

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto617680>

# Можно ли считать вентральную динамическую коррекцию новым стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом? Ретроспективный моноцентровой анализ отдалённых результатов

С.В. Колесов, В.С. Переверзев, А.И. Казьмин, Н.С. Морозова, В.В. Швец, М.С. Распопов, С.Б. Багиров

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Золотым стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза является дорсальная или вентральная коррекция с использованием ригидных металлоконструкций. В последнее время вентральная динамическая коррекция стала популярным методом лечения идиопатического сколиоза. Мы представляем результаты лечения пациентов с идиопатическим сколиозом и использованием динамической системы коррекции в период завершённого и завершающегося роста.

**Цель.** Оценка рентгенологических и клинических данных результатов хирургического лечения идиопатического сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом и периодом наблюдения более 2 лет.

**Материалы и методы.** Проведено ретроспективное исследование пациентов, которым была выполнена вентральная динамическая коррекция сколиоза. Учитывали демографические данные (пол, возраст), Rg данные (угол Кобба до, после операции и  $\geq 2$  лет, тип деформации по Lenke, тест Риссера), характер хирургического вмешательства, количество уровней фиксации, кровопотерю, время операции, осложнения. Функциональный результат оценивали по анкете SRS-22.

**Результаты.** Из 87 пациентов 4 (4,6%) были мужского и 83 (95,4%) — женского пола. ASC грудного отдела выполнена у 30 пациентов, поясничного/грудопоясничного — у 32, с двух сторон — у 13, гибридная система — в 12 случаях. Разделение по Lenke: Lenke 1 — 18 (правосторонний), 7 (левосторонний), Lenke 2 — 5, Lenke 3 — 19, Lenke 4 — 2, Lenke 5 — 26 (левосторонний), 8 (правосторонний), Lenke 6 — 2. Средняя кровопотеря составила  $281,2 \pm 173$  мл, время операции —  $174,8 \pm 42,3$  мин. Средний период наблюдения составил 2,2 года, возраст — 23,3 года, тест Риссера — 4,42 (3–5). Среднее количество фиксированных уровней динамической системы —  $7,25 \pm 1,6$ . Средний угол Кобба в группе грудного отдела —  $27,9 \pm 5,3^\circ$  при первом послеоперационном исследовании и  $25,2 \pm 6,9^\circ$  при последнем, до операции —  $62,4 \pm 10,9^\circ$  ( $p < 0,05$ ). При операции по поводу поясничного/грудопоясничного сколиоза значимой потери коррекции не выявлено (до операции —  $52,5 \pm 8,4^\circ$ , после —  $24,2 \pm 12,4^\circ$ , при отдалённом наблюдении —  $27,2 \pm 11,6^\circ$  ( $p < 0,05$ )).

**Заключение.** Динамическая коррекция позвоночника у взрослых является новым направлением в хирургии сколиоза и позволяет достигнуть удовлетворительного рентгенологического и функционального результата, сохраняющегося при наблюдении  $\geq 2$  лет. Дальнейшее использование, накопление материала, исследования с более высоким уровнем доказательности и более продолжительным периодом наблюдения позволят сделать окончательные выводы.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз; динамическая коррекция; ASC.

## Как цитировать:

Колесов С.В., Переверзев В.С., Казьмин А.И., Морозова Н.С., Швец В.В., Распопов М.С., Багиров С.Б. Можно ли считать вентральную динамическую коррекцию новым стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом? Ретроспективный моноцентровой анализ отдалённых результатов // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 2. С. 147–157. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto617680>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto617680>

# Can anterior dynamic correction be considered a new standard of surgical treatment for idiopathic scoliosis in patients with completed and terminating growth? Retrospective single-center analysis of long-term results

Sergei V. Kolesov, Vladimir S. Pereverzev, Arkadii I. Kazmin, Nataliya S. Morozova, Vladimir V. Shvec, Michail S. Raspopov, Samir B. Bagirov

Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopedic, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Currently, the gold standard of surgical treatment of idiopathic scoliosis is dorsal or anterior correction using rigid instrumentation. However, anterior dynamic scoliosis correction has recently become a popular method for treating idiopathic scoliosis. It is recommended for patients with a certain growth potential. We present the long-term treatment results of patients with idiopathic scoliosis and the use of a dynamic correction system during completed and ending growth.

**AIM:** To evaluate radiological and clinical data on the results of surgical treatment of idiopathic scoliosis in patients with completed and terminating growth and a FU period of >2 years.

**MATERIALS AND METHODS:** A retrospective study of demographic data, X-ray (Cobb angle before and after surgery and  $\geq 2$  years, Lenke type, Risser test), number of fixation levels, nucleotomy, blood loss, surgery time, and complications, was conducted. The functional result was evaluated using the SRS-22.

**RESULTS:** Eighty-seven patients (men, 4; women, 83) were included. ASC (thoracic) was performed in 30 patients; lumbar/thoracolumbar, 32; 2 sides, 13; and hybrid system, 12. Lenke: Lenke 1 (right-sided, 18; left-sided, 7); Lenke 2, 5; Lenke 3, 19; Lenke 4, 2; Lenke 5 (left-sided, 26; right-sided, 8); and Lenke 6, 2. The average blood loss was  $281.2 \pm 173$  ml; operation time,  $174.8 \pm 42.3$  min; FU, 2.2 years; age, 23.3 years; Risser, 4.42 (3–5); number of fixed levels  $7.25 \pm 1.6^\circ$ ; and Cobb angle in the thoracic group during the first post-op study,  $27.9 \pm 5.3^\circ$ , and the last at  $25.2 \pm 6.9^\circ$  compared with the pre-op at  $62.4 \pm 10.9^\circ$  ( $p < 0.05$ ). No significant loss of correction was found in patients with Lenke 5,  $52.5 \pm 8.4^\circ$  before surgery,  $24.2 \pm 12.4^\circ$  after, and a long-term FU of  $27.2 \pm 11.6^\circ$  ( $p < 0.05$ ).

**CONCLUSION:** Dynamic scoliosis correction in adults is a new direction in spine surgery and provides a satisfactory radiological and functional result that persists for 2 years.

