

86 Принципы хирургического лечения

Майкл Гревитт

ВВЕДЕНИЕ

Пациенты с РСк — это небольшая, но неоднородная популяция. Учитывая отсутствие больших когорт пациентов, это затрудняет изучение естественного течения заболевания и исходов лечения. Из-за этой проблемы настоящее время нет консенсуса, основанного на научно обоснованных выводах, о том, что является оптимальным методом лечения в конкретном клиническом случае. Ситуация еще более осложняется отсутствием инструментов или критериев оценки полученных результатов. Сохранение роста часто является декларируемой целью всех методов лечения, но до конца непонятны фундаментальные связи между ростом позвоночника, морфологией грудной клетки и функцией легких.

СОВРЕМЕННЫЕ СТРАТЕГИИ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Учитывая все вышесказанное, напрашивается вывод, что лечение детей с РСк часто носит эмпирический характер и основано на клиническом опыте хирурга и эвристических рассуждениях.

Такой подход иллюстрируется исследованием Yang и соавт. [1]. Авторы провели индивидуальный опрос членов Исследовательской группы по изучению растущего позвоночника (Growing Spine Study Group) с целью сбора сведений об отношении к определенным стратегиям лечения и пороговым значениям для их использования. Затем эти результаты были связаны с фактической практикой, основанной на базе данных 265 пациентов с РСк, которым в течение $4,7 \pm 2,1$ года имплантировали удлиняемые стержни. В ходе опроса было установлено, что предпочтение отдается операциям по установке удлиняемых стержней, а не коррекции деформации с помощью кон-

струкции, фиксируемой на ребрах (вертикально удлиняемый титановый эндокорректор VEPTR), системам управления ростом (SHILLA) и первичному артродезу. Основными показаниями для установки удлиняемого стержня были основная дуга более 60° и возраст младше 8–10 лет. На практике средний угол Кобба во время имплантации стержней составлял 73° , а средний возраст — 6 лет. Другими факторами, влияющими на выбор именно удлиняющихся стержней, были ригидность дуги деформации, непереносимость корсетов и синдромный сколиоз.

Учитывая часто низкое качество костной ткани у пациентов с РСк, хрупкость ребер и недостаточно надежное крепление конструкции к ребрам и тазу, существует прогнозируемая частота осложнений в послеоперационном периоде при РСк. Масштабы риска и факторы, которые могут predispose к этому, были более четко определены в нескольких опубликованных докладах.

Sankar и соавт. [2] изучили медкарты 36 детей с РСк, которым были установлены стандартные двойные удлиняемые стержни, гибридные удлиняемые стержни (с креплениями к ребрам и позвоночнику) и устройство VEPTR. У 26 пациентов были проведены 72 незапланированные операции (частота осложнений — 72% или 2,77 вмешательства у одного пациента). Основными причинами были поломка стержня (18), миграция якорей (31) и развитие глубокой раневой инфекции с септическим компонентом (18). Частота осложнений при использовании стандартных двойных стержней, гибридной конструкции и VEPTR составила 2,30; 0,86 и 2,37 случая на одного пациента. В этом исследовании не было установлено взаимосвязи частоты осложнений с предоперационным углом Кобба, кифозом, возрастом и индексом массы тела.

Bess и соавт. [3] опубликовали свои данные, полученные из базы данных Исследовательской группы по изучению растущего позвоночника. Их исследование включало 140 пациентов, средний возраст которых и длительность наблюдения были аналогичны упомянутому ранее в отчете. У 81 (58%) участников зарегистрировано минимум одно осложнение. Данные обоих анализов свидетельствуют о том, что при применении конструкции на основе одного удлиняемого стержня частота осложнений выше, чем для конструкции на основе двух стержней (27 и 10% соответственно), и что подкожная имплантация стержня сопровождается увеличением частоты проблем, связанных с увеличением операционной раны, контурированием имплантата и, как следствие, необходимостью проведения незапланированных операций. Более молодой возраст на момент установки стержней, по-видимому, коррелирует со снижением риска (уменьшение на 13% для каждого дополнительного года), тем не менее риск увеличивался на 24% после каждой дополнительной хирургической процедуры.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ РАННЕГО СКОЛИОЗА В СТРАНАХ С НИЗКИМ И СРЕДНИМ УРОВНЕМ ДОХОДА

Проблемы еще более осложняются в СНСД, где из-за проблем финансирования дорогостоящих имплантатов, обеспечения последующих визитов и оперативного лечения осложнений требуется поиск альтернативных методик.

