



ПРОБЛЕМА ДВОЙНЫХ ГРУДНЫХ ИДИОПАТИЧЕСКИХ СКОЛИОЗОВ: НЕСИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Д.Н. Долотин, В.Л. Лукинов, М.В. Михайловский

*Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии
им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия*

Цель исследования. Анализ ситуации, сложившейся в вертебрологическом сообществе относительно определения зоны дорсального спондилодеза при двойных грудных идиопатических сколиозах.

Материал и методы. Проанализировано содержание 16 публикаций, описывающих результаты хирургической коррекции двойных грудных сколиотических деформаций. Количество исследуемых клинических когорт — 25, из них в 13 группах была заблокирована только основная (правосторонняя грудная — MT main thoracic) дуга, в 12 — обе дуги (правосторонняя грудная и левосторонняя верхнегрудная MT + PT — main thoracic + proximal thoracic). В обеих группах анализировали четыре параметра: дооперационный угол Cobb, дооперационную мобильность дуги искривления, коррекцию деформации, послеоперационное прогрессирование деформации. **Результаты.** Достоверные различия констатированы в группах MT и MT + PT только в двух случаях: для исходного угла Cobb PT и величины его коррекции (угол Cobb до операции минус угол Cobb сразу после вмешательства). Авторы включенных в обзор публикаций при выборе протяженности зоны инструментального спондилодеза ориентировались, в первую очередь, на исходную величину угла Cobb проксимальной грудной дуги. В группе MT + PT она составила в среднем 37–40° и на 11–13° больше, чем в группе MT. При этом мобильность PT в обеих группах статистически не различается. Достигнутая коррекция статистически значимо больше в группе MT + PT, несмотря на более грубое проксимальное искривление по сравнению с группой MT. Послеоперационная динамика кифоза (как Th₂–Th₅, так и Th₅–Th₁₂) незначительна. Протяженность зоны инструментального спондилодеза практически не оказывает влияния на параметры сагиттального контура грудного отдела позвоночника. Достаточно высокая частота развития феномена adding-on (20,6 %) свидетельствует о наличии связи между этим осложнением и динамикой PT, но имеющихся данных недостаточно для формулирования окончательного вывода. Литературные данные, касающиеся самооценки пациентами качества жизни после оперативного лечения сколиозов типов 1 и 2 по Lenke, скудны, хотя большинство оперированных оценивают результат лечения как положительный.

Заключение. Проблема определения протяженности зоны инструментального спондилодеза при двойных грудных сколиозах остается нерешенной. Большинство хирургов ориентируется не столько на мобильность проксимальной дуги, сколько на ее величину. Нет единства в прогнозировании развития феномена adding-on, мало информации об изменениях качества жизни пациентов после оперативного вмешательства. Необходимы новые исследования.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, двойные грудные деформации, хирургическое лечение.

Для цитирования: Долотин Д.Н., Лукинов В.Л., Михайловский М.В. Проблема двойных грудных идиопатических сколиозов: несистематический обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 4. С. 30–45.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.4.30-45>.

THE PROBLEM OF DOUBLE THORACIC IDIOPATHIC SCOLIOSIS: A NON-SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

D.N. Dolotin, V.L. Lukinov, M.V. Mikhaylovskiy

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia

Objective. To analyze the current situation in the community of spine surgeons regarding the determination of the zone of posterior spinal fusion for double thoracic idiopathic scoliosis.

Material and Methods. The content of 16 publications containing the results of surgical correction of double thoracic scoliotic deformities was analyzed. The number of studied clinical cohorts was 25, of which in 13 groups only the right-sided main thoracic (MT) curve (MT group) was blocked, and in 12 — both MT and left-sided proximal upper thoracic (PT) curve (MT + PT group). Four parameters were analyzed in both groups: preoperative Cobb angle, preoperative curve mobility, deformity correction, and postoperative deformity progression.

Results. Significant differences were found in the MT and MT + PT groups only in two cases: for the initial Cobb angle of the PT curve and the magnitude of its correction (Cobb angle before surgery minus Cobb angle immediately after the intervention). When choosing the extent of the instrumental fusion zone, the authors of the publications included in the review were guided, first of all, by the initial magnitude of the Cobb angle of the proximal thoracic curve. In the MT + PT group, it averaged 37–40° and was 11–13° more than in the MT group. At the same time, PT curve mobility in both groups is not statistically different. The achieved correction was statistically sig-

nificantly greater in the MT + PT group, despite a more severe proximal curvature as compared to the MT group. Postoperative dynamics of kyphosis (both T2–T5 and T5–T12) is insignificant. The length of the instrumental spinal fusion zone has virtually no effect on the parameters of the sagittal contour of the thoracic spine. A fairly high frequency of the adding-on phenomenon development (20.6 %) indicates the presence of a connection between this complication and the dynamics of PT curve, but the available data are not enough to formulate a final conclusion. Literature data regarding patients' self-assessment of quality of life after surgical treatment of Lenke types 1 and 2 scoliosis are scarce, although the majority of those operated on assess the result of treatment as positive.

Conclusion. The problem of determining the extent of the instrumental fusion zone for double thoracic scoliosis remains unresolved. Most surgeons focus not so much on the mobility of the proximal curve, but on its magnitude. There is no consensus in predicting the development of the adding-on phenomenon; there is little information about changes in the quality of life of patients after surgery. New research is needed.

Key Words: idiopathic scoliosis, double thoracic deformities, surgical treatment.

Please cite this paper as: Dolotin DN, Lukinov VL, Mikhaylovskiy MV. The problem of double thoracic idiopathic scoliosis: a non-systematic literature review.

Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2023;20(4):30–45. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2023.4.30-45>.

Можно полагать, что первыми, кто обратил внимание на двойные грудные деформации (обычно – правосторонняя грудная и левосторонняя верхнегрудная), были Ponseti et al. [1]. Они описали краниальное искривление как шейно-грудное, отметили элевацию лопатки и надплечья на стороне его выпуклости и высказали предположение, что верхнегрудная дуга менее склонна к прогрессированию, чем нижнегрудная. Cobb [2] нашел, что если заблокирована только нижнегрудная дуга, верхняя обычно не прогрессирует, даже при наличии признаков структуральности деформации (клиновидность тел позвонков, ротация). Мое и Kettleson [3] описали двойные грудные дуги как самостоятельный тип деформации, хотя четких критериев выделения этого типа не дали, кроме протяженности (от Th₁–Th₂ до Th₅–Th₆). По их мнению, верхняя дуга ригидна и плохо исправляется корсетом Мильвоки. Авторы рекомендовали спондилодез до Th₁ позвонка во избежание дисбаланса надплечий. Ginsburg et al. [4] первыми обратили внимание на значимость наклона тела Th₁ позвонка во фронтальной плоскости. Если его левый верхний угол расположен выше правого (положительный наклон), то, по мнению авторов, верхняя дуга является полной. Если же тело Th₁ позвонка расположено горизонтально или с отрицательным наклоном (правый угол выше левого), верхняя дуга определяется как фракционная. Авторы отметили, что положение Th₁

позвонка коррелирует с дисбалансом надплечий. В дальнейшем проблеме двойных грудных сколиозов было посвящено большое количество публикаций, поскольку эти деформации имеют существенные особенности и встречаются достаточно часто – до 18 % [5].

Коллективный опыт показал, что двойные грудные сколиозы в большей степени, чем другие типы деформаций, связаны с риском развития перекоса надплечий, что может вызвать неудовлетворение результатом операции как у пациента, так и у хирурга. Послеоперационный дисбаланс надплечий вызывает косметический дефект за счет асимметрии трапецевидной области и возможные дегенеративные изменения шейного отдела позвоночника. Основной вопрос, остающийся нерешенным: в каких случаях следует включать в зону блока обе дуги, а в каких – ограничиваться только основным искривлением. Нам не удалось найти обзорных работ, посвященных этой актуальной проблеме.

Цель исследования – анализ ситуации, сложившейся в вертебрологическом сообществе относительно определения зоны дорсального спондилодеза при двойных грудных идиопатических сколиозах.

Материал и методы

Исследовали содержимое баз данных Scopus и Web of Science по следующим ключевым словам: double thoracic

scoliosis, Lenke 1, Lenke 2, surgical treatment. Из числа обнаруженных 25 публикаций после изучения полного их содержания были исключены 9 статей, в которых отсутствовала информация о дооперационной мобильности верхнегрудного левостороннего искривления, поскольку, по мнению практически всех авторов, именно эти данные позволяют определить степень структуральности вторичной дуги и тем самым решить вопрос о включении ее в зону дорсального спондилодеза.

В предлагаемом обзоре мы сочли необходимым ответить на следующие вопросы:

- 1) основные определения;
- 2) критерии структуральности проксимальной дуги;
- 3) методы обследования и объективизации;
- 4) результаты оперативного лечения;
- 5) изменения сагиттального контура верхнегрудного отдела позвоночника;
- 6) развитие adding-on;
- 7) влияние результатов оперативного лечения на качество жизни пациентов;
- 8) перекос надплечий в до- и послеоперационном периодах.

Статистический анализ. Расчеты произведены в IDE RStudio (версия 2022.07.2 Build 576 © 2009–2022 RStudio, PBC, США), на языке R (версия 4.1.3, Австрия) [6], преобразование данных подготовлены с помощью пакета meta (версия 6.2-1) [7], диаграммы сравнений (forest plot) и соответствующие вычисления выполнены

с помощью пакета metaphor (версия 3.4-0) [8].

Результаты

Основные определения

В 1983 г. King et al. [9] предложили классификацию сколиотических деформаций позвоночника, разработанную с учетом широко распространенной в те годы техники Harrington, то есть одноплоскостной коррекции. В 2001 г. Lenke et al. [5] представили новую систему, в которой деформация позвоночника исследовалась и оценивалась в двух плоскостях – фронтальной и сагиттальной. Это был огромный шаг вперед, что подтверждается практически повсеместным использованием системы Lenke по сей день, хотя уже сделаны первые попытки разработки трехмерной классификации сколиозов [10]. Общеизвестно, что система Lenke предполагает выделение шести типов деформации позвоночника во фронтальной плоскости, из которых два (типы 1 и 2) представляют особый интерес для хирургов, поскольку в каждом конкретном случае требуют решения вопроса о включении/невключении верхнегрудной дуги в зону инструментального спондилодеза. Считаем полезным напомнить приведенные в работе Lenke определения.

Грудная дуга – искривление, вершина которого расположена между телом Th₂ позвонка и межпозвоночным диском Th₁₁–Th₁₂. При наличии двух грудных дуг выделяют проксимальную грудную дугу (искривление, вершина которого расположена на уровнях Th₃, Th₄ или Th₅ позвонков) и основную грудную дугу (искривление, вершина которого расположена между телом Th₆ позвонка и межпозвоночным диском Th₁₁–Th₁₂).

Критерии структурности грудных дуг

Проксимальная грудная дуга расценивается как структуральная, если в положении бокового наклона угол Cobb равен минимум 25° (с позитивным наклоном тела Th₁ позвонка

или без такового) и/или если кифоз на уровне Th₂–Th₅ позвонков равен минимум 20°.