**Keywords:** idiopathic scoliosis; dynamic correction; ASC.

## To cite this article:

Kolesov SV, Pereverzev VS, Kazmin AI, Morozova NS, Shvec VV, Raspopov MS, Bagirov SB. Can anterior dynamic correction be considered a new standard of surgical treatment of idiopathic scoliosis in patients with completed and terminating growth? Retrospective single-center analysis of long-term results. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(2):147–157. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto617680>

## ОБОСНОВАНИЕ

Золотым стандартом хирургического лечения идиопатического сколиоза (ИС) является задний спондилодез с использованием ригидных металлоконструкций. Данная процедура позволяет эффективно скорректировать деформацию и предотвратить её прогрессирующее [1]. Но в последнее время новым и популярным методом лечения ИС стала вентральная динамическая коррекция сколиоза [2–7]. Основные её преимущества заключаются в том, что используется малотравматичный межмышечный доступ, отмечается меньшая кровопотеря и, вероятно, предотвращение сращения позвонков, что приводит к более низкому риску дегенерации смежных дисков. Учитывая использование вентрального доступа, сохранение задних мышц спины ведёт к раннему восстановлению [8].

Техника вентральной динамической коррекции сколиоза [9–11] имеет два основных пути использования. Первый — это VBT (Vertebral body tethering), динамическая коррекция растущего позвоночника, которая применяется в качестве модуляции при идиопатическом сколиозе, когда ожидается значительный рост и, следовательно, постепенная коррекция деформации с течением времени, при этом не выполняют спондилодез. Этот термин был впервые предложен С.Н. Crawford и L.G. Lenke [9]. Второй подход — вентральная коррекция сколиоза (ASC, anterior scoliosis correction) с использованием того же инструментария, но с некоторой модификацией техники в целях сохранения подвижности позвоночника в зоне фиксации [3, 4, 12]. ASC применяется у пациентов более взрослого возраста и с высокой стадией по тестам Риссера и Сандерса, а также с большей степенью сколиоза и меньшей мобильностью искривления [3, 12]. Недавно опубликованные исследования сообщают об успешных результатах и небольшом количестве механических осложнений, когда вентральную динамическую коррекцию сколиоза выполняли ближе к концу завершения созревания скелета [13]. Но большинство публикаций касаются именно детского возраста [2, 13–16]. Мы изначально применяли ASC из-за высокого риска осложнений, таких как разрыв корда и гиперкоррекция, у пациентов без выраженного потенциала роста [13, 17, 18]. Кроме того, есть данные, что у лиц с тестом Сандерса  $\leq 2$  отмечается высокий риск чрезмерной коррекции, при 3 ситуация более предсказуема, а при 4 и 5 наблюдается ещё меньше механических осложнений [13]. То есть у пациентов, которым не применяется подход динамической коррекции с модуляцией роста, разрывы кордов встречаются реже. Имеющиеся первичные результаты применения вентральной динамической коррекции сколиоза у лиц с завершённым и завершающимся ростом продемонстрировали эффективную коррекцию, низкое число осложнений и раннее возвращение пациентов к физической активности [8, 19].

**Цель исследования** — оценка рентгенологических и клинических данных результатов хирургического

лечения идиопатического сколиоза у пациентов с завершённым и завершающимся ростом и периодом наблюдения более 2 лет.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено моноцентровое ретроспективное когортное исследование.

### Критерии соответствия

Осуществлено ретроспективное исследование 87 пациентов, которым была выполнена вентральная динамическая коррекция сколиоза. Все операции ASC были проведены опытным хирургом-ортопедом совместно с одним или двумя хирургами-ассистентами и слаженной хирургической бригадой.

**Критерии включения:** динамическая коррекция сколиоза у лиц с завершённым или завершающимся ростом (ASC), срок наблюдения  $\geq 2$  лет, пациенты в возрасте от 14 до 42 лет без сохраняющегося потенциала роста. Зрелость скелета оценивали по тесту Риссера, который должен был соответствовать  $\geq 3$ .

**Критерии исключения:** врождённый, нейромышечный или синдромальный сколиоз, ригидные деформации (при бендинге- или тракционном тесте деформация корригировалась менее 50%), грудной кифоз более  $40^\circ$  и предшествующие операции на позвоночнике.

### Условия проведения

В исследовании участвовали пациенты, проходившие лечение в 7-м травматолого-ортопедическом отделении патологии позвоночника ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» МЗ РФ, г. Москва.

### Продолжительность исследования

Исследование проведено в период с июля 2019 по сентябрь 2023 года.

### Описание медицинского вмешательства

Учитывали демографические параметры (пол, возраст), рентгенологические данные (угол Кобба до, после операции и спустя более двух лет при самом последнем наблюдении, независимо от того, была ли проведена ревизия; рентгенологические данные контрольных осмотров через 6 и 12 месяцев в анализ включены не были, так как изучались именно отдалённые результаты), тип деформации по Lenke, тест Риссера, характер хирургического вмешательства, количество уровней фиксации, выполнение нуклеотомии для мобилизации, кровопотерю, время операции, осложнения во время всего периода наблюдения. Разрыв корда идентифицировался как изменение угла наклона винтов  $>5^\circ$  на рентгенограммах позвоночника в положении стоя. Функциональный результат оценивали с помощью анкеты SRS-22.

### Особенности хирургической техники

Доступ осуществлялся путём торакотомии (мини)/торакофренолюмботомии без удаления части ребра, как при классическом переднем спондилодезе. При операции на грудном отделе разрез выполняли в проекции девятого межреберья. Данный подход позволяет выполнить установку винтов от Th8 до L1 и через 3 ребра выше для установки винтов в Th5–7 (на уровнях Th5–6 устанавливали по одному винту). Плевру рассекали от переднебоковой поверхности тела каждого позвонка непосредственно перед головками рёбер по всей длине планируемой фиксации. Сегментарные сосуды коагулировали. Доступ к поясничному/грудопоясничному отделу выполняли по верхнему краю десятого ребра с рассечением костохондрального сочленения. Для тораколюмбарного доступа разрез может быть продлён в направлении наружной косой мышцы живота примерно на 3–5 см вперёд. Длина разреза зависит от того, какая часть поясничного отдела позвоночника должна быть визуализирована. Далее выполнялся стандартный забрюшинный доступ к позвоночнику с френотомией. После визуализации вершины деформации — рентген-контроль уровней. Нуклеотомия для мобилизации выполнена в 49,3% случаев и осуществлялась путём рассечения фиброзного кольца и частичного удаления пульпозного ядра (табл. 1, рис. 1).

