



# ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА У ПОДРОСТКОВ 10–14 ЛЕТ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

**М.А. Чернядьева, А.С. Васюра**

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

**Цель исследования.** Систематический обзор публикаций, посвященных оценке результатов хирургического лечения подростков 10–14 лет с идиопатическим сколиозом.

**Материал и методы.** С учетом различных методов лечения проанализированы публикации последних 40 лет, посвященные хирургии идиопатического сколиоза у подростков. По данным 23 публикаций, включающих сведения о 826 пациентах в возрасте от 10 до 14 лет в период активного роста, рассмотрены отдаленные результаты оперативной коррекции и возможные осложнения на разных этапах становления вертебрологии.

**Результаты.** Широкая распространенность вентральных вмешательств, включающих дискэктомию и передний спондилодез, на ранних этапах становления хирургии сколиоза вполне оправдана. Это обусловлено отсутствием на тот момент инструментария, позволяющего предотвратить послеоперационное прогрессирование сколиотической деформации у растущих пациентов. С целью профилактики феномена коленчатого вала выполняли интраоперационную мобилизацию позвоночника и его стабилизацию в последующем за счет формирования межтелового костного блока.

**Заключение.** Несмотря на то что метод тотальной транспедикулярной фиксации на современном этапе развития хирургии сколиоза занимает лидирующие позиции, вентральная мобилизация остается актуальным и необходимым этапом хирургического лечения пациентов с тяжелыми и ригидными деформациями позвоночника в любом возрасте. Необходимость вентрального вмешательства определяется не профилактикой возможного послеоперационного прогрессирования, а величиной деформации позвоночника, то есть вентральное вмешательство выполняется с целью мобилизации грубой и ригидной сколиотической деформации.

**Ключевые слова:** прогрессирующий идиопатический сколиоз, незавершенный рост, транспедикулярная фиксация, идиопатический сколиоз подростков, хирургическое лечение, отдаленные результаты, деформация позвоночника, качество жизни, сколиоз, спинальная деформация, позвоночник.

**Для цитирования:** Чернядьева М.А., Васюра А.С. Хирургическое лечение прогрессирующего идиопатического сколиоза у подростков 10–14 лет: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2019. Т. 16. № 3. С. 33–40.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.3.33-40>.

## SURGICAL TREATMENT OF PROGRESSIVE IDIOPATHIC SCOLIOSIS IN ADOLESCENTS AGED 10–14 YEARS: LITERATURE REVIEW

*M.A. Chernyadjeva, A.S. Vasyura*

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

**Objective.** To perform a systematic review of publications devoted to the evaluation of the results of surgical treatment of adolescents with idiopathic scoliosis aged 10–14 years.

**Material and Methods.** Publications on surgery for adolescent idiopathic scoliosis for the last 40 years were analyzed taking into account different treatment approaches. The long-term results of surgical correction and complications occurred at different stages of the vertebrology development were reviewed based on the data of 23 publications including data on 826 patients aged 10 to 14 years in the period of active growth.

**Results.** The prevalence of anterior interventions such as discectomy and anterior spinal fusion at the early stages of the scoliosis surgery development was justified. This was due to the lack of instrumentation at that time to prevent postoperative progression of scoliotic deformity in growing patients. The occurrence of crankshaft phenomenon was prevented by performing intraoperative spine release and subsequent stabilization owing to the formation of interbody bone block.

**Conclusion.** Despite the fact that the method of total transpedicular fixation occupies a leading position at the present stage of scoliosis surgery evolution, the anterior spinal release remains relevant and necessary stage of surgical treatment of patients with severe and rigid spinal deformities at any age. The need for anterior intervention is determined not by the prevention of possible postoperative progression, but by the magnitude of spinal deformity, that is, anterior surgery is performed to mobilize severe and rigid scoliotic deformity.

**Key Words:** progressive idiopathic scoliosis, incomplete growth, transpedicular fixation, adolescent idiopathic scoliosis, surgical treatment, long-term results, spinal deformity, quality of life, scoliosis, spine.

Please cite this paper as: Chernyadjeva MA, Vasyura AS. Surgical treatment of progressive idiopathic scoliosis in adolescents aged 10–14 years: literature review. *Hir. Pozvonoc.* 2019;16(3):33–40. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2019.3.33–40>.

Последние два десятилетия характеризуются бурным развитием хирургических методов лечения сколиотической деформации позвоночника.

Наибольшее число пациентов с деформациями позвоночника относится к группе идиопатического сколиоза, при этом 80–90 % случаев деформации выявляется в подростковом возрасте [1, 2].

По данным Asher et al. [3], у подростков искривление позвоночника величиной 10° и более возникает примерно в 2,5 % случаев. При этом только в 0,25 % случаев сколиотическая дуга прогрессирует до такой степени, что хирургическое лечение становится необходимым. Нелеченый подростковый идиопатический сколиоз не увеличивает уровня смертности, хотя и может прогрессировать до 100° и более. Большинство пациентов с нелеченым идиопатическим сколиозом, в сравнении с группой подростков без данной патологии, функционирует на нормальном уровне или близком к нему.

