

Педикулярная субтракционная остеотомия

8

Manish K. Singh, David M. Ibrahimi,
Christopher I. Shaffrey, Justin S. Smith

8.1 Введение

Педикулярная субтракционная остеотомия (PSO) – хирургическая методика, применяемая для коррекции жестких сагиттальных деформаций. Деформации, подлежащие коррекции при помощи PSO, этиологически разнообразны и включают дегенеративные, посттравматические, неопластические, инфекционные, метаболические и врожденные формы [1-3]. Старееющее население земли и увеличивающиеся требования к качеству жизни приводят к росту числа пациентов, обращающихся за медицинской, и в частности хирургической, помощью в связи с симптоматикой, вызванной фиксированными сагиттальными деформациями. С появлением возможности полисегментарной трехколонной фиксации при помощи транспедикулярных винтов и развитием спинальных имплантов в целом, стало возможно проведение операций по коррекции деформаций позвоночника исключительно с помощью заднего доступа [4]. Применение задних остеотомий с последующей транспедикулярной фиксацией обеспечивает значительную коррекцию во всех трех измерениях, а высокая устойчивость транспедикулярных винтов к вырывающей силе и жесткость металлоконструкций снижают число включаемых в зону фиксации сегментов, что позволяет сохранять подвижность позвоночника на большем протяжении [4,5].

Остеотомии по Ponte и Smith-Petersen, а также резекция позвоночного столба являются основными методиками коррекции деформаций позвоночника у взрослых [1,4,6]. В зависимости от типа, сложности и выраженности деформации, каждая из этих методик может выполняться самостоятельно или в комбинации с другими методиками. PSO и VCR рассматривают как трехколонные остеотомии, в то время как SPO вовлекает лишь заднюю колонну [1,4,7,8].

Thomassen впервые описал PSO в 1985 г. [9]. Он выполнил операцию по новой методике у 11 пациентов с анкилозирующим спондилитом и выраженными кифотическими деформациями. Все деформации были скорректированы за счет резекции второго пояс-

ничного позвонка. Эти операции показали, что PSO является высокоэффективным инструментом для восстановления лордоза и устранения кифоза в поясничном, грудном и, с недавнего времени, шейном отделах [6,10]. Данная методика обозначается разными терминами в литературе, например – транспедикулярная клиновидная остеотомия, смыкательная клиновидная остеотомия, остеотомия по типу «яичной скорлупы» [4]. Техника выполнения заключается в остеотомии через все три колонны с транспедикулярной клиновидной резекцией от задних элементов и корней дуг позвонков до переднего кортикального слоя тел позвонков. Передняя стенка тела позвонка, при этом, выполняет функцию оси рычага при смыкании образовавшегося дефекта (Рис. 8.1а) [1,3,4,6,11]. При смыкании клиновидного дефекта существенная площадь поверхности контакта между оставшимися частями тела позвонка обеспечивает условия для полноценного костного сращения. При смыкании происходит укорочение задней колонны без удлинения передней колонны, что обеспечивает максимальный потенциал заживления тканей без перерастяжения сосудов брюшной полости (Рис. 8.1б) [1,6]. После смыкания заднего клиновидного дефекта нервные корешки проходят по бокам позвонка на уровне остеотомии через вновь сформированные отверстия.

Фиксированные сагиттальные деформации могут иметь ятрогенное происхождение и возникать на фоне многоуровневых ламинэктомий, фиксации переломов в поясничном отделе, дистальных артродезов при остеохондрозе, сегментарной фиксации при коррекции сколиоза и коррекции при помощи дистрактора Харрингтона. Также эта патология может быть следствием анкилозирующего спондилита, многоуровневых дегенеративных изменений межпозвонковых дисков и кифотических деформаций на фоне множественных компрессионных переломов. Определение степени мобильности деформации обуславливает тактику хирургического лечения, включая вид доступа, количество фиксированных сегментов и необходимость в корригирующих остеотомиях. Деформа-