Во всех случаях установлены винты Zimmer Dynesys диаметром 6 мм, покрытые гидроксиапатитом со стёклами. Винты проводили под рентген-контролем, чтобы обеспечить правильное позиционирование и бикортикальную установку. Гибкий шнур-корд из полиэтилентерефталата проводили снизу вверх через головки винтов, проведённых в тела позвонков. Коррекция позвоночника выполнялась вследствие сегментарного натяжения корда между позвонками, деротации и трансляции

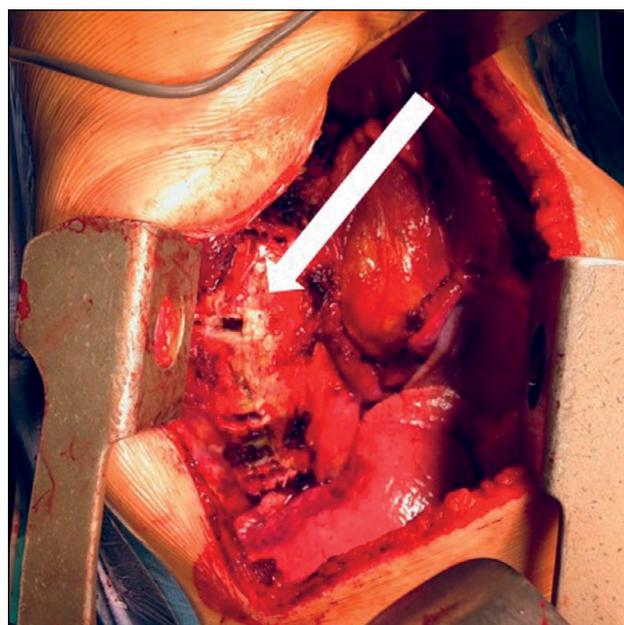


Рис. 1. Вид операционной раны после осуществления торакофренолюмботомии, выполнена нуклеотомия с целью мобилизации сколиотической дуги в зоне планируемой фиксации.

Fig. 1. Type of surgical wound after thoracophrenolumbotomy, a nucleotomy was performed in order to mobilize the scoliotic curve in the area of planned fixation.

позвоночника, максимальной коррекции добивались на операционном столе.

### Основной исход исследования

Критерии успешности проведённого хирургического вмешательства были определены как удовлетворительная коррекция >50% от исходной деформации, отсутствие потери коррекции после двухлетнего периода наблюдения,

Таблица 1. Частота нуклеотомии для мобилизации среди всех пациентов

Table 1. The frequency of nucleotomy for mobilization among all patients

Наличие нуклеотомии	Частота	
	n	%
0 уровней (нет)	28	47,4
1 уровень	1	0,61
2	3	4,9
3	8	13,1
Количество пациентов с N	8	13,1
уровнями нуклеотомии, в том	5	8,2
числе:	6	1,6
	7	3,3
	2	3,3
Всего	59	96,7
Пропущенные	3	4,9
Всего	61	100,0

отсутствие подозрения на разрыв корда, отсутствие повторных хирургических вмешательств, связанных с различными осложнениями.

### Статистический анализ данных

Статистическая разница рассчитывалась с помощью методов описательной статистики (рассчитывали среднее значение параметра, стандартное отклонение, минимальное и максимальное значение). Для определения различий в параметрах между группами использовали *U*-критерий Манна–Уитни. Значение *p* менее 0,05 считалось статистически значимым.

### Этическая экспертиза

Все манипуляции, выполненные в исследовании с участием людей, соответствовали стандартам этического комитета АТОР (Ассоциации травматологов-ортопедов России), а также Хельсинкской декларации 1964 г. и более поздним поправкам к ней или сопоставимым этическим стандартам. Все пациенты (или их представители) подписывали информированное согласие.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характер операции и тип по Lenke

Динамическая коррекция грудного сколиоза у лиц без значительного потенциала роста (ASC грудной) выполнена у 30 пациентов, ASC поясничного/грудопоясничного отдела — у 32 пациентов, ASC с двух сторон — у 13. Гибридная система (дорсальная ригидная коррекция грудного отдела и вентральная динамическая поясничного/грудопоясничного) установлена в 12 случаях. По классификации Lenke деформации были разделены следующим образом без учёта модификаторов: Lenke 1 — 18

(правосторонний), 7 (левосторонний), Lenke 2 — 5, Lenke 3 — 19, Lenke 4 — 2, Lenke 5 — 26 (левосторонний), 8 (правосторонний), Lenke 6 — 2. Средняя кровопотеря при вентральном доступе составила  $281,2 \pm 173$  мл. Среднее время операции —  $174,8 \pm 42,3$  мин.

### Демографические данные

Из 87 пациентов 4 (4,6%) были мужского и 83 (95,4%) — женского пола. По этиологии сколиотической деформации критерием включения был идиопатический сколиоз. Средний период наблюдения составил 2,2 года (от 2 лет до 3,2 года). Средний возраст на момент операции составил 23,3 года (от 14 до 43 лет).

### Рентгенологические данные

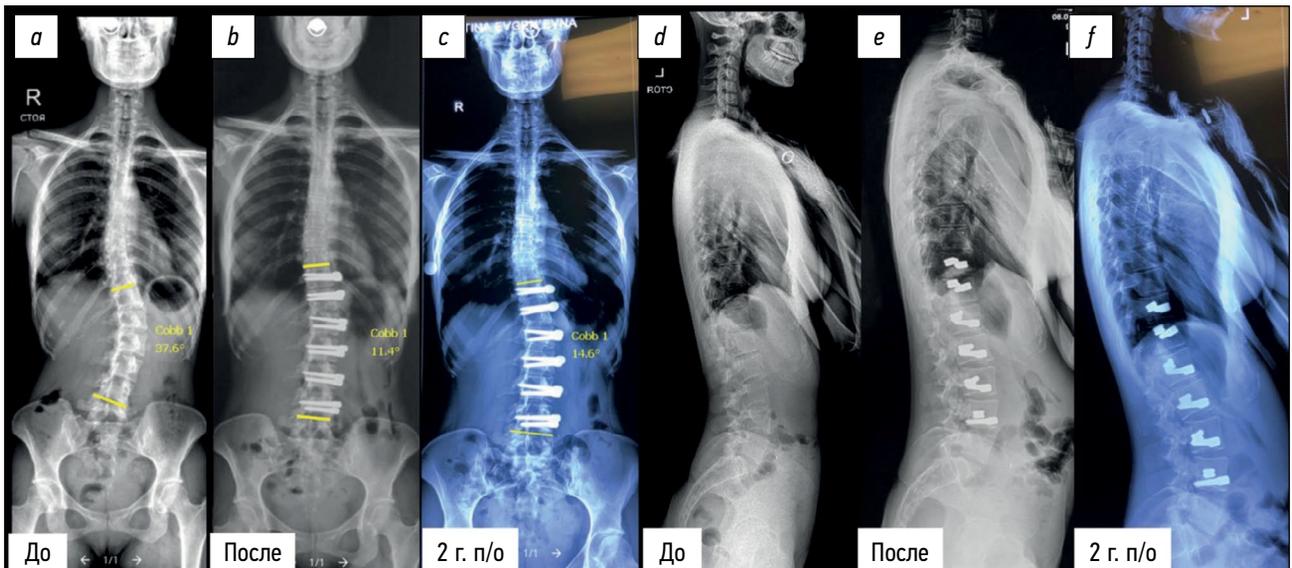
Средний показатель теста Риссера — 4,42 (3–5). Среднее количество фиксированных уровней динамической системы составляло  $7,25 \pm 1,6$  (диапазон от 5 до 12 уровней). Наиболее проксимальный уровень — Th5, а самый дистальный — L4.