Для этого необходим синтез принципов, включающих основные хирургического вмешательства и признание ограничений в лечении пациентов в СНСД. К ним относятся:

1. Сохранение потенциала роста незрелого позвоночника для обеспечения достижения максимальной длины грудного отдела от уровня до T_{xii}.
2. Контроль деформации позвоночника (и побочных эффектов при Heuter–Volkmanн при прогрессирующей клиновидной деформации позвонков).
3. Использование менее дорогостоящих имплантатов.
4. Меньшая зависимость от регулярных визитов в клинику.
5. Снижение частоты осложнений.

Можно надеяться на то, что в результате внедрения вышеуказанных принципов у этих детей будут достигнуты удовлетворительные результаты лечения, их семьи будут следовать рекомендациям врачей, а сами рекомендации будут учитывать социально-экономические условия и ограничения, обусловленные климатом и географическим положением места жительства.

В следующих разделах основное внимание будет уделено методам моделирования роста (эпифизиодез с выпуклой стороны дуги, установка скоб в передней части тел позвонков) и управляемого роста (Luque Trolley и SHILLA), а также будет определено, насколько хорошо они соответствуют вышеуказанным принципам.

ЭПИФИЗИОДЕЗ С ВЫПУКЛОЙ СТОРОНЫ ДЕФОРМАЦИИ

Эпифизиодез широко используется в лечении укорочения конечности и угловых деформаций длинных костей. Гемиепифизиодез с выпуклой стороны деформации остается одним из наиболее часто используемых методов лечения сколиоза. Это относительно простая процедура, требующая непродолжительного обучения [4, 5]. Она позволяет скорректировать искривление, сдерживая рост с выпуклой стороны деформации и сохраняя

то на вогнутой стороне, при условии что имеется достаточный потенциал роста. Прогрессирование также можно предотвратить даже с потенциальной регрессией деформации за счет разрушения зоны роста позвонков с выпуклой стороны деформации. В настоящее время наиболее распространенным показанием для такого оперативного вмешательства у детей являются многоsegmentные врожденные деформации, при которых спондилодез не является из-за боязни потенциального усугубления синдрома дыхательной недостаточности вследствие укорочения туловища, особенно у пациентов с деформацией позвоночника за счет полупозвонков. Этот метод может применяться и при идиопатическом РСк в комбинации с конструкциями, направляющими рост.

Результаты будут лучше у детей младшего возраста с большим потенциалом роста и достаточным временем для коррекции. Несколько авторов модифицировали оригинальную методику и получили достаточно хорошие результаты [6]. Тем не менее данный способ не лишен недостатков, к которым относится непредсказуемость коррекции деформации, медленно progressing эффект, эпизодическая необходимость в хирургическом вмешательстве с передним доступом [6].

Несколько авторов продемонстрировали задокументированные результаты такой фиксации большинства деформаций, но определяемая визуально коррекция кривой встречается реже [7,8]. В исследовании Marks и соавт. [9] были проанализированы 53 пациента с врожденным сколиозом. Результаты показали снижение скорости изменения углов Кобба у пациентов с несегментированными стержнями. При сложных аномалиях наблюдалось прогрессирующее искривление со значительно меньшей интенсивностью, но конечная деформация была больше, чем непосредственно перед операцией. Однако в группе пациентов с полупозвонками в 97% случаев наблюдалось уменьшение угла Кобба. Авторы пришли к выводу, что эпифизиодез с выпуклой стороны деформации играет важную роль в хирургическом лечении врожденного сколиоза, особенно у пациентов с полупозвонками [9]. Kieran и соавт. [10] предложили модифицированную методику эпифизиодеза с выпуклой стороны деформации с инструментированным спондилодезом. Они обследовали 13 пациентов, перенесших эту процедуру, в ходе которой была выполнена коррекция искривления путем разрушения интактной пластинки и спондилодеза с помощью транспедикулярных винтов, а затем постепенная коррекция за счет роста позвонков по вогнутой стороне. Средняя величина угла деформации составила $49 \pm 10,9^\circ$ (диапазон $34-66^\circ$) до операции, $38,3 \pm 9,7^\circ$ (диапазон $28-58^\circ$) в раннем послеоперационном периоде и $33,5 \pm 12,4^\circ$ ($16-52^\circ$) при наблюдении в отдаленные сроки [10].

