



ПРОКСИМАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДНЫЕ КИФОЗЫ – АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОЙ ВЕРТЕБРОЛОГИИ

М.В. Михайловский, А.Ю. Сергунин

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

В обзоре представлена информация о развитии проксимальных переходных кифозов у пациентов с деформациями позвоночника различной этиологии после оперативной коррекции. Отдельно рассмотрены факторы риска развития этого осложнения у детей и подростков, взрослых, пациентов с ювенильными кифозами. Представлена частота развития проксимальных переходных кифозов, их классификация, современные способы их профилактики и лечения.

Ключевые слова: проксимальные переходные кифозы, факторы риска.

Для цитирования: Михайловский М.В., Сергунин А.Ю. Проксимальные переходные кифозы – актуальная проблема современной вертебрыологии // Хирургия позвоночника. 2014. №1 С. 11–23.

PROXIMAL JUNCTIONAL KYPHOSIS:
A TOPICAL PROBLEM OF MODERN SPINE SURGERY
M.V. Mikhailovsky, A.Yu. Sergunin

The review presents data on proximal junctional kyphosis developing in patients with spinal deformities of different origin after surgical correction. Risk factors for this complication are discussed separately for children and adolescents, adults, and patients with juvenile kyphosis. The incidence, classification, and modern methods of prevention and treatment of proximal junctional kyphosis are presented.

Key Words: proximal junctional kyphosis, risk factors.

Hir. Pozvonoc. 2014;(1):11–23.

Отсчет эры современной хирургии сколиоза, вероятно, следует вести от классической работы Harrington, опубликованной в 1962 г. и знаменующей появление инструментария I поколения [10]. Операция инструментального спондилодеза на значительном протяжении по определению является нефизиологичной, и рано или поздно негативные результаты ее применения должны себя проявить.

Огромный коллективный опыт показывает, что нежелательные явления возникают как в пределах зоны инструментального спондилодеза, так и вне ее. Послеоперационная потеря достигнутой коррекции, отмеченная у первой же оперированной группы больных, происходит между концевыми позвонками зоны спондилодеза. По нашему мнению, это явление должно трактоваться как послеоперационная потеря коррекции, причем параметры ее крайне индивидуальны [1]. Описанный Dubousset в 1973 г. фено-

мен коленчатого вала [7] отражает тот же процесс у растущих пациентов.

Сглаживание физиологических изгибов позвоночника в результате дистрагирующего воздействия эндокорректора – более прогнозируемое, но не менее нежелательное следствие применения метода Harrington.

Каудальнее зоны спондилодеза нередко отмечается другая патологическая ситуация, обозначаемая термином adding-on [43]. Это прогрессирующее увеличение количества позвонков, включенных дистально в первичную дугу, в сочетании с увеличением более чем на 5 мм отклонения первого позвонка ниже каудального инструментированного позвонка от CSVL (central sacral vertebral line) или с увеличением более чем на 5° наклона первого диска ниже каудального инструментированного позвонка в течение первого года после операции.

Нарушения сагиттального контура в виде формирования аномальной кифотической деформации на гра-

нице зоны инструментального спондилодеза и свободных двигательных сегментов стали объектом пристального внимания сравнительно недавно. Применительно к хирургии деформаций позвоночника принято вести речь о проксимальном (proximal junctional kyphosis – PJK) и дистальном (distal junctional kyphosis – DJK) переходных кифозах.

Первые упоминания в ортопедической литературе касаются дистальных переходных кифозов. Так, Richards et al. [37], оперировавшие с применением CDI 53 больных идиопатическим сколиозом, у 16 выявили формирование DJK. При этом авторы отметили, что изучение предоперационной рентгенографической картины не позволило выявить признаки, указывающие на высокий риск развития переходного кифоза. Еще в одной клинической серии [30] из 67 больных, оперированных по поводу идиопатического сколиоза, выявлен только один случай DJK. В серии проводи-

лось сравнение эффективности дистрактора Harrington и сегментарного инструментария, ни одного случая проксимального переходного кифоза не было.

Одной из первых, если не самой первой публикацией, посвященной анализу проблемы РЖК, была статья Lee et al. [26]. Авторы весьма тщательно проанализировали результаты хирургического лечения идиопатического сколиоза в группе из 69 больных, их работа интересна по целому ряду причин: они констатировали весьма высокий уровень развития осложнений, они первыми сформулировали ряд дефиниций, относящихся к обсуждаемой проблеме, наконец, они первыми указали на факторы риска развития РЖК и дали рекомендации по его профилактике.

Все 69 больных были оперированы с применением сегментарного инструментария со сроками наблюдения не менее двух лет. Верхний инструментированный позвонок определялся как наиболее проксимальный в угле Cobb и расположенный минимум на один сегмент краниальнее физиологического грудного кифоза. Во всех случаях расположение этого позвонка соответствовало уровню Th₃–Th₅.

Под переходным кифозом авторы подразумевали деформацию в сагиттальной плоскости между верхним инструментированным и следующим за ним краниально позвонками. Кроме того, они дали определение так называемому аномальному кифозу, величина которого характеризовала сагиттальный профиль отдела позвоночника от Th₂ до краниально инструментированного позвонка включительно. Аномальным такой кифоз считается в том случае, если его величина более чем на 5° превышает нормальный суммарный показатель для исследуемых сегментов. Например, по данным Bernhardt, Bridwell [3], если нормальный проксимальный кифоз на протяжении от Th₂ до Th₄ составляет 6,5°, то аномальный – минимум 11,5° (6,5° + 5,0°).

Анализ материала показал, что у 37 (54 %) больных проксимальный кифоз

был нормальным, у 32 (46 %) – аномальным, 5,3 и 21,2° соответственно. Более того, проксимальный кифоз в первой группе составил до операции 2,7°, а во второй – 10,3°, что позволило авторам предположить, что исходное состояние сагиттального контура краниальных грудных позвонков можно расценивать как фактор риска развития аномального проксимального кифоза. Переходный кифоз (на одном уровне) до операции равнялся 1,7 и 6,5° в первой и второй группах, а после операции – 2,6 и 12,6° соответственно.

Количество заблокированных сегментов над вершиной физиологического кифоза, тест Risser, величина поясничного лордоза и грудопоясничного перехода, возрастной и половой состав, величина сколиотической деформации отличались в обеих группах мало. Факторами риска авторы считают величину сагиттальной дуги от Th₂ до предполагаемого верхнего инструментированного позвонка более 10° и дооперационный переходный кифоз более 5°. В рассматриваемой группе они не усмотрели показаний к повторным операциям. Лишь в одном случае инструментальный спондилодез был продлен проксимально до Th₂ с отличным результатом.

Скорее интуитивно, нежели основываясь на конкретных данных, авторы высказывают мысль, что формирование проксимального кифоза является реакцией на происходящие в ходе вмешательства изменения сагиттального контура поясничного лордоза и грудопоясничного перехода. Практическим выводом своего исследования они считают необходимость включения в зону инструментального спондилодеза все проксимальные сегменты с величиной деформации более 5°.

Rhee et al [36] в 2002 г. исследовали влияние различных типов инструментария на сагиттальный контур позвоночника у больных идиопатическим сколиозом. Шло уже второе десятилетие применения сегментарного позвоночного инструментария, хирур-

гам было совершенно ясно, что достижение нормального сагиттального баланса является чрезвычайно важным компонентом отдаленного результата хирургической коррекции деформации позвоночника. Позвоночный столб плохо справляется с грубыми изменениями сагиттального контура, формируемыми в ходе оперативного вмешательства (flat-back syndrome), поэтому формирование гармоничного сагиттального контура не менее важно, чем коррекция деформации во фронтальной плоскости.

