

Ж.Ф. Дюбуссе

СКОЛИОЗ И ГАРМОНИЯ:
сибирские лекции





Ж.Ф. ДЮБУССЕ

СКОЛИОЗ И ГАРМОНИЯ:
СИБИРСКИЕ ЛЕКЦИИ



УДК 616.711-007.55-08(075)

ББК 54.18я7

Д 95

Дюбуссе Ж.Ф.

Д 95 Сколиоз и гармония: сибирские лекции. Пер. с англ. М.В. Михайловский.
– Новосибирск : Костюкова, 2018. – 84 с. : ил.

ISBN 978-5-6041549-0-8

Избранные лекции одного из ведущих вертебрологов мира Жана Дюбуссе посвящены вопросам формирования, прогрессирования и коррекции деформаций позвоночника различной этиологии. Опираясь на результаты собственных исследований, он обосновывает главенствующую роль торсии в механогенезе сколиотической деформации позвоночника и построенную на этих выводах лечебную тактику.

Издание предназначено для ортопедов, педиатров, рентгенологов, реабилитологов.

УДК 616.711-007.55-08(075)

ББК 54.18я7

ISBN 978-5-6041549-0-8

© Дюбуссе Ж.Ф., 2018

© Перевод на русский язык. Михайловский М.В., 2018

© Оформление. Костюкова, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
Лекция 1	
3D-анализ развития сколиотической деформации и 3D-цепь баланса пациента со сколиозом	6
Лекция 2	
Позвоночник трехмерен, но не следует путать 3D-выстраивание и 3D-баланс	16
Лекция 3	
Основные принципы вертебральной хирургии	32
Лекция 4	
Достижение гармонии и 3D-коррекции деформации позвоночника	50
Лекция 5	
Ранние сколиозы: французский опыт	66

ПРЕДИСЛОВИЕ

Наше сотрудничество с Жаном Дюбуссе, членом Национальных академий медицины и хирургии Франции, продолжается более 20 лет. В ноябре 1996 г. он впервые прилетел в Новосибирск и выполнил показательную операцию с применением инструментария Котреля – Дюбуссе. Это сотрудничество не могло не сказаться на нашей идеологии и тактике лечения больных с деформациями позвоночника.

Трудно переоценить вклад нашего французского коллеги в работу Новосибирского НИИТО и клиники детской вертебрологии. Создание журнала «Хирургия позвоночника», ассоциации хирургов-вертебрологов, публикация в журнале курса лекций по проблеме сколиоза были горячо поддержаны Жаном Дюбуссе и проходили с его активным участием. В этих лекциях отражены вопросы предоперационного планирования, 3D-анализа сколиотической деформации, баланса туловища и основные принципы вертебральной хирургии.

Нам представляется целесообразным издание лекций профессора Дюбуссе в виде небольшой монографии, что позволит вывести изложенный материал из журнального формата и сделать его доступным более широкому кругу ортопедов, занимающихся проблемами хирургической вертебрологии в целом.

Этим изданием мы отдаем дань благодарности Жану Дюбуссе за его доброе отношение ко всей российской вертебрологии.

Профессор Н.Г. Фомичев

FOREWORD

Our collaboration with Jean Dubousset lasts more than 20 years. In November 1996, he had flown to Novosibirsk for the first time and performed the surgeon's showcase using the Cotrel-Dubusset instrumentation. This collaboration could not but affect our ideology and tactics of treating patients with spine deformities.

It is difficult to overestimate the contribution of our French colleague to the activity of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics and the clinic of children's spine surgery. The launching of the *Hirurgia Pozvovocnika* (Spine Surgery) journal, creation of the Russian Association of Spine Surgeons, and publication of a course of lectures on the problem of scoliosis in the journal were warmly supported by Jean Dubusset and were held with his active participation. These lectures reflect the issues of pre-operational planning, 3D analysis of scoliotic deformities and trunk balance, and basic principles of spine surgery.

It seems very reasonable for us to publish Professor Dubousset's lectures in the form of a small monograph, which will allow us to derive the material from the journal format and make it accessible to a wider range of orthopedists dealing with problems of surgical spine surgery as a whole.

At the same time, with this publication, we pay tribute to Jean Dubousset for his kind attitude to the entire Russian spine surgery.

Professor N.G. Fomichev

ЛЕКЦИЯ 1



3D-анализ развития
сколиотической деформации
и 3D-цепь баланса
пациента со сколиозом

ЛЕКЦИЯ 1

3D-анализ развития сколиотической деформации и 3D-цепь баланса пациента со сколиозом

Любая деформация позвоночника имеет две особенности трехмерного формирования и мобильности:

1) на уровне позвоночника в целом – движение и смещение одного позвонка относительно другого, то есть патологическая анатомия деформации и ее прогрессирования;

2) на уровне отдельно взятого тела позвонка в 3D-пространстве – как результат влияния деформации позвоночника на организацию и мобильность тела позвонка.

3D-анализ сколиотической деформации

Торсия. Когда мы исследуем различные препараты сколиотического позвоночника, становится очевидным, что базовая трехмерная деформация, демонстрирующая торсию, становится наиболее понятной при одновременном взгляде на нее в переднезадней, боковой и аксиальной (со стороны вершины или основания позвоночного столба) проекциях. Сравнение с рентгенограммами этого препарата дает ясное представление о том, что рентгеновские лучи демонстрируют лишь тень, одноплоскостную проекцию трехмерной реальности. Так называемый угол Cobb показывает только коллапс позвоночника и ничего

более. В 1976 г. мы с Henry Graf и Jerome Nesquet создали первую схематическую компьютерную 3D-реконструкцию сколиотического позвоночника, используя две ортогональные рентгеновские проекции. Начиная с одних и тех же точек отсчета на позвонках, мы создали сначала линейную, потом простую плоскую модель и, наконец, объемную модель каждого позвонка с реконструкцией во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях. Эти изображения практически повторяли препараты, которые мы держали в руках, в первую очередь – за счет ясной визуализации торсии.

Как уже было описано многими авторами (Shaw, Adams, Sommerville, Roaf и позднее – Pierre Stagnara), деформация в реальности представляет собою торсионно-аксиальную ротацию. Невозможно поместить деформацию позвоночника в одну плоскость – каждый позвонок, каждая молекула кости и мягких тканей деформированы за счет скручивания (twisted). Поэтому в сколиотической деформации существует бесчисленное количество плоскостей и осей (*рис. 1*). Для инженеров-биомехаников это – формирование спиралевидных осей. Это было наиболее очевидно при анализе инфантильных сколиотических деформаций (начало и развитие в возрасте ме-

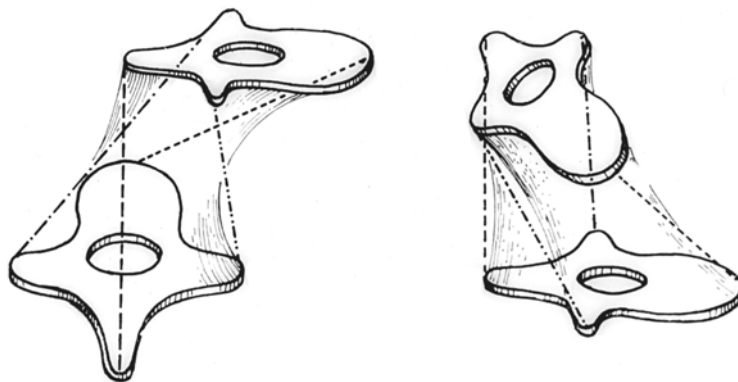


Рис. 1

Торсионно-аксиальная ротация при сколиозе: бесконечное множество плоскостей и осей

нее 3 лет), которые, с клинической точки зрения, неоднородны, так как могут протекать доброкачественно и спонтанно исчезать либо прогрессировать с большой скоростью, до развития самых тяжелых форм (malignant group по Min Mehta).

Аксиальная проекция созданной реконструкции оказалась наиболее впечатляющей и дала возможность классифицировать деформации с точки зрения анатомии и прогноза прогрессирования, с выделением трех типов: 1) спонтанно и быстро разрешающиеся до состояния нормы; 2) доброкачественно прогрессирующие (термин Min Mehta), достигающие 70° по Cobb с выраженной прогрессирующей апикальной торсией в аксиальной проекции, но способные быть раскрученными и полностью устраненными соответствующим лечением, а без такового – прогрессирующие до тяжелых форм; 3) злокачественно прогрессирующие сколиозы (термин

Min Mehta) с грубой апикальной торсией, захватывающей небольшое количество позвонков, и к концу периода роста представляющие собой крайне тяжелые деформации, абсолютно не поддающиеся консервативному лечению и мало толерантные к хирургической коррекции (рис. 2). Я представил это исследование на митинге SRS в Чикаго в 1980 г., но не нашел понимания коллег, только инженер Shultz счел нужным подойти и обсудить проблему.

Торсия и противоторсия. Для единичной дуги. Прогрессирование торсии сопровождается на уровне межпозвонкового диска нарастающей экспульсией пульпозного ядра в направлении выпуклости деформации и усилением клиновидности тел соседних позвонков, что характерно для структуральных сколиозов (рис. 3). Этим можно объяснить то обстоятельство, что пульпозное ядро играет роль запора при коррекции сколиоза, потому что при развитии

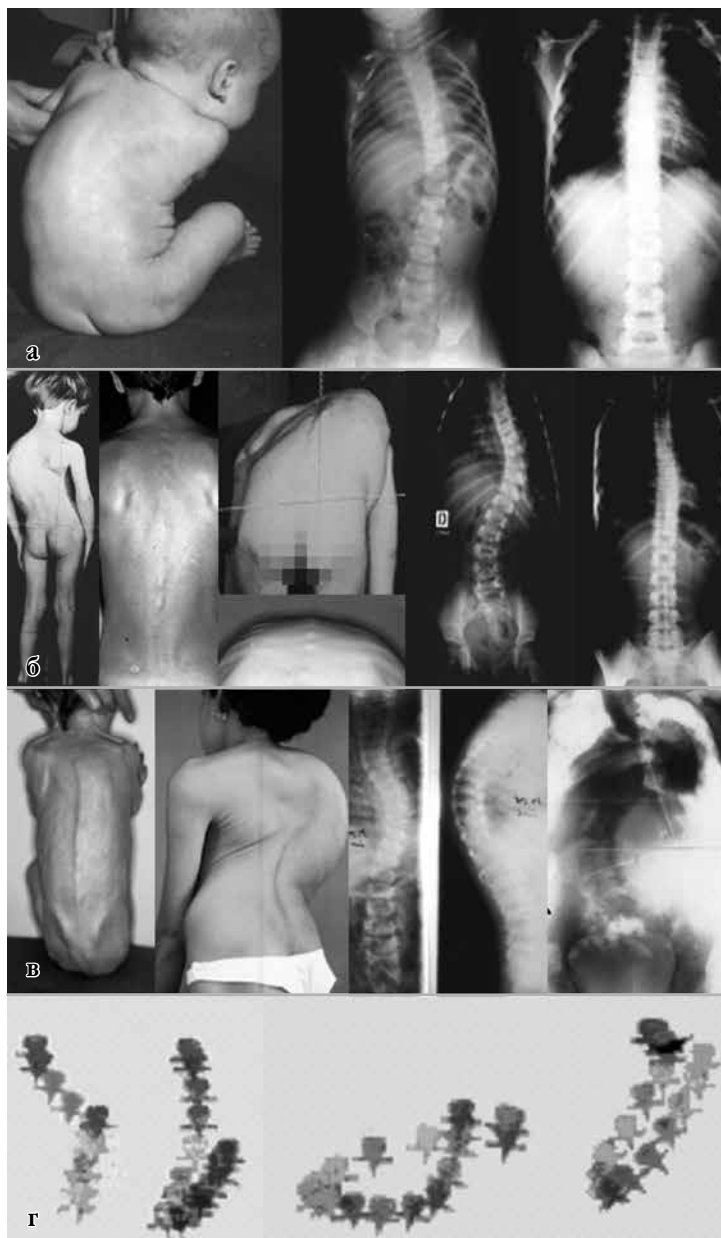


Рис. 2

Возрастная классификация инфантильных сколиозов – от лучшего к худшему:

а – спонтанное излечение; **б** – доброкачественное прогрессирование; **в** – злокачественное прогрессирование; **г** – трехмерность позвоночника в аксиальной проекции

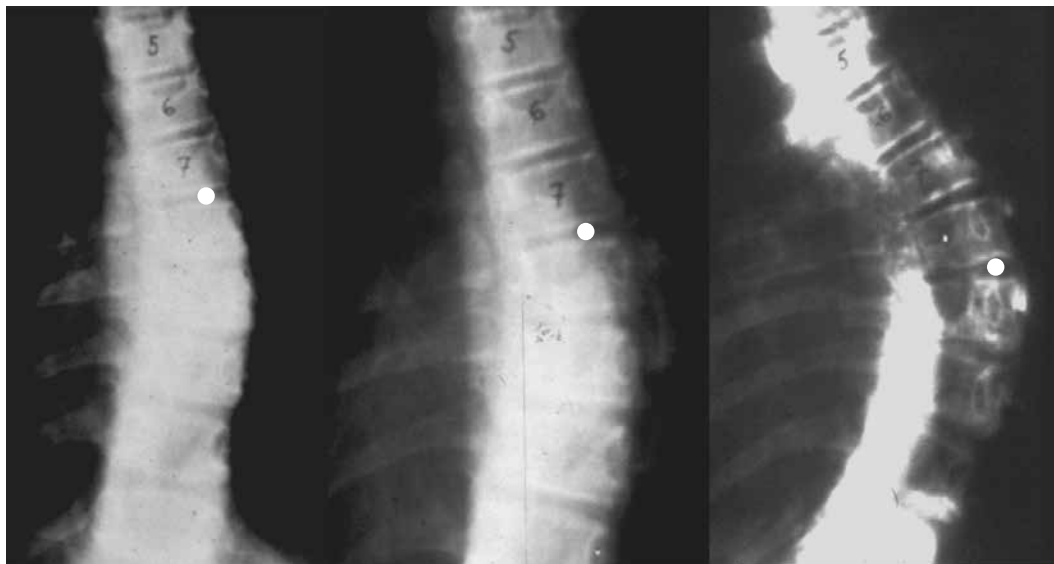


Рис. 3

Структурализация межпозвонковых дисков: прогрессирующая экспульсия пульпозного ядра в направлении выпуклости дуги и прогрессирующая клиновидность тел позвонков

деформации кости ядро уже не может сместиться в сторону вогнутости дуги, поскольку там уже нет для этого необходимого пространства, и апикальная зона дуги становится ригидной. Именно поэтому вентральное вмешательство (release), включающее иссечение фиброзного кольца и удаление ядра, позволяет получить необходимую мобильность для коррекции сколиоза.

Один из путей понимания механизма торсии – в объяснении формирования феномена коленчатого вала (crankshaft phenomenon). Дорсальный спондилодез, выполненный по поводу сколиоза у больного с незавершенным ростом скелета, формирует запор для группы деформированных и ротированных позвонков, блокируя локальный рост их дорсальных

отделов в зоне операции. Если позвоночник был прямым, а дорсальный спондилодез – симметричным, продолжение роста передних отделов позвоночника приведет к формированию чистого лордоза. Но при сколиозе позвонки уже ротированы, а продолжающийся передний рост усиливает скручивание, дорсальный блок становится точкой вращения, вокруг которой поворачивается позвоночник подобно коленчатому валу автомобиля. Это наиболее заметно при взгляде на позвоночник по его вертикальной оси, демонстрирующей изменения в горизонтальной плоскости.

Для деформированного позвоночника в целом ориентация в пространстве последовательно расположенных дуг образует последовательность торсии

и противоторсии. Это особенно заметно при спонтанной эволюции или прогрессировании сколиотической деформации и последовательном формировании грудной, затем поясничной дуги, а иногда пояснично-крестцовой или тазовой, причем каждая из них развивается в соответствии с принципами 3D-баланса – одна в одном направлении (вправо), следующая в противоположном (влево) для достижения так называемого равновесия. Естественно, это происходит в трех плоскостях пространства. Типичный случай такой последовательности торсии и противоторсии – ротационная дислокация позвоночника с кифозом, расположенным между двумя лордосколиотическими сегментами позвоночника. Этот переходный феномен может существовать на любом уровне позвоночника.

3D-изображение сколиотической деформации

Классический способ получения трехмерного изображения – КТ. Она осуществляется путем выполнения множества рентгеновских срезов и вполне приемлема для локального исследования позвоночного столба. Для исследования позвоночника в целом метод не годится, особенно у детей, из-за массивной лучевой нагрузки, потенциально вредной для здоровья.

В связи с этим мы разработали метод компьютерной 3D-реконструкции всего позвоночника, включая таз, используя две ортогональные калиброванные

рентгенограммы, выполненные в положении пациента стоя в стандартных проекциях (первые эксперименты с участием Н. Graf & G. Hecquet проведены еще в 70-е гг. XX в.). Такая стереорентгенография дала великолепные высокоточные результаты, демонстрируя базовую сколиотическую деформацию (трансляция-ротация) со спиралевидной осью. С 2000 г. мы располагаем так называемой малодозной EOS-установкой, простой в управлении и позволяющей получать точную 3D-реконструкцию всего скелета в положении пациента стоя. Это разработка группы инженеров и физиков под руководством нобелевского лауреата Georges Charpak, специалистов по биомеханике из ENSAM (Высшей национальной школы искусств и ремесел) и клиницистов из парижского госпиталя St. Vincent de Paul. Получаемые изображения отличаются высокой степенью точности и информативности, а лучевая нагрузка при их получении в 860 раз ниже, чем при использовании рутинной КТ. Ортогональные плоскостные изображения позвоночника дают много информации, но трехмерная аксиальная реконструкция уникальна и позволяет дать неизмеримо большее количество данных о форме и положении позвоночного столба при использовании гравитационной оси в качестве точки отсчета. Метод очень полезен при изучении деформаций позвоночника у детей, подростков и у пожилых людей с характерными для них возрастными изменениями скелета.

Влияние деформации позвоночника на мобильность тела

Нормальный позвоночник имеет соответствующую норме форму во всех плоскостях. Его отделы соединены в положении трехмерного равновесия, а движения совершаются вокруг линии гравитационной оси, являющейся, в свою очередь, ортогональной по отношению к полигональному центру опоры. Следовательно, в этой ситуации мы можем рассчитывать на фронтальный, сагиттальный и горизонтальный балансы. В 1975 г. мы ввели понятие «конус экономии» для положения тела стоя, отталкиваясь от концепции «цепочка баланса», куда последовательно, начиная с полигональной опоры, входят скелет нижних конечностей и таз (который в 1972 г. я назвал *pelvic vertebra*), элементы скелета позвоночника и голова (*cephalic vertebra*). Необходимо понимать, что с увеличением объема движений вокруг оси гравитации над полигональной зоной опоры малый конус их пространственных границ превращается в большой. Когда баланс туловища пациента находится в пределах малого конуса, мышечное поддерживающее усилие минимально (экономия в данном случае означает уменьшение мышечного усилия). С расширением конуса расход мышечной энергии нарастает.