Средний угол Кобба в группе ASC грудного отдела при первом послеоперационном исследовании составил  $27,9 \pm 5,3^\circ$  и при последнем наблюдении  $25,2 \pm 6,9^\circ$  по сравнению с дооперационным показателем  $62,4 \pm 10,9^\circ$  по данным статистического анализа ( $p < 0,05$ ). У пациентов, которым выполнена операция по поводу поясничного/грудопоясничного сколиоза, значимой потери коррекции также не выявлено (до операции —  $52,5 \pm 8,4^\circ$ , после операции —  $24,2 \pm 12,4^\circ$ , при отдалённом наблюдении —  $27,2 \pm 11,6^\circ$  ( $p < 0,05$ )).

Пациенты во всех группах не продемонстрировали значительной потери коррекции деформации в течение периода наблюдения, в том числе в группах с двухэтапным динамическим и гибридным подходом (табл. 2).

**Таблица 2.** Рентгенологические данные у пациентов с разными видами динамической коррекции сколиоза на этапах наблюдения  
**Table 2.** X-ray data in patients with different types of dynamic scoliosis correction at the follow-up stages

Группы (n)	Угол Кобба на этапах наблюдения
ASC грудной (30)	До операции — $62,4 \pm 10,9$
	После операции — $27,9 \pm 5,3$
	При отдалённом наблюдении — $29,2 \pm 6,9$
ASC поясничный/грудопоясничной (32)	До операции — $52,5 \pm 8,4$
	После операции — $24,2 \pm 12,4$
	При отдалённом наблюдении — $27,2 \pm 11,6$
ASC с двух сторон (13)	<i>Грудной</i>
	До операции — $53,4 \pm 10,6$
	После операции — $29,2 \pm 10,3$
	При отдалённом наблюдении — $28,2 \pm 9,4$
	<i>Поясничной</i>
	До операции — $49,8 \pm 13,6$
После операции — $28,2 \pm 6,7$	
При отдалённом наблюдении — $30,5 \pm 12,1$	
Гибрид (поясничной) (11)	До операции — $57,4 \pm 7,9$
	После операции — $22,9 \pm 12,3$
	При отдалённом наблюдении — $24,2 \pm 8,0$



**Рис. 2.** Рентгенограммы пациентки до операции (а, d), сразу после вентральной динамической коррекции поясничного отдела (b, e) и на этапе наблюдения спустя два года после операции (с, f). Значимой потери коррекции не отмечается.

**Fig. 2.** X-ray of the patient before surgery (a, d), immediately after lumbar spine anterior dynamic scoliosis correction (b, e) and at the follow-up stage 2 years postop (c, f). There is no significant loss of correction.

При этом лучшего результата удалось достигнуть при коррекции как грудного, так и поясничного/грудопоясничного отдела (рис. 2).

У пациентов наблюдалось выраженное улучшение всех предоперационных показателей угла Кобба сразу после вмешательства. Коррекция сохранялась у большинства пациентов при последующем наблюдении (незначительная потеря коррекции отмечалась у двоих человек).

### Результаты опросника SRS-22

Средний балл SRS-22 среди всех пациентов составил  $77,9 \pm 4,5$  до операции и  $90,6 \pm 5,5$  после неё ( $p < 0,05$ ).

Результаты опросника SRS-22 при последнем осмотре по группам представлены в табл. 3.

Существенных различий между группами в отношении боли, самооценки не отмечалось, однако показатели функции, удовлетворённости операцией и самовосприятия оказались выше в группе с коррекцией поясничного/грудопоясничного отдела.

### Осложнения и ревизии

Ревизия была проведена 6 пациентам. Несмотря на это, у всех был достигнут удовлетворительный результат. Встречались осложнения, связанные с доступом (лёгочные — гемоторакс, хилоторакс, пневмоторакс). Гемоторакс, потребовавший ревизии, наблюдался у одного пациента. Хилоторакс в послеоперационном периоде отмечен у двоих пациентов, которых лечили консервативно диетой и октреотидом. Нейропатия наблюдалась у пациентов после коррекции поясничного/грудопоясничного отдела — один случай ревизии. Мальпозиция — ревизия у двоих пациентов. Некорректная установка винтов в L4: винт размером 45 мм вышел в область фораминального отверстия с противоположной стороны, что сопровождалось клиникой радикулопатии и потребовало повторного хирургического вмешательства (рис. 3).

Разрыв корда отмечался в двух случаях после коррекции поясничного отдела позвоночника на наиболее

**Таблица 3.** Результаты анкетирования SRS-22 при последнем наблюдении по группам

**Table 3.** The results of the SRS-22 questionnaire at the last observation

Показатель	ASC грудной (30)	ASC поясничный/грудопоясничной (32)	ASC с двух сторон (13)	Гибрид (11)
Функция	$4,1 \pm 0,63$	$4,7 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,38$	$3,9 \pm 0,8$
Боль	$4,0 \pm 0,71$	$4,2 \pm 0,66$	$4,3 \pm 0,79$	$4,4 \pm 0,69$
Психическая функция	$4,4 \pm 0,76$	$4,6 \pm 0,42$	$4,6 \pm 0,9$	$4,4 \pm 0,45$
Самовосприятие	$3,94 \pm 0,78$	$4,1 \pm 0,35$	$4,4 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,2$
Удовлетворённость операцией	$4,2 \pm 0,64$	$4,3 \pm 0,77$	$4,3 \pm 0,6$	$4,2 \pm 0,74$