Согласно классификации идиопатических сколиозов SRS [4], в отдельную группу выделяют сколиозы подростков 10–18 лет. Такое деление обусловлено тем, что каждая из форм сколиоза отличается от других не только по возрасту выявления, но и по характеру течения, прогнозу и применяемым методам лечения.

Для нас наибольший интерес представляют пациенты 10–14 лет, относящиеся по классификации ВОЗ к раннему подростковому периоду. DiMeglio et al. [5] в 1989 г. описали темпы роста позвоночника в разных возрастных периодах. Скорость роста позвоночника от рождения до 5 лет – чуть более 2 см в год, от 5 до 10 лет – 1 см в год, затем увеличение – до 2 см в год. Данный факт подтверждает наличие периода активного гормонального

выброса, который стимулирует резкое ускорение роста. Эта фаза продолжается около трех лет.

Winter [6] в 1977 г. отметил, что в среднем рост у девочек завершается в 14 лет, у мальчиков – в 16. Также известно, что к 15 годам у девочек структура костной ткани соответствует таковой у взрослых. Таким образом, необходимо рассматривать пациентов 10–14 лет с идиопатическим сколиозом как однородную группу, относящуюся к раннему подростковому периоду [7], нуждающуюся в лечении, которое было бы направлено на коррекцию самой деформации, предотвращение ее прогрессирования и существенного влияния на дальнейший рост больного.

В 1973 г. Dubousset [8] указал, что одним из критериев успешного оперативного лечения данной группы пациентов является профилактика феномена коленчатого вала. С этой целью было предложено двухэтапное лечение, включающее периапикальный эпифизеодес и задний спондилодез с применением сегментарного инструментария [9].

При этом целью выполнения дискэктомии и вентрального спондилодеза являются интраоперационная мобилизация позвоночника и его стабилизация в последующем за счет формирования межтелового костного блока, что предупреждает развитие феномена коленчатого вала [10].

У пациентов с незавершенным ростом возрастной категории 10–14 лет актуальным является вопрос выбора объема и этапности хирургического лечения. Это обусловлено следующими причинами:

1) фактом продолжающегося роста опорно-двигательного аппарата как одной из определяющих причин прогрессирования, приводящей без лечения в отдаленные сроки

наблюдения к формированию грубых деформаций позвоночника; вертебрологи всего мира опасаются послеоперационного прогрессирования и, в первую очередь, развития феномена коленчатого вала, что подтверждается изобилием зарубежных статей на эту тему;

2) общим влиянием оперативного вмешательства на дальнейшее течение жизни пациента и психологические особенности данной возрастной группы; пациенты, только входящие в период полового созревания, наиболее чувствительны к мнению окружающих, к восприятию своего внешнего вида, что сказывается на качестве жизни, поэтому вопрос хирургической коррекции для них является первостепенным; более того, психологические реакции пациентов оказывают влияние на течение сколиотической болезни и на ее исход [11].

Тем не менее с появлением новых методов коррекции позвоночника, в том числе и транспедикулярной фиксации, многие хирурги ставят под сомнение необходимость осуществления вентральной мобилизации и спондилодеза при идиопатическом сколиозе.

Выбор методики хирургической коррекции идиопатического сколиоза у пациентов с незавершенным ростом в настоящий момент остается спорным, а прогнозирование тенденции к прогрессированию идиопатического сколиоза до сих пор остается одним из самых сложных и не до конца изученных вопросов современной вертебрологии. Данные факты послужили основанием для настоящей публикации.

Цель исследования – систематический обзор публикаций, посвященных оценке результатов хирургического лечения подростков 10–14 лет с идиопатическим сколиозом.

## Методология поиска и обработки публикаций

Систематический обзор проводили с использованием баз данных медицинской литературы и поисковых ресурсов MEDLINE/PubMed, Google Scholar, eLibrary.

На первом этапе произвели отбор публикаций с использованием следующих ключевых слов: прогрессирующий идиопатический сколиоз, незавершенный рост, транспедикулярная фиксация, идиопатический сколиоз подростков, хирургическое лечение, отдаленные результаты, деформация позвоночника, качество жизни, сколиоз, спинальная деформация, позвоночник, progressive idiopathic scoliosis, incomplete growth, transpedicular fixation, adolescent idiopathic scoliosis, surgical treatment, long-term results, deformity of the spine, quality of life, scoliosis, spinal deformity, spine.

На втором этапе выполнили анализ резюме публикаций на соответствие критериям включения.

На третьем этапе изучили полнотекстовые варианты статей.

