



СПОНТАННЫЕ КОСТНЫЕ БЛОКИ В ХИРУРГИИ РАННИХ СКОЛИОЗОВ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ ДАННЫХ

М.В. Михайловский, В.А. Суздалов

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

В обзоре литературы рассмотрены вопросы патофизиологии спонтанных костных блоков, частоты их формирования, последствия развития спонтанных костных блоков у растущих детей, а также необходимость финального спондилодеза с использованием сегментарного инструментария и костной пластики при хирургии ранних сколиозов. Представлен собственный материал по оперативному лечению 131 пациента с ранними сколиозами различной этиологии с применением инструментария VEPTR, из которых 84 завершили цикл многоэтапного лечения. В ходе этапных дистракций и во время финального спондилодеза констатировали наличие спонтанных костных блоков различной локализации. В точках фиксации дистрагирующих стержней признаки спонтанных костных блоков отмечали в 100 % случаев. Не было ни одного случая блоков задних отделов позвонков на протяжении апикальной и параапикальных зон основной дуги искривления. У 21 больного выявлено 22 осложнения, которые потребовали повторного вмешательства после финального спондилодеза. Представленный опыт свидетельствует о том, что завершающий этап оперативного лечения больных с ранними сколиозами должен включать удаление стержней VEPTR, коррекцию деформации сегментарным инструментарием и спондилодез местной аутокостью на всем протяжении дуги искривления.

Ключевые слова: ранние сколиозы; спонтанный костный блок; оперативное лечение.

Для цитирования: Михайловский М.В., Суздалов В.А. Спонтанные костные блоки в хирургии ранних сколиозов: обзор литературы и анализ собственных данных // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 4. С. 6–17.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.4.6-17>.

AUTOFUSION IN SURGERY FOR EARLY ONSET SCOLIOSIS: LITERATURE REVIEW AND ANALYSIS OF OWN DATA

M.V. Mikhaylovskiy, V.A. Suzdalov

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

The literature review considers the pathophysiology of autofusion, its frequency, and the consequences of the spontaneous bone block development in growing children, as well as the necessity of final fusion using segmental instrumentation and bone grafting in surgery for early onset scoliosis. The article presents the authors' own material on the surgical treatment of 131 patients with early onset scoliosis of various etiologies using VEPTR instrumentation, of which 84 patients completed the cycle of multi-stage treatment. During stage distractions and final fusion, the presence of spontaneous bone blocks of various localizations was ascertained. At the points of distraction rod fixation, the signs of autofusion were noted in 100 % of cases. There was not a single case of posterior vertebral autofusion along the apical and periapical zones of the main curve. In 21 patients, 22 complications were detected that required repeated intervention after the final fusion. The presented experience shows that the final stage of surgical treatment of patients with early onset scoliosis should include removal of VEPTR rods, correction of the deformity with segmental instrumentation and spinal fusion with local autobone along the entire length of the curvature.

Key Words: early onset scoliosis; autofusion; surgical treatment.

Please cite this paper as: Mikhaylovskiy MV, Suzdalov VA. Autofusion in surgery for early onset scoliosis: literature review and analysis of own data. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2024;21(4):6–17. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.4.6-17>.

История вопроса

Первый опыт. До второй половины XX в. лечение ранних сколиозов включало наблюдение с осмотрами и периодической рентгенографией. Интервенция была рекомендо-

на при наличии прогрессирования и включала две опции – иммобилизацию ортезом и операцию спондилодеза, при этом спондилодез старались выполнять после подросткового ростового спурта. Однако маленькие дети с тяжелыми прогрессирующи-

ми деформациями не могли лечиться ортезом, а спондилодез заведомо ограничивал рост позвоночника и легких. Первое применение эндокорректора Harrington без костной пластики датируется 1962 г. Основная цель операции – обеспечить коррекцию дефор-

мации позвоночника, не нарушая его развития до наступления ростового спурта. Harrington использовал дистрактор без спондилодеза, рассчитывая, что блок сформируется позднее, перед ростовым спуртом. Он полагал, что сколиозы у детей младше 10 лет могут быть лечены с применением только дистрактора. Он имплантировал дистрактор и производил субпериостальное выделение позвонков, как при спондилодезе. Harrington отметил, что такая техника приводит к формированию «частичного» блока или рубцеванию [1].

Marchetti и Faldini [2] несколько позднее описали особую технику с использованием дистальной и проксимальной опорных точек путем формирования костного блока двух позвонков на каждом конце зоны инструментирования (техника «концевых» спондилодезов). Позвоночник обнажался субпериостально, дистрактором периодически достигалась дополнительная коррекция.

В 1979 г. Moe et al. [3] имплантировали стержень Harrington подкожно у маленьких детей, при этом обнажали только места установки крючков. В этой работе Moe et al. коротко упоминают спонтанный костный блок в серии из 20 детей, девять из которых были подвергнуты операции заднего спондилодеза как завершающего этапа лечения. В четырех случаях выявлен спонтанный костный блок (СКБ), но ни разу на вершине деформации, а только на ее концах.

Luque [4] в 1982 г. использовал дистрактор Harrington с субламинарными проволоками у детей младше 8 лет, субпериостальное выделение проводилось только с вогнутой стороны. Из 47 больных блок был только у шести. Eberle [5] выявил ту же картину у 7 больных из 19 оперированных на протяжении 5–8 сегментов.

Проблема формирования спонтанных костных блоков дорсальных отделов позвоночника стала выкристаллизовываться практически с начала развития метода хирургического лечения ранних сколиозов. В настоящее время главным ее аспектом является

решение вопроса о необходимости дорсального спондилодеза в качестве завершающего этапа лечения, то есть, так называемого финального спондилодеза. В последние несколько лет интерес к этой проблеме вырос.

Дефиниции и классификация.

Термин «спонтанный костный блок» (autofusion) подразумевает наличие костных блокирующих масс на тех уровнях позвоночного столба, где операция спондилодеза целенаправленно не осуществлялась [6]. Это определение не включает зоны концов корригирующей конструкции, где спондилодез мог планироваться или не планироваться. Визуально зона СКБ представляет собой слой костной ткани, мало отличимый от результата операции дорсального спондилодеза.

В основополагающей публикации Menarase et al. [7], детально изучившие группу из 28 больных, оперированных с применением традиционных растущих стержней (traditional growing rods – TGR) и магнитно-контролируемых стержней (magnetically controlled growing rods – MCGR), определили, что если два соседних позвонка двигаются вместе как единое целое и/или соединены костным мостиком, такой сегмент находится в состоянии СКБ. Напротив, если два соседних позвонка двигаются независимо друг от друга, такой сегмент документируется как не содержащий СКБ. Оценку проводили два опытных спинальных хирурга независимо друг от друга. Основываясь на полученных данных, Menarase et al. [7] предложили оценку протяженности СКБ, получаемую путем деления количества заблокированных сегментов на общее количество сегментов на измененном отрезке позвоночного столба: I степень – от 0 до 25 %, II – от 25 до 50 %, III – от 50 до 75 %, IV – от 75 до 100 %, V – 100 %. При этом I–II степени расцениваются как низкие, III–V – как высокие.