Эти результаты свидетельствуют о том, что манипуляции для остановки роста с выпуклой стороны могут с большим эффектом использоваться у детей с значительным потенциалом роста, особенно в случае сложных много-

сегментных деформаций. Результаты при искривлении в поясничном отделе лучше, чем при искривлении в грудном. У таких пациентов могут применяться различные модификации методики. Для предотвращения прогрессирования сколиоза чрезвычайно важно долгосрочное наблюдение.

СТЕПЛИРОВАНИЕ ПЕРЕДНИХ ОТДЕЛОВ ПОЗВОНКОВ

Источником идеи для степлирования позвоночника при сколиозе, пользуясь для фиксации тел позвонков однозубые или двузубые скобы, послужил успех, достигнутый при их применении у детей с деформациями нижних конечностей. Это минимально инвазивный метод, позволяющий избежать необходимости спондилодеза, является потенциально обратимым, и коррекция начинается сразу после вмешательства [11]. Предпринимались попытки степлирования тел позвонков для того, чтобы устранить их видимую деформацию, согласно закону Hueter—Volkman.

Степлирование тел позвонка — это вариант для растущего ребенка с прогрессирующим сколиозом, являющийся альтернативой ношению корсетов. Показания включают в себя сколиотическую деформацию, при которой целесообразно корсетирование, но пациент отказался от данного метода лечения или попытка корсетирования была неудачной. При этом до достижения окончательного роста остается по меньшей мере не менее 1 года. Целесообразно применение методики при искривлении более 45° и при углах более 40° , при неудовлетворительных результатах консервативного лечения.

Первоначальные сообщения о степлировании позвоночника получены по результатам моделирования на собаках, выполненного Nachemson и Borden [12]. Они сначала создали деформацию позвоночника, а затем пытались ее исправить с помощью скоб. Исследователей не совсем удовлетворили результаты эксперимента, так как были выявлены недостатки конструкции скоб, некоторые из них не обеспечивали достаточной фиксации, некоторые охватывали три позвонка вместо двух. Энтузиазм к этому новому способу лечения значительно ослабел после неудачных результатов его применения у трех детей с прогрессирующим сколиозом. Позднее Smith и соавт. [13] представили удручающие результаты лечения пациентов с врожденным сколиозом. В случае использования степлирования при тяжелом искривлении со значительным ротационным компонентом и у детей с небольшим оставшимся ростом величина потенциальной коррекции была ограниченной.

Первоначально скобы, используемые при деформациях позвоночника, были аналогичны тем, которые применялись при деформации длинных костей и были изготовлены из нержавеющей стали. Будучи жесткими, они

кости склонны к смещению из-за движений позвоночника. Чтобы преодолеть это, были разработаны специальные скобы из нитинола (никель-титановый сплав Лаборатории вооружения ВМС). Нитинол представляет собой биосовместимый металлический сплав, состоящий на 50% из титана и 50% из никеля. Уникальность этих скоб заключается в том, что они изготовлены из сплава с памятью формы и их зубцы являются прямыми при охлаждении, но принимают форму С-образного зажима в кости для надежной фиксации, когда скоба возвращается к температуре тела. Температуру, при которой форма скоб будет трансформироваться, можно контролировать в процессе производства [13]. Нитинол характеризуется низкой скоростью коррозии, широко используется при изготовлении ортодонтических имплантатов, артериально-сосудистых стентов и считается безопасным для человека. Он не приводит к значительному повышению содержания никеля в тканях и крови больного, его свойства не изменяются при стерилизации до операции [14,15]. Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США одобрило применение нитиноловых скоб для фиксации костных фрагментов при корригирующих остеотомиях костей стопы и кисти и установку их в передней части тел позвонков. Скобы не одобрены для фиксации двух позвонков. Такое их использование классифицируется как экспериментальное по незарегистрированным показаниям [16].

Beitz и соавт. [17] в группе из 21 пациента продемонстрировали целесообразность, безопасность и полезность степлирования тел позвонков для лечения идиопатического подросткового сколиоза (ИПС) (рис. 86.1). Были отмечены только незначительные осложнения без случаев смещения скоб. В 2005 г. та же группа [18] сообщила о результатах лечения 39 пациентов и представила информацию о накопленном опыте выполнения этой процедуры. После периода наблюдения в течение по крайней мере 1 года стабилизация искривления наблюдалась у 87% пациентов старше 8 лет на момент степлирования, у которых угол искривления составил 50° или менее. У одного пациента с искривлением менее 30° на момент операции деформация не прогрессировала более чем на 10° за все время последующего наблюдения.