Цепочка баланса необходима в норме и при развитии патологии, в положении пациента стоя и сидя, в статике и динамике. Необходимо отметить стратегическую роль *pelvic vertebra* (рис. 4) в этой

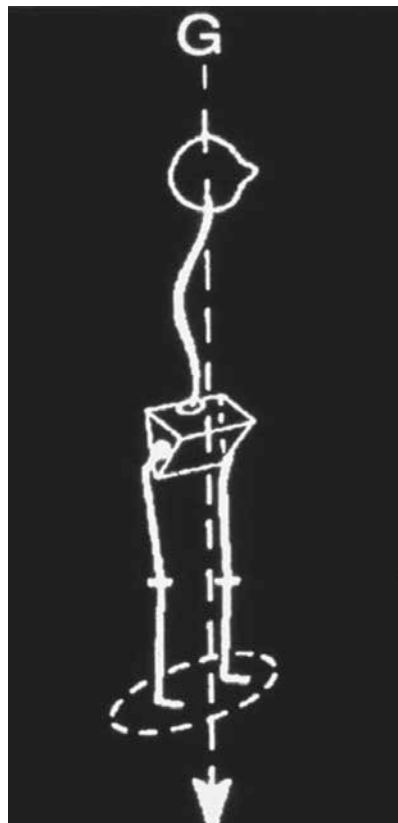


Рис. 4

Концепция тазового позвонка как вставочной кости: тазовый позвонок, расположенный в середине, – стратегический уровень этой цепи

цепочке, особенно при формировании компенсаторных реакций при патологии скелета выше таза (позвоночник) или ниже (нижние конечности). Необходимо также помнить, что одним из предназначений достижения идеального баланса является сохранение горизонтального взора.

Концепция *cephalic vertebra*. Масса головы взрослого человека варьирует

от 4,5 до 5,5 кг. Три ее плоскости симметрии (фронтальная, сагиттальная, горизонтальная) соединяются в точке, расположенной на средней линии в области крыши третьего желудочка (уровень шишковидной железы). Мы утверждаем, что идеальный статический баланс достигается, когда эта точка расположена на линии гравитации, восстановленной из центра полигональной зоны опоры. Это полностью соответствует положению центра гравитации головы – позади и несколько выше турецкого седла (J.M. Vital, 1986). Может быть, это – что-то вроде неврального гироскопа?

Идеальный баланс строго индивидуален и является результатом адаптации и компенсации. Концепция динамического баланса тесно связана с концепцией конуса экономии. Динамическое измерение давления на полигональную зону опоры позволяет оценить изменения состояния конуса экономии во времени. Временные изменения, например, старение, сопровождаются потерей мышечной силы, деградацией неврального статуса (скорость нервной передачи и последующей реакции). Таким образом, сбалансированное тело человека со временем становится несбалансированным, далее возможно достижение критического уровня, когда баланс грубо нарушен спонтанно и требуется много труда, чтобы хотя бы частично его восстановить, и, наконец, ситуация, когда даже частичное восстановление практически невозможно. Эти процессы можно отобразить на диаграмме – кривая прогрессирования или, наоборот, кривая восстановления. Эти данные мо-

гут быть полезны для принятия решения о времени хирургической коррекции деформированного позвоночника. Анализ движений туловища был описан более полувека назад R. Ducroquet (1965). Исследуемый находился в комнате, полностью покрытой зеркалами, для одновременного наблюдения движений в трех проекциях. Именно так описан и определен тазовый шаг (pelvic step) – постоянное перемещение тазового позвонка (pelvic vertebra), придающее гармонию ходьбе, особенно в горизонтальной плоскости (рис. 5).

В ходе 3D-анализа ориентации таза в случае идиопатического сколиоза часто отмечается, что торсия поясничного отдела позвоночника продолжается на уровень таза и проявляется изменением формы проекции подвздошных костей, sciatic notch, или асимметрией запирающих отверстий. В настоящее время оптоэлектронные системы (например, Vicon system) позволяют получать великолепные высокодостоверные данные о любых пространственных перемещениях за счет использования наружных маркеров и, таким образом, неинвазивно исследовать динамический баланс. Эти процессы хорошо изучены применительно к фронтальной и сагиттальной плоскостям, но гораздо менее – для горизонтальной. Красивые информативные диаграммы, получаемые с помощью таких систем, позволяют измерить участие и характер смещений любых анатомических структур в статике и динамике, например, роль тазового позвонка в компенсации любых нарушений мобильности позвоночника.

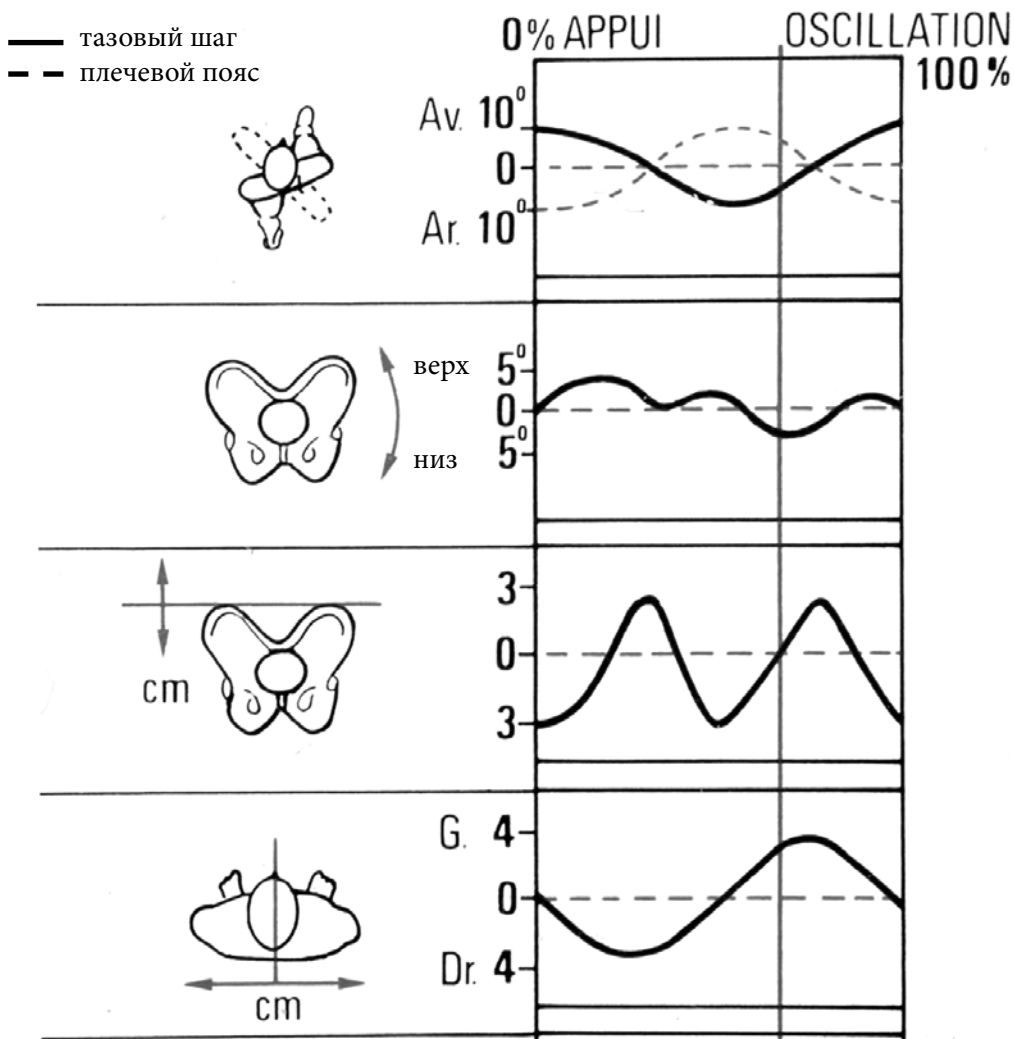


Рис. 5

Фазы тазового шага

Прекрасный пример – изучение результатов грудного спондилодеза (не ниже L₂) у 30 больных идиопатическим сколиозом. Было доказано, что и в статике, и в динамике тазовый позвонок играет

огромную роль в компенсаторных процессах через 9, 18 и более 30 мес. после операции. Кроме того, все больные были обследованы до и после операции с помощью EOS-установки и 3D-реконструк-

ции скелета позвоночника и таза, и мы смогли продемонстрировать, что в 50 % случаев даже pelvic incidence изменился благодаря ротации в пределах крестцово-подвздошных сочленений.

Таким образом, мы приходим к заключению, что цепочка баланса для вертикального положения туловища (стоя или сидя) включает перманентную ста-

тическую и динамическую адаптацию всех костей и суставов – от полигональной опорной зоны до cephalic vertebra через позвоночник и pelvic vertebra, включая, если это необходимо, структурные изменения собственно костей и суставов (как это может быть в области таза) для достижения горизонтального взора.

Выводы

1. Pelvic vertebra играет важную роль в суставной цепи баланса тела (как сидя, так и стоя) за счет стратегического положения между позвоночником и нижними конечностями – в норме и в патологических ситуациях.
2. Pelvic incidence представляет собой показатель возможности таза регулировать величину лордоза/кифоза для достижения баланса.
3. Функция таза в статике и динамике – компенсация патологических изменений выше и ниже него для достижения 3D-баланса.
4. Когда все возможности постуральной компенсации исчерпаны, таз может анатомически модифицироваться (включая pelvic incidence в сагиттальной плоскости) для устранения или коррекции патологических состояний.

ЛЕКЦИЯ 2



Позвоночник трехмерен,
но не следует путать
3D-выстраивание и 3D-баланс

ЛЕКЦИЯ 2

**Позвоночник трехмерен, но не следует путать
3D-выстраивание и 3D-баланс**

Разница очевидна для физиологов и хореографов, но не всегда – для хирургов. Тем не менее, когда мы говорим о человеке в положении стоя, мы должны допускать, что выстраивание статично, а баланс динамичен и связан с движением – произвольным или автоматическим (*рис. 1*). Рентгенограммы на слайдах, презентуемых в ходе научных форумов, отражают только выстраивание (с успехом или без такового), даже если докладчик использует не всегда корректно термин «баланс»!

Интерес к 3D-реконструкции позвоночника был одной из причин, побудивших меня обратиться к Georges Chaprak и к инженерам лаборатории биомеханики Национальной высшей школы искусств и ремесел (ENSAM) с просьбой о создании EOS imaging system для изучения 3D-выстраивания человеческого тела от ног до головы (другая причина – получение 3D-реконструкции с целью исследования деформации позвоночника в горизонтальной плоскости). Это устройство в сочетании с малодозной спондилографией в двух стандартных проекциях, данные которой обработаны на компьютере, дает надежную 3D-реконструкцию всего позвоночника (*рис. 2*). При этом доза радиации в 860 раз меньше, чем при КТ. Изображение позвоночника в 3D возможно не только

в обычных (переднезадняя, боковая) проекциях, но и в аксиальной (сверху вниз), демонстрирующей торсию позвонков, включенных в сколиотическую дугу. Появляется возможность исследования деформации позвоночника в горизонтальной плоскости относительно линии гравитации тела. Каждый позвонок может быть исследован отдельно, как и вся дуга – от конечного до конечного позвонка, как и все тело больного. Такое 3D-исследование в до- и послеоперационном периодах гораздо более точное и информативное, чем обычные рентгенограммы.

Количественная оценка изменений в горизонтальной плоскости стала возможной благодаря работе Tamas Illes и инженера Szabolcs Somoskeoy из г. Печ (Венгрия), опубликованной в 2009 г. Они предложили позвоночный вектор для каждого позвонка, позволяющий достичь большой точности измерений. Сравнение 3D-поверхностной реконструкции и позвоночных векторов одной и той же дуги до и после лечения весьма демонстративно (*рис. 3*). Совершенно очевидно для прогрессирующей деформации, что латеральное смещение более выражено, чем прогрессирование аксиальной ротации. Исследование с помощью позвоночного вектора группы из 301 больного со сколиозом I типа

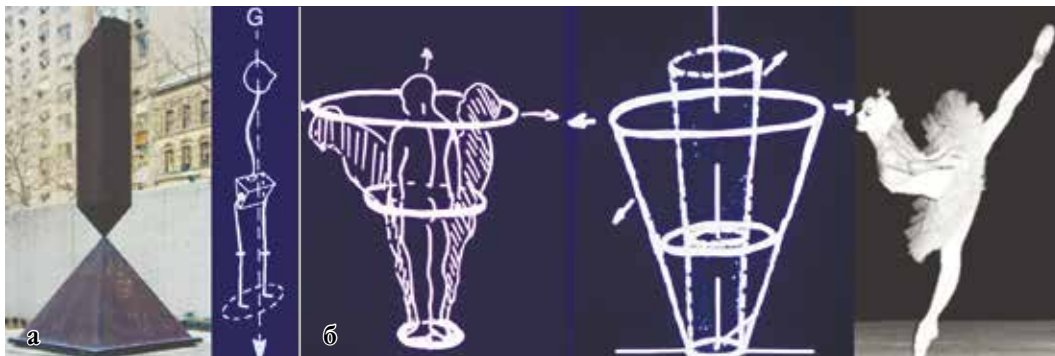


Рис. 1

Пребывание человека в вертикальном положении может быть статичным (а) и динамичным (б)



Рис. 2

3D-реконструкция EOS-машины

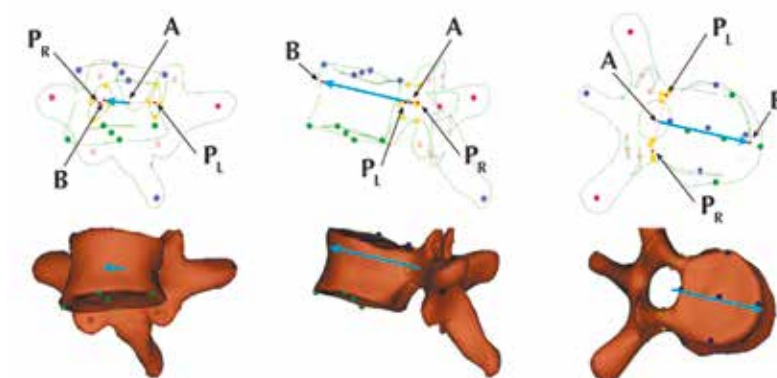


Рис. 3

Количественная оценка деформации позвонка в горизонтальной плоскости: позвоночный вектор Tamas Illes, Jean Dubouset, Szabolcs Somoskeoy (2009)

по Lenke показало, что в горизонтальной плоскости возможно выделение трех подгрупп. Поэтому я посоветовал моему другу Lawrence Lenke ввести, кроме сагиттального и поясничного модификаторов, еще и горизонтальный.

Одновременно в Монреале Carl-Eric Aubin и 3D-исследовательская группа SRS сделали попытку создания трехмерной классификации идиопатического сколиоза. Они использовали плоскость максимальной деформации каждого сегмента, что, с моей точки зрения, спорно, поскольку сколиотическая дуга не может быть помещена в одну плоскость. Все же попытка эта полезна, так как подталкивает хирурга и других специалистов, имеющих дело со сколиозом, к мысли о горизонтальной плоскости.

Кроме того, проекция Da Vinci, представляющая собою вид позвоночного столба сверху, позволяет оценить изменения количественно. Мы описывали уже эту картину в 1978 г., когда с Henry Graf и Jerome Hecquet создали первую компьютерную реконструкцию для инфантильного сколиоза, которая помогла объяснить развитие crankshaft phenomenon.

Трехмерные реконструкции, получаемые с помощью EOS, позволяют также прогнозировать прогрессирование деформации при первом же обследовании благодаря индексу тяжести деформации, разработанному Wafa Scalli и ее инженерами в лаборатории биомеханики ENSAM в Париже. Этот индекс строится на величине угла Cobb, но главное – на индексе торсии (апикальная аксиальная ротация, межпозвонковая ротация на верхнем и нижнем коленах дуги,

апикальный лордоз). Все эти показатели, характеризующие деформацию во фронтальной плоскости, входят в формулу прогнозирования течения сколиоза. При показателе 0,4 сколиоз расценивается как непрогрессирующий, а при 0,6 – как несомненно прогрессирующий. Например, сравнение двух дуг с углом Cobb 10° позволяет расценить одну из них как прогрессирующую, а другую – как непрогрессирующую при сопоставлении их в горизонтальной плоскости (вид сверху). В этой плоскости торсия определяется лучше, чем на стандартных спондилограммах.

Дополнительно мною был предложен индекс вертебральной пенетрации (рис. 4, 5), характеризующий изменение формы грудной клетки в связи с проникновением в ее полость тел позвонков при лордосколиозах. Это явление легко исследовать благодаря 3D-реконструкции скелета грудной клетки. Именно поэтому во Франции мастером Gerald Dauny был создан оригинальный корсет (3D-brace), сделанный из скрученных эластичных карбоновых волоконных полос. Эти полосы крепятся к передней части корсета, оставляя открытой спину. Точное приложение этих скрученных полос позволяет развивать горизонтальное усилие, обеспечивающее реальную деторсию и кифотизацию грудного отдела позвоночника за счет мышечных усилий при обычном или форсированном дыхании. Контроль эффекта корсетотерапии обеспечен 3D-реконструкцией позвоночного столба.

Когда мы оцениваем с помощью EOS дегенеративный сколиоз с большим ки-

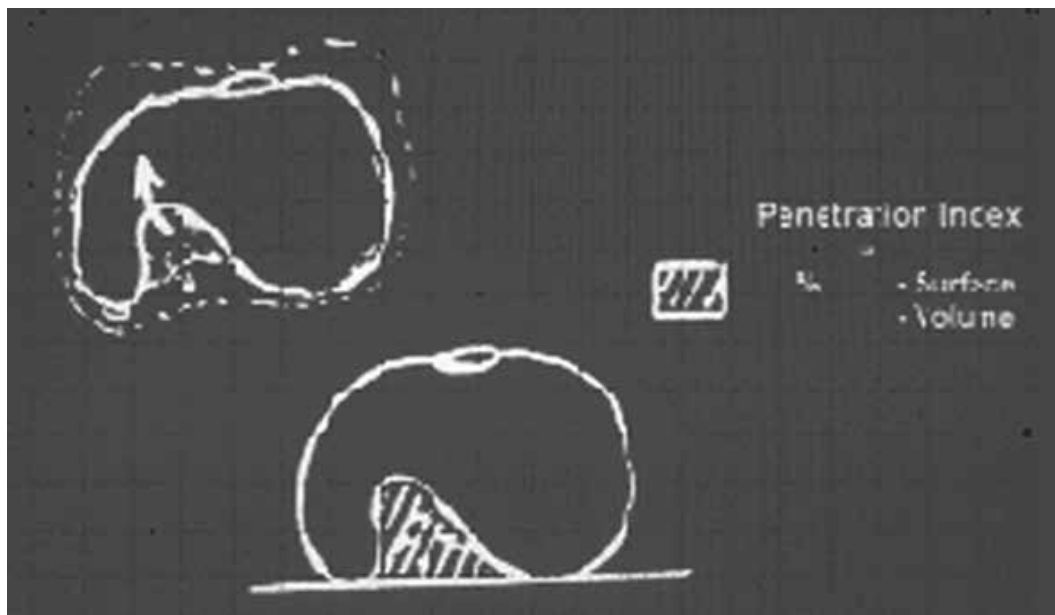


Рис. 4

Индекс пенетрации Dubousset: формирование внутреннего горба

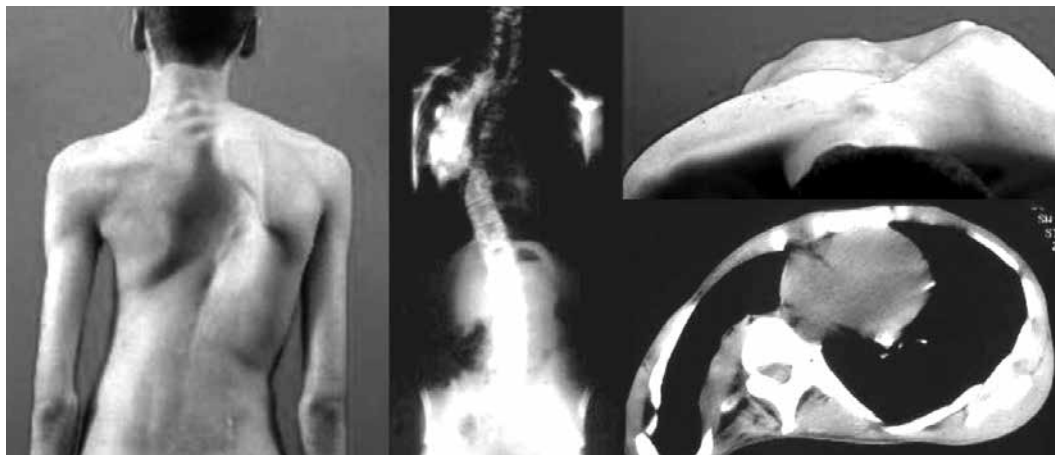


Рис. 5

Так это выглядит клинически и на поперечных срезах грудной клетки

фотическим компонентом, исправленный с помощью PSO, мы отмечаем отличную коррекцию во всех трех плоскостях, но не имеем ответа на вопрос: что происходит с балансом? Дать ему оценку можно только в движении – при ходьбе, подъеме на лестницу и т.д. Чтобы говорить о наличии или отсутствии баланса, необходимы 3D-поверхностная реконструкция скелета с ног до головы, регистрация давления стоп на специальную силовую площадку, 3D-запись движений тела и сегментов позвоночника, включая голову и таз, несколькими видеокамерами. В результате удастся оценить конус экономии и динамический баланс пациента.