Авторы также изучили весьма важный с практической точки зрения вопрос о факторах риска развития СКБ. Из общего списка, включающего 22 пункта, им удалось на основа-

нии детального статистического анализа выделить не только факторы риска, но и так называемые защитные (protective) факторы, при наличии которых возможность развития СКБ расценивается как пониженная.

Факторы риска – возраст первой имплантации растущих стержней менее 8 лет, незапланированные операции в период этапных дистракций и угол Cobb основной дуги после первой дистракции – более 30°. *Защитные факторы* – дооперационная длина позвоночника (Th₁–S₁) более 30 см и первичная имплантация MCGR (у ряда больных первично имплантированные TGR в процессе лечения были заменены на MCGR).

Sahill et al. [8] полагают, что СКБ может быть биологической реакцией на иммобилизацию не завершившего рост позвоночника. Другим фактором риска могут быть продолжительные (более 10 мес.) перерывы между дистракциями.

В 2014 г. Zivkovic et al. [9] рассматривали развитие СКБ как в основном безвредную биологическую реакцию на рутинную двигательную активность пациента при наличии полиаксиального фиксированного имплантата. Особенности биомеханики туловища, позвоночника и грудной клетки служат объяснением различной частоты развития СКБ в условиях применения VEPTR. Авторы предложили классификацию СКБ в зависимости от локализации новообразованных костных масс:

- тип I – в точках фиксации имплантата (ребра, полудужки, гребень подвздошной кости);
- тип II – по длиннику дистрагирующего стержня, в том числе над ребрами, в поясничном отделе позвоночника;
- тип III – реоссификация в области разделения врожденных блоков ребер.

Авторы представили результаты лечения 65 больных, у 42 (65 %) из них отмечены СКБ: 60 – I типа, 54 – II типа, 5 – III типа.

Первое упоминание развития СКБ относится, как это ни странно, к шейному отделу позвоночника: O'Brien в 1975 г. [10] описал это состояние

как осложнение гало-тазовой тракции. Несколько позднее Dove [11] представил подробное описание серии случаев СКБ. Все эти наблюдения касались пациентов, подвергнутых гало-тазовой тракции по поводу тяжелых деформаций позвоночника различной этиологии (туберкулезный кифоз, идиопатический сколиоз), причем во всех случаях костные блоки формировались в шейном отделе позвоночника. Всего было пять случаев из группы в 83 человека, леченных с применением гало-аппарата. Средний возраст начала гало-тракции – 13,6 года, ее средняя продолжительность – 10,4 мес. В зону спонтанного блока могли быть вовлечены как передние, так и задние отделы позвонков (рис. 1). Авторы не смогли сформулировать причину развития СКБ, хотя не исключали, что при использовании большого корригирующего усилия (более 60 % веса тела) места крепления связочного аппарата к кости повреждаются с локальной геморрагией и последующим формированием костной ткани.

Патофизиология СКБ изучена недостаточно. Chalmers et al. [12] были, судя по всему, первыми, кто исследовал возможности развития кости в мягких тканях (поджелудочная железа, печень, почки). Они помещали туда костные трансплантаты, обработанные соляной кислотой как индуцирующим агентом. Ткани указанных органов подавляли костеобразование, в отличие от мышц и фасций. Авторы сделали вывод, что для индукции кости в мягких тканях необходимы три условия: индуцирующий агент, остеогенные клетки-предшественники, окружающая среда, допускающая течение процессов остеогенеза. Оссифицируются или нет ткани тела, может зависеть от баланса остеогенных и подавляющих остеогенез влияний, действующих как локально, так и системно. Так или иначе, вопрос остался далеким от решения.

Современные авторы склонны полагать, что формирование СКБ может быть результатом влияния целого ряда факторов: иммобилизации, локальных повреждений пара-

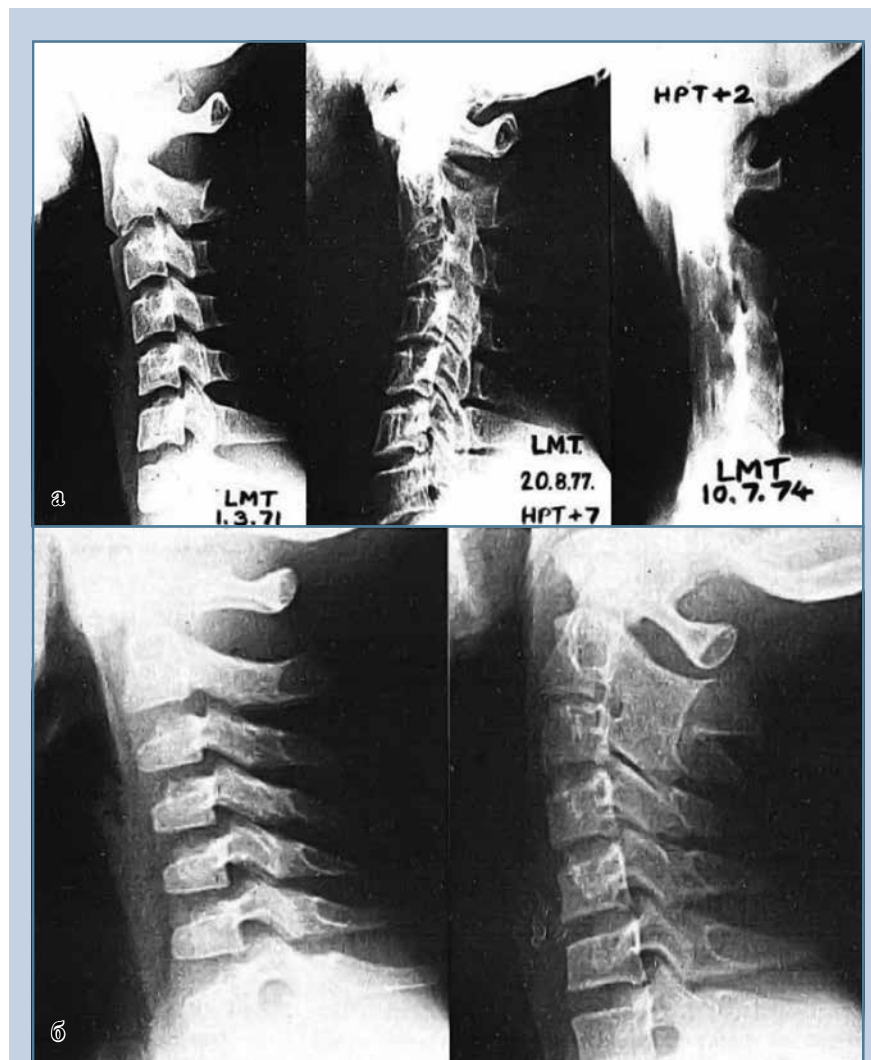


Рис. 1

Рентгенография и томография шейного отдела позвоночника после этапа гало-тазовой тракции у больного с тяжелой сколиотической деформацией позвоночника (а): на томограмме определяются признаки спонтанного костного блока тел шейных позвонков [10]; рентгенография шейного отдела позвоночника после этапа гало-тазовой тракции (б): признаки спонтанного костного блока задних отделов C₂ и C₃ позвонков [11]

спинальной мускулатуры, периоста и мягких тканей, прямого контакта металла и позвоночника, наконец, свойственной незрелой кости способности к быстрому сращению переломов. Bosch et al. [13] высказали предположение, что клетки-предшественники остеоцитов существуют в скелетной мускулатуре и подтверждают косвенно взаимосвязь между предшественниками мышечной и костной тка-

ни. Какие клетки в мышечной ткани ответственны за формирование кости, пока неизвестно.

