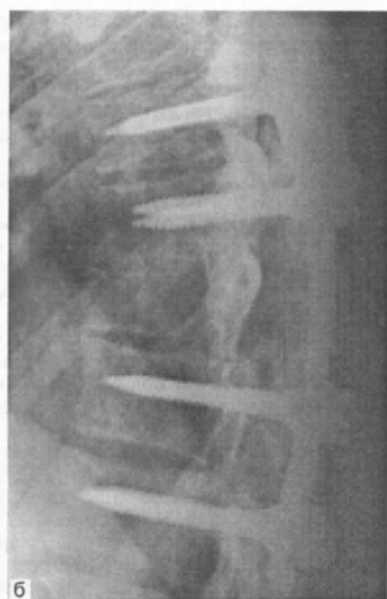
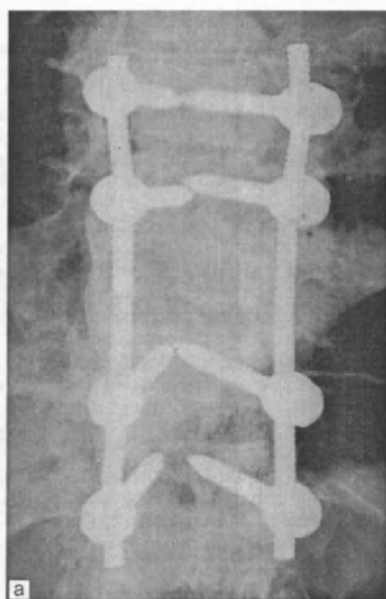
Сел-ов поступил с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, острый период, компрессионно-оскольчатый перелом тела и дуги позвонка L₁, передний подвывих позвонка Th₁₂, ушиб, сдавление спинного мозга, нижний парапарез, нарушение функций тазовых органов. На миелограммах определяется деформация передней стенки позвоночного канала с дефицитом его просвета на 30%, кифоз поврежденного отдела позвоночника 23° (рис. 71, а, б).

Больному на первом этапе выполнены передняя декомпрессия дурального мешка резекцией тела позвонка L₁, дискэктомией сегмента Th₁₂—L₁, блокирующий корпородез позвонков Th₁₂—L₁ аутооттрансплантатом. На миелограммах после операции сохранялись умеренная деформация дурального мешка и дефект наполнения заднего правого субарахноидального пространства за счет гемостатической губки, уложенной на переднюю поверхность дурального мешка (рис. 71, в, г). Через 16 дней больной был взят на вторую операцию. В начале операции диагностировано смещение краниального конца трансплантата во фронтальной плоскости и его выхождение из паза в теле позвонка, которое, вероятно, возникло при укладке больного на живот в условиях миорелаксации. Выполнен внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков Th₁₂—L₁ (рис. 72, а, б). После остеосинтеза, учитывая устойчивый характер фиксации, дополнительных мероприятий в связи с миграцией трансплантата не предпринималось. Послеоперационный период протекал без осложнений. К моменту выписки отмечалась значительная положительная неврологическая динамика — выросла мышечная сила в нижних конечностях до 3—4 баллов с восстановлением чувствительности и функций тазовых органов. Через год после лечения на спондилограммах положение трансплантата и устройства прежние, формируется межтеловой костный блок (рис. 72, в, г).

В данном клиническом наблюдении внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез, выполненный вторым этапом, позволил при неблагоприятном положении аутооттрансплантата удержать оперированный отдел позвоночника в корригированном положении на время формирования костного блока и обеспечил благоприятные условия для регресса неврологических нарушений.

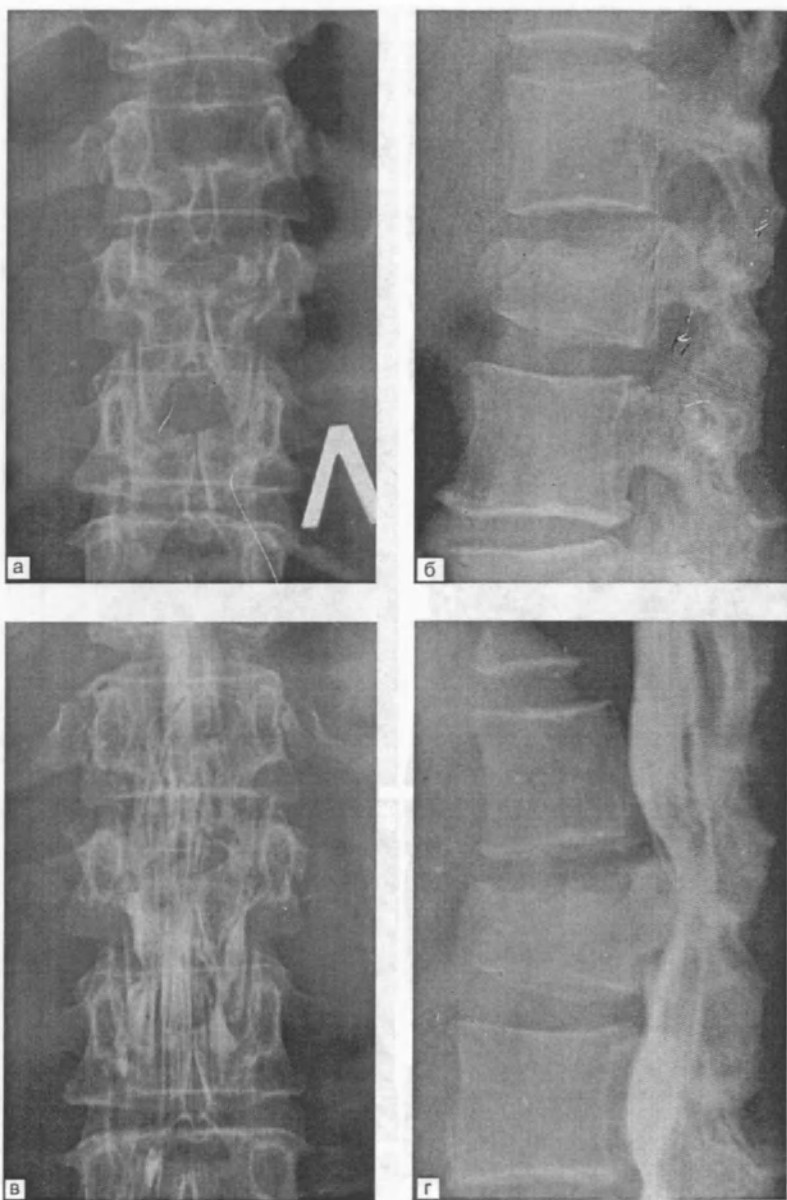
Через 2 года после лечения — полное восстановление опороспособности позвоночника, неврологических расстройств нет (рис. 73).

Об-ов поступил с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, промежуточный период, компрессионно-оскольчатый перелом тела и дуги позвонка L₁, передний подвывих позвонка L₁, кифоз 35°, ушиб, сдавление конуса спинного мозга и корешков конского хвоста, нижний глубокий парапарез, нарушение функций тазовых органов (рис. 74, а, б). На миелограммах — грубая деформация позвоночного канала и практически полная блокада ликворосодержащих пространств (рис. 74, в, г). При КТ



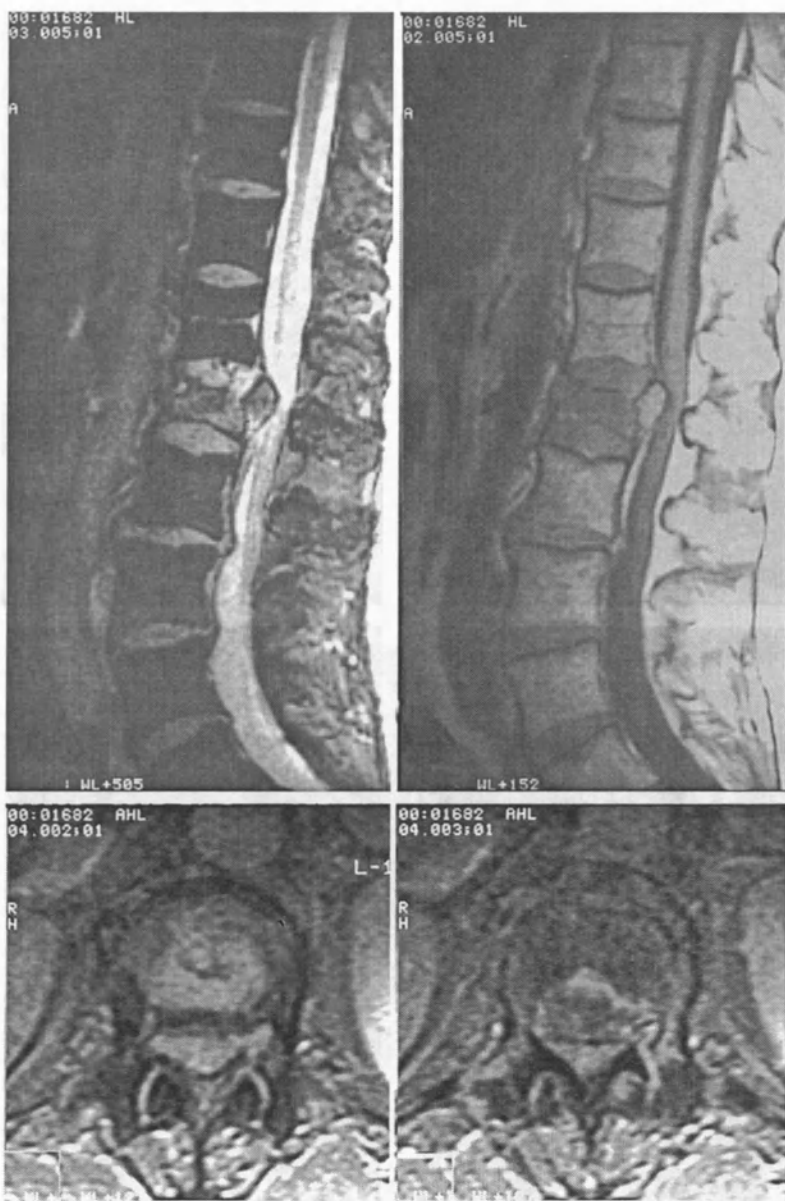
67. Спондилограммы (а, б) и фотографии (в — д) больного Л-ва через 4 года после лечения.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.

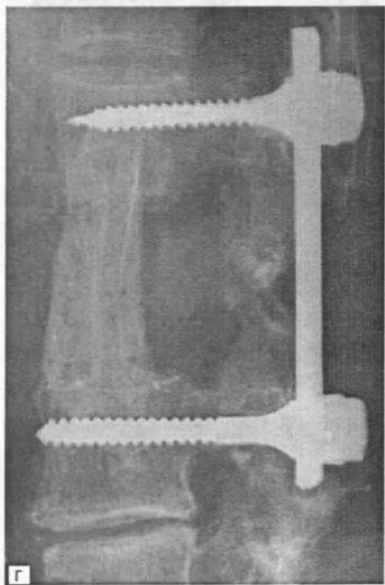
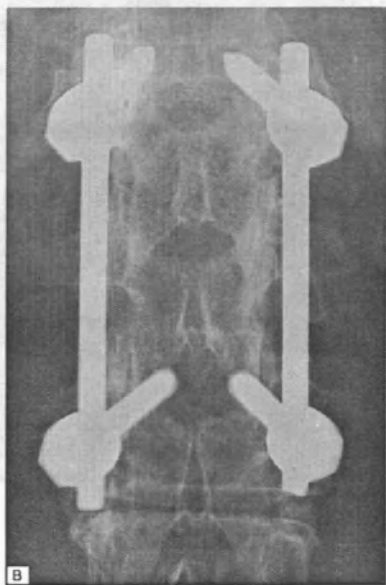
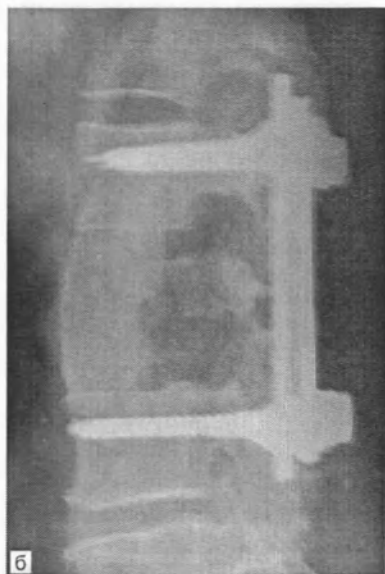
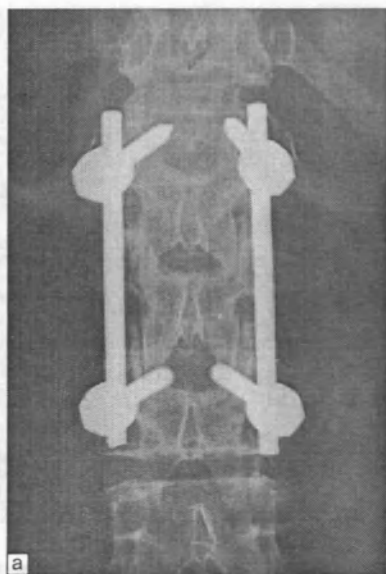


68. Спондилограммы (а, б) и спондилмиелограммы (в, г) больной Б-ой при поступлении.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.

