

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ТЯЖЕЛЫЕ КИФОТИЧЕСКИЕ И КИФОСКОЛИОТИЧЕСКИЕ  
ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА**

Клинические рекомендации

(M40.2, M41.0, M41.1, M41.2, M41.3, M41.4, M41.5, M45,  
Q67.5, Q76.3, Q76.4, Q77.8, Q77.9)

Новосибирск  
2013

## АННОТАЦИЯ

Национальные клинические рекомендации описывают методы хирургической коррекции тяжелых кифотических и кифосколиотических деформаций позвоночника различной этиологии с применением транспедикулярной укорачивающей вертебротомии (Pedicule Subtraction Osteotomy – PSO), включающая предоперационное обследование, планирование и технику выполнения хирургического вмешательства, послеоперационную реабилитацию и контроль получаемых результатов.

Клинические рекомендации предназначены травматологам-ортопедам, детским ортопедам для использования в условиях специализированного травматолого-ортопедического отделения стационаров медицинских организаций.

**Требования к квалификации персонала:** высшая квалификационная категория, стаж по специальности не менее 5 лет, дополнительное повышение квалификации в количестве не менее 72 часов.

**Составитель:** доктор мед. наук., профессор Михайловский М.В., ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л.Цивьяна» МЗ РФ

**Рецензенты:**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>2</b>
<b>МЕТОДОЛОГИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>7</b>
<b>ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>9</b>
<b>ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>9</b>
<b>ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>10</b>
<b>СТЕПЕНЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>13</b>
<b>ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>13</b>
<b>ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ</b> ...	<b>21</b>
<b>ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ</b> .....	<b>22</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>26</b>

## МЕТОДОЛОГИЯ

### **Методы, использованные для сбора/селекции доказательств:**

поиск в электронных базах данных, библиотечные ресурсы.

### **Описание методов, использованных для сбора/селекции доказательств:**

доказательной базой для рекомендаций являются публикации, вошедшие в Кохрайновскую библиотеку, базы данных EMBASE и MEDLINE, а также статьи в ведущих специализированных рецензируемых отечественных медицинских журналах по данной тематике. Глубина поиска составляла 10 лет.

### **Методы, использованные для оценки качества и силы доказательств:**

- Консенсус экспертов;
- Оценка значимости в соответствии с рейтинговой схемой (табл. 1-2).

Таблица 1. Рейтинговая схема для оценки уровня доказательств

<b>Уровни доказательств</b>	<b>Описание</b>
<b>1++</b>	Мета-анализы высокого качества, систематические обзоры рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), или РКИ с очень низким риском систематических ошибок
<b>1+</b>	Качественно проведенные мета-анализы, систематические, или РКИ с низким риском систематических ошибок
<b>1-</b>	Мета-анализы, систематические, или РКИ с высоким риском систематических ошибок
<b>2++</b>	Высококачественные систематические обзоры исследований случай-контроль или когортных исследований. Высококачественные обзоры исследований случай-контроль или когортных исследований с очень низким риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинной взаимосвязи
<b>2+</b>	Хорошо проведенные исследования случай-контроль или когортные исследования со средним риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинной взаимосвязи
<b>2-</b>	Исследования случай-контроль или когортные исследования с высоким риском эффектов смешивания или систематических ошибок и средней вероятностью причинной
<b>3</b>	Не аналитические исследования (например: описания случаев, серий случаев)
<b>4</b>	Мнение экспертов

**Методы, использованные для анализа доказательств:**

- Обзоры опубликованных мета-анализов;
- Систематические обзоры с таблицами доказательств.

**Методы, использованные для формулирования рекомендаций:**

консенсус экспертов.

Таблица 2. Рейтинговая схема для оценки силы рекомендаций

<b>Сила</b>	<b>Описание</b>
<b>A</b>	По меньшей мере, один мета-анализ, систематический обзор, или РКИ, оцененные, как <b>1++</b> , напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие устойчивость результатов; или группа доказательств, включающая результаты исследований, оцененные, как <b>1+</b> , напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов
<b>B</b>	Группа доказательств, включающая результаты исследований, оцененные, как <b>2++</b> , напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов; или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных, как <b>1++</b> или <b>1+</b>
<b>C</b>	Группа доказательств, включающая результаты исследований, оцененные, как <b>2+</b> , напрямую применимые к целевой популяции и демонстрирующие общую устойчивость результатов; или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных, как <b>2++</b>
<b>D</b>	Доказательства уровня <b>3</b> или <b>4</b> ; или экстраполированные доказательства из исследований, оцененных, как <b>2+</b>

**Индикаторы доброкачественной практики (Good Practice Points - GPPs):**

рекомендуемая доброкачественная практика базируется на клиническом опыте членов рабочей группы по разработке рекомендаций.

**Консультация и экспертная оценка:**

проект рекомендаций был рецензирован независимыми экспертами, которых попросили прокомментировать, прежде всего, доходчивость и точность интерпретации доказательной базы, лежащей в основе рекомендаций.

**Рабочая группа:**

для окончательной редакции и контроля качества рекомендации были повторно проанализированы членами рабочей группы, которые пришли к заключению, что все замечания и комментарии экспертов приняты во внимание, риск систематических ошибок при разработке рекомендаций сведен к минимуму.

**Основные рекомендации:**

сила рекомендаций (A-D), уровни доказательств (1++, 1+, 1-, 2++, 2+, 2-, 3, 4) и индикаторы доброкачественной практики (good practice points - GPPs) приводятся при изложении текста рекомендаций.

## ВВЕДЕНИЕ

Коррекция деформаций позвоночника – одна из сложнейших проблем хирургической вертебрологии. Для восстановления анатомических взаимоотношений нужно выполнить целый ряд манипуляций. Необходимо исправить форму позвоночника и стабилизировать его, но предварительно позвоночный столб следует мобилизовать, и в этом заключается функция вертебротомии.

Первоначально техника вертебротомии включала дорсальный релиз костных масс и истинных суставов позвоночника, как это было предложено Smith-Petersen et al (1945). Будучи впервые описанной для коррекции кифозов при болезни Бехтерева, эта операция сейчас известна как вертебротомия Смит-Петерсена (SPO), любая остеотомия углового типа (chevron-type), применяемая с резекцией суставных отростков. Она дает 5-10° коррекции на каждый мобильный межпозвонковый диск, но ее возможности ограничены мобильностью вентральной позвоночной колонны. При фиксированной деформации позвоночника PSO дает весьма ограниченную коррекцию, обусловленную ригидностью именно вентральной позвоночной колонны. Достижение коррекции в этой ситуации возможно за счет перелома вентральной колонны, что приводит к натяжению крупных сосудов, повышает риск развития псевдартроза за счет расхождения элементов вентральной колонны, нестабильности вентральных имплантатов, а дорсальные подвергает перегрузке [уровень доказательств 2++].