Показания к степлированию включают:

- а) возраст младше 13 лет у девушек и младше 15 лет у юношей;
- б) стадия по Риссеру 0 или 1;
- в) по меньшей мере 1 год до завершения роста по данным рентгенографии запястья или по Сандерсу стадия меньше либо равная 4;
- г) искривление грудного отдела позвоночника на $25-35^\circ$ и поясничного отдела во фронтальной плоскости, меньше или равное 45° , с минимальной ротацией и гибкостью до 20° либо менее;
- д) кифоз грудного отдела, меньше или равный 40° (теоретически возможно увеличение кифоза после установки скоб).

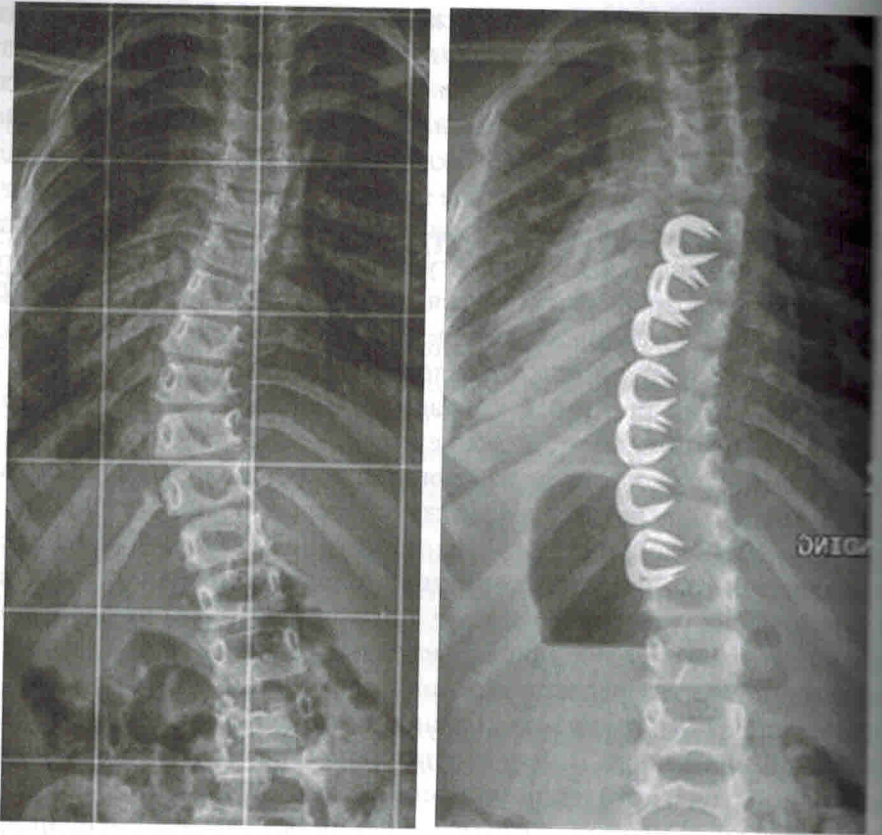


Рис. 86.1. Рентгеновские снимки, демонстрирующие степлирование передних отделов позвоночника

Противопоказания к степлированию — предоперационное искривление более 50° , кифоз более 40° , любые медицинские противопоказания к общей анестезии, снижение функции легких или известная гиперчувствительность к никелю [19–21].

Установка скоб на выпуклой стороне изгиба в грудном отделе осуществляется либо торакоскопически, либо путем открытой операции, в грудном, поясничном и поясничном отделе с использованием трубчатого ретрактора для мини-доступа. Используя эти малоинвазивные доступы, можно степлировать сколиотические позвонки от T_{III} до L_{IV} , значительно уменьшая общую длину послеоперационного рубца. Скобы охлаждаются в течение не менее 45 мин. После надлежащего охлаждения скобы помещаются в устройство для установки, затем в холодный изотонический раствор натрия хлорида, где они остаются до введения. Чтобы предотвратить нагревание скоб, их нужно как можно быстрее переносить из холодного раствора на тела позвонков. Скобы располагают перед головками ребер. У пациентов с тяжелым гипо-

лордозом или грудным лордозом их можно разместить ближе к передней поверхности позвонков, чтобы вызвать формирование кифоза по мере роста пациента. В поясничном отделе позвоночника скобы следует располагать на уровне позвонка как можно дальше кзади, по крайней мере в задней половине тела, для поддержания нормального лордоза [19]. Фиксирующей конструкцией должны быть охвачены тела всех позвонков, включенных в угол Кобба. На две одиночные скобы (с двумя зубцами) или одна двойная скоба (четыре зубца) помещают на каждом уровне, за исключением случаев, когда перед ними вставляется дополнительная скоба с двумя зубцами для создания дополнительного кифоза.