В 2005 г. Martinez et al. [14] высказали предположение о влиянии на формирование СКБ повреждения периоста. В их исследовании описано формирование костной мозоли после индуцированного стрессового перелома лучевой кости без смещения фрагментов с периостальным дефектом

у мышей. Реакция сломанной кости зависела от тяжести повреждения периоста, вызванного механическим стрессом. Механизм регуляции этого процесса остался все же не до конца понятным. Обсуждая это исследование, Groenefeld и Hell [15] подчеркивают, что при использовании VERTR повреждение периоста является следствием хирургических манипуляций, гибкости имплантата, его миграции и нарастающего давления металла на кость в местах их контакта. Эти же авторы отмечают значительную корреляцию между развитием СКБ и объемом коррекции сколиотической деформации в ходе первого вмешательства: у детей с более ригидными деформациями позвоночника и меньшей ее коррекцией СКБ развиваются чаще.

В 2020 г. Huber et al. [16] исследовали экспрессию генов в месте повреждения ткани (сравнимо с повреждением ткани при хирургии ранних сколиозов). С использованием метода секвенирования РНК отдельных клеток продемонстрирована ранняя повышенная активация экспрессии генов регуляции клеточной адгезии и экстрацеллюлярных взаимодействий «матрикс–рецептор», приводящих к развитию кости или хряща.

Формирование СКБ у пациентов с ранними сколиозами отмечено не только в области позвоночника, если речь идет о расширяющей торакопластике. Betz et al. [17] показали, что нет существенных различий в частоте развития СКБ между двумя группами больных идиопатическим сколиозом, подвергнутых дорсальному спондилодезу с использованием трансплантатов и без такового. В группе из 91 больного половина лечилась задним инструментарием. Отсутствие спондилодеза роли не сыграло – блок развился у всех оперированных. Отсюда предположение, что СКБ может быть типичной физиологической реакцией на иммобилизацию незрелого позвоночника. Fisk et al. [18] подчеркивают, что причина развития блока неизвестна, но полагают, что повторные дистракции могут вызывать микрогеморрагии с последующим формированием кости.

Частота формирования СКБ. Этот вопрос интересует всех, но количество достоверных данных весьма ограничено (табл. 1). Многие авторы, стараясь показать, что СКБ формируется очень часто, ссылаются на работу Cahill et al. [8], по данным которых это осложнение встречается в 89 % случаев. Собранный нами материал свидетельствует о том, что частота формирования СКБ существенно ниже, хотя и весьма вариабельна. На 289 больных с ранними сколиозами различной этиологии, подвергнутых после этапных дистракций операции финального спондилодеза, спонтанные блоки были выявлены у 139 (48,1 %). Данные Fisk et al. [18] и Sestero, Perra [19] мы не учитывали, поскольку это – короткие специально подобранные серии, мы внесли их в табл. 1, так как эти данные интересны сами по себе.

Последствия развития СКБ у растущих детей. Тот факт, что формирование СКБ ограничивает рост позвоночного столба и препятствует коррекции сколиотической деформации с помощью этапных дистракций, известен с тех пор, как началось применение growth-friendly surgery у детей с ранними сколиозами. Именно СКБ расценивается как причина «правила снижающихся возвратов» (the law of diminishing returns). Этот феномен был описан Sankar et al. в 2011 г. [24], суть его сводится к следующему положению: «При этапном лечении ранних сколиозов каждая последующая дистракция менее эффективна, чем предыдущая». По данным Sankar et al., первая дистракция дает практически 50 % коррекцию, а последующие в целом увеличивают корригирующий эффект незначительно. Такая же динамика выявлена при измерении длины позвоночника (Th_1-S_1). По мнению авторов [24], «возможным объяснением снижения корригирующего эффекта может быть прогрессирующая ригидность незрелого позвоночного столба, проистекающая из наличия инструментария или даже развития костного аутоблока». За последние 40 лет мы не стали знать о СКБ больше.

Noordeen et al. [25] исследовали интраоперационно прилагаемое дис-

трагирующее усилие (60 операций у 26 больных) и выяснили, что оно резко возрастает в ходе пятой дистракции по сравнению с предыдущей. Кроме того, линейная величина удлинения в ходе каждой дистракции прогрессивно уменьшается, достигая минимума (8 мм и менее) в ходе той же пятой дистракции.

Эффект СКБ на длину тела плохо поддается пониманию. Несмотря на правило Sankar, прирост на протяжении Th_1-S_1 сохраняется в течение этапного лечения на нормальном уровне [24]. Это явление можно объяснить биологической активностью костных масс, которые реагируют на дистрагирующие воздействия в ходе этапных удлинений.

СКБ и магнитные стержни. Изначально предполагалось, что технология MCGR не предрасполагает к формированию костных блоков в ложе дистрактора по двум причинам. Первая – меньшее количество вмешательств, что означает минимизацию травмы паравертебральных мышц и костных структур позвоночника. Вторая – увеличение количества дистракций с меньшим удлинением, что способствует сохранению длительного дистрагирующего усилия. В 2017 г. Gardner et al. [26] показали, причем достаточно убедительно, что правило Sankar при использовании магнитных стержней не работает, во всяком случае так, как при традиционных дистрагирующих стержнях. У 28 больных было имплантировано 53 магнитных стержня, среднее количество удлинений – 10 за два года. При этом не отмечено значимой разницы в достигаемых отрезках удлинения системы. В то же время Natem et al. [6] констатировали наличие трех публикаций, в которых использование MCGR сопровождалось документированным формированием СКБ. В первой работе речь шла о больных с синдромом Ehlers – Danlos, во второй – с синдромом Prader – Willi, в третьей – с детским церебральным параличом. Остается не вполне ясным, в чем причина (невозможность удлинений, формирование блока) и что

Таблица 1
Частота формирования спонтанных костных блоков у пациентов, оперированных по поводу ранних сколиозов различной этиологии

Публикация	Пациенты, п	Этиология деформаций позвоночника	Корригирующий интструментарий	Возраст первой дистракции, лет	Угол Cobb до начала лечения, град.	Угол Cobb перед финальным спондилодезом, град.	Угол Cobb после финального спондилодеза, град.	Количество финальных спондилодезов, п	Случаи развития спонтанного костного блока, п
Rinsky et al. [20]	9	—	SSI	8,5	—	—	—	9	0
Moore et al. [3]	20	—	Harrington	—	—	—	—	—	4
Luque [4]	47	Паралитические сколиозы	Luque	—	—	—	—	—	6
Eberle [5]	19	—	Harrington	—	—	—	—	—	7
Mardjetko et al. [21]	9	Различная	Luque	9,0	51,0	27,0	51,0	9	9
Fisk et al. [18]	3 (серия)	Различная	Harrington	12,0 2,7 5,4	73,0 55,0 75,0	45,0 89,0	45,0	—	1 1 1
Sestero, Perre [19]	2 (серия, симбинги)	Central core disease	Сегментарный	14,0 17,0	187,0 108,0	75,0 64,0	—	—	1 1
Cahill et al. [8]	9	—	GR	4,8	72,6	48,7	24,4	9	8
Flynn et al. [22]	58	Различная	GR	12,4	—	—	—	58	47
Lattig et al. [23]	5	Различная	VEPTR	10,0–15,0	96,0	74,8	50,0	5	4

первично. Gilday et al. [27] обнаружили корреляцию между величиной дистракции и расстоянием от кожи до магнитного актуатора – 2,1 % удлинения на 1 мм глубины тканей. Другая возможная причина неудач при использовании MCGR – проскальзывание (slippage). Cheung et al. [28] определили это как невозможность внутреннего магнита совершить полный оборот, затем – остановка и возврат на исходную позицию. Фактор риска – дистанция от наружного магнита до актуатора и увеличение расстояния между внутренними магнитами. У описываемого Cheung et al. больного отмечен всплеск роста, поэтому расстояние между контроллером и актуатором резко возросло.

