



ИЗБРАННЫЕ ЛЕКЦИИ

ПО ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНИКА





ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ХИРУРГИИ

Ж. Дюбуссе

Национальная академия медицины, Париж, Франция

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия

Любое хирургическое воздействие нарушает целостность организма пациента. Время от времени вмешательство на позвоночнике осуществляется по неотложным жизненным показаниям, когда ведущим является принцип «straight forward». В других обстоятельствах показания к операции не являются жизненными, но речь идет о нормализации функции и внешнего вида. Первый шаг — тщательная подготовка и планирование операции. Главный принцип — защита невралных структур спинного мозга и его корешков. Медленная постепенная коррекция деформации позвоночника часто эффективнее и безопаснее, чем быстрая и резкая. Конечная 3D-гармония позвоночника в целом в составе туловища лучше, чем чистая коррекция угла Cobb. Цель любой операции спондилодеза — достижение 3D-баланса как на уровне тела, так и на уровне переходных дисков выше и ниже инструментированной зоны. В лекции подробно описаны укладка пациента, доступы, инструменты и трансплантаты, основные стратегии коррекции деформаций, анализ деформаций (глобальный и локальный), различные пути коррекции, наиболее применимые корригирующие приемы (компрессия, дистракция, трансляция, аксиальная ротация), послеоперационное обследование с особым акцентом на выстраивании позвоночника и достигнутом балансе. Каждый пациент должен рассматриваться как уникал, а его лечение — персонализироваться. Очень важно понимать, что максимально эффективное и неотложное лечение должно реализовываться в случаях, осложненных неврологической симптоматикой.

Ключевые слова: вертебральная хирургия, деформация позвоночника, 3D-баланс.

Для цитирования: Ж. Дюбуссе. Основные принципы вертебральной хирургии // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 4. С. 95–103.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.95-103>.

BASIC PRINCIPLES OF SPINE SURGERY

J. Dubousset

National Academy of Medicine, Paris, France

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and

Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsvyan, Novosibirsk, Russia

Any surgical exposure destroys the integrity of the patient's body, for his own benefit. Sometimes, the spine intervention is performed for urgent life-saving indications and is guided by the Straightforward Principle. In other cases, there are no life-saving indications, but surgery aims to restore function and improve appearance. The first step includes careful preparation and planning of surgery. The main principle is a protection of neural structures of the spinal cord and its nerve roots. Slow incremental correction of spinal deformity is often more effective and safer than fast and dramatic one. The ultimate 3D-harmony of the whole spine as a part of the body is better than just a correction of the Cobb angle. The purpose of any surgical fusion is the achievement of 3D-balance both at the whole body level and at levels of junctional discs above and below the instrumentation. The lecture describes in details patient positioning, approaches, instrumentation and implants, main strategies for deformity correction, analysis of deformities (global and local), different ways of correction, most applicable corrective techniques (compression, distraction, translation, and axial rotation), and postoperative examination with particular emphasis on the spine alignment and the achieved balance. Each patient should be regarded as unique, and its treatment should be personalized. It is important to realize that the most effective and urgent treatment should be delivered in cases complicated by neurological symptoms.

Key Words: spine surgery, spinal deformity, 3D-balance.

Please cite this paper as: Dubousset J. Basic principles of spine surgery. *Hir. Pozvonoc.* 2016;13(4):95–103. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.95-103>.

Любое хирургическое воздействие в большей или меньшей степени нарушает целостность организма пациента, разумеется, для его же пользы, но в большинстве случаев оставляет след в виде рубца, даже при использовании минимально-инвазивной техники. Самым главным остается принцип «*primum non nocere*», провозглашенный в клятве Гиппократов. Время от времени вмешательство на позвоночнике осуществляется по неотложным жизненным показаниям, когда

ведущим становится принцип «straight forward». При множестве других обстоятельств показания к операции не являются жизненными, но речь идет о нормализации функции и внешнего вида. Мы должны помнить, что во многих случаях, касающихся детей, операции выполняются для профилактики прогрессирования деформации или нарушения функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем. У взрослых показаниями очень часто выступают болевой

синдром и неврологические дисфункции. Отсюда необходимость длительной дискуссии с пациентом или его родителями непосредственно перед операцией. Необходимо разъяснить и оценить преимущества и недостатки вмешательства, включая возможные осложнения, а также цель операции и ожидаемый результат. Хирург должен быть уверен, что пациент и его близкие все поняли правильно.

Практика вертебральной хирургии

Базовые положения

Первый шаг – тщательная подготовка и планирование операции

Каждый случай должен расцениваться как уникальный, и в реальности всегда есть специфические детали, делающие его таковым. Индивидуальный подход к пациенту весьма существен, так как операция не должна представляться как некое рутинное упражнение, в противном случае возрастает риск развития осложнений.

До того как войти в операционную, хирург должен отчетливо осознавать все детали операции у конкретного больного: особенности укладки на операционном столе, использование тракции, надежный нейромониторинг, уровень разреза, четкая локализация позвонков, на которых планируются манипуляции (анатомические ориентиры или флюороскопия). Затем каждый этап вмешательства должен быть успешно выполнен, включая те, где требуется использование специфических инструментов и приспособлений в соответствии с предоперационным планированием. Следует помнить о схеме расположения имплантатов из инструментария CD, нанесенной на рентгенограмму, находящуюся в поле зрения хирурга, – локализацию и ориентацию крюков и шурупов (направление действия на компрессию или дистракцию).