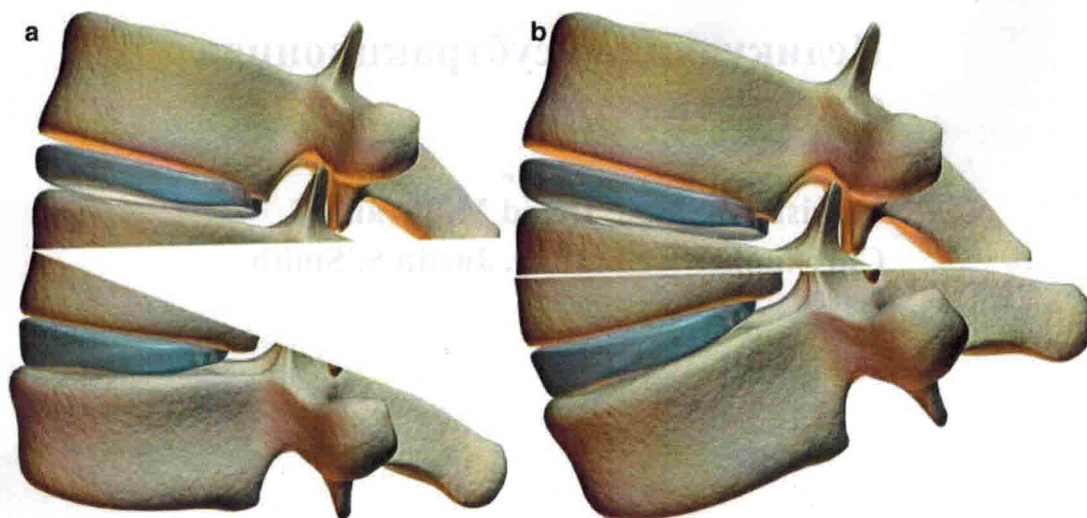


Рис. 8.1 (а, б) Педикулярная субтракционная остеотомия. Трехколонная транспедикулярная клиновидная остеотомия позвоночника с сохранением передней кортикальной пластинки тела позвонка, что обеспечивает точку опоры при смыкании зоны остеотомии. Методика обеспечивает контакт больших костных поверхностей, надежный костный блок, восстановление баланса. Нервные корешки в результате остеотомии выходят через одно большое межпозвонковое отверстие.

ции с коррекцией более 30% на рентгенограммах с наклонами, считаются мобильными и, в большинстве случаев, не требующими применения остеотомий. При функциональной коррекции менее 30%, деформации считаются ригидными, и с большей вероятностью могут потребовать проведения остеотомии [12]. У многих взрослых пациентов с деформациями позвоночника в анамнезе имеются хирургические вмешательства с проведением спондилодеза, что значительно увеличивает их ригидность, и, как следствие, необходимость в остеотомиях для достижения удовлетворительного баланса. Мобильность должна оцениваться во всех дугах деформации.

Фиксированная или ригидная деформация делает поддержание прямой осанки затруднительной без сгибания в коленных и разгибания в тазобедренных суставах. В большинстве случаев у таких пациентов индекс сагиттальной вертикальной оси (СВО), значительно увеличен. Общепринятого мнения насчет абсолютной нормы СВО не существует, однако в одной из последних классификаций деформаций позвоночника взрослых SRS, Schwab и соавт. предложили считать СВО <4 см нормой, СВО между 4 и 9,5 см – умеренно увеличенной и СВО более 9,5 см – значительно увеличенной [13]. Показатели позвоночно-тазового наклона (spino-pelvic inclination - SPI) применяются в качестве альтернативы глобальному сагиттальному балансу и основываются на угловых измерениях вместо расстояний от вертикальной оси. SPI Th1 более точно коррелирует с показателями качества жизни и здоровья (HRQOL), чем СВО. Это, вероятно, связано с тем, что SPI является показателем соотношения параметров таза и нижних конечностей с позвоночником, так как производится измерение

расстояния Th1 от таза относительно головок бедренных костей, а не крестца [14].