Как ограничить развитие СКБ? Существует две системы растущих стержней, сконструированных таким образом, чтобы снизить вероятность развития СКБ. Одна из них – SCGRs (semiconstrained growing rods – полужограниченные растущие стержни). Их отличием является возможность осуществления аксиальных ротационных смещений одного компонента относительно другого. Bouthors et al. [29] исследовали результаты лечения 28 больных и констатировали, что финальный спондилодез дал дополнительную коррекцию 20,3°, а прирост расстояния Th₁–S₁ составил 31,7 мм, то есть полученные данные косвенно свидетельствовали о минимальном уровне формирования СКБ. Количество осложнений было невелико – 0,096 на 1 пациента в год (по данным литературы [30], при использовании традиционных стержней эта цифра достигает 0,32 на 1 пациента в год). Вторая система – так называемая минимально-инвазивная биполярная техника, предложенная Miladi [31]. Техника основана на постепенной коррекции деформации с использованием вязкоэластических свойств тканей туловища. Телескопическая структура перекрывает деформацию и поддерживает напряжение между ее концами. Проксимальный захват – по две ламинарно-педикулярных пары с двух сторон на протяжении 4–5 сегментов. Дистальный формируется из педикулярных шурупов – по 2–3 с каждой стороны. Захваты соединяются прочно одним или двумя стержнями, причем с минимальным повреждением мягких тканей, чтобы снизить риск рубцевания и СКБ. Первые результаты многообещающие.

СКБ и финальный спондилодез. Ряд авторов, располагающих значительным клиническим материалом, высказали свое отношение к операции финального спондилодеза.

Rinsky et al. [20] сообщили о девяти оперированных детях (средний возраст – 8,5 года), леченных без финального спондилодеза. Через 28 мес. было выявлено 32 % потери достигнутой коррекции при трех сложенных стержнях, рост позвоночника – 0,8 см вместо 2,1 см в норме. Спонтанные блоки обнаружены не были, поздний спондилодез затруднен выраженным фиброзом.

Cahill et al. [8] отметили 44 % (с 48,7 до 24,4) коррекции основной дуги в ходе финального спондилодеза. Akbarnia et al. [32] – только 24 %. В то же время у больных,

леченных в подростковом возрасте по поводу тяжелых идиопатических сколиозов и не подвергавшихся этапным дистракциям, коррекция составляет 60–70 % от исходной величины дуги [33, 34].

Flynn et al. [22] у 79 из 92 оперированных пациентов выполнили финальный спондилодез. Средний возраст пациента на момент операции – 12,4 года. Коррекция, полученная в ходе финального спондилодеза, была минимальной (меньше 20 %) у 18 % больных, умеренной (21–50 %) – у 48 %, существенной (больше 50 %) – у 15 %. Из 58 больных, подвергнутых финальному спондилодезу (при наличии всего пакета документов), у 47 (81 %) определялись зоны СКБ, позвоночник был ригидным или совершенно неподвижным. У 22 пациентов пришлось выполнить вертебротомию, у семи – торакотомию. Финальный спондилодез выполняется у большинства пациентов, но обычно достигаемая в ходе этой операции коррекция составляет менее 50 % от угла Cobb на момент прекращения этапа дистракций.

Jain et al. [35] представили результаты оперативного лечения 167 пациентов, из которых финальный спондилодез был осуществлен у 137, у остальных дистрагирующие стержни были оставлены. Существенных различий в результатах дистракционных сессий между этими группами не выявлено. Авторы делают вывод, что больные ранним сколиозом при наличии признаков созревания скелета с удовлетворительной коррекцией формы тела и роста, при минимальном эффекте последней дистракции и при отсутствии IRC (implant related complications) могут обойтись без финального спондилодеза. Если в ходе последней операции дистракция позвоночника возможна в пределах менее 1 см, это показатель наличия аутоблока, что позволяет отказаться от спондилодеза. Однако аутоблок может быть неполным, костная масса может быть тонкой и ненадежной, блок может быть недолговечным.

Sawyer et al. [36] отметили, что коррекция сколиоза (17 %) и максималь-

ного кифоза (15 %) в ходе финального спондилодеза гораздо меньше, чем ожидается в типичных случаях раннего сколиоза, например, у тех, кто не подвергался предварительным операциям.

Kosyigit et al. [37] представили результаты двух различных типов финального вмешательства: у больных со стабильными рентгенографическими результатами имплантаты были удалены, но инструментированный спондилодез не осуществлялся, у второй группы, где коррекция была незначительной, растущие стержни были удалены, затем произведена операция дорсального спондилодеза сегментарным инструментарием. Из 10 пациентов первой группы у девяти после удаления растущих стержней выявлено значительное прогрессирование деформации. Этот лечебный режим был исключен в дальнейшем из практики по этическим соображениям, так как он не дает оснований рассчитывать на надежный СКБ. Авторы подчеркивают: такой протокол нереалистичен.

Ahuja et al. [38] в обзоре, включающем данные 11 исследований, не нашли сколько-нибудь существенных различий между результатами применения двух хирургических тактик: сохранение дистрагирующих стержней, удаление дистрагирующих стержней + дорсальный спондилодез с использованием сегментарного инструментария. Авторы не обнаружили различий между группами по таким важным параметрам, как угол Cobb, а также высота позвоночника (Th_1-Th_{12} , Th_1-S_1) в начале периода этапных дистракций и после завершения лечения. Достоверные различия выявлены только по количеству ревизионных операций – у больных, прошедших этап финального спондилодеза, они выполнены намного чаще, чем у пациентов с сохраненными дистрагирующими стержнями.

СКБ и непредусмотренные вмешательства. Коррекция, хотя и небольшая, достигается путем сложного и долгого вмешательства, которое может включать остеотомии сформиро-

ванных блоков. Частота остеотомий может достигать 24 [20] и даже 30 % [39]. По данным Flinn et al. [22], в 13 % случаев потребовался дополнительно передний релиз позвоночного столба.