В целом можно сказать следующее: если до операции все спланировано правильно, вмешательство пройдет без неприятных сюрпризов, в противном случае возможны непредсказуемые события, способные привести к развитию ранних или поздних осложнений.

Главный принцип – защита невральных структур спинного мозга и его корешков

Иногда невральные структуры вовлечены в патологический процесс.

При острой травме более ранняя декомпрессия, нормализация формы позвоночного канала и стабилизация улучшают прогноз восстановления утраченных функций.

При хронической компрессии в идеале декомпрессия должна осуществляться без манипуляций на невральных структурах. Постепенное удаление костных и фиброзных компримирующих тканей не должно приводить к смещению или натяжению нервных волокон. Типичный пример – островершинный кифоз, когда передняя декомпрессия должна начинаться вне апекса. Удаление костной ткани ниже апекса приводит к формированию полости с более тонкими стенками, при этом не должно быть контакта

с дуральным мешком и его содержимым. Тот же принцип действует при декомпрессии корешка в случае сдавления его грыжей диска. Требуются тщательные и минимальные по объему манипуляции в области невральных структур, необходимо избегать постоянного сдавления последних, чтобы не нарушить артериальный или венозный кровоток с последующим развитием ишемии моторных или сенсорных проводящих путей.

При манипуляциях на позвоночнике в условиях тракции (наружной или внутренней) в ходе вертебротомии, ламинэктомии и т.д., при имплантации крюков, проволоки, педикулярных или корпоральных шурупов, кейджей и пр. главное – предохранить невральные структуры от давления, натяжения и иных типов воздействия.

Перед ушиванием раны необходимо убедиться в стабильности всех костных структур, имплантатов и трансплантатов. Помните, что положение всех этих элементов должно быть оптимальным с точки зрения биомеханики. В нашей практике был случай, когда при островершинном грудном кифозе передний трансплантат-распорка из малоберцовой кости пенетрировал порозную кость тела позвонка и сдавил дуральный мешок. Очень важен контроль кровотечения для предотвращения послеоперационных гематом, которые могут вызвать сдавление спинного мозга.

Чрезвычайно важен при спинальной хирургии систематический мониторинг функции спинного мозга. Наиболее простым и дешевым является wake-up test, разработанный Stagnara и его анестезиологом Vauzelle (1974). Позднее возник метод соматосенсорных, а затем – моторных вызванных потенциалов. Эти методы приобрели статус универсальных, а теперь и обязательных для предотвращения послеоперационных неврологических осложнений. Если возможно, мониторинг должен осуществляться нейрофизиологом в тесном контакте с анестезиологом, так как препараты, используемые в ходе наркоза, могут оказать влияние на запись вызванных потенциалов.

Медленная постепенная коррекция деформации позвоночника часто эффективнее и безопаснее, чем быстрая и резкая

Лучший пример, иллюстрирующий это положение, – коррекция кифоза или кифосколиоза. В этой ситуации множественные (4 или 5 уровней) вертебротомии типа Ponte или Smith-Petersen дают небольшую (10°) коррекцию на каждом уровне, обычно с минимальным кровотечением, позволяя исправить деформацию более гармонично и безопасно, чем Pedicular Subtraction Osteotomy (PSO) на 45°. Радиальная операция требует значительного изгиба стержня, при коррекции происходит резкая концентрация напряжений, а кровотечение может быть очень значительным, поэтому осложнения при этой технике встречаются чаще, чем в первом случае. Это следует рассматривать как принципиально важное положение. Поэтому предоперационная подготовка с помощью гало-аппарата и дистракционного корсета может дать не только существенную коррекцию, но и улучшить дыхательную функцию; последующая инстру-

ментальная коррекция менее опасна, чем одномоментная, которая может привести к многочисленным осложнениям за счет увеличения времени вмешательства. Радикальные операции выполняются в ограниченном количестве учреждений после серьезного обсуждения с больным или его семьей и оценки риска для пациента.

С другой стороны, при локализованном кифозе на почве сегментированного полупозвонка прямая и полная резекция с ограниченным инструментальным спондилодезом дает более непосредственный и долговременный результат, чем эпифизеодез, включающий более одного сегмента выше и ниже уровня аномалии.

Конечная 3D-гармония позвоночника в целом в составе туловища лучше, чем чистая коррекция угла Cobb

Было сделано много попыток исправить сколиотическую дугу до 0° по Cobb на фронтальной спондилограмме не с самыми лучшими результатами в сагиттальной плоскости. В целом получается прямой позвоночник в обеих плоскостях или со значительным уменьшением грудного кифоза и поясничного лордоза. В других случаях отмечается дисбаланс надплечий, не столь важный с косметической точки зрения, но чреватый развитием более в шейном отделе позвоночника в обозримом будущем. Это происходит при гиперкоррекции основной дуги, когда игнорируется тот факт, что максимум коррекции не всегда оптимален для пациента. Нередко не учитывается и то обстоятельство, что для конечного функционального результата важна не столько протяженность инструментального и костного блоков, сколько, наоборот, протяженность неблокированных зон, обеспечивающих необходимую компенсацию, которая, в свою очередь, позволяет достичь гармонии и баланса туловища.

