



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА ГРУДНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С АКТИВНЫМ КОСТНЫМ РОСТОМ

М.А. Чернядьева, А.С. Васюра, В.Л. Лукинов, В.В. Новиков

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

Цель исследования. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения идиопатического сколиоза грудной локализации у пациентов с активным костным ростом и выявление наиболее эффективных методик коррекции деформации в рассматриваемой возрастной группе.

Материал и методы. Проанализированы результаты оперативного лечения 343 пациентов 10–14 лет с продолжающимся активным ростом и с прогрессирующим идиопатическим сколиозом грудной локализации. Пациенты оперированы в 1998–2018 гг. с применением пяти хирургических техник: гибридной фиксации с вентральным этапом и без, транспедикулярной фиксации, ламинарной фиксации с вентральным этапом и без.

Результаты. Статистически значимое прогрессирование деформации наблюдали у пациентов, оперированных с применением ламинарной (группа IV) и гибридной (группа I) фиксации. Дополнительный вентральный этап (дискэктомия и межтеловой спондилодез) в сочетании с ламинарной фиксацией (группа V) не предупреждает прогрессирования деформации после операции. При гибридной фиксации в сочетании с вентральным этапом (группа II) и тотальной транспедикулярной фиксацией (группа III) статистически значимого прогрессирования сколиотической деформации в послеоперационном периоде не наблюдали. Пациенты, оперированные с применением тотальной транспедикулярной фиксации (группа III), демонстрируют улучшение по всем доменам анкеты-опросника SRS-24: отмечены отсутствие усиления болевого синдрома на протяжении всего периода наблюдения, высшие показатели оценки внешнего вида после операции и удовлетворенности результатом лечения. В группах II и III выявлено отсутствие отрицательной динамики топографических параметров в отдаленные сроки после лечения, на всех сроках послеоперационного наблюдения сохраняется исходная коррекция деформации.

Заключение. У детей в период активного костного роста (возраст 10–14 лет) тотальная транспедикулярная фиксация обеспечивает наилучшую коррекцию сколиоза при отсутствии прогрессирования в отдаленные сроки послеоперационного наблюдения. По данным анкетирования, пациенты, оперированные методом тотальной транспедикулярной фиксации, демонстрируют улучшение по следующим доменам: отсутствие болевого синдрома на протяжении всего послеоперационного периода, высшие показатели оценки внешнего вида после операции и удовлетворенности результатом хирургического лечения. Гибридная фиксация в сочетании с вентральным этапом и тотальная транспедикулярная фиксация обеспечивают отсутствие отрицательной динамики топографических параметров в отдаленные сроки после операции с сохранением параметров исходной хирургической коррекции деформации позвоночника.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, прогрессирующий идиопатический сколиоз, незавершенный рост, хирургическое лечение, вентральный спондилодез, вентральная мобилизация.

Для цитирования: Чернядьева М.А., Васюра А.С., Лукинов В.Л., Новиков В.В. Сравнительный анализ результатов хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации у пациентов с активным костным ростом // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 1. С. 22–30.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.22-30>.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF SURGICAL CORRECTION OF IDIOPATHIC THORACIC SCOLIOSIS IN PATIENTS WITH ACTIVE BONE GROWTH

M.A. Chernyadjeva, A.S. Vasyura, V.L. Lukinov, V.V. Novikov

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

Objective. To conduct a comparative analysis of surgical treatment results for idiopathic thoracic scoliosis in patients during active bone growth and to identify the most effective methods of scoliosis correction for the considered age group.

Material and Methods. The results of surgical treatment of 343 patients aged 10–14 years with continued active growth and progressive idiopathic thoracic scoliosis were analyzed. The patients were operated on in 1998–2018 using five surgical techniques: hybrid fixation with and without anterior stage, transpedicular fixation, and laminar fixation with and without anterior stage.

Results. Statistically significant deformity progression was observed in patients operated on using laminar (Group IV) and hybrid (Group I) fixation. An additional anterior stage (discectomy and interbody fusion) in combination with laminar fixation (Group V) does not prevent deformity progression after surgery. In patients who underwent hybrid fixation in combination with the anterior stage (Group II) or total transpedicular fixation (Group III), no statistically significant progression of scoliotic deformity was observed in the postoperative period. Patients operated on with total transpedicular fixation (Group III) show improvement in all domains of the SRS-24 questionnaire: no increase in pain throughout the entire follow-up period, higher assessment of appearance after surgery and satisfaction with the treatment result. In groups II and III, there was no negative dynamics of topographic parameters in the long-term period after treatment; the initial correction of the deformity was maintained throughout the entire postoperative follow-up.

Conclusion. Total transpedicular fixation provides the best correction of scoliosis in the absence of progression in the long-term postoperative follow-up in children during the period of active bone growth (age 10–14 years). According to the survey data, patients operated on with total transpedicular fixation demonstrate improvement in the following domains: the absence of pain syndrome throughout the entire postoperative follow-up period, the highest assessment of appearance after surgery and satisfaction with the result of surgical treatment. Hybrid fixation in combination with the anterior stage and total transpedicular fixation ensure the absence of negative dynamics of topographic parameters in the long term after surgery with maintenance of the initial surgical correction of spinal deformity.