В этом аспекте три элемента находятся в постоянной связи: выравнивание, баланс и стабильность. Баланс (в статике или в динамике) должен рассматриваться как стабильность в движении. Его следует понимать как для тела в целом, так и для отдельного позвоночно-двигательного сегмента, в первую очередь для комплекса «диск – истинные суставы». Но никогда нельзя забывать, что глобальный и локальный балансы постоянно взаимосвязаны. Возможно ухудшение одного из них с целью компенсации, поэтому, исправляя один из них, нельзя игнорировать другой. Лучший пример – «каскадные» реоперации после простого вмешательства по поводу грыжи диска с формированием локализованного пояснично-крестцового кифоза.

На локальном уровне выравнивание и баланс автоматически связаны с проблемой «стабильность – нестабиль-

ность». Я определяю непосредственную нестабильность как чрезмерный объем движений между двумя отрезками позвоночника на функциональных спондилограммах, требующий скорейшей стабилизации для предотвращения повреждения спинного мозга. С другой стороны, потенциальная нестабильность не определяется спондилографически, но может возникнуть внезапно как результат минимальной травмы (нередко – с тяжелыми последствиями) или постепенно с течением времени (месяцы и годы) в результате вертикального нагружения и минимальных движений. Типичный пример – прогрессирующая ротационная дислокация (*рис. 6*), формирующаяся на переходном уровне дегенерированного позвоночника (обычно L_3-L_4), когда нестабильный диск подвергается срезывающему и дислоцирующему воздействию. Исследование структур диска методом микро-КТ демонстрирует взаимосвязи эластиновых и фибриллинных тканей с помощью поперечных мостиков (*рис. 7*).

В глобальном плане вертикальная позиция (стоя или сидя) характеризуется тремя основными элементами.

1. Цепь баланса, действующая как перевернутый маятник. Внизу – опорный многоугольник для обеих стоп, затем – скелет нижних конечностей, таз как единая тазовая вставочная кость (тазовый позвонок между телом и нижними конечностями), 24 позвоночно-двигательных сегмента и, наконец, голова или головной позвонок. Колебания на вершине этой балансирующей цепи обеспечивают постоянство горизонтального взора.

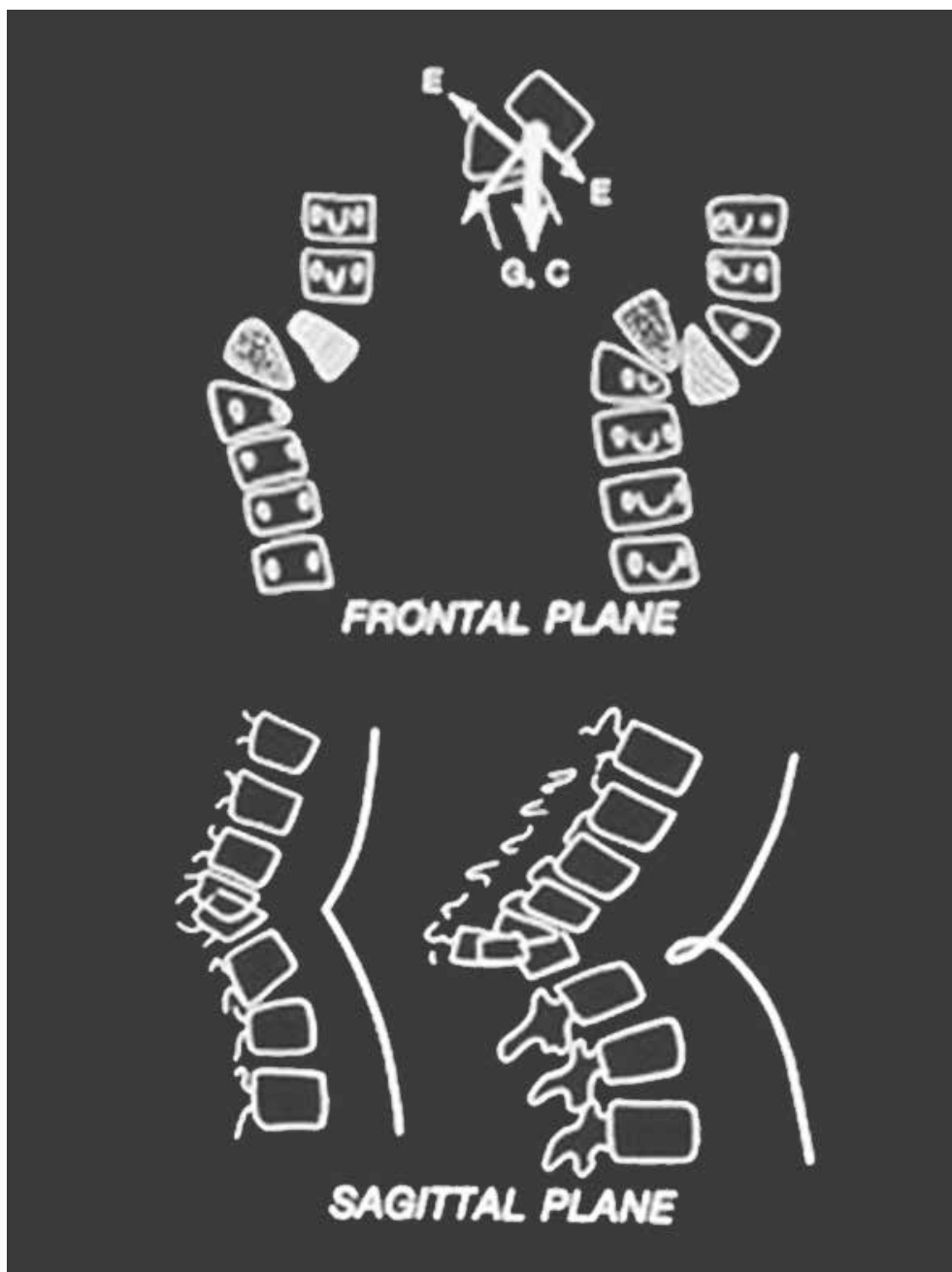


Рис. 6

Ротационная дислокация – кифоз между двумя лордозами

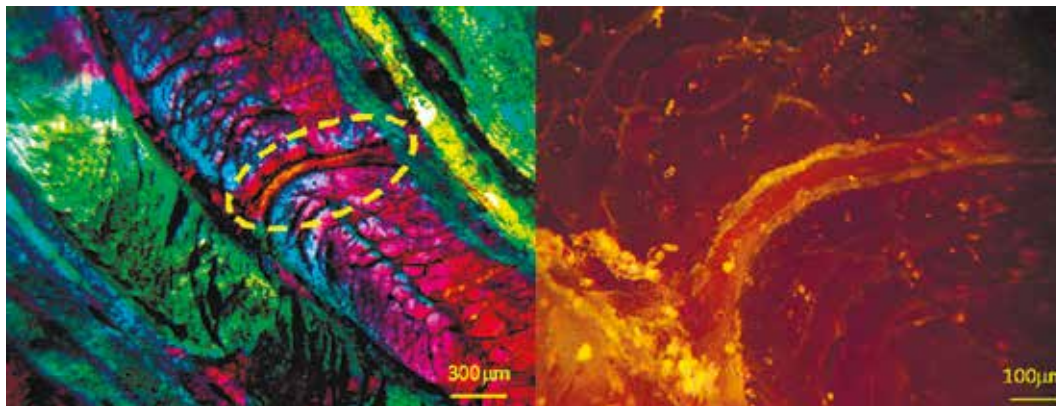


Рис. 7

Поперечные мостики между эластиновыми и фибриллиновыми тканями диска

Примечательно, что в ходе эволюции квадрипедальных животных *foramen magnum* оказался смещенным дорсально на черепе, встраиваясь в позвоночную цепь, а у шимпанзе, австралопитеков, питекантропов и *homo sapiens* смещается вентрально. Таким образом, чем более бипедальными становились гоминиды, тем больше *foramen magnum* смещался к центральной части черепа. Концепция головного позвонка становится очевидной при обследовании растущего ребенка, перенесшего множественные шейно-грудные ламинэктомии с последующим развитием деформации типа лебединой шеи, которая является следствием постоянных усилий для поддержания горизонтального взора. Другой пример – больной с врожденной мышечной дистрофией, обратившийся в мою клинику с тяжелейшим гиперлордозом, вынужденный все время поддерживать рукой затылок. После коррекции деформации позвоночника его голова оказалась полностью сбалансированной,

а руки свободны. Это доказательство концепции перевернутого маятника (вес головы от 4,5 до 5,5 кг, 7 % от веса тела). Заметим, что площадь опоры одной стопы – 80 см², обеих стоп – 160 см², а при некотором расстоянии между стопами проекция центра тяжести тела никогда не является одной фиксированной точкой, поскольку всегда есть смещения, различные по направлению и амплитуде в пределах неправильной окружности, демонстрирующие то обстоятельство, что даже в покое существуют постоянные колебания.

2. В соответствии с позой (сидя или стоя) существуют различные способы с передним или задним наклоном таза для компенсации кифотической или лордотической деформации позвоночника – это функция тазового позвонка, играющего роль вставочной кости, обеспечивающей приспособление к деформации позвоночника, особенно его поясничного отдела. Роль крестца проявляется и при ходьбе характерны

ми колебаниями в поперечной плоскости, как и во фронтальной, что братья Dicroquet назвали «тазовый шаг».

3. Наконец, экономия энергии благодаря конусу экономической концепции. Я описал его в 1975 г. Это концепция минимального использования мышечной энергии для поддержания вертикального положения, то есть ситуация, когда отделы скелета выравнены на уровне суставов таким образом, что пассивное натяжение фиброзных капсульных структур суставов и пассивное натяжение постуральных мышц дают возможность активным мышцам выполнять минимум работы, что демонстрируется с помощью ЭМГ. Это было также показано Pol Le Cœur на скелете, полностью лишенном мышц, который в течение 1/100 с находился в вертикальном положении с двумя резиновыми имитаторами передних отделов капсулы обоих тазобедренных суставов и бечевками, натянутыми между пяточными костями и задними мышечками бедренных костей, за счет правильного положения головы, позвоночника и таза. Поэтому когда тело человека находится внутри небольшого конуса, минимум мышечной функции и максимум стабильности обеспечены позвоночным структурам или инструментарию и прогноз формирования блока благоприятный. Если же тело постоянно находится вне этого конуса, мышцы постоянно функционируют, что приводит к усталости, в позвоночнике и в местах имплантации инструментария возникают постоянные перенапряжения с максимальным риском перелома эндокорректора.

Приобретение и развитие вертикальной позы у человека. В отличие от большинства квадриподов, у которых возможность стоять, а часто и ходить реализуется сразу после рождения, у человека эта функция развивается постепенно в течение месяцев, а иногда – года и более. Это результат гармоничного выстраивания костей и суставов, устойчивых во время движения благодаря развитию нейромышечной системы, основанной на автоматических рефlekсах и произвольной модуляции, обеспечивающих баланс. При этом начало процесса сопровождается неисчислимым количеством падений. Мы можем сказать: «Дети учатся ходить, падая, а пожилые люди, падая, перестают ходить». Развитие прямохождения коррелирует с развитием баланса. Оно начинается с первой попыткой младенца поднять голову в положении лежа на животе, когда он поворачивается вправо и влево. В течение первых 14 мес. этот процесс продолжается (от головы к стопам), вовлекая все отделы опорно-двигательного аппарата, – перемещение на четвереньках, потом – положение стоя с поддержкой и без нее. Через 2 мес. после перехода к стоянию положение таза стабилизируется. Затем от 14 мес. до 6 лет развитие идет по восходящей, от стоп к голове, стабилизируются тазобедренные суставы, голова и плечевой пояс работают в блоке. В возрасте 7–8 лет продолжается по нисходящей организация баланса с вестибулярной доминантой. От 8 до 13 лет организация идет в обоих направлениях, во взрослом возрасте достигается полная диссоциация головы

и туловища. Ходьба – последовательность падений вперед, предотвращаемых автоматическим вентральным перемещением нижних конечностей. Взгляд сверху вниз позволяет определить перемещения таза в горизонтальной плоскости. Угол между ногой и поверхностью, длина шага, скорость перемещения – количественные показатели этой базовой функции.

Что же баланс? В реальности это – биологическая функция, основанная на базовом принципе – сигнал и его последствия: восприятие, интеграция, модуляция, действие. Сам сигнал может быть различной природы: электрической, пьезоэлектрической, температурной, химической, гормональной, молекулярной. Все процессы в организме связаны с балансом – гликемия, иммунология, АКТГ/кортизол, сердечный ритм, сон – практически все! Откуда он берется? Сначала на локальном, затем на глобальном уровне. С моей точки зрения, есть три основных книги по этой проблеме: «Physiology of the movement» (Duchenne, 1867), «The body axis» (Andre Thomas, 1948), «The Balance Within: The Science Connecting Health and Emotions» (Esther M. Sternberg, 2001). Принципы «сигнал – реакция – действие» работают на уровне всех суставов. Рецепторы находятся на уровне кожи, сухожилий, мышц, связок, суставных капсул и костных структур. Передача импульса идет в обоих направлениях по периферическим нервам, корешкам, синапсам, проводящим путям спинного и головного мозга. Модуляторы расположены в головном мозге, мозжечке, ядрах ствола

мозга, в таламусе, гиппокампе и гипоталамусе. Наконец, эффекторы, оказывающие действие на капсулы суставов, связки, мышцы, сухожилия, кожу. Механизм баланса требует для достижения стабилизации тела и взора зрения, вестибулярного аппарата, проприоцепции, наличия интеграционных модулирующих центров – глазодвигательного и соматического.

Задумаемся на секунду, что нужно для простого движения – подъема по лестнице с пакетом в руках? Первое – механические условия: мобильность суставов, пассивный и внесуставной балансы, реальная цепочка суставов в пространстве. Второе – мышцы: агонисты-антагонисты, сила, релаксация, модуляция, скорость, акселерация, торможение. Третье – нервная система: афферентное зрение, ENT (Eyes, Nose, Throat), полуциркулярные каналы, проприоцепция, модуляция, координация, автоматизм, эффекторы, скорость передачи, скорость реакции. Четвертое – формирование из этих компонентов реальной пространственной цепи.

Пример для понимания – верхняя конечность: плечевой сустав – ориентация и стабилизация; локтевой сустав – дистанционная адаптация; лучезапястный сустав – регулировка, ориентация, стабилизация; пальцы – проприоцепция, выполнение конкретной задачи. Какая великолепная координация в пространстве – односторонняя или двусторонняя!

Итак, первый главный вывод – общий баланс человеческого тела обеспечивается в трехмерном пространстве за счет функции нервной системы.

Второй главный вывод – клинический опыт показывает, что нарушения баланса часто компенсируются автоматически (флексия колена при разной длине ног, гиперлордоз при сгибательной контрактуре тазобедренных суставов, отведение плеча при нарушении пронации предплечья).

Например, старение ведет к ослаблению активных экстензоров тазобедренных суставов с последующей ретроверсией таза, компенсаторной флексией коленных суставов и поясничным кифозом – все это необходимо для восстановления баланса (стабильность в движении). Практически потеря экстензии тазобедренного сустава (названная Istvan Novorka резервом экстензии) является эквивалентом флексионной контрактуры (антеверсия тазобедрен-

ного сустава) и имеет два последствия: 1) эндопротезирование во многих случаях решает проблему поясничной боли, так как позволяет суставу компенсировать умеренную потерю поясничного лордоза; 2) объясняет многочисленные неудачи операции спондилодеза с захватом крестца (в ближайшем и отдаленном периодах).

Морфология тазового позвонка и его угол наклона (pelvic incidence) индивидуальны, у каждого человека его собственный морфотип (форма) позвоночника, особенно это касается сагиттального контура позвоночного столба. Он (контур) был описан и классифицирован Roussouly, выделив небольшой наклон (типы 1 и 2 с небольшим поясничным лордозом) и большой наклон (типы 3 и 4 с большим лордозом; **рис. 8**). В це-

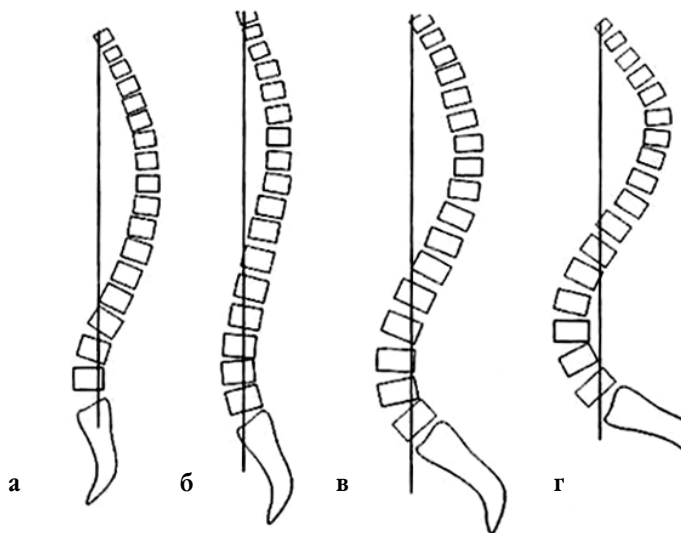


Рис. 8

Сагиттальные морфотипы позвоночника по Roussouly: **а** – тип 1; **б** – тип 2; **в** – тип 3; **г** – тип 4

почке факторов, обеспечивающих баланс туловища, таким образом, прослеживается и генетический.

Чтобы продемонстрировать важную роль тазового позвонка в процессах компенсации, мы обследовали 30 больных идиопатическим сколиозом, оперированных в подростковом возрасте на грудном отделе позвоночника (спондилодез – максимум до уровня L_1-L_2), и сравнили результаты с группой здоровых подростков. Измерялся объем движений в 3D системой «Viscon» с наружными маркерами и EOS-системой (3D-рентген). Мы обнаружили изменения в положении таза и увеличение объема движений у 18 больных, отсутствие изменений – у 9, снижение – у 1. В 50 % случаев отмечено изменение pelvic incidence. Все это результат автоматической адаптации, демонстрирующей компенсаторные возможности тазового позвонка (Spine. 2006. № 20. Vol. 31. E359–366).

Баланс туловища – это не только вопрос углов, кифоза, лордоза, наклонов и т.д. Это также вопрос трехмерного нагромождения масс тела (голова, грудная клетка с верхними конечностями, брюшная полость, таз) относительно линии гравитации. Игнорирование этого обстоятельства объясняет некоторые неудачи больших вертебральных операций, обоснованных только расчетами проекционных углов, поскольку такой подход не учитывает компенсаторных возможностей. Если взять в качестве примера протяженный спондилодез (от Th_2 до крестца) с транспедикулярной остеотомией по поводу выраженного переднего наклона туловища, мы увидим

на контрольных рентгенограммах великолепное восстановление сагиттального контура, но ничего не узнаем о балансе туловища, пока пациент не начнет ходить.