Основная грудная дуга расценивается как структуральная, если в положении бокового наклона угол Cobb равен минимум 25° и/или если грудно-поясничный кифоз на уровне Th₁₀–L₂ позвонков равен минимум 20°.

Методы обследования и объективизации асимметрии положения надплечий

Насколько можно судить по литературным данным, первые методы, позволяющие объективизировать асимметрию положения надплечий, предложены Vago et al. [11]:

- наклон Th₁ позвонка (Th₁ slope), позитивный наклон вправо – в сторону основной дуги, негативный наклон влево – в сторону верхнегрудной дуги. Определяется путем измерения угла между горизонтальной линией и кра-

ниальной замыкательной пластинкой Th₁ позвонка. Считается значительным, если превышает 5° (рис. 1а). Burton et al. [12] подчеркнули, что наклон тела Th₁ позвонка должен быть не менее 5°, чтобы трактовать деформацию как сколиоз V типа по King;

- угол первого ребра (first rib angle – FRA) – измеряется наклон линии, соединяющей краниальные границы обоих первых ребер, позитивная оценка – при наклоне линии вправо (рис. 1б);

- разница высоты *processus coracoideus* (coracoid height difference, coracoid process height – CPH) – горизонтальная линия проводится по верхнему краю каждого *processus coracoideus*. Измеряется расстояние по вертикали в мм между обеими линиями, этот показатель расценивается как позитивный, если левая сторона расположена выше правой, как отрицательный – в обратной ситуации (рис. 1в);

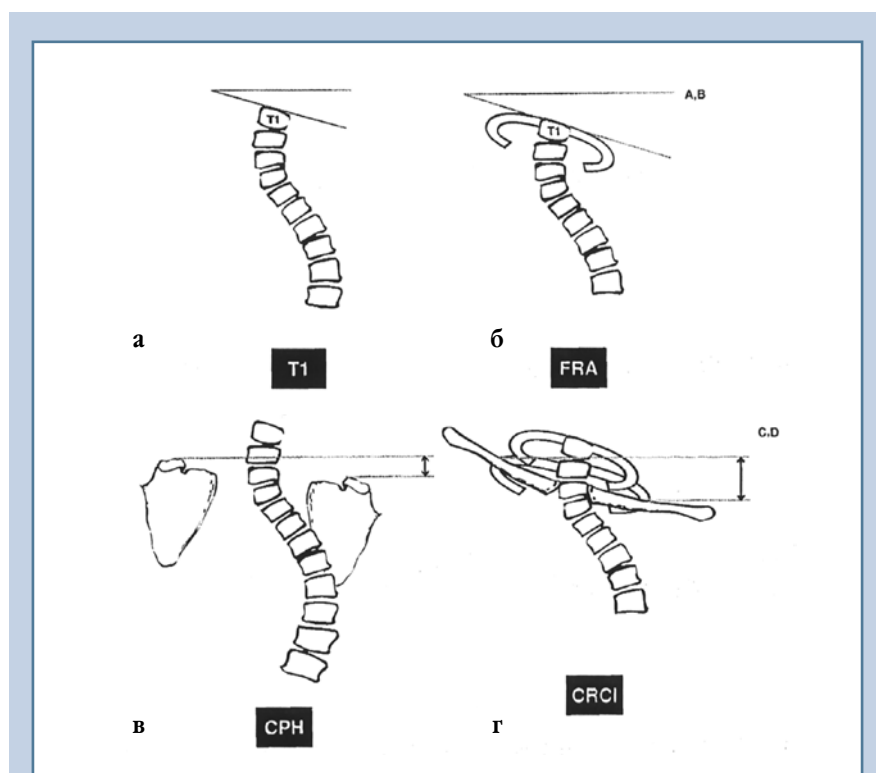


Рис. 1

Методы, позволяющие объективизировать асимметрию положения надплечий, по Vago et al. [11]; объяснения в тексте

- уровень пересечения ключицы и грудной клетки (clavicle-rib cage intersection – CRCI). Тень ключицы может пересекать наружный контур грудной клетки на различных уровнях, есть основания полагать, что эта точка связана с истинной высотой положения надплечья. Через нее проводится горизонтальная линия, разница в мм между правой и левой сторонами расценивается как позитивная, если левая половина расположена выше (рис. 1г).

Suk et al. [13] предложили свой метод объективизации асимметрии надплечий по высоте их положения. Горизонтальные линии проводятся по краниальной поверхности обоих ключично-акромиальных сочленений на одной рентгенограмме. Разница в положении надплечий может быть позитивной (+), когда левое надплечье выше правого, и негативной (-), когда выше расположено правое надплечье. Разница высоты надплечий (shoulder height difference – SHD) считается значительной, если превышает 5 мм (рис. 2).

Kuklo et al. [14, 15] предложили две новые методики:



Рис. 2

Разница высоты надплечий (SHD) – разница (в мм) по высоте расположения горизонтальных линий, проведенных через верхний край каждого из *proc. coracoideus*: если различие ≤ 5 мм, надплечья считаются уравновешенными [35]

- рентгенографическая высота надплечий (radiographic shoulder height – RSH) определяется на переднезадней рентгенограмме, выполненной в положении пациента стоя по тени мягких тканей непосредственно над акромиально-ключичным сочленением. Дисбаланс считается значительным при различии свыше 3 см и минимальным в пределах 1–2 см. Если разница в высоте надплечий менее 1 см, можно утверждать, что надплечья сбалансированы (рис. 3а).

- ключичный угол (clavicle angle – CA) определяется в точке пересечения горизонтали и тангенциальной линии, соединяющей наивысшие точки обеих ключиц. Если левая ключица выше правой, угол считается позитивным (рис. 3б).

Еще два метода разработаны Qiu et al. [16]:

- разница в длине *m. trapezius* (TL) – горизонтальное расстояние от корня дужки Th₂ позвонка до места пересечения второго ребра с ключицей. Разница считается позитивной, когда

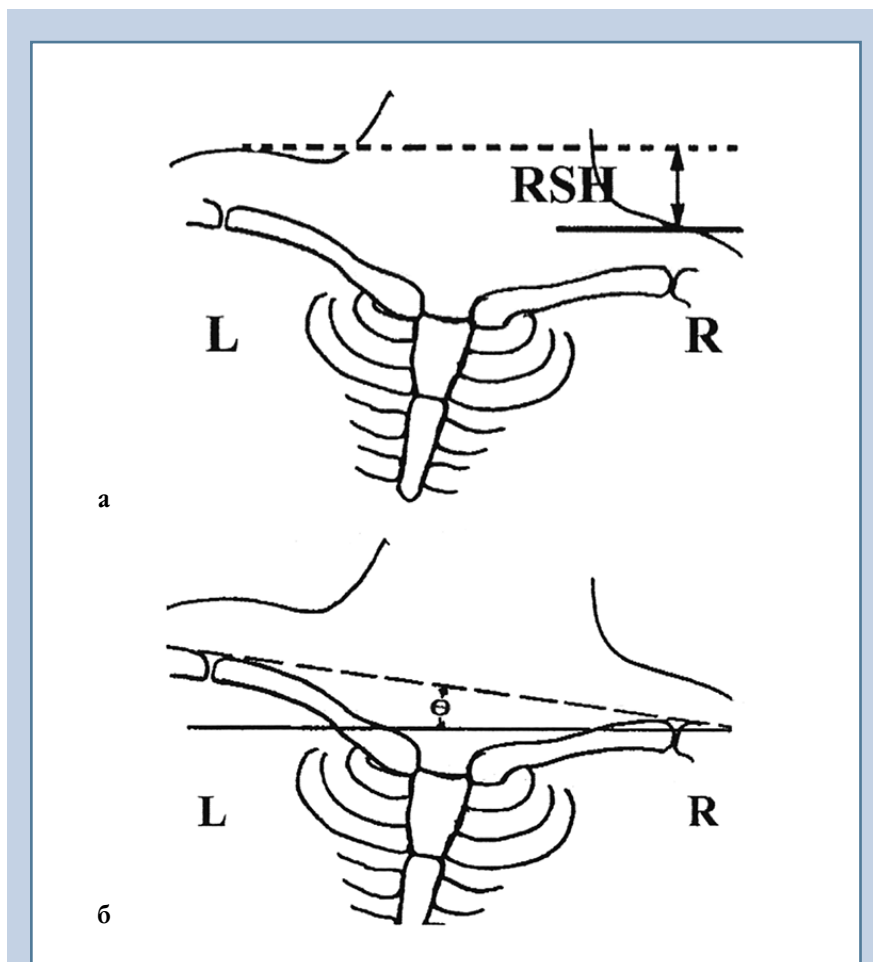


Рис. 3

Разница высоты надплечий по Kuklo et al. [15]: **а** – рентгеновская высота надплечий определяется разницей в расположении мягкотканых теней в точках, расположенных строго над ключично-акромиальными сочленениями в положении стоя; различие считается позитивным, если левое надплечье расположено выше правого; **б** – Clavicle angle формируется пересечением горизонтальной линии и тангенциальной линии, соединяющей наивысшие точки обеих ключиц

указанное расстояние больше слева (рис. 4а);

- расстояние по вертикали между первым ребром и ключицей (first rib-clavicle height – FRCH) – разница высот между вершиной первого ребра и верхней границей ключицы справа и слева. Показатель считается позитивным, когда вертикаль слева больше, чем справа (рис. 4б).

Smyrnis et al. [17] предложили измерять индекс дуги первого

ребра (first rib index – FRI). Проводится линия из геометрического центра С (пересечение двух диагоналей на уровне тела Th₁ позвонка или межпозвонкового диска Th₁–Th₂), соединяющая наиболее дистальные точки на внутренних поверхностях первых ребер. Величина этой линии 4,8–8,0 см. Разница правого и левого отрезков этой линии (CB – CA) выражается соотношением $(CB - CA) / (CB + CA) \times 100 \%$.

Более длинная правая дуга означает перекос надплечий вправо (рис. 5).

Определение асимметрии надплечий возможно на клинических фотографиях [18]:

- угол высоты надплечий (а) – между линией, соединяющей акромиальные отростки, и горизонталью;

- угол высоты подмышечной впадины (б) – между линией, соединяющей верхние точки аксиллярных складок, и горизонталью (рис. 6).