Можно упомянуть некоторые другие ошибки, особенно при локализованных вмешательствах, как при грыже диска, когда выполняется короткий спондилодез L₅–S₁ или L₄–L₅. Во многих случаях спондилодез выполняется в положении одноуровневого кифоза или выпрямления поясничного лордоза – при том, что в норме на уровне L₅–S₁ имеется лордоз 30° (!). Эта ошибка, которой легко избежать правильной укладкой больного на операционном столе, часто приводит к каскадным осложнениям и повторным вмешательствам с постоянным увеличением зоны спондилодеза и финальным развитием проксимального переходного кифоза (PJK – proximal junctional kyphosis). Поэтому при подобных операциях необходимо формировать лордоз, близкий к 30°, с вершиной на уровне L₅ позвонка.

Разумеется, эта концепция приложима к любому уровню позвоночника, от краниоцервикального перехода до тазового позвонка, например при коррекции посттравматического кифоза в грудопоясничной переходной зоне, где в норме кифоз от Th₁₀ до L₂ равен 0°.

Другой пример – выраженный пояснично-крестцовый спондилолистез, когда коррекция локального кифоза гораздо важнее для сагиттального контура, чем устранение собственно смещения позвонка.

Цель спондилодеза – достижение 3D-баланса как на уровне тела в целом, так и на уровне переходных дисков выше и ниже инструментированной зоны

Это положение, вероятно, является самым важным, потому что речь идет о достижении такого состояния позвоночных структур, когда на одном и том же уровне существует 3D-стабильность и 3D-мобильность. **Это – баланс, который я определяю как стабильность в движении.** Здесь необходимо подчеркнуть следующие обстоятельства.

На уровне тела в соответствии с концепцией «цепочки баланса» из центра многоугольника опоры восстанавливается перпендикуляр – линия гравитации. Из этой точки начинается цепочка, включающая скелет нижних конечностей, тазовый позвонок (весь таз, рассматриваемый как единая вставочная кость между нижними конечностями и позвоночником), поясничные, грудные и шейные позвонки и, наконец, головной позвонок (вся голова), тяжелый и играющий роль реверсивного маятника. Необходимо понимать, что движения в пределах этой цепочки происходят во всех трех плоскостях, при этом подчеркивается важность горизонтальной плоскости, в которой происходит гладкая адаптация/компенсация сочленений на каждом уровне. Таким образом реализуется идея конуса экономии, в пределах которого тело функционирует как маятник, и требуется минимальная мышечная активность для сохранения баланса. За пределами конуса (точнее – его внутренней, малой, части) поддержание баланса требует значительного мышечного усилия.

Впоследствии на уровне каждого позвоночного сегмента измерения (лабораторные или клинические) амплитуды активных и пассивных движений в любом направлении позволяют прогнозировать долговечность этих анатомических структур в аспекте дегенеративных изменений, а также возрастную эволюцию в сагиттальной плоскости. Эти измерения должны выполняться регулярно в течение всей жизни, они очень полезны, так как дают достоверную информацию для оценки функционального состояния до и после операции.

В клинических условиях, используя простой хронометр, можно провести следующие исследования: ходьба на 5 м вперед и назад, подъем на 3 ступени лестницы и спуск, присаживание на корточки и вставание, ходьба и разговор по телефону, разговор и счет от 100 до 90, проверка когнитивных возможностей (особенно у пожилых). Эти тесты дают объективную картину функциональных возможностей пациента, особенно в до- и послеоперационном периодах.

Особенности хирургической практики

Укладка пациента

В большинстве случаев предоперационная тракция не используется. Чаще всего пациент находится в положении на животе, под гребнями подвздошных костей и под грудиной расположены более или менее жесткие подушки, чтобы передняя брюшная стенка была свободна от давления.

Таким образом снижается кровотоочивость операционного поля, так как повышение давления в *vena cava* приводит к аналогичной ситуации в области эпидурального венозного сплетения и тем самым увеличивает кровопотерю. Существуют специальные рамы (например, Relton-Hall), позволяющие обеспечить оптимальное положение головы и интубационной трубки, а также исключить давление на глаза (риск послеоперационной слепоты), обеспечить укладку верхних конечностей и надплечий (профилактика повреждения или компрессии *plexus brachialis*), коленей и нижних конечностей (сдавление кожных покровов и нервных стволов).

Очень важной особенностью такого типа рам является сглаживание поясничного лордоза, что облегчает доступ к позвоночному каналу и дискам. Часто при выполнении операции спондилодеза позвоночные сегменты оказываются фиксированными в положении локального кифоза. По показаниям могут использоваться торакоскопические доступы, которые при данной укладке имеют преимущества в аспекте послеоперационных болей, дыхательной функции и кровотечения.

Некоторые особые доступы выполняются в положении пациента на спине, особенно передние транс- и ретроперитонеальные, а при добавлении небольшого бокового наклона туловища – переднебоковые, включая малоинвазивные.