Другой тип вертебротомии – передний релиз путем дискэктомии и удаления остеофитов. В межпозвонковые пространства помещаются ригидные трансплантаты – как с целью формирования костного блока, так и в качестве точки вращения, вокруг которой осуществляется коррекция деформации. Кроме ригидных трансплантатов используются также и спонгиозные. Этот тип вертебротомии имеет преимущество, поскольку предусматривает как мобилизацию вентральной позвоночной колонны, так и ее последующую стабилизацию путем формирования костного блока в условиях ее нагружения. Недостаток вмешательства – в необходимости торакотомии. Возможности данного типа вертебротомии ограничены, в свою очередь, ригидностью дорсальных элементов позвоночника [2++].

При ригидных деформациях обе вышеописанные техники часто комбинируются для достижения оптимальной коррекции. Такая стратегия весьма эффективна, но удлиняет продолжительность и травматичность вмешательства, повышая, тем самым, риск развития осложнений, характерных как для вентрального, так и для дорсального доступов.

Трехколонная мобилизация, выполняемая из дорсального доступа, разработанная по этим причинам, представлена двумя основными вариантами: педикулярная укорачивающая вертебротомия (Pedicule Subtraction Osteotomy – PSO) и резекция позвоночного столба (Vertebral Column Resection – VCR). Обе техники позволяют мобилизовать

фиксированную или ригидную деформацию позвоночника и исправить ее в сагиттальной плоскости в пределах от 35 до 60°. Они же могут использоваться для достижения значительной коррекции во фронтальной плоскости – при наличии кифоза или без такового. Для этого PSO выполняется асимметрично во фронтальной плоскости, а VCR в этой ситуации предусматривает асимметричное расположение вентральной точки вращения (трансплантат или имплантат).

В то время, как риск ряда потенциальных осложнений может быть устранен за счет одноэтапности вмешательства, циркулярное пересечение позвоночного столба, таит особые опасности. Эта техника предполагает многочисленные манипуляции в непосредственной близости от спинномозговых корешков, дурального мешка и спинного мозга. Крупные сосуды и их дериваты мобилизуются вентрально без прямого доступа и визуального контроля. Риск их повреждения усугубляется полной нестабильностью в зоне вертебротомии, могущей реализоваться смещении фрагмента позвоночного столба, опасного и с точки зрения сдавления спинного дурального мешка. Мастерство и опыт хирурга в каждом случае подсказывает ему оптимальный выбор тактики и снижают риск тяжелых осложнений.

VCR подразумевает удаление задних элементов позвонков, корней дужек и циркулярную мобилизацию и резекцию тела позвонка. Удаление корней дужек выполняется в виде формирования клина с вершиной в области вентральных отделов тела позвонка. Обе стороны этого клина могут быть в пределах одного тела позвонка (рис. 1а, 1в) или включать краниально расположенный межпозвонковый диск. В ходе резекции позвоночника (VCR) путем «кускования» удаляется полностью тело позвонка и оба смежных диска. Затем происходит частичный коллапс образовавшегося пространства, в него внедряется структуральный имплантат или кейдж, играющий роль точки вращения. Следующий этап – полное «закрытие» образовавшегося поле резекции дефекта с коррекцией позвоночника в сагиттальной и фронтальной плоскостях. На уровне резекции позвоночника осуществляется также центральная ламинэктомия.

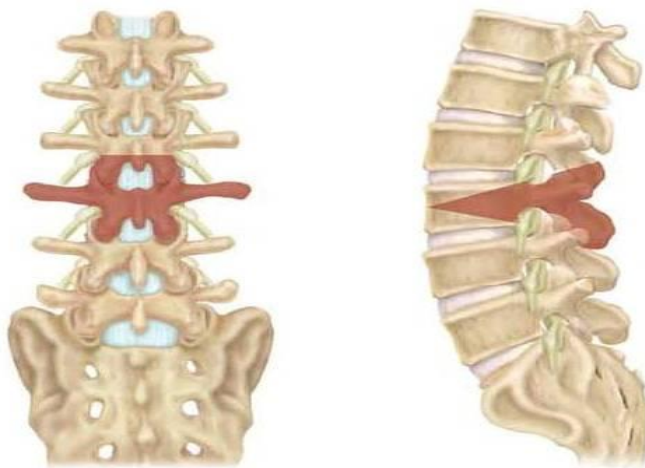


Рис. 1а, 1в. Границы иссекаемого костного клина.



Набор специального инструментария, разработанный для производства PSO/VCR, значительно облегчает выполнение основных этапов вмешательства, но ни в малейшей степени не мастерства и здравого смысла хирурга. Принципиальная разница между двумя операциями заключается в объеме резекции позвоночных тканей при формировании дефекта.

## **ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Методика применяется в случаях, когда диагностирована выраженная кифотическая деформация грудного или поясничного отделов позвоночника. Диагностика таких деформаций базируется на клиническом осмотре и рентгенографическом обследовании. Клинически грубая кифотическая деформация определяется без труда, тем более, что ее наличие сопровождается развитием компенсаторных контрактур в тазобедренных и коленных суставах [1+].

Рентгенографическое обследование (при необходимости в сочетании с МРТ и МСКТ) позволяет уточнить причину развития деформации, ее особенности и определить степень сагиттального дисбаланса туловища, неизбежно сопровождающего подобные состояния. Все эти данные позволяют оптимально спланировать корригирующее оперативное вмешательство.

## **ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Перечень заболеваний с кодами МКБ-10, при которых показано применение клинических рекомендаций (табл. 3).

Таблица 3. Нозологические формы заболеваний

<b>Нозологическая форма заболевания</b>	<b>Код МКБ-10</b>
Другие и неуточненные кифозы	M40.2
Инфантильный идиопатический сколиоз	M41.0
Юношеский идиопатический сколиоз	M41.1
Другие идиопатические сколиозы	M41.2
Торакогенный сколиоз	M41.3
Нервно-мышечный сколиоз	M41.4
Прочие вторичные сколиозы	M41.5
Анкилозирующий спондилит	M45
Врожденная деформация позвоночника	Q67.5
Врожденный сколиоз, вызванный врожденной аномалией кости	Q76.3
Другие врожденные аномалии позвоночника, не связанные со	Q76.4

сколиозом	
Другая остеохондроплазия с дефектами роста трубчатых костей и позвоночного столба	Q77.8
Остеохондроплазия с дефектами роста трубчатых костей и позвоночного столба неуточненная	Q77.9

Тяжелые кифотические и кифосколиотические деформации позвоночника различной этиологии:

- Идиопатические сколиозы;
- Врожденные кифозы и кифосколиозы;
- Посттравматические кифозы;
- Опухолевые поражения позвоночника;
- Посттуберкулезные кифозы;
- Болезнь Бехтерева.