Выбор метода исследования – право автора, тем более что вышеописанные варианты весьма разнятся по степени сложности. Можно отметить, что среди наиболее часто применяемых – Th₁ slope, CA, RSH. Qiu et al. [16] детально исследовали возможности рентгенографических и клинических методов оценки дисбаланса надплечий у больных с двойными грудными сколиозами и пришли к выводу, что рентгенографические параметры лишь частично отражают косметический дефект при дисбалансе надплечий. Ни один параметр в этом плане не имеет явного преимущества перед другими. Поэтому хирург должен уделять больше внимания косметической стороне проблемы, чем данным рентгенографических измерений. При этом необходимо учитывать то важное обстоятельство, что у здоровых (отсутствие патологии позвоночника) подростков различие в высо-

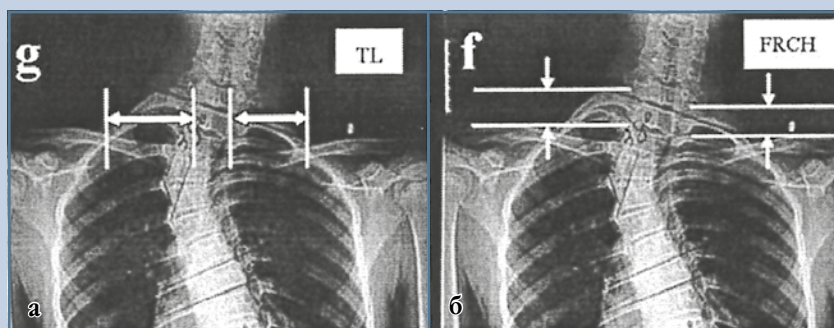


Рис. 4

Метод объективизации асимметрии надплечий по Qiu et al. [16]: **а** – разница в длине *m. trapezius* (TL) – горизонтальное расстояние от корня дужки Th₂ до места пересечения второго ребра с ключицей; разница считается позитивной, когда указанное расстояние больше слева; **б** – высота между первым ребром и ключицей (first rib-clavicle height – FRCH) – разница высот между вершиной первого ребра и верхней границей ключицы справа и слева; показатель считается позитивным, когда вертикаль слева больше, чем справа

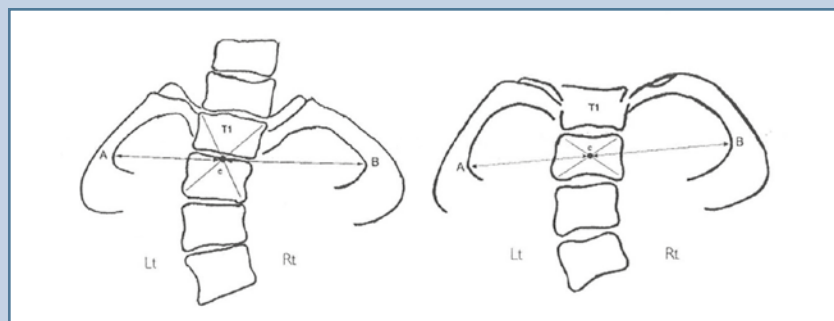


Рис. 5

Индекс первого ребра по Smyrnis et al. [17]: определяется диаметр дуги первого ребра, проводится линия из геометрического центра С (пересечение двух диагоналей на уровне тела Th₁ или диска Th₁–Th₂), соединяющая наиболее дистальные точки на внутренних поверхностях первых ребер; разница правого и левого отрезков этой линии (CB – CA) выражается соотношением $(CB - CA) / (CB + CA) \times 100 \%$ и определяется как FRI; более длинная правая дуга означает перекос надплечий вправо

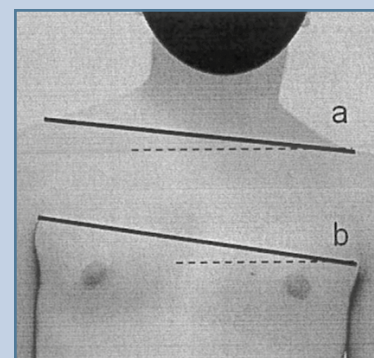


Рис. 6

Определение асимметрии надплечий на клинических фотографиях

те надплечий находится в пределах 0,9 см [19].

Результаты хирургической коррекции двойных грудных сколиозов

Проанализировали содержание 16 публикаций [13, 14, 20–33], описывающих результаты хирургической коррекции двойных грудных сколиотических деформаций. Все авторы пытались найти ответ на главный применительно к обсуждаемой проблеме вопрос: следует ли включать в зону дорсального спондилодеза проксимальную левостороннюю дугу? Более половины статей содержат результаты применения обеих техник, таким образом, количество исследуемых клинических когорт возрастает до 25, из них в 13 группах блокирована только основная (правосторонняя грудная) дуга, в 12 – обе дуги (правосторонняя грудная и левосторонняя верхнегрудная).

Результаты хирургической коррекции двойных грудных сколиозов (Lenke 1 и 2). Изучение содержания 16 публикаций, посвященных оперативной коррекции двойных грудных сколиозов, позволило определить параметры 25 когорт, в 13 из которых в зону инструментального спондилодеза включена только первичная правосторонняя грудная дуга (MT – main thoracic, группа MT), а в 12 – обе дуги: MT и левосторонняя верхнегрудная (PT – proximal thoracic, группа MT + PT). Все данные, касающиеся динамики угла Cobb обеих дуг до операции, сразу после нее и в конце периода наблюдения свели в таблицы и подвергли статистическому анализу: табл. 1 – в зону спондилодеза включена только MT; табл. 2 – в зону спондилодеза включены MT и PT. Анализу применительно к обеим группам подвергли 4 параметра:

- дооперационный угол Cobb MT и PT;
- дооперационную мобильность дуги искривления (угол Cobb до операции минус угол Cobb в положении бокового наклона);
- коррекцию деформации (угол Cobb до операции минус угол Cobb сразу после вмешательства);

- послеоперационное прогрессирование деформации (угол Cobb в конце периода наблюдения минус угол Cobb сразу после вмешательства).

Средние величины углов PT до операции в группе коррекции MT + PT в среднем на $11,3^\circ \pm 3,4^\circ$ больше, чем в группе коррекции на одной дуге, причем это различие статистически значимо (RE-модель, $p = 0,001$).

Угол Cobb PT в положении пациента стоя и в наклоне в группе коррекции MT составил $28,5^\circ \pm 10,7^\circ$ и $19,4^\circ \pm 9,0^\circ$ соответственно, в группе коррекции MT + PT – $37,7^\circ \pm 12,1^\circ$ и $30,7^\circ \pm 14,8^\circ$ соответственно. Средние значения мобильности PT составили $8,77^\circ$ с 95 % ДИ 7,19–10,35° (группа MT) и $7,46^\circ$ с 95 % ДИ 5,82–9,10° (группа MT + PT) соответственно. Мобильность PT в двух анализируемых группах статистически значимо не различалась ($p = 0,323$).

Средние величины углов Cobb PT до и сразу после операции в группе MT составили $27,4^\circ \pm 9,1^\circ$ и $17,2^\circ \pm 7,6^\circ$ соответственно, в группе MT + PT – $40,7^\circ \pm 9,5^\circ$ и $21,6^\circ \pm 9,4^\circ$ соответственно. Средние значения коррекций PT составили $10,94^\circ$ с 95 % ДИ 9,08–12,80° (группа MT) и $19,99^\circ$ с 95 % ДИ 15,50–24,47° (группа MT + PT) соответственно. Коррекция PT в группах MT и MT + PT статистически значимо различалась ($p < 0,001$; рис. 7).

Средние величины углов Cobb PT сразу после операции и в конце периода наблюдения в группе MT составили $17,2^\circ \pm 7,6^\circ$ и $17,9^\circ \pm 8,3^\circ$ соответственно, в группе коррекции MT + PT – $21,3^\circ \pm 9,3^\circ$ и $23,5^\circ \pm 10,6^\circ$ соответственно. Средние значения потери коррекций PT в двух группах составили $-0,55^\circ$ с 95 % ДИ $-1,55$ – $-0,44^\circ$ и $-3,40^\circ$ с 95 % ДИ $-7,68$ – $-0,88^\circ$ соответственно. Потеря коррекции PT в группах MT и MT + PT статистически значимо не различалась ($p = 0,120$).

Средние величины углов MT до операции в группе MT + PT статистически значимо не отличались от группы коррекции на одной дуге (RE-модель; $p = 0,359$).

Угол Cobb MT в положении стоя и в наклоне в группе MT соста-

вил $52,2^\circ \pm 18,3^\circ$ и $30,5^\circ \pm 21,9^\circ$ соответственно, в группе MT + PT – $59,5^\circ \pm 18,2^\circ$ и $36,3^\circ \pm 20,5^\circ$ соответственно. Средние значения мобильности MT составили $24,50^\circ$ с 95 % ДИ 21,65–27,35° (группа MT) и $23,71^\circ$ с 95 % ДИ 16,53–30,89° (группа MT + PT) соответственно. Мобильность MT в группах MT и MT + PT статистически значимо не различалась ($p = 0,350$).

Средние величины углов MT до и сразу после операции в группе MT – $52,2^\circ \pm 12,2^\circ$ и $17,1^\circ \pm 8,1^\circ$ соответственно, в группе MT + PT – $60,8^\circ \pm 15,3^\circ$ и $19,7^\circ \pm 10,1^\circ$ соответственно. Средние значения коррекций MT составили $37,05^\circ$ с 95 % ДИ 31,09–43,01° (группа MT) и $40,44^\circ$ с 95 % ДИ 36,21–44,67° (группа MT + PT) соответственно. Коррекция MT в группах MT и MT + PT статистически значимо не различалась ($p = 0,359$).

Средние величины углов MT сразу после операции и в конце периода наблюдения в группе MT составили $17,7^\circ \pm 8,1^\circ$ и $20,1^\circ \pm 8,8^\circ$ соответственно, в группе MT + PT – $22,1^\circ \pm 9,8^\circ$ и $24,4^\circ \pm 10,6^\circ$ соответственно. Средние значения потери коррекций MT в двух группах составили $-2,76^\circ$ с 95 % ДИ $-5,06$ – $(-0,46^\circ)$ и $-1,83^\circ$ с 95 % ДИ $-3,53$ – $(-0,13^\circ)$ соответственно. Потеря коррекции MT в группах MT и MT + PT статистически значимо не различалась ($p = 0,825$).