Дело в том, что баланс – результат сложных многоуровневых взаимодействий систем организма: афферентация (зрение, проприоцепция), интеграция (ЦНС, спинной мозг, головной мозг), эффекторы (мышцы – практически все), нервная система (скорость проведения импульса). Следовательно, очень важно до операции оценить активную мобильность, в первую очередь, чтобы избежать подавления возможных зон компенсации. Два примера подобной стратегии. Первый – пациент с последствиями полиомиелита, стабилизация и баланс достигнуты только продлением зоны спондилодеза до крестца с длительным периодом наблюдения. Второй – случай врожденной миопатии, где ранее выполненный спондилодез с включением крестца привел к формированию вентрального дисбаланса, который потребовал двусторонней остеотомии таза, чтобы нормализовать положение тела. Вот почему на конференции в Майами в 2011 г. я представил новую концепцию: позвоночник как статуя с мобильностью только на шейно-грудном уровне и в тазобедренных суставах. Такая ситуация создает высокий риск формирования РЖК вследствие индуцированного позвоночного дисбаланса на уровне головы (cephalic vertebra), формирующегося при выраженном поясничном гиперлордозе или при патологии тазобедренных суставов. Верхний переходный кифоз после коррекции деформации позвоноч-

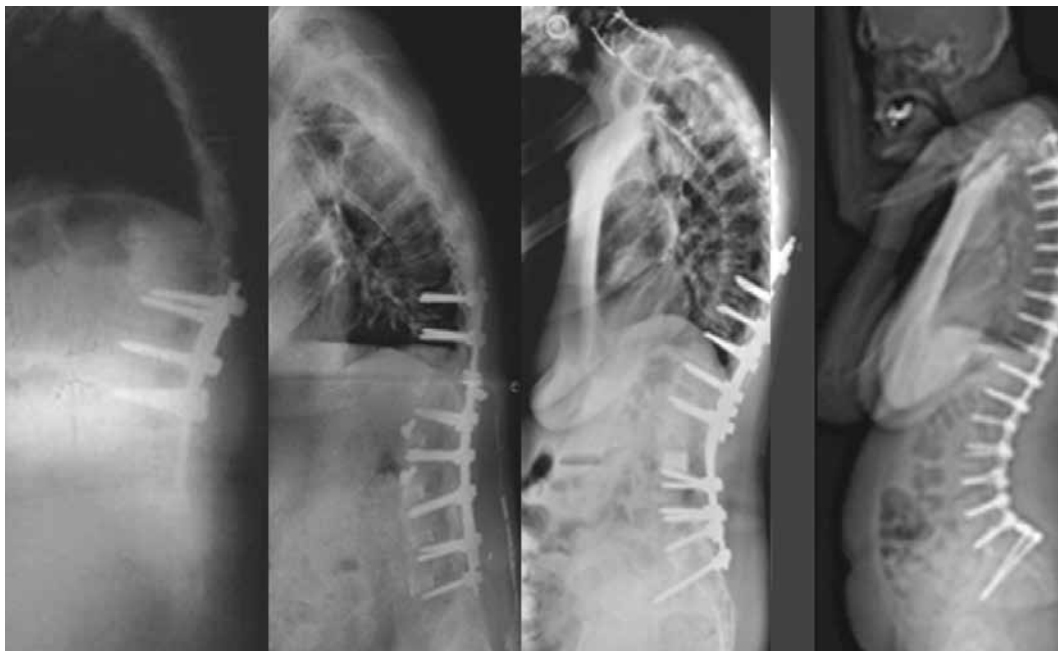


Рис. 9

Почему формируется кифоз? Потому что хирург игнорирует амплитуду сегментарной активной и пассивной 3D-мобильности до операции

ника – это не вопрос крюков-шурупов-проволок-связок-коннекторов (**рис. 9**).

Это вопрос локального баланса головного позвонка (cephalic vertebra). Необходимо ясное понимание концепции «цепь баланса». Почему этот верхний переходный кифоз (перелом, нестабильность) формируется? Потому что предоперационное планирование опиралось на рентгенограммы или 3D-реконструкцию в статике! Амплитуда сегментарной мобильности (как активной, так и пассивной) выше и ниже будущего блока, а также резерв экстензии в тазобедренных суставах игнорировались. Необходимо учитывать соответствующие массы головы, грудной клетки, брюшной

полости, таза, нижних конечностей.

Если вернуться к основам биомеханики (масса, усилие, момент силы), нужно помнить, что позвоночный сегмент выдерживает нагрузку от 3000 до 6000 Нм, если она действует на центр тела позвонка, но при вентральном ее смещении на 10 см выдерживаемая нагрузка падает до 10–20 Нм. Поэтому с возрастом, когда увеличивается кифотическая деформация, нарастает риск перелома тела позвонка или проблем, связанных с инструментарием. Вызываемые кифотизацией нагрузки на каждый двигательный сегмент были изучены Carl-Eric Aubin из Канады (Spine Deformity. 2015;3(3):211–218), который еще раз продемонстрировал

ценность концепции конуса экономии. Мы слишком привержены к измерениям углов! Нужно помнить, что первоначальные исследования по барицентрометрии, выполненные Duval-Beaupere et al. (1987), а еще ранее – Clauser (1969), показали, что вес головы составляет 7,3 % от общего веса тела, руки – 5,2 %, туловища – 50,0 %, бедра – 10,8 %, голени – 5,8 %.

Трехмерное исследование сегментарных масс и моментов для каждого позвоночно-двигательного сегмента не менее (если не более) важно, чем измерение углов при определении 3D-баланса тела. Сейчас это может быть выполнено без особых проблем с помощью EOS-системы благодаря внешним измерениям с автоматическим определением наружных контуров и последующей локализацией центра тяжести каждого сегмента. Сравнивая эти данные с полученными с помощью гравитационной платформы, можно достичь высокой степени достоверности – от 2 до 10 мм. Но если мы посмотрим на положение головы относительно линии гравитации, мы увидим, что в статике оно весьма вариабельно у разных людей, поскольку центр гравитации должен располагаться над головками бедренных костей, находясь при этом на линии гравитации. Вес головы играет роль маятника в цепи баланса, как продемонстрировал мой друг Dick Gross, использовавший задние реберные захваты при лечении тяжелых грудных кифозов у растущих детей.

3D-динамическое исследование (с наружными маркерами) проведено в лаборатории с целью получения возможности предсказать эволюцию во времени,

но потребовало сложной аппаратуры. Сочетание EOS-системы с гравитационной платформой и данными 3D-динамического исследования с наружными маркерами позволило определить динамический баланс в пространстве и оценить до- и послеоперационную картины (углы и массы), кроме того, оценить с позиций конуса экономии позвоночник пожилого человека.

Предоперационное исследование по-сегментной амплитуды движений (сагиттальный баланс) и оценка мышечной функции в положении стоя и лежа на животе: флексия – экстензия в шейном отделе, плечевой пояс и верхнегрудной отдел, грудопоясничный отдел, пояснично-крестцовый переход и, конечно, тазобедренные суставы. Так достигается возможная адаптация/компенсация каждого сегмента. Все это контролируется профильными спондилограммами.

Таким образом, предотвращение РЖК зависит от четырех факторов:

- 1) не останавливаться на переходном позвонке верхней структуральной дуги;
- 2) проверить активное заднее сгибание двух элементов: головы и шейного отдела позвоночника плюс грудного отдела с лопатками (включая головки плечевых костей);
- 3) проверить сагиттальный контур поясничного и грудопоясничного отделов позвоночника: если поясничный отдел не планируется включать в блок – выявить активный поясничный лордоз, если планируется включение в блок – величину лордоза и pelvic incidence;
- 4) возможность экстензии в тазобедренных суставах (активной и пассивной).

Часто в практической клинической работе все эти исследования не могут быть проведены. Необходим простой, воспроизводимый, объективный и поддающийся количественной оценке метод измерения (например, хронометр). Может быть, более достоверный, чем популярный опросник о качестве жизни.

Предлагаю методы, которые я постоянно использую в своей клинике при до- и послеоперационном обследовании:

- 1) скорость ходьбы на расстояние 5 м вперед и назад;
- 2) скорость и легкость движения по лестнице – 3 ступени вверх, 3 ступени вниз;
- 3) скорость и легкость усаживания на корточки и вставания (наиболее показательный);
- 4) скорость и легкость ходьбы и разговора по телефону (double task).

Для меня динамический баланс в пространстве – это ключ к долговечности позвоночного сегмента.

Дегенеративно-измененный позвоночник нередко подвергается последовательным повторным дорсальным вмешательствам (дискогенный «каскад»), которые снижают компенсаторные возможности позвоночника и разрушают дорсальные мышцы, позвоночник становится как статуя. Почему в этой ситуации не последовать предложению Gilles Norotte о вмешательстве на 2–3–4 дисках через небольшой вентральный доступ?

Сущность баланса включает в себя следующее: 1) состояние костей и суставов (форма, мобильность, механическая прочность); 2) мускульную силу (объем, скорость релаксации и торможения, тро-

фика); 3) адекватную командно-координирующую афферентную связь (зрение, вестибулярная система, проприоцепция, модуляция, координация, автоматизм double task и т.д.).

Предотвращение дисбаланса включает в себя много факторов (факторы риска действуют в 45–60 лет): 1) полноценное питание, витамин Д, протеины, возможная ортопедическая коррекция, включая хирургическое вмешательство; 2) ежедневные физические упражнения, достаточные по времени и интенсивности, но не по форме; 3) контроль и корректировка зрения, персонализированная обувь, физические упражнения, когнитивная реабилитация double task; 4) осторожность в приеме препаратов.

Упражнения

1. Стоя на одной ноге, глаза открыты, руки на грудной клетке, горизонтальный взгляд на одну точку (красная) на уровне глаз.

2. Двойная задача – перебрасывание мяча из одной руки в другую с сопровождением его взглядом.

3. Аналогично первой, но глаза закрыты, время фиксируется по хронометру.

Результаты по двум группам (с упражнениями и без). Через 3 мес. тренировок отмечено увеличение времени выполнения третьего теста – с 5 до 30 с. Влияет ли возраст на момент начала упражнений на их результат? Patricia Dargent-Molina (2013) провела метаанализ 17 публикаций (средний возраст – 76 лет): 2195 человек выполняли упражнения ежедневно (Tai Chi и упражнения для баланса), а 2110

человек – без упражнений. Результат: в группе с упражнениями на 40 % меньше падений и на 61 % меньше переломов.

Конференция по мышцам во Французской медицинской академии (13 января 2015 г.) показала, что клетки-сателлиты способны увеличивать и восстанавли-

вать мышцы: 45–65 делений в возрасте 5 дней, 28 – в 15 лет, 17 – в 31 год, 15 – в 80 лет, 15 – в 86 лет. Таким образом, даже в старческом возрасте при помощи упражнений возможно восстановление мышц.

Заключение

Выравнивание и баланс не противопоставляются, а дополняют друг друга. Хорошее выравнивание предпочтительно для хорошего баланса, но этого недостаточно.

Выравнивание должно рассматриваться в 3D от стоп до головы (а не только на рентгенограммах всего позвоночника) как общая цепь баланса. Компенсация должна рассматриваться следующим образом: пассивная на каждом уровне (движения в суставах – амплитуда), она становится активной за счет петли (реакция, оптимальная афферентация, чувствительность, проприоцепция, интеграция, спинной мозг, мозжечок, головной мозг, узнавание, эффекторы (мышцы, тонус, скорость). Результат – равновесие!

Вместе с Farcy мы пытались понять и количественно оценить баланс человека во всех его компонентах (механика, слух, зрение, эмоции, вестибулярная система, проприоцепция, таламус, гормоны, мышцы) в Фонде изучения баланса для предотвращения или коррекции возрастных изменений.

Хорошее здоровье в старости подготавливается в детстве.

ЛЕКЦИЯ 3



Основные принципы
вертебральной хирургии

ЛЕКЦИЯ 3

Основные принципы вертебральной хирургии

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 Гиппократата. Время от времени вмешательство на позвоночнике осуществляется по неотложным жизненным показаниям, когда ведущим является 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 веноз-

ный кровоток с последующим развитием ишемии моторных или сенсорных проводящих путей.

При манипуляциях на позвоночнике в условиях тракции (наружной или внутренней) в ходе вертебротомии, ламинэктомии, при имплантации крюков, проволоки, педикулярных или корпоральных шурупов, кейджей 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

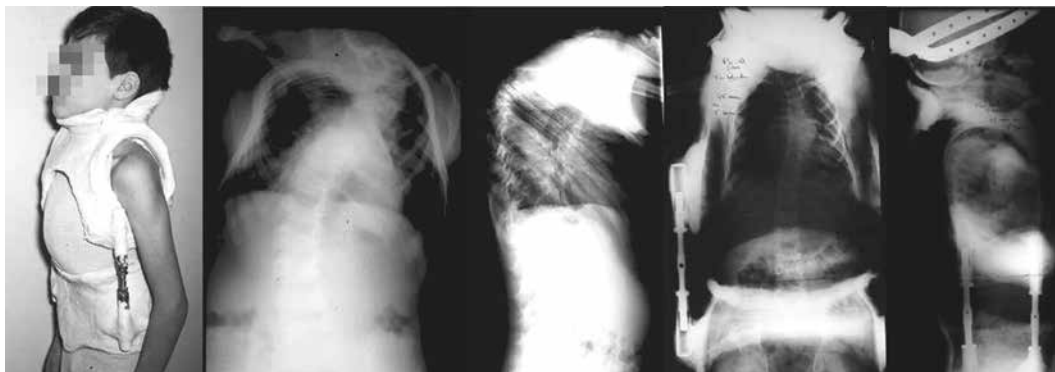
Лучший пример, иллюстрирующий это положение, – коррекция кифоза или кифосколиоза. В этой ситуации множественные (4 или 5 уровней) вертебротомии типа Ponte или Smith-Petersen дают небольшую (10°) коррекцию на каждом уровне, обычно с минимальным кровотечением, позволяя исправить деформацию более гармонично и безопасно, чем Pedical Subtraction Osteotomy (PSO) на 45° . Радикальная 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 (*рис. 1*) может дать не только существенную коррекцию, но и улучшить дыхательную функцию; последующая инструментальная 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 болей 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 заблокированных зон, обеспечивающих необходимую компенсацию, которая, в свою очередь, позволяет достичь гармонии и баланса туловища.

Можно упомянуть некоторые другие ошибки, особенно при локализованных

**Рис. 1**

Дистрагирующий корсет (Stagnara – Donaldson) иногда эффективнее, чем гало-аппарат

вмешательствах, как при грыже диска, когда выполняется короткий спондилодез L_5-S_1 или L_4-L_5 . Во многих случаях спондилодез выполняется в положении одноуровневого кифоза или выпрямления поясничного лордоза – при том, что в норме на уровне L_5-S_1 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; **рис. 2**). Поэтому при подобных операциях необходимо формировать лордоз, близкий к 30° , с вершиной на уровне L_5 позвонка.

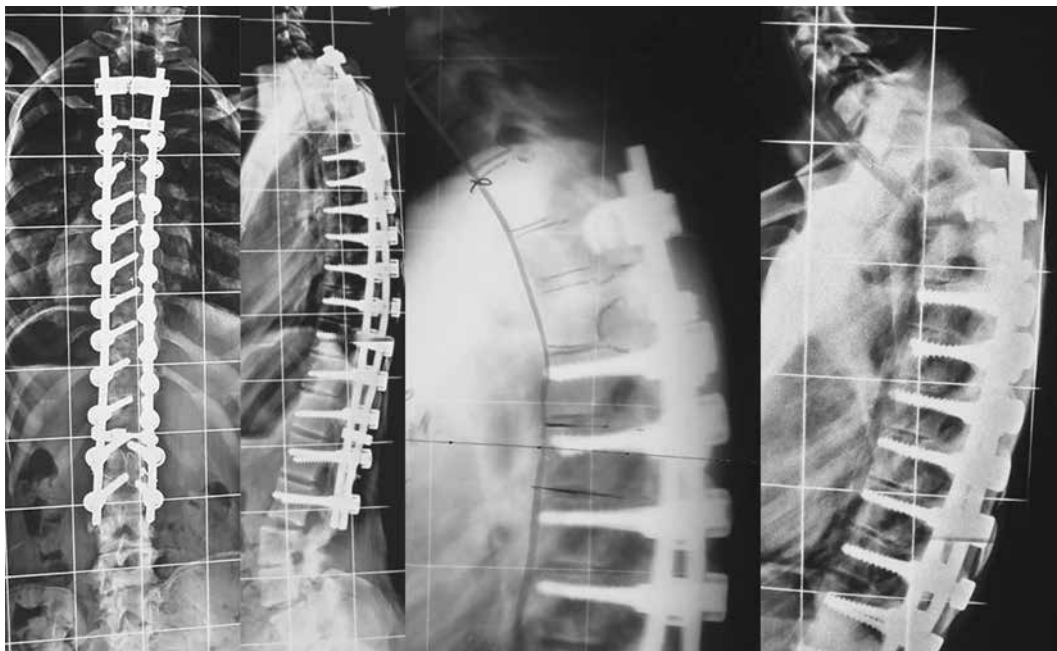
Разумеется, эта концепция приложима к любому уровню позвоночника, от краниоцервикального перехода до тазового позвонка, например, при коррекции посттравматического кифоза в грудопоясничной переходной зоне, где в норме кифоз от Th_{10} до L_2 равен 0° .

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

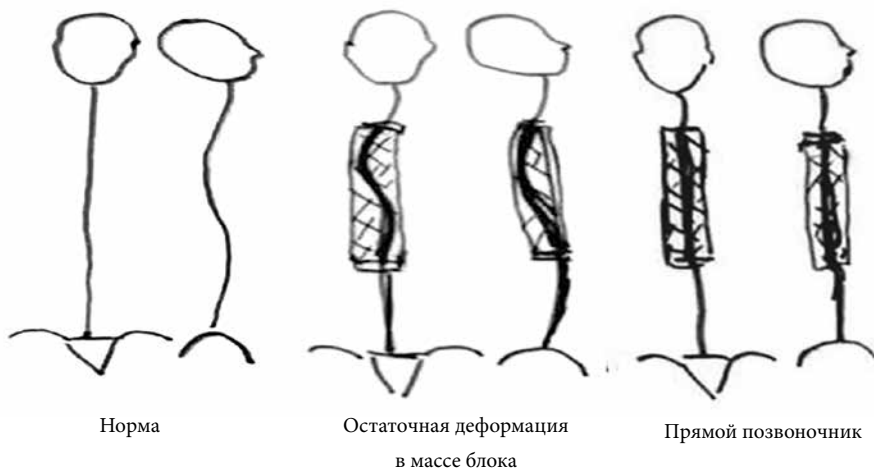
Цель спондилодеза – достижение 3D-баланса как на уровне тела в целом, так и на уровне переходных дисков выше и ниже инструментированной зоны (рис. 3)

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, рас-

**Рис. 2**

Формирование РЖК после инструментального спондилодеза. Это не вопрос крюков, шурупов, проволоки и т.д. Это вопрос локального баланса головного позвонка

**Рис. 3**

Самое главное – не зона блока, а свободная зона выше и ниже спондилодеза. Цель – гармония

смаатриваемый 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 кор-

точки 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 торакофренолюмботомического 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, предназначен-

ного для визуализации и манипуляций – из-за пространственной ориентации ребер. Мини-инвазивные торако- и лапароскопические доступы легко выполняемы 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 отсутствии аномалий, подтвержденных при МРТ, тракционное усилие не должно превышать 30 % от веса тела пациента.