Key Words: idiopathic scoliosis, progressive idiopathic scoliosis, incomplete growth, surgical treatment, anterior fusion, anterior release.

Please cite this paper as: Chernyadjeva MA, Vasyura AS, Lukinov VL, Novikov VV. Comparative analysis of the results of surgical correction of idiopathic thoracic scoliosis in patients with active bone growth. *Hir. Pozvonoc.* 2022;19(1):22–30.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.22-30>.

Эффективность хирургического лечения идиопатического сколиоза обес­печивает, прежде всего, планирование процесса лечения: техники, этапности оперативного вмешательства и выбора того или иного типа металлоконструкции для достижения максимального результата коррекции деформации. Многие хирургические техники лечения идиопатического сколиоза представляют для современников лишь исторический интерес, прочие же активно применяются в наши дни [1, 2].

В настоящий момент не разработано единого универсального метода и подхода к коррекции сколиотической деформации, который можно было бы применить у активно растущих пациентов [3]. Это подтверждается огромным количеством отечественных и зарубежных публикаций, посвященных данному вопросу [4–7].

Актуальность темы не вызывает сомнений, так как идиопатический сколиоз является наиболее распространенной формой деформации позвоночника, а вопрос о необходимости вентральных вмешательств у пациентов рассматриваемой возрастной категории из-за появления современного дорсального инструментария остается открытым [7].

На сегодняшний день наша клиника располагает большим опытом лечения деформаций позвоночника,

включаям раз­нообразные техники и подходы к коррекции сколиотических деформаций различной этиологии, что позволяет провести объективный анализ их эффективности.

Цель исследования – сравнительный анализ результатов хирургического лечения идиопатического сколиоза грудной локализации у пациентов с активным костным ростом и выявление наиболее эффективных методов коррекции деформации в рассматриваемой возрастной группе.

Материал и методы

Исследование одноцентровое когортное нерандомизированное контролируемое с ретро- и проспективным набором материала. Уровень доказательности – 3А.

Пациенты

Оценены результаты оперативного лечения 343 пациентов, включенных в исследование в соответствии со следующими критериями:

- наличие идиопатического сколиоза грудной локализации;
- возраст – от 10 до 14 лет;
- незавершенный костный рост (тест Risser на момент операции – 0–3);
- величина сколиотической деформации – 40° и более;
- срок послеоперационного наблюдения – не менее 24 мес.;

- отсутствие неврологического дефицита на момент операции;
- впервые оперированные по основному заболеванию.

В зависимости от использованного варианта хирургического вмешательства пациентов разделили на следующие группы:

- группа I (n = 55) – гибридная фиксация позвоночника без вентрального этапа;
- группа II (n = 16) – гибридная фиксация в сочетании с вентральным этапом;
- группа III (n = 98) – тотальная транспедикулярная фиксация без вентрального этапа;
- группа IV (n = 43) – ламинарная фиксация без вентрального этапа;
- группа V (n = 131) – ламинарная фиксация в сочетании с вентральным этапом.

Пациенты в группах I, II и III оперированы в 2009–2018 гг., IV и V – в 1998–2009 гг.

Методики

До операции пациентам проводили стандартное предоперационное обследование: рентгенографию позвоночника C₇–S₁ в положении стоя в прямой и боковой проекциях, а также функциональные спондилограммы в положении бокового наклона в сторону искривления; МСКТ и МРТ с целью исключения врожденных

аномалий развития костных структур и спинного мозга.

У всех пациентов определяли величину ротации апикального позвонка основной сколиотической дуги по формуле, предложенной Sullivan et al. [8]:

AVR (apical vertebral rotation)/ *торсия по Sullivan* = $0,26$ (кифоз $Th_5 - Th_{12}$) + $0,34$ (угол Cobb) - $5,38$.

Послеоперационное обследование включало в себя рентгенографию $C_7 - S_1$ позвонков в положении пациента стоя в прямой и боковой проекциях для оценки коррекции основной дуги и дуги противоискривления, степени послеоперационного прогрессирования деформаций, динамики изменения сагиттального контура. Учитывали время оперативного вмешательства, величину интраоперационной кровопотери и количество позвоночно-двигательных сегментов, включенных в зону инструментации. Все пациенты в до- и послеоперационном периодах осмотрены неврологом с целью выявления возможных неврологических осложнений.

В программу послеоперационного контроля также включен метод анкетирования с помощью русскоязычного варианта анкеты-опросника SRS-24 [9, 10], проанализировано 333 анкеты-опросника на сроках 6, 12, 24 мес. и более после операции.

Топографическое обследование дорсальной поверхности туловища (ТОДП) методом КОМОТ [11] выполняли до и после операции на этапах амбулаторного контроля с целью оценки основных топографических параметров, описывающих положение туловища в пространстве, а также взаиморасположение отдельных областей спины, в том числе надплечий, таза и позвоночника. Всего проанализировано 338 топограмм.

Статистический анализ

Перед статистической обработкой данных производили предварительную проверку на полноту и наличие ошибок ввода, выполняли разведочный анализ данных для выявления аномальных значений (выбросов, англ. термин – outliers). Часть пациентов

с аномальными значениями исключили по этим причинам из исследования, что позволило сформировать окончательную выборку из 343 пациентов.