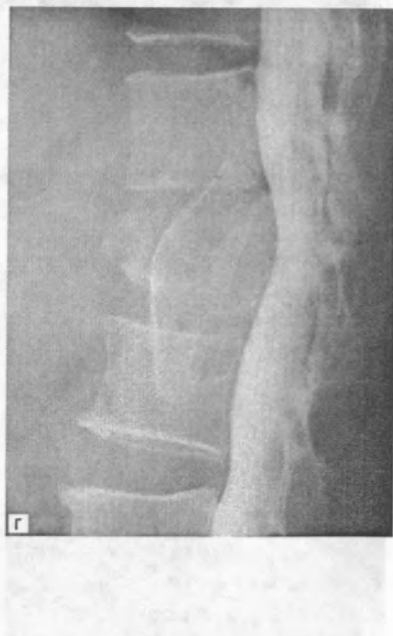
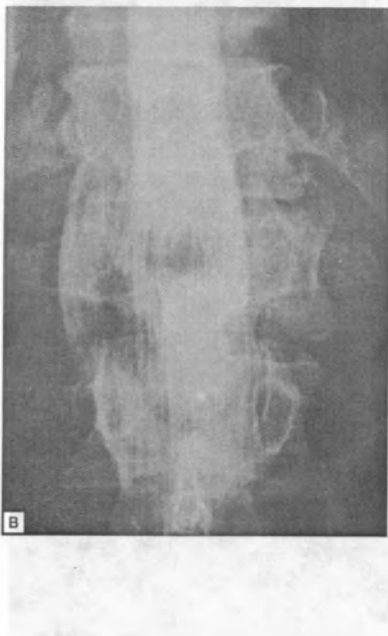
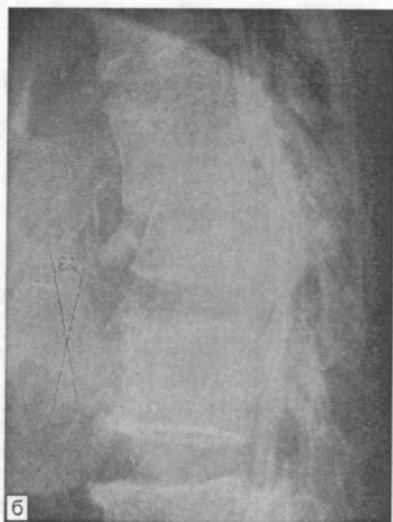
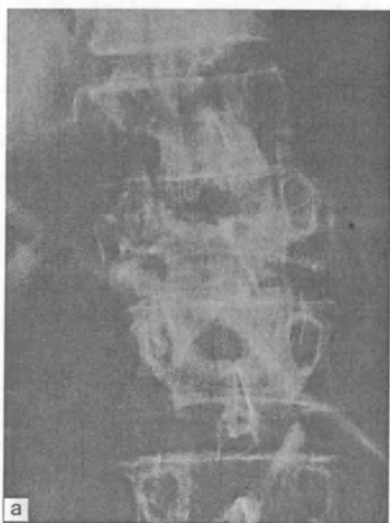


69. МР-томограммы больной Б-ой при поступлении.



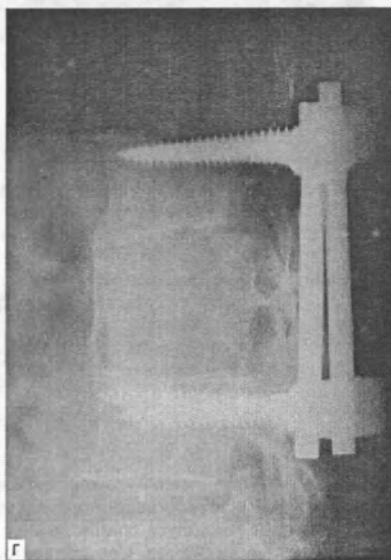
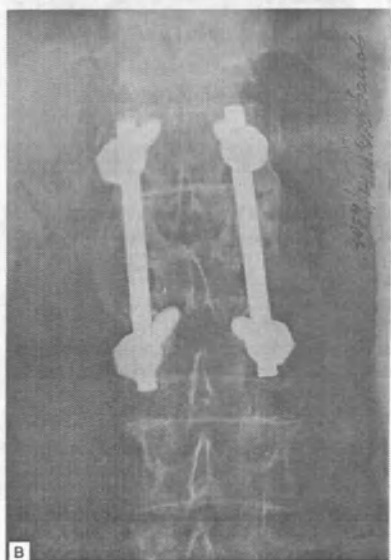
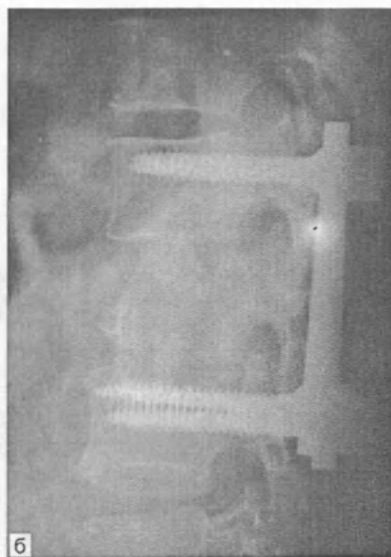
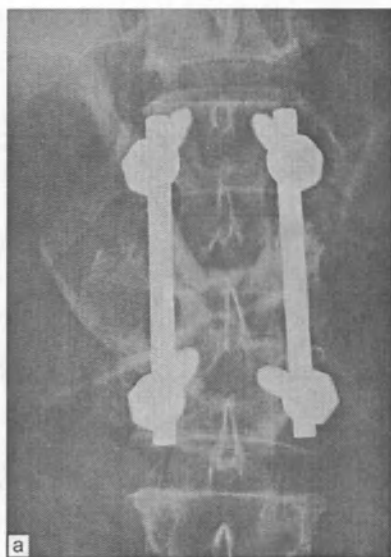
70. Спондилограммы больной Б-ой через месяц (а, б) и через 5 лет (в, г) после лечения.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



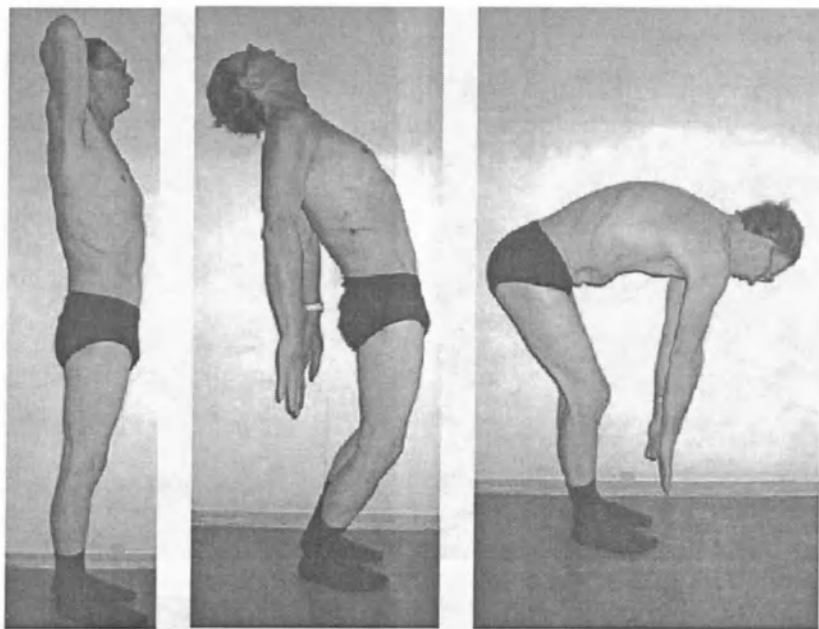
71. Спондиломиелограммы больного Сел-ва при поступлении (а, б) и после вентрального вмешательства (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



72. Спондилограммы больного Сел-ва после остеосинтеза (а, б) и спондиломиелограммы через год после лечения (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.

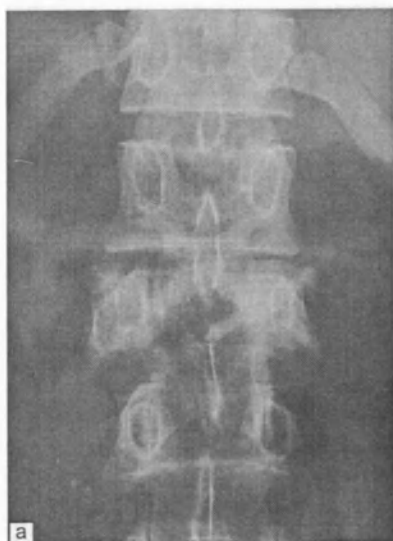


73. Фотография больного Сел-ва через 2 года после лечения.

определяется крупнооскольчатый перелом тела и дуги позвонка L_{II} с выхождением фрагментов в позвоночный канал и его сужением до 80% (рис. 75).

Выполнено двухэтапное оперативное лечение. Первым этапом — декомпрессивная ламинэктомия, резекция задней части тела позвонка L_{II}, менингоградикуломиеллиз, пластика твердой мозговой оболочки, внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез на протяжении позвонков L_I—L_{III} (рис. 76, а, б). На миелограммах после операции при устраненной компрессии дурального мешка, но уже развившемся рубцово-спаечном процессе определяется восстановление формы дурального мешка и частичная проходимость ликворосодержащих пространств (рис. 76, в, г). Через 3 нед вторым этапом выполнен двухсегментарный блокирующий корпородез L_I—L_{III} аутокостью (рис. 77). Восстановительный период сопровождался восстановлением опорно-двигательной функции позвоночника и полным регрессом неврологических расстройств.

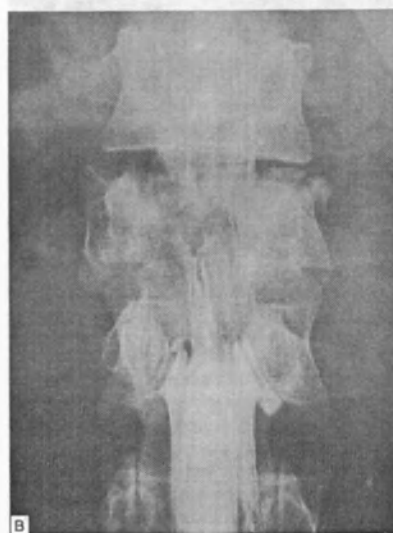
Е-ин поступил с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, поздний период, нестабильный компрессионно-оскольчатый перелом тела позвонка L_I, ушиб, сдавление конуса и эпиконуса спинного мозга, нижний глубокий парапарез, нарушение функций тазовых органов. Состояние после оперативного лечения — декомпрессивной ламинэктомии позвонков Th_{XII} и L_I, ревизии спинного мозга с пластикой ТМО, внутреннего остеосинтеза позвоночника стержнями и проволокой за дуги и остистые отростки позвонков Th_{XI}—XII, L_{II} и L_{III}. Миелография выявила деформацию дурального мешка, частичную блокаду передних камер субарахноидальных пространств на уровне поврежденного позвонка и дефект наполнения (рис. 78). На компьютерных томограммах определяется ламинэктомический дефект, компрессионно-оскольчатый перелом тела позвонка L_I со смещением свободного срединного фрагмента кости



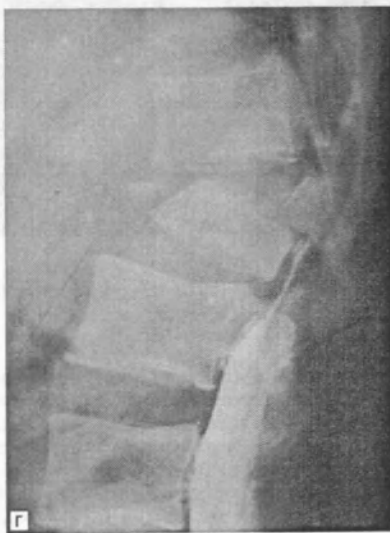
а



б



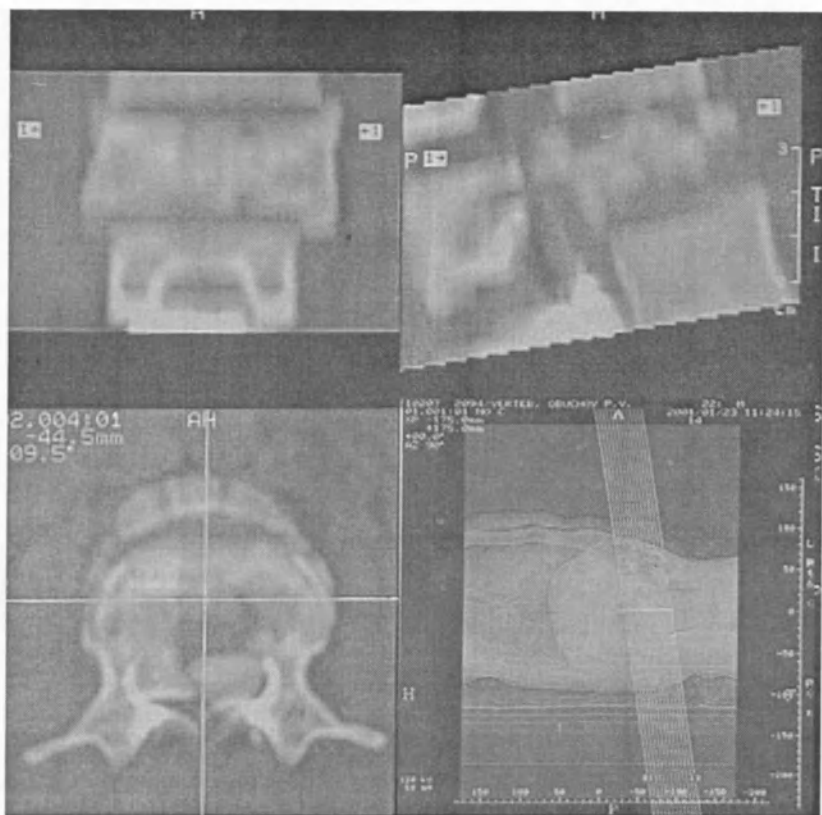
в



г

74. Спондилограммы (а, б) и спондилмиелограммы (в, г) больного Об-ва при поступлении.

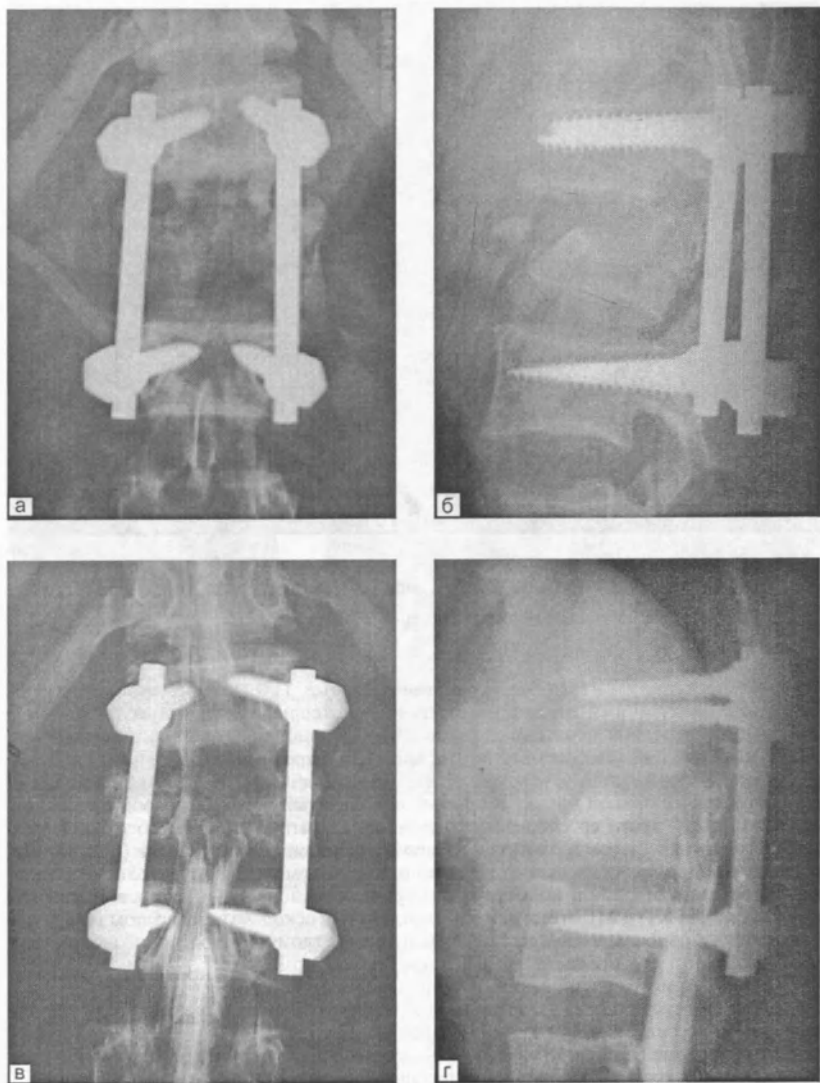
а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



75. КТ больного Об-ва при поступлении.

