



# ВЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ В ХИРУРГИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА ПОЯСНИЧНОЙ И ГРУДОПОЯСНИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

М.В. Михайловский<sup>1</sup>, А.С. Васюра<sup>1</sup>, В.В. Новиков<sup>1</sup>, В.Н. Сарнадский<sup>2</sup>, Е.В. Губина<sup>1</sup>, А.И. Подрезова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ООО «МЕТОС», Новосибирск, Россия

**Цель исследования.** Анализ отдаленных результатов хирургической коррекции идиопатических сколиозов поясничной и грудопоясничной локализации с помощью вентрального инструментария.

**Материал и методы.** Прооперированы 24 пациента (средний возраст — 18,2 года, М/Ж — 3/21) с использованием вентрального двухстержневого эндокорректора. Средний срок послеоперационного наблюдения — 50 мес. Средняя продолжительность операции — 170 мин, средняя кровопотеря — 374 мл.

**Результаты.** Основная дуга уменьшена с 48,7° до 14,8° (69,6 %). Послеоперационное прогрессирующее — 6,4°. Грудное противоискривление подверглось самокоррекции с 27,7° до 14,7°, послеоперационное прогрессирующее — 3,0°. Грудной кифоз и поясничный лордоз остались в пределах нормы. Ротация апикального позвонка до операции — 27,8 %, сразу после вмешательства — 17,5 %, в конце периода наблюдения — 17,1 %. Фронтальный дисбаланс до операции — 24,7 мм, сразу после вмешательства — 27,5 мм, в конце периода наблюдения — 7,1 мм. Самооценку результатов лечения проводили с применением русскоязычного варианта опросника SRS-24. На первом контрольном осмотре пациенты ожидаемо низко оценивали показатель функции после операции и давали средние оценки по остальным доменам. В дальнейшем отмечается положительная динамика по всем оцениваемым параметрам, наиболее ярко выраженная при оценке болевого синдрома, функции и общей активности после операции.

**Заключение.** Коррекция идиопатических сколиозов поясничной и грудопоясничной локализации с помощью вентрального инструментария — высокоэффективный метод лечения, позволяющий в большинстве случаев получить стойкий положительный результат. Однако развитие в ряде случаев выраженных нарушений баланса туловища пациента требует продолжения исследований с целью оптимизации методики определения оптимальной протяженности зоны инструментального спондилодеза.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз, коррекция сколиоза.

Для цитирования: Михайловский М.В., Васюра А.С., Новиков В.В., Сарнадский В.Н., Губина Е.В., Подрезова А.И. Вентральный инструментарий в хирургии идиопатического сколиоза поясничной и грудопоясничной локализации // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14. №2. С. 21–30. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.2.21-30>.

ANTERIOR INSTRUMENTATION IN SURGERY FOR LUMBAR AND THORACOLUMBAR IDIOPATHIC SCOLIOSIS

M.V. Mikhaylovskiy<sup>1</sup>, A.S. Vasyura<sup>1</sup>, V.V. Novikov<sup>1</sup>, V.N. Sarnadsky<sup>2</sup>, E.V. Gubina<sup>1</sup>, A.I. Podrezova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsvyana, Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>METOS LLC, Novosibirsk, Russia

**Objective.** To analyze the long-term results of surgical correction of idiopathic scoliosis in the lumbar and thoracolumbar spine with anterior instrumentation.

**Material and Methods.** A total of 24 patients (mean age — 18.2 years, male/female ratio — 3/21) were operated on using anterior two-rod instrumentation system. The mean operating time was 170 minutes, and the mean blood loss — 374 ml. The average postoperative follow-up period was 50 months.

**Results.** The primary curve was reduced from 48.7° to 14.8° (69.6 %). Postoperative progression was 6.4°. Thoracic counter-curve underwent self-correction from 27.7° to 14.7°, postoperative progression was 3.0°. The thoracic kyphosis and lumbar lordosis remained within the normal ranges. Rotation of the apical vertebra before the operation was 27.8 %, immediately after the intervention — 17.5 %, at the end of the follow-up period — 17.1 %. Coronal imbalance before surgery was 24.7 mm, immediately after the intervention — 27.5 mm, at the end of the follow-up period — 7.1 mm. The patients' self-evaluation of treatment outcomes was carried out using the Russian version of the SRS-24 questionnaire. At the first follow-up visit, patients reported expectedly lower postoperative function score and gave middle scores for the remaining domains. Later, there was a positive dynamics in all assessed parameters, most pronounced in pain syndrome, function and overall activity after surgery.

**Conclusion.** Correction of idiopathic scoliosis of lumbar and thoracolumbar localization using anterior instrumentation is a highly effective method of treatment, which in most cases gives a stable positive result. However, the development of pronounced trunk imbalance in some patients requires the continuation of studies in order to optimize the technique for determining the optimal extent of the instrumented fusion.

**Key Words:** idiopathic scoliosis, scoliosis correction.

Please cite this paper as: Mikhaylovskiy MV, Vasyura AS, Novikov VV, Sarnadsky VN, Gubina EV, Podrezova AI. Anterior instrumentation in surgery for lumbar and thoracolumbar idiopathic scoliosis. *Hir. Pozvonoc.* 2017; 14(2):21–30. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.2.21-30>.

Использование вентрального инструментария для коррекции сколиотических деформаций – приоритет австралийского ортопеда Dwyer [9], предложившего имплантировать в тела позвонков шурупы, а через их головки проводить гибкий трос, натяжение которого с помощью специального устройства позволяло достичь деротации позвонков и коррекции деформации. Корректирующие манипуляции проводили после иссечения межпозвонковых дисков, операцию завершали межтеловым спондилодезом. В 1974 г. немец Zielke [31] развил метод Dwyer, заменив трос полужестким резьбовым стержнем. Оба инструментария хорошо себя зарекомендовали, но многие исследователи отметили при их использовании нежелательный эффект, выражающийся в формировании или усилении кифоза на протяжении зоны инструментального спондилодеза [13, 18]. Следующее поколение вентрального инструментария характеризовалось появлением жестких одно- и двухстержневых систем, обеспечивающих большую прочность и стабильность и устраняющих кифозогенный эффект. Одной из первых подобных систем стал инструментальный японца Kaneda [13]. В настоящее время вентральный корригирующий инструментальный широко применяют во всем мире [4, 5, 7–9, 11, 15, 20, 25, 27], хотя многие хирурги предпочитают дорсальный инструментарий с многоуровневым использованием педикулярных шурупов [7, 14, 16]. Основными преимуществами вентрального инструментария являются прямое деротирующее воздействие на тела позвонков, небольшая протяженность блока, снижение интраоперационной кровопотери, более приемлемое с косметической точки зрения расположение послеоперационного рубца.

Долговременные результаты исследований, опубликованные в XXI в., демонстрируют высокую эффективность вентрального инструментария при коррекции сколиотических деформаций поясничной и грудопоясничной локализации. Публикации

в отечественной литературе содержат преимущественно ближайшие результаты оперативных вмешательств [1, 2, 4, 5]. Кроме того, ни в одном из известных нам исследований нет результатов 3D-оценки дорсальной поверхности туловища пациента в до- и послеоперационном периодах.