Изменения сагиттального контура верхнегрудного отдела позвоночника

Одним из критериев структуральности как проксимальной, так и основной дуг у пациентов с двойными грудными сколиозами Lenke et al. [5] считали величину кифотической деформации. По их мнению, угол Cobb кифоза на уровне PT более 20° свидетельствует о том, что деформация относится к категории структуральных и должна быть включена в зону инструментального спондилодеза. Несмотря на эту рекомендацию, далеко не все авторы из включенных в данный обзор работ сочли необходимым привести резуль-

Таблица 1
Результаты хирургической коррекции правосторонней грудной дуги у больных с деформациями типов 1 и 2 по Lenke

Авторы	Количество больных, n (м/ж)	Возраст, лет	Инструментарий	Срок наблюдения, лет	РТ до операции, град.	РТ в положении наклона, град./мобильность, %	РТ после операции, град.	РТ в конце периода наблюдения, град./коррекция, %	МТ до операции, град.	МТ в положении наклона, град./мобильность, %	МТ после операции, град.	МТ в конце периода наблюдения, град./коррекция, %
Li et al. [41] Th ₁ tilt (+)	108	15,9	Harrington	4,8	27,1 ± 5,7	17,9 ± 9,1	—	19,4 ± 6,8	56,8 ± 11,6	32,0 ± 13,5	—	31,4 ± 10,2
Li et al. [41] Th ₁ tilt (- or 0)	—	—	—	—	31,1 ± 6,6	19,2 ± 8,4	—	23,6/24,1	55,5 ± 11,6	29,5 ± 14,7	—	33,0 ± 12,3
Lenke et al. [22]	27	14,9	CDI	3,2	24,0 (16–60)	10,0 (0–24)	—	16,0 (0–30)	51,0 (44–78)	22,0 (5–50)	—	25,0 (12–45)
Suk et al. [13]	22	15,9	ТПФ	—	32,0 ± 5,0	14,1/55,9	18,0 ± 6,0	—	58,0 ± 10,0	22,7/60,9	18,0/68,9	—
Kuklo et al. [14]	44	14,7	ДС	3,6	28,8 ± 6,9	19,8 ± 7,5	19,7 ± 7,8	20,8 ± 8,2	63,0 (46–95)	35,0 (14–79)	32,0/49,2	—
Kuklo et al. [15]	41	15,4	ВС	2,8	28,2 ± 6,8	15,8 ± 8,4	15,6 ± 8,1	16,3 ± 7,5	58,0 (42–90)	31,0 (15–71)	28,0/51,7	—
Cil et al. [23]	14 (6/31)*	14,0	—	4,1	23,5 ± 5,2	14,6 ± 7,6	13,9 ± 5,5	14,4 ± 7,8	51,1	28,7/43,8	17,4/65,9	23,0/55,0
Ilhareborde et al. [24]	71	15,2	Hooks, Universal Clamps	2,5	25,0 ± 11,4	15,6/37,8	19,6 ± 10,0	20,8 ± 11,0	57,5 ± 15,0	32,0/43,9	26,4 ± 11,0	30,0 ± 12,0
Elfiky et al. [25]	15 (1/14)	16,4	—	—	41,0 ± 2,3	—	30,6 ± 6,5	30,6 ± 5,1	58,7 ± 10,4	—	20,8 ± 7,4	26,2 ± 7,8
Matsumoto et al. [26]	106 (8/98)	16,2	ТПФ, Hybrid	2,0	26,7 ± 7,9	17,9 ± 6,7	14,9 ± 6,4	14,9 ± 7,1	54,6 ± 9,5	28,8 ± 11,6	13,4 ± 7,0	14,5 ± 7,5
Koller et al. [30]	49 (28/130)*	14,9	—	2,3	38,3 ± 6,1	30,3 ± 6,4	27,7 ± 7,8	26,8 ± 8,2	62,9 ± 10,7	34,6/45,9	25,9 ± 10,4	32,6 ± 11,0
Gotfrid et al. [31]	52	14,8	—	2,0	25,7 ± 8,4	12,9 ± 8,0	—	13,4 ± 7,4	59,7 ± 10,1	31,3 ± 12,8	—	19,5 ± 7,5
Yang et al. [32]	30	15,0	ТПФ	2,6	35,0 (29–37)	30,0 (25–33)	17,0 ± 6,2	—	58,0 (52–64)	38 % (34–52)	8,5 (5–16)	—
Lee et al. [33]	59 (20/39)	14,9	ТПФ	2,5	40,1 ± 8,0	32,3 ± 7,3	—	21,5 ± 7,6	61,3 ± 10,6	33,7 ± 12,3	—	13,9 ± 5,5
Yang et al. [34]	114	16,6	ТПФ	>2,0	20,40 ± 12,35	15,10 ± 10,94	11,60 ± 7,59	13,1 ± 8,0	39,7 ± 13,81	18,6 ± 7,87	12,3 ± 5,34	12,9 ± 6,19

МТ (main thoracic) – правосторонняя грудная дуга; РТ (proximal thoracic) – левосторонняя верхнегрудная дуга; ДС – дорсальный спондилодез; ВС – вентральный спондилодез; ТПФ – трансспедикулярная фиксация; * Данные относятся к общей группе пациентов, представленных этими авторами.

таты измерения кифоза на уровне проксимальной сколиотической дуги Th₂–Th₅ (табл. 3). Весьма вероятно, не усматривая клинических признаков верхнегрудного кифоза, наши коллеги просто не увидели смысла проводить дополнительные измерения. Однако в 11 публикациях из числа рассматриваемых приведены результаты исследования сагиттального контура грудного отдела позвоночника. Только в одной статье [30] средняя величина проксимального кифоза незначительно превышала 20°, в остальных была существенно меньше.

Частота развития феномена adding-on

Общепринятого определения этого феномена нет, хотя большинство авторов использует критерии Wang et al. [38], согласно которым adding-on – прогрессирующее увеличение количества позвонков, включенных в дистальную дугу искривления, сопровождающееся либо отклонением позвонка, следующего за нижним инструментированным (LIV), от средней крестцовой линии более чем на 5 мм, либо увеличением более чем на 5° клиновидности диска, расположенного каудальнее нижнего инструментированного позвонка. Cao et al. [27] конкретизировали его определение. Они расценили девиацию LIV + 1 и клиновидность диска под LIV как два параметра adding-on. Клиновидность диска, открытая влево, считается позитивной, вправо – негативной. В свою очередь, девиация LIV + 1 позвонка (расстояние от его центроида до средней крестцовой линии) вправо определяется как позитивное, влево – как негативное.

Koller et al. [30] определяли adding-on как клиновидность диска, следующего после LIV, более чем на 3°.

В изученном литературном массиве отмечено 6 работ, авторы которых констатировали развитие феномена adding-on.

Wang et al. [38] оперировали 278 больных с деформациями типа 1

Таблица 2
Результаты хирургической коррекции правосторонней грудной и левосторонней верхнегрудной дуг у больных с деформациями типов 1 и 2 по Lenke

Авторы	Количество больных, n (м/ж)	Возраст, лет	Инструментарий	Срок наблюдения, лет	РТ до операции, град.	РТ в положении наклона, град./мобильность, %	РТ после операции, град./коррекция, %	РТ в конце периода наблюдения, град./коррекция, %	МТ до операции, град.	МТ в положении наклона, град./мобильность, %	МТ после операции, град./коррекция, %	МТ в конце периода наблюдения, град./коррекция, %
Li et al. [41]	138	15,9	Harrington	4,8	36,9	24,5/33,6	—	26,9/27,1	51,0	25,8/49,4	—	31,0/39,2
Lenke et al. [22]	27	15,3	CDI	3,0	38,0 (25–50)	27,0 (13–45)	—	23,0 (7–45)	56,0 (43–88)	27,0 (6–65)	—	27,0 (15–57)
Suk et al. [13]	18	15,9	ТПФ	Min 2,0	45,0 ± 9,0	27,6/38,7	21,0 ± 11,0	—	55,0 ± 16,0	23,5/37,3	20,0 ± 10,0	—
Cil et al. [23]	23	15,0	—	4,9	25,9 ± 6,4	17,5 ± 6,0	13,6 ± 6,7	12,9 ± 8,3	55,5 ± 9,8	30,7 ± 16,3	19,7 ± 9,3	23,5 ± 11,0
Sharborde et al. [24]	61	15,2	Hybrid	4,3	36,1 ± 14,8	30,7 ± 19,9	27,4 ± 12,0	29,4 ± 14,7	58,3 ± 22,0	50,0 ± 14,8	23,8 ± 12,7	28,2 ± 13,0
Elfiky et al. [25]	15 (7/8)	16,2	Hybrid	3,1	51,8 ± 5,2	—	28,3 ± 7,1	33,0 ± 7,5	63,6 ± 13,9	—	25,0 ± 9,9	29,3 ± 8,9
Cao et al. [27]	142 (21/121)	16,1	ТПФ, Hybrid	2,4	43,0 ± 9,5	—	22,3 ± 9,3	22,3/48,4	63,7 ± 15,3	—	18,9 ± 10,3	18,9/70,3
Chang et al. [28]	57 (13/44)	15,2	ТПФ	7,2	40,2 ± 7,0	23,8 (35,9 ± 15,1)	17,9 ± 7,3	19,9 ± 7,4	56,6 ± 11,4	21,8 ± 16,4	16,1 ± 7,1	16,7 ± 6,9
Koller et al. [30]	49	14,9	Различные типы	2,1	39,9 ± 6,2	31,5 ± 6,4	20,5 ± 10,5	23,9 ± 11,1	63,9 ± 11,1	34,6 ± 13,7	30,3 ± 9,3	31,0 ± 11,5
Sudo et al. [29]	21 (2/19)	15,8	ТПФ	2,7	47,0 ± 7,2	36,3 (22,8)	18,0 ± 5,1	19,7 ± 5,6	65,6 ± 11,7	23,5/64,2	14,5 ± 8,0	16,8 ± 9,0/4,0
Yang et al. [32]	49 (16/33)	15,0	ТПФ	2,8	40,0 (35–46)	34,0 (30–41)	15,0/62,5	—	58,0 (49–70)	41,0 (31–52)	10,0 (4–18)	—
Lee et al. [33]	15 (4/11)	15,5	ТПФ	2,6	46,7 ± 13,7	38,1 ± 11,9	—	18,5 ± 5,4	63,3 ± 12,9	39,3 ± 18,0	—	13,0 ± 5,1

МТ (main thoracic) — правосторонняя грудная дуга; РТ (proximal thoracic) — левосторонняя верхнегрудная дуга; ТПФ — транспедикулярная фиксация.

по Lenke. В группу исследования включено 45 больных. В 23 случаях констатировано развитие феномена adding-on. Средний срок послеоперационного наблюдения – 3,6 года. Авторы отметили, что возраст больных, разница локализации стабильного и нижнего инструментированного позвонков, соотношение средней крестцовой линии и позвонка, расположенного дистальнее нижнего инструментированного, были достоверно различными в группах с adding-on и без такового. В свою очередь, исходная величина деформации, степень ее коррекции и несовпадение нейтрального и нижнего инструментированного позвонков не влияют на риск развития этого осложнения. Частота его резко возрастает, если до операции отстояние позвонка, расположенного каудальнее нижнего инструментированного от средней крестцовой линии, превышает 10 мм.

Matsumoto et al. [26] оперировали 106 больных, adding-on констатирован у 20 человек. У этих больных clavicle angle и угол наклона Th₁ позвонка при наличии adding-on были меньше, чем без такового. Послеоперационный дисбаланс надплечий (Postoperative Shoulder Imbalance – PSI) может сопровождаться развитием adding-on, однако остается неясным, развивается ли он независимо или как следствие PSI в качестве компенсаторной реакции. Если такая связь есть, надо всячески препятствовать развитию PSI, так как adding-on может привести к дегенеративным изменениям в поясничном отделе позвоночника.