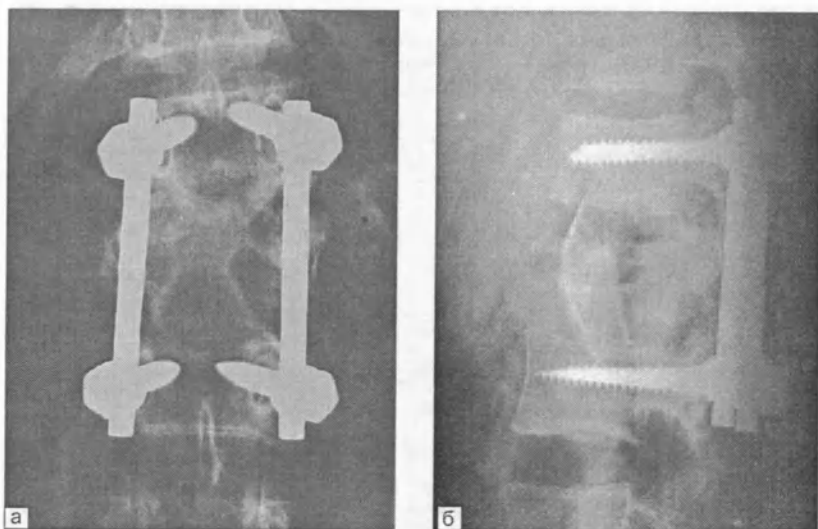
размером 1,1х1,4х1 см в просвет позвоночного канала с грубой компрессией дурального мешка и дефицитом позвоночного канала на 60% (рис. 79).

Больному выполнено двухэтапное хирургическое лечение: передняя декомпрессия дурального мешка с дискэктомией сегмента Th₁₂—L₁, резекцией задней части тела позвонка L₁ и корпородез позвонков Th₁₂—L₁ аутооттрансплантатами. Через 12 дней вторым этапом удалены металлические стержни и проволока, осуществлены реламинэктомия позвонков L₁ и Th₁₂, менингоградикуломиелоз и внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез на протяжении позвонков Th₁₂—L₁ (рис. 80). Послеоперационный период — без осложнений. В результате лечения достигнуто улучшение общего состояния больного, получен значительный регресс неврологической симптоматики — восстановление активных движений в нижних конечностях и функций тазовых органов. При контрольном обследовании через год предъявлял жалобы на слабость в ногах, больше в правой, и неуверенность при ходьбе. Подтверждена инвалидность, но, несмотря на это, больной работает по специальности управляющим, водит автомобиль, может пройти без отдыха и трости до 2 км.



76. Спондилограммы (а, б) и спондилмиелограммы (в, г) больного Об-ва после остеосинтеза позвоночника.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



77. Спондилограммы больного Об-ва после вентрального вмешательства.
а — прямая проекция; б — боковая проекция.

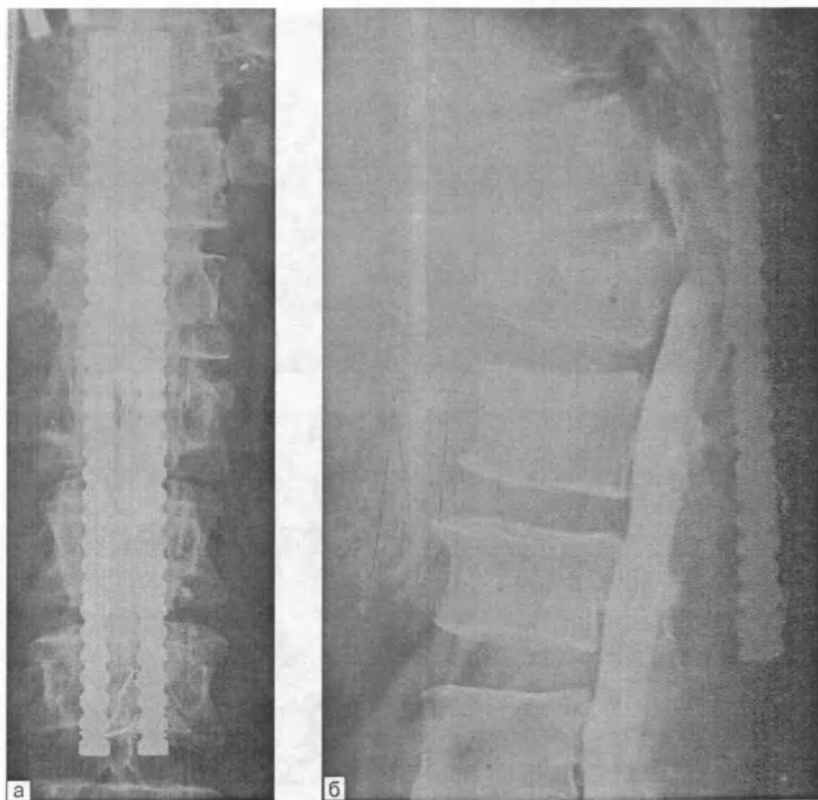
У-ва поступила с диагнозом: сочетанная травма. Позвоночно-спинномозговая травма, промежуточный период, компрессионно-оскольчатый перелом тела и дуги позвонка L₁, передний подвывих позвонка Th₁₂, ушиб, сдавление спинного мозга, нарушение функций тазовых органов, нижний парапарез, пролежень крестцовой области. Тупая травма живота, разрыв печени, внутрибрюшное кровотечение, субкапсулярная гематома правой почки. Закрытый оскольчатый перелом правой бедренной кости в средней трети со смещением отломков, закрытый перелом обеих лодыжек правой голени и перелом пяточной кости со смещением. Шок II степени (рис. 81). До перевода в нейрохирургическое отделение по скорой помощи были выполнены операции на органах брюшной полости и в отсроченном порядке — на правой нижней конечности. На КТ- и МР-томограммах определяется оскольчатый перелом тела, дуги и поперечных отростков позвонка L₁ со смещением отломков в просвет позвоночного канала, дефицит его просвета на 70%, циркулярная компрессия дурального мешка, ушиб спинного мозга и нарушение ликвородинамики (рис. 82).

Больной осуществлено двухэтапное оперативное лечение. Первым этапом выполнена декомпрессивная ламинэктомия позвонков Th₁₂ и L₁, клиновидная вертебрэктомия L₁ с передней декомпрессией дурального мешка, внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез на протяжении позвонков Th₁₂ и L₁ (рис. 83, а, б).

Через месяц вторым этапом выполнена резекция тела позвонка L₁ и дискэктомия смежных сегментов, блокирующий корпородез позвонков Th₁₂—L₁ аутоотрансплантатом (рис. 83, в, г).

Послеоперационные периоды протекали без осложнений, заживление ран первичное.

В результате лечения достигнут значительный регресс неврологических нарушений — функции тазовых органов восстановились полностью, пролежень зажил, значительно выросли сила и амплитуда активных движений в конечностях. Больная ходит с тростью.

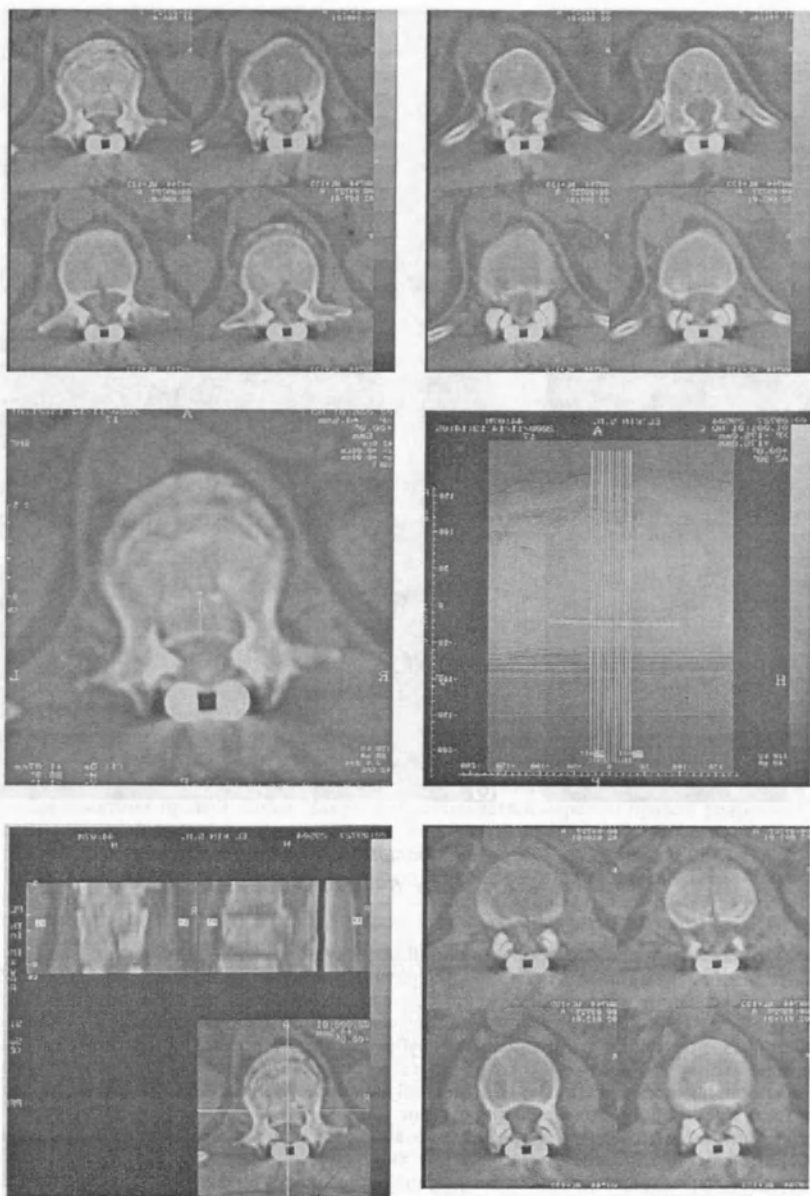


78. Спондиломиелограммы больного Е-на при поступлении.

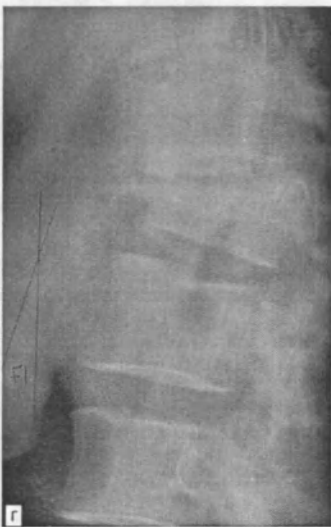
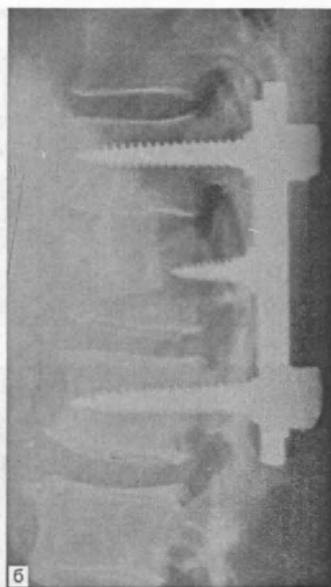
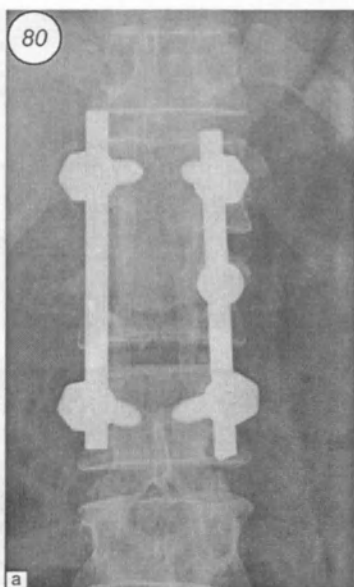
а — прямая проекция; б — боковая проекция.

Б-ва, получившая позвоночно-спинномозговую травму пять лет назад, была госпитализирована в клинику после неоднократных оперативных вмешательств. Диагноз при поступлении: несросшийся нестабильный оскольчатый перелом позвонка LIII, кифосколиоз 90°, ламинэктомический дефект на протяжении позвонков LI—LIII с наличием проволоки в его просвете, грубое сдавление корешков конского хвоста, слипчивый арахноидит конского хвоста и его корешков, синдром частичного нарушения проводимости спинного мозга, нижний парапарез, полная блокада ликворосодержащих пространств, болевой синдром (рис. 84).

Учитывая сложную деформацию позвоночника и неврологические нарушения, больной было выполнено трехэтапное хирургическое лечение. На первом этапе осуществлен закрытый транспедикулярный остеосинтез позвоночника устройством Уральского НИИТО на протяжении позвонков ThXII—LIII с постепенной репозицией поврежденного отдела в течение 3 нед (рис. 85—86). Все это время пациентка ходила и обслуживала себя. На первом этапе удалось практически полностью устранить трехплоскостную деформацию позвоночника. Произошел частичный регресс неврологических расстройств, что проявилось восстановлением чувствительно-



79. Компьютерные томограммы большого Е-на при поступлении.



80. Спондилограммы больного Е-на после лечения.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.

81. Спондилограммы больной У-вой при поступлении.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.