*Примечание.* Различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

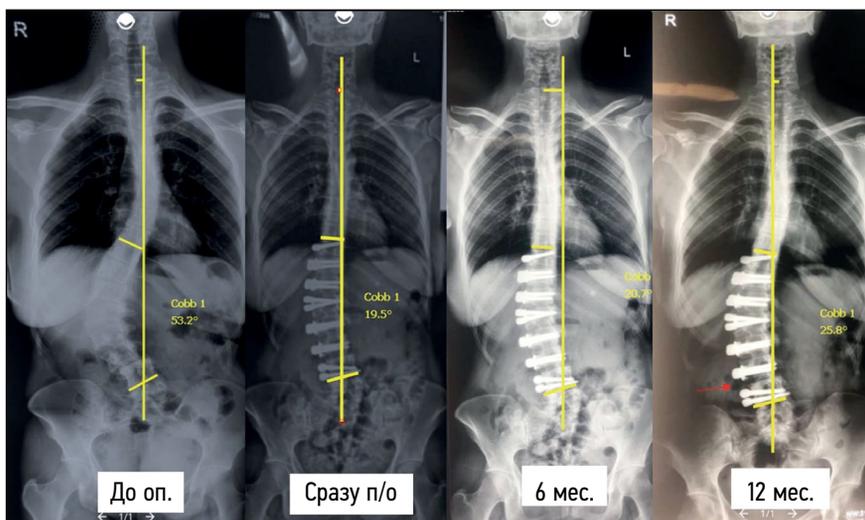
*Note.* The differences are statistically significant ( $p < 0,05$ ).



**Рис. 3.** Компьютерная томография пациентки 16 лет после выполнения вентральной динамической коррекции поясничного отдела позвоночника: отмечается наличие передней части винта в области фораминального отверстия L4-L5 с условием формирования компрессии корешка L4.

**Fig. 3.** CT scans of a 16-year-old female patient after performing lumbar spine anterior dynamic scoliosis correction: the presence of the anterior part of the screw in the area of the foraminal opening L4-L5 is noted with the condition of the L4 root compression.

дистальном уровне, где не выполняли нуклеотомию, без значительной потери коррекции повторного хирургического вмешательства (рис. 4).



**Рис. 4.** Фронтальные рентгенограммы позвоночника пациентки 32 лет после вентральной динамической коррекции поясничного отдела позвоночника на этапах наблюдения. Отмечается увеличение угла между головками винтов L3-L4 (уровень, где нуклеотомию не выполняли) через 12 месяцев с момента операции. Значимой потери коррекции нет, рекомендовано динамическое наблюдение.

**Fig. 4.** AP X-ray of a 32-year-old female patient after lumbar spine anterior dynamic scoliosis correction at the observation stages. There is an increase in the angle between the heads of the L3-L4 screws (level where the nucleotomy was not performed) 12 months after the surgery. There is no significant loss of correction, dynamic monitoring is recommended.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Основным подходом к хирургическому лечению ИС служит дорсальная коррекция и фиксация позвоночника с формированием спондилодеза. Но главным недостатком этого метода является тотальное ограничение подвижности в зоне фиксации. Ятрогенный костный блок позвоночно-двигательных сегментов приводит к повышенному риску дегенеративных изменений на смежных уровнях, вызывающих вторичную боль в спине [20]. Следовательно, сохранение подвижности позвоночника, особенно поясничного отдела, является весьма привлекательной целью для спинального хирурга. Вентральная динамическая коррекция — это новая опция для лечения идиопатического сколиоза.

Исследовались 63 пациента, которым была выполнена VBT на грудном и/или поясничном уровне со сроком наблюдения более 5 лет. Рентгенологически разрыв корда характеризовали как изменение угла между винтами  $>5^\circ$ . Оценены демографические, рентгенологические и клинические факторы риска предполагаемых разрывов VBT. Разрывы на поясничном уровне встречались чаще, чем на грудном. Обычно разрывы происходили на уровнях дистальнее вершины. Только 15% всех пациентов нуждались в ревизии [21].

P. Trobisch, A. Varoncinì и соавт. проанализировали результаты лечения 10 пациентов, которым было проведено 11 ревизионных операций. На 36 из 80 визуализированных сегментов были обнаружены разрывы. Лишь на 20 из этих 36 сегментов было подозрение на разрыв корда до операции. 16 разрывов не были выявлены на предоперационных рентгенограммах (44%). Один предполагаемый разрыв корда не был подтвержден интраоперационно.

Так, при использовании правила  $>5^\circ$  можно было диагностировать только 56% разрывов. С другой стороны, не все разрывы корда приводят к потере коррекции. В обсуждении указано, что разрывы наблюдались именно у тех пациентов, у которых был использован один корд. С тех пор как авторы стали применять второй корд, разрывов не наблюдали [22]. У наших пациентов мы рутинно применяли двухкордовую фиксацию с самого начала, с чем может быть связано более низкое количество разрывов. Кроме того, мы не наблюдали у наших пациентов значимой потери коррекции после разрыва корда, поэтому ревизионное вмешательство не требовалось. Также нашу когорту преимущественно составляли лица с завершённым ростом, которым выполняли нуклеотомию на всех уровнях фиксации. К тому же есть мнение, что нуклеотомия снижает риск разрыва корда, что, судя по всему, связано с некоторым уменьшением подвижности позвоночно-двигательного сегмента после удаления пульпозного ядра, так как разрыв корда мы отметили у двоих пациентов на дистальном уровне (L3-L4), где мобилизация не выполнялась.

Мы не выявили гиперкоррекцию за время наблюдения даже у подростков, так как не брали на операцию пациентов с высоким потенциалом роста (тест Риссера не менее 3). В то же время есть данные, что у пациентов с тестом Сандерса  $\leq 2$  имеется высокий риск чрезмерной коррекции, при 3 ситуация более предсказуема, а при 4 и 5 наблюдается ещё меньше механических осложнений [13]. То есть у лиц, которым не применяется подход динамической коррекции с модуляцией роста, разрывы кордов встречаются реже.

Очевидно, что классификация Сандерса является более чувствительным и конкретным методом определения зрелости скелета, чем тест Риссера, но рентгенограммы левой кисти нашим пациентам не выполнялись. Тем не менее мы описали группу с «поздним» Риссером — от 3 до 5 (в среднем 4,42), где применялась техника ASC, которая значительно отличается от VBT и может быть использована при больших деформациях и у лиц с более зрелым скелетом, так как в первом случае не подразумевается самокоррекция [4]. А применение ASC может исправить угол деформации за пределами его нормального физиологического предела (мобильности), что подчёркивает эффективность этой техники [3]. Данные касательно мобильности в нашей когорте мы не предоставили в связи с несопоставимостью характера деформации и методов коррекции, например, между группами пациентов с одноэтапной ASC и гибридным подходом.