Преимуществами использования тракции 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 тракции 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 кровоточивых 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 тракцию.

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 моменты: 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 инструмен-

ты – 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 бо-

лее позвонков (классический спондилодез) – результат декортикации и трансплантации пластического материала.

Аутооттрансплантаты. При заднем спондилодезе рекомендуется декортикация фасеток истинных суставов и задних элементов до вершин поперечных отростков. Полученная в результате декортикации 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 тиббиального диафиза. Передний гребень большеберцовой кости необходимо сохранить для профилактики перелома. Такая техника дает возможность перекрыть всю зону планируемого 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 декортикации обеих замыкательных пластин и введению в межпозвонковое пространство трикортикального аутооттрансплантата 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 пе-

реднего 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 декортикацию 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 грудопоясничной локализации), но чаще – обеспеченное микрохирургическими анастомозами. Другой тип

свободного 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 крюков 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 восстанавливать 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 внутридураль-

ное вмешательство, а полудужка интактна, полезно использовать технику ламинотомии (резекцию 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 лордозизирующий 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 достижим 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 достигается 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 полулучки 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 схождения 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 приходит-

ся 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 пере-

дней поверхности 1–2 тел позвонков. С помощью долот, молотка, кусачек Керрисона удаляют 1–2 двигательных сегмента, при этом дуральный мешок тщательно защищают. Корректирующие 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 инструментирования выполняется дорсальный спондилодез аутоотрансплантатами 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.

ЛЕКЦИЯ 4



Достижение гармонии
в 3D-коррекции
деформаций позвоночника

ЛЕКЦИЯ 4

Достижение гармонии в 3D-коррекции деформаций позвоночника

Каждый из членов сообщества вертебрологов в наши дни начал мыслить трехмерно. Вспомним, что до конца 70-х гг. прошлого столетия большинству пациентов выполняли только фасные спондилограммы, в редких случаях дополнявшиеся профильными. В последние 20 лет вертебрологи сфокусировали усилия на сагиттальной плоскости. На профильной спондилограмме определяется огромное количество параметров, при этом нередко игнорируется переднезадняя проекция, что автоматически искажает измеряемый показатель. Это, в свою очередь, вносит ошибки в формулы, применяемые при планировании операции. Многие хирурги во всем мире совершенно игнорируют деформацию в горизонтальной плоскости, поскольку обычно ассоциируют эти изменения с КТ-сканами на уровне любого отдельно взятого позвонка. Понять изменения в горизонтальной плоскости с точки зрения трехмерности можно только путем рассмотрения деформации в целом, как это делается при исследовании 3D-изображения позвоночника в краниокаудальном направлении. Такое исследование требует современных методов с трехмерной реконструкцией позвоночного столба. Этого можно достичь с помощью КТ, но необходимая доза облучения неприемлема для детей и подростков,

поэтому нужны малодозные или нелучевые методы обследования. Более того, упрощенный метод анализа 3D-изображения и связанный с EOS-аппаратом, предложенный Tamas Illes, помогает оценить взаимоотношения элементов позвонков, выстраивание и баланс позвоночника в целом. Последнее, что побудило меня написать эту лекцию, – общая тенденция в коррекции деформаций позвоночника с упором на уменьшение угла Cobb на фасной спондилограмме и максимальной деротации позвонков. Современная тенденция использования педикулярных шурупов в любой ситуации и на любом уровне часто приводит к значительным изменениям во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Выпрямление позвоночника в этих двух плоскостях приводит к негармоничной коррекции и часто – к удлинению зоны инструментирования.

Цель лекции – разъяснить философию, принципы и технику достижения гармоничной 3D-коррекции.

Что такое гармония применительно к позвоночнику и телу человека? Три ключевых слова определяют цель лечения деформации позвоночника: выстраивание и баланс ведут к достижению стабильности в процессе движения, что выражается концепцией конуса экономии при достижении нормальной

осанки и функции в цепи баланса туловища. Сюда следует добавить слово «гармония» в том смысле, в котором его определил Paul Belligue (1892–1955), профессор анатомии Парижской школы изящных искусств: «Гармония – сестра экономии» (*рис. 1*). В музыке – это согласованность различных тонов, таково правило физики. Противоположность – несогласованность звуков. В изобразительном искусстве – это соответствие в расположении последовательных цветов и оттенков. Противоположность – цветовой конфликт. Для позвоночника и туловища (форма и движение) – правильное распределение масс тела (голова, грудная клетка, брюшная полость, таз и свисающие верхние конечности). В реальности эту концепцию трудно классифицировать из-за субъективности в восприятии традиционного, культурного и образовательного плана. Вот почему так мало сделано для использования данной концепции при до- и послеоперационной оценке состояния позвоночника пациента.

Мы должны помнить о том, что человек гармоничен и в статике, и в динамике. Это – правильная и приятная глазу расстановка различных частей тела в соответствии с размерами, формой, весом, выстраиванием и совершаемыми движениями. Следовательно, гармония существует для высоких и низких, гладких и грубых форм, для толстых и худощавых и предполагает правильные и сбалансированные движения. Я полагаю, что в ближайшие десятилетия целью лечения позвоночных деформаций должна быть гармония. В первые годы примене-

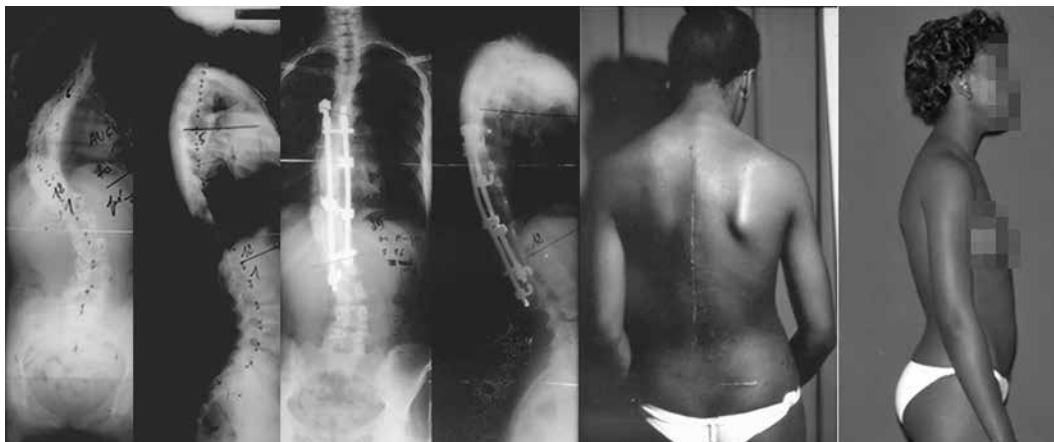


Рис. 1

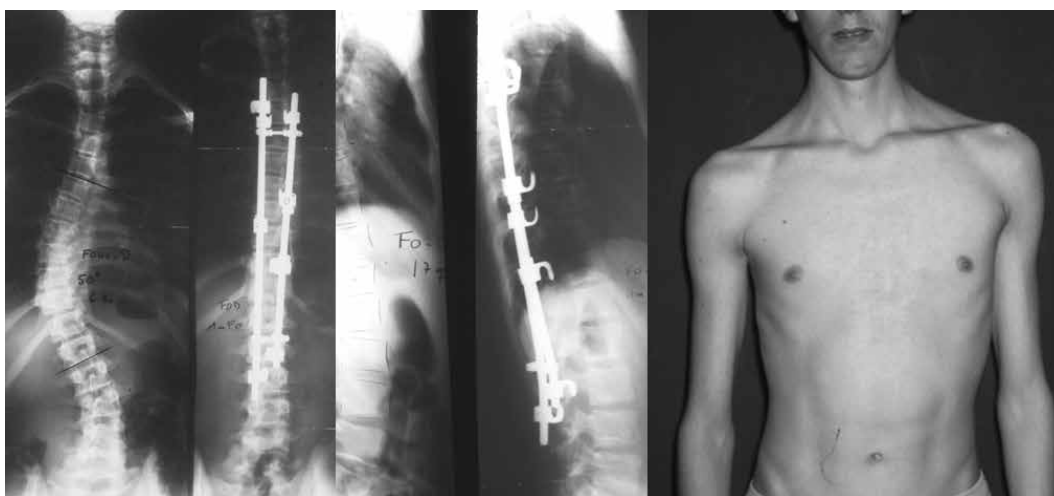
Гармония – сестра экономии

ния CDI мы быстро поняли, что гонка за минимальным углом Cobb – не главное. Даже при большом остаточном угле важнее достигнутое распределение масс тела. Это – основная часть философии и техники CD, но мы не обращали внимания на это обстоятельство при обучении коллег (*рис. 2, 3*).

Хороший пример для объяснения гармонии – спонтанная эволюция перелома проксимального отдела плечевой кости у растущего ребенка. Даже при значительном смещении фрагментов, отраженном на рентгеновском снимке, ремоделирование происходит спонтанно,

**Рис. 2**

Ранний опыт применения CDI: позвоночник не прямой, но гармония достигнута

**Рис. 3**

Ранний опыт применения CDI: позвоночник прямой, но полной гармонии нет

и в конце периода роста гармоничная форма кости восстанавливается. Применительно к позвоночнику – транспедикулярная остеотомия для восстановления поясничного лордоза, произведенная на одном уровне (40°), может привести к дисгармонии. Такого не получится,

если произведена менее инвазивная последовательная многоуровневая остеотомия (по 10° на уровень), позволяющая получить постепенную коррекцию с гармоничным выстраиванием позвонков. Применительно к идиопатическому сколиозу сегодня есть множество

примеров использования современного инструментария, особенно множества педикулярных шурупов на любом уровне. В этих случаях при прекрасной коррекции на фасной спондилограмме мы нередко наблюдаем уплощение сагиттального контура, а иногда – стойкую элевацию лопатки за счет фронтальной гиперкоррекции. В противоположность этому, результаты применения первых вариантов CDI при существенной, но неполной коррекции угла Cobb демонстрируют отличную 3D-коррекцию, выраженную в перераспределении масс тела, и очень стойкую (более 30 лет наблюдения). Надо помнить, что при наличии двух первичных дуг достижение баланса возможно при полном соответствии всем критериям гармонии и сбалансированности обеих дуг, несмотря на значительный угол Cobb. Иногда с возрастом при таких деформациях возникают изменения (с болевым синдромом или без такового), формируется грудопоясничный кифоз, гармония нарушается. Это говорит о том, что гармония – статус, который необходимо учитывать при оценке и лечении позвоночных деформаций. Постараемся определить пути решения упомянутых задач.

Предоперационная подготовка позвоночных структур. Подготовка необходима, например, при ригидной деформации, дефиците функции легких, прогрессирующей вторичной неврологической симптоматике и т.д. В подобных ситуациях предоперационная тракция с использованием гало-аппарата или дистрагирующего корсета может быть очень полезной по ряду при-

чин. Это и нормализация выстраивания позвоночника, и повышение его мобильности, и отмечаемое улучшение функции легких (тракция продолжается, пока функция легких не достигнет стадии плато, иногда для этого требуется несколько недель). Сюда относят изменения в неврологическом статусе, что, с одной стороны, может указывать на повышенный риск интраоперационных манипуляций, а с другой – демонстрировать регресс симптомов и предотвратить необходимость внутриканальной декомпрессии спинного мозга. Период тракции не должен быть продолжительным, чтобы предупредить развитие остеопороза. Кроме того, в предоперационном периоде может возникнуть необходимость обучить ребенка пользованию дыхательным аппаратом, который может потребоваться сразу после вмешательства. Каждый случай уникален, но этот этап всегда надо иметь в виду.

Планирование операции. Рентгенограмма позвоночника – только проекционная тень анатомической структуры, которая в реальности существует в трехмерном пространстве. Это очень хорошо видно при 3D-реконструкции прогрессирования грудной дуги, рассматриваемой в краниокаудальном направлении. Становится ясным прохождение линии нагружения – через скопление позвонков, положение апексов и переходных сегментов сколиотической дуги, торсионные изменения вне зависимости от этиологии сколиоза (идиопатический, паралитический, дистрофический или дегенеративный). Естественно, необходимо рассмотреть положение всего

тела пациента с позиции концепции цепочки баланса, включающей положение головного и тазового позвонков относительно оси линии нагружения. Наконец, надо оценить активный мышечный потенциал, обеспечивающий компенсацию на стратегических уровнях цепочки баланса.

1. Первый этап планирования коррекции, когда принято решение об операции, – составление общей картины тела, включая голову и стопы, в статике и в динамике, чтобы представить общий вид и функцию (*рис. 4*). Эта картина должна коррелировать с рентгенограммами всего позвоночника (лучше – всего

тела), где отражены все сегменты и дуги, их апексы и переходные зоны (позвонки или межпозвонковые диски).

2. Функциональные спондилограммы в боковых наклонах (пассивных) или тракционные помогают определить структуральные (аксиальная ротация и торсия в целом сохраняются при пассивной коррекции дуги) и неструктуральные (компенсаторные) искривления, где торсия полностью исчезает (*рис. 5*). Необходимо помнить, что вне зависимости от положения референтной плоскости мобильность определяется структуральными изменениями на вершине дуги и в переходных зонах (*рис. 6*).

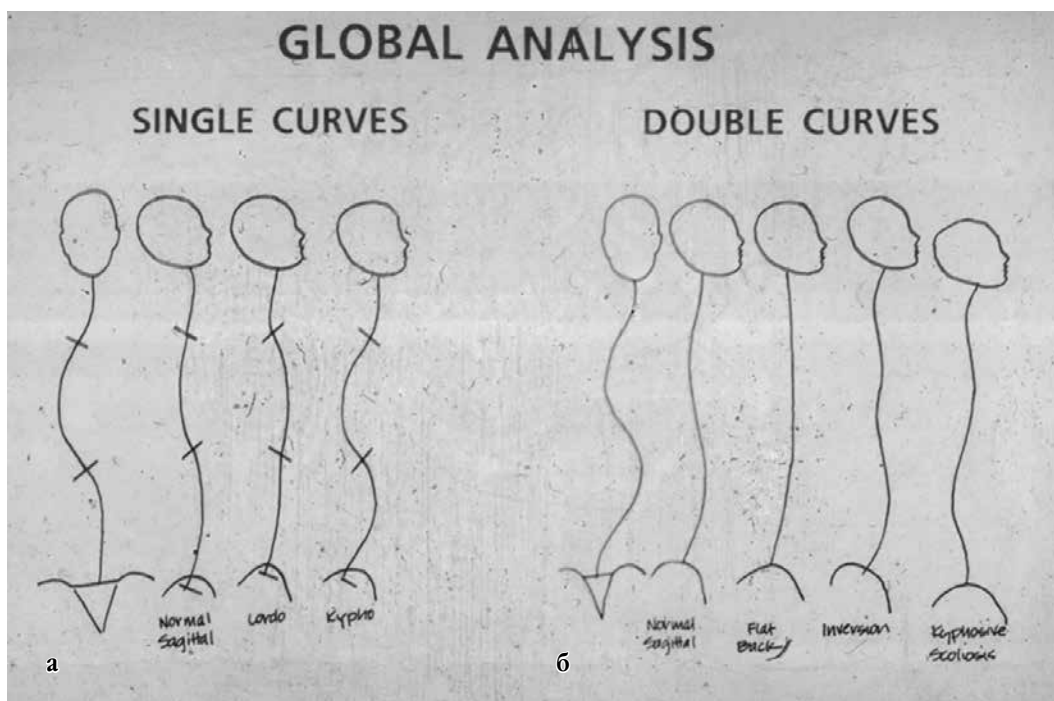


Рис. 4

Глобальный анализ: **а** – единичная дуга; **б** – двойная дуга



Рис. 5

Компенсаторные (а) и структуральные (б) дуги: функциональные снимки обязательны, так как демонстрируют возможности деротации

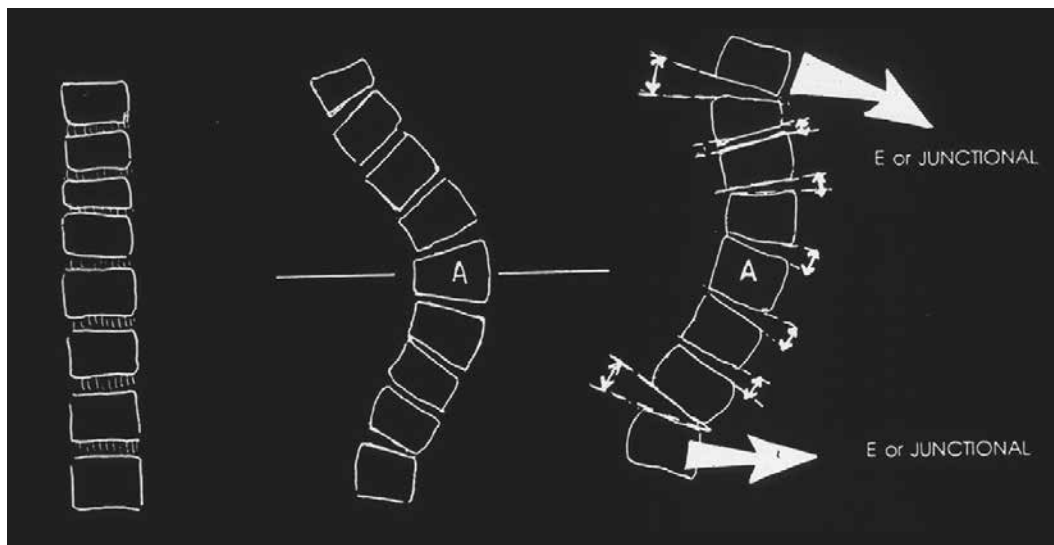


Рис. 6

Хирургическая коррекция основной дуги: мобильность определяется структуральными изменениями апикальной и переходных зон

Такой подход обязателен для определения стратегии коррекции, точного позиционирования имплантатов, последовательности выполнения манипуляций, а именно: начало на вогнутой или выпуклой стороне, формирование кифоза и лордоза, ориентация тазовой кривизны при нейромышечных сколиозах.

3. Протяженность зоны инструментирования и спондилодеза. Мы всегда должны помнить, что чем короче зона спондилодеза, тем протяженнее зона сохранной мобильности. Но при этом нельзя оставлять свободными нестабильные сегменты и те, что могут со временем потерять стабильность и правильную ориентацию в пространстве. Вот почему только структуральные деформации следует включать в зону блока. Наоборот, компенсаторные дуги необходимо остав-

лять свободными, потому что после надлежащей коррекции структуральной дуги компенсаторная дуга исчезает или уменьшается до степени, достаточной для сохранения баланса при наличии мобильности свободных сегментов.