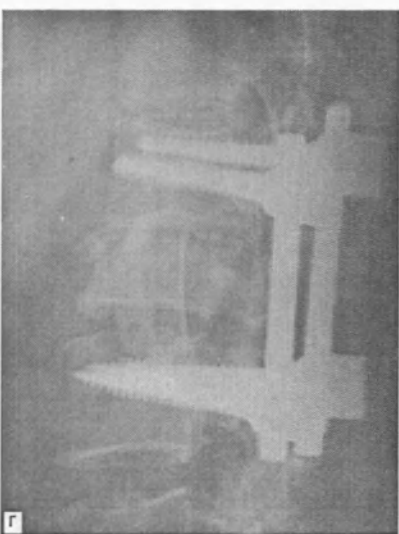
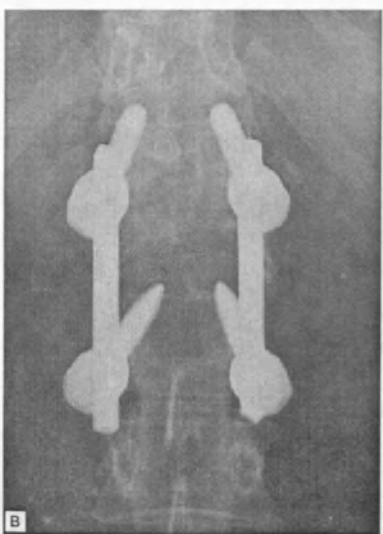
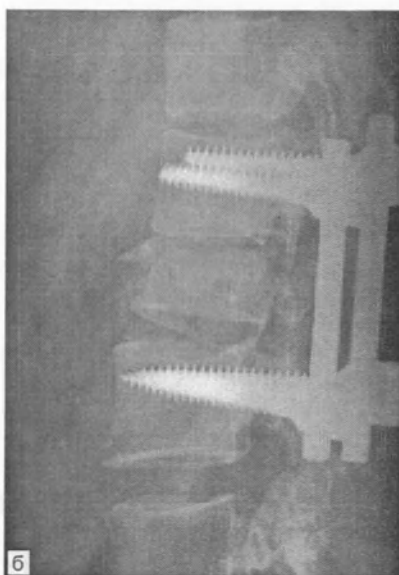
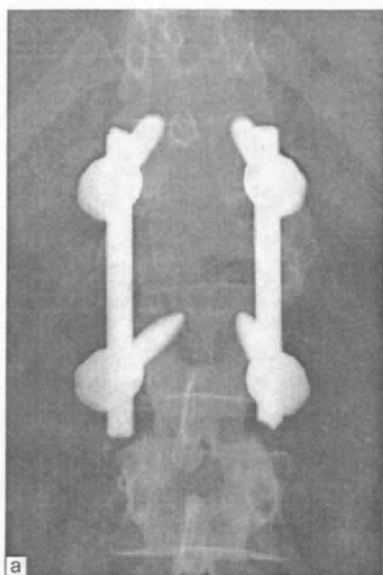
82. МР- и компьютерные томограммы больной У-вой при поступлении.

сти в стопах, нарастанием силы в нижних конечностях и исчезновением болевого синдрома.

Вторым этапом был выполнен корпородез позвонков L_I—L_{III} аутотрансплантами в условиях фиксации позвоночника устройством для транспедикулярного остеосинтеза с внешними опорами, что позволило практически полностью устранить деформацию поврежденного отдела (рис. 87, а, б). Через 7 сут после вентрального вмешательства был выполнен последний этап — замена устройства с внешними опорами на внутреннюю систему с установкой винтов в позвонки Th_{xII}, L_I, L_{III} и L_{IV} (рис. 87, в, г, 88). Ревизия содержимого позвоночного канала не проводилась (рис. 89, а, б). Устройство удалено через 2 года после лечения.

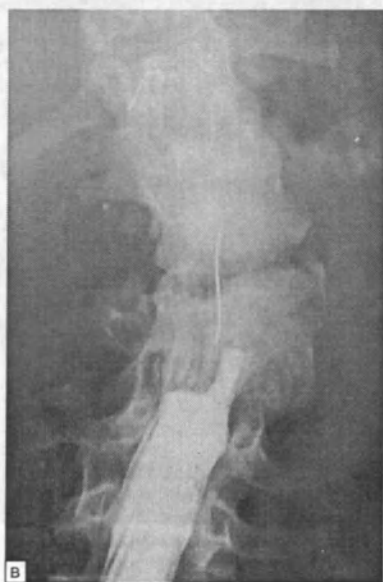
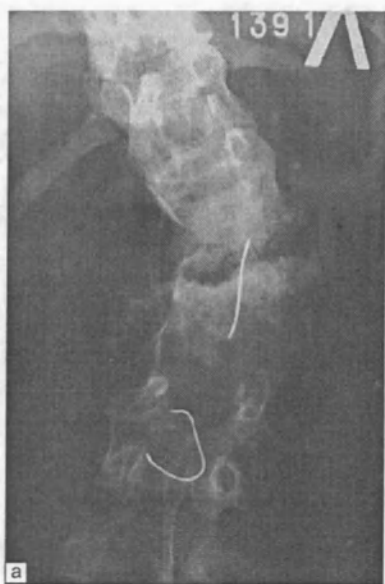
В результате лечения сформировался опорный костный межтеловой блок позвонков L_I—L_{IV} с кифозом 20° (рис. 89, в, г). Полный регресс неврологических расстройств, больная «выросла» на 10 см.

Л-хт поступила с диагнозом: последствия позвоночно-спинномозговой травмы, поздний период, компрессионно-оскольчатый перелом тела позвонка L_{II}, радикулоишемия L₄ и L₅ слева, болевой синдром. Состояние после операций на вентральном и дорсальном отделах позвоночника.



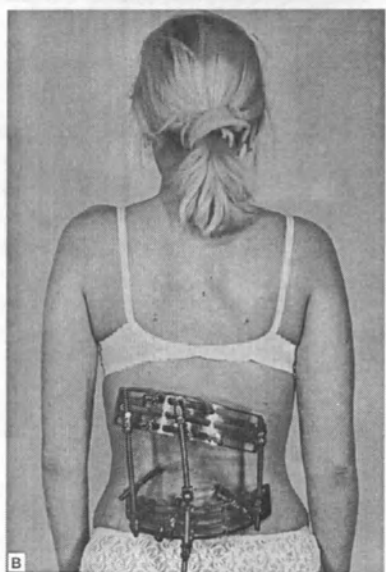
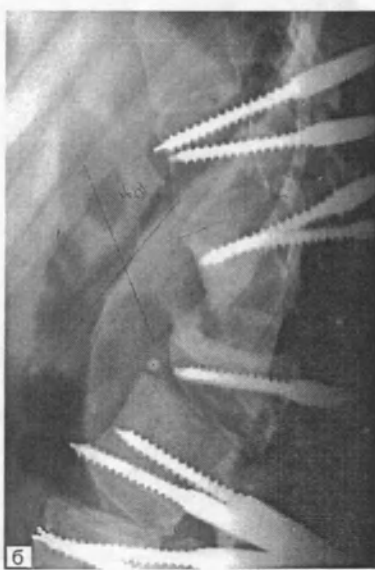
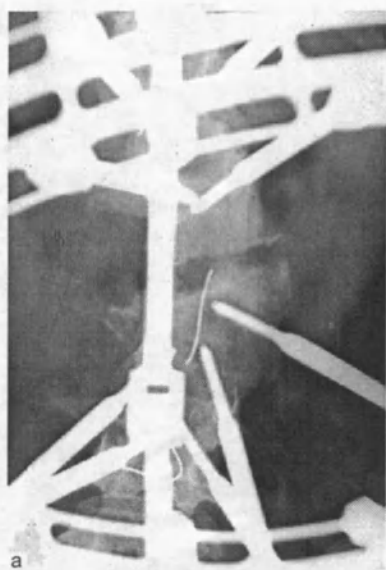
83. Спондилограммы больной У-вой после первого (а, б) и после второго (в, г) этапа хирургического лечения.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



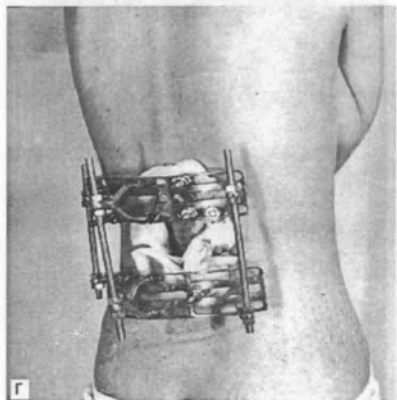
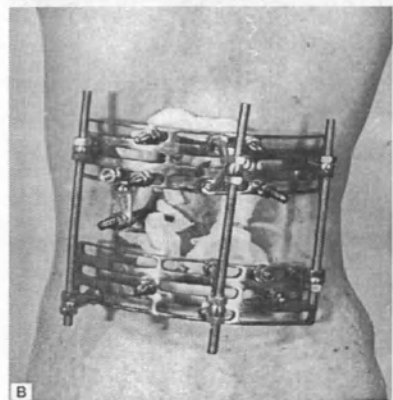
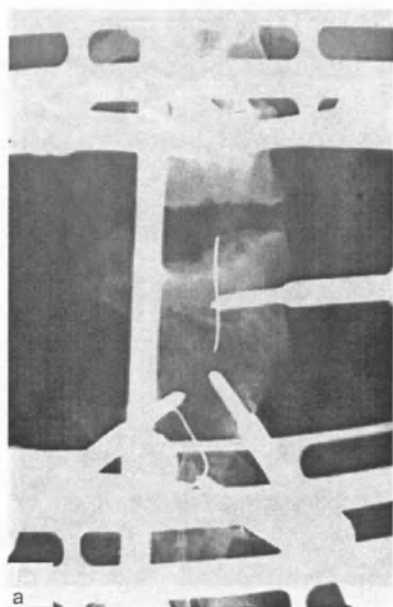
84. Спондилограммы (а, б) и спондилмиелограммы (в, г) больной Б-ой при поступлении.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.

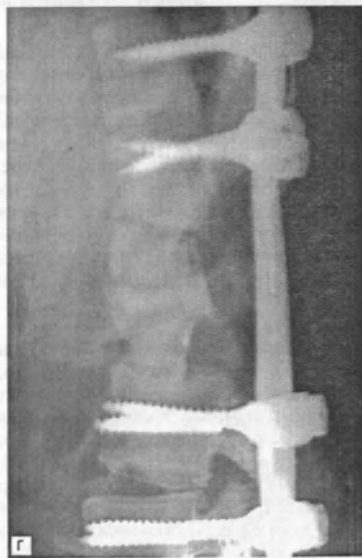
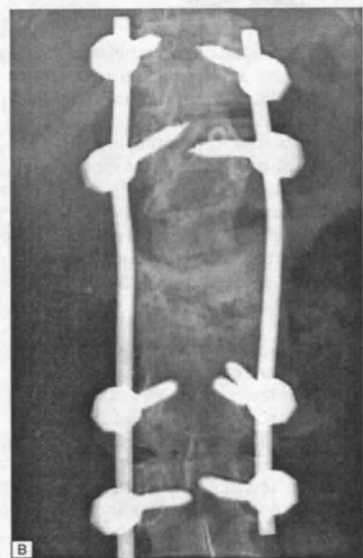
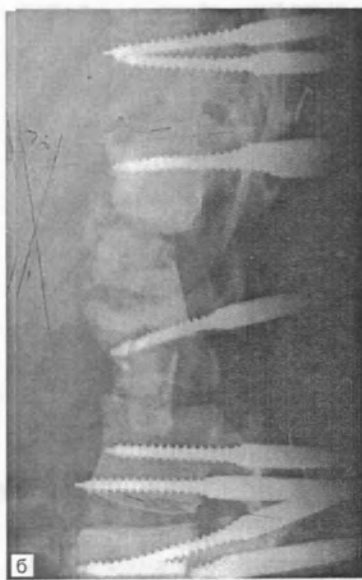
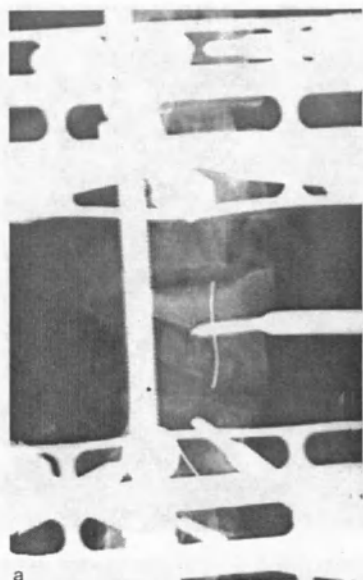


85. Спондилограммы (а, б) и фотографии (в—г) больной Б-ой через сутки после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника устройством с внешними опорами.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.



86. Спондилограммы (а, б) и фотографии (в, г) больной Б-ой по окончании репозиции позвоночника устройством с внешними опорами.
а — прямая проекция; б — боковая проекция.



87. Спондилограммы больной Б-ой через 3 сут после корпородеза (а, б) и через неделю после удаления устройства с внешними опорами и внутреннего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.

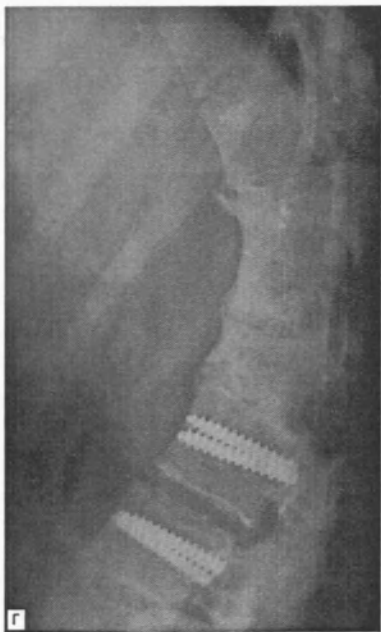
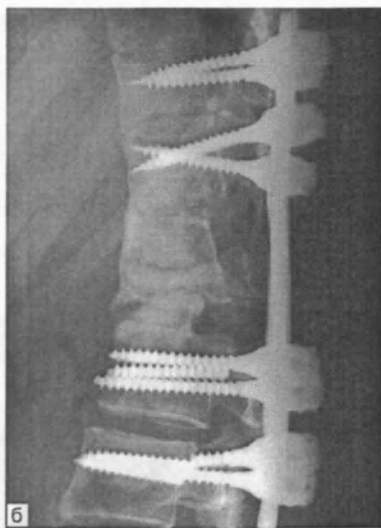
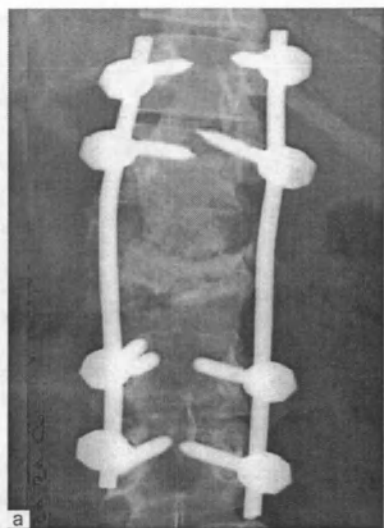


88. Фотографии больной Б-ой через неделю после внутреннего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника.