### **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Решение вопроса о хирургическом лечении требует патогенетического и строго индивидуального подхода, учитывающего цель операции, результаты лечения, риск предстоящего вмешательства и возможные осложнения в послеоперационном периоде. Следовательно, основной задачей плановой операции является выбор наиболее рационального метода хирургического лечения и анестезиологического обеспечения, а в ряде случаев, учитывая данные предоперационного обследования, требуется отсрочка или отказ от хирургического вмешательства.

**Абсолютным противопоказанием** к плановому хирургическому лечению является тяжелое общее состояние пациента, обусловленное нарушением функции жизненно-важных органов и систем (декомпенсация сердечно-сосудистой системы III ст., отсутствие резервов дыхания со снижением показателей ЖЕЛ и ФЖЕЛ более 70% от возрастной нормы).

**Относительными противопоказаниями** к хирургическому лечению являются острые (хронические) заболевания или грубые врожденные изменения внутренних органов, требующие предварительной хирургической коррекции или проведения медикаментозной терапии:

- острые инфекционные и паразитарные заболевания;
- патология сердца (врожденные нелеченные пороки сердца, сложные нарушения ритма сердечной деятельности);
- хронические заболевания дыхательной системы и врожденные пороки развития органов дыхания;
- заболевания печени (острые гепатиты, хронические гепатиты в стадии выраженной активности процесса);

- болезни крови (тромбоцитопении, тромбоцитопатии, тяжелые анемии);
- заболевания почек с явлениями почечной недостаточности;
- заболевания щитовидной железы (гипертиреоз, гипотиреоз);
- заболевания паращитовидных желез (гипопаратиреоз);
- патология надпочечников;
- онкологические заболевания;
- другие патологические состояния.

Относительным противопоказанием являются также ранее проведенные одно- и многоэтапные операции на позвоночнике, особенно включавшие костную пластику с формированием протяженного костного блока (как дорсального, так и вентрального) и операции, осложнившиеся нагноением.

**Консервативное лечение** направлено на предупреждение дальнейшего прогрессирования деформации, улучшение осанки, функции внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы и включает рациональные двигательный режим и питание, общеукрепляющие и закаливающие процедуры, консервативные ортопедические мероприятия (ношение корсета, пребывание в гипсовой кровати), активную коррекцию деформации (физические упражнения), гидрокинезотерапию, массаж, пассивную коррекцию деформации (лечение положением), физиотерапию (электростимуляция мышц), занятия спортом (лыжи, плавание).

В комплексе консервативной терапии большинства деформаций позвоночника основное место занимает **корсетотерапия**. Это определяет существование в мире множества корригирующих конструкций. Самыми известными и широко применяемыми являются корсеты Милвоки и Бостонская корсетная система. Однако они имеют значительные конструктивные недостатки, которые снижают эффективность коррекции и создают неудобства при эксплуатации: корригирующее воздействие лишь в одной плоскости; невозможность воздействия на ротационный компонент деформации, нелокализованное приложение корригирующих усилий на деформацию, деформирующее воздействие на нижнюю челюсть, тракционное воздействие на шейный отдел позвоночника, невозможность самообслуживания, ограничение двигательной активности пациента.

Конструкция корригирующего корсета МФК «1КП-ОЛ» исключает эти недостатки и позволяет повысить эффективность корсетотерапии, снижая количество больных, нуждающихся в оперативном лечении и процент инвалидизации при деформациях позвоночника у детей; имеет ряд преимуществ:

- воздействие корригирующей нагрузки одновременно в трех плоскостях – во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной, что позволяет предотвратить перераспределение деформации из одной плоскости в другую;
- воздействие на ротационную компоненту деформации асимметричной деротирующей нагрузкой;

- локализованное приложение корригирующих усилий на область вершины и основания деформации, что делает возможной коррекцию даже самых «коротких» сколиотических дуг;
- исключение воздействия верхней опоры корсета на плечевой пояс, шейный отдел позвоночника и череп, что позволяет избежать таких осложнений, как деформация нижней челюсти, дегенеративные изменения в шейном отделе позвоночника и т.д.;
- компактные размеры опорных пластин и корсета в целом практически не ограничивают двигательную активность пациента;
- легкость эксплуатации корсета пациентом (снимается и надевается ребенком дошкольного возраста без посторонней помощи).

#### Показания к использованию корригирующего корсета

1. Идиопатический прогрессирующий сколиоз II-III степени.
2. Идиопатический прогрессирующий IV степени - для сдерживания развития деформации до возраста завершения формирования скелета, оптимального с точки зрения хирургического лечения.
3. Симптоматический сколиоз (при генетических синдромах: Марфана, Элерса-Данлоса, нейрофиброматозе и т.д.).
4. Статический сколиоз II-III степени.
5. Ювенильный остеохондроз позвоночника, осложненный сколиотической деформацией при наличии болевого синдрома.
6. Юношеский кифоз (болезнь Шюерманна-Мау).

#### Противопоказания к использованию корсета

1. Хронические соматические заболевания в стадии декомпенсации.
2. Инфекционные заболевания.
3. Патология кожных покровов в местах соприкосновения с корсетом.
4. Неврологическая патология с двигательными нарушениями.
5. Психические заболевания в стадии обострения.

#### Технология применения корсетотерапии

Перед применением корсета проводится осмотр врачом травматологом-ортопедом, рентгенологическое исследование позвоночника в 2-х проекциях, обследование на компьютерном оптическом топографе.

#### Изготовление корсета ортотехником

Особыми технологическими приемами рама корсета выгибается так, чтобы задать оптимальный сагиттальный профиль для конкретного пациента. В процессе корсетотерапии профиль рамы может меняться в соответствие с поставленными задачами формирования осанки. Методики конструирования силовой схемы позволяют усиливать фиксацию или коррекцию туловища, усиливать деротацию или коррекцию кифоза и пр.

Корсет состоит из металлической рамы и системы ремней. Рама из высоко прочного алюминиевого сплава располагается на спине и является базой, на которой построена силовая схема коррекции деформации. В то же время рама формирует сагиттальный профиль спины. Силовая схема строится системой силовых ремней, устанавливаемых на раме согласованно с типом деформации, размерами туловища и задачами корсетотерапии таким

образом, что можно не только создавать персональные схемы, проявляющие себя в трех ортогональных плоскостях, но и модифицировать силовую схему в процессе коррекции.

Порядок надевания корсета строго регламентирован. Корсет носится круглосуточно, снимается для проведения гигиенических мероприятий, лечебных процедур, не более чем на 40-50 минут подряд. Таким образом, пациент находится в корсете не менее 20 часов в сутки.

Условия корсетотерапии:

- ежедневные занятия ЛФК;
- массаж, аппаратная физиотерапия курсами 2- 3 раз в год;
- обязательное топографическое обследование;
- рентгенологический контроль;
- Строгое соблюдение режима ношения корсета;
- Периодические осмотры травматологом-ортопедом с антропометрией не реже 1 раза в 4 месяца.