Боковая укладка, правая или левая, обеспечивается фиксацией таза подушками спереди и сзади (симфиз и крестец) и грудной клетки с опорой на грудину. При этом правая верхняя конечность (в положении на левом боку) помещается на опору для кисти и запястья с локтевым суставом, согнутым под углом 90°. Так обеспечивается профилактика сдавления или натяжения *plexus brachialis*. Плоскость операционного стола может быть «изломана» под необходимым углом, чтобы облегчить выполнение доступа. Разумеется, при этом нужно быть осторожным на предмет опасности сдавления *n. ischiadicus*. Это лучшая укладка для переднего торакотомического доступа при груднопоясничных и поясничных деформациях. При выполнении доступа к грудному отделу позвоночника следует помнить, что торакотомия должна быть произведена через ложе ребра, расположенного на два сегмента краниальнее позвонка, предназначенного для визуализации и манипуляций – из-за пространственной ориентации ребер. Миниинвазивные торакото- и лапароскопические доступы легко выполнимы при аналогичной укладке.

Интраоперационная тракция за голову и нижние конечности может осуществляться на обычном операционном столе после крепления к нему специальных элементов с любой из вышеописанных укладок или на специальном тракционном столе (Cotrel, Jackson).

Тракция за голову осуществляется гало-аппаратом или скобой Mayfield с динамометром для контроля прилагаемого усилия, тракция за ноги – с помощью специальной обуви или скелетным вытяжением за бедра. Обязательна стандартная фиксация грудной клетки и таза. При отсут-

ствии аномалий, подтвержденных при МРТ, тракционное усилие не должно превышать 30 % от веса тела пациента.

Преимуществами использования трaкции являются улучшение обзора, снижение кровопотери, облегчение коррекции деформации, особенно перекосов таза за счет асимметричной тяги за нижние конечности.

В некоторых ситуациях тракция может быть опасной: излишнее натяжение краниальных нервов гало-аппаратом, при наличии аномалий спинного мозга и его оболочек или при островершинной деформации, когда дуральный мешок прижат к деформированной стенке позвоночного канала. В этой ситуации внезапное усиление трaкции в условиях наркоза опасно, его следует избегать.

Доступы

Большие (передние, задние, боковые) – более или менее протяженные, вне зависимости от укладки, с особым вниманием к качеству гемостаза. При выполнении кровотоочивых вмешательств типа PSO анестезиолог может использовать особые препараты для уменьшения кровопотери. Одна из проблем, характерных для дорсального доступа, – продолжительность постоянного сдавления мягких тканей ретрактором. Ишемия мышечных стенок раны может стать причиной некроза, замедленного заживления, иногда инфекции и всегда – склерозирования.

Редуцированные – со сравнительно небольшим разрезом благодаря использованию ретракторов, улучшенного освещения, увеличительной оптики или микроскопа. Такие доступы применяются при поражении дисков, ограниченных спинальных стенозах, при переднем спондилодезе максимум на двух уровнях.

Минимально-инвазивные – через один или несколько портов с целью сохранения дорсальной мускулатуры. Они используются все чаще, даже если результаты обследования дают недостаточно аргументов против открытой хирургии с точки зрения продолжительности вмешательства, частоты осложнений и развития ложных суставов.

С другой стороны, когда мы видим 8 или 9 последовательно установленных портов, трудно согласиться с тем, что повреждение мышц в этой ситуации меньше, чем при открытом доступе.

Расчет времени доступа. Большинство вмешательств выполняется «одним выстрелом», иногда – с параллельным осуществлением вентрального и дорсального доступов. В других случаях этапы операции выполняют последовательно – с перерывом в несколько дней или неделю. Например, в качестве первого этапа – передний доступ с целью дискэктомии и мобилизации позвоночника без инструментирования, а в качестве второго – дорсальный доступ, спондилодез, коррекция с инструментальной фиксацией или без нее. Между этапами обычно проводят трaкцию.

Преимущества операции в одну сессию: уменьшение времени госпитализации, немедленная коррекция, снижение стресса для пациента. Один недостаток – больший риск неврологических осложнений, поскольку кровоснабжение спинного мозга на одном конкретном уровне может

быть скомпрометировано, а у компенсаторных сосудистых ветвей нет времени для развития. Иногда лучше отложить второй этап на неделю, чтобы дать этим сосудам время сформироваться. С другой стороны, такой подход имеет и негативные стороны: увеличение срока госпитализации, кровопотери, более высокий уровень осложнений со стороны дыхательной и мочевыводящей систем, тромбоз вен нижних конечностей и т.д.

Инструменты и трансплантаты

Базовый инструментарий – многочисленный и разнообразный. Для костных структур: элеватор Cobb, костные кусачки, перфораторы, ложки, кусачки Керрисона, долота, стамески и т.д. – различных размеров и форм, большинство – для ручных манипуляций, кроме них – дрели, сверла, пилы. Особые инструменты – для мягких тканей, для осторожных манипуляций на спинном мозге и его оболочках, эпидуральных структурах, корешках, сосудах, для резекции дисков, для контроля кровотечения (термокоагуляция, биодеградирующие пены и т.д.). Каждый хирург использует инструменты в соответствии со своими привычками, и это придает ему уверенности.

Имплантаты. Это крюки, шурупы (педикулярные шурупы предложены Raymond Roy Camille в 1977 г.), ставшие популярными во всем мире в 2000-е гг., а также стержни, проволоки, синтетические ленты, кейджи, протезы дисков, искусственные связки, соединительные системы (домино, crosslink), имплантаты для фиксации к костям таза. Все это существует в многообразии форм и размеров, позволяя формировать почти бесконечное количество конструкций. Сочетание этих элементов зависит от стратегии, избранной для коррекции конкретной патологии, а сама коррекция – следствие джентльменского соглашения между ригидностью как позвоночного столба, так и перечисленных инструментов. Эти имплантаты имеют два существенных преимущества: возможность развития значительного усилия при коррекции и высокая степень жесткости системы «имплантат – позвоночник», позволяющая отказаться от послеоперационной иммобилизации корсетом для формирования костного блока, как это приходится делать после операции костной пластики без металлоимплантатов.