На исходных спондиломиелограммах определяется ламинэктомический дефект позвонка L₁, несостоятельность переднего спондилостома аутотрансплантатом, вывих металлоконструкции Харрингтона, грубая кифотическая деформация поясничного отдела позвоночника 30°, блок ликворосодержащих пространств (рис. 90, а, б). Было выполнено одноэтапное лечение — удаление дистракторов Харрингтона, внутренний репозиционно-стабилизирующий транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков Th₁₂—L₁ 8-винтовым устройством. Достигнута полная репозиция оперированного отдела позвоночника. В послеоперационном периоде — восстановление опороспособности позвоночника, регресс радикулоишемии. На контрольных спондилограммах через год после остеосинтеза позвоночника: остеосинтез стабилен, формируется межтеловой костный блок (рис. 90, в, г). Больная трудоспособна (рис. 91).

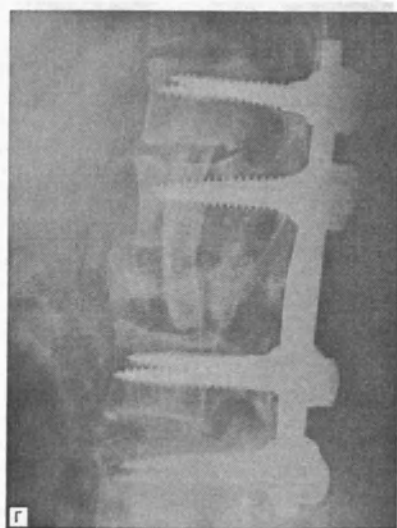
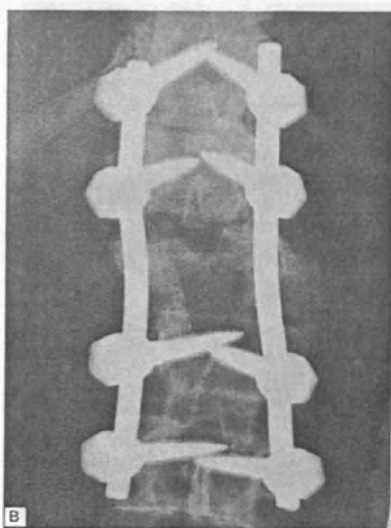
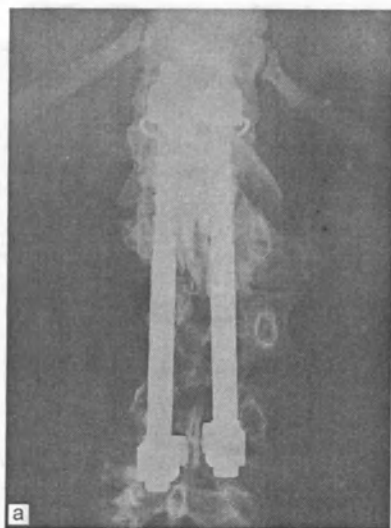
С-ник поступил с диагнозом: последствия позвоночно-спинномозговой травмы давностью 10 лет, переломовывихов позвонка L₁, ламинэктомический дефект позвонков L₁—L₁₁, грубая деформация поясничного отдела позвоночника, смещение тела позвонка L₁ в просвет позвоночного канала, кифоз сегмента 48°, левосторонняя дуга 15°, обызвествление передней продольной связки с формированием порочного фиброно-костного блока позвонков Th₁₂—L₁, нижний вялый парализ. болевой синдром (рис. 92).

Больному выполнено двухэтапное хирургическое лечение. На первом этапе — репозиционный транспедикулярный остеосинтез позвоночника с использованием внешних опор «Синтез» с разрывом блока позвонков и дозированной коррекцией посттравматической деформации позвоночника (рис. 93–94). Через 12 дней выполнен внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков ТххII—LIII (рис. 95, а, б). Учитывая плотный контакт позвонков L1—LII, решено от переднего спондилодеза отказаться. Послеоперационный период — без осложнений, отмечено улучшение общего состояния, значительный регресс неврологической симптоматики. Через год после лечения остеосинтез стабилен, формируется мактеловой костный блок оперированного отдела позвоночника (рис. 95, в, г). Больной трудоспособен.

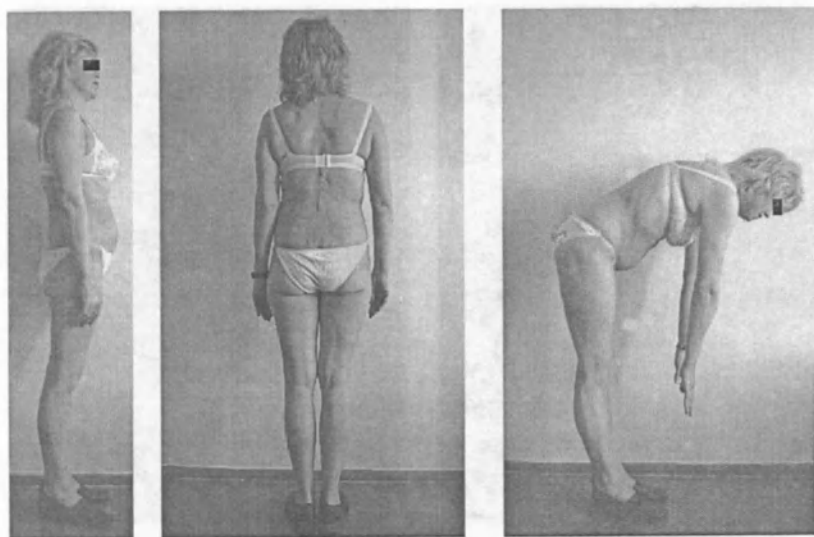


89. Спондилограммы больной Б-ой через год (а, б) и через 6 лет (в, г) после лечения.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



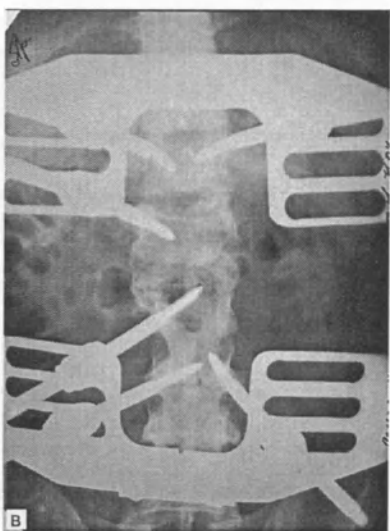
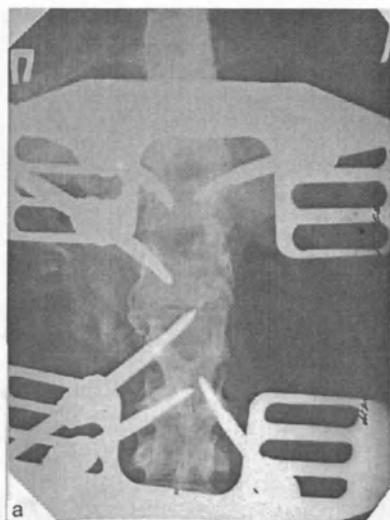
90. Спондиломиелограммы больной Л-т при поступлении (а, б) и спондилограммы через год после лечения (в, г).
а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



91. Фотографии больной Л-т через год после лечения.

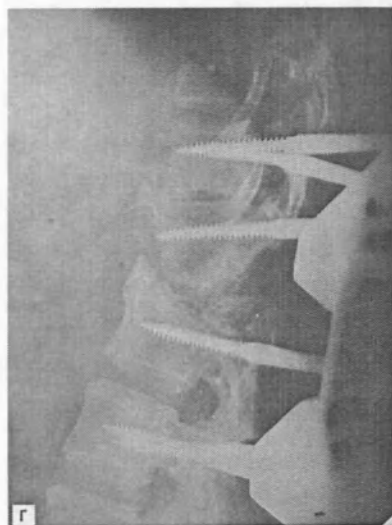
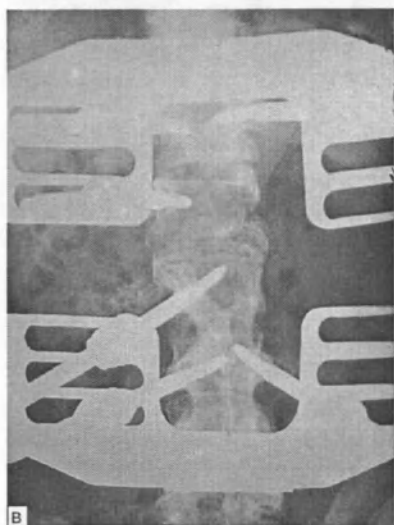


92. Спидилограммы больного С-ка при поступлении.
а — прямая проекция; б — боковая проекция.



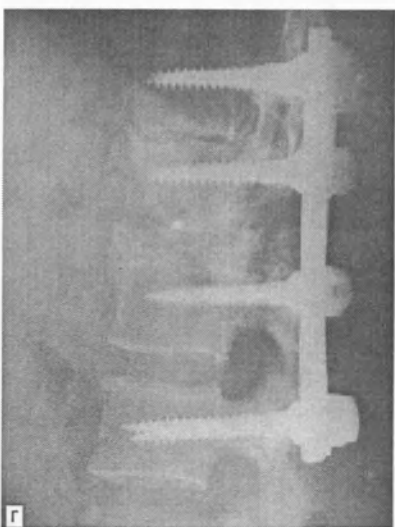
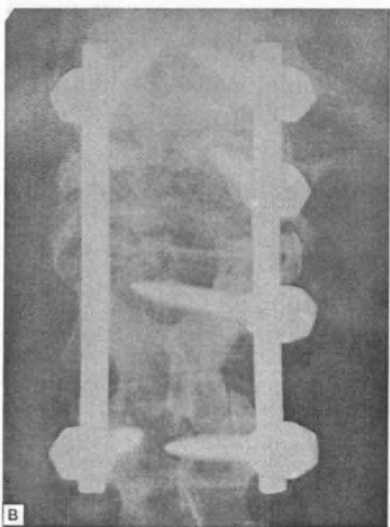
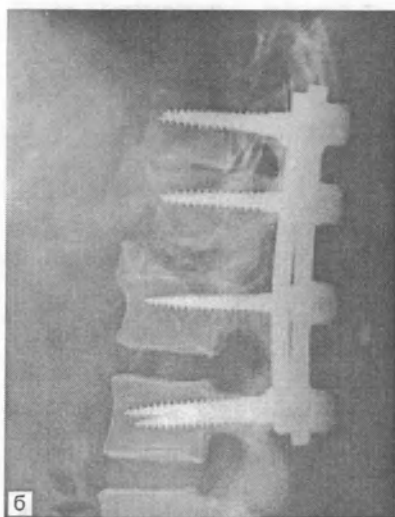
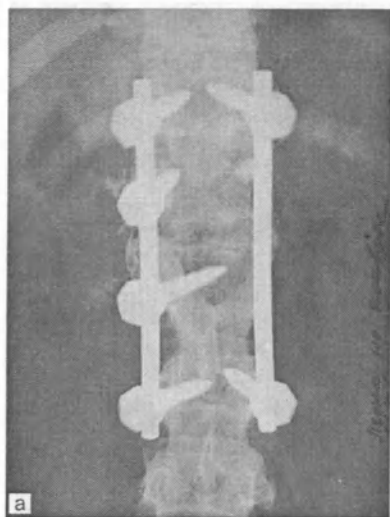
93. Спондилограммы больного С-ка в конце операции (а, б) и на 3-й день после коррекции деформации позвоночника устройством для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника с внешними опорами (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



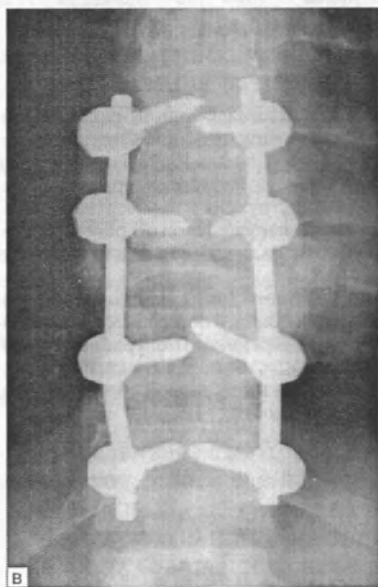
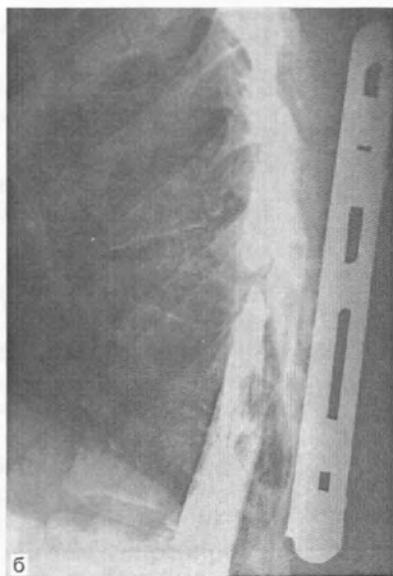
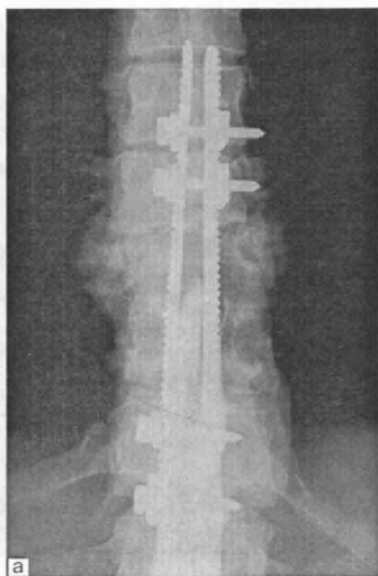
94. Спондилограммы больного С-ка через 7 дней (а, б) и в конце репозиции (в, г) при коррекции деформации позвоночника устройством для транспедикулярного остеосинтеза позвоночника с внешними опорами.