Кроме того, наличие спонтанных блоков неизбежно меняет анатомию и ориентиры, необходимые для имплантации многочисленных педикулярных шурупов. Это удлиняет время операции и повышает риск ошибок и осложнений. Du et al. [40] исследовали факторы риска реопераций после финального спондилодеза у 167 больных, леченных с помощью традиционных стержней. Всего таких вмешательств было 32 (19 %). Оказалось, что больные, у которых требовались ревизионные операции после финального спондилодеза, дольше обычного лечились этапными дистракциями, а количество уровней, перекрываемых дистракционными стержнями, и длительность лечения напрямую связаны с необходимостью ревизионного вмешательства после финального спондилодеза.

Количество осложнений после финального спондилодеза может быть весьма значительным, что далеко не всегда позволяет называть эту операцию финальной. Poe-Kochert et al. [41] из 100 пациентов с двухлетними отдаленными результатами многоэтапного лечения и финального спондилодеза у 20 выявили 30 осложнений (1,5 осложнения на одного больного). Потребовалось 57 дополнительных вмешательств. Нужно предупреждать родителей пациентов, что финальный не всегда значит последний. Sawyer et al. [36] сообщили о ревизионных операциях в 24 % случаев: удаление имплантатов, восстановление целостности эндофиксатора, инфекция или переходный кифоз. Murphy et al. [42] в сроки наблюдения до пяти лет выполняли ревизионные операции в 22 % случаев.

Studer et al. [43] представили результаты лечения 34 больных, из которых 17 прошли этап финального спондилодеза. У этих пациентов исходная величина сколиотической дуги составила 73°. Завершающая операция позволила исправить деформа-

цию на 14 %, но в дальнейшем отмечена значительная потеря коррекции. Общее количество осложнений у 34 больных – 65 (в среднем 1,9 осложнения на одного пациента), у больных, прошедших этап финального спондилодеза, осложнения выявлены в 41 % случаев (у 7 больных – 17) и потребовали 6 повторных вмешательств. Эти авторы, как и ряд других, пришли к выводу, что финальный спондилодез – не всегда последнее вмешательство.

Публикация Menarace et al. [7] – наиболее полноценное исследование проблемы СКБ в хирургии ранних сколиозов. Важный вывод авторов: СКБ не является явным препятствием для выполнения операции финального спондилодеза. Даже при протяженном СКБ реально достигнуть удлинения туловища и сохранения коррекции. В целом нет единства мнений по поводу необходимости этого вмешательства.

Собственный материал

В клинике детской и подростковой вертебрологии Новосибирского НИИТО им.

Я.Л. Цивьяна с 2008 г. при лечении ранних сколиозов применяется интрузор VEPT® (vertical expandable prosthesis titanium rib). Он начал разрабатываться в 1987 г. американским хирургом Campbell [44]. Мы располагаем опытом оперативного лечения 131 пациента с ранними сколиозами различной этиологии, из которых 84 завершили цикл многоэтапного лечения. В целом выполнено 892 этапных дистракции (включая первичную имплантацию) и 84 завершающих вмешательства. Таким образом, в среднем на одного пациента пришлось 6,8 этапных дистракции.

Этап финального спондилодеза прошли 84 пациента (37 мальчиков, 47 девочек). Средний возраст пациента при первой дистракции – $4,5 \pm 2,1$ года, при финальном спондилодезе – $14,4 \pm 2,1$ года, средний срок послеоперационного наблюдения – $6,2 \pm 1,8$ года.

По этиологическому признаку больные подразделялись следующим образом: с врожденными сколиозами – 33, с идиопатическими – 27, с синдромальными – 22, с нейромышечными – 2.

Техника финального вмешательства в 74 случаях заключалась в замене интрузора VEPT® на современный сегментарный интрузор (Legacy, Escular, ExPed, НИТЕК) в сочетании с дорсальным спондилодезом локальной аутокостью. В остальных 10 случаях: дорсальный спондилодез без удаления VEPT® – 5, удаление VEPT® в связи с самокоррекцией деформации – 2, замена VEPT® на традиционные растущие стержни – 2, ревизия костного блока – 1.

Динамика основных рентгенограмметрических параметров, характеризующих состояние деформированного позвоночника, представлена в табл. 2.

Результаты применения интрузора VEPT®. Исходная величина основной дуги в среднем была весьма тяжелой ($93,2^\circ$), но в ходе первой дистракции уменьшена более чем на 35° , что составляет почти 40 % от исходной величины. В дальнейшем на этапе дистракций удалось сохранить большую часть достигнутого эффекта – потеря составила всего 17° . В ходе финальной операции деформацию удалось

Таблица 2

Динамика рентгенограмметрических параметров деформации позвоночника у пациентов, прошедших полный курс многоэтапного лечения ранних сколиозов

Показатель	До первой дистракции	После первой дистракции	Перед финальным спондилодезом	После финального спондилодеза	В конце периода наблюдения
Основная дуга, град.	$93,20 \pm 14,80$	$56,9 \pm 10,00^*$ (коррекция – 38,9 %)	$73,8 \pm 11,6$ (прогрессирование – 29,7 %)	$44,8 \pm 11,1$ (коррекция – 39,3 %)	$47,8 \pm 14,1^{**}$ (прогрессирование – 6,7 %)
Противоискривление, град.	$42,80 \pm 16,00$	$31,8 \pm 12,8^*$ (коррекция – 25,7 %)	$38,3 \pm 11,8$ (прогрессирование – 15,2 %)	$36,4 \pm 6,8$ (коррекция – 5,1 %)	$32,4 \pm 8,4^{**}$ (коррекция – 9,9 %)
Грудной кифоз, град.	$41,10 \pm 11,90$	$35,6 \pm 10,4^*$ (коррекция – 13,4 %)	$60,5 \pm 10,6$ (прогрессирование – 32,0 %)	$34,0 \pm 9,3$ (коррекция – 43,8 %)	$24,5 \pm 8,5^{**}$ (коррекция – 59,5 %)
Поясничный лордоз, град.	$49,50 \pm 4,90$	$48,6 \pm 9,0^*$ (коррекция – 1,9 %)	$41,3 \pm 13,4$ (коррекция – 16,6 %)	$45,5 \pm 8,5$ (коррекция – 9,9 %)	$38,4 \pm 5,1^{**}$ (коррекция – 6,6 %)
Перекося таза, град.	$8,67 \pm 5,20$	$4,3 \pm 2,2^*$	$4,2 \pm 1,9$	$3,3 \pm 2,2$	$4,4 \pm 2,7^{**}$
Фронтальный дисбаланс, мм	$38,20 \pm 12,50$	$24,0 \pm 18,4^*$	$32,3 \pm 17,4$	$32,0 \pm 9,6$	$18,0 \pm 4,7^{**}$
Протяженность Th ₁ –S ₁ , мм	$270,00 \pm 18,40$	$293,3 \pm 22,5^*$	$325,5 \pm 17,2$	$389,5 \pm 11,8$	$392,5 \pm 10,6^{**}$ (общий прирост – 122,5 мм)

* Статистически значимые различия при $p < 0,05$ по сравнению с исходной величиной;

** статистически значимые различия при $p < 0,05$ по сравнению со значением после операции.

**Рис. 2**

В области реберного захвата видны костные разрастания, окружающие имплантат

уменьшить почти на 40 % и в дальнейшем почти полностью сохранить – потеря коррекции в отдаленные сроки после вмешательства составила всего 3°. При этом величина грудного кифоза и поясничного лордоза на всех этапах лечения оставалась в пределах нормальных параметров, что соответствовало положительной динамике фронтального дисбаланса. Длина грудного и поясничного отделов позвоночника в процессе лечения увеличивалась со скоростью, соответствующей нормальному развитию позвоночного столба.