Костные трансплантаты и заменители кости. Костный блок двух или более позвонков (классический спондилодез) – результат декорткации и трансплантации пластического материала.

Аутотрансплантаты. При заднем спондилодезе рекомендуется декорткация фасеток истинных суставов и задних элементов до вершин поперечных отростков. Полученная в результате декорткации костная ткань с дополнительной спонгиозой из гребня подвздошной кости или без нее помещается в сформированное костное ложе. Возможно использование длинного трансплантата из большеберцовой кости, взятого на внутренней поверхности тибиаляного диафиза. Передний гребень большеберцовой кости необходимо сохранить для профилактики перелома. Такая техника дает возможность перекрыть всю зону плани-

руемого спондилодеза биологически активной и прочной тканью, которая уже через 15 дней надежно прилипнет к ложу и будет оставаться ригидной весь цикл деструкции-реабсорбции-реконструкции, обычно длящийся 6–8 мес.

После операции вентрального спондилодеза эти процессы идут на уровне тел позвонков. Костный блок формируется благодаря декорткации обеих замыкательных пластин и введения в межпозвонковое пространство трикортикального аутотрансплантата из гребня подвздошной кости или фрагмента малоберцовой кости или распорки из большеберцовой кости с целью удержать достигнутую коррекцию. При угловых кифозах может быть рекомендован передний спондилодез по типу палисада. Одно из предназначений переднего спондилодеза – предотвращение сужения межпозвонкового отверстия с компрессией корешка, особенно при лечении дегенеративных поражений позвоночника у взрослых. Следует помнить, что при использовании кейджей (из металла или полиэтиленгликоля) источник биологической активности – аутокость (спонгиоза из гребня os ilium), которой заполняется полость кейджа в расчете на формирование костного мостика между двумя позвонками.

При коррекции лордоза необходима вентральная компрессия тел позвонков с помощью металлоимплантатов или с помощью операции эпифизеоспондилодеза (у детей). Техника последнего включает обнажение и субпериостальную декорткацию вентральных отделов тел позвонков, тщательное удаление дисков до замыкательных пластинок и межтеловой спондилодез по типу inlay technique. Фрагменты расщепленного ребра укладываются в пазы, сформированные в передних или переднебоковых отделах тел позвонков, и в дальнейшем образуют биологические мостики между телами позвонков.

Большую часть времени трансплантат не является васкуляризованным. Но в некоторых случаях возникает необходимость использовать васкуляризованный костный трансплантат, например, при тяжелой костной дистрофии или ложном суставе после неудачного спондилодеза. Это может быть ребро без микроанастомозов (при верхнегрудной и груднопоясничной локализации), но чаще – обеспеченное микрохирургическими анастомозами. Другой тип свободно васкуляризованного трансплантата – малоберцовая кость с микроанастомозами с межреберными сосудами. Наиболее важное качество такого трансплантата – его механическая стабильность в зоне имплантации.

Гомотрансплантаты и аллотрансплантаты готовятся в костных банках, при этом мы никогда не наблюдали полной костной перестройки таких трансплантатов, поэтому практически всегда используем их лишь как дополнение к аутокости.

Заменители кости разрабатывались в большом количестве для улучшения формирования костного блока. Пример – Bone Morphogenetic Protein (BMP), продемонстрировавший высокую эффективность. Из-за высокой стоимости они не могут использоваться во всех случаях, имеются также некоторые основания сомневаться в их безобидности

в плане влияния на костный метаболизм. Нельзя исключить и возможные онкогенные свойства при использовании костных заменителей в большом количестве.

Основные стратегии коррекции деформаций

Дорсальный инструментарий. У истоков современного вертебрального инструментария стоял Harrington (1960), а главной стратегией являлось сочетание дистракции по вогнутой стороне и контракции – по выпуклой стороне деформации позвоночника. Resina, а позднее Luque (1972) использовали принцип трансляции – смещение каждого позвонка по направлению к стержню, который, в свою очередь, крепился к концевым позвонкам сколиотической дуги с помощью субламинарно проведенных проволок или мерсиленовых лент. Позднее (1983) появился инструментарий CD (попытка реальной 3D-коррекции), в котором использовались эти же базовые принципы. Ротационный маневр (поворот предварительно изогнутого стержня вокруг вертикальной оси) позволял нормализовать сагиттальный контур грудного и поясничного отделов позвоночника, но давал очень незначительный деротирующий эффект. Основное преимущество применения CD – трехмерный анализ деформации на всем ее протяжении и определение стратегических позвонков для имплантации крючков или шурупов. Цель – уточнение порядка и последовательности манипуляций при коррекции (вогнутая или выпуклая сторона дуги, справа или слева, направление ротации изогнутого стержня). Все последние варианты инструментария основаны на этих принципах, хотя самые современные направлены на использование прямого деротирующего усилия для коррекции аксиальной позвонковой ротации. В реальности результат может быть не самым привлекательным в связи с развитием побочных эффектов в других плоскостях, особенно – в сагиттальной. Это малоконтролируемое явление может привести к формированию плоской спины. При выполнении открытого доступа, как и при минимально-инвазивной хирургии, мы видим аналогичные результаты и ограничения.