Сао et al. [27] считают adding-on одним из частых осложнений, развивающихся дистальнее зоны спондилодеза. Оно может привести к потере коррекции, деформации и дегенерации дисков, фронтальному дисбалансу туловища. Авторы диагностировали adding-on у 20 пациентов, PSI – у 23 из 142 оперированных. У 8 больных из 20 adding-on выявлен сразу после вмешательства. При этом развитие adding-on констатировано достоверно реже у больных с дисбалансом надплечий. В конце срока наблюдения у больных с adding-on признаков дисбаланса

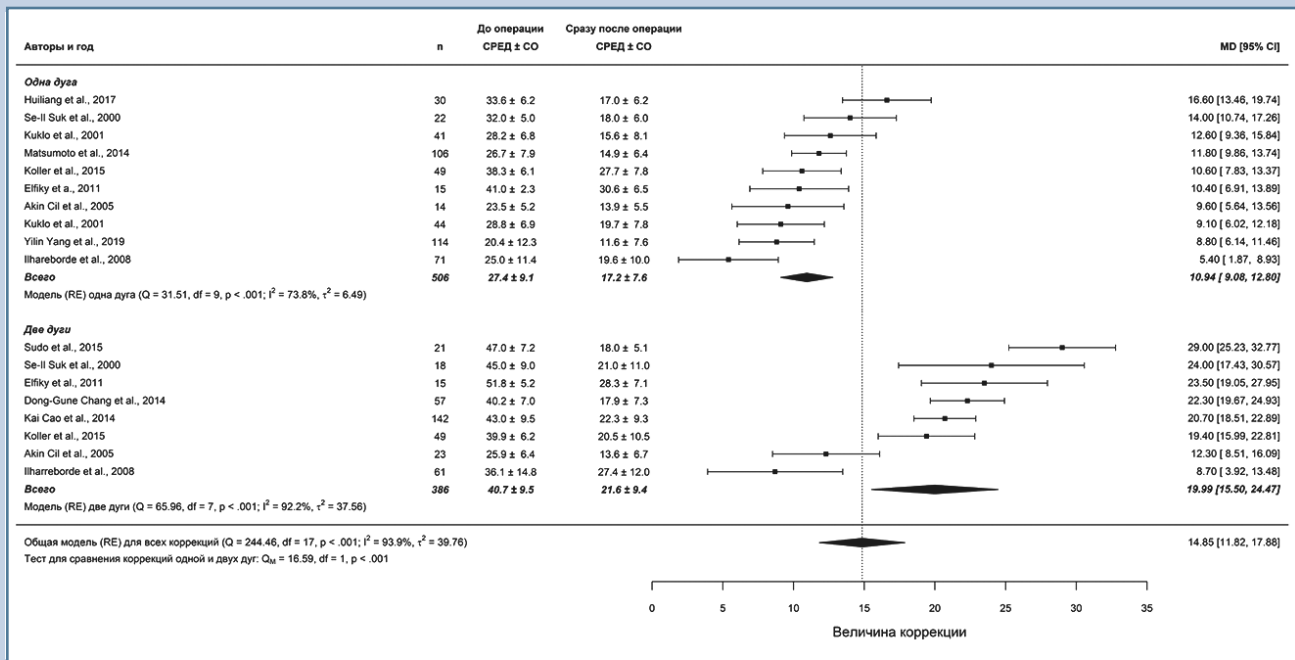


Рис. 7

Диаграмма (forest plot) сравнения коррекции РТ при операции с захватом одной и двух дуг

надплечий не было ни в одном случае. Рентгенологическая разновысокость надплечий четко коррелирует с параметрами adding-on.

Koller et al. [30] оперировали 158 больных. В общей группе частота adding-on составила 29,1 % (46 больных), при блокировании обеих дуг – 20,0 % (15 из 60), при блокировании только грудной дуги – 34,7 % (31 из 98). В шести случаях после вентрального грудного спондилодеза и нарушения формирования костного блока отмечено увеличение РТ и формирование adding-on.

Lee et al. [33] выявили adding-on у 6 из 80 оперированных больных. Связи с уровнем LIV отмечено не было. Что касается PSI, то с его ростом вероятность adding-on нарастает, но эта взаимосвязь не является статистически значимой.

Yang et al. [34] оперировали 114 пациентов и отметили развитие adding-on у 18 из них. Из 60 больных, у которых в отдаленные сроки после операции констатировано развитие PSI, у 15

выявлен adding-on, а из остальных 54 – только у трех, и это различие статистически достоверно. По мнению авторов, это говорит о важности коррекции РТ в ходе операции. Развитие adding-on – важный компенсаторный механизм. Регрессионный анализ показал, что угол adding-on может служить предиктором развития РТ у больных идиопатическим сколиозом. Угол adding-on авторы определяли между плоскостью верхней замыкательной пластинки LIV и нижней замыкательной пластинки позвонка на два уровня каудальнее.

В шести упомянутых исследованиях суммарная частота развития adding-on составила 20,6 % (133 случая на 645 оперированных пациентов).

Качество жизни пациентов (HRQoL) по данным анкетирования

Информация по этому разделу исследования содержится в четырех из рассмотренных публикаций.

Kuklo et al. [15] прооперировали 94 пациента и при анализе результа-

тов лечения оценивали субъективные данные больных относительно положения надплечий и степень их удовлетворенности сложившейся ситуацией. До операции 35 человек считали, что левое надплечье выше правого, 35 – что правое выше левого, 24 – что надплечья сбалансированы. Существующей ситуацией были недовольны 66 человек, 12 – довольны, остальные – без мнения (по opinion). После операции подавляющее большинство пациентов (72) констатировали баланс надплечий, 14 – перекошено право, 8 – перекошено влево. В результате 74 человека были довольны своим внешним видом, 5 – недовольны, 15 – без мнения.

Smurnis et al. [17] исследовали степень удовлетворенности результатами хирургического лечения у 56 больных. Из них 42 (75 %) пациента расценили результат как хороший или отличный, 11 (20 %) – как приемлемый, 3 (5 %) – как плохой. Оценка, данная хирургами, была аналогичной.

Matsumoto et al. [26] предложили заполнить опросник SRS-22 пропе-

Таблица 3

Динамика сагиттального контура грудного отдела позвоночника в до- и послеоперационном периодах у больных со сколиозами типов 1 и 2 по Lenke

Авторы	Количество больных, n	Срок послеоперационного наблюдения	Угол Cobb Th ₂ –Th ₅ , град.			Угол Cobb Th ₅ –Th ₁₂ , град.		
			до операции	сразу после операции	отдаленный период	до операции	сразу после операции	отдаленный период
<i>Lenke et al. [22]</i>	54	3 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₂	27	–	15,0	–	13,0	19,0	–	18,0
Блок до Th ₅	27	–	19,0	–	18,0	14,0	–	22,0
<i>Cil et al. [23]</i>	37	4,5 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₂	–	–	8,1	13,6	16,6	–	–	–
Блок до Th ₅	–	–	10,5	10,5	17,2	–	–	–
<i>Elfiky et al. [25]</i>	30	2 года	–	–	–	–	–	–
<i>Chang et al. [28]</i>	57	5 лет	–	–	–	–	–	–
Деротация стержня с прямой деротацией позвонка	–	–	–	–	–	18,9	23,7	26,5
Деротация стержня	–	–	–	–	–	20,6	26,2	25,5
Блок до Th ₂	–	–	9,2	8,5	8,9	–	–	–
Блок до Th ₅	–	–	10,6	10,5	9,9	–	–	–
<i>Sudo et al. [29]</i>	21	2 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₂ –Th ₃	–	–	8,3	7,1	7,1	9,3	17,4	19,0
<i>Koller et al. [30]</i>	138	2 года	22,0	21,0	25,0*	–	–	–
<i>Gotfrid et al. [31]</i>	52	2 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₅	–	–	–	–	–	22,2	–	26,8
<i>Yang et al. [32]</i>	79	2,5 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₂	49	–	16,0	–	13,0	17,0	–	14,0
Блок до Th ₂ –Th ₃	30	–	11,0	–	15,0	16,0	–	16,0
<i>Ketenci et al. [35]</i>	63	2 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₂	–	–	9,6	–	5,8	22,5	–	23,0
Блок до Th ₃	–	–	10,1	–	6,4	24,2	–	21,8
Блок до Th ₄	–	–	11,3	–	9,1	25,1	–	23,2
<i>Lee et al. [33]</i>	74	–	16,7**	–	–	–	–	–
<i>Machida et al. [37]</i>	66	2 года	–	–	–	–	–	–
Блок до Th ₄	–	–	–	–	–	20,0	17,0	20,0

* Авторы не обнаружили достоверной связи с протяженностью зоны спондилодеза, конкретных данных не привели;

** послеоперационные данные авторами не приведены.

рированными ими 106 пациентам. Они не обнаружили существенной корреляции между результатами анкетирования и такими параметрами, как *clavicle angle* и *Th₁ slope*, причем это касалось как общего (total) показателя, так и всех составляющих его результатов по отдельным доменам.

Sudo et al. [29] представили результаты хирургического лечения 21 пациента со средними сроками послеоперационного наблюдения 2,7 года. По данным анкетирования с использованием опросника SRS-22 качество

жизни пациентов существенно улучшилось: средний суммарный показатель составил 3,7 до операции и 4,4 – в конце периода наблюдения, причем положительная динамика отмечена по всем доменам.

Переко́с надплечий в до- и послеоперационном периодах

Анализ до- и послеоперационного баланса надплечий представляется весьма важным применительно к обсуждаемой группе больных. Однако многочисленные литературные дан-

ные оказалось весьма трудным свести воедино и получить сколько-нибудь убедительный результат по следующим причинам: авторы используют различную группировку больных в зависимости от протяженности зоны спондилодеза, различные методы лечения (инструментарий), динамика положения надплечий увязывается с различными рентгенографическими параметрами, исходная мобильность сколиотических дуг, различные подходы к количественной оценке дисбаланса надплечий. Кроме

того, сама динамика положения надплечий крайне вариабельна: стабилизация, уменьшение или усиление наклона, превращение левого в правый и наоборот. Подобное многообразие взаимозависимых параметров делает анализ крайне сложным, если вообще выполнимым.

Обсуждение

В литературе содержится значительное количество исследований, посвященных проблеме двойных грудных сколиозов. В них, помимо результатов хирургической коррекции, содержится множество соображений и рекомендаций, основанных преимущественно на собственном опыте авторов. Обзорных работ найти не удалось, но мы сделали попытку обобщения, проанализировав количественную информацию, содержащуюся в ряде статей. Ознакомление с этими работами показывает разнообразие мнений относительно выбора зоны инструментального спондилодеза и оценки достигнутого результата.

King et al. [9] в своей классификации сколиозов определили двойные грудные дуги как тип V, идентифицируемый за счет ригидности верхней дуги и позитивного наклона Th₁ позвонка. Спондилодез должен распространяться на обе дуги, если верхняя дуга больше коррекции нижней дуги в боковом наклоне.