Мы постоянно констатировали (как в ходе этапных дистраций, так и во время выполнения финального спондилодеза) наличие СКБ различной локализации, причем все находки укладываются в классификацию СКБ, предложенную Zivkovic et al. [9] в 2014 г. В точках фиксации дистрагирующих стержней (I тип – верхнегрудные ребра, полудужки поясничных позвонков, гребни подвздошных костей) признаки СКБ отмечались в 100 % случаев. В области краниального захвата нередко формировались блоки соседних ребер, которые удава-

лось использовать в качестве новых точек опоры дистрактора (рис. 2). В поясничном отделе позвоночника СКБ отмечены в области имплантации ламинарного крюка и краниальнее – там, где стержень дистрактора плотно прилежал к задним отделам позвонков (рис. 3). При опоре на гребень подвздошной кости всегда отмечалась просадка металла в толщу кости с небольшими костными разрастаниями вокруг этой зоны.

Что касается СКБ II типа (блоки по длиннику дистрагирующего стержня), то картина была совершенно иной. Мы ни в одном случае не сталкивались с блоками задних отделов позвонков на протяжении апикальной и параапикальной зон основной дуги искривления. Именно этим обстоятельством мы склонны объяснить значительную (29°) коррекцию основной дуги в ходе финального спондилодеза. Спонтанного сращения ребер, расположенных под телом дистрактора, также не было ни в одном случае. СКБ III типа (слияние ребер после рассечения врожденных блоков) было отмечено во всех случаях, но эти наблюдения среди наших больных немногочисленны.

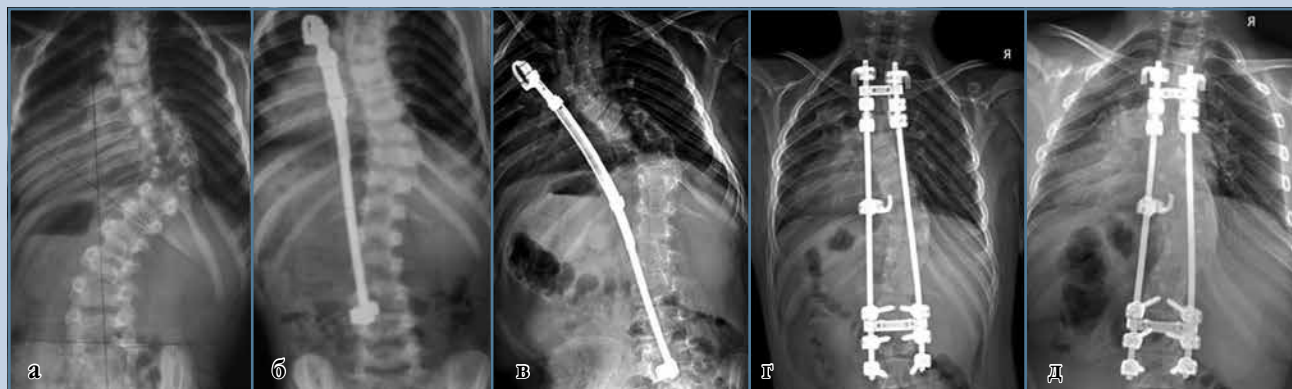
У 21 больного выявили 22 осложнения, потребовавших повторного вмешательства после финального спондилодеза. Сюда вошли 14 операций перемонтажа эндокорректора (переломы стержней, переходные кифозы, дисбаланс позвоночника, отсутствие точек опоры), 4 операции по поводу инфекции области хирургического вмешательства, 2 операции вентрального спондилодеза, включая одну переднюю декомпрессию спинного мозга при продолжающемся прогрессировании дуги на почве нейрофиброматоза, 1 санация гематомы, 1 пластика твердой мозговой оболочки по поводу ликвореи.

Обсуждение

Хирургическое лечение ранних сколиозов – сложнейшая проблема вертебрологии. Тяжелая прогрессирующая деформация позвоночника (нередко в сочетании с множественной сопутствующей патологией) радикально меняет жизнь ребенка и его родных, требуя длительного многоэтапного оперативного лечения. Несмотря на значительный коллек-

**Рис. 3**

Интраоперационное фото дорсальных отделов поясничных позвонков в ходе операции финального спондилодеза: полудужки и остистые отростки Th₁₂–L₂ позвонков слиты воедино монолитной костной структурой

**Рис. 4**

Рентгенограммы пациента, 7 лет, с идиопатическим правосторонним грудным сколиозом (71°): **а** – до операции; **б** – после коррекции стержнем VERTR (ребро–позвоночник) деформация уменьшена до 35°; **в** – перед финальным спондилодезом деформация позвоночника увеличилась до 61°, развился фронтальный дисбаланс туловища; **г** – после финального спондилодеза деформация позвоночника уменьшена до 37°, дисбаланс туловища устранен; **д** – через 4 года после оперативного лечения прогрессирование деформации составило 2°, баланс туловища не нарушен

тивный опыт и множество публикаций, проблема далека от разрешения.

Одним из важных ее аспектов является развитие СКБ позвонков и ребер в зоне имплантации вертебральных эндокорректоров. Насколько можно судить по данным литературы, на сегодняшний день природа этого явления остается неясной, а надежных методов профилактики не разработано. Различные типы СКБ оказывают, вероятно, неоднородное влияние на результат многоэтапных хирургических вмешательств. В ходе этапных дистракций их эффективность прогрессивно уменьшается (правило Sankar), после 5–6 дистракции падает практически до нуля. Достигнутую коррекцию удастся лишь частично сохранить до возраста завершения формирования скелета, поэтому выполнение финального спондилодеза, как это и предполагалось автором метода, представляется совершенно логичным и обоснованным. Однако практика показывает, что многие хирурги предпочитают классическому варианту иные – сохранение дистракторов VERTR без замены на сегментарный инструментарий либо удаление их без замены другими имплантатами. В первой части насто-

ящей статьи мы попытались показать, что такое расхождение в тактике весьма распространено, единство мнений отсутствует.

Наш собственный опыт показывает, что процессы формирования СКБ протекают неоднозначно. Мы ни разу не столкнулись с костным аутоблокированием позвонков в области основной дуги искривления – как ее вершины, так и парагипбарных отделов. Объяснить такое несоответствие данным других авторов мы можем только одним обстоятельством. Во всех случаях мы считали необходимым самым тщательным образом выполнять рекомендации доктора Campbell по имплантации дистракторов VERTR [44]. Мы никогда не обнажали зону основной сколиотической дуги, даже на минимальном протяжении. Стержень проводили подкожно и фиксировали к верхнему и нижнему захватам: к ребрам краниально, к поясничному позвонку или к гребню подвздошной кости – каудально. В силу тяжести сколиотической дуги стержень всегда располагался латеральнее позвоночника – над ребрами вогнутой стороны искривления. Аналогичные наблюдения мы отметили в литературе только раз – вышеупомянутая публикация

Мое et al. [3], констатирующей отсутствие СКБ у всех четырех леченных ими больных.