Цель исследования – анализ отдаленных результатов хирургической коррекции идиопатических сколиозов поясничной и грудопоясничной локализации с помощью вентрального инструментария.

### Материал и методы

В клинике детской и подростковой вертебрологии Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна в 2005–2009 гг. с использованием вентрального двухстержневого эндокорректора прооперирован 31 пациент. Из них 7 пациентов не соответствовали критериям отбора (у трех – врожденный сколиоз, у четырех – послеоперационное наблюдение менее двух лет). Средний возраст 24 пациентов – 18,2 (12–38) года, распределение по половому признаку М/Ж – 3/21. Идиопатических сколиозов подростков – 20 случаев, взрослых – 4. По локализации основной дуги искривления – 8 поясничных сколиозов и 16 грудопоясничных. У 10 пациентов основная дуга была правосторонней, у 14 – левосторонней. В 16 случаях выявлено противоиискривление (грудной локализации – 15, верхнегрудной – 1). Исходная неврологическая симптоматика (синдром пирамидной недостаточности) выявлена у одной пациентки, еще в одном случае диагностирована вегетососудистая дистония, остальные пациенты были неврологически интактны. Сопутствующая патология диагностирована у 12 пациентов: истмический спондилолистез со смещением нижнепоясничного (L<sub>5</sub> или L<sub>6</sub>) позвонка в пределах 28 % (n = 2), хронический гастродуоденит (n = 3), хронический пиелонефрит (n = 2), миопия тяжелой степени (n = 1), гиперплазия щитовидной железы (n = 1), гемангиома тела

L<sub>1</sub> позвонка (n = 1), распространенный межпозвонковый остеохондроз (n = 2), гипергонадотропный гипогонадизм (n = 1).

Рентгенологическое обследование включало в себя обзорные рентгенограммы грудного и поясничного отделов позвоночника в прямой и боковой проекциях в положении пациента стоя, фасные рентгенограммы в положении бокового наклона в сторону выпуклости первичной и вторичной дуг искривления (лежа), МРТ содержимого позвоночного канала. Определяли величину угла Cobb сколиотических дуг, грудного кифоза (Th<sub>5</sub>–Th<sub>12</sub>), поясничного лордоза (L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub>), ротацию апикального позвонка по Nash – Moe [20], а также сколиотической дуги и лордоза на протяжении зоны инструментального спондилодеза за весь период наблюдения.

Пациенты в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах заполняли русскоязычный [3] вариант анкеты SRS-24 [29]. Кроме того, перед операцией, сразу после нее и в отдаленном послеоперационном периоде всех обследовали с помощью метода компьютерной топографии (КОМОТ) [6].

Средняя продолжительность послеоперационного наблюдения у 24 пациентов составила 50 (24–107) мес.; средний койкодень – 13,7 (8–25).

**Техника операции.** Положение пациента – на боку, соответствующем вогнутой стороне деформации. Таз фиксируют двумя держателями, обеспечивающими давление на симфиз и крестец. Чтобы приблизить к хирургу зону манипуляций на позвоночнике, стол «переламывают». При деформациях поясничной/грудопоясничной локализации доступ осуществляют обычно через ложе IX или X ребра. Ребро выделяют поднадкостнично и резецируют в пределах раны. Рассекают париетальную плевру. Легкое коллабируют и оттесняют к корню. Отсекают диафрагму, отступив на 10–15 мм от места ее прикрепления к ребрам. Перед отсечением диафрагмы следует обнажить ретроперитонеальное пространство в месте разделения реберно-хондрального

сочленения и осторожно сместить брюшинный мешок вместе с его содержимым, освободив тем самым нижнюю поверхность диафрагмы. Также осторожно брюшинный мешок смещают с *m. quadratus lumborum* и *m. iliopsoas*. Только после того как перитонеальный мешок визуализирован и мобилизован, можно отсекают диафрагму и рассекать *m. obliquus abdominis internus* и *m. transversus abdominis*.

Сегментарные сосуды идентифицируют, выделяют и пересекают на протяжении планируемой зоны спондилодеза. Позвоночник доступен для манипуляции от уровня Th<sub>6</sub> и дистально – насколько это необходимо. Крупные сосуды и брюшинный мешок смещают и защищают элеваторами. Удаляют межпозвонковые диски с замыкательными пластинками до задней стенки фиброзного кольца. В тела позвонков вводят во фронтальной плоскости по два шурупа через специальные блоки, снабженные канавками для укладки стержней. Необходимой длины стержни изгибают в соответствии с нормальным сагиттальным контуром отдела позвоночника, на котором производят манипуляции. Первый стержень (дорсальный) укладывают в канавки и фиксируют провизорно специальными блокираторами. Производят ротацию стержня до достижения максимально возможной коррекции деформации позвоночника. Имплантируют второй стержень, достигнутую коррекцию фиксируют блокираторами. В межпозвонковые пространства укладывают измельченную аутокость из резецированного ребра. Рану послойно ушивают с последовательным восстановлением всех анатомических структур.

Протяженность инструментального блока варьировала от двух до пяти позвоночно-двигательных сегментов (от трех до шести позвонков), составляя в среднем четыре сегмента. Верхняя граница блока располагалась на уровне Th<sub>10</sub>–L<sub>1</sub>, нижняя – L<sub>2</sub>–L<sub>5</sub>. Средняя продолжительность операции – 170 (115–340) мин, средняя кровопотеря – 374 (200–700) мл. Все опе-

рации выполнены одним хирургом (М.В. Михайловским).

### Результаты

**Основная дуга.** Средняя исходная величина деформации составила 48,7° (33–70°), причем в положении наклона в сторону выпуклости она уменьшилась до 19,3° (-2–47°), то есть дооперационная мобильность деформированного отдела позвоночника составила 29,4° (60,4 %). В результате вмешательства величина основной дуги уменьшена до 14,8° (6–27°), то есть коррекция составила 33,9° (69,6 %). В конце периода послеоперационного наблюдения угол Cobb основной дуги равнялся 21,2°, то есть финальная коррекция – 27,5° (56,5 %). Послеоперационное прогрессирование основной дуги – 6,4° (18,9 %) от достигнутой коррекции.

**Противоискривление.** Средняя исходная величина деформации – 27,7° (18–36°), причем в положении наклона в сторону выпуклости она уменьшилась до 9,5° (1–22°), дооперационная мобильность деформированного отдела позвоночника составила 18,2° (65,7 %). В результате вмешательства величина противоискривления уменьшена до 14,7° (5–24°), коррекция – 13,0° (46,9 %). В конце периода послеоперационного наблюдения угол Cobb противодуги равнялся 17,7° (9–30°), финальная коррекция равнялась 10,0° (36,1 %). Послеоперационное прогрессирование противоискривления составило, таким образом, 3,0° (23,1 %) от достигнутой коррекции.