Вентральный инструментарий. Первая реальная попытка создания такого инструментария предпринята Dwyer (1965). Он использовал шурупы, вводимые в тела позвонков после полной эксцизии дисков с декортикацией замыкательных пластинок для последующего межтелового спондилодеза. Шурупы вводили на выпуклой стороне деформации во фронтальной плоскости, соединяли гибким титановым тросом, а затем путем компрессии тела позвонков сближали после заполнения межпозвонковых пространств костными трансплантатами. Несколькими годами позже Zielke, используя те же принципы, заменил трос нарезным гибким стержнем и дополнил инструментарий деротирующим устройством, исправляющим сколиотическую деформацию. Обе системы имели общий недостаток – формирование кифоза или, как минимум, сглаживание поясничного лордоза. Одновременно Poulliquen разработал вентральную систему, основанную на использовании предварительно изгибаемых пластин. Несмотря на весьма

протяженную зону инструментирования, удалось получить ряд хороших результатов у больных с мобильными деформациями грудного и поясничного отделов. Затем в Японии Kaneda предложил использовать для каждого тела позвонка особый металлический блок с двумя дивергентными шурупами. Блоки соединялись двумя параллельными стержнями, обеспечивающими жесткую фиксацию как на коротком (травма, опухоли, инфекционные поражения), так и на длинном (сколиоз, кифоз и т.д.) протяжении. Наконец, в 1987 г. был разработан Anterior CD, действующий в соответствии с теми же принципами ротации изогнутого стержня и позволяющий эффективно восстановить поясничный лордоз. Используется один шуруп на каждом теле позвонка и один стержень, но есть вариант с блоком на два шурупа и с двумя стержнями. Все типы системы применяют по специфическим показаниям и в зависимости от подготовки хирурга.

Стратегия при вертебральной патологии без деформации позвоночного столба

Нейрохирургический доступ к позвоночному каналу

Может быть минимально открытым или выполняемым через порт без резекции костной ткани, например, при грыже диска или через редуцированный доступ с минимальным повреждением суставных фасеток при локализованном поясничном стенозе.

При интрадуральной патологии или многоуровневом стенозе канала может быть осуществлена более или менее протяженная ламинэктомия. Хорошо известно, что широкая ламинэктомия с резекцией обеих суставных фасеток на одном уровне в 100 % случаев приводит к развитию кифоза, вне зависимости от возраста больного. Для предотвращения этого осложнения было предложено несколько вариантов хирургической техники:

1) гемиламинэктомия во всех возможных случаях, так как сохранение суставных фасеток с одной стороны предотвращает кифозирование;

2) когда планируется внутридуральное вмешательство, а полудужка интактна, полезно использовать технику ламинотомии (резекция полудужки en bloc с максимальным сохранением фасеток, а впоследствии укладку костной крышки на место с инструментированием и адекватной послеоперационной иммобилизацией) – эта техника обеспечивает надежную профилактику кифозообразования, особенно у детей в шейно-грудном, грудном или груднопоясничном отделах;

3) когда патология кости или мягких тканей требует широкой эксцизии дорсальных костных структур, необходимо сразу же выполнить спондилодез и инструментирование вовлеченной в процесс зоны, используя для формирования костного блока неповрежденные поперечные отростки.

Очень важно помнить о роли мягких тканей в работе позвоночной машины. Например, только резекция межостистой связки может быть причиной развития кифоза.

Очень большую роль в сохранении сагиттальной стабильности играют желтые связки – примером может служить операция на шейно-краниальном переходе, выполненная в положении сидя и с флексией головы и шеи для улучшения доступа и снижения кровопотери. Если ушивание мягких тканей выполняется в том же положении, это в 100 % случаев приводит к формированию кифоза. Профилактика – ушивание мягких тканей в положении экстензии, с особым вниманием к *lig. nuchae*.

Стратегия коррекции деформации позвоночника

Анализ деформации

Глобальный анализ должен выполняться в 3D-пространстве от головы до ног, в статической позе, причем, с клинической точки зрения, необходима оценка положения туловища относительно линии гравитации. Эта линия представлена вертикальной осью, восстановленной из центра зоны опоры тела. Анализ включает оценку при осмотре спереди и сбоку, а также тест Адамса и измерение реберного горба и поясничного ротационного выступа сколиометром. Это позволяет оценить деформацию в целом в каждой плоскости (кифотическую, лордотическую, латеральный сдвиг) и подготовить план коррекции. Никогда нельзя забывать об исследовании динамической функции, чтобы иметь представление о балансе туловища пациента. Ему предлагаются простые упражнения (ходьба назад и вперед, вверх и вниз по лестнице, присаживание на корточки и вставание), причем все измерения выполняются с помощью простого хронометра. В дополнение для пожилого человека – ходьба с разговором по телефону – хороший когнитивный тест.

Анализ включает рентгеновское исследование всего позвоночника, а еще лучше – всего тела (EOS machine), в двух проекциях с выполнением в ручном режиме или с помощью компьютера всех измерений – угла Cobb, тазовых параметров, переходных зон, отклонений от линии гравитации и т.д.