Возможные осложнения и способы их устранения

1. Образование мацераций, гнойников в местах потертостей от ремней. Устраняется путем временного прекращения корсетотерапии и обработки кожных покровов антисептиками.

2. Возникновение болей в области ребер и грудины при неадекватном нагружении. Устраняется путем ослабления нагрузки.

3. Снижение жизненной емкости легких. Компенсируется назначением дополнительных упражнений ЛФК и дыхательной гимнастики.

## **СТЕПЕНЬ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПРИМЕНЕНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Класс 3 – медицинские технологии с высокой степенью риска, оказывающие прямое хирургическое воздействие на органы и ткани организма.

## **ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Наркоз – эндотрахеальный. Положение больного – на животе с разгруженной передней брюшной стенкой.

*Установка имплантатов.* После обнажения дорсальных отделов позвонков и выбора уровня вертебротомии имплантируются фиксирующие элементы конструкции (педикулярные шурупы и/или крюки). Шурупы предпочтительнее, поскольку обеспечивают большую степень стабильности (рис. 2а, 2в). Важно выполнить эти манипуляции до начала резекции, чтобы обеспечить временную фиксацию позвоночника, так как в ходе вертебротомии последний прогрессивно дестабилизируется.

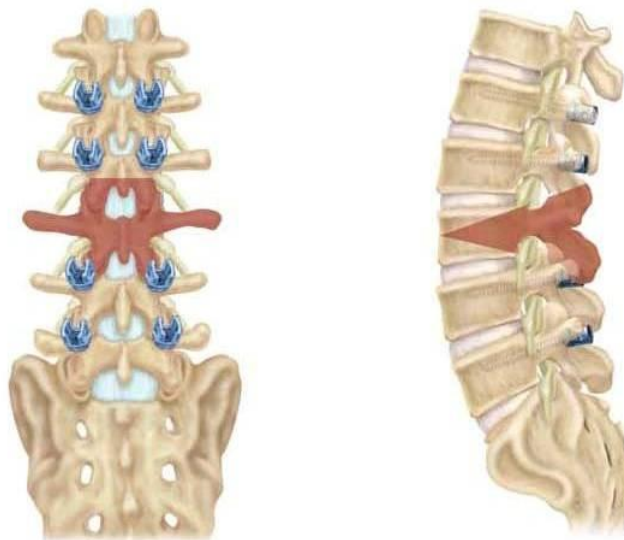


Рис. 2а, 2в. Педикулярные шурупы имплантированы до резекции задних отделов позвонков.

*Планирование резекции.* Оно должно обеспечить необходимую степень коррекции после смыкания сторон резекционного клина и базируется на предоперационных измерениях, выполненных по спондилограммам. Нижняя граница резецируемых задних отделов расположена каудальнее к намеченному к удалению корню дужки, а верхняя – краниальнее настолько, чтобы смыкание клина привело к коррекции кифоза. Задние элементы на необходимом протяжении удаляются кусачками и костными ложками, и все фрагменты кости сохраняются для последующего спондилодеза. На границах зоны резекции костные края «подкусываются» для формирования некоторого дополнительного пространства, чтобы при смыкании клина и сопровождающем этот маневр выпячивании дурального мешка последний не был сдавлен костными краями. Небольшая ламинэктомия выше и ниже зоны резекции минимизирует риск перегиба дурального мешка при смыкании клина и незначительной сублюксации (Рис. 3а, 3в).



Рис. 3а, 3в. Широкая ламинэктомия на уровне вертебротомия.

*Удаление поперечных отростков.* На этом этапе вмешательства хирург должен иметь в поле зрения дуральный мешок, корни дужек, поперечные отростки и спинномозговые корешки. Поперечные отростки могут быть удалены или только остеотомированы у основания. Второй вариант предпочтительнее, так как сохраняет поперечные отростки в качестве васкуляризованных аутотрансплантатов. При удалении корня дужки необходимо защитить дуральный мешок, для чего используется корешковый ретрактор из базового набора инструментов (рис. 4). Его изогнутая форма максимально защищает твердую мозговую оболочку с минимальной ее ретракцией и одновременно дает обзор удаляемого корня дужки. Тем не менее, степень ретракции должна строго контролироваться хирургом.

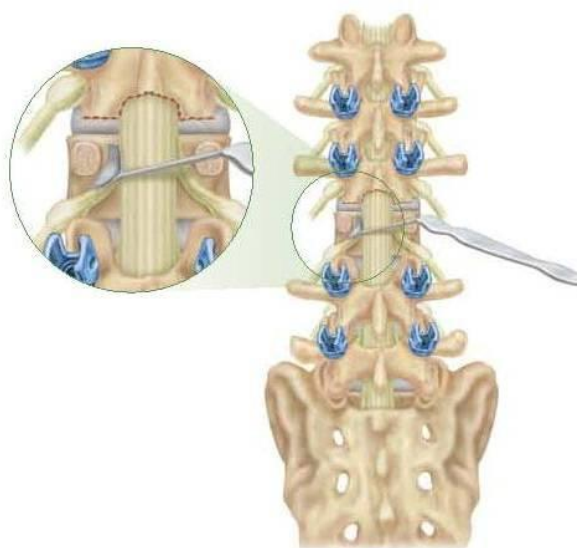


Рис. 4. Защита спинномозгового корешка при удалении корня дужки.

Корни дужек удаляются кусачками и дрелью максимально полно. Если каудальная часть корня дужки остается, она может надавить на спинномозговой корешок во время коррекции кифоза и стать причиной радикулопатии. Некоторые хирурги после удаления корня дужки с одной стороны переходят на противоположную для аналогичной процедуры. Другие предпочитают через корень дужки сразу удалять спонгиозу из тела позвонка. Та или иная последовательность манипуляций не принципиальна и зависит только от предпочтений хирурга.

*Мобилизация тела позвонка.* Это важный этап подготовки к остеотомии передней вертебральной колонны. В ходе этого этапа используется шарнирный ретрактор – с его помощью осуществляется субпериостальное выделение тела позвонка, на уровне которого планируется вертебротомия. Введение ретрактора начинается каудальнее диска, расположенного над этим телом позвонка и продолжается кпереди и латерально, смещая подобным же образом сегментарные сосуды (рис. 5). В ходе PSO редко возникает необходимость перевязывать эти сосуды – в отличие от VCR. При неумышленном повреждении сосуда кровотечение останавливается

биполярной коагуляцией. В других случаях производится тампонада, а закрытие остеотомического дефекта позволяет контролировать кровотечение.



Рис. 5, 6. Этапы проведения ретрактора.