**Грудной кифоз.** До операции величина грудного кифоза (Th<sub>4</sub>–Th<sub>12</sub>) равнялась 30,3° (10–59°), сразу после операции – 29,6° (3–58°), в конце периода наблюдения – 31,4° (14–59°). Величина грудного кифоза изменилась на 1,1° (3,6 %).

**Поясничный лордоз.** До операции деформация поясничного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости (L<sub>1</sub>–S<sub>1</sub>) равнялась 60,0° (39–90°), сразу после корригирующего вмешательства – 52,0° (34–88°), в конце периода наблюдения – 53,5°

(29–72°). Величина поясничного лордоза изменилась в конечном итоге на 6,5° (10,8 %).

**Ротация апикального позвонка.** До операции составляла 27,8 % (12–50 %), сразу после вмешательства – 17,5 % (7–46 %), в конце периода наблюдения – 17,1 % (4–26 %).

**Величина сколиотической деформации на протяжении зоны инструментального спондилодеза** уменьшена в результате операции с 49° (33–70°) до 15° (0–48°), в конце периода наблюдения – 21° (3–36°).

**Лордоз на протяжении зоны инструментального спондилодеза** исходно равнялся 57,6° (44–85°), сразу после операции – 48,9° (34–69°), в конце периода наблюдения – 52,4° (44–64°).

**Фронтальный дисбаланс.** Отстояние центроида тела Th<sub>1</sub> позвонка от средней крестцовой линии до операции – 24,7 (12–58) мм, сразу после вмешательства – 27,5 (12–67) мм, в конце периода наблюдения – 7,1 (10–18) мм.

**Антропометрические показатели.** Средний рост пациентов в положении стоя до операции – 163,0 (139–183) см, сразу после операции – 165,2 (153–183) см, в конце периода наблюдения – 166,7 (155–183) см. Средний вес – 50,5 (34–66) кг, 50,3 (33–66) кг, 55,7 (44–69) кг соответственно.

**Самооценку результатов лечения** производили с применением русскоязычного варианта опросника SRS-24, позволяющего определить показатели, в большей степени влияющие на удовлетворенность пациентов результатами оперативного лечения. Анкета включает в себя 24 вопроса, объединенных в семь групп (доменов): боль в спине, общий внешний вид, внешний вид после операции, уровень двигательных функций после операции, общая активность, профессиональная активность, удовлетворенность результатами оперативного лечения. Каждый вопрос оценивают по 5-балльной шкале (где 1 – низший показатель, 5 – высший). Комплекс послеоперационного динамического наблюде-

Таблица 1

Результаты исследования качества жизни пациентов с помощью анкеты SRS-24, баллы

Домен	До 6 мес. после операции	До 24 мес. после операции	Более 24 мес. после операции
Боль	3,43 ± 0,57	4,27 ± 0,55	4,82 ± 0,36
Общий внешний вид	3,67 ± 0,24	4,43 ± 0,42	4,67 ± 0,67
Внешний вид после операции	4,20 ± 0,65	4,29 ± 0,52	4,72 ± 0,50
Функция после операции	1,20 ± 0,45	1,71 ± 0,76	4,25 ± 0,96
Общая активность	3,13 ± 0,56	3,24 ± 0,32	4,42 ± 0,42
Профессиональная активность	3,47 ± 1,24	3,95 ± 0,71	4,92 ± 0,27
Удовлетворенность результатами операции	3,80 ± 0,45	4,48 ± 0,33	4,92 ± 0,17

ния представляет собой заполнение опросника при прохождении каждого контрольного осмотра (табл. 1).

В соответствии с уровнем послеоперационной активности и риском развития осложнений первый контроль осуществляют через 6 мес. после операции, второй – через 2 года (период расширения физической активности, но сохраняющегося риска прогрессирования), третий – в отдаленном послеоперационном периоде (более двух лет после операции). На первом контрольном осмотре пациенты ожидаемо низко оценивают показатель функции после

операции и выставляют средние цифры по остальным доменам. В дальнейшем отмечают положительную динамику по всем оцениваемым параметрам, наиболее ярко выраженную при оценке болевого синдрома, функции и общей активности после операции.

**КОМОТ.** Анализ проведен по данным 19 пациентов (Ж/М = 16/3, средний возраст – 17,3 (12–34) года, левосторонняя дуга – 11°, правосторонняя – 8°. Угол Cobb до операции – 46,6° (33–70°), сразу после операции – 13,4° (7–23°), в отдаленном периоде – 21,5° (7–42°). Пациенты обследованы при помощи метода КОМОТ [6]

на системе ТОДП в ортостатическом положении. Этот метод позволяет посредством проекции полос восстанавливать 3D-модель туловища и оценивать баланс, а также состояние осанки во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях.

В табл. 2 представлены основные топографические параметры, описывающие состояние осанки. Параметры FH, FP и FT оценивают наклон плечевого пояса, перекос таза и наклон туловища во фронтальной плоскости; GH, GP и GT – поворот плечевого пояса, таза и разворот плечевого пояса относительно таза в горизонтальной

Таблица 2

Динамика основных топографических параметров в до- и послеоперационном периодах

Параметр	До операции (ДО)	После операции (ПО1)	Отдаленный период (ПО2)	ПО1–ДО	ПО2–ДО
FH, град.	1,55 ± 3,90	1,26 ± 2,90	-0,23 ± 2,10	-0,29	-1,78
FP, град.	2,01 ± 2,30	0,48 ± 1,10	0,81 ± 1,60	-1,53	-1,20
FT, град.	2,10 ± 2,00	2,16 ± 1,70	0,79 ± 1,70	0,06	-1,31
GH, град.	-0,77 ± 3,40	0,54 ± 2,00	1,05 ± 2,70	1,31	1,82
GP, град.	0,27 ± 2,50	0,15 ± 1,20	0,54 ± 2,40	-0,12	0,27
GT, град.	-1,04 ± 3,40	0,58 ± 2,90	0,51 ± 2,90	1,62	1,55
SK, град.	-0,72 ± 3,83	-2,56 ± 2,50	0,68 ± 2,80	-1,84	1,40
SN, град.	-1,03 ± 2,61	-2,67 ± 3,50	-1,80 ± 3,00	-1,64	-0,77
ST, град.	-0,87 ± 3,10	-2,62 ± 2,70	-1,24 ± 1,90	-1,75	-0,37
SA1, град.	-19,73 ± 5,55	-17,50 ± 5,20	-17,40 ± 6,20	2,23	2,33
HL, мм	17,40 ± 6,60	13,50 ± 6,40	15,20 ± 6,30	-3,90 (-22,40 %)	-2,20 (12,60 %)
HLK, мм	21,10 ± 8,90	16,30 ± 8,00	20,90 ± 9,00	-4,8 (-22,70 %)	-0,20 (-0,95 %)
PTI	2,01 ± 0,41	1,51 ± 0,39	1,38 ± 0,42	-0,50 (-25,00 %)	-0,63 (-31,30 %)
PTI_F	2,28 ± 0,70	1,28 ± 0,30	1,21 ± 0,55	-1,00 (-43,90 %)	-1,07 (-46,90 %)
PTI_G	2,28 ± 0,50	1,42 ± 0,43	1,42 ± 0,56	-0,86 (-37,70 %)	-0,86 (-37,70 %)
PTI_S	1,18 ± 0,36	1,66 ± 0,77	1,38 ± 0,52	0,48 (40,70 %)	0,17 (16,90 %)
LNG, мм	498,80 ± 26,11	541,46 ± 30,70	520,30 ± 28,90	42,70 (8,60 %)	21,50 (4,30 %)
RWL, %	53,55 ± 3,20	48,89 ± 2,56	50,96 ± 3,19	-4,66 (-8,70 %)	-2,59 (-4,80 %)