Беспомянув на то что этот метод не требует большого набора инструментов или сложных конструкций, сплав и производство нитиноловых скоб являются дорогостоящими и, вероятно, не актуальны для СНСД. Тем не менее скобы могут быть использованы в качестве дополнения к корсетированию. Этот период, пока дуга все еще гибкая, корсет обеспечивает некоторую коррекцию искривления и уменьшает напряжение на имплантируемые скобы, а в последнем время для реализации своего эффекта модуляции роста.

МЕТОДИКА SHILLA

Эта техника была разработана McCarthy в 2015 г. и названа в честь отца, где ему впервые пришла эта идея. Основной техники являются коррекция трансвертебральной деформации и деротация позвонков с помощью металлических конструкций. Выполняется ограниченный артродез над апикальными сегментами, а над и под этими сегментами устанавливаются транспедикулярные винты с фиксаторами, сохраняющими возможность скольжения стержней. Удлиняющаяся часть позвоночника может пассивно удлиняться вдоль стержней, которые функционируют в качестве конструкции, направляющей рост.

Andras [19] сравнил результаты применения SHILLA с конструкцией, использующей два удлиняемых стержня (GR). В исследовании сравнивали 36 подобранных пар пациентов, и в группе GR наблюдалась более значимая коррекция деформации и длины позвоночника от уровня T_1 до S_1 , но при этом потребовалось проведение большого числа этапных операций. Однако у пациентов из группы SHILLA была высокая вероятность внеплановой коррекции или хирургических вмешательств для ликвидации возникших осложнений.

В том же году McCarthy [20] опубликовал результаты лечения по этой методике первых 40 пациентов. Средний возраст составлял 6 лет 11 мес, средний интервал последующего наблюдения — 7 лет. Средняя величина дуги искривления составляла 69° , а на самом последнем визите наблюдения — $38,4^\circ$. Частота осложнений была равна 73%.

Та же исследовательская группа [21] сравнила результаты GR с техникой SHILLA при удалении имплантатов или при завершении роста позвоночника после наблюдения продолжительностью в среднем 6–7 лет. Возраст на момент первой операции был в обеих группах идентичным (7,7 и 7,4 года соответственно). В группе SHILLA была достигнута лучшая начальная коррекция деформации. В обеих группах были схожие результаты по первоначальному увеличению длины грудного отдела (сегмент T_1-T_{XII}) и при последующем ее нарастании, связанном с ростом. В отличие от более ранних исследований, частота осложнений в группах была аналогичной, но в группе GR потребовалось в три раза больше операций.

В 2019 г. McCarthy опубликовал свои долгосрочные результаты [22], согласно которым, несмотря на отсутствие феномена «коленчатого угла» более чем у двух третей пациентов на уровне артродезированной вершины дуги к одному апикальному позвонку добавился дополнительный позвонки. Средний рост составлял 45 мм (то есть не отличался от нормального роста).

Однако существуют данные [23], которые противоречат последнему выводу. В группе из 20 пациентов была достигнута скорость роста 4,2 мм/год, что составляет треть нормального значения. Кроме того, наблюдалась высокая частота осложнений (75%), причем большинство из них было связано с имплантатами.

Таким образом, преимуществом метода SHILLA является уменьшение числа деталей в конструкции, что снижает эффект присутствия инородного тела, использование транспедикулярной стабильной фиксации стержней винтов, обеспечивающих их скольжение, которые не являются сложными или дорогостоящими в производстве. Пассивный характер конструкции и отсутствие необходимости частых возвращений в клинику очень привлекательны с точки зрения систем здравоохранения в СНСД. Тем не менее данные о результатах по отчетам специалистов, не являющихся разработчиками методики, достаточно противоречивы и, согласно им, рост и первоначальная коррекция хуже, чем у дистракционных стержней. Кроме того, высокую частоту осложнений трудно преодолеть или справиться с ними в недостаточно благоприятных условиях.

МЕТОДИКА LUQUE TROLLEY

Luque был первым, кто разработал системы для инструментирования нескольких сегментов в эпоху после внедрения стержней Harrington. Потребность в них возникла из-за необходимости лечения популяции пациентов с постполиомиелитическими деформациями. Учитывая региональные условия, обычное длительное послеоперационное пребывание в постели и ношение гипсового корсета являются неприемлемыми. Преимуществом

методики Luque являются быстрая послеоперационная реабилитация и выписка из больницы, а также относительная дешевизна имплантатов. В своей первой публикации Luque сообщил, что средняя коррекция при использовании его метода составила 72% [24].