Включение публикации в систематический обзор осуществлялось по следующим критериям:

- время публикации статьи (с 1 января 1973 г. по 31 декабря 2018 г.);
- представлен анализ хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом величиной 40° и более;
- представлен анализ хирургического лечения пациентов со сроком послеоперационного наблюдения не менее 12 мес.;
- представлен анализ хирургического лечения пациентов с незавершенным костным ростом (тест Risser 0–3);
- представлен анализ хирургического лечения пациентов, ранее не оперированных по основному заболеванию.

## Результаты

Согласно критериям включения проанализировали 23 публикации, содержащие сведения о 826 случаях хирургического лечения. Отдален-

ные результаты прослежены в сроки от 12 до 64 мес.

Рассмотрели результаты хирургического лечения пациентов со сколиотическими деформациями позвоночника с применением заднего сегментарного инструментария третьего поколения, вентральной мобилизации и спондилодеза в сочетании с задним сегментарным инструментарием третьего поколения, вентрального инструментария, гибридного заднего инструментария, транспедикулярной фиксации с тотальным и интервальным расположением винтов, гибридного инструментария на одном корпигирующем стержне.

По некоторым данным [12, 13], применение метода этапной коррекции позвоночника инструментарием Harrington позволило получить 41–47 % коррекции деформации позвоночника у пациентов в период активного костного роста (было выполнено от 5 до 7 дистракций). Через 5 лет от начала хирургического лечения сохранялось менее 40 % операционной коррекции деформации позвоночника. В этот период рост позвоночника в зоне инструментирования составил в среднем 3,5 см. К существенным недостаткам данного метода можно отнести необходимость повторных вмешательств, отсутствие деротирующего эффекта, частые технические и инфекционные осложнения, нестабильность инструментария, развитие ложных суставов в зоне костного блока.

Задний сегментарный инструментарий 3-го поколения (CDI) был введен в практику в 1983 г., произведя переворот во всем мире в области спинальной хирургии [14–16]. Хирурги всего мира при применении CDI получали хорошие результаты коррекции сколиотических деформаций при идиопатическом сколиозе у пациентов с незавершенным ростом. Более того, инструментарий 3-го поколения позволял избегать многоэтапных дистракций. Но, как было описано выше, многие авторы приходили к единому мнению: для стабилизации сколиотических дуг и предупреждения по-

слеоперационного прогрессирования необходимо сочетать заднюю фиксацию CDI с эпифеизиспондилодезом.

Еще в 1997 г. Lee et al. [17] опубликовали статью, в которой отразили результаты хирургической коррекции сколиоза с применением заднего инструментария (CDI) у 63 пациентов в возрасте 10–11 лет в активной фазе роста (тест Risser 0–1) со сроком послеоперационного наблюдения от 5 до 16 лет. В итоге послеоперационное прогрессирование наблюдалось почти у половины пациентов.

Dubousset et al. [18] проанализировали 39 случаев хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника у пациентов с тестом Risser I, проведенной в один этап с использованием только заднего инструментария (CDI). Во всех случаях было зафиксировано увеличение сколиотических дуг в отдаленном периоде наблюдения. По мнению авторов, данное обстоятельство является неизбежным следствием продолжения роста позвоночника в условиях заднего инструментального спондилодеза без формирования псевдоартроза костного блока или нарушения целостности металлоконструкции. Авторы указывают, что для достижения стабильной коррекции у пациентов с незавершенным костным ростом требуется вентральный спондилодез в сочетании с задней инструментальной фиксацией.

Тао et al. [19] в своем исследовании отразили результаты коррекции деформации позвоночника у 67 пациентов с идиопатическим сколиозом в период незавершенного костного роста. Все пациенты были разделены на 3 группы в зависимости от того, какой метод оперативного лечения использовался: гибридный инструментарий или тотальная транспедикулярная фиксация с интервальным и последовательным расположением винтов. В конце срока послеоперационного наблюдения, который составил 36 мес., получены следующие результаты: в 1-й группе в 33 % случаев отмечено послеоперационное прогрессирование сколиотичес-

кой деформации, во 2-й и 3-й группах такое явление отсутствовало.

Lapinsky et al. [20] проанализировали результаты оперативного лечения ряда пациентов, разделив их на две группы. Группа 1 включала 14 пациентов с незавершенным ростом и тестом Risser 0–1, которым был выполнен передний спондилодез в сочетании с задней инструментальной коррекцией крючковыми системами; группа 2 – 12 пациентов, которым была выполнена только задняя инструментальная крючковая фиксация. В группе 1 средний возраст пациентов – 10,7 года, средний срок послеоперационного наблюдения – 37 мес., в группе 2 средний возраст – 11,1 года, средний срок послеоперационного наблюдения – 64 мес. В группе 1 величина коррекции основной дуги – 77 %, в группе 2 – 63 %. В группе 1 в конце срока наблюдения послеоперационное прогрессирование не превысило в среднем 10°, в группе 2 потеря коррекции значительно превышала 10°. Авторы пришли к выводу о том, что для предупреждения развития феномена коленчатого вала необходим двухэтапный подход с применением переднего спондилодеза и задней инструментальной фиксации.