Авторы обследовали 110 больных, оперированных с применением как дорсального, так и вентрального инструментария различной степени протяженности. При оценке полученных результатов использовали новый показатель (proximal junctional measurement – PJM), несколько отличающийся от использованного Lee et al. [26]. PJM представляет собой угол Cobb, определенный между верхним инструментированным позвонком и позвонком, расположенным на два сегмента краниальнее. Проанализировав результаты двух групп пациентов, сравнимых по возрасту, срокам наблюдения и иным показателям, Rhee et al. [36] пришли к выводу, что дорсальный инструментарий вызывает несколько большее увеличение PJM, чем вентральный, то есть в большей степени способствует развитию проксимального переходного кифоза. Следует отметить, что разница была невелика и в среднем не превышала 4–6°. У больных, оперированных с применением дорсального инструментария, в конце периода наблюдения в 35 % случаев отмечено увеличение PJM на 10° и более, только в 17 % – на 15° и более. При этом ни в одном случае больные не предъявляли жалоб, ни в одном случае не потребовалось ревизионного вмешательства. Возможными причинами увеличения PJM при использовании дорсального инструментария авторы считают следующие:

- нарушение целостности задних опорных структур, в том числе надостной и межкостистой связок;

- прилагаемое дорсально компрессионное усилие – при формировании проксимального захвата или при коррекции верхнегрудного противоискривления со стороны выпуклости последнего;
- увеличение РЖМ может быть компенсаторной реакцией на сглаживание грудного кифоза, характерное для использования дорсального позвоночного инструментария.

Glattes et al. [8] в 2005 г. впервые проанализировали факторы риска развития РЖК у взрослых пациентов. Всего исследован 81 больной, средний возраст группы 45 лет, средний срок наблюдения 5,3 года. Величина сколиотической дуги варьировала от 40 до 115° (в среднем 49–59°). Как и Rhee et al. [36], авторы исследовали в динамике величину проксимального перехода (РЖМ у Rhee et al.), но уточнили ее количественные параметры. О наличии РЖК можно говорить, если величина проксимального перехода больше или равна 10° или на 10° больше, чем в дооперационном периоде (рис. 1). Параметры РЖК, определенные Glattes et al., используются сейчас повсеместно. В качестве возможных факторов риска развития РЖК рассматривали следующие: возраст на момент операции, длительность послеоперационного наблюдения, курение, уровень верхнего

инструментированного позвонка, количество фиксирующих элементов на трех верхних инструментированных позвонках, количество крюков на верхнем инструментированном позвонке, расположение верхней границы зоны спондилодеза на уровне Th₂–Th₄ позвонков, исходная величина сагиттального перехода больше нормальной на 5°.

Развитие РЖК констатировано у 21 пациента из 81 (26 %). Результаты анкетирования больных (SRS-24) показали отсутствие сколько-нибудь существенных различий между этой группой и остальными 60 пациентами. Ни один из потенциальных факторов риска таковым не оказался. Только у 9 больных верхний инструментированный позвонок был фиксирован не крюками, а двумя педикулярными шурупами, причем у 4 из 9 больных развился РЖК. Однако авторы справедливо сочли эти последние данные недостоверными из-за малого количества наблюдений. По данным авторов, развитие РЖК несколько более вероятно при расположении верхнего инструментированного позвонка на уровне Th₃. Нельзя не согласиться с высказанным ими мнением, что сложная биомеханика шейно-грудного отдела позвоночника с достаточным резким переходом от мобильного к малоподвижному сегменту может

играть роль в развитии дегенеративных изменений в области проксимального перехода.

Группа испанских ортопедов [38], исследовав рентгенограммы 19 оперированных больных, выяснила, что использование при определении проксимального переходного угла первого или второго позвонка над верхним инструментированным принципиального значения не имеет.

В 2009 г. группой авторов (Anderson et al.) проведено биомеханическое исследование на препаратах грудного отдела позвоночника человека [2]. Оказалось, что подготовка ложа для супраламинарного крюка в сочетании с повреждением супраи надостной связок весьма существенно (на 12,6 %) снижает сопротивление позвоночного сегмента флексийным нагрузкам. Рассечение остальных мягкотканых образований дорсальных отделов позвоночника увеличивает этот показатель до 44,7 %, а разрушение всех дорсальных структур, как при остеотомии Smith-Petersen, – до 67,6 %. Эти данные в дальнейшем постоянно упоминались исследователями проблемы переходных кифозов.

Рассмотрение литературных данных по проблеме РЖК считаем целесообразным продолжить отдельно для двух возрастных групп – детей и подростков (до 20 лет) и взрослых (более 20 лет).

РЖК у детей и подростков. Анализ материала, посвященного проблеме РЖК у детей и подростков, вероятно, следует начать с работ группы авторов из Вашингтона во главе с д-ром Kim [23, 24]. В 2004, 2006 гг. они оценили эффективность различных типов инструментария в хирургии идиопатического сколиоза подростков. Сравнение педикулярных шурупов и гибридной конструкции достоверных различий не выявило. Сравнение же педикулярных шурупов и крюков продемонстрировало значительные различия – 38 % РЖК при использовании шурупов и 19 % при использовании крюков.

В 2005 г. Kim et al. [20] провели первое исследование проблемы РЖК

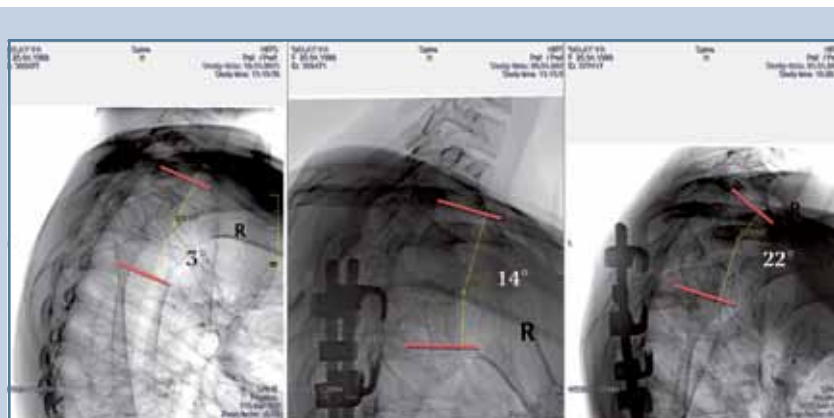


Рис. 1

Формирование РЖК у пациента с идиопатическим сколиозом подростков: РЖМ до операции 3°, через 2 недели – 14°, через 7 мес. – 22°

в отдаленном послеоперационном периоде. Опубликовали анализ результатов хирургической коррекции идиопатического сколиоза у 193 больных со средним сроком наблюдения 7,3 года. Средний возраст пациентов 14,3 года, средняя протяженность зоны спондилодеза 11,6 сегмента; 137 больных оперированы с применением только крюковой фиксации, у 56 использована гибридная конструкция. Авторами были использованы критерии Glattes et al. [8] для диагностики РЖК (см. выше).

В отдаленные сроки после вмешательства РЖК диагностирован у 50 (26 %) больных, причем у большинства из них формирование кифоза отмечено значительно раньше – через два года после вмешательства. Угол проксимального перехода в группе РЖК нарастал резко – с 7,0 до 22,2° через два года после операции, а в дальнейшем – до 23,9°. Во второй группе картина совершенно иная: исходная величина проксимального перехода – 5,9°, через два года после операции – 7,8°, а еще через пять лет – 7,6°. Судя по результатам анкетирования больных (инструмент SRS-24), наличие РЖК не сказывается сколько-нибудь существенно на состоянии пациентов и оценке результатов лечения, которую они дают в опросниках.

Возраст на момент операции, тест Risser, величина сколиотической дуги (как основной грудной, так и грудного противоиоискривления) до операции и в послеоперационном периоде факторами риска развития РЖК не являются. С другой стороны, гибридные конструкции сочетали с развитием РЖК гораздо чаще, чем крюковые (38 и 21 % соответственно). Выявлено, что чем больше исходная величина грудного кифоза, тем выше шанс формирования РЖК: 10 % при гипокифозах, 28 % при нормокифозах, 44 % при гиперкифозах. Также к факторам риска, вероятно, можно отнести выполнение торакопластики как этапа основного вмешательства. Величина угла проксимального перехода, количество точек фиксации, использование двусторонних захватов расцени-

вать в качестве факторов риска нет оснований.

Авторы делают вывод, что при наличии признаков РЖК на спондилограммах через два года после операции дальнейшее прогрессирование деформации продолжается низкими темпами, а сам переходный кифоз практически не сказывается на ощущениях больных и их оценке проведенного лечения. Причин тому две: больные слишком молоды, чтобы жаловаться на боль в позвоночнике, у них еще не сформировались дегенеративные изменения; инструмент SRS, вероятно, не настолько чувствителен, чтобы давать оценку изменениям в переходном шейно-грудном отделе позвоночника.

Несколько странным выглядит то обстоятельство, что гибридные конструкции чаще сопровождаются развитием РЖК, чем крюковые. Гибридные конструкции априори более ригидны, но эта ригидность нарастает и ориентирована в дистальном направлении – от крюков к шурупам. Явного объяснения этому несоответствию авторы не видят.

