



# ИЗБРАННЫЕ ЛЕКЦИИ

## ПО ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНИКА





# ПОЗВОНОЧНИК ТРЕХМЕРЕН, НО НЕ СЛЕДУЕТ ПУТАТЬ 3D-ВЫСТРАИВАНИЕ И 3D-БАЛАНС

**Ж. Дюбуссе**

*Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна*

В лекции изложены представления проф. J. Dubousset о таких фундаментальных проблемах современной вертебрологии, как баланс туловища в трехмерном пространстве, стабильность и выстраивание позвоночного столба, приведены методы качественной и количественной оценки этих параметров. Уделено внимание и профилактике переходных кифозов, ее обоснованию с авторских позиций.

**Ключевые слова:** 3D-баланс туловища, позвоночник в трехмерном пространстве, Proximal Junctional Kyphosis.

THE SPINE IS THREE-DIMENSIONAL ENTITY, THOUGH 3D ALIGNMENT AND 3D BALANCE SHOULD NOT BE CONFUSED

*J. Dubousset*

The lecture represents Prof. J. Dubousset's understanding of such fundamental problems of the modern spine medicine as the balance of the body in three-dimensional space, stability and alignment of the spinal column, and describes the methods of qualitative and quantitative assessment of these parameters. Attention is also paid to the prevention of junctional kyphosis and its justification from the author's position.

**Key Words:** 3D body balance, spine in 3-dimensional space, Proximal Junctional Kyphosis.

Для цитирования: Дюбуссе Ж. Позвоночник трехмерен, но не следует путать 3D-выстраивание и 3D-баланс // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 2. С. 77–85.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.77-85>.

Please cite this paper as: Dubousset J. The spine is three-dimensional entity, though 3D alignment and 3D balance should not be confused. Hir. Pozvonoc. 2016;13(2):77–85. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.2.77-85>.

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 Charpas 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 концевой до концевой позвонка, как и все тело больного. Такое 3D-исследование в до- и послеоперационном периоде 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 помо-

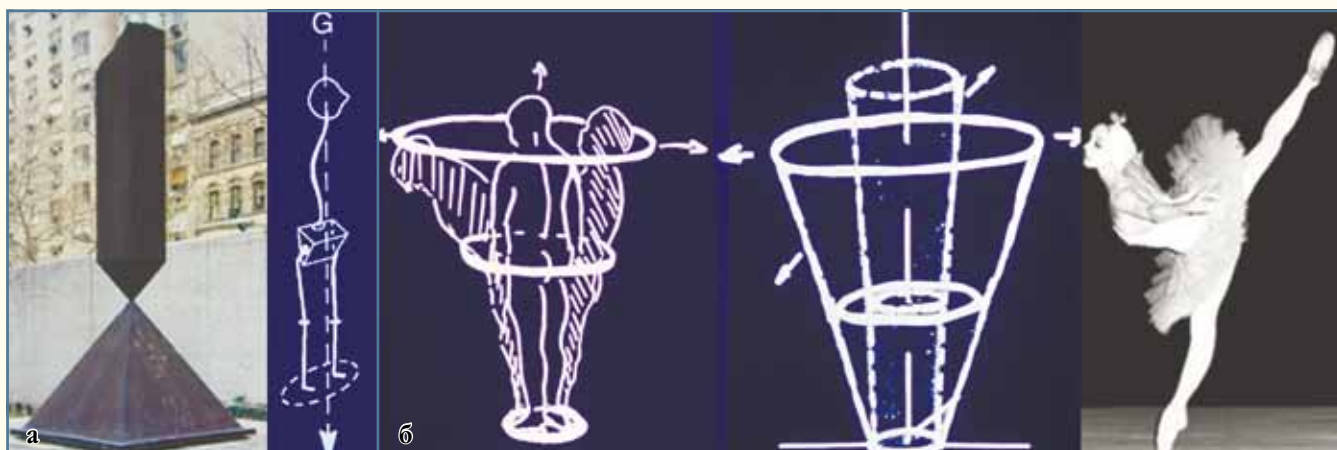


Рис. 1

Пребывание человека в вертикальном положении может быть статическим (а) и динамическим (б)