К ограничению статистического исследования следует отнести неполный объем собранных данных КОМОТ в исследуемых группах.

Статистический анализ представляет собой разведочный анализ, дескриптивную статистику, описательную статистику, корреляционный анализ, регрессионный анализ.

Результаты

Сводные общие статистические данные об оперированных пациентах представлены в табл. 1.

Группы полностью сопоставимы по половозрастной структуре, что позволило провести анализ по параметрам, характеризующим корригирующий эффект от операций.

Согласно полученным данным (табл. 2), можно сделать вывод, что статистически значимое послеоперационное прогрессирование наблюдали в группах, где применяли ламинарную фиксацию (группы IV и V). При этом дополнительное ventральное вмешательство не смогло предотвратить прогрессирование деформации в послеоперационном периоде. В группах II и III статистически значимого прогрессирования основной сколиотической дуги в послеоперационном периоде не наблюдали.

По результатам исследования наилучший результат коррекции ротации апикального позвонка как одного из элементов формирования идиопа-

тического сколиоза, а также отсутствие потери коррекции данного параметра через 2 года от момента хирургического лечения отмечены в группе III (транспедикулярная фиксация).

Сравнительная характеристика объема интраоперационной кровопотери и длительности хирургического вмешательства между данными группами представлена в наших ранних публикациях [12].

В раннем и отдаленном послеоперационном периодах неврологических осложнений зафиксировано не было.

Исследование данных анкетирования в динамике во всех группах в целом продемонстрировало следующую картину. Показатели боли в спине в течение всего срока послеоперационного наблюдения оставались положительными (табл. 3).

Показатели общего внешнего вида оставались стабильными на протяжении всего периода послеоперационного наблюдения при некотором снижении в группе V с $4,42 \pm 5,18$ балла до $3,81 \pm 0,48$ балла.

Наивысший уровень оценки внешнего вида после оперативного лечения отмечается в группе III: увеличение с $4,23 \pm 0,45$ балла до $4,66 \pm 0,39$ балла, в то время как в остальных группах данный показатель имел противоположную динамику.

Показатели функции позвоночника и общей активности прогрессивно улучшались после операции во всех группах, кроме IV, где к году от момента операции отмечалось увеличение функций позвоночника, а через 2 года – возвращение к уров-

Таблица 1

Общая характеристика оперированных пациентов, $M \pm m$

Группы	Возраст на момент операции, лет	Сроки наблюдения после операции, мес.	Распределение по полу (ж : м), n
I	$12,60 \pm 0,70$	$46,50 \pm 25,70$	55ж
II	$76,50 \pm 34,50$	$76,50 \pm 34,50$	15ж : 1м
III	$12,90 \pm 1,10$	$28,20 \pm 16,60$	91ж : 7м
IV	$13,10 \pm 0,80$	$154,90 \pm 77,10$	41ж : 2м
V	$12,40 \pm 1,04$	$99,60 \pm 29,30$	113ж : 18м

Таблица 2

Динамика рентгенологических параметров в группах исследования на этапах послеоперационного наблюдения, М ± m

Группы	1. До операции, град.	2. После операции, град.	3. Последний контроль через 2 года, град.	1–2. Коррекция, град. (%)	2–3. Потеря коррекции, град. (%)	Критерий Вилкоксона, р-уровень
I	ОД: 61,00 ± 13,60	ОД: 18,50 ± 10,40	ОД: 24,40 ± 10,10	ОД: 42,50 ± 9,10 (70,70 ± 12,10)	ОД: 5,90 ± 3,10 (14,20 ± 8,30)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
	AVR: 22,70 ± 6,41	AVR: 6,90 ± 4,40	AVR: 9,40 ± 4,50	AVR: 15,80 ± 4,70 (70,80 ± 13,90)	AVR: 2,50 ± 1,60 (16,90 ± 12,10)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
II	ОД: 78,80 ± 19,50	ОД: 25,10 ± 12,70	ОД: 27,00 ± 12,30	ОД: 53,70 ± 13,10 (68,60 ± 10,01)	ОД: 1,90 ± 1,12 (3,70 ± 2,20)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
	AVR: 32,10 ± 9,60	AVR: 9,60 ± 6,10	AVR: 9,70 ± 6,10	AVR: 22,50 ± 5,80 (71,10 ± 9,60)	AVR: 0,10 ± 0,20 (0,60 ± 1,01)	1–2: <0,001* 2–3: 0,036*
III	ОД: 68,90 ± 20,26	ОД: 16,10 ± 11,50	ОД: 16,30 ± 11,60	ОД: 52,76 ± 12,44 (78,20 ± 10,10)	ОД: 0,10 ± 0,50 (0,20 ± 0,70)	1–2: <0,001* 2–3: 0,008
	AVR: 25,30 ± 9,10	AVR: 6,20 ± 4,60	AVR: 6,30 ± 4,60	AVR: 19,10 ± 6,31 (77,20 ± 11,40)	AVR: 0,16 ± 0,31 (0,80 ± 1,70)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
IV	ОД: 59,40 ± 15,00	ОД: 17,30 ± 8,20	ОД: 30,60 ± 10,80	ОД: 42,07 ± 10,20 (71,30 ± 9,20)	ОД: 13,30 ± 7,42 (32,10 ± 16,60)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
	AVR: 22,00 ± 6,90	AVR: 5,70 ± 3,60	AVR: 12,00 ± 4,50	AVR: 16,30 ± 5,00 (74,90 ± 13,20)	AVR: 6,30 ± 2,70 (40,50 ± 17,70)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
V	ОД: 82,80 ± 22,60	ОД: 31,20 ± 18,50	ОД: 38,30 ± 20,80	ОД: 51,60 ± 13,60 (64,30 ± 14,60)	ОД: 7,20 ± 7,50 (15,00 ± 16,50)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*
	AVR: 35,00 ± 13,20	AVR: 15,60 ± 10,10	AVR: 16,90 ± 10,70	AVR: 19,40 ± 7,00 (57,40 ± 16,40)	AVR: 1,30 ± 1,60 (11,10 ± 41,00)	1–2: <0,001* 2–3: <0,001*