Roberto et al. [21] представили данные ретроспективного исследования, в которое вошли 86 пациентов с идиопатическим сколиозом в период активного костного роста. Всем пациентам был выполнен дорсальный спондилодез. У 62 (72 %) пациентов послеоперационное прогрессирование составило  $\leq 10^\circ$ , у 18 (21 %) –  $11\text{--}15^\circ$ , у 6 (7 %) –  $\geq 16^\circ$ . Авторы делают вывод, что у пациентов в период незавершенного костного роста для предупреждения развития феномена коленчатого вала необходимо сочетать вентральный и дорсальный этапы хирургической коррекции.

Betz et al. [22] провели сравнительный анализ результатов хирургической коррекции идиопатического сколиоза между двумя группами пациентов с минимальным сроком послеоперационного наблюдения 24 мес.: в группу 1 входили 78 паци-

ентов, которым проведена хирургическая коррекция с применением вентрального инструментария; в группу 2 – 100 пациентов с хирургической коррекцией с применением сегментарного инструментария третьего поколения. Все пациенты имели типы дуг со II по V по классификации King и среднюю исходную величину деформации  $57^\circ$ . Средний возраст пациентов в обеих группах – 14 лет. Средняя величина послеоперационной коррекции в группе 1 составила 58 %, в группе 2 – 59 %. Осложнения в послеоперационном периоде: ложные суставы зафиксированы у 4 (5 %) пациентов в группе 1 и у 1 (1 %) пациента в группе 2, нарушения целостности инструментария зарегистрированы у 24 (31 %) пациентов в группе 1 и у 1 (1 %) пациента в группе 2. Послеоперационная потеря коррекции более чем на  $10^\circ$  наблюдалась у 18 (23 %) пациентов из группы 1 и у 12 (12 %) пациентов из группы 2.

Технический прогресс не стоит на месте, на смену крючковой фиксации пришел гибридный и тотальный транспедикулярный инструментарий, сочетающий в себе преимущества CDI с надежностью транспедикулярной фиксации [23, 24].

Наши коллеги из Санкт-Петербурга [25] при коррекции грудопоясничных, поясничных идиопатических сколиозов с использованием транспедикулярных спинальных систем получили коррекцию грудопоясничных дуг на 90,3 %, а поясничных – на 87,5 %, при этом средняя величина остаточных деформаций составила  $5,5^\circ$  и  $7,2^\circ$  соответственно.

Некоторые авторы отмечают, что у подростков в возрасте 10–14 лет применение только заднего сегментарного гибридного инструментария способно обеспечить такую же коррекцию ригидных идиопатических сколиозов величиной более  $75^\circ$ , как и при выполнении двухэтапного оперативного вмешательства с мобилизующей дискэтомией [26]. Другие хирурги для коррекции деформации позвоночника типа Lenke 1 у пациентов с незавершенным ростом в возрасте

10–14 лет вместо гибридного инструментария предпочитают тотальную транспедикулярную фиксацию [27].

Tsirikos et al. [28] опубликовали данные, полученные в результате ретроспективного исследования, в которое были включены 99 пациентов с грудным идиопатическим сколиозом (средний возраст – 12,8 года). Пациентам была проведена хирургическая коррекция сколиотической деформации с применением гибридного инструментария с одним стержнем. Средняя послеоперационная коррекция основной дуги составила 62 % (с  $73^\circ$  до  $28^\circ$ ). Средняя продолжительность оперативного пособия – 153 мин, средняя интраоперационная кровопотеря – 530 мл. Период послеоперационного наблюдения составил 3,2 года (от 2 до 12 лет). По мнению авторов, данная техника коррекции идиопатического сколиоза позволила добиться удовлетворительных результатов при небольшой продолжительности хирургического пособия, малой интраоперационной кровопотере и низкой частоте послеоперационных осложнений.

O'Donnell et al. [29] представили результаты хирургической коррекции идиопатического сколиоза типа Lenke 5 (грудопоясничная/поясничная дуги). Всего было прооперировано 149 подростков. В 51 случае использовали задний сегментарный инструментарий (группа 1), в 98 случаях – передний инструментарий (группа 2). В обеих группах отсутствовали демографические различия. Исходная средняя величина основной дуги в группе 1 составила  $44,2^\circ$ , в группе 2 –  $48,2^\circ$ . В группе 1 среднее число инструментированных сегментов – 5,9, в группе 2 – 4,6. Продолжительность оперативного вмешательства в группе 1 – 223 мин, в группе 2 – 297 мин. В группе 1 продолжительность послеоперационного нахождения в стационаре – 6,1 дня, в группе 2 – 5 дней. Через 2 года после оперативного лечения величина коррекции основных дуг была схожей между группами (66 % в группе 2, 62 % в группе 1). Авторы отметили отсутствие каких-либо



существенных различий в клинических исходах или частоте осложнений между группами.