Рис. 2

3D-реконструкция EOS-машиной

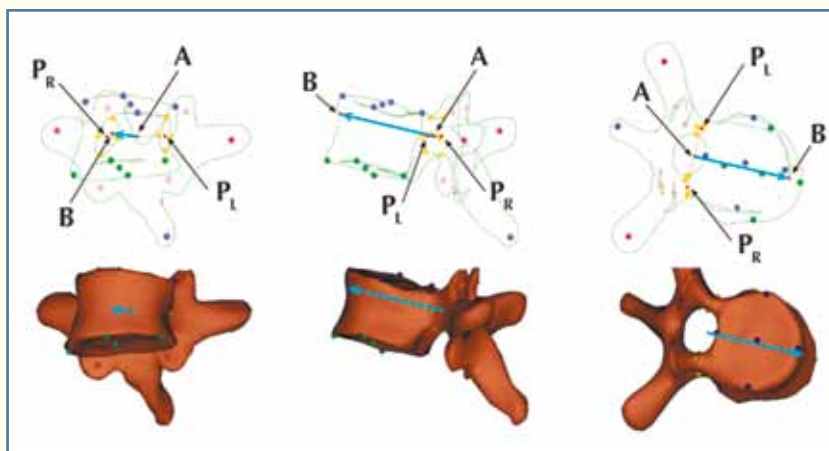


Рис. 3

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

щью позвоночного вектора группы из 301 больного со сколиозом I типа 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.

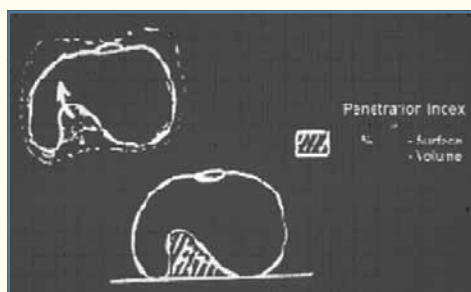
Дополнительно мною был предложен индекс вертебральной пенетрации (рис. 4, 5), характеризующий изменение формы грудной клетки в связи с проникновением в ее полость тел позвонков при лордосколиозах. Это явление легко исследовать благодаря 3D-реконструкции скелета грудной клетки. Именно поэтому во Франции 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 прилегание 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 кифотическим 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 – нестабильность». 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, потенци-



**Рис. 4**

Индекс пенетрации Dubousset: формирование внутреннего горба



**Рис. 5**

Так это выглядит клинически и на поперечных срезах грудной клетки

альная 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 срезающему и дислоцирующему воздействию. Исследование структур диска методом микро-КТ демонстрирует взаимосвязи эластиновых и фибриллиновых 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. 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 см<sup>2</sup>, обеих стоп – 160 см<sup>2</sup>, 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 характерными колебаниями в поперечной плоскости, как и во фронтальной, что братья Ducroquet называли «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 Coeur на скелете, полностью лишенном мышц, который в течение 1/100 с находился в вертикальном положении с двумя резиновыми имитаторами передних отделов капсулы обоих тазобедренных суста-