* Статистически значимо различающиеся параметры измерений, коррекция множественных сравнений проведена методом Бенджамини – Хохберга. М ± m – среднее значение ± стандартное отклонение; ОД – основная сколиотическая дуга; AVR (apical vertebral rotation)/торсия по Sullivan.

Таблица 3

Динамика болевого синдрома у пациентов исследуемых групп по опроснику SRS-24 в зависимости от метода хирургического лечения через 6, 12 и 24 мес. после операции, баллы (М ± m)

Группы	6 мес.	12 мес.	24 мес.	Критерий Вилкоксона, р-уровень
I	4,10 ± 0,40	4,20 ± 0,40	3,90 ± 0,40	6–12 мес.: 0,152; 12–24 мес.: 0,044*
II	3,90 ± 0,40	3,80 ± 0,30	4,10 ± 0,30	6–12 мес.: 0,797; 12–24 мес.: 0,009*
III	4,00 ± 0,60	3,90 ± 0,36	3,90 ± 0,40	6–12 мес.: 0,933; 12–24 мес.: 0,625
IV	4,00 ± 0,40	4,10 ± 0,40	4,00 ± 0,50	6–12 мес.: 0,776; 12–24 мес.: >0,999
V	4,00 ± 0,50	3,90 ± 0,50	3,80 ± 0,40	6–12 мес.: 0,101; 12–24 мес.: 0,979

* Статистически значимо различающиеся параметры.

ню, соответствующему показателям 6 мес. после операции (табл. 4).

Стабильно высокие показатели отмечались в домене, соответствующем

удовлетворенности проведенным хирургическим лечением (табл. 4).

В группе III пациенты, оперированные с использованием тоталь-

ной транспедикулярной фиксации, демонстрируют улучшение по всем доменам. У них отсутствует усиление болевого синдрома на протяжении всего послеоперационного периода, отмечены высшие показатели оценки внешнего вида после операции и удовлетворенности результатом лечения (табл. 4).

Сравнение данных анкетирования в зависимости от пола пациентов не проводили из-за малочисленности пациентов мужского пола в исследуемой выборке.

Исследование данных КОМОТ в динамике во всех группах продемонстрировало следующие результаты: в группах II и III на протяжении всего срока послеоперационного наблюдения отмечена положительная динамика параметра декомпенсации туловища во фронтальной плоскости, в группах I, IV и V выяв-

Таблица 4

Результаты анкетирования пациентов по опроснику SRS-24 в зависимости от метода хирургического лечения через 6, 12 и 24 мес. после операции, баллы ($M \pm m$)

Параметры	Группа I	Группа II	Группа III	Группа IV	Группа V
Функция после операции					
6 мес.	1,67 ± 0,92	1,20 ± 0,63	1,24 ± 0,56	1,74 ± 0,90	2,12 ± 1,23
12 мес.	2,87 ± 1,52	2,50 ± 1,18	1,44 ± 0,53	1,96 ± 1,07	2,10 ± 1,31
24 мес.	2,64 ± 1,43	2,70 ± 1,34	1,75 ± 1,50	2,11 ± 1,24	2,46 ± 1,31
Критерий Вилкоксона, р-уровень	6–12 мес.: 0,023*; 12–24 мес.: 0,521	6–12 мес.: 0,053; 12–24 мес.: 0,809	6–12 мес.: 0,072; 12–24 мес.: >0,999	6–12 мес.: 0,352; 12–24 мес.: 0,544	6–12 мес.: 0,909; 12–24 мес.: 0,280
Общая активность					
6 мес.	3,31 ± 0,87	2,46 ± 0,42	3,00 ± 0,98	3,15 ± 0,71	3,05 ± 0,81
12 мес.	3,16 ± 0,57	2,87 ± 0,70	3,15 ± 0,60	3,13 ± 0,69	3,19 ± 0,84
24 мес.	3,54 ± 0,59	3,50 ± 0,53	3,33 ± 0,94	3,19 ± 0,69	3,25 ± 0,71
Критерий Вилкоксона, р-уровень	6–12 мес.: 0,944; 12–24 мес.: 0,002*	6–12 мес.: 0,053; 12–24 мес.: 0,090	6–12 мес.: 0,028*; 12–24 мес.: 0,773	6–12 мес.: 0,968; 12–24 мес.: 0,062	6–12 мес.: 0,158; 12–24 мес.: 0,391
Удовлетворенность результатами операции					
6 мес.	4,39 ± 0,49	3,90 ± 0,45	4,35 ± 0,46	4,26 ± 0,66	4,26 ± 0,65
12 мес.	4,28 ± 0,48	4,36 ± 0,29	4,48 ± 0,41	4,28 ± 0,50	4,28 ± 0,62
24 мес.	4,09 ± 0,55	4,27 ± 0,52	4,67 ± 0,47	4,07 ± 0,62	4,25 ± 0,61
Критерий Вилкоксона, р-уровень	6–12 мес.: 0,109; 12–24 мес.: 0,136	6–12 мес.: 0,058; 12–24 мес.: 0,723	6–12 мес.: 0,628; 12–24 мес.: 0,789	6–12 мес.: 0,726; 12–24 мес.: 0,269	6–12 мес.: 0,133; 12–24 мес.: 0,957