Очередная работа Kim et al. [21] опубликована в 2007 г. и построена на большом клинко-рентгенографическом материале. Всего обследовано 410 больных (средний возраст 14,3 года), оперированных по поводу идиопатического сколиоза с применением крюковой, гибридной и педикулярной систем крепления, со средним сроком наблюдения более двух лет. У 132 больных в ходе основного вмешательства выполнялась торакопластика. Авторы использовали теперь уже общепринятые критерии определения РЖК, но при этом подчеркнули, что только при соответствии обоим пунктам можно говорить о патологическом кифозе, так как в некоторых случаях предоперационно исследуемые сегменты могут быть лордотическими.

Развитие переходного кифоза констатировано в 27 % случаев (111 из 410), причем до операции у пациентов в обеих подгруппах деформация составляла в среднем 6°, но сразу же

после вмешательства у одних больных кифоз увеличился в среднем до 13°, а в дальнейшем – до 22°, а у других сохранялся на уровне 8° в течение всего периода наблюдения. Выявлена связь с исходной величиной грудного кифоза (46 % РЖК при гиперкифозах, 27 % при нормокифозах и 14 % при гипокифозах). Среди пациентов, у которых выполнена торакопластика, РЖК отмечен в 36 %, у прочих – в 18 %. Это явление авторы склонны объяснить тем, что резекция ребер потенциально дестабилизирует реберно-позвоночный каркас, создавая при этом концентрацию напряжения в переходном проксимальном отделе. У женщин РЖК развивается реже, что не находит пока объяснения. При использовании крюкового типа фиксации РЖК выявлен в 22 % случаев, при гибридном – в 29 %, при педикулярном – в 35 %. Количество заблокированных позвонков, исходный кифоз в переходном отделе, тип деформации по Lenke, уровень верхнего инструментированного позвонка не являются факторами риска развития РЖК. Данные анкетирования (SRS-24) не выявили различий между группами больных. Ни в одном случае развития проксимального переходного кифоза не потребовалось дополнительного вмешательства, поскольку пациенты не предъявляли жалоб ни на боли, ни на ухудшение внешнего вида.

В большом мультицентровом исследовании Kim et al. [22] проанализировали до- и послеоперационные рентгенограммы 518 больных, оперированных с применением различных типов дорсального инструментария в среднем возрасте 14,7 года и при сроке наблюдения 4,5 года. Частота развития РЖК составила 12 % (62 из 518). Авторам удалось выявить достоверную связь между развитием РЖК и увеличением грудного кифоза непосредственно после вмешательства. Если в ходе коррекции удастся хотя бы на 10° увеличить грудной кифоз, величина переходного угла растет достоверно меньше. Влияния других факторов риска авторы не обнаружили.

Sukato et al. [40] представили результаты оперативного лечения 353 больных идиопатическим сколиозом в возрасте 14–15 лет, наблюдавшихся минимум два года. Использовано три типа инструментария: вентральный, дорсальный гибридный, дорсальный крюковой. Величина исходной кифотической деформации на уровне Th₂–Th₅ позвонков во всех трех группах была практически одинаковой. Если же рассматривать больных трех групп (передний спондилодез – задний спондилодез-крюки – задний спондилодез-гибрид) на предмет наличия на указанном уровне кифоза более 10°, то картина получается следующей. До операции их содержание в группах 35,8, 38,6, 48,3 % соответственно, через 6–8 недель тенденция сохраняется (30,7, 58,8, 66,7 %), а через год резко возрастает число переходных кифозов в группе больных, оперированных с применением гибридного инструментария (25,7, 34,0, 59,2 %).

Очередную попытку оценить частоту и факторы риска развития РЖК предприняли в 2008 г. Hollenbeck et al. [15]. Основываясь на данных литературы, авторы высказывают предположение, что возрастание частоты РЖК есть следствие широкого использования жестких крюковых эндокорректоров. Они не исключают, что подобные осложнения ранее просто просматривались. Авторы оперировали 174 пациента с идиопатическим сколиозом, средний возраст 14,7 года, продолжительность наблюдения 4,9 года. В ходе вмешательства использовались только крюковые фиксаторы.

Развитие РЖК отмечено в 16 (9,2 %) случаях, причем величина переходного угла исходно была одинаковой, а затем резко возросла в группе РЖК – 14 против 2°. Авторы исследовали влияние 15 предполагаемых факторов риска (демографические данные, исходная величина переходного угла, уровень верхнего инструментированного позвонка, тип деформации, тип крепления крюков к концевому позвонку, использование переднего доступа, резекция ребер, протяженность инструментального спон-

дилудеза), но связи с развитием РЖК не выявили. Нарушения качества жизни больных, по данным анкетирования, также не отмечено.

Helgeson et al. [13] поставили перед собой задачу – выявить связь развития РЖК с типом эндокорректора у больных идиопатическим сколиозом подростков. Всего 283 пациента (14,6 года) были разделены по этому признаку на четыре группы: I) только крюки; II) гибридная конструкция; III) только педикулярные шурупы; IV) педикулярные шурупы, кроме верхнего инструментированного позвонка, где стоят крюки. Проксимальный переходный угол определялся только по двум позвонкам (1 позвоночно-двигательный сегмент) – верхнему инструментированному и соседнему краниальному. Величина этого угла до операции и через два года после наиболее резко менялась в группе III (5,6°) и наименьшим образом – в группе I (1,4°). Если определять РЖК как увеличение дооперационного угла на 15° (в отличие от всех других авторов) и более, то в I группе частота его равнялась нулю, во II – 2,5 %, в III – 8,1 %, в IV – 5,6 %. Единственным фактором риска является увеличение индекса массы тела у больных с РЖК.

По мнению авторов, более частое развитие РЖК при использовании только педикулярных шурупов следует объяснить комплексом факторов:

- более выраженное повреждение мягких тканей (мышц, связок, капсул суставов);
- более выраженная коррекция сколиотической деформации;
- тенденция к сглаживанию грудного кифоза;
- повышенная ригидность конструкции.

В связи с этим авторы рекомендуют, как минимум, использовать педикулярно-поперечный захват на уровне верхнего инструментированного позвонка. Как и все другие исследователи, Helgeson et al. не нашли параллелей между рентгеновской картиной и клиникой.

Wang et al. [44] исследовали проблему у детей младше 10 лет, оперирован-

ных по поводу врожденных сколиозов. У всех 37 детей проведена дорсальная гемивертебрэктомия с коротким спондилодезом. Развитие РЖК констатировано у 7 (19 %) больных, верхний инструментированный позвонок у этих детей располагался на уровне Th₉ и каудальнее. Кифозы протекали бессимптомно и повторных операций не потребовалось.

Факторы риска развития РЖК у детей с ранними сколиозами на фоне многоэтапного лечения растущими стержнями выяснили Watanabe et al. [46]. Обследовано 88 больных со средним возрастом начала лечения 6,5 года. Кифоз развился у 21 (24 %) больного. Факторами риска следует считать дооперационный грудной кифоз, проксимальный грудной сколиоз, уровень нижнего инструментированного позвонка и использование педикулярных шурупов для формирования проксимального захвата.

Наиболее часто факторами риска развития РЖК у детей и подростков считаются использование транспедикулярной фиксации на всем протяжении зоны блока и сглаживание физиологического грудного кифоза после операции.

РЖК у взрослых пациентов. В 2008 г. группа японских хирургов [41] исследовала частоту развития и факторы риска РЖК после операций по поводу остеопоротического коллапса тел позвонков (posterior shortening osteotomy, vertebroplasty) у 39 больных. Развитие РЖК констатировано в 9 (23 %) случаях, факторами риска можно считать расположение верхнего инструментированного позвонка на уровне L₁ или на уровне сегмента, где исходная кифотическая деформация превышает 5°.