плоскости; SK, SN, ST и SA1 – наклон вершины грудного кифоза, точки C<sub>7</sub> (вершина остистого отростка), туловища и крестца в сагиттальной плоскости; HIL и НIK – высоту дуги поясничного лордоза и грудного кифоза; РП и РП<sub>F</sub>, РП<sub>G</sub>, РП<sub>S</sub> – общий интегральный индекс состояния осанки и интегральные индексы по отдельным плоскостям; LNG – длину туловища от вершины межъягодичной складки до точки C<sub>7</sub>; RWL – отношение ширины туловища к его длине. Параметры FT, GT и ST оценивают баланс туловища в трех плоскостях. Интегральные индексы РП<sub>F</sub>РП<sub>G</sub>, РП<sub>S</sub> – для этих же плоскостей в отдельности, а общий интегральный индекс РП описывает величину отклонения осанки от гармоничной: 0–0,66 – гармоничная осанка; 0,66–1,0 – субнорма, 1,0–2,0 – нарушение осанки, более 2,0 – деформация позвоночника.

Знаки «+» и «-» у первых 10 параметров задают сторону отклонения. Так как сторона основной дуги влияет на параметры ориентации туловища во фронтальной и горизонтальной плоскостях, при расчетах статистики для пациентов с правосторонней основной дугой знак изменялся на противоположный у следующих параметров: FH, FP, FT, GH, GP, GT.

Как видно из табл. 2, во фронтальной плоскости характерны перекос плечевого пояса (FH), таза (FP) и наклон туловища (FT) в сторону выпуклости основной дуги. В горизонтальной плоскости – поворот плечевого пояса (GH) и скручивание туловища (GT) против часовой стрелки. После операции в ближайшем и в отдаленном периодах величина параметров FH, FP и FT уменьшается, что свидетельствует об улучшении баланса туловища во фронтальной плоскости. В горизонтальной плоскости скручивание туловища (GT) меняет знак, что может свидетельствовать об определенной гиперкоррекции в этой плоскости. Максимальный разворот составил 5,4°. В сагиттальной плоскости для этой группы пациентов до операции характерны некоторый наклон туловища кпереди (SK, SN и ST) и уплощение

физиологических изгибов до уровня субнормы (HIL = 17,4 мм при норме 20 мм и НIK = 21,1 мм при норме 25 мм). После операции лордоз и кифоз уплощаются на 22 % от начального состояния, но в отдаленном периоде кифоз практически восстанавливается, а лордоз несколько усиливается, но остается на 12,5 % меньше его дооперационного состояния, что обусловлено уменьшением наклона крестца (SA1) с 19,7° до 17,5° сразу после операции и сохранением этого наклона в отдаленном периоде.

Результат оперативной коррекции сколиоза методом КОМОТ оценивают по общему интегральному индексу РП и индексам по каждой плоскости в отдельности: РП<sub>F</sub>, РП<sub>G</sub>, РП<sub>S</sub>. Средняя коррекция по РП составила сразу после операции 25 %, в отдаленном периоде 31 %, при этом для РП<sub>F</sub> соответственно -43,9 и -46,9 %, РП<sub>G</sub> -37,7 и -37,7 %, а для РП<sub>S</sub> +40,7 и +16,9 %. Таким образом, во фронтальной и горизонтальной плоскостях происходит кардинальное улучшение осанки, а в сагиттальной – ухудшение, которое максимально выражено сразу после операции (уплощение физиологических изгибов и наклон туловища кпереди), но в отдаленном периоде ситуация в этой плоскости заметно улучшается. Средняя коррекция по РП в отдаленном периоде составила -31 %.

Клинические примеры выполненных оперативных вмешательств представлены на рис. 1, 2.

**Осложнения.** В общей сложности у 24 пациентов констатировали 14 (58,3 %) осложнений. Интраоперационных осложнений было 5 – повреждение брюшинного мешка на протяжении 2–5 см (ушивание обвивным швом). Нежелательных последствий не отмечено.

В послеоперационном периоде у 3 пациентов отмечены симптомы вегетативной недостаточности в нижней конечности на стороне оперативного доступа, со временем частичное регрессировавшие. У 1 пациента выявлена люмбалгия, отсутствовавшая до операции, еще у 2 – симптомы компрессии спинно-мозговых корешков,

регрессировавшие после консервативного лечения. В 3 случаях – клиновидность межпозвонкового диска, смежного с зоной инструментального блока (в двух – краниального, в одном – дистального), сопровождавшаяся фронтальным дисбалансом туловища различной степени выраженности. Во всех случаях это потребовало повторного вмешательства – дорсальной коррекции сегментарным инструментарием. В двух случаях повторное вмешательство осуществляли в пределах двух недель после коррекции вентральным инструментарием, в одном – через 2,5 года.

## Обсуждение

Насколько мы можем судить, данная статья является одной из немногих в отечественной литературе, посвященных результатам применения вентрального инструментария при идиопатических сколиозах грудной и грудопоясничной локализации. В связи с этим полагаем обоснованным предположить обсуждение собственных данных краткий обзор зарубежных и отечественных публикаций по этому вопросу. Были отобраны статьи 2002–2016 гг. с описанием сроков послеоперационного наблюдения не менее двух лет [7, 8, 10–12, 14, 15, 17, 19, 22–26, 28, 30]. Всего в 16 статьях представлены данные по 436 пациентам, оперированным с применением одно- или двухстержневого вентрального инструментария, то есть средняя описываемая клиническая группа состоит всего из 27 (18–50) пациентов. Средний возраст варьировал от 13 до 37 лет, но только в одной группе он превысил 20 лет [25], то есть подавляющее большинство пациентов оперировано в подростковом возрасте. Срок послеоперационного наблюдения – от 2 до 21 года, в большинстве групп – от 2 до 5 лет.