Анализ величины деформации позвоночника в динамике показал (табл. 2), что между первой дистракцией и финальным спондилодезом она увеличивается в среднем на 17° (30 %), а в результате последнего вмешательства коррекция достигает 30° (29 %). Эти данные, по нашему мнению, свидетельствуют о высокой мобильности основной дуги, на протяжении которой СКБ отсутствуют (рис. 4). Мы полагаем, что это является доказательством того, что завершающий этап оперативного лечения больных с ранними сколиозами должен включать удаление стержней VERTR, коррекцию деформации сегментарным инструментарием и спондилодез местной аутокостью на всем протяжении дуги искривления. Косвенным подтверждением этого положения служит динамика таких показателей, как баланс туловища и протяженность грудного и поясничного отделов позвоночника (табл. 2). Приведенные выше литературные данные свидетельствуют, что констатированное нами количество осложнений (и, соответственно, незапланированных вмешательств)

практически не превышает таковое у других авторов.

Заключение

Основной вывод, который считаем необходимым сделать, сводится к тому, что у детей с прогрессирующими ранними сколиозами различной этиологии многоэтапное оперативное лечение должно включать замену дистрагирующих стержней на сегментарный инструментарий и спондилодез аутокостью. Наш материал, насколько

ко мы можем судить, один из самых больших, но вне зависимости от этого обстоятельства, необходимы новые исследования, которые могут надежно обосновать ту или иную тактику хирургического лечения больных с ранними сколиозами.

Недостатком настоящей публикации является отсутствие данных, касающихся качества жизни пациентов, подвергнутых многоэтапному оперативному лечению по поводу прогрессирующих деформаций позвоночника первой декады жизни. Мы располагаем

таким материалом и планируем посвятить ему отдельную статью.

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

- Harrington PR. Treatment of scoliosis. Correction and internal fixation by spine instrumentation. J Bone Joint Surg Am. 1962;44:591–610.
- Marchetti PG, Faldini H. End fusions in the treatment of severe progressing or severe scoliosis in childhood or early adolescence. Orthop Trans. 1978;2:271–275.
- Moe JH, Winter R, Grobert L, Cummings H. Harrington instrumentation without fusion combined with the Milwaukee brace for difficult scoliosis problems in young children. Orthop Trans. 1979;3:59.
- Luque ER. Paralytic scoliosis in growing children. Clin Orthop Relat Res. 1982;(163):202–209.
- Eberle C. Failure of fixation after segmental instrumentation without arthrodesis in the management of paralytic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1988;70:696–703. DOI: 10.2106/00004623-198870050-00009.
- Hatem A, Elmorshidy EM, Elkot A, Hassan KM, El-Sharkawi M. Autofusion in growing rod surgery for early onset scoliosis: what do we know so far? SICOT-J. 2024;10:15. DOI: 10.1051/sicotj/2024011.
- Menapace B, Jain V, Sturm P. Autofusion in early-onset scoliosis growing constructs: occurrence, risk factors, and impacts. Spine Deform. 2024;12:1155–1163. DOI: 10.1007/s43390-024-00853-8.
- Cahill P, Marvil S, Cuddihy L, Schutt C, Idema J, Clements DH, Antonacci MD, Asghar J, Samdani AF, Betz RR. Autofusion in the immature spine treated with growing rods. Spine. 2010;35:E1199–E1203. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e21b50.
- Zivkovic V, Buchler P, Ovadia D, Riise R, Stuecker R, Hasler C. Extraspinal ossifications after implantation of vertical expandable prosthetic titanium ribs (VEPTRs). J Child Orthop. 2014;8:237–244. DOI: 10.1007/s11832-014-0585-0.
- O'Brien JP. The Halo-Pelvic apparatus. A clinical, bio-engineering and anatomical study. Acta Orthop Scand Suppl. 1975;163:96,99. DOI: 10.3109/ort.1976.47.suppl-163.01.
- Dove J. Spontaneous cervical spinal fusion. A complication of halo-pelvic traction. Spine. 1981;6:45–48.
- Chalmers J, Gray DH, Rush J. Observations on the induction of bone in soft tissues. J Bone Joint Surg Br. 1975;57:36–45. DOI: 10.1302/0301-620X.57B1.36.
- Bosch P, Musgrave DS, Lee JY, Cummins J, Shuler T, Ghivizzani TC, Evans T, Robbins TD, Huard. Osteoprogenitor cells within skeletal muscle. J Orthop Res. 2000;18:933–944. DOI: 10.1002/jor.1100180613.
- Martinez MD, Schmid GJ, McKenzie JA, Ornitz DM, Silva MJ. Healing of nondisplaced fractures produced by fatigue loading of the mouse ulna. Bone. 2010;46:1604–1612. DOI: 10.1016/j.bone.2010.02.030.
- Groenfeld B, Hell AK. Ossifications after vertical expandable prosthesis titanium rib treatment in children with thoracic insufficiency syndrome and scoliosis. Spine. 2013;38:E819–E823. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318292aafa.
- Huber AK, Patel N, Pagani CA, Marini S, Padmanabhan KR, Matera DL, Said M, Hwang C, Hsu GC, Poli AA, Strong AL, Visser ND, Greenstein JA, Nelson R, Li S, Longaker MT, Tang Y, Weiss SJ, Baker BM, James AW, Levi B. Immobilization after injury alters extracellular matrix and stem cell fate. J Clin Invest. 2020;130:5444–5460. DOI: 10.1172/JCI136142.
- Betz RR, Petrizzo AM, Kerner PJ, Falatyn SP, Clements DH, Huss GK. Allograft versus no graft with a posterior multisegmental hook system for the treatment of idiopathic scoliosis. Spine. 2006;31:121–127. DOI: 10.1097/01.brs.0000194771.49774.77.
- Fisk JR, Peterson HA, Laughlin R, Lutz R. Spontaneous fusion in scoliosis after instrumentation without arthrodesis. J Pediatr Orthop. 1995;15:182–186. DOI: 10.1097/01241398-199503000-00010.
- Sestero AM, Perra JH. A case report of severe kyphoscoliosis and autofusion of the posterior elements in two siblings with central core disease. Spine. 2005;30:E50–E55. DOI: 10.1097/01.brs.0000150648.18222.f4.
- Rinsky LA, Gamble JG, Bleck EE. Segmental instrumentation without fusion in children with progressive scoliosis. J Pediatr Orthop. 1985;5:687–690. DOI: 10.1097/01241398-198511000-00011.
- Mardjetko SM, Hammerberg KW, Lubicky JP, Fister JS. The Luque trolley revisited. Review of nine cases requiring revision. Spine. 1992;17:582–589. DOI: 10.1097/00007632-199205000-00018.
- Flynn JM, Tomlinson LA, Pawelek J, Thompson GH, McCarthy R, Akbarnia BA. Growing-rod graduates: lessons learned from ninety-nine patients who completed lengthening. J Bone Joint Surg Am. 2013;95:1745–1750. DOI: 10.2106/JBJS.L01386.
- Lattig F, Taurman R, Hell AK. Treatment of early-onset spinal deformity (EOSD) with VEPTR: a challenge for the final correction spondylodesis – a case series. Clin Spine Surg. 2016;29:E246–E251. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31826eaf27.
- Sankar WN, Skaggs DL, Yazici M, Johnston CE 2nd, Shah SA, Javidan P, Kadia RV, Day TF, Akbarnia BA. Lengthening of dual growing rods and the low of diminishing returns. Spine. 2011;36:806–809. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318214d78f.
- Noordeen HM, Shah SA, Elsebaie HB, Garrido E, Farooq N, Al-Mukhtar M. In vivo distraction force and length measurements of growing rods: which factor influence the ability to lengthen? Spine. 2011;36:2299–2303. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31821b8e16.