Последние исследования демонстрируют важность тазовых параметров, включая PI, PT и наклон крестца (sacral slope - SS), в оценке сагиттального баланса позвоночника [14,15]. Прогрессирующее смещение баланса позвоночника кпереди может привести к ретроверсии таза (увеличению PT) для компенсации нарастающего дисбаланса. Хотя увеличение PT может уменьшить выраженность дисбаланса, неестественная ретроверсия таза негативно отразится на биомеханике ходьбы и увеличит затраты энергии при движении, а следовательно – и показатели HRQOL [16-18]. Независимо от этиологии, при деформациях позвоночника у взрослых пациентов существует стойкая взаимосвязь между сагиттальным дисбалансом и болевым синдромом и нарушением трудоспособности [19]. Lafage и соавт. показали, что Th1 SPI демонстрирует самую сильную корреляцию с HRQOL, затем следуют СВО и PT [14]. Коррекция СВО и PT одновременно дает лучшие результаты, чем коррекция только СВО [14,15]. Schwab и соавт. при хирургической коррекции сагиттального баланса рекомендуют стремиться к следующим показателям: СВО <50 мм, Th1 SPI <0°, PT <20° и поясничный лордоз в пределах 9° от PI [20]. Результаты исследования Blondel и соавт. [21], в котором оценивалась степень сагиттальной коррекции, необходимая для улучшения показателей HRQOL, подтвердили показатели, предложенные Schwab и соавт. Наилучшие результаты хирургического лечения деформаций позвоночника у взрослых были достигнуты при >120 мм или более 66% коррекции СВО [21]. Также было показано, что, чем больше коррекция СВО, тем выше показатели снижения болевого синдрома по шкалам SRS и

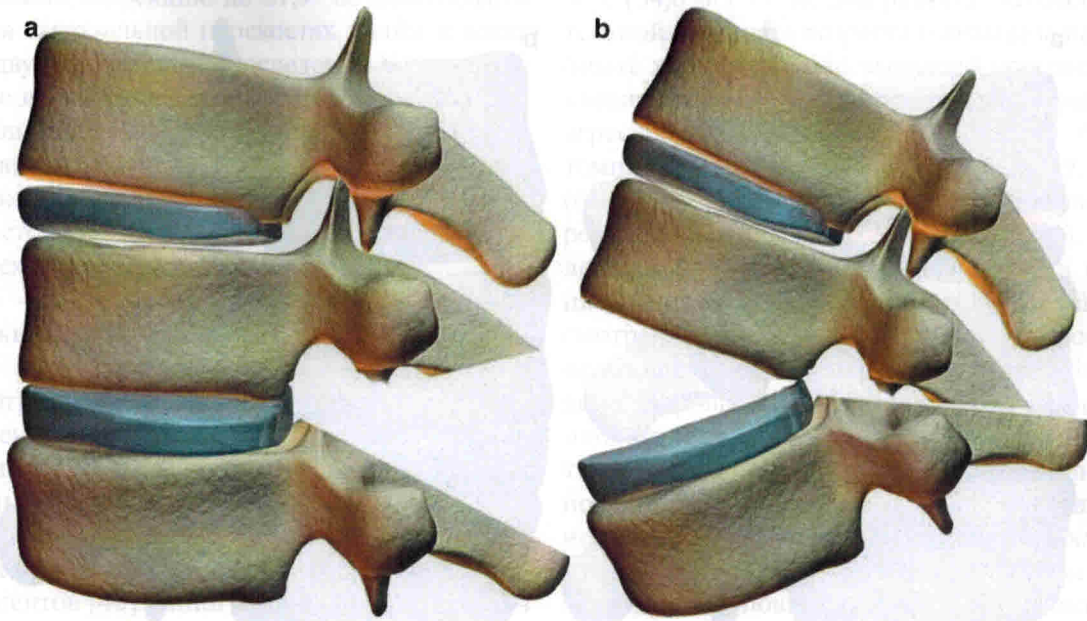


Рис. 8.2 (a, b) Остеотомия по Smith-Petersen: коррекция достигается за счет частичного нарушения целостности передней продольной связки и межпозвонкового диска, что вызывает удлинение передней колонны позвоночного столба.