Основная дуга, по данным девяти авторов (есть данные до, после операции и в конце периода наблюдения) [8, 10, 11, 14, 15, 22, 24–26], уменьшена с 51,4° до 13,3°; коррекция – 38,1° (74,2%), послеоперационное прогрессирование

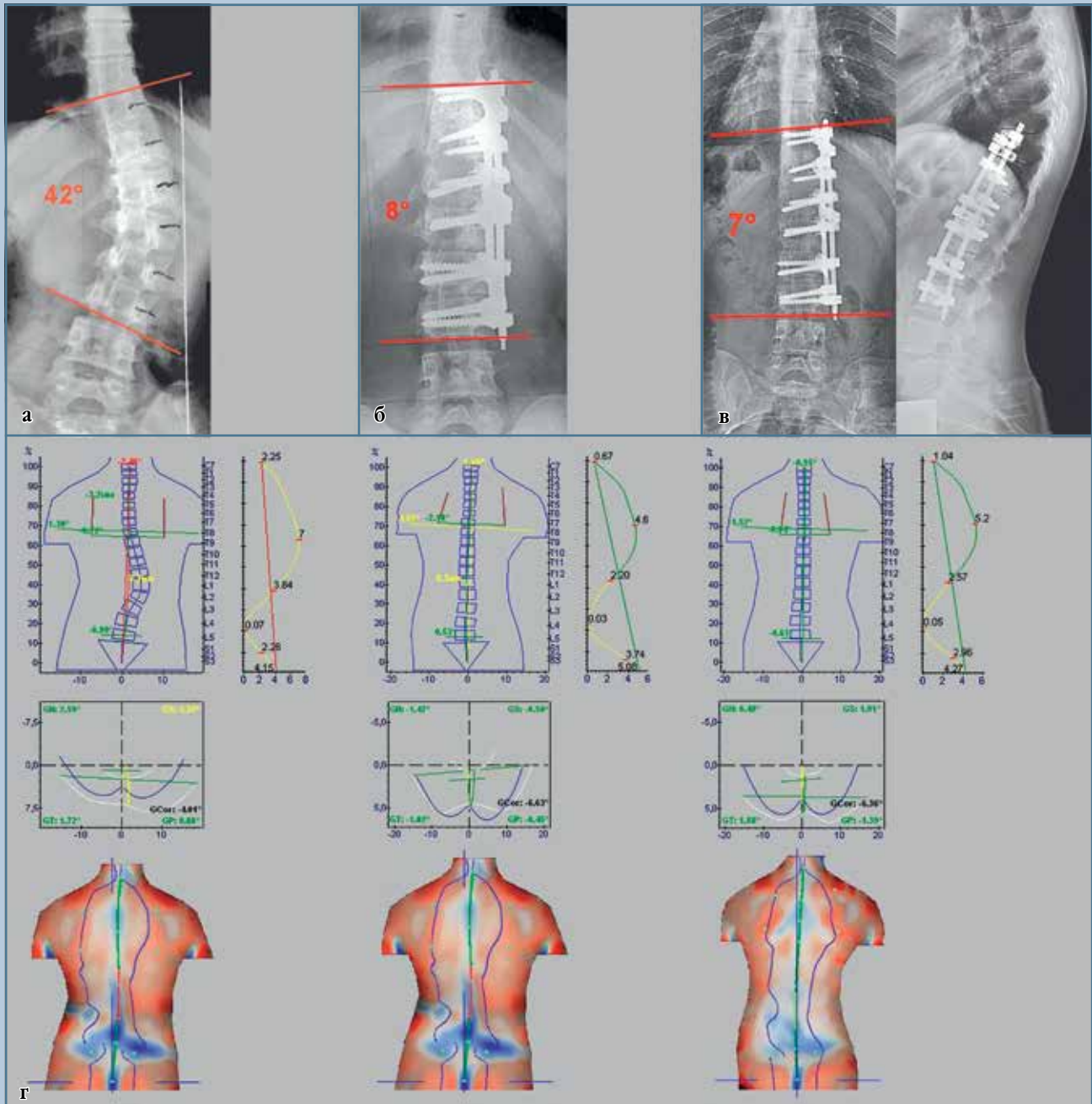


Рис. 1

Пациентка П., 16 лет, оперирована 28.03.2007 г.; протяженность дуги – Th<sub>10</sub>–L<sub>3</sub>; протяженность блока – Th<sub>10</sub>–L<sub>3</sub>; коррекция в отдаленном периоде, по данным КОМОТ, составила 70,2, -83,7 и -58,3 %, то есть констатировано значительное улучшение во всех плоскостях; индексы по плоскостям: 0,4 (PTI\_F), 0,6 (PTI\_G) и 0,8 (PTI\_S), а PTI – 0,6 (уровень субнормы); исходная деформация – 42° (а); после операции (19.04.2007 г.) – 8° (б); через 4 года после операции (16.05.2011 г.) – 8° (в); 3D-модель дорсальной поверхности туловища до операции, в ближайшем и отдаленном периодах (г)

составило 3,8° (10 % от достигнутой коррекции), в конце периода наблюдения величина дуги равнялась 17,1°.

Вторичная (грудная) дуга, по данным шести авторов [8, 11, 14, 24–26], исходно равнялась 32,3°, исправле-

на до 20,1°, в конце периода наблюдения составила 20,5°. Коррекция – 12,2°(36,2 %), послеоперационное