Опыт Winter [25] по лечению 100 пациентов с субламинарной проволоочной фиксацией стержней для коррекции сколиотической деформации подчеркнул наличие технических сложностей при проведении проволоки. Случаев обрыва проволоки при фиксации ею стержней не было. Однако в процессе наблюдения в отдаленном периоде при идиопатическом сколиозе отмечалась некоторая потеря коррекции. При спондилодезе L_v с крестцом часто возникал псевдоартроз, за исключением случаев, когда применялась фиксация по Luque—Galveston.

Первое описание применения этой методики при РСк датируется 1992 г. [26]. Опубликованы результаты лечения девяти пациентов, средний возраст которых на момент операции составлял 9 лет. Всем пациентам потребовалась по крайней мере одна ревизионная операция, которая была технически сложной из-за обширного фиброза вокруг конструкции. Среднее увеличение роста составило 5,8 см, но удлинение инструментированных сегментов было незначительным. Эффективного контроля за состоянием деформации позвоночника добиться не удалось.

Webb и соавт. [27] провели ретроспективный анализ данных 5-летнего последующего наблюдения за пациентами, которым имплантирована конструкция Luque trolley с эпифизиодезом с выпуклой стороны деформации или без него по поводу прогрессирующего младенческого и ювенильного идиопатического сколиоза. При применении только системы Luque trolley коррекции наблюдалась у всех пациентов. При прогрессирующем младенческом сколиозе, корректируемом с помощью системы Luque trolley в сочетании с эпифизиодезом по выпуклой стороне деформации, угол Кобба увеличился у семи, остался неизменным у четырех и уменьшился у двух пациентов. Средний возраст на момент операции составлял 3,1 года, а рост инструментированных сегментов позвоночника был равен 32% предполагаемого окончательного роста. Средний угол Кобба перед операцией составил 45° ; после 5 лет наблюдения он был равен 32° . При ювенильном идиопатическом сколиозе, корректируемом с помощью системы Luque trolley и эпифизиодеза с выпуклой стороны деформации, угол Кобба возрос у трех пациентов, а стал меньше у одного. По результатам исследования был сделан вывод о том, что одной только системы Luque trolley недостаточно для предотвращения прогрессирования деформации. Для предотвращения формирования синдрома «коленчатого вала» потребовался эпифизиодез с выпуклой стороны деформации.

В более позднем отчете об использовании этой методики Rosenfeld и соавт. [28] сообщили результаты лечения 13 детей с РСк и с низким тонусом

мышц. Средний возраст на момент операции составлял 7,4 года. В среднем было инструментировано 15 сегментов (13–16). Ни у одного из детей не возникло спонтанный спондилодез, и средняя скорость роста в сегментах T_{XII} и T_1-S_1 составляла 0,9 и 1,5 см/год соответственно. Рост позвоночного сегменте T_1-T_{XII} составил 22,3 см, а в сегменте T_1-S_1 — 37,5 см. Для лечения осложнений двум детям потребовалось провести в общей сложности три дополнительные операции.

Система Luque trolley используется в хирургии РСк уже более 20 лет. Необходимость дополнительного эпифизиодеза с выпуклой стороны деформации остается неясной из-за недостаточного объема данных. Темпы роста при использовании этой процедуры варьируют от почти нормальных до приблизительно одной трети нормы. Данные о частоте формирования спонтанного спондилодеза и присоединения осложнений противоречивы. Метод сходный с технической точки зрения (что может объяснить неоднородность результатов в различных литературных источниках). Для выполнения операции имплантации конструкции нужно освоить и скрупулезно выполнять ряд приемов, обеспечив тем самым безопасность манипуляций.

Необходимо обеспечить доступ только к тому отделу позвоночника, который нужен для небольших ламинэктомий для последующего проведения через них под дужками проволоки. Установка инструментария Luque технически требует не только аккуратности и ловкости, но и аккуратности экстрапериостального воздействия на позвоночник.

Дужки позвонков у маленьких детей и у детей с синдромными сколиозами могут быть мягкими и не должны подвергаться чрезмерному давлению во время проведения интраоперационного маневра коррекции деформации путем поочередного затягивания проволоки и крепления ее к стержням.