Группа авторов [25] исследовала проблему РЖК применительно к взрослым пациентам с большими сроками послеоперационного наблюдения. Всего больных было 161 (средний возраст 45,2 года), диагнозы были различные, но преобладали сколиозы. Средний срок наблюдения после вмешательства – 7,8 года. В конце этого срока формирование РЖК констати-

ровано у 62 (39 %) больных. Величина проксимального перехода у этих больных через 8 недель после вмешательства возрастала с 3 до 14°, через два года – до 15°, в конечном итоге – до 20°. У больных без РЖК эта же величина выросла с 3 до 7°. К факторам риска развития РЖК авторы отнесли возраст старше 55 лет, переднезаднее вмешательство, нижний инструментированный позвонок на уровне S₁, использование педикулярных шурупов (53 против 34 % при крюковых конструкциях). Верхний инструментированный позвонок на уровне Th₂–Th₆ чаще сочетается с РЖК, чем на уровне Th₁₁–L₂ позвонков. С другой стороны, исходный грудной гиперкифоз, ранее проведенные на позвоночнике вмешательства факторами риска не являются. Данные SRS-анкетирования показывают, что имеются существенные различия в самооценке внешности между пациентами с РЖК больше 20 и меньше 10°.

Итальянцы Di Silvestre et al. [5], оперировавшие 38 взрослых пациентов с идиопатическим сколиозом, выявили РЖК в 23,7 % случаев, а при использовании короткого инструментария (верхний инструментированный позвонок – на уровне от Th₁₀ до L₁) – в 50,0 %. Средний возраст этой группы пациентов – 66 лет.

Yagi et al. [47] представили самый большой клинический материал, посвященный проблеме РЖК у взрослых пациентов. Всего было прооперировано 157 больных сколиозом. Средний возраст составил 47 лет, срок послеоперационного наблюдения – 4,3 года. Развитие переходного кифоза констатировано у 32 (20 %) больных. Фактором риска следует считать, по мнению авторов, продление костного блока до крестца при использовании сегментарного инструментария. В то же время BMI (body mass index), возраст, пол, тип инструментария факторами риска не являются. Результаты анкетирования (SRS, ODI) не выявили

разницы в восприятии результатов лечения между больными с РЖК и без такового. У более молодых пациентов РЖК обычно протекает бессимптомно и крайне редко требует повторной хирургической активности.

Эта же группа авторов Yagi et al. [48] через год опубликовала результаты более глубокого исследования: 76 больных в возрасте 48 лет с минимальным сроком послеоперационного наблюдения 5 лет (в среднем 7,3 года) были детально обследованы на предмет выявления факторов риска развития РЖК, частоты и естественного течения этого осложнения. Частота развития РЖК – 22,4 % (17 из 76), причем у 13 деформация возникла в течение 12 недель после операции. Только у 4 больных кифоз сопровождался болевым синдромом, в двух случаях понадобилась операция. Факторами риска не являются возраст, пол, срок наблюдения, BMI, тип операции, протяженность блока, дооперационный переходный угол, параметры сагиттального контура, тип инструментария верхнего концевого позвонка, торакопластика. Факторами риска являются дорсальный инструментарий, спондилодез до крестца, нарушение GSA¹, грубое нарушение SVA². В группе РЖК отмечен низкий уровень BMD (body mass density), большая разница (более 50 мм) по SVA, GSA (после операции в 80 % случаев более 45°). По мнению авторов, высокая GSA приводит к развитию положительного SVA, повышая тем самым напряжение на концах зоны спондилодеза и риск развития переходных деформаций. Сохранение дорсальных анатомических структур при использовании вентрального инструментария – метод предотвращения РЖК. По данным анкетирования, существенных различий между группами нет.

Kim et al. [19] изучили результаты оперативного лечения 249 больных идиопатическим сколиозом со средним возрастом 35 (15–62) лет.

РЖК выявлен в 17 % случаев, причем в этой группе пациентов средний возраст был 42 года. Почти в половине случаев формирование переходного кифоза произошло в течение первого года после вмешательства. Авторы подчеркнули, что существует целый ряд факторов риска развития РЖК (возраст более 50 лет, остеопения или остеопороз, включение крестца в блок, характер доступа и расположение сагиттальной сакральной вертикальной линии), но самыми важными являются два: переднезадний оперативный доступ и уровень верхнего инструментированного позвонка (Th₁–Th₃). Использование комбинированного доступа повышает риск развития РЖК в три раза, а расположение верхнего инструментированного позвонка на уровне Th₁–Th₃ – в два раза. Авторы подчеркивают, что, в отличие от других исследователей, использовали метод мультивариантного анализа данных.

В 2013 г. Hassanzadeh et al. [12] проанализировали влияние типа проксимального захвата при использовании протяженного спондилодеза у взрослых пациентов. Всего было 47 больных в возрасте от 20 до 78 лет. Сроки наблюдения – от 2 до 7 лет. В 20 случаях на верхнем инструментированном позвонке установлены крюки на поперечные отростки, в 29 – педикулярные шурупы. В обеих группах на всех остальных уровнях установлены педикулярные шурупы. При этом обращалось особое внимание на сохранение межкостистых связок и параспинальной мускулатуры. При сравнении непосредственно послеоперационного статуса и состояния в конце срока наблюдения оказалось, что в первой группе РЖК не было, а во второй он выявлен в 8 (29,6 %) случаях. Если отсчет вести от предоперационного статуса, то разница еще существеннее – 2 (10,0 %) случая в первой группе и 13 (48,0 %) – во второй. По данным анкетирования (SRS-22), больные первой

¹GSA (global spine alignment) – сумма величин грудного кифоза (+), поясничного лордоза (-), pelvic incidence (+), в норме не превышает 45°.

²SVA (sagittal vertical axis) – отстояние линии отвеса от центра C₇ позвонка относительно краниодорсального угла S₁ позвонка, при вентральном смещении оценивается как положительный, при дорсальном – как отрицательный; количественные градации в литературе не обнаружены.

группы демонстрировали более высокие функциональные показатели.

Kim et al. [17] констатировали развитие РЖК в 34 % случаев (70 из 206 больных), причем факторами риска они считают пожилую возраст, дегенеративный сколиоз, фиксацию верхнего инструментированного позвонка педикулярными шурупами и большую коррекцию поясничного лордоза.

McClendon et al. [31] выяснили на своем клиническом материале (75 больных, средний возраст 59 лет), что переходный кифоз сформировался в 25,6 % случаев. При этом оказалось, что фактором риска может служить тип деформации (кифоз) и металл, из которого изготовлен имплантат (стальные стержни чаще сопровождались развитием РЖК, чем хромокобальтовые). Тип имплантата (крюки, шурупы) статистически достоверной роли не играет.

Na et al. [9] исследовали влияние уровня верхнего инструментированного позвонка на частоту развития РЖК в группе из 89 взрослых больных. В одной подгруппе верхний инструментированный позвонок находился на уровне Th₂–Th₅ позвонков, в другой – на уровне Th₉–L₁. Переходный кифоз сформировался в 27 % случаев в первой подгруппе и в 34 % – во второй. Статистически это различие малодостоверно. В то же время переломы позвонков чаще отмечались в дистальной группе, а подвывихи – в проксимальной.

Наиболее часто выделяемым фактором риска является продление зоны спондилодеза до крестца.

РЖК при болезни Шейерманна. Учитывая биомеханические особенности ювенильного кифоза, мы сочли целесообразным рассмотреть проблемы РЖК при этом заболевании.

В 1994 г. Lowe, Kasten [28] опубликовали результаты операции у 32 больных (средний возраст 25 лет, наблюдение – 3,5 года). РЖК констатирован у 10 (31,2 %) больных, причем определялся он на протяжении от краниальной замыкательной пластинки верхнего инструментированного позвонка до максимально кифозированного

позвонка проксимально. У 5 больных была мобильная деформация, коррекция превысила 50 % ее исходной величины. У 22 больных без РЖК подобная ситуация констатирована лишь дважды, разница статистически достоверна. У 5 пациентов с РЖК зона спондилодеза проксимально на 1–2 сегмента не достигала верхнего инструментированного позвонка. Из остальных 22 больных подобная протяженность зоны блока была у 4, РЖК не развился. Авторы полагают, что следует избегать гиперкоррекции – не более чем на 50 % от исходной величины и не более чем до 40°. Зона спондилодеза должна включать проксимальный позвонок измеряемой дуги. Хотя в описанной серии пациентов не отмечено развития болевого синдрома, риск развития дегенеративных изменений остается.