При локальном анализе первым делом необходимо точно определить количество позвоночных двигательных сегментов. При определении будущей зоны коррекции необходимо уточнить ее верхний и нижний пределы, вершину, положение в горизонтальной плоскости, отстояние от линии гравитации и т.д.

Естественно, при наличии сколиотической или кифотической деформации необходимо исследовать мобильность позвоночника – тракция в положении стоя или лежа, наклон в сторону, переразгибание на валике. Это помогает оценить планируемую зону спондилодеза и инструментирования, а также предсказать, что произойдет в области компенсаторной неблокированной кривизны. Существует определенное программное обеспечение, способное до операции симулировать изменения в обеих этих зонах.

Различные пути коррекции

Предоперационная подготовительная работа в основном глобальна, но и локальна. В прошлом, в доинструментальную эру, когда корригирующее вмешательство проводилось внутри гипсового корсета, сделанного до операции и не снимавшегося в течение года для формирования костного блока, подготовка была продолжительной, занимая недели и месяцы. В это время проводили манипуляции, тракции, удлинение позвоночника упражнениями (аутоэлонгация) и т.д., чтобы получить максимально возможную редукцию деформации. Затем предоперационная подготовка постепенно сошла на нет, в основном по экономическим и отчасти по психологическим причинам, за исключением особых случаев, когда было необходимо нормализовать дыхательную функцию пациента. Но в некоторых школах и странах подготовку продолжают практиковать, и в конечном итоге ее эффективность на многих уровнях доказана.

Коррекция без инструментария. Независимо от вмешательства (вентральное или дорсальное, резекция полупозвонка), коррекция в послеоперационном периоде удерживается гипсовым корсетом (с воротником, если коррекция достигнута преимущественно тракцией). В случае резекции люмбосакрального полупозвонка коррекция должна быть получена за счет гипсового корсета с захватом бедра до коленного сустава с целью контроля ориентации таза в целом. Иссечение клина из гипсового корсета на уровне, соответствующем резецированному полупозвонку, позволяет достичь коррекции деформации путем смыкания краев клиновидного дефекта и выпрямления позвоночного столба. Такая процедура может быть произведена на любом уровне и в любом направлении. Послеоперационная иммобилизация зависит от возраста пациента, объема коррекции, качества выполненного вмешательства, а также от качества кости в месте контакта двух поверхностей и локального спондилодеза.

Когда коррекция производится с инструментарием, необходимо помнить о выполнении базовых маневров.

Интраоперационная мобилизация позвоночного сегмента. Из заднего доступа – тщательная эксцизия мягких тканей, связок и межпозвонковых суставов (фасеток, остеофитов) даже нижней части верхней полудужки с желтой связкой дает достаточную мобильность для коррекции. Однако при очень ригидных дугах передний релиз с иссечением дисков доказал свою эффективность, значительно повышая искомую мобильность. Недостатками этой операции являются необходимость дополнительного вмешательства из вентрального доступа, требующего больше времени на пребывание в госпитале, увеличение кровопотери, повышенный риск легочных осложнений на стороне торакотомии. Решение о такой операции должно быть результатом непредвзятой дискуссии о предпочтениях и рисках, основанной на данных обследования. В конечном итоге ее применение желательно лишь в специфических случаях, когда избежать торакотомии невозможно.

Наиболее применимые корригирующие приемы. Необходимо в первую очередь добиться надежности и стабильности имплантатов, используемых на позвонках: крюков (педикулярных, ламинарных), шурупов, проволоки, мерсиленовых лент. Они, в свою очередь, должны быть стабильно фиксированы к связующим элементам – стержням и пластинам.

Компрессия осуществляется в основном симметрично, справа и слева, применительно к дорсальным элементам двух и более позвонков для коррекции кифоза, а будучи приложена к телам позвонков, она способствует увеличению кифоза или сглаживанию лордоза.

Дистракция, приложенная дорсально между двумя соседними или более позвонками симметрично справа и слева, приводит к удлинению (что может быть опасно для спинного мозга при неадекватном усилии) и уплощению позвоночника, в реальности продуцируя кифозирующий эффект. Напротив, будучи приложена к вентральным отделам позвонков, дает лордозирующий эффект.

Если эти два базовых маневра (дистракция и компрессия) выполняются асимметрично, автоматически возникают косо направленные усилия, приводящие в большей или меньшей степени к 3D-аксиальной ротации позвонков.

Трансляция продуцируется латеральным усилием, которое приближает инструментированный позвонок к медиально расположенному стержню с помощью проволоки, тросов или лент. Трансляция происходит, в частности, в процессе ротационного маневра, когда стержень, фиксированный к концевым позвонкам, поворачивается вокруг оси и тянет за собой, приближая к средней линии, промежуточные позвонки, также фиксированные к стержню.

Аксиальная ротация – базовый маневр, используемый при коррекции 3D-деформаций позвоночника. Ее эффект наиболее сложно достигим в грудном отделе позвоночника вследствие межпозвонковой ригидности этого отдела и потому что деротирующие устройства воздействуют на грудной отдел в целом. Интраоперационная эксцизия межпозвонковых дисков повышает мобильность позвонков относительно друг друга. В поясничном отделе, где позвонки исходно более мобильны, определенная деротация достижима с помощью дорсального, а лучше вентрального инструментария.

Независимо от объема вмешательства (два уровня или больше), хирургическая техника включает элементы всех базовых маневров.