Это в равной мере относится к верхнегрудным и поясничным противоискривлениям. Планирование должно быть тщательным с точки зрения определения очень коротких переходных зон, иногда представленных всего одним межпозвонковым диском между L_3 и L_4 или L_4 и L_5 , а иногда L_1 и L_2 и оставленных свободными, что может привести к декомпенсации или прогрессированию дуги (феномен adding-on). Лучший путь предотвратить развитие этого осложнения – оценить на обзорных и функциональных спондилограммах аксиальную

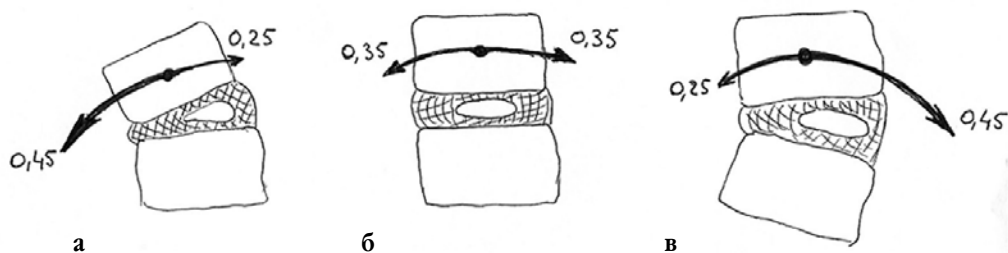


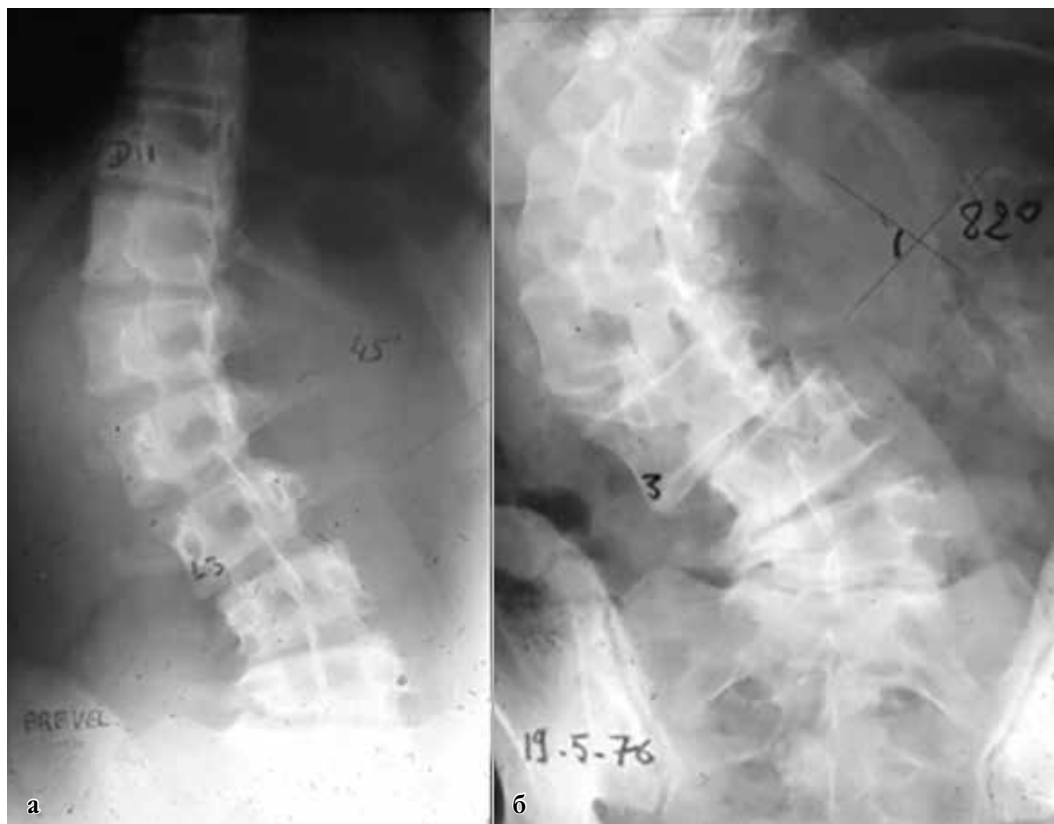
Рис. 7

Сохранение одного уровня – не лучшая концепция, если этот уровень не достаточно сбалансирован в пространстве: **а** – сбалансированный; **б** – идеальный; **в** – нестабильный

ротацию данных позвонков. При полной коррекции нет необходимости включать эти позвонки в блок, но если сохраняется – рекомендуется включение. Полезно проверить, например, в поясничном или груднопоясничном отделах на рентгенограммах с активными боковыми наклонами форму диска, который предполагается оставить свободным сразу ниже зоны блока. Если он открывается симметрично вправо и влево, проблем нет, этот уровень можно оставить свободным (рис. 7). С другой стороны, при выявлении нестабильного позвонка (выше- и нижележащий диски расширены с разных сторон) его следует включить в блок, чтобы предотвратить развитие срезающего эффекта (рис. 8). Такая же ситуация при двойных грудных деформациях – наклон позвонка Th₁ до 15° совместим с нормальной жизнью, если при боковом наклоне этот показатель больше, спондилодез должен быть продлен до верхнего конечного позвонка. При наличии двух первичных дуг, грудной и поясничной, в зависимости от их мобильности возможно блокирование

только грудной или только поясничной дуги, а доступ может быть только передним, только задним или комбинированным, но ранее описанные правила справедливы и в этой ситуации.

4. Выбор имплантата и его положения. Несмотря на то что многие сейчас фиксируют каждый позвонок двумя педикулярными шурупами, полагаем, что преимущества такой фиксации (при условии отсутствия остеопороза) уравниваются неудобствами, представленными относительной близостью имплантатов. В этих условиях жесткость позвоночника вкупе с жесткостью стержней препятствует самовыстраиванию корригируемого позвоночника. Поэтому мы предпочитаем располагать имплантаты (крюки или шурупы) по линии направления корригирующего усилия на стратегических позвонках: верхнем и нижнем конечных, апикальных, промежуточных на вогнутой стороне. И, конечно, нужно инструментировать позвонки в переходных зонах, причем с обеих сторон. В особых ситуациях требуются специфические решения. В верхнегрудном

**Рис. 8**

Срезающий эффект: **а** – 16 лет; **б** – 39 лет

отделе желательно завершать зону блока двумя супраламинарными крюками, это лучше шурупов. С другой стороны, если нужна фиксация таза, мы предпочитаем илеосакральные шурупы, это самый надежный и безопасный метод тазовой фиксации. Планирование завершают нанесением на спондилограмму или лист бумаги расположения имплантатов и всех планируемых манипуляций (ротации, дистракции, компрессии; **рис. 9**).

5. Выбор стержня и его надлежащий изгиб очень важны, как и металл, из ко-

торого изготовлен стержень. Это может быть нержавеющая сталь, хромокобальт или титан. Каждый из них имеет свою эластичность, жесткость и т.д. Их совместимость с МР-исследованием не менее важна, так как артефакты нарушают интерпретацию изображений. Стержень следует изгибать с двойной целью. Первая – возможность восстановления сагиттального контура позвоночника до нормальных параметров. Поэтому при сколиозе изгиб должен быть разным в грудном и поясничном отделах. Вторая

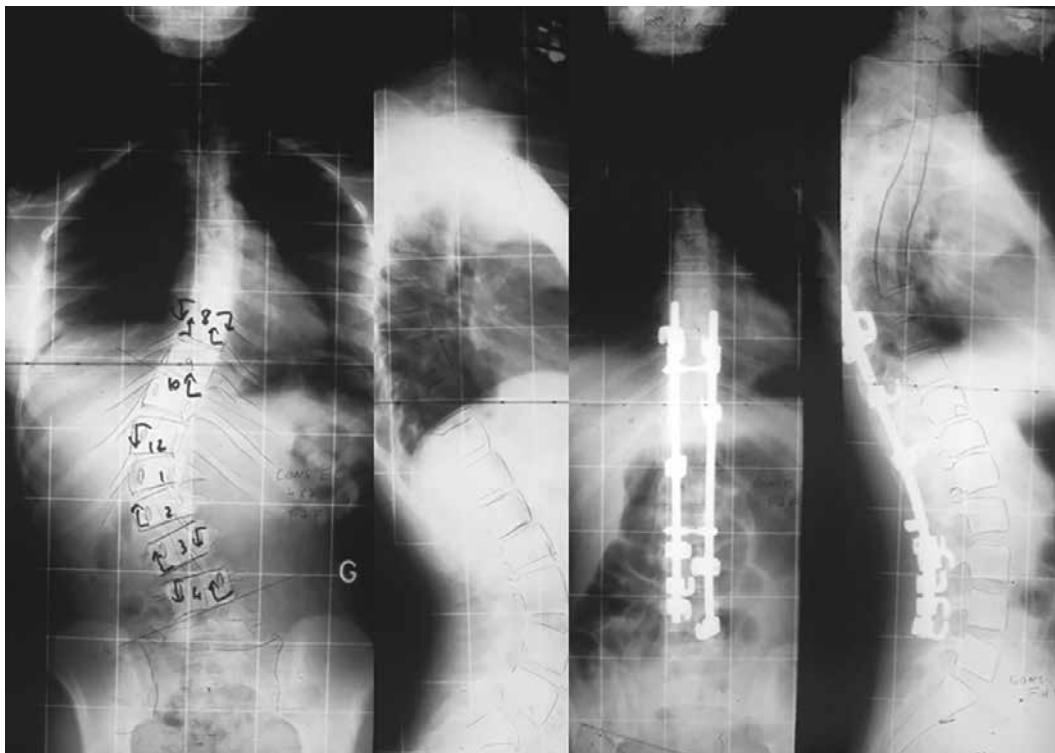


Рис. 9

Предоперационное планирование

– возможность проведения аксиального ротационного маневра для восстановления кифоза и лордоза и горизонтальной трансляции смещенных позвонков. Изгиб должен быть всегда прогрессивным и гладким, никогда – резким или угловым, иначе возникнут точки слабости металла, будет затруднено скольжение стержня в головках имплантатов при компрессии, дистракции или ротации. Никогда не следует забывать о возможности изгиба стержня *in situ*, когда это полезно или необходимо.

6. Корректирующие маневры. Я придаю большое значение положению пациента

на операционном столе и типу доступа – вентральному или дорсальному. Например, при дорсальном доступе во время операции по поводу сколиоза, когда зона спондилодеза достигает нижнепоясничного отдела, большое значение имеет приподнимание таза для достижения необходимой величины лордоза. Кроме того, я предпочитаю оперировать в условиях аксиальной тракции (независимо от типа доступа), используя либо временный гало-аппарат, либо адаптированный мягкий головодержатель, когда тягу за ноги (или за одну ногу) осуществляют клеевыми лентами

или с помощью специальной обуви. Тяга за одну ногу особенно полезна при перекосе таза, поскольку асимметричная тяга обеспечивает значительную часть коррекции, позволяя снизить усилия, развиваемые с помощью инструментов. После выполнения хирургического доступа определяют уровни установки имплантатов – с помощью анатомических ориентиров или флюороскопии. Затем имплантируют крюки и/или шурупы в соответствии с предоперационным планированием. После релиза или эксцизии межпозвонковых суставов или остеотомии Ponte и удаления мягких тканей, которые могут препятствовать формированию костного блока, начинают корригирующий маневр: на вогнутой стороне грудной дуги при грудном сколиозе или на выпуклой – при поясничном. Порядок введения стержней, компрессии, дистракции и ротации (в целом или посегментно на каждом уровне) осуществляют в соответствии с предоперационным планированием.

Интраоперационное достижение гармонии. С моей точки зрения, интраоперационная тракция – очень хороший инструмент достижения гармонии в конце оперативного вмешательства. Это коррелирует с экспериментальными работами Lewis Sayre (1877), в которых тракция, приложенная к модели позвоночника, уменьшала степень его искривления.

Ротация стержня в соответствии с джентльменским соглашением между жесткостью стержня и позвоночных структур обеспечивает коррекцию за счет мобильности, существующей между стратегическими позвонками,

определенными до операции. Эти перемещения происходят в трех плоскостях и объясняют, почему после ротации стержня, если стратегические позвонки выбраны правильно, отмечается меньшее уплощение в сагиттальной плоскости, чем при тотальном педикулярном инструментировании (*рис. 10*). По этой же причине при использовании трансляции с помощью менее ригидных субламинарных хомутов результат, с точки зрения гармонии, лучше, чем имплантации педикулярных шурупов на всех уровнях.

Но самое важное в гармоничной коррекции – не концентрировать усилия на достижении минимального угла Cobb на фасной спондилограмме, а максимально нормализовать сагиттальный контур грудного и поясничного отделов, даже поступившись чуть меньшей коррекцией фронтальной кривизны. Это относится и к аксиальной деротации, когда максимальная коррекция ротационного компонента деформации означает имплантацию педикулярных шурупов на всех уровнях и приводит к вышеупомянутым проблемам, но не позволяет достичь желаемой гармонии.

Пришло время думать не только об углах, но и массах частей тела и их перераспределении вдоль оси нагружения в положении пациента стоя и в движении в соответствии с его возрастом, двигательной активностью и компенсаторными возможностями. Не имеет смысла исправлять деформацию у пожилого пациента, создавая очень протяженную зону спондилодеза от таза до Th₂ позвонка с шурупами на всех уровнях, как у подростка или пациента среднего возраста.



Рис. 10

Педикулярные шурупы на всех уровнях: дисбаланс, асимметрия надплечий, уплощение грудного кифоза. Нет гармонии!

Для меня нет ничего удивительного в частом развитии РЖК у таких пациентов. Будьте очень осторожными, принимая решение продлить зону спондилодеза до крестца, поскольку сохранение мобильности таза очень важно с точки зрения достижения компенсации. Мне кажется, лучше выполнить спондилодез на максимально коротком протяжении, сохранив дорсальную мускулатуру, и рассмотреть в определенных случаях короткий передний спондилодез с менее очевидной коррекцией, но с лучшим функциональным результатом.

Послеоперационное обследование. Известно, что в недалеком прошлом оно сводилось к измерению угла Cobb и вычислению процента достигнутой коррекции. Этим ограничивалось и сравнение различных методов кор-

рекции по степени их эффективности, что толкало хирургов к достижению максимально возможной угловой коррекции и попыткам свести финальный угол Cobb к нулю. Анализ подобных наблюдений показал, как далеки мы были от достижения гармонии туловища при дисбалансе надплечий, асимметрии треугольников талии (неидеальном груднопоясничном переходе), уплощении, если не полном сглаживании, грудного кифоза. С другой стороны, нередко отмечается уменьшение поясничного лордоза с последующими изменениями в грудном отделе, а в других случаях, особенно при использовании вентрального инструментария, внезапное развитие клиновидности нижнего переходного диска, сомнение относительно его дальнейшей судьбы (ускоренная дегене-

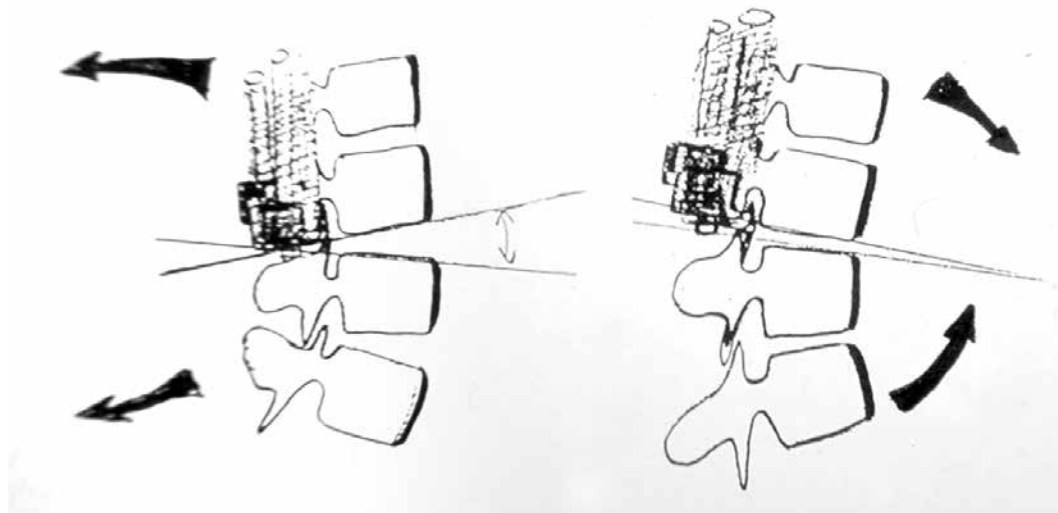


Рис. 11

После операции самой важной частью позвоночника становятся неблокированные сегменты. Они должны быть сбалансированы в 3D как в статике, так и в динамике

рация). Поэтому, с нашей точки зрения, послеоперационная оценка результата должна быть следующей.

1. Клиническая – в смысле наличия или отсутствия трехмерной гармонии; полезно фотографирование больного с трех точек. Метод оптической топографии – надежный неинвазивный инструмент оценки формы тела в динамике в сочетании с измерением реберного горба и сколиометром для оценки сколиоза в горизонтальной плоскости.

2. Снова клиническая – оценка функции ходьбы, бега, подъема по лестнице, возможности сесть на корточки и встать из этого положения. Насколько гармонично все это выполняется? Если исследование проводится с регулярными интервалами, простой хронометр позволит оценить выполнение этого теста и изме-

нение результатов по мере наблюдения. (Я использую тест с сидением на корточках и вставанием для оценки процесса старения в общей популяции).

3. Рентгенография всего позвоночника и сравнение результатов измерений с дооперационными. Очень важно оценить мобильность диска, расположенного каудальнее нижнего инструментированного позвонка, – с точки зрения прогноза дегенеративных изменений (рис. 11). Оценку свободного отдела позвоночника проводят в двух плоскостях – боковые наклоны и сгибание-разгибание. Если нижний диск более или менее симметричен в разных положениях, это прогностически хороший знак. Однако я бы не рекомендовал проводить послеоперационное обследование на всем его протяжении с использованием толь-

ко лучевого метода (даже малодозного), особенно у детей и подростков из-за риска индуцирования развития онкологических заболеваний. Я рекомендую неинвазивный метод и рентген,

если неинвазивный метод выявил существенные изменения в состоянии пациента. Такой подход меняется только при стойком болевом синдроме и подозрении на воспалительный процесс.

Заключение

Даже если трудно математически точно определить гармонию человеческого позвоночника, поскольку критерии зависимы от субъективности оценок, которые, в свою очередь, варьируют в зависимости от возраста, образования, исторического фона и иногда изменений в базовых дефинициях общества, мы должны предложить некоторые ориентиры:

- трехмерное плавное выстраивание в соответствии с весом, ростом и возрастом;
- приемлемое распределение массы тела от стоп до головы;
- трехмерный статический баланс в пределах малого конуса с индивидуальной формой последнего у каждого пациента;
- возможность выполнения трехмерных движений в пределах нормальной функциональной базисной работоспособности.

Все это объясняет, почему мы далеки от того, чтобы считать угол Cobb золотым стандартом. В течение многих лет он был очень полезен, но его применение без глубокого понимания возможностей может привести к ошибкам.

Литература

1. **Dubousset J.** Three dimensional analysis of the scoliotic deformity. Chapter 22. In: Weinstein S.L., ed. *Pediatric Spine: Principles and Practice*. N.Y.: Raven Press, 1994.
2. **Dubousset J.** Spinal deformity getting to a 3D perspective: Harmony. Lecture given 25 June 2017 at Seattle Science Foundation. Electronoc resource. URL: <http://www.seattlesciencefoundation.org>.
3. CD Horizon: a new Cotrel-Dubousset instrumentation. Chapter 33. In: *Spinal Instrumentation*, ed by An H.S., Cotler J.M. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.
4. **Cotrel Y, Dubousset J, Guillaumat M.** New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;227:10–23.

ЛЕКЦИЯ 5



Ранние сколиозы:
французский опыт

ЛЕКЦИЯ 5

Ранние сколиозы: французский опыт**Классификация ранних сколиозов**

Концепция ранних сколиозов (Early Onset Scoliosis – EOS), популяризованная Dickson et al. [1], хороша по двум причинам. С одной стороны, это парадигма деформации позвоночника, развивающейся в юном возрасте и еще не получившей корректной дефиниции у ребенка с большой потенциальной способностью к росту. С другой стороны – она не вполне адекватна, потому что предполагает использование одного термина (привлекательного и общеизвестного) для состояний с различной этиологией, имеющих очень мало общего, кроме возраста пациентов. Мы не можем сравнивать врожденный сколиоз на почве полупозвонка с вовлечением 1–2 сегментов, паралимпический сколиоз при спинальной мышечной атрофии с вовлечением всего позвоночного столба, инфантильный идиопатический сколиоз с вовлечением всего грудного отдела позвоночника. Таким образом, для сохранения концепции EOS необходимо введение этиологических подгрупп, где каждое состояние будет описано отдельно. Есть две большие группы пациентов, которые нельзя смешивать. К сожалению, совершенно очевидно, что, слушая доклады или читая статьи об оценке методов лечения и их применения, мы не делаем различий между группами, что, с моей точки зрения, неприемлемо.