ОДИ. При выполнении коррекции необходимо стремиться к максимальному восстановлению сагиттального баланса, насколько это возможно. Неполная коррекция может увеличивать риск переломов и нестабильности металлоконструкции, PJK и незначительно улучшать показатели HRQOL [20,21].

8.1.1 Остеотомия по Smith-Petersen

Степень коррекции при выполнении остеотомии по Smith-Petersen обычно составляет 10° на одном уровне, или 1° на каждый мм резецированной костной ткани [1,2,8,22]. Описаны методики более агрессивной SPO, обеспечивающие большую коррекцию, однако они связаны со значительно большим риском осложнений. SPO показана при наличии протяженных, плавно изогнутых деформаций с мобильными сегментами и умеренно увеличенной СВО, что нехарактерно для ригидных деформаций [24]. Чаще всего методика применяется при болезни Шейерманна, однако возможно ее применение и при ятрогенных деформациях с умеренным сагиттальным дисбалансом (6-8 см) [8,24]. Применение SPO ограничено при ригидных деформациях, так как ее эффективность при ангулярных кифозах и при наличии синостозов в области передней колонны и отсутствии мобильности в межпозвонковых дисках крайне мала. Также, как уже упоминалось, SPO может приводить к большому числу осложнений, особенно у пожилых пациентов [4,8]. Неврологические осложнения SPO, по некоторым данным, могут достигать 30%, в основном вследствие компрессии нервных корешков при смыкании зоны остеотомии задней колонны [4]. Другие, более редкие, осложнения включают развитие синдрома брыжеечной артерии, псевдоартроз,

кровотечения, повреждение ТМО, переломы корней дуг позвонков. Тем не менее, по сравнению с трехколонными остеотомиями, при SPO отмечаются значительно меньшая продолжительность операции, меньший объем кровопотери и меньший риск неврологических осложнений [25].

В целях минимизации изменений длины передней колонны, возможно проведение остеотомии на нескольких сегментах (Рис. 8.3а). Hehne и соавт. впервые описали полисегментарную лордозирующую остеотомию с достижением до 10° коррекции на каждом уровне [26]. Такой подход обеспечивает постепенную коррекцию, что снижает риск осложнений, особенно в области передней колонны (Рис. 8.3б) [4,8,23].

8.1.2 Педикулярная субтракционная остеотомия

PSO применяется при коррекции ригидных деформаций с ангулярным кифозом и СВО > 8 см, чаще всего у пациентов с ятрогенным синдромом плоской спины, анкилозирующим спондилитом и при костном сращении элементов передней колонны [4,23,24]. Данная методика сложна в выполнении и связана с риском выраженного кровотечения из эпидурального венозного сплетения и губчатой кости, в связи с чем, она чаще выполняется ниже уровня конского хвоста, чтобы снизить риски неврологических осложнений при манипуляции дурального мешка. Вместе с тем, при наличии показаний и с учетом повышенного риска осложнений, PSO может применяться в грудном и даже шейном отделах [1,10,24,27]. Частичная двусторонняя резекция ребер вместе с реберно-позвоночными суставами значительно упрощает доступ к телам позвонков при