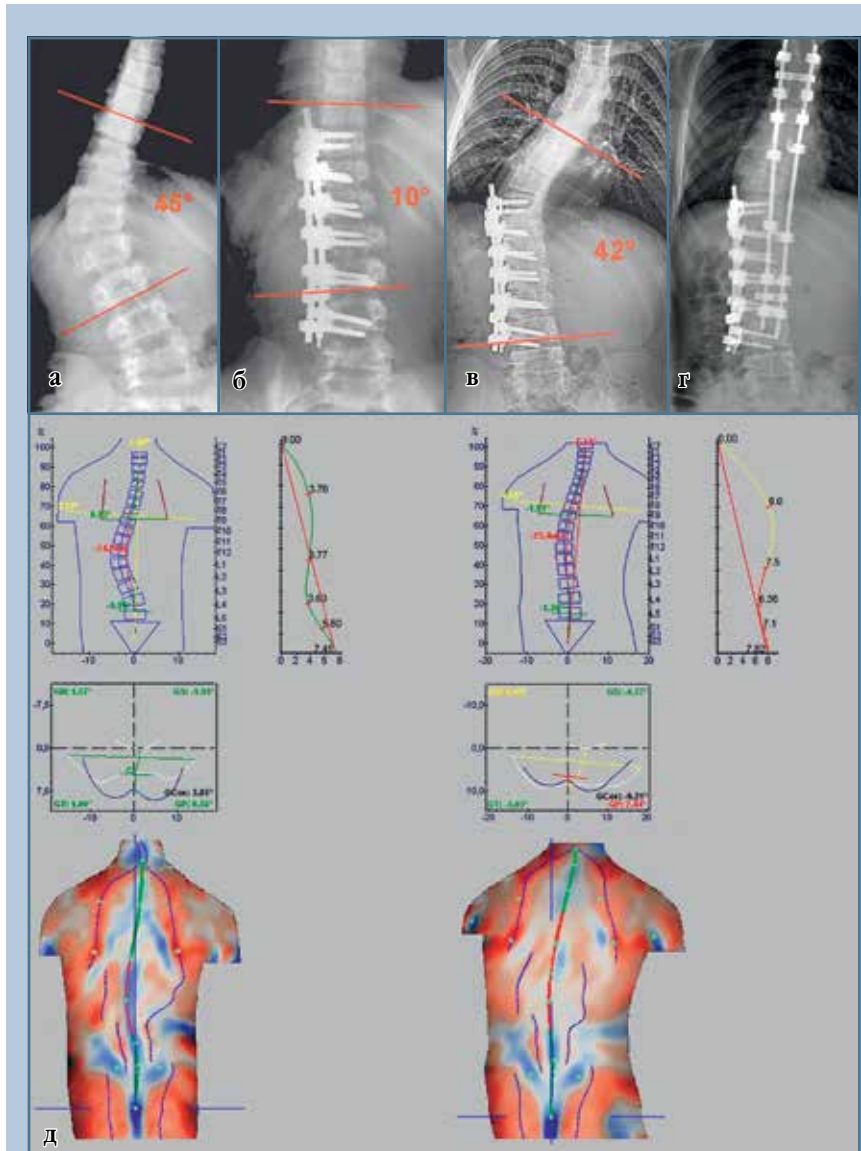


Рис. 2

Пациент Д., 14 лет, оперирован 17.05.2007 г.; протяженность дуги – Th<sub>10</sub>–L<sub>3</sub>, протяженность блока – Th<sub>11</sub>–L<sub>4</sub>; в отдаленном послеоперационном периоде сформировалась переходная деформация с превалированием сколиотического компонента, результат по РТИ стал на 23 % хуже, чем до операции; потеря коррекции в отдаленном периоде по плоскостям: +18,7 (PTI\_F), +7,6 (PTI\_G) и +62,9 % (PTI\_S), то есть отмечены значительное ухудшение во фронтальной и сагиттальной плоскостях и незначительная потеря коррекции в горизонтальной плоскости: исходная деформация – 50° (а); после операции (28.05.2007 г.) – 10° (б); через 2,5 года после операции (1.12.2009 г.) – 43° (в); после 2-й операции (коррекция дорсальным сегментарным инструментарием 8.12.2009 г.) – 24° (г); 3D-модель дорсальной поверхности туловища до операции и в отдаленном периоде (д)

прогрессирование минимально – 0,4° (3,2 % от достигнутой коррекции).

Ротационный компонент сколиотической деформации исследовали

далеко не все авторы [8, 12, 21, 26], что несколько странно, поскольку прямое деротирующее воздействие на тела позвонков – особенность именно вентрального инструментария. Чаще всего используется достаточно простая методика Nash – Мое. По данным четырех авторов, деротация достигается в объеме 50 % и достаточно надежно удерживается в течение всего периода наблюдения.

Грудной кифоз [8, 11, 14, 19, 24–26, 30] исходно равнялся 21,7°, после операции почти не изменился – 22,4°, к концу периода наблюдения вырос до 25,8°.

Поясничный лордоз [8, 11, 14, 24–26, 30] в результате операции уменьшен с 44,5° до 39,9°, к концу периода наблюдения увеличился – до 43,4°.

Сколиотическая деформация зоны инструментального блока [7, 8, 28] исправлена с 43,7° до 11,9°, или на 72,8 %, а сагиттальный контур этой зоны [14, 15, 22, 28] изначально составил 3,7°, в конце периода наблюдения – 6,7°.

Почти все авторы, представившие информацию по протяженности инструментального блока [10, 17, 23, 24, 26, 30], сообщают о включении в него четырех, а двое [7, 10] – пяти двигательных сегментов позвоночника.

Интраоперационная кровопотеря составила 404,9 мл [7, 8, 10, 11, 17, 26, 28, 30], продолжительность вмешательства – 237 мин [8, 10, 17, 26, 28, 30].

Динамика фронтального дисбаланса [7, 8, 10, 12, 14, 22, 23, 25, 26] была положительной – уменьшение расстояния от центра Th<sub>1</sub> позвонка до средней крестцовой линии с 19,2 (4–49) до 6,5 (1–19) мм. Сагиттальный баланс также нормализован [10, 14, 25] – с 17,8 (8,5–30) до 10,2 (4,6–16) мм.

Изучение качества жизни, связанного со здоровьем, осуществляют по результатам анкетирования (SRS, ODI), но далеко не все авторы. По некоторым данным [15, 25, 26, 28], все показатели в отдаленном послеоперационном периоде улучшаются в среднем на 50 %.

В проанализированном литературном материале (436 пациентов)

гнойных и неврологических осложнений не отмечено, однако Bitan et al. [7], прооперировавшие 24 пациента, у многих из них в послеоперационном периоде обнаруживали симптомы травматизации симпатического ствола на стороне хирургического доступа. О механических осложнениях упоминают пять авторов [7, 8, 14, 22, 26]: смещения шурупов, переломы стержней, псевдоартрозы блока (13 наблюдений). В двух случаях [26] потребовалась реоперация. О двух случаях реоперации упоминают Nambiar et al. [19], они связаны с прогрессирующим грудного противоскривления. Развитие РЖК отмечает ряд авторов [10, 11, 26], в общей сложности 15 наблюдений, кроме того, описаны четыре случая развития переходного сколиоза проксимальнее зоны блока. Приведенные литературные данные находят подтверждение в единственном известном метаанализе, посвященном этой проблеме [18].

Первая отечественная публикация по обсуждаемой теме принадлежит А.К. Дулаеву с соавт. [4], описавшим кратко два случая применения одностержневого вентрального инструментария, дополненного дорсальной коррекцией и фиксацией.

Три статьи опубликованы специалистами ЦИТО им. Н.Н. Приорова [1, 2, 5]. В общей сложности оперировано 36 пациентов, большинство из которых подростки. Коррекция основной дуги достигает 72 %, динамика сагиттального контура не приведена. Деротация апикального позвонка достигает 13 %, средняя протяженность блока – 4 двигательных сегмента. Серьезных осложнений не отмечено, но в одной из статей [2] упоминается гипертермия в зоне иннервации симпатических нервных волокон, выявленная у ряда пациентов и постепенно исчезающая. Отдаленных результатов нет, но все авторы отмечают отсутствие потери коррекции на протяжении зоны блока. В то же время за пределами этой зоны имеется клиновидность межпозвонковых дисков.

Ни в одной из публикаций нет трехмерной оценки дорсальной поверхности туловища.

Сопоставление нашего материала с литературными данными демонстрирует значительное сходство полученных результатов практически по всем параметрам. В то же время ряд цитированных работ имеет основной целью сравнение эффективности вентрального инструментария и дорсальной техники с использованием педикулярных шурупов [10, 11, 17, 30]. Выводы этих авторов неоднозначны. Wang et al. [30], подчеркивая отличные результаты, достигнутые с помощью обоих методов, отдают предпочтение вентральному доступу (операция менее травматична, зона спондилодеза короче, стоимость вмешательства ниже). Ming Li et al. [17] единственное преимущество вентрального инструментария видят в укорочении зоны спондилодеза на один сегмент в сравнении с дорсальным инструментарием. Существует и противоположная точка зрения. Так, для Hee et al. [11] преимущество дорсального доступа заключается в меньшей продолжительности операции и срока госпитализации. Geck et al. [10] подчеркивают следующие преимущества дорсального доступа: достоверно большая коррекция, меньшая потеря коррекции, сокращение срока госпитализации. Следует отметить, что Geck et al. в ходе дорсальной операции выполняли резекцию суставных отростков на трех-четырёх уровнях.