Winter [39] при описании клинической картины подчеркивал полностью трапециевидной мышцы, выстояние левых ребер и элевацию надплечья. Использование CDI может дать больше коррекции основной дуги, чем мобильность PT может компенсировать. В противном случае, если не выявить предварительно ригидность PT, можно получить несбалансированный позвоночник с элевацией ребер слева и дисбалансом надплечий. Используя CDI и 90° ротационный маневр для коррекции MT, можно получить элевацию левого надплечья, даже если до операции было поднято правое надплечье или перекоса не было вообще. Поэтому структуральная PT

должна быть включена в блок. Lee et al. [20] отметили, что легко достичь нежелательной гиперкоррекции MT с помощью CDI, так как инструментарий мощный и может исправлять обе дуги по отдельности, а нижняя дуга более мобильна, чем верхняя. Потеря коррекции PT превышает таковую MT. Обе дуги надо исправлять сбалансированно, чтобы достичь послеоперационного равновесия надплечий (больше PT или меньше MT). Послеоперационный дисбаланс дает косметический дефект за счет асимметрии трапециевидной области и возможные дегенеративные изменения шейного отдела позвоночника. Vago et al. [40] использовали CDI только на уровне MT и отметили, что эта операция всегда индуцирует или усугубляет элевацию левого надплечья, которая не может быть уравновешена внутренней мобильностью MT. Эти же авторы [11] исследовали достоверность четырех рентгенологических показателей баланса надплечий: CPH, CRCI, Th₁ slope, FRA. По их данным, наклон Th₁ не всегда совпадает с перекосом надплечий. Авторы полагают, что наиболее достоверным методом является определение точек пересечения ребра и ключицы.

Li et al. [41] обследовали 246 пациентов с PT больше 20° и выделили 3 группы: I – позитивный наклон Th₁, заблокированы обе грудные дуги; II – позитивный наклон Th₁, заблокирована только нижняя дуга; III – негативный или нейтральный наклон Th₁, заблокирована только нижняя дуга. Позитивный наклон Th₁ не коррелирует с перекосом надплечий. PT более ригидна, чем MT. У больных II и III групп прогрессирование верхней дуги не превысило 5° при сроке наблюдения в среднем 4,8 года. В большинстве случаев отмечена самокоррекция PT. Во II и III группах дисбаланс надплечий усилился. Диагноз двойной грудной дуги приложим только к случаям, когда приходится блокировать оба искривления. Механизм спонтанной коррекции PT дуги может включать выпрямляющий рефлекс контроля положения головы, который предот-

вращает дальнейшее прогрессирование и включает корригирующий эффект шейной мускулатуры. Включение в блок PT показано при наличии перекоса надплечий. Протяженность блока при сбалансированных надплечьях зависит от мобильности обеих грудных дуг. Если PT более ригидна, ее спонтанной коррекции не будет, надо блокировать обе дуги. Если PT более мобильна, можно ограничить блок только MT, но гиперкоррекции надо избегать. Два принципа авторов: чем ригиднее PT, тем меньше следует исправлять MT. Чем больше поднято правое надплечье, тем большая коррекция MT необходима для достижения баланса надплечий.

Lenke et al. [22] уточнили ранее сформулированные критерии структуральности PT: величина более 30°, в боковом наклоне сохраняется не менее 20°, ротация апикального позвонка более I ст., трансляция апекса более чем на 1 см, элевация левого надплечья любой степени выраженности, позитивный наклон Th₁, переходный позвонок между двумя дугами – на уровне Th₆ или ниже. При наличии этих критериев использование CDI предполагает продление блока до Th₂. Suk et al. [13] утверждают, что включение в блок PT нормализует разницу в положении надплечий, если изначально левое надплечье было выше правого или на одном уровне с ним. Отсюда показания к блоку обоих искривлений: PT больше 25°, надплечья уравновешены или левое выше (это двойной грудной сколиоз). Надо блокировать обе дуги сегментарным инструментарием. Сдвиг Th₁ на 20 мм в сторону от середины крестца – показатель дисбаланса. Судя по результатам авторов, если левое надплечье до операции ниже, то блокировать его не нужно при условии, что разница составляет более 12 мм.

Kuklo et al. [14] подчеркивают, что коррекция MT всегда приводит к самокоррекции PT. Послеоперационная коррекция PT позитивно коррелирует с ее дооперационной величиной и исходной мобильностью и сохраняется в отдаленном после-

операционном периоде. Эти же авторы [15] проанализировали результаты оперативного лечения в зависимости от уровня верхнего инструментированного позвонка: дорсальный спондилодез до Th₂ (I), до Th₃ (II), до Th₄ или Th₅ (III), вентральный спондилодез до Th₄ (IV). Наилучшая коррекция РТ отмечена в группах I и IV. Дисбаланс надплечий уменьшился во всех группах без достоверных различий. Оценка больными результата положительная во всех группах. Ключичный угол, а не наклон Th₁, обзорные и функциональные снимки проксимальной дуги – наилучший рентгенографический предиктор послеоперационного баланса надплечий. Во всех группах послеоперационный баланс надплечий и клиническая картина улучшаются и коррелируют с самооценкой.

Cil et al. [23] констатировали отсутствие единомыслия относительно критериев структуральности РТ при двойных грудных сколиозах. Поскольку не найдено различий между включением или невключением неструктуральной РТ в блок, спондилодез до Th₂–Th₃ необязателен.

Shareborde et al. [24] предложили метод предоперационного планирования, основанный на ожидаемом эффекте коррекции деформации. Цель стратегии – сбалансировать Th₁ и надплечья и восстановить баланс во фронтальной плоскости. Измеряли наклон Th₁, дисбаланс надплечий (по ключицам), угол Cobb стоя и в наклоне, сдвиг Th₁ (мм между центром Th₁ и центром S₁). Комбинированный анализ ригидности РТ, наклона Th₁ и надплечий и предполагаемой коррекции МТ. В случае типа 1 блокировалась только МТ. При типе 2 и двух ригидных дугах блокировались обе, при мобильной РТ уровень блока определялся наклоном Th₁ и надплечий. Если они наклонены в одну сторону и их положение ухудшалось при коррекции МТ, блокировались обе дуги. Если они наклонены в разные стороны, блокируется только часть РТ. Сагиттальная плоскость не учитывалась. Так оперировано 132 пациента.

Результатами авторы довольны. Th₁ и перекося надплечий надо нормализовать по отдельности, так как коррекция надплечий отвечает эстетическим ожиданиям пациента, а коррекция наклона Th₁ предотвращает развитие проксимальной относительно зоны блока деформации, что может приводить к развитию болей в шейном отделе позвоночника. Баланс туловища и надплечий восстановлен в 89 % случаев, далеко не всегда нужно блокировать обе дуги.

Li et al. [41] отметили, что при транспедикулярной фиксации на обеих грудных дугах они хорошо исправляются. Хотя критерии Lenke разработаны для CDI, они подходят и для планирования спондилодеза с использованием транспедикулярной фиксации.

Smyrnis et al. [17] описали FRI (first rid index, см. выше) и сочли его хорошим прогностическим фактором в комбинации с ранее описанными тестами. Послеоперационная элевация левого надплечья на 2 см и более вызывает неудовлетворение и может быть предотвращена использованием всех тестов. Послеоперационный подъем левого надплечья может быть следствием селективной коррекции МТ. Асимметрия больше 2 см вызывает неудовольствие, особенно у девушек-подростков. Этот эффект сочетается с наличием структуральной РТ. Чтобы его уменьшить, коррекция МТ должна быть умеренной. Другое решение – блок обеих дуг. В случае плохого прогноза (особенно худощавые девочки-подростки) хирург может опереться на данные рентгенографии после имплантации стержня на вогнутой стороне МТ. Если наклон Th₁ сохраняется или нарастает, можно уменьшить коррекцию МТ или включить в блок РТ.

Qiu et al. [16] отметили, что нередко отличная рентгеновская картина сопровождается жалобами больного на косметический дефект. Авторы исследовали корреляции между клинической и рентгеновской картинами при двойных грудных сколиозах, используя 6 косметических пара-

метров и 7 рентгенологических. Оказалось, что ни один рентген-параметр не отражает положение и вид надплечий. Хирург должен уделять больше внимания косметическому аспекту баланса надплечий, нежели рентгенографическим параметрам, при принятии окончательного решения об операции.

Elfiky et al. [25] утверждают, что спонтанная коррекция РТ возможна при структуральных дугах от 35 до 45°, и эта коррекция стабильна, поэтому при таких величинах блок РТ необязателен. Дооперационные рентген-параметры положения надплечий недостоверны в предсказании послеоперационного их баланса. Ono et al. [42] обратили внимание на несоответствия между рентгенологическими и клиническими проявлениями дисбаланса надплечий. Они исследовали корреляцию между результатами изучения клинических фотографий больных (СА, ТЛ, соотношение правой и левой зон *m. trapezius*) и данными рентгенограмметрического исследования (наклон Th₁ позвонка, FRA, углы Cobb всех дуг, фронтальный дисбаланс). Выявлено 2 компонента дисбаланса надплечий – латеральный и медиальный. Медиальный отражает асимметричный контур *m. trapezius*, образуемый наклоном проксимальных ребер и Th₁ позвонка. Латеральный компонент, в основе которого лежит наклон ключицы, слабо коррелирует с рентгенограмметрическими параметрами. Следовательно, коррекция асимметрии контура *m. trapezius* может быть более предсказуемой по сравнению с изменением наклона ключицы после хирургической коррекции сколиотической деформации.

Hong et al. [43] подчеркнули, что удовлетворение результатом определяется во многом внешним эффектом (вид рубцов, форма спины) и уменьшением болевого синдрома. Перекося надплечий после операции – одна из нередких жалоб. Авторы пришли к выводу, что при любом типе деформации (среднегрудной или поясничной локализации) воз-

можно развитие дисбаланса надплечий. В этом смысле важную роль играют объем коррекции и предоперационное положение надплечий. Авторы нашли, что среди методов исследования дисбаланса надплечий наиболее достоверными являются СА и CHD.

Matsumoto et al. [26] пришли к заключению, что дисбаланс чаще ассоциирован с большей коррекцией МТ с транспедикулярной фиксацией, с большим дооперационным ключичным углом и с большей и более ригидной РТ. Дисбаланс может компенсироваться развитием дистального adding-on. Для профилактики дисбаланса у таких больных нужно либо полностью исправить проксимальную дугу минимум до Th₂ или выше, либо ограниченно исправлять основную грудную дугу.

Chang et al. [28] первыми оценили эффект прямой ротации при использовании транспедикулярной фиксации у больных с двойными дугами. Деротация стержня хорошо работает в ближайшие сроки, но этот эффект не сохраняется. Дисбаланс надплечий мало исправляется даже при использовании прямой позвоночной деротации с транспедикулярной фиксацией при двойных грудных дугах. РТ ригидна и корригируется хуже, следовательно, меньшая коррекция МТ дает меньший дисбаланс надплечий.

Koller et al. [30] подчеркивают, что успех вмешательства определяется исходным положением левого надплечья, углом Cobb РТ более 40° и объемом коррекции основной дуги. Включение РТ в блок не имеет важного значения. Но компенсаторные механизмы, необходимые для баланса надплечий, могут вызвать изменения в выстраивании всего туловища с формированием поясничной дуги.