Шарнирный ретрактор на конце имеет изгиб в форме ложки, который скользит по телу позвонка, пока не достигает его вентральной поверхности (рис. 6). Это окончательная позиция ретрактора, позволяющая облегчить выполнение вертебротомии. Инструмент существует нескольких типоразмеров, может устанавливаться с одной или с двух сторон, а его второй конец может быть закреплен за пределами раны, освобождая руки ассистентов. При этом важно не натягивать спинномозговые корешки в зоне выполненной резекции (рис. 7).



Рис 7. Установлен ретрактор (вид сбоку).

*Определение зоны резекции вентральной колонны.* Начинается после установки ретракторов. Точное определение величины иссекаемого костного клина в градусах необходимо в ходе PSO. Это позволяет избежать как гипотак и гиперкоррекции. С этой целью используется угловой шаблон,



представленный в наборе инструментов в нескольких вариантах. Эти шаблоны последовательно вводятся в рану латеральное тело позвонка, что позволяет подобрать оптимальный угол для иссечения резекционного клина (рис. 8). Угловые шаблоны предназначены для PSO, а квадратные – для VCR и/или PSO при удалении краниального диска. Некоторые хирурги не пользуются шаблонами, оценивая объем резекции на глаз. Это вполне допустимо.

*Резекция тела позвонка.* Удаление латеральной стенки удобно производить остеотомом, изогнутым в виде буквы L (рис. 9). Он имеет ограничитель погружения в кость. Один край лезвия остеотома (краниальный) располагается по ходу корешка, второй – параллельно дуральному мешку. После установки остеотома он может служить и как дуральный ретрактор. Один из краев лезвия расположен по ходу латерального края тела позвонка. В соответствии с ранее проведенным измерением величины костного клина производится сечение сначала в краниальной его части, затем – в каудальной (рис. 10). Линии этих сечений должны сойтись в области вентральной замыкательной пластинки тела позвонка (рис. 11). Латеральная стенка надламывается и удаляется. Шаблоном проверяется точность выполненной резекции.

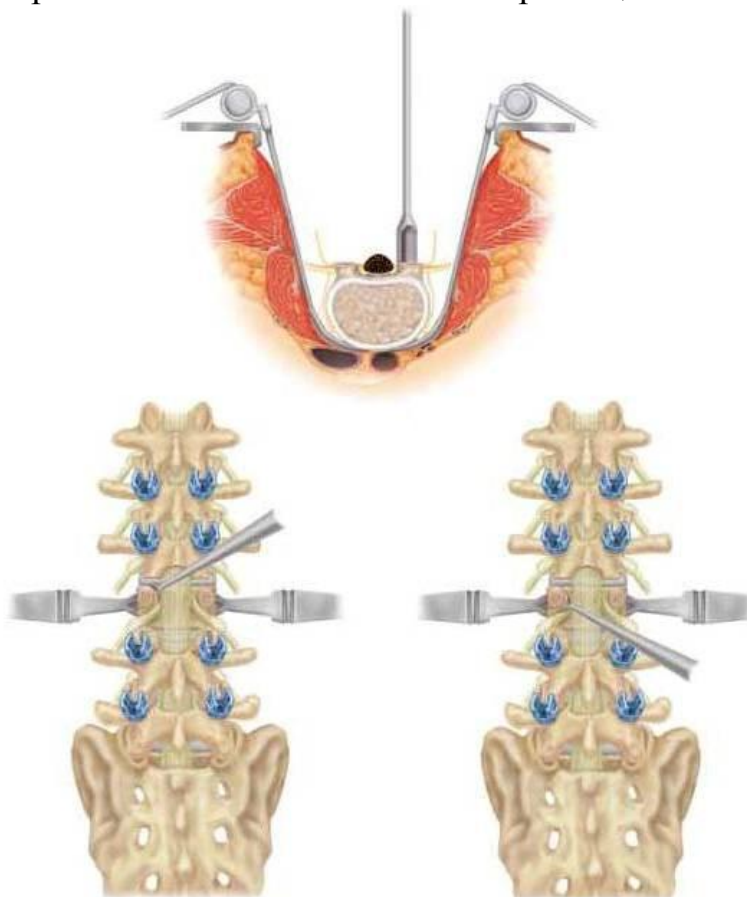


Рис 9, 10, 11. Этапы удаления костной ткани тела позвонка.

*Удаление спонгиозной кости.* Производится костными ложками и инструментом, название которого можно перевести как бур-расширитель. Он

обеспечивает гладкую костную поверхность на обеих сторонах иссекаемого клина для оптимального их контакта. Обработка кости осуществляется слева направо и справа налево насколько это достижимо. Принципиально важно убрать спонгиозу до передней замыкательной пластинки, но последнюю не повреждать и использовать как точку вращения (рис. 12а, 12в). При выполнении VCR передняя замыкательная пластинка удаляется кусачками Керрисона, а в качестве механической точки вращения используется межтеловой имплантат. Тщательно останавливается неизбежное на данном этапе кровотечение. Шарнирные ретракторы могут быть удалены, чтобы снять напряжение в мягких тканях. После завершения этапа может использоваться временный стержень, фиксированный в головках педикулярных шурупов, для предотвращения несвоевременного смыкания костного клина или сублюкации. Все манипуляции проводятся с обеих сторон позвоночного столба последовательно.



Рис. 12а, 12в. Удаление спонгиозной кости тела позвонка.

*Удаление дорсальной замыкательной пластинки тела позвонка.* Перед выполнением этого этапа нужно тщательно проверить готовность резекционного клина к смыканию. Это важно еще и потому, что эпидуральные сосуды могут сильно кровоточить после удаления дорсальной замыкательной пластинки, но до смыкания клина. Необходимо убедиться, что ситуацию можно держать под контролем. Также следует быть уверенным, что дуральный мешок по краям костного клина свободен, и что смыкание задних отделов не приведет к локальному стенозированию позвоночного канала. Так же важно, чтобы корешки не контактировали с костью, мягкими или рубцовыми тканями, чтобы после коррекции не развилась радикулопатия.

Убедившись в адекватности вертебротомии, можно приступать к удалению дорсальной замыкательной пластинки тела позвонка. Использование для этого угловых костных ложек, скользящих поперек замыкательной пластики, может привести к сдавлению дурального мешка. Лучше использовать специально разработанный импактор. Он снабжен пластинкой, которая подводится под дуральный мешок в направлении от хирурга. Закругленный конец пластинки называется пальцем, на противоположном конце пластины, ближе к хирургу, имеется крючок, называемый пяткой. Этот крючок насаживается на костный край замыкательной пластинки. Воздействие на стержень инструмента осуществляется вперед (вентрально) и медиально. Пятка предотвращает большое медиальное смещение инструмента против дурального мешка. Существует несколько типоразмеров импактора. Следует выбрать тот, который полностью перекрывает заднюю замыкательную пластинку. То же касается ширины пластинки – обычно используется более узкий вариант, устанавливаемый поочередно на концах зоны резекции.