Richter et al. [30] в своих работах отразили результаты хирургической коррекции идиопатического сколиоза у растущих пациентов с величиной деформации от 40° до 90° тип Lenke 1 (основная грудная дуга) и тип Lenke 5 (груднопоясничная/поясничная дуги) с применением переднего инструментария и спондилодеза. Получена фронтальная коррекция 60–70 %. Также отмечалась спонтанная коррекция вторичных дуг около 40 %, восстановление физиологического профиля. По результатам исследования авторы сделали вывод, что величина коррекции и качество спондилодеза сопоставимы с результатами современных транспедикулярных систем.

Kim et al. [31] провели сравнительный анализ результатов хирургического лечения 52 подростков с идиопатическим сколиозом. Все пациенты были разделены на 2 равные группы в зависимости от применяемой техники хирургического вмешательства. В группе 1 применяли транспедикулярную фиксацию, в группе 2 – крюковую фиксацию (CDH). Исходно средняя величина основной дуги в группе 1 была 63°, в группе 2 – 66°. Средний возраст пациентов в группе 1 – 14,8 года, в группе 2 – 14,2 года. Показатели сагиттального баланса, продолжительность хирургического пособия и объем интраоперационной кровопотери в обеих группах не имели значительных различий.

В группу 1 вошли 19 пациентов женского пола и 7 – мужского; 20 пациентов имели нормальный сагиттальный профиль ( $Th_5-Th_{12}$ , от 10° до 40°), у 6 отмечался гиперкифоз ( $Th_5-Th_{12}$  более 40°). По локализации основной дуги, согласно классификации Lenke, пациенты распределялись следующим образом: 14 (54 %) пациентов – тип 1, 7 (27 %) – тип 2, 1 (3%) – тип 3, 2 (8 %) – тип 4, 2 (8 %) – тип 6.

В группу 2 вошли 23 пациента женского пола и 3 – мужского. По локализации основной дуги по Lenke пациенты имели аналогичное соотношение;

20 пациентов имели нормальный сагиттальный профиль ( $T_5-T_{12}$ , от 10° до 40°), гипокифоз встречался у одного пациента ( $T_5-T_{12}$  менее 10°), у пяти – гиперкифоз ( $T_5-T_{12}$  более 40°).

Сразу после оперативного лечения средняя величина основной дуги у пациентов группы 1 равнялась 16°, у пациентов группы 2 – 33°. Таким образом, средняя величина коррекции в группе 1 составила 76 %, в группе 2 – 50 %.

Через 2 года после операции потеря достигнутой коррекции в группе 1 была меньше, чем в группе 2, и составила 5,4 % (в группе 2 – 8,0 %).

В результате данного исследования авторы пришли к следующим выводам:

- использование сегментарного транспедикулярного инструментария в сравнении с крюковыми конструкциями позволяет получить большую коррекцию основной и второстепенных дуг у пациентов подросткового возраста с идиопатическим сколиозом;
- показатели легочной функции выше у пациентов, перенесших оперативное лечение с применением транспедикулярного инструментария;
- по результатам анкетирования (SRS-24) не выявлено каких-либо значимых различий качества жизни между пациентами первой и второй групп;
- у пациентов обеих групп удалось добиться и сохранить хорошие показатели сагиттального баланса при отсутствии интраоперационных неврологических осложнений.

Burton et al. [32] приводят данные ретроспективного клинического исследования, в котором доказывают эффективность хирургической коррекции пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации величиной более 70° с применением только заднего сегментарного инструментария. Всего в исследование вошли 50 пациентов, прооперированных в двух клиниках с 1989 по 1999 г. Срок послеоперационного наблюдения составил минимум 2 года (2–11 лет). Средний возраст пациентов, вошедших в исследование, – 14,4 года. Исходно величина дуг составляла 75° (70–88°). Средняя величина деформации

после оперативного вмешательства равнялась 25° (10–46°), а в конце срока послеоперационного наблюдения – 27° (11–46°). Таким образом, послеоперационная коррекция составила 64 %. В послеоперационном периоде был зафиксирован один случай псевдоартроза, в одном случае потребовалось удаление инструментария в связи с сохраняющимися болями у пациента.