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



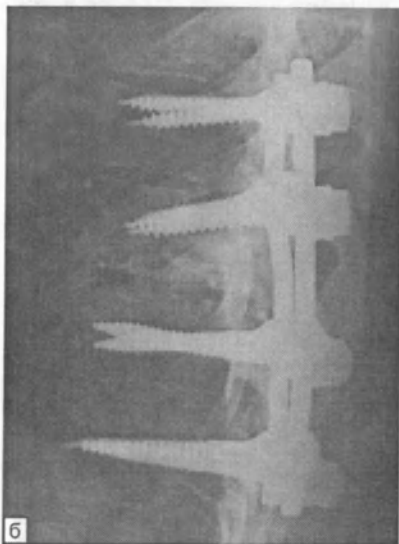
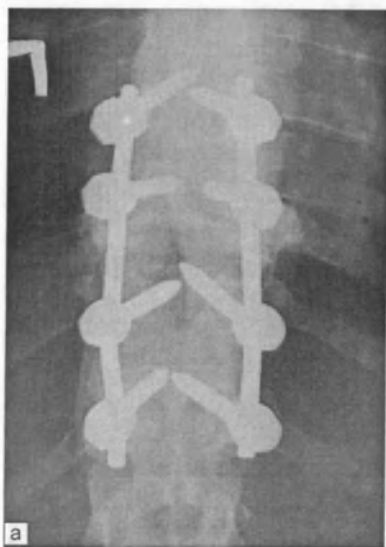
95. Спондилограммы больного С-на после внутреннего транспедикулярного остеосинтеза (а, б) и через год после лечения (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



96. Спондиломиелограммы больного П-ва при поступлении (а, б) и спондилограммы после хирургического лечения (в, г).

а, в — прямая проекция; б, г — боковая проекция.



97. Спондилограммы больного П-ва через 2 года после лечения.

а — прямая проекция; б — боковая проекция.

Пр-ов поступил с диагнозом: позвоночно-спинномозговая травма, ранний период, нестабильный перелом позвонка Thx₁, передний вывих позвонка Thx, кифоз поврежденного отдела 25°, дефицит просвета позвоночного канала 100%, ламинэктомия на протяжении позвонков Thx₁ и Thx, полная блокада ликворосодержащих пространств на уровне повреждения, сборная металлоконструкция в паравerteбральной области, перерыв спинного мозга, синдром полного нарушения его проводимости, цистостома, пролежень крестцовой области, несостоятельность фиксации позвоночника (рис. 96, а, б).

Выполнено удаление металлоконструкции, реламинэктомия, клиновидная вертебрэктомия позвонка Thx и внутренний транспедикулярный остеосинтез позвоночника на протяжении позвонков Thviii—xii (рис. 96, в, г). В результате операции получен опорный позвоночник (рис. 97). Цистостома закрыта, выработан автоматизм мочевого пузыря, купирован спастический синдром; пролежень в крестцовой области зажил, значительно регрессировали расстройства чувствительности.

ВЕДЕНИЕ БОЛЬНЫХ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ И ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДАХ

Ведение больных после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при его повреждениях в послеоперационном и отдаленном периодах зависело от того, какой остеосинтез выполнялся — внутренний или с внешними опорами — и в какой очередности — до или после вмешательств на вентральном отделе позвоночника.

При внутреннем транспедикулярном остеосинтезе в ранние сроки после операции основное внимание уделялось функционированию дренажей и заживлению раны. Дренажи раны спины в первые сутки после операции функционировали под постоянным отрицательным давлением в 0,2 атм, создаваемым электроотсосом или устройством для дренирования раны. Длительность активного дренирования составляла, как правило, сутки. Более продолжительное активное дренирование раны выполняли крайне редко и только у больных, которым до остеосинтеза уже выполнялись операции на заднем отделе позвоночника с образованием в области этих операций выраженных рубцовых изменений мягких тканей. Показанием для прекращения активного дренирования послеоперационной раны являлось прекращение кровопотери по дренажам.

Удаление дренажей осуществляли в определенной последовательности. При отсутствии выделения крови по дренажам последние укорачивали до 3—5 см от выхода их из кожи и помещали в повязку. Пассивное дренирование послеоперационной раны в повязку продолжалось еще 1—2 сут. Окончательное удаление дренажей производили после полного прекращения оттока по ним сукровичного содержимого. Перевязки раны осуществляли ежедневно с использованием растворов антисептиков. Швы снимали через один не ранее 10 сут после операции. Остальные швы удаляли в последующие 2—3 сут.

После операции до снятия швов больным назначали охранительный режим, обеспечивающий первичное заживление раны. Этот режим заключался в свободном поведении больных в постели, подъеме туловища изменением верхней части кровати до 40—60°, активном занятии ЛФК, проведении кинезотерапии, массажа туловища и конечностей. При отсутствии у больных глубоких парезов им разрешалось уже на 3—5-е сутки после операции подниматься на ноги с последующим расширением активного режима под контролем физиотерапевта и инструктора ЛФК.

Послеоперационный режим у больных, которым кроме внутреннего транспедикулярного остеосинтеза выполнялась операция на ventральном отделе позвоночника, определялся заживлением раны на брюшной стенке или на груди и характером неврологических расстройств. И в этом случае в послеоперационном периоде все было направлено на скорейшее восстановление активности больных.

Ведение в послеоперационном периоде больных, которым выполнялся транспедикулярный остеосинтез с использованием внешних опор, имело свои особенности, которые определялись наличием отверстий в кровати и поролоновом матрасе для устройства и выраженностью неврологических расстройств.

Выраженность неврологических расстройств оказывала определяющее влияние на активность больных в послеоперационном периоде. При отсутствии неврологических расстройств или при частичных неврологических нарушениях после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника устройством с внешними опорами ограничений в режиме больных не было. Пролеченные пациенты с помощью медицинского персонала обучались укладыванию на кровать, сидению и подъему на ноги. С помощью инструктора ЛФК больные поднимались на ноги и с помощью вспомогательных средств опоры или без них начинали ходить уже на 3—4-е сутки после операции.

При выраженных неврологических расстройствах, не позволяющих больным активно обслуживать себя и вынужденным на время репозиции позвоночника устройством с внешними опорами находиться в кровати, медицинский персонал осуществлял периодическое переворачивание больных, помощь в физиологических отправлениях, санитарно-гигиенический уход за кожей спины.

В сроки до двух лет после транспедикулярного остеосинтеза позвоночника очень важно выполнять все рекомендации, касающиеся ограничений нагрузок на позвоночник. Срок до 2 мес после операции является наиболее ответственным по той причине, что именно в это время происходит активное «вживление» устройства в организм больного, определяющее всю последующую стабильность в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство». Поэтому до 2 мес после операции больным рекомендовали ношение съемных корсетов, запрещали сидеть и требовали исключения изгибающих нагрузок (наклона) на позвоночник. В эти сроки категорически не рекомендовали массаж туловища и ЛФК на позвоночник, а также подъем и ношение тяжестей. Больным объясняли также необходимость обращения к травматологу-ортопеду или нейрохирургу по месту жительства при появлении любых жалоб со стороны оперированного отдела позвоночника.

Через 2 мес после остеосинтеза с учетом данных спондилограмм оперированного отдела позвоночника, состояния мышечного корсета туловища и неврологической картины определяли целесообразность дальнейшей активизации больных. Исходя из того, что к 2—6 мес после остеосинтеза формируется новый стереотип опороспособности оперированного отдела позвоночника, который позволяет ему выдерживать значительные нагрузки, уже в эти сроки снимали многие ограничения по режиму поведения и работы больных.

По данным контрольных спондилограмм, через 6, 12 мес и 2 года после хирургического лечения, после восстановления опорно-двигательной функции позвоночника, динамики неврологических проявлений и других факторов у большинства больных снимали практически все ограничения нагрузки на позвоночник, разрешали выход на работу в условиях облегченного труда или на прежнее рабочее место.

В послеоперационном периоде важным является вопрос о сроках фиксации позвоночника внешним и внутренним транспедикулярным устройством. Сроки транспедикулярного остеосинтеза позвоночника устройством с внешними опорами определялись достижением репозиции. При внешнем остеосинтезе всегда стремились к максимальному сокращению времени фиксации, так как при переводе внешнего устройства на внутреннее значительное воспаление мягких тканей в местах выхода стержней из кожи при длительном внешнем остеосинтезе может явиться противопоказанием для последующего внутреннего остеосинтеза.

Длительность внутреннего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника определяется консолидацией расправленного тела позвонка или формированием опорного межтелового костного блока. Если после внутреннего транспедикулярного остеосинтеза не выполняли передний спондилодез, то после консолидации поврежденного тела или тел позвонков и восстановления опороспособности вентрального отдела позвоночника конструкция подлежала удалению. Удаление аппарата желательно осуществлять через 2—3 года после остеосинтеза.

Устройство удаляли также в том случае, если при состоявшемся корпоротомии аппарат фиксировал здоровые ПДС, смежные с вентральным блоком, так как его оставление на больший срок могло привести к перелому соединительных штанг или винтов.

Если же устройство фиксировало заблокированные позвонки и находилось при этом в состоявшемся блоке, то его удаление было необязательным, так как имплантированные изделия безопасны для организма человека и могут находиться в теле больного пожизненно.

ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПОЗВОНОЧНИКА

Осложнения, возникающие вследствие различных ошибок при лечении больных с нестабильными переломами позвоночника, могут существенно утяжелить патологический процесс, особенно при вовлечении в процесс поврежденного спинного мозга. Данное обстоятельство подчеркивает значимость изучения и детального знания причин, приводящих к осложнениям, возникающим при транспедикулярном остеосинтезе как у пациентов с неосложненными нестабильными переломами позвоночника, так и у пострадавших с позвоночно-спинномозговой травмой, так как это позволяет определять мероприятия по предупреждению осложнений, а при их возникновении по своевременному лечению.

Для изучения ошибок и осложнений, имевших место при транспедикулярном остеосинтезе позвоночника, был проведен ретроспективный анализ историй болезней, данных лучевого и МРТ-исследования в динамике у 300 больных с различными повреждениями грудного, груднопоясничного и поясничного отделов позвоночника, которым на одном из этапов лечения выполнялся транспедикулярный остеосинтез позвоночника.

При транспедикулярном остеосинтезе позвоночника различали тактические и технические ошибки, которые привели к тем или иным осложнениям [Усиков В.В., Усиков В.Д., 2003, 2006; Усиков В.Д., Усиков В.В., 2003].

Тактическими ошибками были:

- 1) отступление от биомеханически обоснованной компоновки устройства;
- 2) недооценка плотности фиксируемых позвонков;
- 3) отсрочка или отказ от вентрального спондилодеза после внутреннего транспедикулярного остеосинтеза при наличии показаний для корпородеза.

Отступление от биомеханически обоснованной компоновки устройства включало в себя недооценку характера повреждения костно-связочных структур позвоночника, использование меньшего числа транспедикулярных винтов, неправильное определение уровня фиксации и осуществление необоснованной фиксации здоровых смежных ПДС. В большинстве случаев сочетание указанных недостатков при компоновке транспедикулярного устройства привело к миграции винтов, их вырыванию из позвонков или перелому конструкции.

При транспедикулярном остеосинтезе трансформированного позвоночника большое значение имела плотность фиксируемых

позвонков, так как посттравматический, вследствие вынужденной адинамии, или сопутствующий остеопороз сопровождался в ряде случаев прорезыванием и миграцией транспедикулярных винтов.

Отсрочка или отказ по разным причинам от корпородеза при наличии показаний к нему после выполненного первым этапом репозиционно-стабилизирующего внутреннего транспедикулярного остеосинтеза поврежденного отдела позвоночника у больных с нестабильными переломами приводили к перегрузке транспедикулярного устройства и усталостному перелому винтов или соединительных штанг.

Необходимо подчеркнуть, что при нестабильных повреждениях позвоночника, сопровождающихся тяжелым разрушением позвонков и потерей опороспособности вентрального отдела, выполнение лишь репозиционно-стабилизирующего остеосинтеза с восстановлением правильных анатомических взаимоотношений в травмированном отделе является паллиативным мероприятием, так как без формирования в данной ситуации вентрального костного блока нельзя говорить об анатомо-функциональном восстановлении опорно-двигательной функции позвоночника. Более того, переоценка возможностей транспедикулярных систем при тяжелых нестабильных повреждениях позвоночника может только дискредитировать этот высокоэффективный метод лечения.

Техническими ошибками транспедикулярного остеосинтеза являлись:

- 1) установка винтов вне ножки дуг позвонков;
- 2) использование винтов с погружной частью, превышающей поперечные размеры ножек дуг позвонков;
- 3) недостаточная адаптация соединительных штанг к пазам головок винтов и задней поверхности дуг позвонков;
- 4) погрешности зашивания операционной раны.

Допущенные технические ошибки приводили, в свою очередь, к развитию следующих осложнений: повреждению дурального мешка или спинномозгового нерва, перелому ножек дуг позвонков, развинчиванию соединений устройства, нагноению операционной раны или развитию остеомиелита позвоночника и металлозу в области винтов и соединительных штанг.

Анализ технических ошибок транспедикулярного остеосинтеза позвоночника позволил выявить, что установка транспедикулярных винтов вне ножки дуг позвонков всегда являлась результатом неправильного выбора точки и направления введения винтов.

Использование винтов с погружной частью, которая имела диаметр больше минимального поперечного размера (верти-

кального или горизонтального) ножек дуг фиксируемых позвонков, даже при правильном введении винтов, приводило к перелому ножек дуг позвонков, а использование винтов с диаметром погружной части меньшего размера, чем поперечные размеры ножек дуг позвонков, снижало связь винтов с позвонками.

Недостаточно точная адаптация соединительных штанг к пазам головок винтов и поверхностное расположение головок винтов и штанг относительно позвонков снижало жесткость узлов соединения устройства и фиксирующий эффект всего аппарата.

Недостаточное закручивание гаек на головках винтов при фиксации в них соединительных штанг имело место в том случае, если штанги недостаточно точно моделировались к пазам головок винтов. Чаще эта ошибка была отмечена при использовании 6—8-винтовых устройств, когда даже незначительные, но допустимые отклонения в установке транспедикулярных винтов требовали тщательного моделирования и адаптации соединительных штанг к пазам головок винтов.

Травмирование мягких тканей и погрешности в зашивании операционной раны, недостаточное дренирование последней и небрежности в формировании углублений для головок винтов в мышцах спины приводили в послеоперационном периоде к развитию воспалительного процесса в ране и образованию сером в области головок винтов.

Использование в период освоения транспедикулярного устройства его составляющих из разнородных титановых сплавов приводило в редких случаях к развитию металлоза в области головок винтов или соединительных штанг.

Суммирование ошибок, имевших место при транспедикулярном остеосинтезе позвоночника у больных с нестабильными неосложненными и осложненными повреждениями позвоночника, представлено в табл. 8.

Как следует из табл. 8, всего у пролеченных больных было выявлено 43 ошибки, допущенных при выполнении транспедикулярного остеосинтеза позвоночника. Оказалось, что тактические и технические ошибки встречались одинаково часто.