Дуральный мешок осторожно и тщательно отделяется от подлежащей замыкательной пластинки. Импактор устанавливается на стороне, противоположной расположению временного стержня (рис. 13). Необходимо убедиться, что конец пластины виден на противоположной хирургу стороне. Это означает, что в процессе импакции дуральный мешок не подвергнется торсионному воздействию (рис. 14). Молотком импактор смещается вентрально, при этом дорсальная замыкательная пластинка ломается и смещается в просвет резекционного дефекта (рис. 15). При необходимости процедура повторяется дважды краниально и каудально. Фрагменты пластинки удаляются и в дальнейшем используются как аутотрансплантаты. Необходимо еще раз убедиться, что под дуральным мешком нет костных фрагментов.

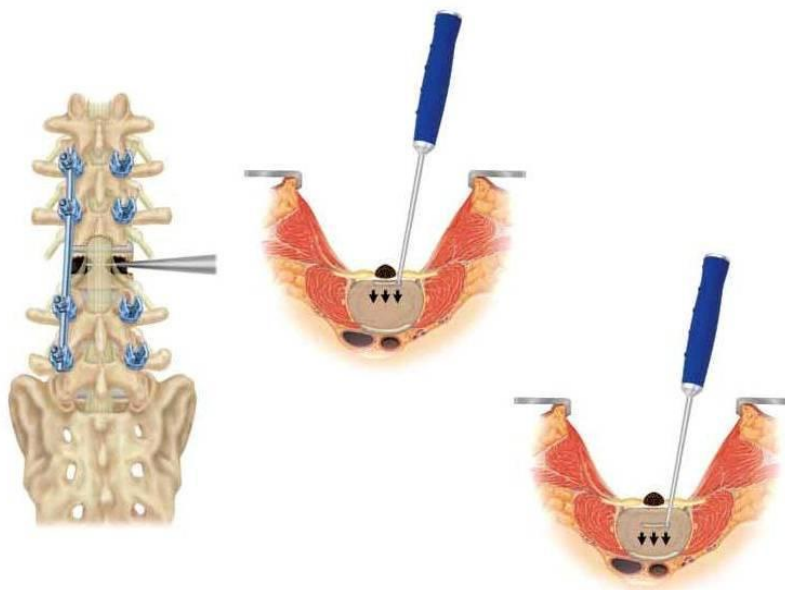


Рис. 13, 14, 15. Этапы удаления импактором дорсальной замыкательной пластики тела позвонка.

*Коррекция деформации позвоночника.* Устанавливается второй временный стержень. Смыкание резекционного клина возможно пассивным путем – за счет провисания под действием собственного веса с последующей компрессией педикулярных шурупов для плотного контакта костных краев. При этом всегда формируется петлеобразный перегиб дурального мешка по средней линии. Только хирург решает, насколько этот перегиб допустим в конкретной ситуации. Осуществляется мониторинг спинного мозга, полученные результаты сравниваются с дооперационными. Если все стабильно, временные стержни меняются на постоянные, осуществляется финальная компрессия крюков и дорсальный спондилодез аутокостью (рис. 16а, 16в). В ходе вмешательства осуществляется постоянный мониторинг функции спинного мозга (моторные и соматосенсорные вызванные потенциалы, при необходимости – проба с пробуждением).

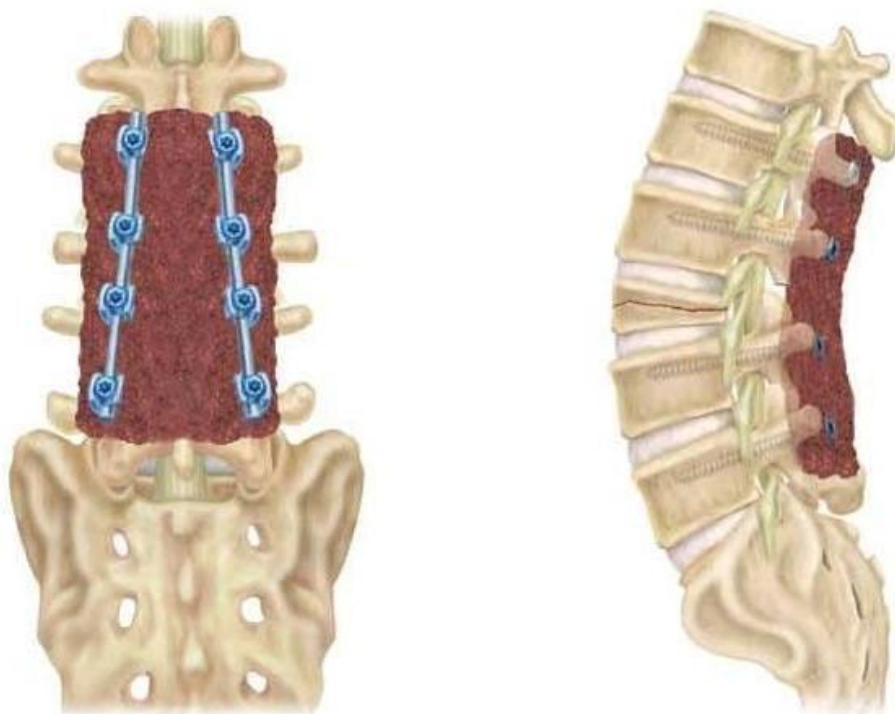


Рис. 16а, 16в. Установлены оба стержня, выполнена костная аутопластика.

### **Послеоперационный период и реабилитация**

Ведение послеоперационного периода при отсутствии осложнений стандартно. Больному разрешают вставать на 2-3 день после вмешательства.

Показано физиотерапевтическое лечение: низкочастотная магнитотерапия на область позвоночника, ультразвуковые ингаляции (небулайзер) с лекарственными препаратами и электромиостимуляция мочевого пузыря и кишечника по показаниям. Лечебная гимнастика назначается с первых дней. Цель ЛФК – устранение возможных нарушений со

стороны органов дыхания, сердечно-сосудистой системы и кишечника. Назначается дыхательная гимнастика, направленная на улучшение вентиляции легких, увеличение газообмена, укрепление диафрагмы и других мышц участвующих в дыхании (мышцы живота, чрезвычайно важных для формирования выдоха и эффективного кашля), межреберных мышц. Дыхательная гимнастика сочетается с элементами постурального масса грудной клетки. Вначале используются статические дыхательные упражнения, а с 3-5 дня присоединяются динамические дыхательные упражнения. Важным аспектом является ранняя вертикализация пациента. Для этого назначаются: массаж верхних и нижних конечностей, точечный массаж; проводятся упражнения для мелких и средних мышечных групп активно для профилактики гипотрофии мышц. После вертикализации упражнения направлены на адаптацию тела в пространстве, формирование постурального баланса в новых условиях, формирование правильного стереотипа движения. Используются специализированные тренажеры (баланс-вертикализатор, стабилметрическая платформа).