В своем исследовании Arlet et al. [33] показали, что у пациентов с грубыми сколиотическими деформациями величиной от 70° до 90° в период активного костного роста для достижения удовлетворительных результатов хирургической коррекции не обязательно сочетать вентральное и дорсальное вмешательства, а достаточно применять задний сегментарный инструментарий. Авторы проанализировали результаты исследования, в которое вошли 15 пациентов с идиопатическим сколиозом с основной грудной сколиотической дугой и средней величиной деформации 78,5°, прооперированных с применением дорсального сегментарного инструментария третьего поколения. При этом средний индекс мобильности составил 32,5 % (19–42 %). Средний возраст пациентов – 13,6 года. Средний период послеоперационного наблюдения – 32 мес. (18–64 мес.). Среднее количество инструментированных позвонков – 12 (от 10 до 14). Послеоперационная величина основной дуги по Cobb равнялась 34,8° (варьировала от 25 до 45°), то есть величина послеоперационной коррекции составила 54 % (40,0–67,1 %). У пациентов с исходным гипокифозом удалось скорректировать величину кифоза в среднем с 11° до 18°. У трех из 15 пациентов наблюдались осложнения: один случай чрезмерной интраоперационной кровопотери, один случай ранней и один случай поздней инфекции области хирургического вмешательства. У одного пациента развился феномен adding-on.

Наши коллеги [34] продемонстрировали результаты хирургической коррекции у пациентов с грубыми ско-

лиотическими деформациями более 90°. В зависимости от объема хирургического вмешательства выделено 4 группы операций: I (3 пациента) – коррекция деформации позвоночника с применением сегментарного инструментария третьего поколения (CDI); II (4 пациента) – скелетное вытяжение за кости свода черепа и надлодыжечные области в сочетании с коррекцией деформации позвоночника сегментарным инструментарием 3-го поколения (CDI); III (14 пациентов) – сочетание вентральной мобилизации с межтеловым спондилодезом и коррекцией деформации позвоночника сегментарным инструментарием 3-го поколения (CDI); IV (58 пациентов) – скелетное вытяжение за кости свода черепа и надлодыжечные области, вентральная мобилизация с межтеловым спондилодезом, коррекция деформации позвоночника сегментарным инструментарием 3-го поколения (CDI). Исходная величина сколиотической деформации во всех группах составила 109,0° (90–149°). Послеоперационная коррекция деформации – 55,0° (50,5 %). В отдаленные сроки послеоперационного наблюдения средняя величина деформации равнялась 58,4° (14–96°). При среднем сроке наблюдения 1,3 года послеоперационное прогрессирование основной сколиотической дуги от достигнутой коррекции составило 3,4° (6,2 %).

Также авторы оценивали величину деформации в положении бокового наклона. В группе I деформация в положении бокового наклона уменьшилась со 122,3° до 93,0°, после оперативного вмешательства – до 67,3°; в группе II – с 116,8° до 99,0°, после операции – до 70,8°; в группе III – со 106,4° до 85,5°, после операции – до 59,6°; в группе IV – исходная величина дуги 107,9°, в положении бокового наклона – 90,8°, после многоэтапного оперативного вмешательства – 50,2°.

### Заключение

Современные хирургические техники нацелены на получение лучшей коррекции, сохранение большего числа свободных от инструментирования позвонков, хороший косметический эффект и на возвращение пациентов к их прежней физической активности.

Широкая распространенность вентральных вмешательств, включающих дискэктомию и передний спондилодез, на ранних этапах становления хирургии сколиоза была вполне оправдана. Это обусловлено отсутствием на тот момент инструментария, позволяющего предотвратить послеоперационное прогрессирование сколиотической деформации у растущих пациентов. С целью профилактики такого грозного осложнения, как феномен коленчатого вала, выполняли интраоперационную мобилизацию позвоночника

и его стабилизацию в последующем за счет формирования межтелового костного блока.

С появлением новых поколений инструментария в большинстве случаев необходимость осуществления вентральной мобилизации и спондилодеза при идиопатическом сколиозе ставится под сомнение.

Несмотря на то что метод тотальной транспедикулярной фиксации на современном этапе развития хирургии сколиоза занимает лидирующие позиции, не следует в полной мере забывать о вентральном спондилодезе. Необходимость вентрального вмешательства определяется не профилактикой возможного послеоперационного прогрессирования, а величиной деформации позвоночника, то есть вентральное вмешательство выполняется с целью мобилизации грубой и ригидной сколиотической деформации. Вентральная мобилизация остается актуальным и необходимым этапом хирургического лечения у пациентов с тяжелыми и ригидными деформациями позвоночника в любом возрасте.