Нет единства и в вопросе выбора протяженности зоны инструментального блока. Многие авторы постулируют собственные алгоритмы выбора концевых позвонков блока, при этом большинство ориентируется на границы зоны деформации по Cobb. В работах японских авторов [25, 26] подчеркивается, что выбор концевых позвонков дуги по Cobb необязателен. Более того, целесообразно сократить зону инструментального спондилодеза, отступив на один сегмент каудальнее

и краниальнее концевых позвонков дуги искривления.

Этим данным противоречит полученная нами информация. Из 24 пациентов у 14 зона инструментального спондилодеза совпадала с границами сколиотической дуги или превышала ее на один сегмент. Ни у одного из пациентов в послеоперационном периоде не отмечено нарушений баланса туловища. У других десяти пациентов зона спондилодеза не захватывала сколиотическую дугу, в трех случаях констатировали выраженный фронтальный дисбаланс, потребовавший повторного хирургического вмешательства. В чем причина этих неудач и каким образом исходное состояние межпозвонковых дисков, смежных с зоной инструментального спондилодеза, влияет на развитие подобных осложнений, мы планируем выяснить в ходе отдельного исследования.

Использование высокоточного метода КОМОТ в сочетании с данными клинико-рентгенологического обследования и изучения качества жизни, связанного со здоровьем, позволяет в значительной степени объективизировать полученные результаты.

## Заключение

Коррекция идиопатических сколиозов поясничной и грудопоясничной локализации с помощью вентрального инструментария – высокоэффективный метод лечения, позволяющий у большинства пациентов получить стойкий положительный результат. Однако развитие в ряде случаев выраженных нарушений баланса туловища пациента требует продолжения исследований с целью улучшения методики определения оптимальной протяженности зоны инструментального спондилодеза.

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



## Литература/References

1. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Кисель А.А.** Хирургическое лечение груднопоясничного и поясничного сколиоза // Хирургия позвоночника. 2004. № 2. С. 12–18. [Vetrile ST, Kuleshov AA, Vetrile MS, Kisel' AA. Surgical treatment of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Hir Pozvonoc. 2004;(2):12–18. In Russian].
2. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Швец В.В., Ветрилэ М.С.** Особенности течения и оперативного лечения диспластического поясничного и груднопоясничного сколиоза у детей и взрослых // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2011. № 2. С. 71–80. [Vetrile ST, Kuleshov AA, Shvets VV, Vetrile MS. Peculiarities of course and surgical treatment for dysplastic lumbar and thoracolumbar scoliosis in children and adults. Journal of Traumatology and Orthopedics. Priorov. 2011;(2):71–80. In Russian].
3. **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. In Russian].
4. **Дулаев А.К., Надулич К.А., Ястребков Н.М.** Первый опыт коррекции сколиотической деформации поясничного отдела позвоночника методом деротационного вентрального спондилодеза // VII съезд травматологов-ортопедов России: Тез. докл. Новосибирск, 2002. С. 134. [Dulaev AK, Nadulich KA, Yastrebkov NM. Surgical technologies of treatment for infectious spondylitis. Abstracts of the 7th Russian National Congress, 2002:134. In Russian].
5. **Колесов С.В., Кудряков С.А., Шавырин И.А., Мельников И.И.** Особенности коррекции сколиотических деформаций позвоночника из вентрального доступа // Хирургия позвоночника. 2009. № 4. С. 15–20. [Kolesov SV, Kudryakov SA, Shavyrin IA, Melnikov II. Anterior correction of spinal scoliotic deformity. Hir Pozvonoc. 2009;(4):15–20. In Russian]. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2009.4.15-20>.
6. **Сарнадский В.Н., Садовой М.А., Фомичев Н.Г.** Способ компьютерной оптической топографии тела человека и устройство для его осуществления. Заявл. 26.08.96. Евразийский патент № 000111. [Sarnadsky VN, Sadovoy MA, Fomichev NG. Method of computer optical topography of the human body and device for its implementation. EUR Patent 000111, appl. 26.08.1996; publ. 27.08.1998. Bull. 4. In Russian].
7. **Bitan FD, Neuwirth MG, Kufflik PL, Casden A, Bloom N, Siddiqui S.** The use of short and rigid anterior instrumentation in the treatment of idiopathic thoracolumbar scoliosis. A retrospective review of 24 cases. Spine. 2002;27:1553–1557.
8. **Bullmann V, Halm HF, Niemeyer T, Hackenberg L, Liljenqvist U.** Dual-rod correction and instrumentation of idiopathic scoliosis with the Halm-Zielke instrumentation. Spine. 2003;28:1306–1313. DOI: [10.1097/01.BRS.0000065571.58058.68](https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000065571.58058.68).
9. **Dwyer AF, Schafer MF.** Anterior approach to scoliosis. Results of treatment in fifty-one cases. J Bone Joint Surg Br. 1974;56:218–224.
10. **Geck MJ, Rinella A, Hawthorne D, Macagno A, Koester L, Sides B, Bridwell K, Lenke L, Shufflebarger H.** Comparison of surgical treatment in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: anterior dual rod versus posterior pedicle fixation surgery. A comparison of two practices. Spine. 2009;34:1942–1951. DOI: [10.1097/BRS.0b013e3181a3c777](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181a3c777).
11. **Hee HT, Yu ZR, Wong HK.** Comparison of segmental pedicle screw instrumentation versus anterior instrumentation in adolescent idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis. Spine. 2007;32:1533–1542. DOI: [10.1097/BRS.0b013e318067dc3d](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318067dc3d).
12. **Huitema GC, Jansen RC, van Ooij A, Punt IM, van Rhijn LW.** Predictability of spontaneous thoracic curve correction after anterior thoracolumbar correction and fusion in adolescent idiopathic scoliosis. A retrospective study on a consecutive series of 29 patients with a minimum follow-up of 2 years. Spine J. 2015;15:966–970. DOI: [10.1016/j.spinee.2013.06.013](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.06.013).
13. **Kaneda K, Shono Y, Satoh S, Abumi K.** New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. Spine. 1996;21:1250–1262.
14. **Kelly DM, McCarthy RE, McCullough FL, Kelly HR.** Long-term outcomes of anterior spinal fusion with instrumentation for thoracolumbar and lumbar curves in adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2010;35:194–198. DOI: [10.1097/BRS.0b013e3181bc948e](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181bc948e).
15. **Lowe TG, Alongi PR, Smith DA, O'Brien MF, Mitchell SL, Pinteric RJ.** Anterior single rod instrumentation for thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis with and without the use of structural interbody support. Spine. 2003;28:2232–2242. DOI: [10.1097/01.BRS.0000085028.70985.39](https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000085028.70985.39).
16. **Lowe TG, Peters JD.** Anterior spinal fusion with Zielke instrumentation for idiopathic scoliosis. A frontal and sagittal curve analysis in 36 patients. Spine. 1993;18:423–426. DOI: [10.1097/00007632-199303010-00002](https://doi.org/10.1097/00007632-199303010-00002).
17. **Li M, Ni J, Fang X, Liu H, Zhu X, He S, Gu S, Wang X.** Comparison of selective anterior versus posterior screw instrumentation in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2009;34:1162–1166. DOI: [10.1097/BRS.0b013e31819e2b16](https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31819e2b16).
18. **Luo M, Wang W, Shen M, Xia L.** Anterior versus posterior approach in Lenke 5C adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis of fusion segments and radiological outcomes. J Orthop. Surg Res. 2016;11:77. DOI: [10.1186/s13018-016-0415-9](https://doi.org/10.1186/s13018-016-0415-9).
19. **Nambiar M, Yang Y, Liew S, Turner PL, Torode IP.** Single- versus dual-rod anterior instrumentation of thoracolumbar curves in adolescent idiopathic scoliosis. Eur Spine J. 2016;25:3249–3255. DOI: [10.1007/s00586-015-4360-9](https://doi.org/10.1007/s00586-015-4360-9).
20. **Nash CL Jr, Moe JH.** A study of vertebral rotation. J Bone Joint Surg Am. 1969;51:223–229.
21. **Otani K, Saito M, Sibasaki K.** Anterior instrumentation in idiopathic scoliosis: a minimum follow-up of 10 years. Int Orthop. 1997;21:4–8. DOI: [10.1007/s002640050108](https://doi.org/10.1007/s002640050108).
22. **Quellet JA, Johnson CE 2nd.** Effect of grafting technique on the maintenance of coronal and sagittal correction in anterior treatment of scoliosis. Spine. 2002;27:2129–2136. DOI: [10.1097/01.BRS.0000025682.74729.CF](https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000025682.74729.CF).
23. **Sanders AE, Baumann R, Brown H, Johnston CE 2nd, Lenke LG, Sink E.** Selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar curves in adolescents. When can the associated thoracic curve be left unfused? Spine. 2003;28:706–714. DOI: [10.1097/01.BRS.0000051925.88443.85](https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000051925.88443.85).
24. **Senkoylu A, Luk KD, Wong YW, Cheung KM.** Prognosis of spontaneous thoracic curve correction after the selective anterior fusion of thoracolumbar/lumbar (Lenke 5C) curves in idiopathic scoliosis. Spine J. 2014;14:1117–1124. DOI: [10.1016/j.spinee.2013.07.467](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2013.07.467).
25. **Smith JA, Deviren V, Berven S, Bradford DS.** Does instrumented anterior scoliosis surgery lead to kyphosis, pseudarthrosis, or inadequate correction in adults? Spine. 2002;27:529–534.
26. **Sudo H, Kaneda K, Shono Y, Iwasaki N.** Short fusion strategy for thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis using anterior dual-rod instrumentation. J Bone Joint Surg Br. 2016;98:402–409. DOI: [10.1302/0301-620X.98B3.36715](https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B3.36715).
27. **Sudo H, Kaneda K, Shono Y, Iwasaki N.** Selection of the upper vertebra to be instrumented in the treatment of thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis by anterior correction and fusion surgery using dual-rod instrumentation: a minimum 12-year follow-up study. Spine J. 2016;16:281–287. DOI: [10.1016/j.spinee.2015.08.021](https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.08.021).
28. **Verma K, Auerbach JD, Kean KE, Chamas F, Vorsanger M, Lonner BS.** Anterior spinal fusion for thoracolumbar scoliosis. Comprehensive assessment of radiographic, clinical, and pulmonary outcomes on 2-years follow-up. J Pediatr Orthop. 2010;30:664–669. DOI: [10.1097/BPO.0b013e3181ec931b](https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3181ec931b).