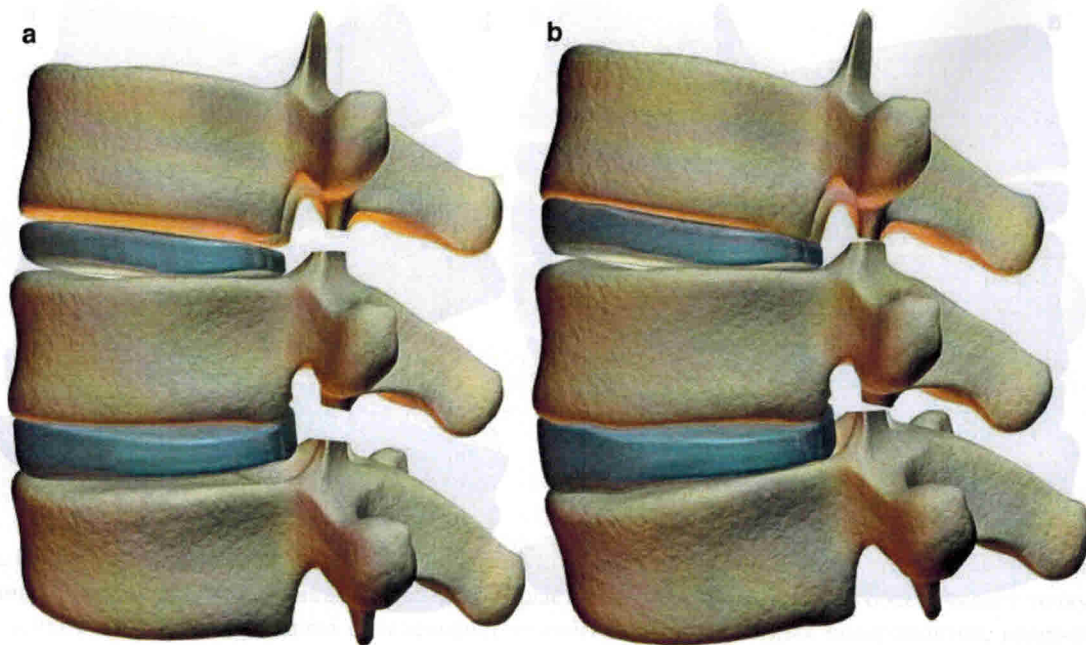


Рис. 8.3 (а, б) Многосегментарная задняя остеотомия: коррекция достигается за счет многоуровневой деформации дисков, с минимальным нарушением целостности дисков и передней продольной связки.

PSO в грудном отделе. Многие хирурги избегают применения PSO в дистальных поясничных сегментах в связи с меньшим числом точек фиксации [24]. В подавляющем большинстве случаев эта методика применяется на уровне L2 или L3 позвонков.

У пациентов с ригидными сагиттальными кифозами PSO выполняется на вершине деформации, однако при отсутствии локального грудопоясничного кифоза, PSO в поясничном отделе остается методом выбора. Помимо большего угла коррекции, по сравнению с SPO, проведение PSO не требует мобилизации передней колонны и может применяться у пациентов с полным костным блоком на нескольких уровнях после ламинэктомии [24]. Значительная по площади зона костного контакта после смыкания области остеотомии увеличивает стабильность и снижает риск формирования псевдоартроза. Также, за счет возможности асимметричной клиновидной резекции данная методика может обеспечивать коррекцию как в сагиттальной, так и во фронтальной плоскостях. Расширенная модификация PSO включает вышележащий межпозвонковый диск и осуществляется до нижней замыкательной пластинки вышележащего тела позвонка, обеспечивая тем самым еще большую степень коррекции [3,4,7]. При необходимости, межтеловой спейсер может быть установлен в средних или передних отделах межпозвонкового пространства для выполнения функции точки опоры и предотвращения повреждения нервных структур.

Степень коррекции деформации при помощи PSO неоднократно изучалась в исследованиях на анатомических препаратах, клинических и рентгенологических исследованиях. Li и соавт. получили в среднем $36,4^\circ$ коррекции при стандартной PSO и до $48,5^\circ$ – при расширенной PSO [4,28]. Обзор боль-

шого объема литературы показал, что при помощи PSO удастся достичь от $26,2^\circ$ до $40,1^\circ$, а в среднем – около 32° коррекции [1,2,4,11,23,24,29,30]. Ожидаемая степень коррекции в грудном отделе несколько меньше, чем в поясничном отделе, что связано с меньшей высотой позвонков в этом отделе.