У большинства пациентов, участвовавших в нашем исследовании, основная дуга деформации была на уровне либо поясничного/грудопоясничного (тип Lenke 5), либо грудного отдела позвоночника (тип Lenke 1). Результаты исследования были сосредоточены главным образом на коррекции средних значений угла Кобба в положении стоя сразу после операции и при наблюдении спустя

более двух лет. Среднее значение показателей угла Кобба во всех группах значительно не изменялось до самого последнего наблюдения по сравнению с исходным послеоперационным уровнем ( $p < 0,05$ ), что указывает на сохранение коррекции в отдалённом периоде. В некоторых случаях даже отмечено некоторое улучшение, что, по всей видимости, связано с сохранением определённого потенциала роста у части пациентов, в то время как при Lenke 5 мы наблюдали незначительное ухудшение рентгенологических показателей.

T. Pehlivanoglu и соавт. обнаружили значительно более высокие средние суммарные баллы по опроснику SRS-22 (4,9 в сравнении с 3,8,  $p < 0,001$ ), а также средние баллы SF-36 для психического и физического компонента в группе VBT по сравнению с группой, где применяли заднюю фиксацию со спондилодезом [2]. Это подтверждается и нашими послеоперационными данными опросника SRS-22 для всех видов коррекции, с единственным отличием, что мы исследовали когорту лиц более старшего возраста. Средние показатели SRS-22 значительно увеличились ( $p < 0,05$ ), что указывает на общее улучшение качества жизни. Кроме того, периоперационные осложнения значимо не повлияли на отдалённые функциональные результаты.

Авторы некоторых исследований считают, что, исходя из их опыта, лучшими кандидатами на ASC являются пациенты с основным структурным изгибом  $60-65^\circ$ , с гибкостью более 50% при тракционном тесте без анестезии [8]. К этому можно добавить локализацию основной дуги — поясничный или грудопоясничные отдел, согласно полученным нами данным, больше поддаётся динамической коррекции, в том числе в группах с двухэтапным и гибридным подходом (табл. 2).

Как правило, динамическую коррекцию сколиоза рекомендуют лицам с незавершённым ростом позвоночника [11, 12, 23, 24], но мы считаем, что данный метод целесообразно применять именно у этих пациентов, так как при нём отмечается меньшее количество осложнений, в частности разрывов корда [3, 12], что демонстрируют и первичные результаты [8]. Средняя кровопотеря в нашем исследовании составила 281,2 мл, что ниже, чем при стандартном спондилодезе, о чём ранее сообщалось в литературе [25].

В нашем исследовании имеется ряд ограничений, таких как ретроспективный характер, разнородность пациентов и деформаций, размер выборки, моноцентровые данные, анализ объёма движений и т.д. Кроме того, необходимы исследования подвижности позвоночника в отдалённом периоде, чтобы доказать сохранение движений. И всё-таки двух лет наблюдений недостаточно для оценки долгосрочных результатов, и, следовательно, для того, чтобы сделать какие-либо окончательные выводы о применении вентральной динамической коррекции сколиоза, необходим более длительный период наблюдения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамическая коррекция позвоночника у взрослых является новым направлением в хирургии сколиоза и позволяет достигнуть удовлетворительного рентгенологического и функционального результата, сохраняющегося при отдалённом наблюдении  $\geq 2$  лет. Дальнейшее использование, накопление материала, исследования с более высоким уровнем доказательности и более продолжительным периодом наблюдения позволят сделать окончательные выводы.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНО

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Newton P.O., Bartley C.E., Bastrom T.P., et al. Anterior spinal growth modulation in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis: a com-parison with posterior spinal fusion at 2 to 5 years postoperatively // *J Bone Joint Surg Am.* 2020. Vol. 102, № 9. P. 769–777. doi: 10.2106/JBJS.19.01176
2. Pehlivanoglu T., Oltulu I., Erdag Y., et al. Comparison of clinical and functional outcomes of vertebral body tethering to posterior spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis and evaluation of quality of life: preliminary results // *Spine Deform.* 2021. Vol. 9, № 4. P. 1175–1182. doi: 10.1007/s43390-021-00323-5
3. Bernard Ja., Bishop T., Herzog Ja., et al. Dual modality of vertebral body tethering // *Bone and Joint Open.* 2022. Vol. 3, № 2. P. 123–129. doi: 10.1302/2633-1462.32.bjo-2021-0120.r1
4. Antonacci C., Antonacci M., Bassett W., et al. Treatment of Mature/Maturing Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis (Sanders  $\geq 5$ ) Using a Unique Anterior Scoliosis Correction Technique // *Med Res Arch.* 2021. Vol. 9, № 12. doi: 10.18103/mra.v9i12.2632
5. Pehlivanoglu T., Oltulu I., Erdag Y., et al. Double-sided vertebral body tethering of double adolescent idiopathic scoliosis curves: radiographic outcomes of the first 13 patients with 2 years of follow-up // *Eur Spine J.* 2021. Vol. 30, № 7. P. 1896–1904. doi: 10.1007/s00586-021-06745-z
6. Hegde S.K., Venkatesan M., Akbari K.K., Badikillaya V.M. Efficacy of Anterior Vertebral Body Tethering in Skeletally Mature Children with Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Preliminary Report // *Int J Spine Surg.* 2021. Vol. 15, № 5. P. 995–1003. doi: 10.14444/8122
7. Yucekul A., Akpunarli B., Durbas A., et al. Does vertebral body tethering cause disc and facet joint degeneration? A preliminary MRI study with minimum 2-years follow-up // *Spine J.* 2021. Vol. 21, № 11. P. 1793–1801. doi: 10.1016/j.spinee.2021.05.020
8. Колесов С.В., Переверзев В.С., Пантелеев А.А., и др. Первый опыт вентральной динамической коррекции сколиозов у подростков с законченным ростом и взрослых: хирургическая техника и ближайшие результаты // *Хирургия позвоночника.* 2021. Т. 18, № 3. С. 19–29. doi: 10.14531/ss2021.3.19-29