В отдаленном послеоперационном периоде рекомендуется избегать значительных нагрузок на позвоночник (долгое сидение, стояние, ходьба, подъем тяжестей, наклоны и скручивание туловища, занятия контактными видами спорта).

На амбулаторном этапе основным видом лечения является лечебная физкультура с подбором упражнений разработанных для лечения кифозов. Многоканальная электромиостимуляция паравerteбральных мышц. Массаж. Занятия в бассейне. Амбулаторные курсы лечения рекомендовано проводить 4 раза в год.

Все пациенты проходят периодические контрольные обследования, включающие спондилографию, осмотр ортопеда, невролога и компьютерную томографию, через 6, 12, 24 и 36 месяцев после вмешательства. При каждом обследовании пациент отвечает на вопросы специальной анкеты (SRS-22, SRS-24), что позволяет исследовать его самооценку результатов лечения.

## **ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

1. Гнойные осложнения. При наличии признаков нагноения необходимо широкое раскрытие операционной раны и тщательная ее санация. Металлоимплантаты и костные аутоотрансплантаты не удаляются. Устанавливается промывной дренаж, над которым ушивается рана. Проводится направленная антибиотикотерапия.
2. Механические осложнения – нарушения целостности системы «эндокорректор-позвоночник». Сюда относятся переломы стержней, смещения крюков, переломы опорных костных структур. Осложнение требует повторного вмешательства с целью восстановления системы. Крюки повторно имплантируются на тот же или соседний уровень, с

помощью коннекторов восстанавливается целостность стержней, восстанавливается утраченная коррекция.

3. Неврологические осложнения. Легкие осложнения (плекситы, невриты и т.д.) требуют консервативного лечения. При наличии тяжелых осложнений (парезы, параличи) в ближайшие часы после операции требуется экстренное контрастное исследование содержимого позвоночного канала. Если выявлено сдавление дурального мешка крючком или интраканальной гематомой, оно устраняется в ходе неотложного вмешательства. Если речь идет о компрессионно-ишемической миелопатии, показано неотложное удаление эндокорректора и проведение соответствующей терапии.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Операция PSO широко применяется в ведущих специализированных клиниках мира, и в ортопедической литературе имеется большое количество результатов ее применения, что позволяет достаточно достоверно оценить возможности вмешательства.

Одной из первых работ, посвященных PSO, была статья Bridwell et al. (2003), где проанализированы результаты 27 вмешательств. Средний возраст больных 52.4 года, этиология деформаций: идиопатический сколиоз, дегенеративные поражения, посттравматические кифозы и анкилозирующие спондилиты. Средняя кровопотеря составила 2396 мл, длительность операции (у части больных выполнен и передний доступ) – 12.4 часа. Поясничный лордоз в результате коррекции удалось увеличить на 34°, а сагиттальный дисбаланс уменьшить на 13.5 см. Ложный сустав блока выявлен у 7 больных, причем в одном случае – на уровне вертебротомии. Из других осложнений: 2 разрыва дурального мешка, респираторный дистресс-синдром (2 случая), тромбоз глубоких вен (2 случая), всего – 25 осложнений. Субъективная оценка результата больными (вопросник Oswestry) очень высокая – 51.2 до операции и 35.5 после.

Та же группа авторов (Bridwell et al., 2003) сообщила о лечении 33 больных со сроками наблюдения более двух лет, в эту группу вошли, вероятно, и пациенты из исследования, упомянутого выше. Авторы подчеркивают, что у больных с дегенеративными поражениями позвоночника результаты хуже и осложнения чаще, чем при деформациях позвоночника иной этиологии.

Kyu-Jung Cho et al. (2005) представили результаты оперативного лечения 41 больного с деформациями позвоночника различной этиологии (идиопатический сколиоз, дегенеративный сагиттальный дисбаланс, посттравматические кифозы, анкилозирующий спондилит). У всех больных вертебротомия осуществлена на одном уровне, средняя коррекция деформации составила 31.7°. Коррекция сагиттального дисбаланса – 11.2 см.

Средняя кровопотеря составила 2617 мл, длительность вмешательства – 12.1 часа. Летальных исходов и стойких неврологических осложнений не отмечено. Всего у 41 больного выявлено 24 осложнения – как ранних, так и поздних. К ранним отнесены разрывы дурального мешка (3), тромбоз глубоких вен (2), переходящий неврологический дефицит (3), легочно-сердечные осложнения (3), нагноение операционной раны (1). Среди поздних осложнений – 9 случаев развития ложного сустава блока, как на уровне вертебротомии, так и вне его.

В 2006 г. van Loon et al. сообщили об использовании PSO у 11 больных с грубыми кифозами различной этиологии как элемент вмешательства, включающего также многоуровневую вертебротомию Ponte. PSO варьировала по уровню от Th10 до L2, а операция Ponte, в среднем, на 6 уровнях. Интраоперационная кровопотеря составила в среднем 3800 мл, продолжительность операции – 250 мин. Серьезных осложнений не отмечено. Средняя коррекция кифоза составила 39°, из которых 25° получены за счет PSO. Для субъективной оценки использовалась VAS (visual analogue scale), продемонстрировавшая высокую степень удовлетворенности больных результатами лечения.

Ikenaga et al. (2007) оперировали 67 больных, средний возраст которых составил 69 лет. Кифотические деформации были посттравматическими и дегенеративными. Уровень вертебротомии варьировал от Th11 до L4, а количество заблокированных сегментов – от 2 до 16. Средняя кровопотеря составила 1988 мл, продолжительность вмешательства – 277 мин. Средняя коррекция кифоза составила 34.2°, сагиттальный дисбаланс уменьшен с 3.4 до 1.5 см. Субъективная оценка результатов лечения была отличной в 35 случаях, хорошей в 19, удовлетворительной в 7 и плохой – в 6 случаях. Летальных исходов и развития параплегий в послеоперационном периоде отмечено не было. Легкие неврологические осложнения выявлены в четырех случаях. У трех больных была массивная (5000 мл) кровопотеря, инфекционные осложнения у двух, несостоятельность инструментария – у трех. Прогрессирование кифоза и коллапс соседних с зоной блока сегментов диагностированы в 18 случаях, ложный сустав блока – в семи. Повторные операции пришлось выполнить у семи пациентов. Послеоперационная иммобилизация корсетом продолжалась 6 месяцев.

Анализ неврологических осложнений PSO представлен в 2007 г. Vuchowski et al. Всего авторами было выполнено 108 операций за 10 лет. Средний возраст больных – 55 лет. Этиология деформаций позвоночника: идиопатический сколиоз, дегенеративные деформации, анкилозирующий спондилит, посттравматические кифозы, болезнь Шойерманна. Поясничный лордоз удалось увеличить с 17° до 49°, сагиттальный дисбаланс уменьшить со 131 до 23 мм. Послеоперационный неврологический дефицит (двигательные нарушения на две или более ступени по Frankel либо нарушение функции тазовых органов) отмечен у 12 больных (11.1%). Интраоперационный мониторинг спинного мозга нарушения проводимости не выявил. Стойкий дефицит отмечен только у трех больных, причем со

временем у двух отмечено улучшение на одну ступень, все трое были в состоянии ходить. Неврологический дефицит был всегда односторонним. Причина его – комбинация действия подвывиха на уровне вертебротомии, сужения позвоночного канала и выпячивания дурального мешка.