Lopner et al. [27] опубликовали результаты операций у большой группы больных – 78 человек. Переходный кифоз выявлен у 25 (32,1 %), причем если во всей группе до операции он составлял 1°, то у этих 25 человек прогрессировал более чем на 20°. Реоперация выполнена только в одном случае – продление зоны спондилодеза до уровня Th₁. Авторами подчеркнуты следующие закономерности:

- чем меньше в процентном отношении корригирована кифотическая деформация, тем больше шанс формирования РЖК;
- величина РЖК находится в прямой линейной зависимости от наклона таза (pelvic incidence);
- если зона спондилодеза распространяется до верхнего позвонка в измеряемой дуге или краниальнее, риск развития РЖК снижается;
- связи с типом крепления (крюки или шурупы) не выявлено.

Denis et al. [4] выявили РЖК у 20 из 67 больных (средний возраст 37 лет) и определили факторы риска развития этого осложнения следующим образом: невключение концевых позвонка измеряемой дуги в блок, повреждение желтой связки или комбинация.

На этом фоне несколько диссонируют данные Hosman et al. [16], кото-

рые выявили РЖК только у одного больного из 36 оперированных, и результаты Poolman et al. [35] – 3 из 23. В целом, факторами риска развития РЖК при ювенильных кифозах являются невключение в зону блока проксимального позвонка по углу Cobb и гиперкоррекция деформации.

Мы располагаем интересным наблюдением. В клинике детской и подростковой вертебрологии НИИТО оперированы 16-летние братья-близнецы с тяжелыми кифозами на почве болезни Шейерманна, оба были оперированы в 2010 г. – дискэктомия, межтеловой спондилодез аутокостью, коррекция кифоза сегментарным инструментарием. В зону спондилодеза были включены все позвонки угла Cobb, коррекция кифоза не превысила 50 % от исходной величины. У одного из братьев достигнутая коррекция сохраняется, сагиттальный контур свободных от блока позвоночно-двигательных сегментов не меняется, у второго в течение полугода после операции констатирован грубый переходный кифоз, потребовавший повторного вмешательства – вертебротомии Smith-Petersen и продления зоны спондилодеза до шейного отдела позвоночника (рис. 2).

Есть в литературе и исследование РЖК применительно к детскому церебральному параличу. Sponseller et al. [39] привели результаты обследования 116 больных ДЦП, оперированных минимум за два года до исследования. В отличие от большинства авторов, Sponseller et al. определили РЖК как деформацию более 15° на уровне верхнего инструментированного позвонка и двух сегментов краниальнее. Развитие РЖК констатировано у 18 (15 %) больных. Факторы риска: отсутствие ментальных нарушений, дооперационный кифоз Th₂–Th₁₂ более 45°, большая интраоперационная коррекция кифоза. Тип фиксации значения не имеет.

В 2012 г. увидела свет первая работа, в которой факторы риска развития РЖК оценивались в соответствии с принципами доказательной медицины [18]. Из 85 литературных источ-

ников по обсуждаемой проблеме было отобрано 8, соответствующих избранному критерию. Частота развития переходного кифоза варьировала от 17 до 39 %, причем в большинстве случаев они формировались в течение первых двух лет после вмешательства. Факторами риска развития РЖК авторы исследования считают пожилой возраст, включение в блок крестца, дорсовентральное вмешательство, торакопластику, расположение верхнего инструментированного позвонка на уровне Th₁–Th₃. Сюда же отнесены случаи послеоперационного нарушения сагиттального контура позвоночника (гипокифоз, гиперкифоз). Несмотря на наличие переходного кифоза, качество жизни пациентов практически не меняется. Уровень достоверности всех положений – от умеренного до низкого.

По мере коллективного исследования проблемы, как это обычно бывает, высвечиваются все новые ее аспекты. Формирование РЖК – не единственное анатомическое изменение позвоночника на границе фиксированной и мобильной зон. Не менее, а, вероятно, и более серьезное осложнение – переломы тел позвонков в проксимальной переходной зоне. Watanabe et al. [45] описали группу из 10 паци-

ентов, отобранных из 428 больных, пролеченных с применением протяженного дорсального спондилодеза и педикулярных шурупов. Средний возраст больных – 68 лет, причины операции – поясничный сколиоз, сагиттальный дисбаланс. Особенности анатомических изменений в проксимальной переходной зоне позволили авторам выделить две подгруппы. В первую вошли 5 больных, у которых выявлен коллапс верхнего инструментированного позвонка и подвывих вышележащего. Во второй (тоже 5 больных) констатирован перелом позвонка, расположенного непосредственно над зоной блока. В первой подгруппе у 4 больных выполнен ревизионный спондилодез до верхнегрудного отдела позвоночника, во второй – по одному случаю ревизионного спондилодеза и вертебропластики. Помимо повышения напряжений в переходной зоне, авторы видят следующие факторы риска подобных переломов тел позвонков: пожилой возраст, остеопения, сопутствующие заболевания, выраженный сагиттальный дисбаланс. Также важным фактором является большая коррекция в сагиттальной плоскости, после чего в срок до 6 мес. может развиваться перелом с подвывихом вышеле-

жащего позвонка с неврологическим дефицитом.

В 2013 г. появился новый термин, характеризующий подобную патологическую ситуацию в области проксимального конца зоны блока, – proximal junctional failure (PJF). Это остро развившийся коллапс с переломом тела позвонка, другое название – topping-off syndrome [34]. Факторами риска, по мнению автора, являются возраст свыше 55 лет, остеопения, ожирение, патология ЦНС, сагиттальный дисбаланс, дорсовентральное вмешательство, использование ригидного инструментария. Исходя из этого, Polly использует вертебропластику на один уровень проксимальнее зоны блока и связывание тикроновыми швами остистых отростков проксимального в блоке и вышележащего позвонков.

Hart et al. [11] определяют PJF как РЖК >10° + перелом верхнего инструментированного позвонка либо первого позвонка над блоком. В их группе из 172 человек PJF выявлен 23 (13,3 %) раза, а РЖК – 36 (20,5 %), при этом неврологической симптоматики не выявлено. PJF гораздо чаще, чем РЖК, требует продления спондилодеза (14,6 и 1,9 % соответственно). Существенного ухудшения качества

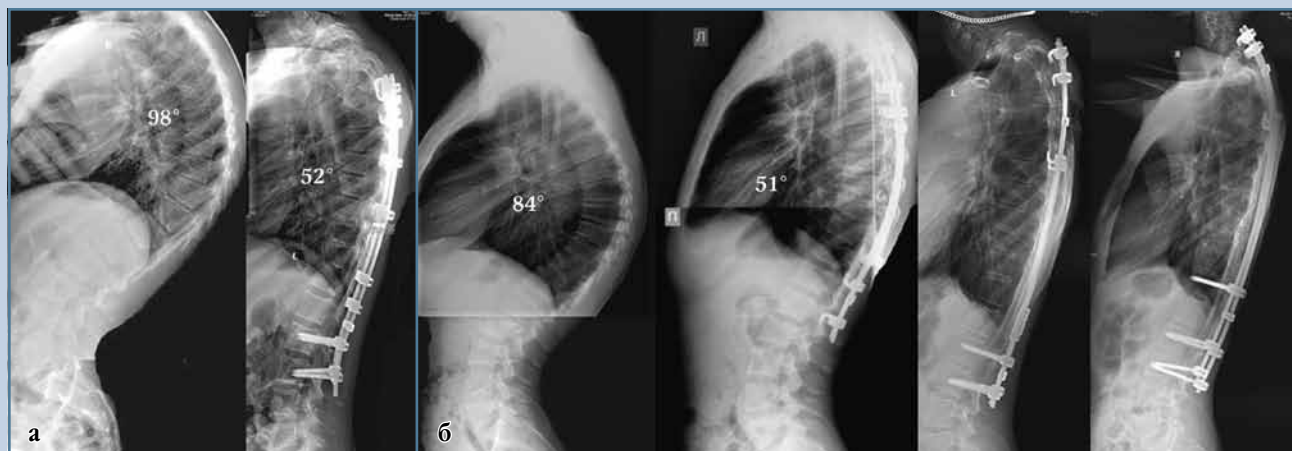


Рис. 2

Коррекция кифоза и стабильное послеоперационное течение у пациента А. (а) и формирование РЖК у его брата-близнеца В., потребовавшее ревизионного вмешательства (б)

жизни, по данным анкетирования, не выявлено.