Sudo et al. [29] описали технику одномоментной двухстержневой ротации. Показания – ригидная РТ больше 30° с мобильностью меньше 30%. Имплантируется временный стержень на вогнутости РТ, затем – коррекция РТ distraction, в результате сигмовидная двойная дуга реформируется в единую грудную дугу. В головки

всех шурупов на вогнутой стороне МТ (включая РТ) вводится стержень, короткий временный стержень удаляется, вводится стержень по выпуклой стороне МТ, последнее – одномоментная ротация обеих стержней. Эта техника очень напоминает описанную авторами CDI [44]. В конце периода наблюдения авторы отметили у всех больных баланс или легкий дисбаланс надплечий.

Elsebaie et al. [45] предложили классификацию сколиотических деформаций, включающую в себя определение баланса надплечий. Выделено 3 типа деформаций, в каждом из которых определяются 2 подтипа в зависимости от исходного положения надплечий.

Matamalas et al. [18] нашли, что у неоперированных больных с умеренными деформациями (менее 80°) перекос надплечий и жалобы по этому поводу мало коррелируют с рентгенологической картиной. Перекос надплечий не является ключевым моментом в самооценке обследованных ими больных. Видимо, существуют другие факторы, требующие оценки.

Sharma et al. [46] высказали предположение, что рентгенологические параметры незначительно отражают косметический дефект при Lenke 1C, и это, по их мнению, подчеркивает не только уязвимость сверхдостоверных индексов, но также и жизненную важность клинического обследования косметического дефекта.

Amir et al. [47] утверждают, что коррекция РТ – не гарантия клинического баланса надплечий и ключиц. Асимметрия трапециевидной мышцы корригируется путем выравнивания положения Th₁ позвонка и первых ребер, а также уменьшением РТ. Как добиться баланса латеральных отделов надплечий после операции, остается непонятным.

Lee et al. [33] полагают, что дисбаланс надплечий после операции по поводу сколиоза типа 2 по Lenke встречается часто и коррелирует с тестом Risser, с большим послеоперационным PWA (proximal wedge angle – клиновидность диска, располо-

женного под верхним инструментированным позвонком) и соотношением углов Cobb обеих дуг. Рентгенологический дисбаланс надплечий не коррелирует с клиническим. Предоперационно не удалось выявить факторы риска развития дисбаланса, кроме теста Risser. Достоверные методики – СА и RSH.

Yang et al. [32] нашли, что дооперационный латеральный дисбаланс надплечий в большей степени, чем уровень верхнего инструментированного позвонка, определяет послеоперационный дисбаланс. Включение Th₂ в зону блока улучшает медиальный баланс, но не латеральный (CHD, CRID, CA). Положительный наклон Th₁ – индикатор включения в блок Th₂ для улучшения медиального баланса.

Gotfrid et al. [31] отметили спонтанную коррекцию РТ после коррекции МТ в 52 % случаев. Дисбаланс надплечий до операции отмечен в 51 %, после операции – в 30 %. В 17 % случаев развился так называемый реверсивный дисбаланс – слева направо, чаще это было у тех, у кого до операции перекос был минимальным или отсутствовал вообще. При деформациях Lenke 1 с приподнятым правым надплечьем и при отсутствии проблем в сагиттальной плоскости коррекции основной дуги достаточно для баланса надплечий. Нет связи между балансом надплечий и величиной коррекции основной и проксимальной дуг.

Lee et al. [33] полагают, что блок до Th₂ имеет смысл при достаточном созревании скелета и более мобильном РТ для предотвращения дисбаланса надплечий. Если в качестве UIV выбран Th₃ или Th₄, снижение правого надплечья может стать проблемой после операции. Большая степень созревания скелета и большая мобильность МТ могут быть дооперационными факторами риска для развития дисбаланса после операции.

По мнению Brooks et al. [48], выбор Th₄ в качестве UIV дает лучший баланс после операции, чем Th₂ или Th₃ вне зависимости, какое надплечье было выше до операции. Выбор Th₂ не гарантирует послеоперационного

баланса надплечий после блокирования основной грудной дуги, однако при сравнении с более каудальным UIV (Th₄) можно ожидать улучшенную коррекцию PT.

Ketenci et al. [35] оценили состояние шейного отдела позвоночника и отметили, что при деформациях типа Lenke 1 после транспедикулярной фиксации с предварительным изгибом и ротацией стержня послеоперационное сглаживание шейного лордоза более вероятно, если UIV расположен на уровне Th₂ или Th₃. Сглаживание лордоза происходит за счет уменьшения кифоза на Th₁–Th₅ и наклона Th₁. Клинически проявлений уменьшения лордоза нет, поэтому блок следует продлевать для оптимального баланса надплечий.

Sielatycki et al. [49] выяснили, что при типах 1 и 2 по Lenke большая коррекция основной дуги (>54 %) с недокоррекцией (<52 %) проксимальной дуги приводит к дисбалансу надплечий в 59 % вне зависимости от положения UIV. Надо тщательно исследовать проксимальную дугу, чтобы добиться баланса, особенно если осуществляется значительная коррекция MT.

Yang et al. [34] утверждают, что послеоперационный баланс надплечий определяется апикальной трансляцией проксимальной дуги (AVT – apical vertebral translation) и углом adding-on. Это два компенсирующих друг друга механизма. Профилактика дисбаланса – коррекция AVT проксимальной дуги и adding-on.

Bram et al. [50] полагают, что у пациентов с левым приподнятым плечом до операции реже удается достичь баланса после операции. Выбор более проксимального UIV также не влияет на послеоперационный дисбаланс. При дооперационном дисбалансе проксимальная дуга больше 34,5° может привести к усугублению асимметрии надплечий.

Нетрудно убедиться, что высказываемые авторами соображения нередко противоречат друг другу, это касается методов обследования, понятия ригидности PT, протяженности зоны инструментального спондилодеза. Предпринятая попытка анализа представленных в литературе данных была построена на сравнении ряда показателей: дооперационного угла Cobb, дооперационной мобильности дуги искривления, коррекции деформации, послеоперационного прогрессирования деформации. Все эти параметры рассчитывались как для PT, так и для MT.

В многообразии полученных цифр обращает на себя внимание, что достоверные различия констатированы в подгруппах MT и MT + PT только в двух случаях – для исходного угла Cobb PT и величины его коррекции (угол Cobb до операции минус угол Cobb сразу после вмешательства).

Это обстоятельство позволяет высказать предположение, что авторы включенных в обзор публикаций при выборе протяженности зоны инструментального спондилодеза ориентировались, в первую очередь, на исходную величину угла Cobb проксимальной грудной дуги. В группе MT + PT она составляет в среднем 37–40° и на 11–13° больше, чем в группе MT. При этом мобильность PT в обеих группах статистически не различается. Возможно, именно это обстоятельство заставляет хирургов ориентироваться, в первую очередь, на исходную величину PT. Достигнутая коррекция статистически значимо больше в группе MT + PT, несмотря на более грубое проксимальное искривление по сравнению с группой MT, что можно объяснить высокой эффективностью современного хирургического инструментария с широким использованием транспедикулярной фиксации.

Послеоперационная динамика кифоза (как Th₂–Th₅, так и Th₅–Th₁₂) весьма незначительна. Судя по этим

данным, протяженность зоны инструментального спондилодеза практически не оказывает влияния на параметры сагиттального контура грудного отдела позвоночника.

Достаточно высокая частота развития феномена adding-on свидетельствует о наличии связи между этим осложнением и динамикой PT, но, вероятно, имеющихся данных недостаточно для формулирования окончательного вывода.

Литературные данные, касающиеся самооценки пациентами качества жизни после оперативного лечения сколиозов типов 1 и 2 по Lenke, весьма скудны, хотя большинство оперированных оценивают результат лечения как положительный.