Задняя резекция позвоночного столба (PVCR)

MacLennan впервые описал резекцию позвоночного столба в 1922 при лечении тяжелого сколиоза [31]. Suk и соавт. разработали метод заднего доступа для VCR, с полной резекцией одного или более позвоночных сегментов для достижения оптимального сагиттального и фронтального баланса при укорочении позвоночника [32-34]. Эта методика подразумевает стабилизацию позвоночного столба при помощи транспедикулярной фиксации и последующей полной резекции задних элементов, тела позвонка на вершине деформации и смежных межпозвонковых дисков [34]. В большинстве случаев передний спондилодез выполняется с помощью заднего доступа с установкой межтелового кейджа, который обеспечивает сохранение высоты передней колонны и, одновременно, увеличивает степень коррекции [4].

VCR – сложная в выполнении методика с высокой вероятностью грозных осложнений, особенно при ее выполнении в грудном и верхнепоясничном отделах позвоночника [31]. В связи с этим VCR применяется только в случаях крайней необходимости, при тяжелых ригидных трехплоскостных деформациях, которые невозможно исправить при помощи других методик. Чаще всего VCR выполняют при выраженных ригидных кифосколиозах, врожденных кифозах, полупозвонках, спондилолистезах L5 позвонка и резекциях позвоночных опухолей [4,6]. Suk и соавт.

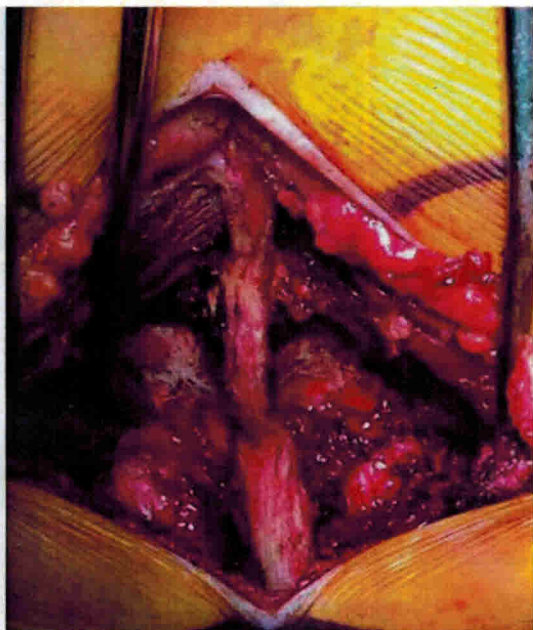


Рис. 11.3 Интраоперационный снимок доступа к латеральному краю поперечного отростка на уровне фиксации.

- Задний доступ осуществляется через стандартный задний разрез вдоль срединной линии с субпериостальной отсепаровкой тканей до латеральных краев поперечных отростков (Рис. 11.3).

- Применение диатермокоагуляции значительно снижает объем кровопотери во время осуществления доступа.

- Тщательное предоперационное изучение снимков пациента необходимо для учета всех анатомических отклонений от нормы.

- Крайне важно точно определять уровни вмешательства при помощи ЭОПа, так как после субпериостальной диссекции возможно сращение позвонков там, где в этом нет необходимости.

11.9.3.1 Техника удаления полупозвонков

- Проведение транспедикулярных винтов

- Стабилизационные винты необходимо провести в соседние с полупозвонком сегменты перед тем как приступить к удалению. Титановые винты можно устанавливать пациентам старше 1 года. Монополярные винты предпочтительнее в связи с их более низким профилем.

- Детям устанавливаются стержни с диаметром 3,5 или 4,5 мм.

- Установку лучше проводить при помощи методики "free-hand".

- Целостность стенок канала винта необходимо проверять с помощью зонда.

- Диаметр метчика должен быть на 0,5 мм меньше планируемого диаметра винта. При наличии остеопении винты могут быть проведены без предварительного применения метчика.

- Оптимальное расположение винтов обязательно должно подтверждаться при помощи нейромониторинга и ЭОПа (Рис. 11.4).