Опасно полагаться на всеохватность при таком понимании EOS, потому что многие хирурги воспринимают новые методы лечения как панацею и постепенно утрачивают навыки консервативного лечения корригирующими и этапными гипсовыми корсетами (методом, требующим много времени, плохо оплачиваемым, игнорируемым и малорентабельным). Они не осознают, что, отдавая предпочтение хирургии, они «суют палец в шестеренку», после чего включается цикл повторных операций с экспоненциально растущим риском осложнения и других осложнений. С моей точки зрения (и это типично для Франции), мы должны классифицировать все случаи EOS в соответствии с возрастом больного и этиологией деформации.

Возраст пациента. В соответствии с моим опытом, реально больными с EOS являются дети, у которых патология выявлена и лечение проведено в период между рождением и 6-летним возрастом (до поступления в школу). Кроме того, можно выделить препубертатную группу от 6 до 9 лет, группу в начале пубертатного периода и постпубертатную. Эта схема необходима, так как в каждой группе своя лечебная стратегия.

Этиология. Этот признак позволяет отнести каждого больного к одной из пяти групп: 1-я – идиопатический сколиоз, 2-я – паралимпический и нейромышеч-

ный, 3-я – врожденный, 4-я – дистрофический, 5-я – ятрогенный. Важно помнить, что в пределах каждой группы существуют многочисленные подразделения (постполиомиелитический синдром отличается от спинальной мышечной атрофии и врожденной мышечной дистрофии; постламинэктомическая деформация отличается от торакогенной и т.д.). Каждый больной должен рассматриваться как уникальное наблюдение. В этой лекции речь пойдет о первой возрастной группе – больные с реальным EOS (от рождения до 6 лет). Однако мыслительный процесс хирурга должен охватывать все возрастные и этиологические группы пациентов.

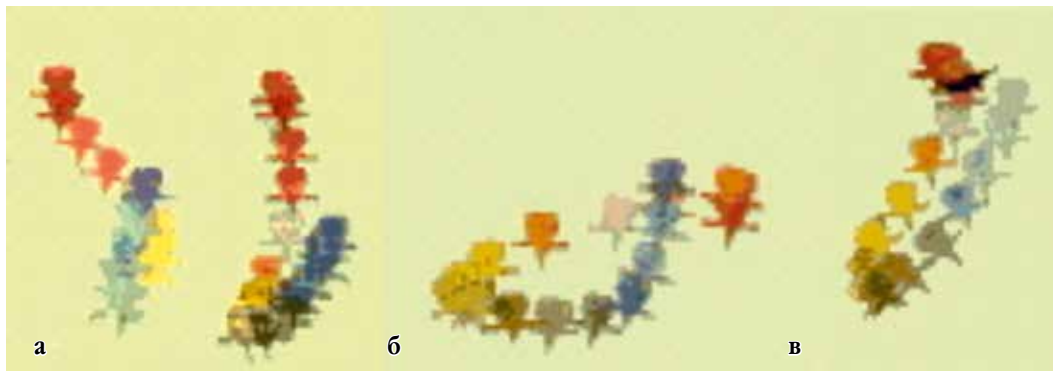
Полное клиническое и лучевое обследование – обязательный первый шаг

Когда получена общая информация относительно семьи пациента, течения беременности и родов, после классического ортопедического осмотра и измерений следует самое тщательное неврологическое обследование, включающее исследование черепно-мозговых нервов и брюшных рефлексов. Необходимо оценить состояние мягких тканей и кожи, мобильность суставов и т.д. Лучевое обследование включает обзорную рентгенографию, КТ и МРТ. Это полезно, если не необходимо, не только с точки зрения диагностики (например, сочетание сиригмиелии и предположительно идиопатического сколиоза), но и лечения (обнаружение асимптоматической краниоцервикальной нестабиль-

ности на фоне врожденной аномалии у больного с хондродистрофическим сколиозом). Трехмерная реконструкция, особенно в краниодорсальном направлении, служит очень надежным прогностическим индикатором при выделении трех типов идиопатического сколиоза: спонтанно регрессирующего, умеренно прогрессирующего («benign» по Min Mehta), который может быть полностью исправлен корригирующими или этапными гипсовыми корсетами, и злокачественно прогрессирующего, который не поддается консервативному лечению (*рис. 1*). Эта важная информация была представлена на митинге SRS в Иллинойсе в 1980 г., но, к сожалению, проигнорирована, как и ее публикация во Франции [5] несколькими годами позднее. Эта фаза клинико-лучевого обследования позволяет гораздо более тщательно подойти к определению этиологии деформации, нежели просто приклепление генетической этикетки «Early Onset Scoliosis».

Общие соображения о решении проблем, возникающих у пациентов с EOS

Прежде всего необходимо идентифицировать значительные проблемы, касающиеся легких и респираторной функции, связанные, в свою очередь, с состоянием сердца, а впоследствии – с развитием грудной клетки. Синдром торакальной недостаточности был описан Campbell. Мы знаем теперь, что процесс альвеолярной мультипликации завершается в возрасте 7–8 лет. Поэтому синдром

**Рис. 1**

Три типа инфантильного идиопатического сколиоза (3D-реконструкция, вид сверху): **а** – спонтанное самоизлечение; **б** – умеренное прогрессирование; **в** – злокачественное прогрессирование

торакальной недостаточности требует раннего выявления и начала лечения. Кроме того, необходимо как можно раньше выявить нестабильность позвоночника от краниоцервикального перехода до крестца. В противном случае минимальная травма может вызвать необратимые изменения спинного мозга, вплоть до паралича.

Следующая задача – оценка нормального или аномального роста скелета, особенно позвоночника [4, 8], так как именно этим определяется форма позвоночного канала на всех уровнях, а следовательно, и возможность компрессии спинного мозга и развития прогрессирующих деформаций (сколиоза, лордоза, кифоза). Эти деформации, в свою очередь, в последующем могут повлиять на функцию внутренних органов, локомоторную функцию, баланс туловища и появление косметических проблем.

Третий приоритет – исследование нервной и мышечной систем, обеспечивающих возможность сохранять вер-

тикальное положение туловища сидя и стоя, а также функцию локомоции.

Результат всех этих обследований всегда должен оставаться в центре внимания хирурга. Меняет ли деформация позвоночника форму позвоночного канала, повышая при этом риск повреждения дуральной оболочки и ее содержимого? В частности, при кифосколиозах внутренняя стенка канала может быть ровной, но может быть и деформирована ступенеобразно. Не формируют ли тела позвонков выступ на стенке канала, который может вызвать компрессию спинного мозга? Нет ли протрузии диска в позвоночный канал? Нет ли признаков непосредственной или потенциальной нестабильности? Нормальна ли форма корней дужек и суставных отростков? Мобильна деформация или ригидна? Клиническое обследование имеет ключевое значение, особенно осмотр неврологом и лучевые методы, включая функциональные (тракцию, боковые наклоны, разгибание на валике). При пер-

воначальном обследовании для уточнения этиологии заболевания показаны КТ, МРТ, иногда МСКТ. Например, инфантильный сколиоз может рассматриваться как идиопатический, пока МРТ не покажет наличия сирингомиелии, после чего диагноз придется менять на нейрогенный сколиоз.

Следующий вопрос – каково влияние деформации позвоночника на жизненно важные внутренние органы? Есть ли аномалии сердечно-легочной системы (дисплазия, агенезия), грудной клетки (синостоз или агенезия ребер), мышц (аплазия грудной или брюшной стенок, диафрагмы), внутренних органов (почек или кишечника)? Каково влияние всей этой многообразной патологии на жизнь и развитие ребенка? Все это нужно тщательно взвесить и оценить перед принятием решения о лечении.

Наиболее важные принципы лечения

Консервативное лечение

Основные требования к такому лечению у растущего ребенка следующие [4]:

- не вызывать сдавления грудной клетки;
- исправлять или предотвращать позвоночный коллапс;
- попытка деротирующего воздействия на позвоночник без существенного ограничения жизненно важных структур;
- обеспечение нормальной жизни ребенка (игры, ходьба, бег), чтобы отрицательный психологический эффект был минимальным.

Лечение этапными гипсовыми корсетами (casting). Casting (рис. 2) во многом является методом выбора, будучи применяемым сразу после выявления



Рис. 2

Изготовление гипсового корсета. Общее обезболивание с помощью трансназальной интубации

деформации позвоночника, в некоторых случаях – вскоре после рождения. Изготовление корсета производится под общей анестезией через назотрахеальную трубку, поскольку необходима тракция (всегда очень легкая) за голову и таз и необходимо исключить пережатие интубационной трубки зубами ребенка. Легкая тракция на специальной раме делает всю процедуру легче для пациента, гипсового техника и хирурга. Она также способствует снижению частоты осложнений со стороны дыхательной и желудочно-кишечной систем. Тело ребенка очень тщательно (без малейших складок!) оборачивают 2–3 слоями хлопчатобумажной ткани. Если деформация относительно мобильна, применяется техника EDF (elongation, derotation, flexion – удлинение, деротация, флексия) с использованием полотняных полос для тяги и ручной формовки гипса. Во время подготовки помещаем куски войлока вокруг грудной клетки до подключичной области, которые удаляются после высушивания гипса, что образует пространство для дыхательных экскурсий и предотвращает вертикальную ориентацию ребер. Давление на ребра прилагается на выпуклой стороне деформации ниже апекса в заднелатеральном направлении. В корсете формируются окна, позволяющие осуществляться давлению и противодавлению, обеспечивающим необходимый деротирующий эффект, минимально ограничивая при этом жизненную емкость легких.

Если деформация большая и ригидная, непосредственная тракция и деротирующие полотняные полосы не срабаты-

вают. В этом случае необходима коррекция удлиняющим корсетом Donaldson и Stagnara. Принцип действия этого корсета – нарастающая дистракция между головой и тазовым поясом посредством двух винтовых стяжек (turnbuckles), вгипсованных в обе половины корсета. Поворот на половину окружности дважды в день позволяет добиться ежесуточного удлинения на 4–5 мм. Эта техника аналогична вышеописанной со следующими уточнениями:

- тщательная и точная ручная формовка тазового пояса;
- точно такая же обработка окципитомандибулярной опоры;
- использование достаточного количества войлочных прокладок вокруг грудной клетки, удаляемых после высыхания гипса для освобождения кожи от давления и обеспечения ребрам пространства для движения;
- минимум тракции за голову и таз, когда больной помещен на корсетный стол.

Для больных с очень ригидными деформациями мы рекомендуем гало-тракцию за кости свода черепа в положении лежа с грузом 3–4 кг, продолжающуюся ночью. Гало-кольцо не крепится к корсету, чтобы сохранить ротационные движения и предотвратить развитие дегенеративных изменений в истинных суставах шейного отдела позвоночника. Эта техника использует вязкоэластические свойства мягких тканей позвоночника: связок, капсул суставов, сухожилий и мышц. Тракция используется одновременно с аппаратом ИВЛ с положительным давлением и продолжается,

пока график измерений не достигнет плато. Лечение продолжается локализованным оперативным вмешательством (спондилодезом), как в случае врожденной аномалии, а при отсутствии показаний к операции меняем корсет на новый в соответствии с принципами EDF. Гипсовый корсет (cast) меняется по мере необходимости (обычно каждые 3 мес.), пока не начинается лечение корригирующим корсетом (brace). С гигиенической целью хлопчатобумажная прокладка меняется каждые 15 дней.

Лечение корригирующим корсетом (bracing). Корригирующий корсет для маленького ребенка должен удовлетворять следующим требованиям:

- 1) должен легко надеваться с помощью одного человека (обычно мамы);
- 2) не должен сдавливать грудную клетку, чтобы не нарушать дыхания;
- 3) использоваться предпочтительно после лечения этапными гипсовыми корсетами;
- 4) по возможности быть регулируемым по высоте, ширине и полноте тела, чтобы соответствовать росту больного в течение минимум 1 года;
- 5) его действие должно быть активным, пассивным или сочетанным, в зависимости от этиологии деформации позвоночника.

Корсет Garchois (*рис. 3*) с подбородочной опорой или без нее я предпочитаю использовать при любых типах EOS, особенно если у пациента плохо развита мускулатура. Одноклапанный или тораколумбосакральный корсет (TLSO) использовать трудно, а иногда и вредно для функции грудной клетки.

Корсет Milwaukee хорош для больных с нормальной мускулатурой, но требует участия опытного физиотерапевта. Подмышечный трехмерный карбоновый корсет при хорошей мускулатуре с деротирующим и кифозогенным эффектами рекомендуется в случаях выраженного лордосколиоза. Любые корсеты индивидуальны, поэтому опыт техника принципиально важен.

Респираторная аппаратная поддержка и физиотерапия также являются важной частью лечения EOS, поэтому желательно участие в лечебном процессе педиатра-пульмонолога.

Участие семьи. Значение семьи в лечении детей со сколиозами очень велико, поэтому родственники должны хорошо понимать его цели и то обстоятельство, что период активного роста ребенка – это сложный период в жизни всей семьи. Они должны осознавать, что может потребоваться хирургическое лечение. Полная открытость и взаимное доверие между всеми участниками лечебного процесса – хирургом и членами его бригады (сестрами, физиотерапевтом, техником, секретарем, социальным работником), родственниками и самим пациентом – обязательное условие.

Оперативное лечение

Представляется очевидным наличие трех основных групп пациентов, вне зависимости от этиологии сколиоза.

Больные с локализованной патологией, требующие операции в раннем детском возрасте. В случае прогрессирующей врожденной деформации (полупозвонок с развитием дисбаланса туловища, кифоза или лордоза) требуются резекция

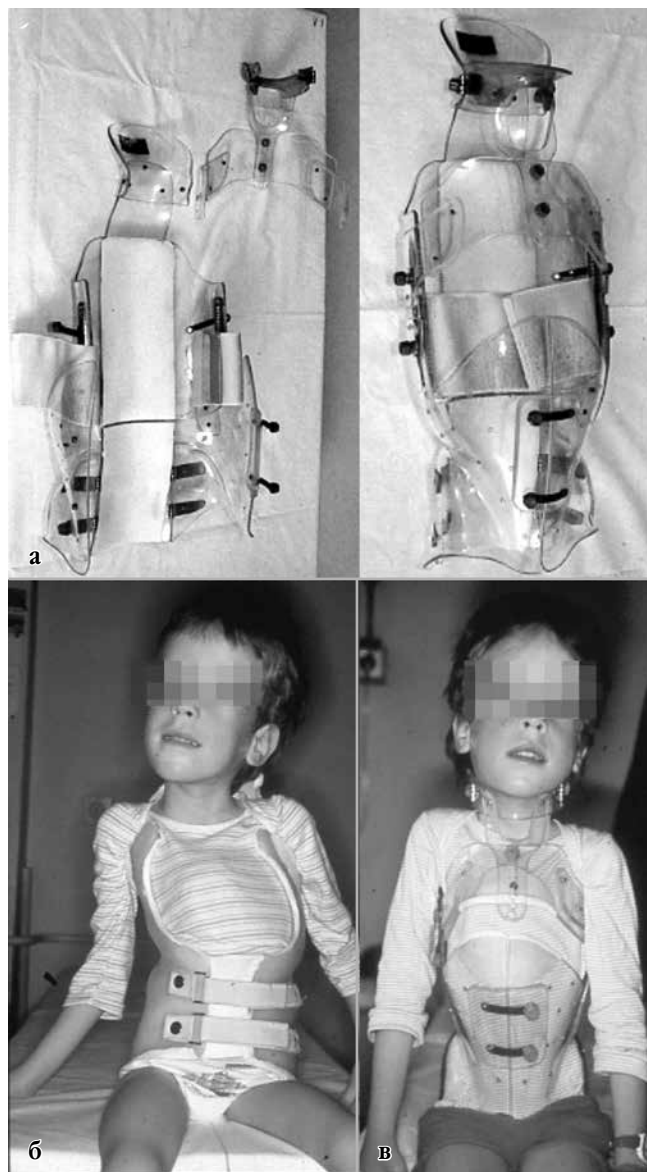


Рис. 3

Сравнение корсета Garchois и «плохого» корсета: корсет Garchois легок в употреблении и может быть адаптирован к растущему ребенку, имеет высокую степень жесткости, возможность поддержания положения головы, тазовая часть открывается как книга за счет двух задних шарниров, подгоняется во всех направлениях по мере роста ребенка, не ограничивает дыхания: **а** – внешний вид корсета Garchois; **б** – ребенок в «плохом» корсете; **в** – ребенок в корсете Garchois

аномального позвонка и спондилодез на одном или двух уровнях с использованием инструментария или без такового, позволяющие полностью устранить деформацию, не нарушая при этом роста позвоночника. Похожая ситуация отмечается при дистрофической деформации (нейрофиброматозе I типа или хондродистрофии), когда локализованная ротационная дистрофическая дислокация может привести к необратимому поражению спинного мозга. Локализованный дорсовентральный спондилодез с использованием эндокорректора или без него решает эту острую проблему. Аналогичный подход и в случаях воспалительных и опухолевых поражений (например, постламинэктомической деформации).

У некоторых больных с врожденными и дистрофическими деформациями операция эпифизеодеза (вентрального – при лордозе, дорсального – при кифозе, дорсовентрального по выпуклой стороне – при сколиозе) дает вполне приемлемые результаты. Это – следствие решения, базирующегося на учете трехмерного действия операции эпифизеодеза и возраста пациента.

Во всех этих случаях необходимы наблюдение и контроль состояния позвоночника до завершения роста больного. Этому принципу необходимо следовать, даже если у некоторых пациентов возникает необходимость в дополнительном использовании корсета в период продолжающегося роста или в массивном хирургическом вмешательстве в конце этого периода.

Пациенты с патологией, включающей весь позвоночник, а часто и все тело. Сюда относят случаи различных патологических процессов вследствие поражения верхнего или нижнего мотонейрона, чаще всего спинальной мышечной атрофии, церебрального паралича, *spina bifida*, а также поражения мягких тканей (синдромов Ehlers – Danlos, Marfan, мышечной дистрофии, врожденной миопатии).

Лечение вначале обычно консервативное, причем иногда удается добиться великолепных результатов, когда больной и его семья строго придерживаются режима, а выбор и стратегия хирурга адекватны. В большинстве случаев, когда рост пациента близок к завершению, выполняются инструментальная коррекция и спондилодез с целью стабилизации позвоночника и прекращения внешней иммобилизации. Иногда эти вмешательства выполняются до завершения роста скелета [10] по причинам технического или психологического свойства. Такие больные в последующем нуждаются в операции вентрального спондилодеза для предотвращения развития *crankshaft phenomenon* [2], даже если у некоторых из них с минимальной резидуальной торсией этот нежелательный эффект может быть предотвращен билатеральной имплантацией педикулярных шурупов на всем протяжении дуги.

Тем не менее иногда выраженность деформации и общее состояние пациента заставляют хирурга начать этапное оперативное лечение (*fusionless treatment*), чтобы помочь корсету. Так поступают, чтобы отсрочить окончательный спон-

дилодез до возраста созревания скелета при неэффективности консервативного лечения у пациентов 7–10 лет. Разработано несколько вариантов техники, имеющих общий механический базис – дистрагирующие усилия, прилагаемые к имплантатам, фиксированным к позвоночнику или ребрам с помощью крюков, колец или педикулярных шурупов, соединенных штангами или стержнями различных размеров. Варианты техники, представляющие собой методы приложения дистрагирующих или компримирующих усилий, могут быть разделены на три категории.