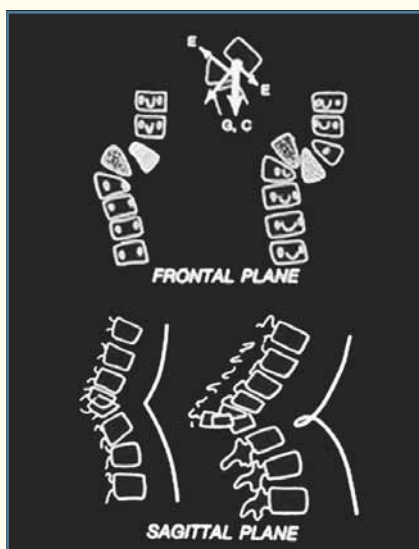


Рис. 6

Ротационная дислокация – кифоз между двумя лордозами

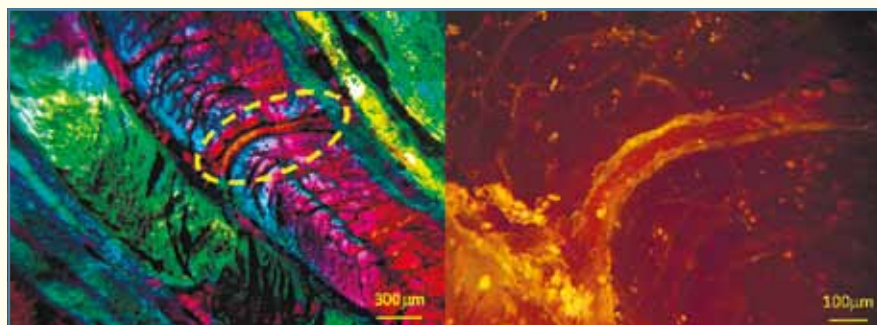


Рис. 7

Поперечные мостики между эластиновыми и фибриллиновыми тканями диска

вов 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 рефлексных 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, – то есть 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 зрения, вестибулярного аппарата, проприоцепции, наличия интеграционных модулирующих центров – глазодвигательного и соматического.

Задумавшись 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 флексиионной контрактуры (антеверсия тазобедренного 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 неуда-

чи 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, выделившим небольшой наклон (типы 1 и 2 с небольшим поясничным лордозом) и большой наклон (типы 3 и 4 с большим лордозом; рис. 8). В цепочке 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<sub>1</sub>–L<sub>2</sub>), и сравнили результаты с группой здоровых подростков. Измерялся объем движений в 3D системой «Viscop» 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).

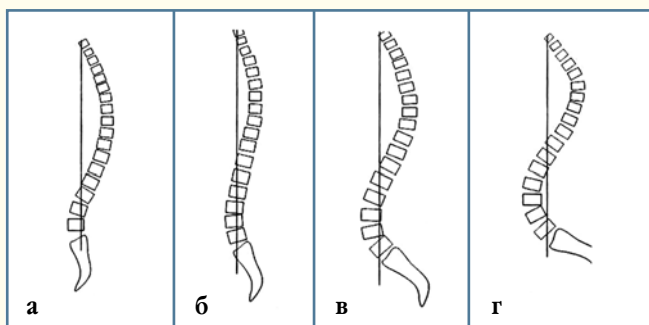
Баланс туловища – это не только вопрос углов, кифоза, лордоза, наклонов и т.д. Это также вопрос трехмерного нагромождения масс тела (голова, грудная клетка с верхними конечностями, брюшная полость, таз) относительно линии гравитации. Игнорирование этого обстоятельства объясняет некоторые неудачи больших вертебральных операций, обоснованных только расчетами проекционных углов, поскольку такой подход не учитывает компенсаторных возможностей. Если взять в качестве примера протяженный спондилодез (от Th<sub>2</sub> до крестца) с транспедикулярной остеотомией по поводу выраженного переднего наклона туловища, мы увидим на контрольных рентгенограммах великолепное восстановление сагиттального кон-

тура, 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 позвоночника – это не вопрос крюков-шуропов-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



**Рис. 8**

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

**Рис. 9**

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

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 картину (углы и массы), кроме того, оценить с позиций конуса экономии позвоночник пожилого человека.

Предоперационное исследование посылочной 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, груднопоясничный 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 груднопоясничного отде-

лов 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, трофика); 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 восстанавливать 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 Faguy 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.

*Перевод М.В. Михайловского*

#### Address correspondence to:

Dubousset Jean

23 bis rue des Cordelières, Paris, 75013, France,

jean.dubousset@wanadoo.fr

Статья поступила в редакцию 09.02.2016

*Жан Дюбуссе, профессор детской ортопедии, член Национальной медицинской академии Франции, научный консультант Новосибирского НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна.*

*Jean Dubousset, Professor of Pediatric Orthopaedics, Member of the French National Academy of Medicine, academic adviser in the Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Russia.*