* Статистически значимо различающиеся параметры.

Таблица 5

Динамика изменения декомпенсации туловища во фронтальной плоскости в группах исследования на этапах лечения, град. ($M \pm m$)

Группы	До операции	После операции	6 мес.	12 мес.	24 мес.	Критерий Вилкоксона, р-уровень
I	10,19 ± 8,02	3,75 ± 6,02	5,96 ± 6,37	8,07 ± 7,08	9,86 ± 14,34	До/после: <0,05*; после/24 мес.: <0,05*
II	18,92 ± 22,95	12,90 ± 14,22	8,33 ± 10,28	8,56 ± 11,25	7,04 ± 9,33	До/после: <0,05*; после/24 мес.: <0,05*
III	22,00 ± 16,57	20,02 ± 11,07	16,95 ± 10,54	14,48 ± 14,11	10,71 ± 8,00	До/после: <0,05*; после/24 мес.: <0,001*
IV	16,75 ± 2,91	5,69 ± 8,41	6,84 ± 8,74	10,47 ± 9,88	13,49 ± 11,15	До/после: <0,05*; после/24 мес.: <0,05*
V	10,80 ± 14,87	2,19 ± 5,66	2,73 ± 5,88	3,33 ± 7,03	6,25 ± 11,65	До/после: <0,05; после/24 мес.: <0,05*

* Статистически значимо различающиеся параметры.

лено увеличение данного параметра в отдаленном периоде (табл. 5).

При оценке динамики перекосов (инклинации) плечевого и тазового поясов во фронтальной плоскости во всех группах после операции отмечено улучшение их параметров:

– динамика перекоса надплечий: группа I – коррекция 3,13°; II – 3,43°; III – 1,45°; IV – 2,12°; V – 2,46°;

– динамика перекоса таза: I группа – коррекция 0,95°; II – 0,23°; III – 1,25°; IV – 0,48°; V – 0,36°.

У пациентов групп I, II и III после операции и на этапах наблюдения отмечается стойкая положительная динамика уменьшения параметров перекосов плечевого и тазового поясов во фронтальной плоскости. Плечевой пояс: группа I – с 1,84° ± 1,23°

до 1,59° ± 1,42°; II – с 1,90° ± 1,76° до 1,80° ± 1,75°; III – 2,58° ± 2,43° до 1,24° ± 1,26°. Тазовый пояс: группа I – с 2,06° ± 1,79° до 1,98° ± 1,10°; II – с 1,93° ± 1,40° до 0,96° ± 1,17°; III – с 1,48° ± 1,71° до 0,97° ± 1,21°.

В группах IV и V отмечена обратная тенденция: параметры перекоса надплечий через 2 года после операции в сравнении с послеоперацион-

Таблица 6

Динамика изменения дополнительных показателей фронтальной плоскости у пациентов групп исследования на этапах лечения, град. ($M \pm m$)

Параметры	До операции	После операции	6 мес.	12 мес.	24 мес.	Критерий Вилкоксона, р-уровень
<i>Угол латеральной асимметрии дуги</i>						
Группа I	59,9 ± 10,9	8,4 ± 5,2	12,7 ± 3,0	9,3 ± 6,7	12,6 ± 4,4	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,250
Группа II	66,1 ± 21,9	18,3 ± 15,0	25,5 ± 16,7	21,3 ± 15,5	16,5 ± 10,8	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,742
Группа III	45,9 ± 20,2	20,3 ± 12,10	17,7 ± 8,7	19,9 ± 11,8	18,9 ± 11,6	до/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,304
Группа IV	56,1 ± 18,2	7,0 ± 5,6	19,03 ± 20,7	15,2 ± 12,2	15,6 ± 10,7	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,007*
Группа V	82,5 ± 23,1	13,9 ± 11,8	19,9 ± 21,0	22,6 ± 22,6	20,3 ± 21,0	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,057
<i>Латеральная девиация основной дуги</i>						
Группа I	25,4 ± 4,6	3,8 ± 2,5	4,4 ± 3,7	5,9 ± 2,0	6,5 ± 2,0	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,250
Группа II	29,1 ± 10,3	7,2 ± 4,2	9,8 ± 5,9	10,3 ± 7,8	7,7 ± 5,5	До/после: <0,001*; после 24 мес.: 0,742
Группа III	20,1 ± 11,3	7,4 ± 3,5	8,5 ± 6,6	8,6 ± 6,3	8,7 ± 6,6	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,304
Группа IV	24,8 ± 7,5	3,4 ± 2,9	6,7 ± 3,9	6,8 ± 5,0	8,7 ± 8,0	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,007*
Группа V	32,0 ± 8,1	5,5 ± 4,2	9,9 ± 11,5	8,6 ± 9,1	9,1 ± 8,0	До/после: <0,001*; после 24 мес.: 0,057

* Статистически значимо различающиеся параметры.