- Удаление полупозвонка

- Скелетирование задних элементов необходимо проводить до уровня краев поперечных отростков и вниз по боковой поверхности тела позвонка при помощи элеваторов, после чего мягкие ткани отводятся от тела позвонка при помощи изогнутого элеватора. Это позволяет защитить структуры, расположенные впереди и латеральнее тела позвонка.

- Если полупозвонок расположен в грудном отделе, может возникнуть необходимость резекции головок ребер.

- Хрящевые поверхности суставов с вогнутой стороны необходимо резецировать для лучшего костного сращения.

- Резекция позвонка начинается от срединной линии с удаления желтой связки и полудуги.

- Объем резекции должен захватывать суставные отростки

- Нервные корешки должны быть полностью защищены от возможного повреждения.

- Поперечный отросток и задняя кортикальная стенка над корнем дуги резецируются до появления губчатой кости.

- В ходе резекции можно проложить пространство между резецируемой костью и дуральным мешком салфеткой или гемостатической губкой, чтобы снизить вероятность его повреждения.

- Поднадкостничное выделение боковой стенки тела позвонка производится при помощи элеваторов.

- Резекция тела полупозвонка производится через корень дуги при помощи бора, не нарушая целостность стенок.

- Оставшиеся после удаления губчатой кости стенки тела полупозвонка удаляются ламинотомом. При этом задняя стенка удаляется в последнюю очередь.

- Клиновидная резекция должна включать меж-

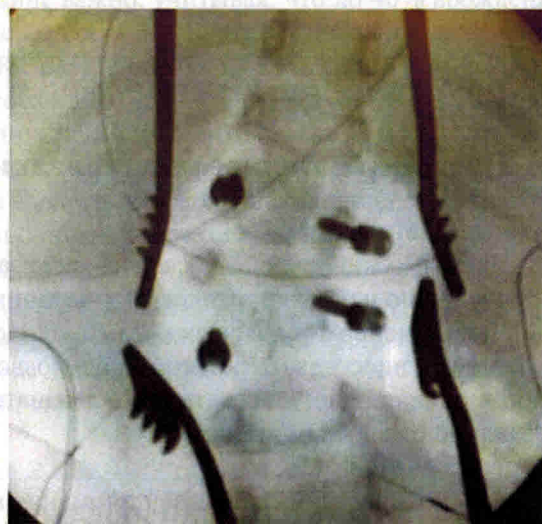


Рис. 11.4 Проведение транспедикулярных винтов выше и ниже уровне полупозвонка.