У пациентов с большой дугой искривления значительное уменьшение деформации может быть достигнуто за счет дополнительного использования во время операции гало-фemorальной тракции.

Использование транспедикулярных винтов для закрепления стержней в каудальном отделе обеспечивает лучшую фиксацию, уменьшает дистальный переходный кифоз и миграцию нижних стержней в каудальном направлении по сравнению с оригинальной методикой Luque (см. пример клинического случая на рис. 86.1–86.5).

У пациентов с РСк целесообразность проксимальной фиксации стержней с помощью транспедикулярных винтов в верхнем грудном отделе позвоночника является спорной. У очень маленьких детей допускается фиксация проксимальных стержней только проволокой (см. процедуру установки стержней). У более крупных детей могут быть полезны крючки или винтовые устройства с Г-образной головкой.

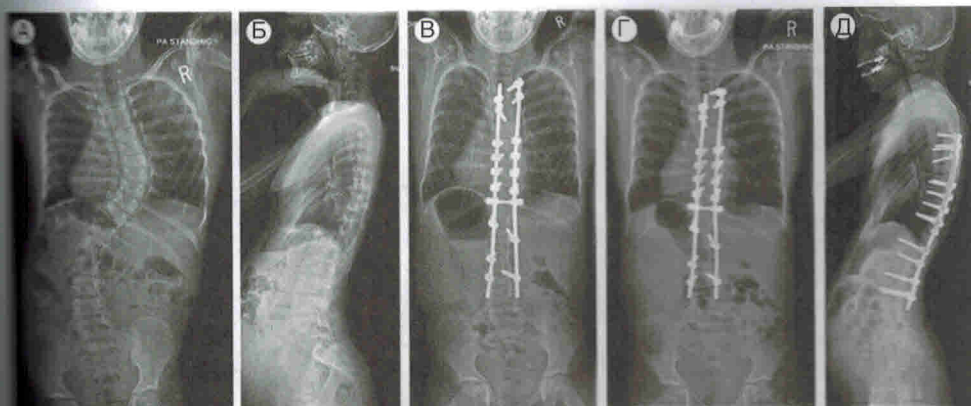


Рис. 86.2. Рентгеновские снимки, демонстрирующие метод SHILLA (А–Д)

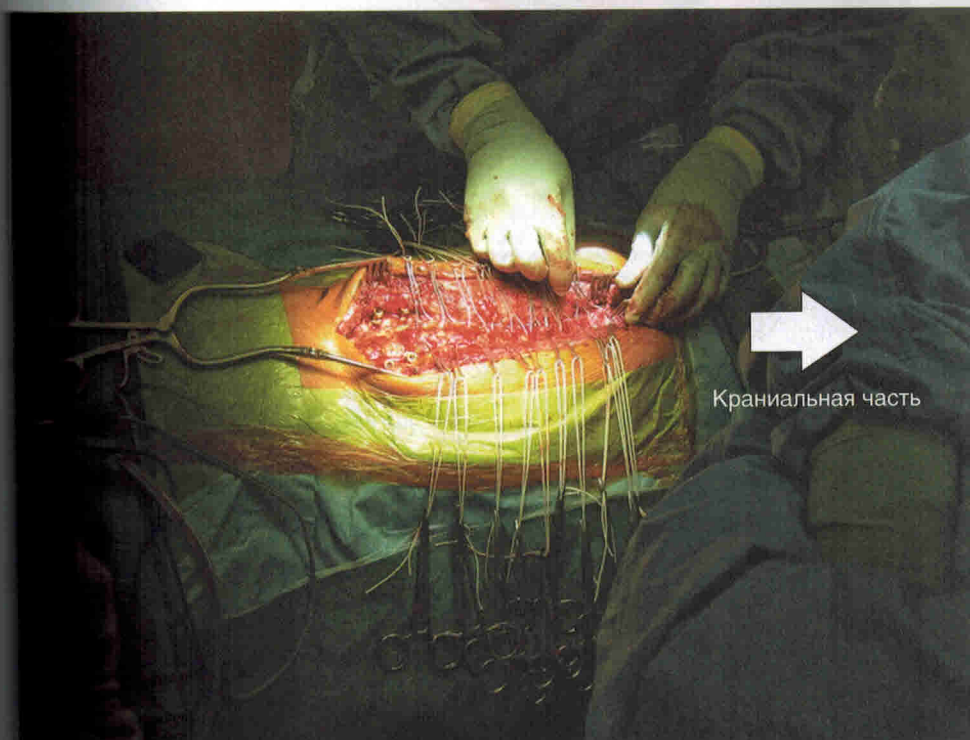


Рис. 86.3. Проведена проволока для субламинарной фиксации, упорядоченная при помощи полипропиленовых лент. Дистально установлены транспедикулярные винты

Для обеспечения достаточной жесткости конструкции должно быть максимальное перекрытие проксимального и дистального стержней, при этом обеспечивающее наибольшую возможную длину для перемещения их относительно друг друга по мере роста (см. рис. 86.3–86.7).