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

### Литература/References

1. **Ponseti IV, Friedman B.** Prognosis in idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1950;32:381–395.
2. **Riseborough EJ, Wynne-Davies R.** A genetic survey of idiopathic scoliosis in Boston, Massachusetts. J Bone Joint Surg Am. 1973;55:974–982.
3. **Asher MA, Burton DC.** Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects. Scoliosis. 2006;1:2. DOI: 10.1186/1748-7161-1-2.
4. **Goldstein LA, Waugh TR.** Classification and terminology of scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 1973;(93):10–22. DOI: 10.1097/00003086-197306000-00003.
5. **DiMeglio A, Bonnel F.** Growth of the spine. In: Raimondi AJ, Choux M, DiRocco C, eds. The Pediatric Spine I: Development and the Dysraphic State. New York: Springer Verlag, 1989:39–83.
6. **Winter RB.** Scoliosis and spinal growth. Orthop Rev. 1977;6:17–20.
7. **Михайловский М.В., Садовой М.А., Новиков В.В., Васюра А.С., Садовая Т.Н., Удалова И.Г.** Современная концепция раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2015. № 3. С. 13–18. [Mikhailovsky MV, Sadovoy MA, Novikov VV, Vasyura AS, Sadovaya TN, Udalova IG. The modern concept of early detection and treatment of idiopathic scoliosis. Hir. Pozvonoc. 2015;12(3):13–18. In Russian].
8. **Dubouset J.** Recidive d'une scoliose lombaire et d'un bassin oblique apres fusion precoce: le phenomene du villebrequin. In: Proceedings du Groupe d'Etude de la Scoliose, Paris, 1973.
9. **Shufflebarger HL, Clark CE.** Prevention of the crankshaft phenomenon. Spine. 1991;16(8 Suppl):S409–S411.
10. Хирургия идиопатического сколиоза: ближайшие и отдаленные результаты / Под ред. М.В. Михайловского. Новосибирск. 2007. С. 198–217. [Surgery for Idiopathic Scoliosis: Immediate and Long-Term Results, ed. by M.V. Mikhailovskiy. Novosibirsk, 2007:198–217. In Russian].