Другое определение PJF дали Yagi et al. [49]: любой тип клинически значимого РЖК, который требует ревизионного вмешательства. Такая операция была проведена авторами 23 больным, причем у 11 переходный кифоз развился повторно, у 9 потребовалась еще одна операция. Авторы разработали первую классификацию РЖК по типу, степени и наличию спондилолистеза: тип 1 – повреждение дисков и связок; тип 2 – повреждение костной ткани; тип 3 – повреждение в месте контакта металла и кости. Степень А – проксимальный кифоз 10–19°; В – проксимальный кифоз 20–29°; С – проксимальный кифоз более 30°. Спондилолистез: N – отсутствие спондилолистеза выше верхнего инструментированного позвонка; S – спондилолистез выше верхнего инструментированного позвонка.

Hiratzka et al. [14] определили факторы риска развития PJF у 79 взрослых пациентов после операции инструментального спондилодеза в пределах от Th₉ до L₄. PJF выявлен у 25 (32 %) больных: перелом тела позвонка (9), кифоз более 10° (7), проблемы с имплантатом (7), перелом кости и смещение имплантата (2). Наиболее достоверным фактором риска (68 % вероятности) было сочетание грудного кифоза более 45° и наклон Th₅ позвонка более 20°.

Профилактика и лечение РЖК. Первую попытку предотвратить развитие РЖК предприняли Voros et al. [42], которые осуществили вертебропластику костным цементом на основе полиметилметакрилата двух позвонков (проксимального инструментированного и соседнего краниального) у 11 больных, перенесших операцию протяженного дорсального спондилодеза. В контрольной группе из 22 пациентов после такой же операции вертебропластику не производили. Средний возраст больных в обеих группах 66 лет. В сроки не менее двух лет после основного вмешательства (спондилодез + вертебропластика) ревизионного вмешательства

не потребовалось ни разу, в контрольной группе в 4 (27 %) случаях из 22 выявлены показания к повторной операции (формирование кифотической деформации, изменения формы тела проксимального инструментированного и соседних с ним позвонков).

Группа авторов [29] через 6 лет опубликовала результаты применения вертебропластики у 38 больных. Средний возраст пациентов – 64 года. Протяженность спондилодеза не менее 5 сегментов, верхняя граница этой зоны на уровне Th₉–Th₁₂ сегментов. Развитие РЖК было констатировано у 3 (8 %) больных, еще у 2 (5 %) выявлена сублюксация позвонка проксимальнее зоны блока. В последних двух случаях пришлось продлить зону спондилодеза до верхнегрудного отдела позвоночника.

Цель использования вертебропластики – профилактика перелома тела позвонка, смещения или перелома эндокорректора. Основная идея – диск, расположенный краниально по отношению к уровню вертебропластики, становится частью переходной зоны и «помогает» диску, находящемуся над верхним инструментированным позвонком, воспринимать и распределять вертикальные нагрузки. Создается дополнительный буфер для аксиальных нагрузок, снижающий риск развития РЖК. В то же время нельзя исключить, что, защищая подвергнутый вертебропластике уровень, операция переносит риск перелома на один сегмент проксимальнее.

Mummaneni et al. [33] предположили, что минимально-инвазивные типы инструментария способны уменьшить травматичность мягких тканей в области верхнего инструментированного позвонка, тем самым снизить риск развития РЖК. Всего было оперировано с помощью различных типов инструментария 280 больных. Оказалось, что использование традиционного инструментария сопровождается развитием РЖК в 19 % случаев, а минимально-инвазивная техника (характер ее не уточняется) позволяет снизить риск развития этого осложнения до 0 %.

McClendon et al. [31] первыми представили результаты радикальных хирургических вмешательств у пациентов с переходными кифозами верхнегрудной локализации. Эти 7 больных имели средний возраст 55 лет, чем, вероятно, и объясняются многообразные жалобы, явившиеся основанием для оперативного лечения: боли, проблемы с открыванием рта и при глотании, нарушения речи, постуральная нестабильность, нарушения походки, социальные проблемы, вызванные внешним видом, неврологическая симптоматика.

Техника вмешательства представляла собой в качестве первого этапа корригирующую вертебротомию Smith-Petersen (SPO) с пересечением ребер или VCR (vertebral column resection). Затем больной перемещался в отделение интенсивной терапии, где находился три дня в условиях аксиального скелетного вытяжения. Второй этап хирургического лечения включал закрытие вертебротомических дефектов и ручную репозицию фрагментов позвоночного столба.

Проксимальный переходный угол удалось уменьшить с 45 до 14°, грудной кифоз увеличен с 25 до 38°, поясничный лордоз – с 27 до 76°. Зона инструментального спондилодеза продлена до уровня C₃ или C₄ позвонка.

Di Silvestre et al. [6] представили результаты хирургического лечения 6 взрослых больных, у которых после операций по поводу деформаций позвоночника развился PJF с тяжелым неврологическим дефицитом (1 параплегия, 4 паразеза, 1 радикулопатия с двигательными нарушениями). В 5 случаях верхний инструментированный позвонок расположен на уровне от Th₁ до Th₄. Неврологическая симптоматика развивалась остро или подостро в течение первых двух месяцев после операции. Ревизионное вмешательство включало продление зоны спондилодеза проксимально и в 1 случае – вертебротомию Smith-Petersen. Полное восстановление отмечено у 3 больных, частичное – у 2. Неврологический статус пациента с параплегией не изменился.

Заключение

Анализ представленного в обзоре материала позволяет, на наш взгляд, сделать несколько выводов.

1. Проблемы различной степени тяжести в области проксимальной оконечности инструментального блока (РЖК, РЖФ) возникают часто, но непрогнозируемо, поскольку

высокодостоверных факторов риска на сегодняшний день не установлено.

2. Развитие РЖК и РЖФ может сопровождаться грубыми нарушениями сагиттального баланса туловища, выраженным болевым синдромом и развитием тяжелой неврологической симптоматики.

3. Тот факт, что в большинстве случаев развитие РЖК не влияет на качество жизни пациента, не должен вво-

дить в заблуждение, так как даже минимальные нарушения биомеханики позвоночника в отдаленном послеоперационном периоде могут привести к весьма тяжелым последствиям.

4. Формирование РЖК и РЖФ – лишнее напоминание о том, как мало мы знаем о позвоночнике и как слабо можем прогнозировать его состояние после корригирующего вмешательства.

Литература

1. Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты / Под ред. М.В. Михайловского. Новосибирск, 2007.
2. **Anderson AL, McIff T, Asher M, et al.** The effect of posterior thoracic spine anatomical structures on motion segment flexion stiffness. *Spine.* 2009;34:441–446.
3. **Bernhardt M, Bridwell KH.** Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine.* 1989;14:717–721.
4. **Denis F, Sun EC, Winter RB.** Incidence and risk factors for proximal and distal junctional kyphosis following surgical treatment for Scheuermann kyphosis: minimum five-year follow-up. *Spine.* 2009;34:E729–E734.
5. **Di Silvestre M, Lolli F, Martikos K, et al.** Adult scoliosis and PJK after posterior fusion – is possible to prevent it? Abstract book Spineweek, Amsterdam, 2012:223.
6. **Di Silvestre M, Lolli F, Martikos K, et al.** Revision surgery for Proximal Junctional Failure (PJF) with neurological injury after spinal deformity surgery. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course.* Lion, France, 2013. Final Program. P. 328
7. **Dubouset J.** Recidive d'une scoliose lombaire et d'un bassin oblique apres fusion precoce: le phenomene du Villebrequin. Paris, France: Proceeding Group Etude de la Scoliose, 1973.
8. **Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al.** Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcome, and risk factor analysis. *Spine.* 2005;30:1643–1649.
9. **Ha Y, Maruo K, Racine L.** Proximal junctional kyphosis and clinical outcomes in two different proximal upper instrumented vertebral levels (proximal thoracic versus distal thoracic) after adult spinal instrumented fusion to sacrum. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course.* Lion, France, 2013. Final Program. P. 235
10. **Harrington PR.** Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am.* 1962;44:591–610.
11. **Hart R, Hiratzka J, Hamilton D, et al.** Proximal junctional failure in adult deformity patients results in higher rate of revision but limited impact on clinical outcome. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course.* Lion, France, 2013. Final Program. P. 218
12. **Hassanzadeh H, Gupta S, Jain A, et al.** Type of anchor at the proximal fusion level has a significant effect on the incidence of proximal junctional kyphosis and outcome in adults after long posterior spinal fusion. *Spine Deformity.* 2013;1:299–305.
13. **Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, et al.** Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation. *Spine.* 2010;35:177–181.
14. **Hiratzka J, Punsalan P, Zusman N, et al.** Factors predictive of proximal failure after thoracolumbar instrumented fusion. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course.* Lion, France, 2013. Final Program. P. 314
15. **Hollenbeck SM, Glattes RC, Asher MA, et al.** The prevalence of increased proximal junctional flexion following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2008;33:1675–1681.
16. **Hosman AJ, Langeloo DD, de Kleuver M, et al.** Analysis of the sagittal plane after surgical management for Scheuermann's disease: a view on overcorrection and the use of an anterior release. *Spine.* 2002;27:167–175.
17. **Kim H, Bridwell K, Lenke L, et al.** Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher post-op lumbar lordosis and larger sagittal balance correction. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course.* Lion, France, 2013. Final Program. P. 218.
18. **Kim HJ, Lenke LG, Shaffrey CI, et al.** Proximal junctional kyphosis as a distinct form of adjacent segment pathology after spinal deformity surgery: a systematic review. *Spine.* 2012;37(22 Suppl):S144–S164.
19. **Kim HJ, Yagi M, Nyugen J, et al.** Combined anterior-posterior surgery is the most important risk factor for developing proximal junctional kyphosis in idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470:1633–1639.
20. **Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al.** Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum 5-year follow-up. *Spine.* 2005;30:2045–2050.
21. **Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al.** Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: incidence and risk factor analysis of 410 cases. *Spine.* 2007;32:2731–2738.
22. **Kim Y, Lenke L, Bridwell K, et al.** Significance of intraoperative thoracic kyphosis increase to prevent proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following posterior segmental spinal instrumentation and fusion: A multicenter analysis of 518 cases. *SRS 43rd Annual Meeting & Course.* Salt Lake City, 2008. Scientific Program Abstracts. Paper No. 75.
23. **Kim YJ, Lenke LG, Kim J, et al.** Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2006;31:291–298.
24. **Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, et al.** Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2004;29:2040–2048.
25. **Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al.** Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity after segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum 5-year follow-up. *Spine.* 2008;33:2179–2184.