В том же 2007 г. Kim et al. представили отделенные результаты применения PSO у 35 больных с деформациями различной этиологии (идиопатический сколиоз, дегенеративные изменения, посттравматические кифозы). Средний возраст больных 53 года. Послеоперационное наблюдение – от 5 до 8 лет. Рентгенографически сколько-нибудь существенной динамики в течение этого периода авторы не отметили. Отмечено развитие 10 псевдартрозов, потребовавших ревизионного вмешательства, но ни в одном случае псевдартроз не констатирован на уровне вертебротомии. Ранние неврологические осложнения выявлены у 5 больных, интраоперационный мониторинг не позволил диагностировать их своевременно, поэтому в трех случаях потребовалась реоперация. Во всех случаях отмечено восстановление в сроки до 4 мес. Анкетирование пациентов показало высокую степень удовлетворенности результатами лечения.

Bakaloudis et al. (2011) представили результаты применения PSO в грудном отделе позвоночника у группы из 12 детей, средний возраст которых составил 12.6 года. Большинство деформаций были либо идиопатическими сколиозами, либо синдромальными и врожденными и по углу Кобба превышали 90°. При среднем сроке послеоперационного наблюдения 2.4 года сколиотический компонент деформации удалось исправить на 61° (62.3%), а кифотический – на 60-72° (65%). Тяжелых осложнений не было выявлено.

Ames et al. (2013) проанализировали результаты 78 операций, выполненных одним или двумя работающими одновременно хирургами (42 и 36 больных в двух сравниваемых группах). Этиология деформаций позвоночника не упоминается. Средний возраст пациентов в двух группах составил 57 и 64 года соответственно. Уровень проведенной вертебротомии варьировал в весьма широких пределах – от Th1 до L4. Протяженность спондилодеза была одинаковой в обеих группах (8.7 и 8.4 сегмента), как и величина ламинэктомического дефекта (2.5 и 3.2 сегмента). Динамика биомеханических параметров была практически одинаковой для обеих групп. Что касается других показателей, разница между группами была существенной. Так, кровопотеря в первой группе (1 хирург) составила 5279 мл, во второй (2 хирурга) – 2003 мл, длительность вмешательства – 7.6 и 5 часов соответственно. Тяжелые осложнения отмечены у 24 больных первой группы и 9 – второй. Незапланированные операции в связи с развившимися осложнениями пришлось выполнять у 9 больных первой группы (24%) и 3 больных (8%) – во второй группе. В общей сложности глубокие нагноения выявлены 5 раз, механические осложнения, связанные с имплантатами, 2 раза, неврологический дефицит разной степени тяжести – 12 раз. Среди легких осложнений: повреждение дурального мешка (25 случаев), поверхностная инфекция (2 случая), уроинфекция (2 случая).



Так же в 2013 г. Yagi et al. попытались ответить на вопрос о необходимой протяженности костного блока в краниальном направлении. Ими прооперированы 32 пациента в возрасте 50 лет в среднем. Средний срок наблюдения – 8.6 года. Длинный спондилодез (до Th6) выполнен у 17 больных, короткий (каудальнее Th8) – 15. Протяженность вмешательства 5.2 часа, средняя кровопотеря – 2900 мл. Величину поясничного лордоза удалось нормализовать с 16° до 52°, сагиттальный дисбаланс уменьшен с 10.4 до 3.6 см, но к концу срока наблюдения он несколько усилился – до 5.4 см. Это явление, а также усиление грудного кифоза чаще отмечено у больных с короткой зоной спондилодеза. Тяжелых осложнений было 14: разрыв дуральной оболочки (2), ложный сустав блока (3), раневая инфекция (3), механические осложнения (6).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ames C., Barry J., Keshavarzi S. et al. Perioperative outcomes and complications of Pedicle Subtraction Osteotomy in cases with single versus two attending surgeons // *Spine Deformity*. – 2013. – v.1. – P. 51 – 58
2. Bakaloudis G., Lolli F., Di Silvestre M. et al. Thoracic Pedicle Subtraction Osteotomy in the treatment of severe pediatric deformities // *Eur. Spine J.* – 2011. – v.20 (Suppl). – S95 – S104
3. Bridwell K., Lewis S., Edwards C. et al. Complications and outcomes of Pedicle Subtraction Osteotomy for fixed sagittal imbalance // *Spine*. – 2003. – v.28,#18. – P. 2093 - 2101
4. Bridwell K., Lewis S., Lenke L. et al. Pedicle Subtraction Osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance // *J. Bone Jt. Surg.* – 2003. – v.85-A,#3. – P. 454 - 463
5. Buchowski J., Bridwell K., Lenke L. et al. Neurological complications of lumbar Pedicle Subtraction Osteotomy // *Spine*. – 2007. – v.32,#20. – P. 2245 - 2252
6. Ikenaga M., Shikata J., Takemoto M., Tanaka C. Clinical outcomes and complications after Pedicle Subtraction Osteotomy for correction of thoracolumbar kyphosis // *J. Neurosurg. Spine*. – 2007. – v.6. – P. 330 – 336
7. Kim Y.J., Bridwell K., Lenke L. et al. Results of lumbar Pedicle Subtraction Osteotomy for fixed sagittal imbalance. A minimum 5-year follow-up study // *Spine*. – 2007. – v.32,#20. – P. 2189 - 2197
8. Kui-Jung Cho, Bridwell K., Lenke L. et al. Comparison of Smith-Petersen *versus* Pedicle Subtraction Osteotomy for the correction of fixed sagittal imbalance // *Spine*. – 2005. – v.30,#18. – P. 2030-2037
9. P. van Loon., G. van Stralen., C. van Loon et al. A Pedicle Subtraction Osteotomy as an adjunctive tool in the surgical treatment of a rigid thoracolumbar hyperkyphosis; a preliminary report // *The Spine Journal*. – 2006. – v.6. – P. 195 - 200
10. Smith-Petersen M., Larson C., Aufranc O. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis // *J.Bone Jt.Surg.* – 1945. – v.27-A. – P. 1-11
11. Yagi M., King A., Cunningham M. et al. Long-term clinical and radiographic outcomes of Pedicle Subtraction Osteotomy for fixed sagittal imbalance: does level of proximal fusion affect the outcome? Minimum 5-year follow-up // *Spine Deformity*. – 2013. – v.1. – P. 123 - 131