11. **Киметова И.С., Михайловский М.В.** Влияние стрессоустойчивости на выздоровление пациентов специализированной клиники // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 36–40. [Kimetova IS, Mikhailovsky MV. The effect of resistance to stress on recovery of patients in a specialized clinic. Hir. Pozvonoc. 2014;(3):36–40. In Russian].
12. **Acaroglu E, Yazici M, Alanay A, Surat A.** Three-dimensional evolution of scoliotic curve during instrumentation without fusion in young children. J Pediatr Orthop. 2002;22:492–496.
13. **Cunningham ME, Frelinghuysen PH, Roh JS, Boachie-Adjei O, Green DW.** Fusionless scoliosis surgery. Curr Opin Pediatr. 2005;17:48–53. DOI: 10.1097/01.mop.0000149603.33508.8d.
14. **Михайловский М.В.** Основные принципы хирургической коррекции идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2005. № 1. С. 56–62. [Mikhailovsky MV. General principles of idiopathic scoliosis surgical correction. Hir. Pozvonoc. 2005;(1):56–62. In Russian].
15. **Cotrel Y, Dubousset J.** CD Instrumentation in Spine Surgery. Principles, Technicals, Mistakes and Traps. Sauramps Medical, 11 boulevard Henry IV, 34000 Montpellier, 1992.
16. **Mikhailovskiy MV, Sadovoy MA, Novikov VV, Vasyura AS, Suzdalov VA.** Idiopathic scoliosis: a 20-year retrospective analysis of the surgical activity in a highly specialized clinic. Hir. Pozvonoc. 2017;4(1):8–13. DOI: 10.14531/ss2017.1.8-13.
17. **Lee CS, Nachemson AL.** The Crankshaft phenomenon after posterior Harrington fusion in skeletally immature patients with thoracic or thoracolumbar idiopathic scoliosis followed to maturity. Spine. 1997;22:58–67. DOI: 10.1097/00007632-199701010-00010.
18. **Dubousset J, Herring JA, Shufflebarger H.** The crankshaft phenomenon. J Pediatr Orthop. 1989;9:541–550.
19. **Tao F, Zhao Y, Wu Y, Xie Y, Li M, Lu Y, Pan F, Guo F, Li F.** The effect of differing spinal fusion instrumentation on the occurrence of postoperative crankshaft phenomenon in adolescent idiopathic scoliosis. J Spinal Disord Tech. 2010;23:e75–e80. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181d38f63.
20. **Lapinsky AS, Richards BS.** Preventing the crankshaft phenomenon by combining anterior fusion with posterior instrumentation. Does it work? Spine. 1995;20:1392–1398.
21. **Roberto RF, Lonstein JE, Winter RB, Denis F.** Curve progression in Risser stage 0 or 1 patients after posterior spinal fusion for idiopathic scoliosis. J Pediatr Orthop. 1997;17:718–725.
22. **Betz RR, Harms J, Clements DH 3rd, Lenke LG, Lowe TG, Shufflebarger HL, Jeszenszky D, Beele B.** Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis. Spine. 1999;24:225–239. DOI: 10.1097/00007632-199902010-00007.
23. **Roberts SB, Tsirikos AI, Subramanian AS.** Posterior spinal fusion for adolescent idiopathic thoracolumbar/lumbar scoliosis: clinical outcomes and predictive radiological factors for extension of fusion distal to caudal end vertebra. Bone Joint J. 2014;96:1082–1089. DOI: 10.1302/0301-620X.96B8.33837.
24. **Bullmann V, Liljenqvist UR, Schmidt C, Schulte TL.** [Posterior operative correction of idiopathic scoliosis. Value of pedicle screws versus hooks]. Orthopade. 2009;38:198–200. In German. DOI: 10.1007/s00132-008-1370-x.
25. **Виссарионов С.В., Надилов Н.Н., Белянчиков С.М., Кокушин Д.Н.** Хирургическая коррекция деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом поясничной локализации транспедикулярными спинальными системами // Детская хирургия. 2015. Т. 19. № 6. С. 4–7. [Vissarionov SV, Nadirov NN, Belyanchikov SM, Kokushin DN. Surgical correction of spine deformity in children with idiopathic lumbar scoliosis with the use of transpedicular spinal systems. Detskaya khirurgiya. 2015;19(6):4–7. In Russian].
26. **Cheng MF, Ma HL, Lin HH, Chou PH, Wang ST, Liu CL, Chang MC.** Anterior release may not be necessary for idiopathic scoliosis with a large curve of more than 75° and a flexibility of less than 25. Spine J. 2018;18:769–775. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.09.001.
27. **Serarslan U, Alici E, Akcali O, Kosay C, Unal M, Gultekin A.** There is no remarkable difference between pedicle screw and hybrid construct in the correction of Lenke type-1 curves. Turk Neurosurg. 2018;28:799–804. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.20522-17.1.
28. **Tsirikos AI, Loughenbury PR.** Single rod instrumentation in patients with scoliosis and co-morbidities: Indications and outcomes. World J Orthop. 2018;9:138–148. DOI: 10.5312/wjo.v9.i9.138.
29. **O'Donnell C, Michael N, Pan X, Emans J, Garg S, Erickson M.** Anterior spinal fusion and posterior spinal fusion both effectively treat Lenke type 5 curves in adolescent idiopathic scoliosis: a multicenter study. Spine Deform. 2018;6:231–240. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.09.054.
30. **Richter A, Quante M, Macherei A, Halm H.** [Modified primary stable ventral derotation spondylodesis with Halm-Zielke instrumentation for the treatment of idiopathic scoliosis]. Oper Orthop Traumatol. 2010;22:164–176. In German. DOI: 10.1007/s00064-010-9040-7.
31. **Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, Bridwell KH, Sides B, Blanke K.** Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2004;29:2040–2048. DOI: 10.1097/01.brs.0000138268.12324.1a.
32. **Burton DC, Sama AA, Asher MA, Burke SW, Boachie-Adjei O, Huang RC, Green DW, Rawlins BA.** The treatment of large (>70 degrees) thoracic idiopathic scoliosis curves with posterior instrumentation and arthrodesis: when is anterior release indicated? Spine. 2005;30:1979–1984. DOI: 10.1097/01.brs.0000176196.94565.d6.
33. **Arlet V, Jiang L, Ouellet J.** Is there a need for anterior release for 70–90 degrees masculine thoracic curves in adolescent scoliosis? Eur Spine J. 2004;13:740–745. DOI: 10.1007/s00586-004-0729-x.
34. **Васюра А.С., Новиков В.В., Михайловский М.В., Ханаев А.Л., Губина Е.В., Удалова И.Г., Сарнадский В.Н., Корель А.В.** Некоторые особенности оперативного лечения тяжелых форм идиопатического сколиоза подростков // Хирургия позвоночника. 2006. № 3. С. 29–37. [Vasyura AS, Novikov VV, Mikhailovsky MV, Khanaev AL, Gubina EV, Udalova IG, Sarnadsky VN, Korel AV. Some peculiarities of surgical treatment for severe idiopathic scoliosis in adolescents. Hir. Pozvonoc. 2006;(3):29–37. In Russian].

#### Адрес для переписки:

Чернядьева Мария Александровна  
 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
 Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии  
 им. Я.Л. Цивьяна,  
 MChernyadjeva@yandex.ru

#### Address correspondence to:

Chernyadjeva Marija Aleksandrovna  
 Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics  
 n.a. Ya.L. Tsivyan,  
 Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia,  
 MChernyadjeva@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 06.06.2019

Рецензирование пройдено 20.08.2019

Подписано в печать 23.08.2019

Received 06.06.2019

Review completed 20.08.2019

Passed for printing 23.08.2019

Мария Александровна Чернядьева, аспирант, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-5034-6515, MChernyadjeva@yandex.ru;

Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-2473-3140, niito@niito.ru.

Marija Aleksandrovna Chernyadjeva, postgraduate student, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-5034-6515, MChernyadjeva@yandex.ru;

Aleksandr Sergeyevich Vasyura, MD, PhD, senior researcher in the Department of Children and Adolescent Spine Surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Frunze str., 17, Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-2473-3140, niito@niito.ru.