26. Lee GA, Betz RR, Clements DH, et al. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24:795–799.
27. Lonner BS, Newton P, Betz R, et al. Operative management of Scheuermann's kyphosis in 78 patients: radiographic outcomes, complications, and technique. *Spine*. 2007;32:2644–2652.
28. Lowe TG, Kasten MD. An analysis of sagittal curves and balance after Cotrel-Dubousset Instrumentation for kyphosis secondary to Scheuermann's disease. A review of 32 patients. *Spine*. 1994;19:1680–1685.
29. Martin CT, Skolasky RL, Mohamed AS, et al. Preliminary results of the effect of prophylactic vertebroplasty on the incidence of proximal junctional complications after posterior spinal fusion to the low thoracic spine. *Spine Deformity*. 2013;1:132–138.
30. McCance SE, Denis F, Lonstein JE, et al. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with King II curve pattern. A review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis. *Spine*. 1998;23:2063–2073.
31. McClendon J, O'Shaughnessy BA, Sugrue PA, et al. Techniques for operative correction of proximal junctional kyphosis of the upper thoracic spine. *Spine*. 2012;37:292–303.
32. McClendon J, Smith T, Sugrue P, et al. Risk of spinal implants and the development of proximal junctional kyphosis for adult kyphoscoliosis. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 234
33. Mummaneni P, Wang M, Lafage V, et al. Does minimally invasive posterior instrumentation (PPI) prevent proximal junctional kyphosis (PJK) in adult spinal deformity (ASD) surgery? A prospective acquired propensity matched cohort analysis. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 314
34. Polly D. Post-surgical proximal junctional kyphosis; etiology and advanced techniques. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 156
35. Poolman RW, Been HD, Ubags LH. Clinical outcome and radiographic results after operative treatment of Scheuermann's disease. *Eur. Spine J*. 2002;11:561–569.
36. Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, et al. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine*. 2002;27:2350–2356.
37. Richards BS, Birch JG, Herring JA, et al. Frontal plane and sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine*. 1989;14:733–737.
38. Sacramento-Domingues C, Vayas-Diez R, Coll-Mesa L, et al. Reproducibility measuring the angle of proximal junctional kyphosis using the first or the second vertebra above the upper instrumented vertebrae in patients surgically treated for scoliosis. *Spine*. 2009;34:2787–2791.
39. Sponseller P, Shah S, Yaszay B, et al. Proximal junctional kyphosis in cerebral palsy: risk factors guidelines. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 257.
40. Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, et al. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine*. 2008;33:2630–2636.
41. Takaishi H, Matsumoto M, Nakamura M, et al. Proximal junctional kyphosis after posterior dekyphosis surgery for thoracolumbar osteoporotic vertebral collabs. *SpineWeek 2008 Congress*. Geneva, 2008. Abstract book. AB97. P. 67.
42. Voros G, Skolasky R, Kebaish K. Effect and outcome of prophylactic vertebroplasty in long spinal fusion on the incidence of proximal junctional kyphosis (PJK). Minimum two years follow-up. *SRS 42nd Annual Meeting and pre-meeting course*. Edinburgh, 2007. E-Poster 10.
43. Wang Y, Hansen ES, Hoy K, et al. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine*. 2011;36:1113–1122.
44. Wang Y, Kawakami N, Tsuji T, et al. Proximal junctional kyphosis (PJK) following posterior hemivertebrectomy with short fusion in children younger than 10 years age. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 227.
45. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features. *Spine*. 2010;35:138–145.
46. Watanabe K, Matsumoto M, Suzuki T, et al. Risk factors for proximal junctional kyphosis associated with growing rod surgery for early onset scoliosis. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 228.
47. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. *Spine*. 2011;36:E60–E68.
48. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Minimum 5 years follow-up. *Spine*. 2012;37:1479–1489.
49. Yagi M, Rahm M, Gaines R, et al. Characterization and surgical outcomes of Proximal Junctional Failure (PJF) in surgically treated adult spine deformity patient. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 219.

References

- Mikhailovsky MV, ed. [Surgery for Idiopathic Scoliosis: Immediate and Long-Term Results]. Novosibirsk, 2007. In Russian.
- Anderson AL, McIff T, Asher M, et al. The effect of posterior thoracic spine anatomical structures on motion segment flexion stiffness. *Spine*. 2009;34:441–446.
- Bernhardt M, Bridwell KH. Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction. *Spine*. 1989;14:717–721.
- Denis F, Sun EC, Winter RB. Incidence and risk factors for proximal and distal junctional kyphosis following surgical treatment for Scheuermann kyphosis: minimum five-year follow-up. *Spine*. 2009;34:E729–E734.
- Di Silvestre M, Lolli F, Martikos K, et al. Adult scoliosis and PJK after posterior fusion – is possible to prevent it? Abstract book *SpineWeek*, Amsterdam, 2012:223.
- Di Silvestre M, Lolli F, Martikos K, et al. Revision surgery for Proximal Junctional Failure (PJF) with neurological injury after spinal deformity surgery. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 328
- Dubousset J. Recidive d'une scoliose lombaire et d'un basin oblique apres fusion precoce: le phenomene du Villebrequin. Paris, France: *Proceeding Group Etude de la Scoliose*, 1973.
- Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcome, and risk factor analysis. *Spine*. 2005;30:1643–1649.
- Ha Y, Maruo K, Racine L. Proximal junctional kyphosis and clinical outcomes in two different proximal upper instrumented vertebral levels (proximal thoracic versus distal thoracic) after adult spinal instrumented fusion to sacrum. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 235
- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. *J Bone Joint Surg Am*. 1962;44:591–610.
- Hart R, Hiratzka J, Hamilton D, et al. Proximal junctional failure in adult deformity patients results in higher rate of revision but limited impact on clinical outcome. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 218