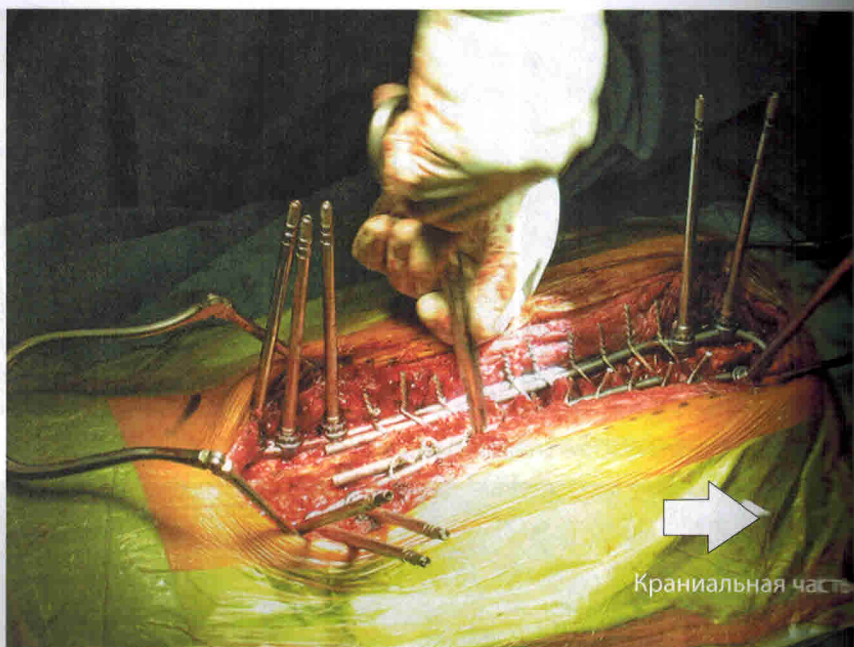


Рис. 86.4. Субламинарную проволоку последовательно затягивают

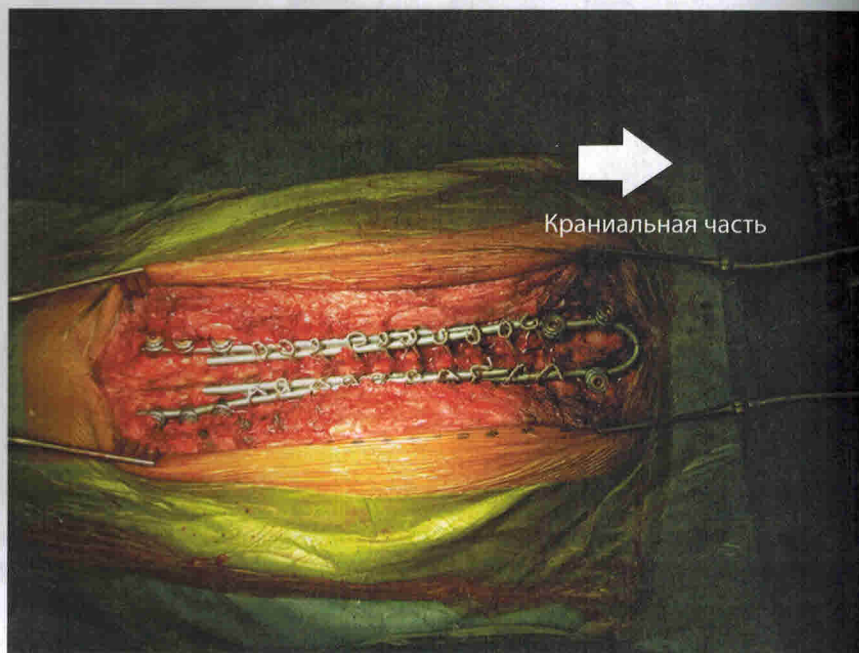


Рис. 86.5. Заключительный этап имплантации конструкции — вставлены верхние торцовые винты с Г-образной головкой. Обратите внимание на положение верхних и нижних стержней относительно друг друга