ными данными увеличились в группах с $1,62^\circ \pm 1,35^\circ$ до $2,30^\circ \pm 1,74^\circ$ и с $2,01^\circ \pm 1,54^\circ$ до $2,68^\circ \pm 1,99^\circ$ соответственно. Изменение параметров перекоса таза в этих группах также имело отрицательную динамику: в группе IV – с $1,57^\circ \pm 1,43^\circ$ до $1,89^\circ \pm 1,36^\circ$; в группе V – с $2,39^\circ \pm 2,19^\circ$ до $2,45^\circ \pm 1,78^\circ$.

Кроме основных клинико-топографических параметров, оценивали динамику дополнительных топографических параметров фронтальной плоскости, не имеющих клинических аналогов, а именно угла латеральной асимметрии основной дуги, являющегося аналогом угла Cobb, и латеральной девиации основной дуги. Во всех группах отмечалось выраженное уменьшение угла латеральной асимметрии после операции (табл. 6). К концу послеоперационного периода в группах I, IV и V выявлено увеличение данного параметра, что соответствует результа-

там анализа рентгенограмм на этапах наблюдения, свидетельствующее о прогрессировании основной сколиотической дуги с частичной потерей коррекции. Схожая тенденция отмечена относительно динамики параметра латеральной девиации основной дуги (табл. 6).

Изменение баланса туловища, оцененное по параметру наклона в сагиттальной плоскости, выявляет схожие тенденции изменения сагиттального и фронтального профилей пациентов в отдаленном послеоперационном периоде (табл. 7).

Одними из наиболее важных показателей общих изменений топографических показателей являются интегральные индексы. Все интегральные индексы нарушений формы спины (общие, а также во фронтальной и горизонтальной плоскостях) значительно уменьшаются (улучшаются) в результате хирургического лечения

с сохранением в течение всего срока послеоперационного наблюдения во всех группах (табл. 8).

Обсуждение

До недавних пор у активно растущих пациентов предпочтение отдавали двухэтапному оперативному лечению, для чего исходно проводили вентральную мобилизацию и межтеловой спондилодез аутокостью на протяжении основной сколиотической дуги, а затем – коррекцию деформации задним сегментарным инструментарием и задний спондилодез аутокостью. Это позволяло сформировать костный блок с целью профилактики развития феномена коленчатого вала, а также обеспечить дополнительную мобилизацию позвоночника перед корригирующим этапом [13]. В качестве альтернативного варианта вентральной мобилизации для лечения пациентов

Таблица 7

Динамика изменения наклона туловища в сагиттальной плоскости у пациентов групп исследования на этапах лечения, град. ($M \pm m$)

Группы	До операции	После операции	6 мес.	12 мес.	24 мес.	Критерий Вилкоксона, р-уровень
I	3,5 ± 2,2	3,0 ± 1,6	12,1 ± 2,2	1,2 ± 1,2	1,5 ± 1,7	До/после: 0,091; после/24 мес.: >0,999
II	2,7 ± 1,8	2,8 ± 1,8	2,8 ± 2,2	1,9 ± 1,3	1,9 ± 2,0	До/после: 0,465; после/24 мес.: 0,250
III	4,4 ± 2,6	3,6 ± 2,6	2,8 ± 1,8	2,4 ± 1,8	1,8 ± 1,7	До/после: 0,256; после/24 мес.: 0,055
IV	2,9 ± 2,2	4,3 ± 2,9	2,3 ± 1,6	1,7 ± 1,3	1,9 ± 1,6	До/после: 0,008*; после/24 мес.: 0,003*
V	3,1 ± 2,2	3,7 ± 2,0	2,1 ± 1,7	1,7 ± 1,3	1,9 ± 1,5	До/после: 0,091; после/24 мес.: 0,015*

* Статистически значимо различающиеся параметры.

Таблица 8

Динамика изменений показателей интегрального индекса нарушения формы спины у пациентов групп исследования на этапах лечения ($M \pm m$)

Группы	До операции	После операции	6 мес.	12 мес.	24 мес.	Критерий Вилкоксона, р-уровень
I	2,64 ± 0,52	1,59 ± 0,35	1,67 ± 0,33	1,71 ± 0,45	1,78 ± 0,56	До/после: 0,002*; после/24 мес.: >0,999
II	3,15 ± 0,85	2,75 ± 3,88	3,52 ± 1,35	2,27 ± 1,07	1,97 ± 1,25	До/после: 0,206; после/24 мес.: 0,008*
III	3,19 ± 0,97	2,32 ± 0,61	2,25 ± 0,76	2,18 ± 0,78	2,00 ± 0,61	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,128
IV	2,65 ± 0,73	1,84 ± 0,41	1,79 ± 0,79	1,85 ± 0,70	1,98 ± 0,66	До/после: <0,001*; после/24 мес.: 0,610
V	3,34 ± 0,82	2,52 ± 0,34	2,25 ± 1,28	1,50 ± 0,38	1,63 ± 5,04	До/после: <0,001*; после/24 мес.: >0,999

* Статистически значимо различающиеся параметры.