12. Hassanzadeh H, Gupta S, Jain A, et al. Type of anchor at the proximal fusion level has a significant effect on the incidence of proximal junctional kyphosis and outcome in adults after long posterior spinal fusion. *Spine Deformity*. 2013;1:299–305.
13. Helgeson MD, Shah SA, Newton PO, et al. Evaluation of proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following pedicle screw, hook, or hybrid instrumentation. *Spine*. 2010;35:177–181.
14. Hiratzka J, Punsalan P, Zusman N, et al. Factors predictive of proximal failure after thoracolumbar instrumented fusion. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 314
15. Hollenbeck SM, Glattes RC, Asher MA, et al. The prevalence of increased proximal junctional flexion following posterior instrumentation and arthrodesis for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2008;33:1675–1681.
16. Hosman AJ, Langeloo DD, de Kleuver M, et al. Analysis of the sagittal plane after surgical management for Scheuermann's disease: a view on overcorrection and the use of an anterior release. *Spine*. 2002;27:167–175.
17. Kim H, Bridwell K, Lenke L, et al. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher post-op lumbar lordosis and larger sagittal balance correction. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 218.
18. Kim HJ, Lenke LG, Shaffrey CI, et al. Proximal junctional kyphosis as a distinct form of adjacent segment pathology after spinal deformity surgery: a systematic review. *Spine*. 2012;37(22 Suppl):S144–S164.
19. Kim HJ, Yagi M, Nyugen J, et al. Combined anterior-posterior surgery is the most important risk factor for developing proximal junctional kyphosis in idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470:1633–1639.
20. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum 5-year follow-up. *Spine*. 2005;30:2045–2050.
21. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: incidence and risk factor analysis of 410 cases. *Spine*. 2007;32:2731–2738.
22. Kim Y, Lenke L, Bridwell K, et al. Significance of intraoperative thoracic kyphosis increase to prevent proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following posterior segmental spinal instrumentation and fusion: A multicenter analysis of 518 cases. *SRS 43rd Annual Meeting & Course*. Salt Lake City, 2008. Scientific Program Abstracts. Paper No. 75.
23. Kim YJ, Lenke LG, Kim J, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:291–298.
24. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2004;29:2040–2048.
25. Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity after segmental posterior spinal instrumentation and fusion: minimum 5-year follow-up. *Spine*. 2008;33:2179–2184.
26. Lee GA, Betz RR, Clements DH, et al. Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24:795–799.
27. Lonner BS, Newton P, Betz R, et al. Operative management of Scheuermann's kyphosis in 78 patients: radiographic outcomes, complications, and technique. *Spine*. 2007;32:2644–2652.
28. Lowe TG, Kasten MD. An analysis of sagittal curves and balance after Cotrel-Dubousset Instrumentation for kyphosis secondary to Scheuermann's disease. A review of 32 patients. *Spine*. 1994;19:1680–1685.
29. Martin CT, Skolasky RL, Mohamed AS, et al. Preliminary results of the effect of prophylactic vertebroplasty on the incidence of proximal junctional complications after posterior spinal fusion to the low thoracic spine. *Spine Deformity*. 2013;1:132–138.
30. McCance SE, Denis F, Lonstein JE, et al. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with King II curve pattern. A review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis. *Spine*. 1998;23:2063–2073.
31. McClendon J, O'Shaughnessy BA, Sugrue PA, et al. Techniques for operative correction of proximal junctional kyphosis of the upper thoracic spine. *Spine*. 2012;37:292–303.
32. McClendon J, Smith T, Sugrue P, et al. Risk of spinal implants and the development of proximal junctional kyphosis for adult kyphoscoliosis. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 234
33. Mummaneni P, Wang M, Lafage V, et al. Does minimally invasive posterior instrumentation (PPI) prevent proximal junctional kyphosis (PJK) in adult spinal deformity (ASD) surgery? A prospective acquired propensity matched cohort analysis. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 314
34. Polly D. Post-surgical proximal junctional kyphosis; etiology and advanced techniques. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 156
35. Poolman RW, Been HD, Ubags LH. Clinical outcome and radiographic results after operative treatment of Scheuermann's disease. *Eur. Spine J*. 2002;11:561–569.
36. Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, et al. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation. *Spine*. 2002;27:2350–2356.
37. Richards BS, Birch JG, Herring JA, et al. Frontal plane and sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis. *Spine*. 1989;14:733–737.
38. Sacramento-Domingues C, Vayas-Diez R, Coll-Mesa L, et al. Reproducibility measuring the angle of proximal junctional kyphosis using the first or the second vertebra above the upper instrumented vertebrae in patients surgically treated for scoliosis. *Spine*. 2009;34:2787–2791.
39. Sponseller P, Shah S, Yaszay B, et al. Proximal junctional kyphosis in cerebral palsy: risk factors guidelines. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 257.
40. Sucato DJ, Agrawal S, O'Brien MF, et al. Restoration of thoracic kyphosis after operative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter comparison of three surgical approaches. *Spine*. 2008;33:2630–2636.
41. Takaishi H, Matsumoto M, Nakamura M, et al. Proximal junctional kyphosis after posterior dekyphosis surgery for thoracolumbar osteoporotic vertebral collapse. *SpineWeek 2008 Congress*. Geneva, 2008. Abstract book. AB97. P. 67.
42. Voros G, Skolasky R, Kebaish K. Effect and outcome of prophylactic vertebroplasty in long spinal fusion on the incidence of proximal junctional kyphosis (PJK). Minimum two years follow-up. *SRS 42nd Annual Meeting and pre-meeting course*. Edinburgh, 2007. E-Poster 10.
43. Wang Y, Hansen ES, Hoy K, et al. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine*. 2011;36:1113–1122.
44. Wang Y, Kawakami N, Tsuji T, et al. Proximal junctional kyphosis (PJK) following posterior hemivertebrectomy with short fusion in children younger than 10 years age. *Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course*. Lion, France, 2013. Final Program. P. 227.
45. Watanabe K, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional vertebral fracture in adults after spinal deformity surgery using pedicle screw constructs: analysis of morphological features. *Spine*. 2010;35:138–145.
46. Watanabe K, Matsumoto M, Suzuki T, et al. Risk factors for proximal junctional kyphosis associated with growing rod surgery for early onset scoliosis. *Scolio-*

- sis Research Society 48th Annual Meeting and Course. Lion, France, 2013. Final Program. P. 228.
47. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Spine. 2011;36:E60–E68.
48. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Minimum 5 years follow-up. Spine. 2012;37:1479–1489.
49. Yagi M, Rahm M, Gaines R, et al. Characterization and surgical outcomes of Proximal Junctional Failure (PJF) in surgically treated adult spine deformity patient. Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course. Lion, France, 2013. Final Program. P. 219.

Адрес для переписки:

Михайловский Михаил Витальевич
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
MMihailovsky@niito.ru

Статья поступила в редакцию 09.12.2013

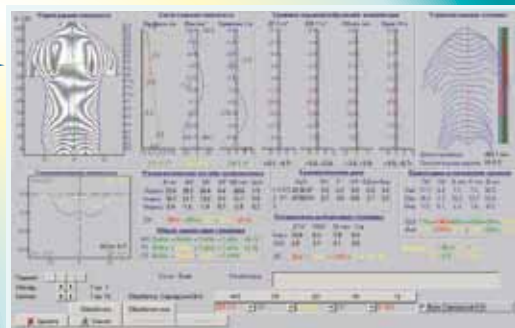
Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф.; Александр Юрьевич Сергунин, мл. науч. сотрудник, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна.

Mikhail Vitalyevich Mikhailovsky, MD, DMSc, Prof.; Aleksandr Yuryevich Sergunin, junior researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan.



МЕТОС
www.metos.org

КОМПЬЮТЕРНЫЙ ОПТИЧЕСКИЙ ТОПОГРАФ ТОДП
ДИАГНОСТИКА ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА БЕЗ РЕНТГЕНА



Лауреат Международной премии
“ПРОФЕССИЯ – ЖИЗНЬ” в номинации
“За достижения в области науки
и технологии медицины”



Обеспечивает бесконтактное обследование пациентов с восстановлением трехмерной модели поверхности туловища с получением количественных оценок состояния осанки и формы позвоночника в трех плоскостях.

Предназначен для скрининг-диагностики детей и подростков, мониторинга состояния и оценки эффективности лечения больных с патологией позвоночника.

Отличается абсолютной безвредностью, большой пропускной способностью, полной автоматизацией, высокой точностью восстановления рельефа, информативностью и наглядностью, наличием оценки сколиотических дуг топографическим аналогом угла по Cobb.

21 ГОД КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ – 265 СИСТЕМ ТОДП ПО РОССИИ

Медицинское изделие ТОДП выпускается по лицензии Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития № 99-03-000002. Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ79.В02777.

630091, Новосибирск, ул. Крылова, 31, офис 54 ООО “МЕТОС” тел. (383) 325-41-50, <http://www.metos.org>, e-mail: metos.org@gmail.com