Ошибки, допущенные при транспедикулярном остеосинтезе грудного, грудопоясничного и поясничного отделов позвоночника, привели к развитию различных осложнений (табл. 9).

Осложнений было больше, чем ошибок, так как у 3 больных было выявлено по 2 различных осложнения.

Наиболее частыми осложнениями после тактических ошибок были переломы винтов или соединительных штанг и миграция винтов с резорбцией костной ткани позвонков. При технических ошибках чаще встречались нагноение операцион-

Таблица 8

Ошибки транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, выявленные при лечении больных с повреждениями позвоночника и спинного мозга

Ошибки	Количество	
	Абс. число	%
<i>Тактические</i>		
Отступление от биомеханически обоснованной компоновки устройства	12	4,0
Недооценка плотности фиксируемых позвонков	4	1,3
Отсрочка или отказ от вентрального спондилодеза при наличии показаний к нему	6	2,0
<i>Технические</i>		
Установка винтов вне дуги позвонков	4	1,3
Использование винтов с погружной частью, превышающей поперечные размеры ножек дуг позвонков	3	1,0
Недостаточная адаптация соединительных штанг к головкам винтов и задней поверхности дуг позвонков	2	0,7
Погрешности зашивания операционной раны	9	3,0
Использование составляющих изделий устройства из разнородных титановых сплавов	3	1,0
Всего	43	14,3

Таблица 9

Осложнения, развившиеся после транспедикулярного остеосинтеза у больных с повреждениями позвоночника и спинного мозга

Осложнения	Количество	
	Абс. число	%
Миграция винтов с резорбцией костной ткани	9	3,0
Вырывание винтов из позвонков с порозной костью	2	0,7
Перелом винтов и соединительных штанг	12	4,0
Повреждение дурального мешка или спинномозгового нерва	4	1,3
Перелом ножки дуги позвонка	3	1,0
Раскручивание соединений устройства	4	1,3
Нагноение операционной раны, или развитие остеомиелита позвоночника	10	3,3
Металлоз в области головок винтов и штанг	3	1,0
Образование сером в области головок винтов	2	0,7
Всего	49	16,3

ной раны и развитие остеомиелита позвоночника и в равной степени повреждение дурального мешка и спинномозговых нервов, перелом ножек дуг позвонков, развинчивание резьбовых соединений устройства и металлоз в области головок винтов и штанг.

Результатом осложнений, развившихся после допущенных тактических ошибок, явилась потеря достигнутой на операции коррекции поврежденного отдела позвоночника у 15 оперированных, что потребовало реостеосинтеза у 7 больных. При этом развитие кифотической деформации имело место только у тех больных, которым вторым этапом по разным причинам не был выполнен вентральный спондилодез. Кроме того, было отмечено, что развитие послеоперационного кифоза напрямую зависело от величины не устраненной на операции деформации позвоночника.

При развитии воспалительного процесса потребовалось выполнение следующих операций: санация, проточное дренирование и глухое ведение раны спины (6), удаление транспедикулярного устройства, санация, проточное дренирование и глухое ведение раны спины (2), секвестрнекрэктомия позвоночника, зашивание раны с ее активным дренированием (2) и переустановка винтов с перемонтажом устройства при неправильном положении винтов.

Ошибок и осложнений, связанных с транспедикулярным остеосинтезом позвоночника с использованием устройства с внешними опорами, выявлено не было.

Все осложнения транспедикулярного остеосинтеза позвоночника, которые были выявлены при лечении больных с нестабильными повреждениями позвоночника и спинного мозга, повлияли в незначительной степени лишь на сроки нахождения больных в стационаре, но не на конечные результаты лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рост числа больных с нестабильными повреждениями позвоночника и спинного мозга в структуре общей травмы, высокий процент осложнений и неудовлетворительных результатов определяют актуальность проблемы их лечения. В настоящее время большинство хирургов сходятся в мнении, что только дифференцированная тактика хирургического лечения больных данной категории с учетом характера и тяжести травмы позвоночника и спинного мозга позволяет получить положительный результат лечения. Однако многообразие оперативных методов и применяемого инструментария указывает на отсутствие единого подхода и путей в достижении этого результата.

Транспедикулярный остеосинтез позвоночника зарекомендовал себя как высокоэффективный способ коррекции посттравматической деформации и надежной фиксации оперированного отдела в системе лечения различных повреждений и заболеваний позвоночника и широко применяется в клиниках всего мира. Анализ результатов лечения больных показывает, что использование данного метода при отсутствии надлежащей обоснованности сроков его применения в сочетании с другими способами хирургического лечения, недооценка и неправильное определение протяженности остеосинтеза и вариантов компоновки устройства приводят во многих случаях в послеоперационном периоде к развитию многих ошибок и осложнений, дискредитируя этот метод лечения.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что при моделировании нестабильного повреждения позвоночника с последующим транспедикулярным остеосинтезом поврежденного отдела 4-винтовой конструкцией на протяжении двух ПДС (наиболее часто используемый вариант компоновки устройства) показатели жесткости и упругости блока позвоночных сегментов в условиях остеосинтеза при вертикальных, сдвигающих, изгибающих и ротационных нагрузках были всегда ниже аналогичных показателей блоков из неповрежденных позвонков того же уровня.

Эксперименты и клиническая практика выявили общие закономерности и различия в динамике дестабилизации системы

«позвоночник — транспедикулярное устройство» при различных повреждениях позвоночника и спинного мозга. Было подтверждено, что стандартное применение в большинстве случаев 4-винтовой конструкции является недостаточным. Устойчивость данной системы, включающей в себя поврежденный отдел позвоночника и транспедикулярную конструкцию, может быть обеспечена лишь при полном учете показаний и противопоказаний для транспедикулярного остеосинтеза (внутреннего или внешнего), неукоснительном соблюдении принципов данного метода лечения и выполнении всех требований по его методике.

Углубленное изучение в эксперименте основ транспедикулярного остеосинтеза, разработка отечественного набора изделий и инструментов «Синтез», отвечающего самым высоким требованиям, предъявляемым к подобному инструментарию, обоснование управляемой аппаратной репозиции поврежденного отдела позвоночника с ремоделированием позвонков и формы позвоночного канала устройствами как для внутреннего, так и для внешнего транспедикулярного остеосинтеза, позволили с успехом применить и внедрить данную методику лечения во многих лечебных учреждениях Российской Федерации.

В системе лечения как больных с нестабильными повреждениями позвоночника, не осложненными травмой спинного мозга и его образований, так и пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой транспедикулярный остеосинтез по значимости занимает достойное место, и для эффективного его применения имеются все необходимые условия.

В ближайшей перспективе следует ожидать улучшения результатов лечения больных с различными повреждениями и заболеваниями позвоночника путем совместного применения наиболее передовых способов и современных средств лечения патологически измененного позвоночника, таких как транспедикулярный остеосинтез (внешний или внутренний), малоинвазивная хирургия на вентральном отделе позвоночника (мини-доступы и эндоскопическая техника), различные по составу и функциям имплантаты для межтелового соединения позвонков и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Афаунов А.А.* Стабильность травмированного позвоночника по отношению к изгибающим нагрузкам в условиях транспедикулярного остеосинтеза (экспериментальное исследование) / А.А.Афаунов, В.Д.Усиков, А.И.Афаунов, И.М.Дунаев // Вестник травматологии и ортопедии.— 2004.— № 3.— С. 23—29.
- Афаунов А.А.* Стабильность травмированного позвоночника в условиях транспедикулярного остеосинтеза по отношению к сдвигающим нагрузкам / А.А.Афаунов, В.Д.Усиков, А.И.Афаунов, И.М.Дунаев, А.А.Целещев // Кубанский научный медицинский вестник.— 2004.— № 5—6 (71—72).— С. 50—54.
- Афаунов А.А.* Изучение сравнительных показателей ротационной стабильности транспедикулярного остеосинтеза позвоночника в эксперименте / А.А.Афаунов, В.Д.Усиков, А.И.Афаунов, И.М.Дунаев, Н.С.Гаврюшенко, А.В.Мишагин, К.К.Тахмазян // Хирургия позвоночника.— 2005.— № 3.— С. 25—32.
- Афаунов А.А.* Сравнительная характеристика механической стабильности транспедикулярного остеосинтеза позвоночника / А.А.Афаунов, В.Д.Усиков, А.И.Афаунов, И.М.Дунаев // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации больных с заболеваниями и повреждениями позвоночника, спинного мозга и периферической нервной системы: Материалы Российской научно-практической конференции с международным участием.— Курган, 2005.— С. 29—30.
- Афаунов А.А.* Возможности транспедикулярного остеосинтеза позвоночника с позиции биомеханического моделирования / А.А.Афаунов, В.Д.Усиков, А.И.Афаунов, И.М.Дунаев // Хирургия позвоночника.— 2005.— № 2.— С. 13—19.
- Бабиченко Е.И.* Классификация острой травмы позвоночника, спинного мозга и конского хвоста / Е.И.Бабиченко // Вopr. нейрохир.— 1979.— № 4.— С. 3—8.
- Берснев В.П.* Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов / В.П.Берснев, Е.А.Давыдов, Е.Н.Кондаков.— СПб.: Спец. лит., 1998.— 368 с.
- Бурцев Е.М.* К проблемам заднего спондилодеза при позвоночно-спинномозговой травме / Е.М.Бурцев, Н.И.Коротков, А.К.Некрасов, О.С.Грабкин // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С. 21—22.
- Гольдберг Д.Г.* Закрытые повреждения позвоночника и спинного мозга / Д.Г.Гольдберг, И.Я.Раздольский.— Опыт советской медицины в годы Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.— М., 1952.— Т. 8.— С. 361—382.

- Горичев А.Н. Опыт хирургического лечения неосложненных повреждений шейного и груднопоясничного отделов позвоночника / А.Н.Горичев, Л.С.Попов, В.Ф.Сидоров.— Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности: Диагностика и лечение неосложненных переломов позвоночника.— М., 1983.— С. 149—154.
- Гребенюк В.И. О некоторых принципиальных вопросах лечения закрытых травм позвоночника и спинного мозга / В.И.Гребенюк // Труды Объединенной научной конференции нейротравматологов.— Л., 1965.— С. 14—18.
- Гребенюк В.И. Виды дистантных нарушений кровообращения спинного мозга при травмах позвоночника / В.И.Гребенюк // Вопр. нейрохир.— 1972.— № 4.— С. 28—33.
- Гребенюк В.И. Дистантные ишемические поражения спинного мозга при закрытых травмах позвоночника / В.И.Гребенюк // Руководство по нейротравматологии.— Ч. 2.— М., 1979.— С. 93—98.
- Давыдов Е.А. Восстановительные операции при последствиях травм позвоночника и спинного мозга: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е.А.Давыдов.— СПб., 1998.— 44 с.
- Дулаев А.К. Вопросы медико-социальной экспертизы у пострадавших с неосложненными переломами грудных и поясничных позвонков / А.К.Дулаев, К.А.Надулич, П.П.Ромашов и др. // Человек и его здоровье: Материалы конгресса.— СПб., 1998.— С. 166.
- Журавлев С.М. Статистика переломов позвоночника / С.М.Журавлев, П.Н.Новиков, К.А.Теодоридис, В.П.Дейкало // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С.129—130.
- Закревский Л.К. Консервативное лечение неосложненных компрессионных переломов позвонков в грудном и поясничном отделе / Л.К.Закревский, М.И.Попов // Профилактика травматизма и организация травматологической помощи в нефтяной и газовой промышленности: Диагностика и лечение неосложненных переломов позвоночника.— М., 1983.— С. 106—110.
- Кондаков Е.Н. Эпидемиология позвоночно-спинномозгового травматизма в Ленинградском регионе / Е.Н.Кондаков, З.М.Михельруд, Б.Ф.Ручкин // Эпидемиология травмы центральной нервной системы.— Л., 1989.— С. 95—103.
- Косинская Н.С. Рентгенологическая диагностика огнестрельных ранений и повреждений позвоночника и спинного мозга / Н.С.Косинская // Опыт советской медицины в годы Великой Отечественной войны 1941—1945 гг.— Т. 11.— М., 1952.— С. 138—153.
- Лавруков А.М. Чрескостный остеосинтез аппаратом внешней фиксации в лечении больных с повреждениями и заболеваниями позвоночника: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук / А.М.Лавруков.— Пермь, 1998.— 50 с.
- Лавруков А.М. Возможности внеочагового остеосинтеза у больных с повреждениями и заболеваниями позвоночника / А.М.Лавруков, Д.И.Глазырин, А.Б.Томилов // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С. 31—32.
- Луцик А.А. Алгоритм ошибок и осложнений при сдавлении спинного мозга / А.А.Луцик // Травма позвоночника и спинного мозга (опасности, ошибки, осложнения): Материалы симпозиума.— Новокузнецк, 1994.— С. 1—7.

- Рамих Э.А. Хирургические методы в комплексе лечения неосложненных повреждений позвоночника / Э.А.Рамих // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С. 44—45.
- Рерих В.В. Диагностика и результаты хирургического лечения компрессионных проникающих переломов тел грудных и поясничных позвонков / В.В.Рерих, Э.А.Рамих, А.В.Стрыгин, И.Ю.Паутов // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С. 45—46.
- Рожественский А.С. Хирургическое лечение изолированных нестабильных повреждений позвоночника: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / А.С.Рожественский.— СПб., 2000.— 22 с.
- Рожинский М.М. Основы травматологической реаниматологии / М.М.Рожинский, В.Н.Жижин, Г.Б.Катковский.— М.: Медицина, 1979.— 160 с.
- Салдун Г.П. Деформация спинномозгового канала, их классификация и принципы оперативного лечения / Г.П.Салдун // Травматол. и ортопед. России.— 1998.— № 3.— С. 38—41.
- Свенцицкий В.А. Оперативное лечение переломов позвоночника и сопутствующих им повреждений спинного мозга: Дис. ... д-ра мед. наук / В.А.Свенцицкий.— СПб., 1903.— 119 с.
- Синицин В.М. Реабилитация больных и инвалидов с неосложненными, стабильными компрессионными переломами тел позвонков / В.М.Синицин, А.В.Корниенко, Р.В.Росков // Человек и его здоровье: Материалы конгресса.— СПб., 1997.— С. 145.
- Смирнов Л.И. К патологической анатомии травматической болезни спинного мозга / Л.И.Смирнов // Вopr. нейрохир.— 1945.— Вып. 9, № 1.— С. 3—16.
- Соленый В.И. Проблемы стабилизации позвоночника / В.И.Соленый, В.В.Чемрисов // Хирургия позвоночника и спинного мозга.— Новокузнецк, 1995.— С. 232—237.
- Томилов А.Б. Лечение переломов нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника методом distractionного остеосинтеза внеочаговым аппаратом / А.Б.Томилов, А.М.Лавруков, Д.И.Глазырин // Гений ортопедии.— 1996.— № 2—3.— С. 114.
- Угрюмов В.М. Хирургия центральной нервной системы / В.М.Угрюмов.— Ч. 2.— Л.: Медицина, 1969.— С. 263.
- Усиков В.В. Осложнения внутреннего транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при лечении больных с позвоночно-спинномозговой травмой / В.В.Усиков, В.Д.Усиков // Человек и его здоровье, VIII Российский национальный конгресс: Материалы конгресса.— СПб., 2003.— С. 215—216.
- Усиков В.В. Ошибки и осложнения при лечении больных с нестабильными повреждениями позвоночника методом транспедикулярного остеосинтеза / В.В.Усиков, В.Д.Усиков // Травматол. и ортопед. России.— 2006.— № 1.— С. 51—57.
- Усиков В.Д. Стабильность травмированного позвоночника в условиях транспедикулярного остеосинтеза по отношению к вертикальным нагрузкам / В.Д.Усиков // Травматол. и ортопед. России.— 2004.— № 1.— С. 24—28.