26. Gardner A, Beaven A, Marks D, Spilsbury J, Mehta J, Newton Ede M. Does the law of diminishing returns apply to the lengthening of the MCGR rod in early onset scoliosis with reference to growth velocity? J Spine Surg. 2017;3:525–530. DOI: 10.21037/jss.2017.08.16.
27. Gilday SE, Schwartz MS, Bylski-Austrow DI, Glos DL, Schultz L, O'Hara S, Jain VV, Sturm PF. Observed length increases of magnetically controlled growing rods are lower than programmed. J. Pediatr Orthop. 2018;38:e133–e137. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001119.
28. Cheung JPY, Sze KY, Cheung KMC, Zhang T. The first magnetically controlled growing rod (MCGR) in the world – lessons learned and how the identified complications helped to develop the implant in the past decade: case report. BMC Musculoskelet Disord. 2021;22:319. DOI: 10.1186/s12891-021-04181-0.
29. Bouthors C, Izatt MT, Adam CJ, Percy MJ, Labrom RD, Askin GN. Minimizing spine autofusion with the use of semiconstrained growing rods for early onset scoliosis in children. J Pediatr Orthop. 2018;38:e562–e571. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001242.
30. Teoh KH, Winson DM, James SH, Jones A, Howes J, Davies PR, Ahuja S. Do magnetic growing rods have lower complication rates compared with conventional growing rods? Spine J. 2016;16(4 Suppl):S40–S44. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.12.099.
31. Miladi L. The minimally invasive bipolar technique for the treatment of spinal deformities in children and adolescents. Coluna/Columna. 2020;19:308–313. DOI: 10.1590/S1808-185120201904238288.
32. Akbarnia BA, Marks DS, Boachie-Adjei O, Thompson AG, Asher MA. Dual growing rods technique for the treatment of progressive early-onset scoliosis: a multicenter study. Spine. 2005;30(17 Suppl):S46–S57. DOI: 10.1097/01.brs.0000175190.08134.73.
33. Storer SK, Vitale MG, Hyman JE, Lee FY, Choe JC, Roye Jr. Correction of adolescent idiopathic scoliosis using thoracic pedicle screw fixation versus hook constructs. J Pediatr Orthop. 2005;25:415–419. DOI: 10.1097/01.mph.0000165134.38120.87.
34. Mihara Y, Chung WH, Mohamad SM, Chiu CK, Chan CYW, Kwan MK. Predictive factors for correction rate in severe idiopathic scoliosis (Cobb angle $\geq 90^\circ$): an analysis of 128 patients. Eur Spine J. 2021;30:653–660. DOI: 10.1007/s00586-020-06701-3.
35. Jain A, Sponseller PD, Flynn JM, Shah SA, Thompson GH, Emans JB, Pawelek JB, Akbarnia BA. Avoidance of “final” surgical fusion after growing-rod treatment for early-onset scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 2016;98:1073–1078. DOI: 10.2106/JBJS.15.01241.
36. Sawyer JR, de Mendonca RG, Flynn TS, Samdani AF, El-Hawary R, Spurway AJ, Smith JT, Emans JB, St Hilaire TA, Souffleris SJ, Murphy RP. Complications and radiographic outcomes of posterior spinal fusion and observation in patients who have undergone distraction-based treatment for early onset scoliosis. Spine Deform. 2016;4:407–412. DOI: 10.1016/j.jspd.2016.08.007.
37. Kocyigit IA, Olgun ZD, Demirkiran HG, Ayvaz M, Yazici M. Garduation protocol after growing-rod treatment: removal of implants without new instrumentation is not a realistic approach. J Bone Joint Surg Am. 2017;99:1554–1564. DOI: 10.2106/JBJS.17.00031.
38. Ahuja K, Iftheekar S, Mittal S, Bali SK, Yadav G, Goyal N, Sudhakar PV, Kandwai P. Is final fusion necessary for growing-rod graduates: a systematic review and meta-analysis. Global Spine J. 2022;13:209–218. DOI: 10.1177/21925682221090926.
39. Vittoria F, Ceconi V, Fantana L, Barbi E, Carbone M. Effectiveness and safety of a one-early elongation approach of growing rods in the treatment of early-onset scoliosis: a case series of 40 patients with definitive fusion. Front Pediatr. 2022;10:895065. DOI: 10.3389/fped.2022.895065.
40. Du JY, Poe-Kochert C, Thompson GH, Hardesty CK, Pawelek JB, Flynn JM, Emans JB. Risk factors for reoperation following final fusion after the treatment of early-onset scoliosis with traditional growing rods. J Bone Joint Surg Am. 2020;102:1672–1678. DOI: 10.2106/JBJS.20.00312.
41. Poe-Kochert C, Shannon C, Pawelek JB, Thompson GH, Hardesty CK, Marks DS, Akbarnia BA, McCarthy RE, Emans JB. Final fusion after growing-rod treatment for early-onset scoliosis: Is it really final? J Bone Joint Surg Am. 2016;98:1913–1917. DOI: 10.2106/JBJS.15.01334.
42. Murphy RF, Pacult MA, Barfield WR, Gross RH, Mooney JF 3rd. Experience with definitive instrumented final fusion after posterior-based distraction lengthening in patients with early onset spinal deformity: single center results. J Pediatr Orthop B. 2019;28:10–16. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000559.
43. Studer D, Buchler P, Hasler CC. Radiographic outcome and complication rate of 34 graduates after treatment with Vertical Expandable Prosthesis Titanium Rib (VEPTR): a single center report. J Pediatr Orthop. 2019;39:e731–e736. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001338.
44. Campbell RM Jr, Smith MD, Mayes TC, Mangos JA, Willey-Courand B, Kose N, Pinero RF, Alder ME, Duong HL, Surber JL. The effect of opening wedge thoracostomy on thoracic insufficiency syndrome associated with fused ribs and congenital scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 2004;86:1669–1674. DOI: 10.2106/00004623-200408000-00009.

Адрес для переписки:

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

Address correspondence to:

Mikhaylovskiy 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 06.11.2024

Рецензирование пройдено 25.11.2024

Подписано в печать 29.11.2024

Received 06.11.2024

Review completed 25.11.2024

Passed for printing 29.11.2024

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

Василий Александрович Суздалов, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0003-2581-1638, VSuzdalov@niito.ru.

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

Vasily Aleksandrovich Suzdalov, MD, PhD, senior researcher, Department of Pediatric and Adolescent Vertebrology, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiuyan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0003-2581-1638, VSuzdalov@niito.ru.

**Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна
проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте
в виде краткосрочных курсов повышения квалификации
по следующим циклам:**

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

**Занятия проводятся по мере поступления заявок.
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.**

Е-mail: niito@niito.ru

Тел.: 8 (383) 363-39-81