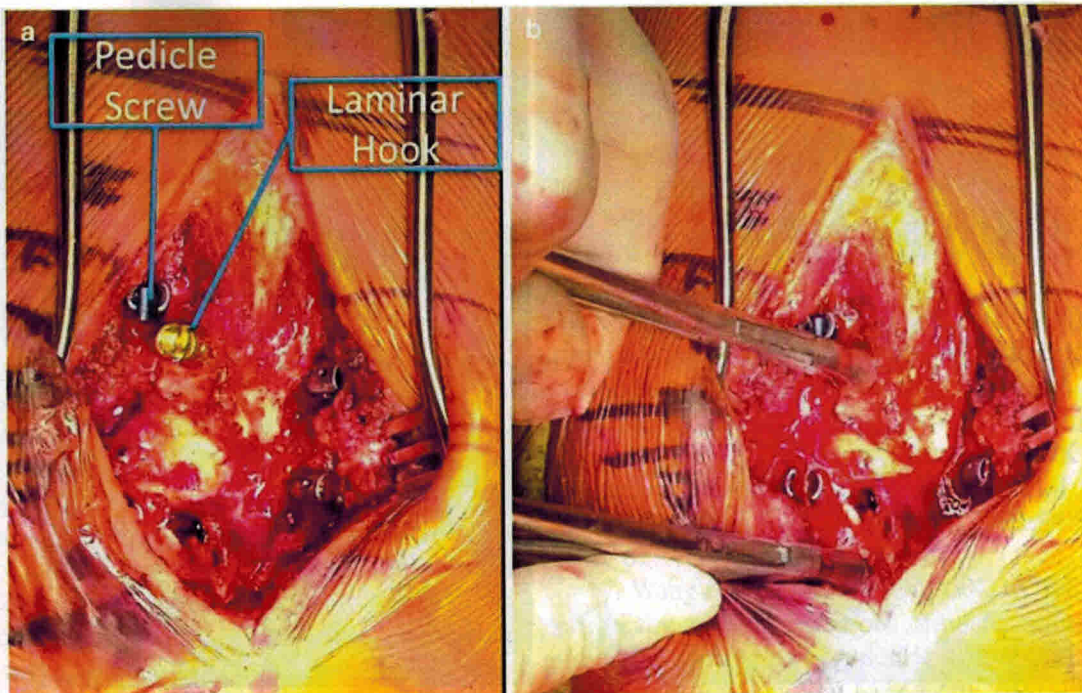


Рис. 11.5 (а) Установка ламинарных крючков. (б) Коррекция за счет ламинарных крючков.

позвоночные диски выше и ниже уровня полупозвонка. Вершина клина должна располагаться с вогнутой стороны для максимальной коррекции деформации.

- Хрящевая ткань замыкательных пластинок должна быть удалена в максимально полном объеме для обеспечения наиболее эффективного сращения.

- Смыкание области клиновидной резекции

- Полученная губчатая кость и костная крошка укладываются в области передних отделов клиновидного дефекта.

- Для защиты транспедикулярных винтов рекомендуется осуществлять смыкание дефекта при помощи ламинарных крючков и трехопорной компрессии зоны остеотомии (Рис. 11.5 а,б).

- На вышележащем уровне крепится обращенный книзу супраламинарный крючок и обращенный вверх инфраламинарный крючок на нижележащем уровне.

- Стержни устанавливаются в крючки, на которые подается умеренная компрессия.

- Во избежание ущемления нервных структур, процесс компрессии должен быть медленным и контролируемым, проводится в условиях нейромониторинга и хорошо визуализироваться.

- Если полученной в результате компрессии коррекции недостаточно в связи с сближением дуг смежных позвонков, они могут дополнительно резецироваться.

- После достижения запланированной коррекции крючки окончательно крепятся к стержням.

- Два стержня устанавливаются в головки винтов. При возможности, необходимо также установить поперечный фиксатор (Рис. 11.6).

- Проводятся декортикация элементов позвоночника и укладка на них фрагментов костного трансплантата.

- Переднезаднее удаление

- После осуществления доступа, устанавливаются транспедикулярные винты.

- Передняя резекция начинается с формирования полнослойного субпериостального лоскута над полупозвонком. Начиная с нижней замыкательной пластинки вышележащего позвонка и, заканчивая верхней замыкательной пластинкой нижележащего позвонка, производится продольный разрез надкостницы. Полностью удаляются межпозвоночные диски. На уровне замыкательной пластинки, производятся переднезадние разрезы надкостницы по окружности тела позвонка, образуя полнослойный

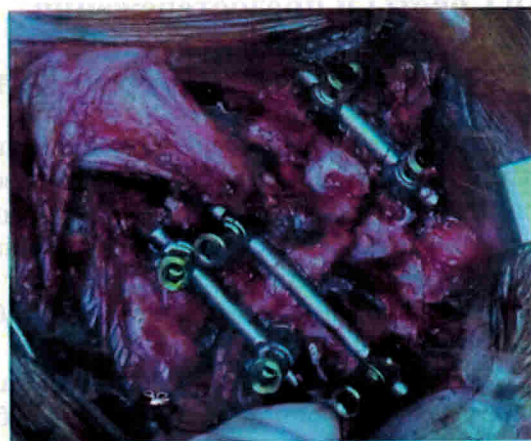


Рис. 11.6 Окончательная фиксация четырьмя винтами (blue), двумя крючками (yellow) и двумя стержнями.