с грубыми и ригидными деформациями позвоночника применяют остеотомию по Смит-Петерсену [13, 14].

Показано, что для достижения мобильности деформации позвоночника, необходимой для проведения коррекции дорсальным инструментарием, у большинства пациентов достаточно выполнить интраоперационную мобилизацию мягких тканей [15]. При этом, по мнению Cheng et al. [4], даже у подростков 10–14 лет применение только заднего сегментарного гибридного инструментария способно обеспечить такую же коррекцию ригидных идиопатических сколиозов величиной более 75°, как и выполнение двухэтапного оперативного вмешательства с мобилизующей дискэктомией. Некоторые авторы [5,

16] предлагают применять интраоперационную или предоперационную тракцию, которая вместе с задним инструментарием с применением транспедикулярной фиксации позволяет обойтись без вентрального вмешательства без ущерба для результата лечения грубых и ригидных идиопатических сколиозов.

На сегодняшний день не существует универсального метода и подхода к коррекции сколиотической деформации, которые можно было бы применить у активно растущих пациентов. Это подтверждается огромным количеством отечественных и зарубежных публикаций, посвященных данному вопросу.

Широкая распространенность вентральных вмешательств, включающих

в себя дискэктомию и передний спондилодез, на ранних этапах становления хирургии сколиоза была вполне оправданна. Это обусловлено отсутствием на тот момент инструментария, позволяющего предотвратить послеоперационное прогрессирование сколиотической деформации у растущих пациентов.

Вместе с тем существуют ситуации, когда не удастся установить транспедикулярные шурупы на каждом позвонке основной сколиотической дуги в силу анатомических особенностей. В этих случаях дополнительная вентральная мобилизация и стабилизация позволят добиться оптимальной хирургической коррекции [17].

Результаты нашего исследования свидетельствуют о наличии положи-

тельного вклада вентральных вмешательств в достижение оптимального результата хирургической коррекции идиопатического сколиоза. В группе пациентов с незавершенным ростом наибольший стабилизирующий эффект от вентральных вмешательств наблюдался при ламинарной и гибридной фиксации, когда данное вмешательство являлось практически безальтернативным для исключения послеоперационного прогрессирования и развития феномена коленчатого вала. При прочих условиях использование вентральных корригирующих систем связано с необходимостью расширенных доступов (торакофренолюмботомии), что чревато повреждением *truncus sympathicus* и увеличением объема интраоперационной кровопотери и длительности операции, а с точки зрения объема коррекции не имеет преимуществ перед дорсальными транспедикулярными системами.

Заключение

В рамках сравнения разных методик инструментальной коррекции идиопатических сколиозов у пациентов с незаконченным костным ростом

показано, что тотальная транспедикулярная фиксация обеспечивает коррекцию основной грудной дуги и дуги противоискривления при отсутствии прогрессирования сколиотической деформации в отдаленные сроки послеоперационного наблюдения, а также потери коррекции ротации апикального позвонка. Пациенты, перенесшие такую операцию, демонстрируют улучшение по всем доменам анкеты: отсутствию болевого синдрома на протяжении всего послеоперационного периода наблюдения, высоким показателям оценки внешнего вида после операции и удовлетворенности результатами хирургического лечения.

При гибридной фиксации в сочетании с вентральным этапом и при тотальной транспедикулярной фиксации отмечается отсутствие отрицательной динамики топографических параметров в отдаленные сроки после хирургического лечения с сохранением параметров исходной коррекции деформации позвоночника.

У пациентов с незавершенным ростом, оперированных с применением ламинарной и гибридной фиксации, вентральное вмешательство являлось практически безальтернативным

для исключения послеоперационного прогрессирования и предупреждения развития феномена коленчатого вала, однако не смогло предотвратить прогрессирования деформации в послеоперационном периоде.

В случае применения транспедикулярного инструментария у пациентов с идиопатическим сколиозом и незаконченным костным ростом, вентральные вмешательства необходимы при невозможности полной сегментарной инструментации основной сколиотической дуги в силу индивидуальных анатомических особенностей позвоночника, не позволяющих включить в зону инструментального спондилодеза вершину основной сколиотической дуги. В таких случаях методом выбора является гибридная фиксация в сочетании с вентральным этапом, что является основным отличием в тактике хирургического лечения детей 10–14 лет от применяемой у пациентов с завершенным костным ростом.