Заключение

Проблема определения протяженности зоны инструментального спондилодеза при двойных грудных сколиозах остается нерешенной. Большинство хирургов ориентируется не столько на мобильность проксимальной дуги, сколько на ее величину. Нет единства в выборе методов оценки асимметрии надплечий, в прогнозировании развития феномена adding-on, мало информации об изменениях качества жизни пациентов после оперативного вмешательства. Необходимы новые исследования.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. **Ponseti IV, Friedman B.** Prognosis in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1950;32:381–395. DOI: 10.2106/00004623-195032020-00017.
2. **Cobb JR.** The problem of the primary curve. *J Bone Joint Surg Am.* 1960;42:1413–1425. DOI: 10.2106/00004623-196042080-00012.
3. **Moe JH, Kettleson DN.** Idiopathic scoliosis. Analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in one hundred sixty-nine patients. *J Bone Joint Surg Am.* 1970;52:1509–1533. DOI: 10.2106/00004623-197052080-00001.
4. **Ginsburg H, Goldstein L, De Vanny J, Haake P.** An evaluation of the upper thoracic curve in idiopathic scoliosis: guidelines in selection of the fusion area. Presented at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society. Hong Kong, October 1977.
5. **Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K.** Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:1169–1181. DOI: 10.1201/9781315154053-33.
6. R Core Team (2013). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. [Electronic resource]. URL: <https://www.R-project.org>.
7. **Balduzzi S, Rucker G, Schwarzer G.** How to perform a meta-analysis with R: a practical tutorial. *Evid Based Ment Health.* 2019;22:153–160. DOI: 10.1136/ebmental-2019-300117.
8. **Viechtbauer W.** Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *J Stat Softw.* 2010;36:1–48. URL: <https://www.jstatsoft.org/v36/i03>. DOI: 10.18637/jss.v036.i03.
9. **King HA, Moe JH, Bradford DS, Winter RB.** The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1983;65:1302–1313.
10. **Sangole AP, Aubin CE, Labelle H, Stokes IAF, Lenke LG, Jackson R, Newton P.** Three-dimensional classification of thoracic scoliotic curves. *Spine.* 2009;34:91–99. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181877bbb.
11. **Bago J, Carrera L, March B, Villanueva C.** Four radiological measures to estimate shoulder balance in scoliosis. *J Pediatr Orthop B.* 1994;5:31–34. DOI: 10.1097/01202412-199605010-00006.
12. **Burton DC, Asher MA, Lai SM.** The selection of fusion levels using torsional correction techniques in the surgical treatment of idiopathic scoliosis. *Spine.* 1999;24:1728–1739. DOI: 10.1097/00007632-199908150-00015.
13. **Suk SI, Kim WJ, Lee CS, Lee SM, Kim JH, Chung ER, Lee JH.** Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation. *Spine.* 2000;25:2342–2349. DOI: 10.1097/00007632-200009150-00012.
14. **Kuklo TR, Lenke LG, Won DS, Graham EJ, Sweet FA, Betz RR, Bridwell KH, Blanke KM.** Spontaneous proximal thoracic curve correction after isolated fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2001;26:1966–1975. DOI: 10.1097/00007632-200109150-00006.
15. **Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, Won DS, Sweet FA, Blanke KM, Bridwell KH.** Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2002;27:2013–2020. DOI: 10.1097/00007632-200209150-00009.
16. **Qiu XS, Ma WW, Li WG, Wang B, Yu Y, Zhu ZZ, Qian BP, Zhu F, Sun X, Ng BKW, Cheng JCY, Qiu Y.** Discrepancy between radiographic shoulder balance and cosmetic shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis patients with double thoracic curve. *Eur Spine J.* 2009;18:45–51. DOI: 10.1007/s00586-008-0833-4.
17. **Smyrnis PN, Sekouris N, Papadopoulos G.** Surgical assessment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2009;18:522–530. DOI: 10.1007/s00586-009-0902-3.
18. **Matamalas A, Bago J, D'Agata E, Pellise F.** Does patient perception of shoulder balance correlate with clinical balance? *Eur Spine J.* 2016;25:3560–3567. DOI: 10.1007/s00586-015-3971-5.
19. **Clement RC, Anari J, Bartley CE, Bastrom TP, Shah R, Talwar D, Upasani VV.** What are normal radiographic spine and shoulder balance parameters among adolescent patients? *Spine Deform.* 2020;8:621–627. DOI: 10.1007/s43390-020-00074-9.
20. **Lee CK, Denis F, Winter R, Lonstein J.** Surgical results of Cotrel-Dubousset Instrumentation in double thoracic idiopathic scoliosis. Abstracts of the 8th international congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation. Minneapolis, USA. 1991:3–4.
21. **Lee CK, Denis F, Winter R, Lonstein J.** Analysis of the upper thoracic curve in surgically treated idiopathic scoliosis. A new concept of the double thoracic curve pattern. *Spine.* 1993;18:1599–1608. DOI: 10.1097/00007632-199309000-00006.
22. **Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, Baldus C, Blanke K.** Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation. *Spine.* 1994;19:1589–1597. DOI: 10.1097/00007632-199407001-00007.
23. **Cil A, Pekmezci M, Yazici M, Alanay A, Acaroglu RE, Deviren V, Surat A.** The validity of Lenke criteria for defining structural proximal thoracic curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2005;30:2550–2555. DOI: 10.1097/01.brs.0000186579.74398.15.
24. **Ilhareborde B, Even J, Lefevre Y, Fitoussi F, Presedo A, Souchet P, Pennecot GF, Mazda K.** How to determine the upper level of instrumentation in Lenke types 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 132 patients. *J Pediatr Orthop.* 2008;28:733–739. DOI: 10.1097/BPO.0b013e318185a36b.
25. **Elfiky TA, Samartzis D, Cheung WY, Wong YW, Luk KDK, Cheung KMC.** The proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis: surgical strategy and management outcomes. *Global Spine J.* 2011;1:27–36. DOI: 10.1055/s-0031-1296054.
26. **Matsumoto M, Watanabe K, Kawakami N, Tsuji T, Uno K, Suzuki T, Ito M, Yanagida H, Minami S, Akazawa T.** Postoperative shoulder imbalance in Lenke type 1A adolescent idiopathic scoliosis and related factors. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:366–374. DOI: 10.1186/1471-2474-15-366.
27. **Cao K, Watanabe K, Hosogane N, Toyama Y, Yonezawa I, Machida M, Yagi M, Kaneko S, Kawakami N, Tsuji T, Matsumoto M.** Association of postoperative shoulder balance with adding-on in Lenke type II adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2014;39:E705–E712. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000325.
28. **Chang DG, Kim JH, Kim SS, Lim DJ, Ha KY, Suk SI.** How to improve shoulder balance in the surgical correction of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2014;39:E1359–E1367. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000578.
29. **Sudo H, Abe Y, Abumi K, Iwasaki N, Ito M.** Surgical treatment of double thoracic adolescent idiopathic scoliosis with a rigid proximal thoracic curve. *Eur Spine J.* 2016;25:569–577. DOI: 10.1007/s00586-015-4139-z.
30. **Koller H, Meier O, McClung A, Hitzl W, Mayer M, Sucato D.** Parameters leading to a successful radiographic outcome following surgical treatment for Lenke 2 curves. *Eur Spine J.* 2015;24:1490–1501. DOI: 10.1007/s00586-015-3772-x.
31. **Gotfrid AO, Silber Caffaro MF, Meves R, Avanzi O.** Predictors for postoperative shoulder balance in Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis: a prospective cohort study. *Spine Deform.* 2017;5:66–71. DOI: 10.1016/j.jspd.2016.09.046.
32. **Yang H, Im GH, Wang L, Zhou C, Liu L, Song Y.** Shoulder balance in Lenke type 2 adolescent idiopathic scoliosis: should we fuse the second thoracic vertebra? *Clin Neurol Neurosurg.* 2017;163:156–162. DOI: 10.1016/j.clineuro.2017.10.036.
33. **Lee CS, Hwang CJ, Lim EJ, Lee DH, Cho JH.** A retrospective study to reveal factors associated with postoperative shoulder imbalance in patients with adolescent idiopathic scoliosis with double thoracic curve. *J Neurosurg Pediatr.* 2016;25:744–752. DOI: 10.3171/2016.6.PEDS16162.
34. **Yang Y, Yang M, Zhao J, Zhao Y, Yang C, Li M.** Postoperative shoulder imbalance in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors and predictive index. *Eur Spine J.* 2019;28:1331–1341. DOI: 10.1007/s00586-019-05933-2.

35. **Ketenci I, Yanik HS, Erdem S.** The effect of upper of upper instrumented vertebra level on servical sagittal alignment in Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104:623–629. DOI: 10.1016/j.otsr.2018.06.003.
36. **Lee CS, Hwang CJ, Lee DH, Cho JH.** Does fusion to T2 compared with T3/T4 lead to improved shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis with a double thoracic curve? *J Pediatr Orthop B.* 2019;28:32–39. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000520.
37. **Machida M, Rocos B, Lebel DE, Zeller R.** Increased proximal vertebral rotation is associated with shoulder imbalance after posterior spinal fusion for severe adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2022;10:1149–1156. DOI: 10.1007/s43390-022-00510-y.
38. **Wang Y, Hansen ES, Hoy K, Wu C, Bunger CE.** Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison. *Spine.* 2011;36:1113–1122. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181f51e95.
39. **Winter RB.** The idiopathic double thoracic curve pattern. Its recognition and surgical management. *Spine.* 1989;14:1287–1292. DOI: 10.1097/00007632-198912000-00003.
40. **Bago J, Villanueva C, Carrera L.** Shoulder imbalance after C-D Instrumentation and its relation with non-instrumented left thoracic curve. Abstracts of the 9th international congress on Cotrel-Dubousset Instrumentation. Lion, France. 1992:124–125.
41. **Li M, Gu S, Ni J, Fang X, Zhu X, Zhang Z.** Shoulder balance after surgery in patients with Lenke type 2 scoliosis corrected with the segmental pedicle screw technique. *J Neurosurg Spine.* 2009;10:214–219. DOI: 10.3171/2008.11.SPINE08524.
42. **Ono T, Bastrom TP, Newton PO.** Defining 2 components of shoulder imbalance: clavicle tilt and trapezial prominence. *Spine.* 2012;37:E1511–E1516. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31826e2bbb.
43. **Hong JY, Suh SW, Yang JH, Park SY, Han JH.** Reliability analysis of shoulder balance measures: comparison of the 4 available methods. *Spine.* 2013;38:E1684–E1690. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a18486.
44. **Cotrel Y, Dubousset J.** CD Instrumentation in Spine Surgery. Principles, Technicals, Mistakes and Traps. Sauramps Medical, 11 boulevard Henry IV. 34000. Montpellier. 1992.
45. **Elsebaie HB, Dannawi Z, Altaf F, Zaidan A, Al Mukhtar M, Shaw MJ, Gibson A, Noordeen H.** Clinically orientated classification incorporating shoulder balance for the surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 2016;25:430–437. DOI: 10.1007/s00586-015-4090-z.
46. **Sharma S, Andersen T, Wu C, Sun H, Wang Y, Hansen ES, Bunger CE.** How well do radiologic assessment of truncal and shoulder balance correlate with cosmetic assessment indices in Lenke IC adolescent idiopathic scoliosis? *Clin Spine Surg.* 2016;29:341–351. DOI: 10.1097/BSJ.0000000000000134.
47. **Amir D, Yaszay B, Bartley CE, Bastrom TP, Newton PO.** Does leveling the upper thoracic spine have any impact on postoperative clinical shoulder balance in Lenke 1 and 2 patients. *Spine.* 2016;41:1122–1127. DOI: 10.1097/BRS.0000000000001497.
48. **Brooks JT, Bastrom TP, Bartley CE, Lonner BS, Shah SA, Miyajni F, Asghar J, Newton PO, Yaszay B.** In search of the ever-elusive postoperative shoulder balance: is the T2 UIV the key? *Spine Deform.* 2018;6:707–711. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.03.010.
49. **Sielatycki JA, Cerpa M, Beauchamp EC, Shimizu T, Wei C, Pongmancee S, Wang H, Xue R, Zhou R, Liu X, Yang J, Suomao Y, Lenke IG.** The amount of relative curve correction is more important than upper instrumented vertebra selection for ensuring postoperative shoulder balance in Lenke type 1 and type 2 adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 2019;44:E1031–E1037. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003088.
50. **Bram JT, Mehta N, Flynn JM, Anari JB, Baldwin KD, Yaszay B, Pahys JM, Cahill PJ.** Sinister! The high pre-op left shoulder is less likely to be radiographically balanced at 2 years post-op. *Spine Deform.* 2021;9:451–460. DOI: 10.1007/s43390-020-00236-9.

Адрес для переписки:

Михайловский Михаил Витальевич
Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна,
MMihailovsky@niito.ru

Address correspondence to:

Mikhailovskiy Mikhail Vitalyevich
Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics
n.a. Ya.L. Tsivyan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
MMihailovsky@niito.ru

Статья поступила в редакцию 10.08.2023

Рецензирование пройдено 23.10.2023

Подписано в печать 27.10.2023

Received 10.08.2023

Review completed 23.10.2023

Passed for printing 27.10.2023

Денис Николаевич Долотин, врач-травматолог-ортопед отделения детской ортопедии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0003-0430-6595, d.dolotin@mail.ru;

Виталий Леонидович Лукинов, канд. физ.-мат. наук, научный сотрудник, отдел организации научных исследований, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitaliy.lukinov@gmail.com;

Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф., главный научный сотрудник отдела детской вертебрологии, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMihailovsky@niito.ru.

Denis Nikolayevich Dolotin, trauma orthopaedist, Department of Pediatric Orthopedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0003-0430-6595, d.dolotin@mail.ru;

Vitaliy Leonidovich Lukinov, PhD in Physics and Mathematics, senior researcher, Department of organization of scientific research, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-3411-508X, vitaliy.lukinov@gmail.com;

Mikhail Vitalyevich Mikhailovskiy, DMSc, Prof., chief researcher, Department of Pediatric Vertebrology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-4847-100X, MMihailovsky@niito.ru.