29. **White SF, Asher MA, Lai SM, Burton DC.** Patients' perceptions of overall function, pain, and appearance after primary posterior instrumentation and fusion for idiopathic scoliosis. *Spine*. 1999;24:1693-1700.
30. **Wang Y, Fei Q, Qiu G, Lee CI, Shen J, Zhang J, Zhao H, Zhao Y, Wang H, Yuan S.** Anterior spinal fusion versus posterior spinal fusion for moderate lumbar/

thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis. A prospective study. *Spine*. 2008;33:2166-2172. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318185798d.

31. **Zielke K, Pellin B.** Ergebnisse operativer Scoliosen- und Kyphoscoliosenbehandlung beim Adoleszenten über 18 Jahre und beim Erwachsenen. *Z Orthop*. 1975;113:157-174.

#### Адрес для переписки:

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

#### Address correspondence to:

Mikhaylovskiy Mikhail Vitalyevich  
NNIITO, Frunze str, 17,  
Novosibirsk, 630091, Russia,  
MMihailovsky@niito.ru

Статья поступила в редакцию 30.01.2017

Рецензирование пройдено 10.03.2017

Подписана в печать 17.03.2017

Received 30.01.2017

Review completed 10.03.2017

Passed for printing 17.03.2017

Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф., заведующий отделением детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, MMihailovsky@niito.ru;

Александр Сергеевич Васюра, канд. мед. наук, травматолог-ортопед отдела детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Вячеслав Викторович Новиков, д-р мед. наук, травматолог-ортопед отдела детской и подростковой вертебрологии, руководитель функциональной группы детской и подростковой вертебрологии, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Владимир Николаевич Сарнадский, канд. техн. наук, генеральный директор, ООО «МЕТОС», Новосибирск, Россия, metos.org@gmail.com;

Елена Владимировна Губина, канд. мед. наук, старший научный сотрудник клиники детской ортопедии, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru;

Анастасия Игоревна Подрезова, клинический ординатор, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Новосибирск, Россия, niito@niito.ru.

Mikhail Vitalyevich Mikhaylovskiy, DMSc, Prof., Head of Department of Children and Adolescent Spine Surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, MMihailovsky@niito.ru;

Aleksandr Sergeevich Vasyura, MD, PhD, traumatologist-orthopedist in the Department of Children and Adolescent Spine Surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Vyacheslav Viktorovich Novikov, DMSc, traumatologist-orthopedist in the Department of Children and Adolescent Spine Surgery, head of functional unit of children and adolescent spine surgery, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Vladimir Nikolayevich Samadskiy, PhD in Technical Science, Director General, METOS LLC, Novosibirsk, Russia, metos.org@gmail.com;

Elena Vladimirovna Gubina, MD, PhD, senior researcher in the Clinic of Pediatric Orthopaedics, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru;

Anastasia Igorevna Podrezova, clinical resident, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Novosibirsk, Russia, niito@niito.ru.