Позвоночные остеотомии. Когда деформация очень ригидна, а мобилизующие маневры расцениваются хирургом как малоперспективные, необходимо выполнение остеотомии. Первая из числа хорошо известных – остеотомия Smith-Petersen (1939), предусматривающая эксцизию части остистого отростка, обеих верхних фасеток, части верхней полудужки и желтой связки и позволяющая получить редукцию кифоза в объеме 10–15° на одном сегменте и до 45° на четырех уровнях. Очень похожая техника популяризована в конце прошлого столетия Ponte. При

выполнении подобных вмешательств на ранее оперированном позвоночнике нужно быть осторожным, формируя края костного дефекта, чтобы при восстановлении лордоза и схождении краев этого дефекта не повредить дуральный мешок и его содержимое.

Для получения значительного корригирующего эффекта на одном уровне описана PSO, включающая удаление дорсальных элементов и иссечение клиновидного дефекта в теле (симметричного или асимметричного) с полным или частичным удалением корней дужек с выше- и нижележащим диском или без него. Разумеется, перед выполнением остеотомии необходимо имплантировать минимум две пары педикулярных шурупов выше и ниже и временный стержень для профилактики нестабильности. Эти операции могут сопровождаться большой кровопотерей. После полного смыкания краев образованного клиновидного дефекта иногда приходится использовать вентральную опорную структуру (кейдж), чтобы предотвратить формирование складок твердой мозговой оболочки и возможное развитие неврологической симптоматики.

Резекция позвонка на одном или нескольких уровнях показана при ригидных деформациях, опухолях, врожденных аномалиях и т.д. Анатомия пораженного отдела позвоночника должна быть тщательно изучена с помощью 3D-реконструкции или даже персонализированной пластической трехмерной модели. Если деформация локализована в грудном или груднопоясничном отделе, необходим широкий дорсальный доступ – до 5 см или более в обе стороны грудной клетки. Второй шаг – имплантация педикулярных шурупов (по три пары выше и ниже уровня резекции) с временной установкой стержня с одной стороны для стабилизации системы. Третий этап – собственно резекция, начинающаяся с обнажения дурального мешка и корешков на необходимом уровне путем широкой ламинэктомии с двусторонним удалением фасеток. Затем – резекция ребер (по 5 см) справа и слева с отделением их от соответствующего позвонка, стараясь при этом не повредить плевру. Иссечение ребер производится субпериостально с обеих сторон и по направлению к головке ребра, которая единым блоком вычленяется из реберно-поперечно-позвоночного сочленения, что облегчает доступ к латеральной поверхности тела позвонка. Лучше визуализируются корешки, что позволяет надежнее их защищать. Следующий этап – смещение крупных сосудов и внутренних органов от передней поверхности 1–2 тел позвонков. С помощью долот, молотка, кусачек Керрисона удаляют 1–2 двигательных сегмента, при этом дуральный мешок тщательно защищают. Корригирующие манипуляции в необходимом объеме выполняют с помощью билатерально расположенных стержней, постоянно держа в поле зрения невральные элементы. Чтобы предотвратить излишнее укорочение позвоночного столба и гофрирование дурального мешка, необходимо имплантировать между телами позвонков металлический или пластиковый кейдж, заполненный аутокостью. Наконец, после проверки стабильности на всех уровнях инструмен-

тирования, выполняется дорсальный спондилодез ауто-трансплантатами из гребня подвздошной кости, ребра или большеберцовой кости.

Послеоперационное обследование с особым акцентом на выстраивании позвоночника и достигнутом балансе

Рентген-контроль необходим сразу после операции, чтобы убедиться в правильном положении имплантатов. Когда пациент начинает ходить, ранний результат оценивается по положению позвоночника и туловища в 3D-пространстве и по тому, как он ходит, сидит, поднимается по лестнице. В течение месяца в положении стоя может сохраняться дисбаланс надплечий, поскольку компенсация еще не достигнута. Если эта картина не изменяется более трех месяцев, вероятно, она такой и останется. В течение первого месяца необходим рентген-контроль состояния имплантатов в положении стоя. Затем контрольные обследования повторяются регулярно в течение всего периода наблюдения.

Заключение

Хирургия позвоночника располагает множеством возможностей и техник. Каждый пациент должен рассматриваться как уникал, а его лечение – персонализироваться, сопровождаться тщательным до- и послеоперационным обследованием функциональных возможностей и анатомического восстановления. Очень важно понимать, что максимально эффективное и неотложное лечение должно реализовываться в случаях, осложненных неврологической симптоматикой. Тогда показания к лечению становятся неотложными для защиты невральных структур и восстановления их функции.

Перевод М.В. Михайловского

Address correspondence to:

Dubousset Jean
23 bis rue des Cordeliers, Paris, 75013, France,
jean.dubousset@wanadoo.fr

Статья поступила в редакцию 13.07.2016

Подписана в печать 03.08.2016

Received 13.07.2016

Passed for printing 03.08.2016

Жан Дюбуссе, профессор детской ортопедии, член Национальной академии медицины, Париж, Франция; научный консультант Новосибирского НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, jean.dubousset@wanadoo.fr.

Jean Dubousset, Professor of Pediatric Orthopaedics, Member of the French National Academy of Medicine, Paris, France; academic adviser in the Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, jean.dubousset@wanadoo.fr.