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

Литература/References

- Pehlivanoglu T, Oltulu I, Ofluoglu E, Sarioglu E, Altun G, Korkmaz M, Yildirim K, Aydogan M. Thoracoscopic vertebral body tethering for adolescent idiopathic scoliosis: a minimum of 2 years' results of 21 patients. J Pediatr Orthop. 2020;40:575–580. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001590.
- 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.
- Miller DJ, Cahill PJ, Vitale MG, Shah SA. Posterior correction techniques for adolescent idiopathic scoliosis. J Am Acad Orthop Surg. 2020;28:e363–e373. DOI: 10.5435/JAOS-D-18-00399.
- 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.
- Zhang H, Wang Y, Guo C, Tang M, Chen L, Liu S, Wang Y, Chen J. Posterior-only surgery with strong halo-femoral traction for the treatment of adolescent idiopathic scoliotic curves more than 100°. Int Orthop. 2011;35:1037–1042. DOI: 10.1007/s00264-010-1111-8.
- Sanchez-Marquez JM, Sanchez Perez-Grueso FJ, Perez Mart n-Buitrago M, Fernandez-Baillio N, Garcia-Fernandez A, Quintans-Rodriguez J. Severe idiopathic scoliosis. Does the approach and the instruments used modify the results? Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2014;58:144–151. DOI: 10.1016/j.recote.2014.03.006.
- Михайловский М.В., Садовой М.А., Новиков В.В., Васюра А.С., Суздамов В.А. Идиопатический сколиоз: 20-летний ретроспективный анализ хирургической активности в узкоспециализированной клинике // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14. № 1. С. 8–13. [Mikhaylovskiy 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;14(1):8–13]. DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.1.8-13.
- Sullivan TB, Bastrom T, Reighard J, Jeffords M, Newton PO. A novel method for estimating three-dimensional apical vertebral rotation using two-dimensional coronal Cobb angle and thoracic kyphosis. Spine Deform. 2017;5:244–249. DOI: 10.1016/j.jsdpd.2017.01.012.
- Zusman NL, Somogyi RD, Barney NA, Yang S, Halsey MF. Adolescents with spondylolysis have lower SRS-22 scores than controls and peers with pre-operative idiopathic scoliosis. Spine Deform. 2021;9:135–140. DOI: 10.1007/s43390-020-00201-6.

10. **Губина Е.В.** Клиническое применение русскоязычного варианта анкеты Scoliosis Research Society Outcomes Instrument-24 (SRS-24) // Хирургия позвоночника. 2004. № 2. С. 34–39. [Gubina EV. Clinical application of Russian version questionnaire of Scoliosis Research Society outcomes instrument-24 (SRS-24). Hir. Pozvonoc. 2004;(2):34–39].
11. **Сарнадский В.Н.** Компьютерная оптическая топография: вариабельность результатов обследования пациентов со сколиозом в естественной позе // Хирургия позвоночника. 2010. № 4. С. 74–85. [Sarnadsky VN. Computer optical topography: variability of results in patients with scoliosis examined in a natural pose. Hir. Pozvonoc. 2010;(4):74–85]. DOI: 10.14531/ss2010.4.74-85.
12. **Чернядзева М.А., Васюра А.С., Новиков В.В.** Оценка роли вентральных вмешательств в хирургии идиопатического сколиоза у пациентов с активным костным ростом // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9. № 1. С. 17–28. [Chernyadjeva MA, Vasyura AS, Novikov VV. Evaluation of the role of ventral interventions in the surgery of idiopathic scoliosis in patients with active bone growth. Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery. 2021;9(1):17–28]. DOI: 10.17816/PTORS52706.
13. **Uribe JS, Schwab F, Mundis GM, Xu DS, Januszewski J, Kanter AS, Okonko DO, Hu SS, Vedat D, Eastlack R, Berjano P, Mummaneni PV.** The comprehensive anatomical spinal osteotomy and anterior column realignment classification. J Neurosurg Spine. 2018;29:565–575. DOI: 10.3171/2018.4.SPINE171206.
14. **Gokcen B, Yilgor C, Alanay A.** Osteotomies/spinal column resection in paediatric deformity. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2014;24 Suppl:S59–S68. DOI: 10.1007/s00590-014-1477-1.
15. **Михайловский М.В.** Этапы развития вертебральной хирургии: исторический экскурс // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 10–24. [Mikhailovsky MV. Stages of spine surgery development: historical excursus. Hir. Pozvonoc. 2004;(1):10–24].
16. **LaMothe JM, Al Sayegh S, Parsons DL, Ferri-de-Barros F.** The use of intraoperative traction in pediatric scoliosis surgery: a systematic review. Spine Deform. 2015;3:45–51. DOI: 10.1016/j.jspsd.2014.06.007.
17. **Qiu Y, Wang WJ, Zhu F, Zhu ZZ, Wang B, Yu Y.** [Anterior endoscopic release/posterior spinal instrumentation for severe and rigid thoracic adolescent idiopathic scoliosis]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi. 2011;49:1071–1075.

Адрес для переписки:

Чернядзева Мария Александровна
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский научно-исследовательский институт
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. Tsiyuan,
17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia,
MChernyadjeva@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 08.11.2021

Рецензирование пройдено 15.03.2022

Подписано в печать 17.03.2022

Received 08.11.2021

Review completed 15.03.2022

Passed for printing 17.03.2022

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

Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения детской ортопедии, 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;

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

Вячеслав Викторович Новиков, д-р мед. наук, начальник научно-исследовательского отделения детской ортопедии, Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, 630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17, ORCID: 0000-0002-9130-1081, VNovikov@niito.ru.

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

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

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

Vyacheslav Viktorovich Novikov, DMSc, senior researcher in the Department of pediatric orthopedic surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, 17 Frunze str., Novosibirsk, 630091, Russia, ORCID: 0000-0002-9130-1081, VNovikov@niito.ru.