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

## ADDITIONAL INFO

**Author contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

9. Crawford C.H., Lenke L.G. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: A case report // *J Bone Jt Surg Am.* 2010. Vol. 92, № 1. P. 202–209. doi: 10.2106/JBJS.H.01728
10. Samdani A.F., Ames R.J., Kimball J.S., et al. Anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: two-year results // *Spine (Phila Pa 1976).* 2014. Vol. 39, № 20. P. 1688–1693. doi: 10.1097/BRS.0000000000000472
11. Raitio A., Syvänen J., Helenius I. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results // *J Clin Med.* 2022. Vol. 11, № 9. P. 2576. doi: 10.3390/jcm11092576
12. Baroncini A., Trobisch P.D., Migliorini F. Learning curve for vertebral body tethering: analysis on 90 consecutive patients // *Spine Deform.* 2021. Vol. 9, № 1. P. 141–147. doi: 10.1007/s43390-020-00191-5
13. Alanay A., Yucekul A., Abul K., et al. Thoracoscopic Vertebral Body Tethering for Adolescent Idiopathic Scoliosis: Follow-up Curve Behavior According to Sanders Skeletal Maturity Staging // *Spine (Phila Pa 1976).* 2020. Vol. 45. P. E1483–E1492.
14. Wong H.K., Ruiz J.N.M., Newton P.O., Gabriel Liu K.P. Non-Fusion Surgical Correction of Thoracic Idiopathic Scoliosis Using a Novel, Braided Vertebral Body Tethering Device: Minimum Follow-up of 4 Years // *JBJS Open Access.* 2019. Vol. 12, № 4. P. e0026. doi: 10.2106/JBJS.OA.19.00026
15. Rushton P.R.P., Nasto L., Parent S., et al. Anterior Vertebral Body Tethering for Treatment of Idiopathic Scoliosis in the Skeletally Immature: Results of 112 Cases // *Spine (Phila Pa 1976).* 2021. Vol. 46, № 21. P. 1461–1467. doi: 10.1097/BRS.0000000000004061
16. Abdullah A., Parent S., Miyajiri F., et al. Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis // *Spine Deform.* 2021. Vol. 9, № 5. P. 1419–1431. doi: 10.1007/s43390-021-00326-2
17. Newton P.O., Kluck D.G., Saito W., et al. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis: A retrospective look two to four years postoperatively // *J Bone Jt Surg Am.* 2018. Vol. 100, № 19. P. 1691–1697. doi: 10.2106/JBJS.18.00287

18. Samdani A.F., Ames R.J., Kimball J.S., et al. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients // *Eur spine J.* 2015. Vol. 24, № 7. P. 1533–1539. doi: 10.1007/s00586-014-3706-z
19. Переверзев В.С., Колесов С.В., Казьмин А.И., Морозова Н.С., Швец В.В. Вентральная динамическая или дорсальная транспедикулярная коррекция и фиксация при хирургическом лечении идиопатического сколиоза типа Lenke 5: сравнение отдалённых результатов // *Травматология и ортопедия России.* 2023. Т. 29, № 2. С. 18–28. doi: 10.17816/2311-2905-3189
20. Кулешов А.А., Ветрилэ С.Т., Жестков К.Г., Гусейнов В.Г., Ветрилэ М.С. Хирургическое лечение сколиоза в период незавершённого роста позвоночника // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2010. № 1. С. 9–16. EDN: MBCMV
21. Yang M.J., Samdani A.F., Pahys J.M., et al. What Happens After a Vertebral Body Tether Break? Incidence, Location, and Progression With Five-year Follow-up // *Spine (Phila Pa 1976).* 2023. Vol. 48, № 11. P. 742–747. doi: 10.1097/BRS.0000000000004665
22. Trobisch P., Baroncini A., Berrer A., Da Paz S. Difference between radiographically suspected and intraoperatively confirmed tether breakages after vertebral body tethering for idiopathic scoliosis // *Eur Spine J.* 2022. Vol. 31, № 4. P. 1045–1050. doi: 10.1007/s00586-021-07107-5
23. Betz R.R., Ranade A., Samdani A.F., et al. Vertebral Body Stapling A Fusionless Treatment Option for a Growing Child With Moderate Idiopathic Scoliosis // *Spine (Phila Pa 1976).* 2010. Vol. 35, № 2. P. 169–176. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c6dff5
24. Pehlivanoglu T., Oltulu I., Ender O., Sarioglu E. Thoracoscopic Vertebral Body Tethering for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Minimum of 2 Years' Results of 21 Patients // *J Pediatr Orthop.* 2020. Vol. 40, № 10. P. 575–580. doi: 10.1097/BPO.0000000000001590
25. Halanski M.A., Elfman C.M., Cassidy J.A., et al. Comparing results of posterior spine fusion in patients with AIS: Are two surgeons better than one? // *J Orthop.* 2013. Vol. 10, № 2. P. 54–58. doi: 10.1016/j.jor.2013.03.001

## REFERENCES

1. Newton PO, Bartley CE, Bastrom TP, et al. Anterior spinal growth modulation in skeletally immature patients with idiopathic scoliosis: a com-parison with posterior spinal fusion at 2 to 5 years postoperatively. *J Bone Joint Surg Am.* 2020;102(9):769–777. doi: 10.2106/JBJS.19.01176
2. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Erdag Y, et al. Comparison of clinical and functional outcomes of vertebral body tethering to posterior spinal fusion in patients with adolescent idiopathic scoliosis and evaluation of quality of life: preliminary results. *Spine Deform.* 2021;9(4):1175–1182. doi: 10.1007/s43390-021-00323-5
3. Bernard Ja, Bishop T, Herzog Ja, et al. Dual modality of vertebral body tethering. *Bone and Joint Open.* 2022;3(2):123–129. doi: 10.1302/2633-1462.32.bjo-2021-0120.r1
4. Antonacci C, Antonacci M, Bassett W, et al. Treatment of Mature/Maturing Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis (Sanders ≥5) Using a Unique Anterior Scoliosis Correction Technique. *Med Res Arch.* 2021;9(12). doi: 10.18103/mra.v9i12.2632
5. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Erdag Y, et al. Double-sided vertebral body tethering of double adolescent idiopathic scoliosis curves: radiographic outcomes of the first 13 patients with 2 years of follow-up. *Eur Spine J.* 2021;30(7):1896–1904. doi: 10.1007/s00586-021-06745-z
6. Hegde SK, Venkatesan M, Akbari KK, Badikillaya VM. Efficacy of Anterior Vertebral Body Tethering in Skeletally Mature Children with Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Preliminary Report. *Int J Spine Surg.* 2021;15(5):995–1003. doi: 10.14444/8122
7. Yucekul A, Akpunarli B, Durbas A, et al. Does vertebral body tethering cause disc and facet joint degeneration? A preliminary MRI study with minimum 2-years follow-up. *Spine J.* 2021;21(11):1793–1801. doi: 10.1016/j.spinee.2021.05.020
8. Kolesov SV, Pereverzev VS, Panteleyev AA, et al. The first experience of anterior dynamic correction of scoliosis in adolescents with complete growth and adults: surgical technique and immediate results. *Hirurgiya pozvonochnika.* 2021;18(3):19–29. doi: 10.14531/ss2021.3.19-29
9. Crawford CH, Lenke LG. Growth modulation by means of anterior tethering resulting in progressive correction of juvenile idiopathic scoliosis: A case report. *J Bone Jt Surg Am.* 2010;92(1):202–209. doi: 10.2106/JBJS.H.01728
10. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, et al. Anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis: two-year results. *Spine (Phila Pa 1976).* 2014;39(20):1688–1693. doi: 10.1097/BRS.0000000000000472
11. Raitio A, Syvänen J, Helenius I. Vertebral Body Tethering: Indications, Surgical Technique, and a Systematic Review of Published Results. *J Clin Med.* 2022;11(9):2576. doi: 10.3390/jcm11092576
12. Baroncini A, Trobisch PD, Migliorini F. Learning curve for vertebral body tethering: analysis on 90 consecutive patients. *Spine Deform.* 2021;9(1):141–147. doi: 10.1007/s43390-020-00191-5
13. Alanay A, Yucekul A, Abul K, et al. Thoracoscopic Vertebral Body Tethering for Adolescent Idiopathic Scoliosis: Follow-up Curve Behavior According to Sanders Skeletal Maturity Staging. *Spine (Phila Pa 1976).* 2020;45:E1483–E1492.
14. Wong HK, Ruiz JNM, Newton PO, Gabriel Liu KP. Non-Fusion Surgical Correction of Thoracic Idiopathic Scoliosis Using a Novel, Braided Vertebral Body Tethering Device: Minimum Follow-up of 4 Years. *JBJS Open Access.* 2019;12(4):e0026. doi: 10.2106/JBJS.OA.19.00026
15. Rushton PRP, Nasto L, Parent S, et al. Anterior Vertebral Body Tethering for Treatment of Idiopathic Scoliosis in the Skeletally Immature: Results of 112 Cases. *Spine (Phila Pa 1976).* 2021;46(21):1461–1467. doi: 10.1097/BRS.0000000000004061
16. Abdullah A, Parent S, Miyajiri F, et al. Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for Risk of early complication following anterior vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2021;9(5):1419–1431. doi: 10.1007/s43390-021-00326-2
17. Newton PO, Kluck DG, Saito W, et al. Anterior spinal growth tethering for skeletally immature patients with scoliosis: A retrospective look two to four years postoperatively. *J Bone Jt Surg Am.* 2018;100(19):1691–1697. doi: 10.2106/JBJS.18.00287
18. Samdani AF, Ames RJ, Kimball JS, et al. Anterior vertebral body tethering for immature adolescent idiopathic scoliosis: one-year results on the first 32 patients. *Eur spine J.* 2015;24(7):1533–1539. doi: 10.1007/s00586-014-3706-z