- Усиков В.Д. Первичная инвалидность от изолированной травмы позвоночника в структуре повреждений опорно-двигательной системы по данным ВТЭК / В.В.Усиков, В.Д.Усиков // Плановые оперативные вмешательства в травматологии и ортопедии: Предоперационное обследование и подготовка больных, осложнения, исходы.— СПб., 1992.— С. 66—68.
- Усиков В.Д. Топографоанатомическое обоснование введения транспедикулярных винтов на нижнегрудном и поясничном отделах позвоночника / В.Д.Усиков, А.С.Рождественский, Н.Д.Широченко // Травматол. и ортопед. России.— 2002.— № 2.— С. 20—25.
- Усиков В.Д. Нейроортопедическая классификация закрытой позвоночно-спинномозговой травмы / В.Д.Усиков, А.А.Соломатин // Травматол. и ортопед. России.— 1996.— № 4.— С. 18—23.
- Усиков В.Д. Ошибки транспедикулярного остеосинтеза позвоночника при лечении больных с позвоночно-спинномозговой травмой / В.Д.Усиков, В.В.Усиков // Человек и его здоровье, VIII Российский национальный конгресс: Материалы конгресса.— СПб., 2003.— С. 214.
- Фомичев Н.Г. Новосибирский НИИТО — основные этапы и направления в развитии современной вертебологии / Н.Г.Фомичев // Проблемы хирургии позвоночника и спинного мозга: Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции.— Новосибирск, 1996.— С. 10—13.
- Фомичев Н.Г. Методические подходы к вопросу оценки качества оказания медицинской помощи больным с заболеваниями и повреждениями позвоночника / Н.Г.Фомичев, И.Ю.Бедорова, М.А.Садовой // Травматол. и ортопед. России.— 1994.— № 3.— С. 7—12.
- Холли А.В. Магнитная резонансная томография позвоночника и спинного мозга / А.В.Холли, А.Ю.Макаров, Е.А.Мазуркевич.— СПб., 1995.— 131 с.
- Худяев А.Т. Новые аспекты лечения больных с застарелой позвоночно-спинномозговой травмой / А.Т.Худяев, П.И.Коваленко // Современные методы лечения и протезирования при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательной системы: Материалы Международного конгресса (3—6.12.1996 г.).— СПб., 1996.— С. 117—118.
- Цивьян Я.Л. Повреждения позвоночника / Я.Л.Цивьян.— М.: Медицина, 1971.— 312 с.
- Шапиро К.И. Социально-медицинские аспекты инвалидности от осложненных переломов позвоночника / К.И.Шапиро, Г.Г.Эпштейн, Л.Н.Савельев // Вопросы нейротравмы и пограничных состояний.— Л., 1991.— С. 87—93.
- Cotler J.M. Spinal Fusion: Science and Technique / J.M.Cotler, H.B.Cotler.— New York: Springer-Verlag, 1990.— 407 p.
- Criscitiello A. Thoracolumbar spine injuries / A.Criscitiello, B.Fredrickson // Orthopedics.— 1997.— Vol. 20.— P. 939—944.
- Danisa O.A. Surgical approaches for the correction of unstable burst fractures: a retrospective analysis of treatment outcomes / O.A.Danisa, C.I.Shaffrey, J.A.Jane et al. // J. Neurosurg.— 1995.— Vol. 83.— P. 977—983.
- De Klerk L.W. Spontaneous remodeling of the spinal canal after conservative management of thoracolumbar burst fractures / L.W.De Klerk, W.P.Fontijne, T.Stijnen et al. // Spine.— 1998.— Vol. 23.— P. 1057—1060.

- Denis F.* The three-column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries / F.Denis // *Spine*.— 1983.— Vol. 8.— P. 817—831.
- Denis F.* Spinal stability as defined by the three-column spine concept in acute spinal trauma / F.Denis // *Clin. orthop.*— 1984.— № 189.— P. 65—68.
- Denis F.* Updated classification of thoracolumbar fractures / F.Denis // *Orthop. Trans.*— 1982.— Vol. 6.— P. 8—10.
- Dick W.* Internal fixation of thoracic and lumbar spine fractures / W.Dick.— Toronto, Lewiston, N.Y., Bern, Stuttgart: Hans Huber Publishers, 1989.— 131 p.
- Dick W.* Posterior instrumentation and fusion for unstable fractures and fracture-dislocations of the thoracic and lumbar spine: A comparative study of three fixation devices in 70 patients / W.Dick // *Spine*.— 1993.— Vol. 18.— P. 450—460.
- Esses S.I.* Evaluation of surgical treatment for burst fractures / S.I.Esses, D.J.Botsford, J.P.Kostuik // *Spine*.— 1990.— Vol. 15.— P. 667—673.
- Gusta A.* Pitfalls and failures in open reduction and stabilization of thoracolumbar fracture using Harrington rods / A.Gusta, D.Roszkowski, L.Matwiejko, H.Mazurkiewicz // *Chir. Narzadow. Ruchu. Orthop. Pol.*— 1995.— Vol. 60.— P. 19—22.
- Guttmann L.* Spinal cord injuries / L.Guttmann.— 2nd ed.— Oxford: Blackwell Sci. Publ., 1976.— 731 p.
- Ilizarow G.A.* Transosseous osteosynthesis: Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue / G.A.Ilizarow.— Berlin, etc.: Springer-Verlag, 1992.— 800 p.
- Karjalainen M.* Operative treatment of unstable thoracolumbar fractures by the posterior approach with the use of Williams plates or Harrington rods / M.Karjalainen, A.J.Aho, K.Katevuo // *Internat. orthop.*— 1992.— Vol. 16.— P. 219.
- Kempf J.* Biomechanical study of dorso-lumbar spine osteosynthesis with reversed Harrington rods and hooks and Roy-Camille plates / J.Kempf, D.Renault, A. Le Maguet et al. // *Acta orthop. Belg.*— 1980.— Vol. 46.— P. 829—837.
- Knop C.* Fractures of the thoracolumbar spine. Late results of dorsal instrumentations and its consequences / C.Knop, M.Blauth, L.Bastian et al. // *Unfallchirurg.*— 1997.— Bd. 100.— S. 630—639.
- Licen E.* Beitrage zur Histopathologie der Schwehr verletzungen des Ruuckenmarks / E.Licen // *Monatsschr. Psych. Neurol.*— 1917.— Bd 42.— S. 86—118.
- Louis R.* Fractures instables du rachis: III. L'instabilité A. Les theories de l'instabilité / R.Louis // *Rev.Chir.Orthop.*— 1977.— T. 63.— P. 423—425.
- Louis R.* Surgery of the spine / R.Louis.— Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1983.— 56 p.
- Louis R.* Spinal stability and instability as defined by the Louis three-column spine concept / R.Louis // *Spinal instability*.— N.Y. etc., 1991.— P. 21—37.
- Magerl F.* Comprehensive classification of thoracic and lumbar ijures / F.Magerl, M.Aebi, D.Gertzbein et al. // *Europ. Spine J.*— 1994.— Vol. 3.— P. 184—201.
- Marburg O.* Zur Frage der Ruckenmarksschusse / O.Marburg // *Neurol. Zbl.*— 1915.— Bd 34.— S. 184—186.
- McAfee P.C.* The value of computed tomography in thoraco-lumbar fractures / P.C.McAfee, H.A.Yuan, B.E.Frederikson, J.P.Lubicky // *J. Bone Jt. Surgery.*— 1983.— Vol. 65 A.— P. 461—473.

- Mayer H. Der Einsatz des Fixateur interne bei Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule / H.Mayer, D.Schaaf, M.Kudernatschn // Chirug.— 1992.— Bd 63.— S. 944—949.
- Muhr G. Operative Standardtechnik bei frischen Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule / G.Muhr, U.Botel, O.Russe // Akt. Traumatol.— 1985.— Bd. 15.— S. 232—237.
- Oppenheim H. Beiträge zur topischen Diagnostik der Gehirnerkrankheiten / H.Oppenheim // Mitt. Grenzgeb. Med. Chir.— 1900.— Bd. 6.— S. 363—397.
- Ricker G. Die pathologische Anatomie der frischen mechanischen Kriegsschädigungen des Rückenmarks und seiner Hüllen / G.Ricker // Schjernerig. Hndb. ärzte Erfahrungen im Weltkriege 1914—1918.— Leipzig, 1921.— Bd. 8.— S. 388—403.
- Roy-Camille R. Osteosynthesis of spine with using metal plates / R.Roy-Camille // Chirurgie.— 1979.— Vol. 105.— P. 597—603.
- Schnee Ch.L. Selection criteria and outcome of operative approaches for thoracolumbar burst fractures with and without neurological deficit / Ch.L.Schnee, L.V.Ansell // J. Neurosurg.— 1997.— Vol. 86.— P. 42—55.
- Schneider M. Traumatologie der Wirbelsäule / M.Schneider.— Berlin: Verlag Gesundheit GmbH, 1990.— 200 S.
- Surgery of the spine trauma / Ed. by P.R.Meyer.— N.Y. etc.: Churchill Livingstone, 1989.— 867 p.
- Wawro W. Technik der operativen Korrektur posttraumatischer Kyphosen / W.Wawro, N.Boos, M.Aebi // Unfallchirurg.— 1992.— Bd. 95.— S. 41—46.
- Wawro W. Die monosegmentale Montage des Fixateur interne bei der Behandlung von thoracolumbalen Wirbelfrakturen / W.Wawro, L.Konrad, M.Aebi // Unfallchirurg.— 1994.— Bd. 97.— S. 114—120.
- Willen J.A. Acute burst fractures. A comparative analysis of a modern fracture classification and pathologic findings / J.A.Willen, U.H.Gaekwad, B.A.Kakulas // Clin. orthop.— 1992.— № 276.— P. 169—175.
- Wolter D. Vorschlag für eine Einteilung von Wirbelsäulenverletzungen / D.Wolter // Unfallchirurg.— 1985.— Bd. 88.— S. 481—484.
- Wolter D., Kortmann H.R. Transpediculare spondylodese der Brust- und Lendenwirbelsäulenverletzung // Chirug.— 1992.— Bd. 63, H.11.— S. 866—874.
- Yazici M. Sagittal contour restoration and canal clearans in burst fractures of the thoracolumbar junction (Th12—L1): the efficacy of timing of the surgery / M.Yazici, B.Gulman, S.Sen, K.Tilki // J. Orthop. Trauma.— 1995.— Vol. 9.— P. 491—498.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. ДИАГНОСТИКА И ТАКТИКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА	5
Глава 2. ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА ..	16
Глава 3. РАЗРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПОЗВОНОЧНИКА	21
3.1. Антропометрические исследования позвонков в обосновании типоразмеров и положения винтов при транспедикулярном остеосинтезе	21
3.2. Составляющие набора для транспедикулярного остеосинтеза «Синтез»	27
Глава 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ТРАВМИРОВАННОГО ПОЗВОНОЧНИКА В УСЛОВИЯХ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ, СДВИГАЮЩИХ, ИЗГИБАЮЩИХ И РОТАЦИОННЫХ НАГРУЗКАХ	31
Глава 5. ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАБОРА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ «СИНТЕЗ» ПРИ ТРАВМЕ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА	69
5.1. Индивидуальный подбор винтов по диаметру и длине их погружной части	69
5.2. Положение винтов в позвонках	70
5.3. обоснование числа фиксируемых позвонков и варианты устройства с учетом планируемой операции	74
5.4. Поддержание усилий в системе «позвоночник — транспедикулярное устройство»	80
5.5. Профилактика осложнений	82
Глава 6. МЕТОДИКА ВНУТРЕННЕГО И ВНЕШНЕГО ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА ..	85

6.1. Репозиция позвоночника при неосложненных нестабильных переломах	85
6.2. Репозиция позвоночника и декомпрессия дурального мешка при позвоночно-спинномозговой травме	93
Глава 7. ПРИМЕНЕНИЕ НАБОРА ИЗДЕЛИЙ И ИНСТРУМЕНТОВ «СННТЕЗ» В СИСТЕМЕ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЬНЫХ С ПОВРЕЖДЕНИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА	108
7.1. Лечение больных с неосложненными переломами позвоночника	108
7.2. Лечение больных с позвоночно-спинномозговой травмой	114
Глава 8. ВЕДЕНИЕ БОЛЬНЫХ В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ И ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДАХ	159
Глава 9. ОШИБКИ И ОСЛОЖНЕНИЯ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПОЗВОНОЧНИКА	162
Заключение	167
Библиографический список	169

Владимир Дмитриевич Усиков

РУКОВОДСТВО ПО ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОМУ ОСТЕОСИНТЕЗУ ПОЗВОНОЧНИКА

Повреждения позвоночника и спинного мозга

Оформление художника *В. В. Белякова*

Технический редактор *Т. И. Бугрова*

Корректоры *Т. Н. Шлёнская, Л. Н. Агапова*

Компьютерные графика и верстка *О. В. Ларина*

Практическое руководство

Подписано в печать 31.07.2006. Формат бумаги 60х90^{1/16}. Бумага офсетная № 1.

Гарнитура «Таймс». Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,00. Уч.-изд. л. 11,40.

Тираж 1000 экз. Заказ № 1718.

ОАО «Издательство „Гиппократ“». 190020, Санкт-Петербург, Нарвский пр., д. 18.
Тел./Факс 786-76-06.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие „Искусство России“»
198099, Санкт-Петербург, ул. Промышленная, д. 38, к. 2.