1. Чисто механическое хирургическое воздействие. Прямая дистракция может быть осуществлена интраоперационно с помощью инструментов, дающих удлинение эндокорректора на 2, 5 или 8 мм. Достигнутый эффект фиксируется, рана ушивается. Дистрагирующий маневр повторяется каждые 4 или 6 мес. Недостатки метода:

- необходимость повторных анестезий и операций с риском инфицирования, даже при минимальных хирургических доступах;
- неадекватная дистракция (не всегда контролируемая), чреватая неврологическими осложнениями;
- частые госпитализации, повышающие стоимость лечения.

Почти в 40 % случаев применения этой техники, кроме вышеупомянутых осложнений, при выполнении финального спондилодеза отмечали спонтанные костные блоки, что трудно было увязать с предшествующими мини-операциями. По нашим наблюдениям,

эти спонтанные блоки более выражены при двухстержневой технике коррекции, которую мы использовали много лет назад с педиатрическими стержнями Cotrel – Dubousset. У меня нет опыта применения инструментария VEPTR, разработанного моим другом Campbell.

2. Система, использующая электроэнергию, разработана в 1997 г. на основе раздвижных протезов для замещения удаленных опухолей. Предварительно нагруженная пружина помещается в пластиковую трубку. Пружина разжимается после локального нагревания пластиковой трубки действием электрического тока по транскутанно проведенной проволоке. Этот метод имеет ряд преимуществ перед вышеописанным: дистракция осуществляется без наркоза и госпитализации; процесс лечения контролируется хирургом и пациентом; дистракция была достаточно резкой (sudden).

Метод применялся в течение нескольких лет, что позволило снизить частоту нагноений, хотя переломы стержней случались. Появилась возможность отложить во времени операцию финального спондилодеза и лучше контролировать деформацию позвоночника.

3. Система, управляемая магнитной энергией, апробирована в эксперименте в 2003 г. в нашей клинике и является самой поздней генерацией компрессионно-дистракционных стержней для позвоночника. Первоначально выполнялась имплантация небольшого магнита, связанного с нарезным стержнем и активируемого большим наружным магнитом. Это позволяло получать дистракцию

или компрессию, в зависимости от направления ротации наружного магнита. Дальнейшее развитие системы позволило использовать только наружный магнит. Объем планируемой коррекции варьировал от 4 до 8 см. Фрагменты стержня, крепящиеся к позвоночнику или ребрам, соединены коннектором типа домино. Стержень может быть изогнут в соответствии с анатомией и имплантируется через небольшие разрезы. Преимущества метода:

- минимальный доступ, подкожная имплантация;
- прогрессивное удлинение – от 1/10 до 1/2 мм за один поворот магнита;
- безболезненность процедуры;
- отсутствие необходимости наркоза;
- удлинение выполняется родителями в домашних условиях.

Предварительные результаты применения метода весьма обнадеживающие, но пока рано говорить о его широком распространении. Он используется всего в нескольких центрах, где его возможности детально изучаются. К сожалению, производство этой аппаратуры прекращено.

Необходимо добавить к обсуждаемой группе некоторые врожденные аномалии или синдромы, включающие в патологический процесс весь позвоночник (например, синдром Jarcho – Levin). Эти деформации настолько выражены, а респираторные нарушения настолько тяжелы, что Campbell описал их как синдром торакальной недостаточности. Когда, например, дефект сегментации включает целый гемиторакс или когда реберные блоки сочетаются с протяжен-

ными асимметричными блоками позвонков, полупозвонками и т.д., необходимо оперативное лечение, так как иные методы в подобных ситуациях неэффективны. В качестве реберного дистрактора может быть использован VERTR, но он бывает в некоторых случаях излишне массивным для маленького ребенка. Вот почему я предпочитаю детские стержни Cotrel – Dubousset, крепящиеся к позвоночнику или ребрам, или гибридные конструкции (позвоночник и ребра). Главный недостаток – повторные операции каждые 6 мес. Они повышают риск нагноений, а темп дистракции недостаточно физиологичен. Более того, мы отметили, что предсуществующая кифотическая деформация является относительным противопоказанием к использованию метода и источником механических осложнений (смещения краниального захвата независимо от его типа – кольца, крюки, педикулярные шурупы, ленты).

Мы также располагаем опытом применения метода Luque [6], особенно в наиболее сложных случаях, таких, как миеломенингоцеле с тяжелым сколиозом и перекосом таза или островершинный грудопоясничный кифоз, требующий кифэктомии в возрасте до 4 лет, наряду со стабилизацией всего позвоночника. Эта техника, если не усердствовать при скелетировании позвоночника во время проведения проволочных петель, не приводит к развитию спонтанных блоков и сохраняет потенции роста позвонков. Она также используется при спинальной мышечной атрофии и аналогичной патологии, не требуя

послеоперационной иммобилизации вследствие прочной фиксации стержней к костям таза.

Таким образом, у больных с плохим прогнозом описанные методы помогают преодолеть значительные трудности, хотя было замечено, что перечисленные конструкции не позволяют контролировать деформацию в горизонтальной плоскости в конце периода роста. Поэтому у больных, прошедших все этапы лечения, нередко визуально определяется выраженный реберный горб.

Чтобы избежать некоторых из перечисленных осложнений, были разработаны новые технологии, в том числе магнитно-контролируемые стержни (клиническая апробация продолжается), действующие без дополнительных вмешательств, наркозов и боли, которые можно применять в домашних условиях, используя темпы distraction, близкие к параметрам физиологического роста больного.

Больные с грубой деформацией части позвоночного столба, например всего грудного отдела. Это относится к случаям так называемого инфантильного и раннего ювенильного сколиозов. Оптимальным для этой группы пациентов является консервативное лечение с последовательным использованием этапных гипсовых, корригирующих и снова гипсовых корсетов. В некоторых случаях удается довести больного до конца периода роста с позвоночником, нормальным с точки зрения косметики, функции и мобильности. С другой стороны, часть больных приходится оперировать (коррекция и спондилодез), как только они

достигают пика роста в подростковом возрасте. Поскольку эти дети весьма активны, с нормальной мускулатурой, которая позволяет бегать и прыгать, то есть вести себя в соответствии с возрастом, может возникнуть искушение начать этапное лечение растущими стержнями, чтобы избежать внешней иммобилизации в детском возрасте. Хотя корсетотерапия сохраняет нормальный рост позвоночника, она ассоциируется с физическим ограничением и косметическими проблемами.

В мире существует большое количество эндокорректоров, имплантируемых с использованием вентрального и дорсального доступов. Вентральные корригирующие скобы использовались только у пациентов до наступления подросткового возраста как временный эпифизеодез, и, как свидетельствует наш опыт, показания к применению метода весьма ограничены. Дорсальная техника имплантации стержня на вогнутой стороне деформации с коннектором типа домино, позволяющим его удлинение, является наиболее простой. Метод обеспечивает коррекцию и профилактику коллапса позвоночника, но хуже позволяет контролировать сагиттальный контур и совершенно не влияет на деформацию в горизонтальной плоскости. Поэтому нередко в конце пубертатного периода приходится выполнять косметическую операцию по поводу выраженного реберного горба с риском нарушения дыхательной функции.

В дополнение следует представить методику, очень простую, менее агрессивную и менее дорогую, чем магнитные

стержни или VEPTR, разработанную в 2005 г. доктором Lofti Miladi, одним из моих учеников, в госпитале St. Vincent de Paul в Париже. Она не требует особо тщательной техники. Единичный титановый стержень, названный конструкцией H3S2, имплантируется на вогнутой стороне дуги через минимальные разрезы. В виде краниального захвата (H3) имплантируются два супраламинарных крюка и один педикулярный. Два моноаксиальных педикулярных шурупа (S2) представляют каудальный захват у основания дуги. Позвоночник обнажается экстрапериостально. Стержень изгибается в соответствии с нормальным сагиттальным контуром грудного и поясничного отделов и имплантируется межмышечно в каудокраниальном направлении. Основная идея – расположение стержня по ходу вертикальной оси тела пациента. Точки имплантации захватов определяются на спондилограмме, выполненной с приложением продольной тракции. Сохранение окружающих мягких тканей и кости снижает риск фиброза на вогнутой стороне и спонтанного костного блока. Предоперационная тракция применяется, если деформация превышает 50°. В ходе операции используются аксиальная тракция и мониторинг спинного мозга. После операции внешняя иммобилизация не применяется.

Удлинение стержня производится у нижнего его конца каждые 8–12 мес. в соответствии с рекомендациями доктора Miladi. Если до операции в положении аксиальной тракции угол Cobb превышает 70°, хирургической кор-

рекции предпосылаются вентральная дискэктомия и спондилодез. Первые результаты (23 пациента при среднем сроке наблюдения 3,5 года) представляются оптимистичными – достигнута коррекция угла Cobb на 57 %. Частота осложнений – 22 % (4 перелома стержня, 2 нагноения, неврологических осложнений не отмечено). Предоперационная коррекция грубых ригидных сколиозов, отсутствие коннектора, являющегося слабым местом растущей конструкции, удлинение за счет оставленного дистального захвата участка стержня объясняют низкий уровень осложнений. Необходимо подчеркнуть, что описанная техника применима при ранних сколиозах любой этиологии.

В качестве дискуссии о различных технических подходах следует упомянуть метод Shilla, разработанный и популяризованный McCarthy и McCullough [7]. Он представляется весьма привлекательным, так как апикальный циркулярный спондилодез производится на ограниченном протяжении, а выше и ниже сохранены возможности продольного роста позвоночника, во всяком случае, теоретически. Результаты представляются неплохими, но у меня нет опыта применения этого метода.

В своей практике применения методов этапного хирургического лечения ранних сколиозов я всегда использовал наружную фиксацию легким корсетом, чтобы защитить точки фиксации от множественных повторяющихся стрессов, неизбежных при двигательной активности маленького ребенка. В то же время я удовлетворен результатами примене-

ния H3S2 без послеоперационной имобилизации детей в предпубертальном возрасте, которые даже более физически активны, чем маленькие дети.

Финальная проблема для третьей категории пациентов – когда удалять временную металлоконструкцию (источник многочисленных артефактов при рентгенографии во взрослой жизни), а также когда осуществлять завершающий спондилодез после удаления эндокорректора. В большинстве случаев эта операция необходима для наилучшего результата в будущем.

Применительно ко всем этим операциям, независимо от типа деформации, возраста больного и продолжительности наблюдения, первостепенной заботой хирурга являются респираторная поддержка и физиотерапия с использованием респираторной аппаратуры или без нее.

Показания к лечению

Эти показания базируются на результатах лечения многочисленных больных, наблюдавшихся нами в течение моей профессиональной жизни.

Основные положения

За исключением особых случаев, мы всегда должны начинать с консервативного лечения. Мы должны помнить, что любая операция в любой точке тела повреждает ткани, а заживление приводит к формированию рубца. Фиброзная ткань, формирующая рубец, увеличивается в случае нагноения раны, особенно если операция сопровождается имплантацией инородного тела. Нужно отме-

тить, что повторные операции на одном и том же участке тела увеличивают объем рубцовых тканей и, таким образом, риск инфекционных осложнений.

Вот почему мы должны предпочитать консервативное лечение ранних сколиозов настолько долго, насколько это возможно, и принимать решение о хирургическом вмешательстве только тогда, когда показания расцениваются как настоятельные. Если объем вмешательства ограничен, а количество интервенций – не более двух, не возникает ограничений в любом возрасте больного. С другой стороны, если операция требует доступа к позвоночнику на большом протяжении (например, весь грудной отдел), мы должны помнить, что, если в начале хирургического лечения развиваются осложнения, мы будем вынуждены выполнять этапные операции до возраста, когда можно осуществить окончательное вмешательство. Поэтому я следую принципу отложенной хирургии с применением минимальных доступов, как, например, при использовании конструкции H3S2. В этих условиях новые многообещающие методики, такие как магнитоуправляемые стержни, могут продемонстрировать свою эффективность.

Показания при деформациях основных этиологических форм

Идиопатические сколиозы. Мое предпочтение – консервативное лечение во всех возможных случаях. Очень редки ситуации, когда предпочтительно или допустимо нарушение роста операцией спондилодеза, если рост может быть сохранен без операции. Только

в очень редких случаях злокачественного прогрессирования после повторных неудач корсетотерапии (включая этапные гипсовые корсеты) следует решать вопрос об операции, используя при этом минимально-инвазивную технику. В реальности это вариант отложенной ранней хирургии, как в случае с H3S2. Нужно постараться, чтобы в область хирургического вмешательства попала только ограниченная часть позвоночного столба. Этапные хирургические техники, будучи примененными, должны иметь объектом воздействия только структурально измененную часть позвоночника, без захвата мобильных отделов, чтобы не нарушить возможности позвоночного столба компенсировать нарушения баланса. В случаях злокачественного прогрессирования, когда только три апикальных позвонка находятся в состоянии максимальной ротации, может быть полезной техника Shilla. В то же время мы призываем к осторожности, поскольку этапное хирургическое лечение сопряжено с большим количеством осложнений. Мы полагаем, что наилучшие результаты могут быть получены путем применения этапных гипсовых и корригирующих корсетов до возраста полового созревания, когда может быть осуществлен финальный спондилодез – с передним или задним инструментарием или без такового (*рис. 4*).

Врожденные деформации. В случаях врожденных мальформаций легко осознать различие между больными с различными патологическими ситуациями одной этиологии. Локализованное вмешательство, каковым является

резекция грудопоясничного, пояснично-крестцового или шейно-грудного полупозвонка с последующим коротким спондилодезом, решает проблему быстро и окончательно. Лечение показано, как только верифицировано прогрессирование деформации. Асимметричный дефект сегментации, поражающий весь грудной отдел позвоночника и сопровождающийся (или не сопровождающийся) множественными синостозами ребер по вогнутой стороне деформации, не может быть лечен ранним спондилодезом по выпуклой стороне дуги, поскольку результатом будет короткая, маленькая и ригидная грудная клетка. Опыт показал, что последствия для дыхательной функции в этой ситуации катастрофические, потому что рост грудного отдела позвоночника ограничен, что создает крайне невыгодные условия для развития грудной клетки. В подобных случаях необходимо использовать дистрагирующие устройства, минимально опасные при имплантации и требующие как можно меньшего количества повторных вмешательств. Дистракцию лучше всего начинать в возрасте до 8 лет, чтобы не препятствовать нормализации объема грудной клетки в процессе роста. Весь процесс оптимизируется дополнительным лечением – легочной вентилацией с положительным давлением, назначенной как можно раньше.

Взаимная адаптация и комбинирование этих двух базовых концепций лечения врожденного сколиоза зависят от индивидуальной анатомии, остаточных потенциалов роста, баланса туловища и сопутствующих аномалий.



Рис. 4

Рентгенограммы и фото ребенка, пролеченного по поводу злокачественно прогрессирующего идиопатического сколиоза (угол Cobb 80°): **а** – возраст 2 года (до лечения); **б** – возраст 4 года (продолжается лечение гипсовым корсетом); **в** – возраст 16 лет (после операции спондилодеза)

Нейромышечная патология. С моей точки зрения, было бы ошибкой утверждать, что консервативное лечение неэффективно при деформациях подобной этиологии. У нас есть данные, позволяющие опровергнуть эту точку зрения, особенно это касается применения корсета Garchois в качестве превентивной меры у больных с патологией типа спинальной мышечной атрофии, сопровождающейся резким снижением мышечного тонуса. Корсет начинают применять, как только больной имеет возможность сидеть. Если уже развилась

значительная деформация, активное лечение начинается с гипсового корсета, а затем – корсетом Garchois с подбородочным упором или без него до возраста, позволяющего выполнить финальный спондилодез. В некоторых случаях детского церебрального паралича в послеоперационном периоде используется легкий корсет, обеспечивающий поддержку головы. Если превентивное лечение начато до развития грубой деформации позвоночника и если больной и его родные выполняют все предписания врача, этого может быть вполне достаточно

до пубертатного периода, когда выполняется (или не выполняется) финальный спондилодез. В противном случае приходится начинать многоэтапное оперативное лечение. Необходимо осознать, что многие больные с этой патологией не толерантны к данному типу лечения, когда состояние пациента может требовать лечения буквально каждую минуту. Отсюда – высокий процент неудач.

Лечение больных с дистрофической патологией (нейрофиброматозом I типа или хондродистрофией) также является долгим и трудным из-за того обстоятель-

ства, что апикальная дистрофическая зона часто требует раннего выполнения вентродорсального локализованного спондилодеза, а другие отделы позвоночника могут быть исправлены этапными гипсовыми и/или корригирующими корсетами до возраста выполнения финального спондилодеза. Пациенты с мягкотканными дистрофиями обычно лечатся, как больные с нейромышечной патологией. Синдромальная патология часто включает в себя целый букет патологических изменений и требует последовательного применения различных типов лечения.

Заключение

Пациенты с EOS представляют собою специфическую группу с общей базовой лечебной философией. Техника и цели лечения определяются индивидуально для каждого типа этиологии, для каждого больного и с учетом прогностических факторов.

Литература

1. Dickson RA, Lawton JO, Archer JA, Butt WP. The pathogenesis of idiopathic scoliosis. Biplanar spinal asymmetry. J Bone Joint Surg Br. 1984;66:8–15.
2. Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H. The crankshaft phenomenon. J Pediatr Orthop. 1989;9:541–550.
3. Dubousset J, Miladi L, Soubeiran A. Noninvasive expandable spinal rods with magnet: spinal deformity on the cutting edge. Presented at: International Society for the Study of the Lumbar Spine Annual Meeting; May 2009; Miami, FL.
4. Dubousset J, Zeller R, Miladi L, Wicart P, Mascard E. Le traitement orthopedique dans la pathologie vertebrale du petit enfant. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 2006;92:73–82.
5. Graf H, Hesquet J, Dubousset J. Approche tridimensionnelle des deformation rachidiennes: Application a l'etude du pronostic des scolioses infantiles. Rev Chir Orthop. 1983;69:407–416.
6. Luque ER. Treatment of scoliosis without arthrodesis or external support. Preliminary report. Orthop Trans. 1977;1:37–38.
7. McCarthy RE, McCullough H. Growing instrumentation for scoliosis. Presented at: Scoliosis Research Society 28th Annual Meeting; September 18–23, 1993; Dublin, Ireland.
8. Mehta MN. Growth as a corrective force in the early treatment of progressive infantile scoliosis. J Bone Joint Surg Br. 2005;87:1237–1247.

9. **Мое JH, Kharat K, Winter RB, Cummine JL.** Harrington instrumentation without fusion plus external orthotic support for the treatment of difficult curvature problems in young children. Clin Orthop Relat Res. 1984;(185):35–45. DOI: 10.1097/00003086-198405000-00006.
10. **Sanders JO, Herring JA, Browne RH.** Posterior arthrodesis and instrumentation in the immature (Risser-grade-0) spine in idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1995;77:39–45.



Научное издание

Дюбуссе Жан Феликс

СКОЛИОЗ И ГАРМОНИЯ: СИБИРСКИЕ ЛЕКЦИИ

Перевод *М.В. Михайловский*

Редактор *О. Костюкова*

Корректор *И. Шевченко*

Обложка, обработка иллюстраций, верстка *Н. Зиновьева*

Подписано в печать 27.07.2018. Формат 60х84/8.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 9,77

Тираж 300 экз. Заказ № 007-18

Отпечатано в типографии
ООО «ОЛЛПРИНТ НОВОСИБИРСК»



Ж.Ф. Дюбуссе
профессор
член Французской медицинской академии,
член Французской хирургической академии



Клиника детской вертебрологии
Новосибирского НИИТо им. Я.А. Цивьяна