19. Pereverzev VS, Kolesov SV, Kazmin AI, Morozova NS, Shvets VV. Anterior dynamic versus posterior transpedicular spinal fusion for lenke type 5 idiopathic scoliosis: a comparison of long-term results. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2023;29(2):18–28. doi: 10.17816/2311-2905-3189
20. Kuleshov AA, Vetrile ST, Zhestkov KG, Guseinov VG, Vetrile MS. surgical treatment of scoliosis during the period of uncompleted spine growth. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2010;(1):9–16. EDN: MBCMVB
21. Yang MJ, Samdani AF, Pahys JM, et al. What Happens After a Vertebral Body Tether Break? Incidence, Location, and Progression With Five-year Follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2023;48(11):742–747. doi: 10.1097/BRS.0000000000004665
22. Trobisch P, Baroncini A, Berrer A, Da Paz S. Difference between radiographically suspected and intraoperatively

- confirmed tether breakages after vertebral body tethering for idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2022;31(4):1045–1050. doi: 10.1007/s00586-021-07107-5
23. Betz RR, Ranade A, Samdani AF, et al. Vertebral Body Stapling A Fusionless Treatment Option for a Growing Child With Moderate Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(2):169–176. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181c6dff5
24. Pehlivanoglu T, Oltulu I, Ender O, Sarioglu E. Thoracoscopic Vertebral Body Tethering for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Minimum of 2 Years' Results of 21 Patients. *J Pediatr Orthop*. 2020;40(10):575–580. doi: 10.1097/BPO.0000000000001590
25. Halanski MA, Elfman CM, Cassidy JA, et al. Comparing results of posterior spine fusion in patients with AIS: Are two surgeons better than one? *J Orthop*. 2013;10(2):54–58. doi: 10.1016/j.jor.2013.03.001

## ОБ АВТОРАХ

**Колесов Сергей Васильевич**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0002-4252-1854;  
eLibrary SPIN: 1989-6994;  
e-mail: dr-kolesov@yandex.ru

\* **Переверзев Владимир Сергеевич**;  
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10;  
ORCID: 0000-0002-6895-8288;  
eLibrary SPIN: 8164-1389;  
e-mail: vcpereverz@gmail.com

**Казьмин Аркадий Иванович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-2330-0172;  
eLibrary SPIN: 4944-4173;  
e-mail: kazmin.cito@mail.ru

**Морозова Наталия Сергеевна**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0001-7448-3904;  
eLibrary SPIN: 4593-3231;  
e-mail: morozcito@gmail.com

**Швец Владимир Викторович**, д-р мед. наук;  
ORCID: 0000-0001-8884-2410;  
e-mail: vshvetcv@yandex.ru

**Распопов Михаил Сергеевич**;  
ORCID: 0009-0005-9517-7347;  
e-mail: mihail.raspopov74@mail.com

**Багиров Самир Беокиши оглы**;  
ORCID: 0000-0003-1038-1815;  
eLibrary SPIN: 9620-7038;  
e-mail: bagirov.samir22@gmail.com

## AUTHORS' INFO

**Sergei V. Kolesov**, MD, Dr. Sci. (Med.), professor;  
ORCID: 0000-0002-4252-1854;  
eLibrary SPIN: 1989-6994;  
e-mail: dr-kolesov@yandex.ru

\* **Vladimir S. Pereverzev**;  
address: 10 Priorova str., 127299 Moscow, Russia;  
ORCID: 0000-0002-6895-8288;  
eLibrary SPIN: 8164-1389;  
e-mail: vcpereverz@gmail.com

**Arkadii I. Kazmin**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0003-2330-0172;  
eLibrary SPIN: 4944-4173;  
e-mail: kazmin.cito@mail.ru

**Nataliya S. Morozova**, MD, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0001-7448-3904;  
eLibrary SPIN: 4593-3231;  
e-mail: morozcito@gmail.com

**Vladimir V. Shvec**, MD, Dr. Sci. (Med.);  
ORCID: 0000-0001-8884-2410;  
e-mail: vshvetcv@yandex.ru

**Michail S. Raspopov**;  
ORCID: 0009-0005-9517-7347;  
e-mail: mihail.raspopov74@mail.com

**Samir B. Bagirov**;  
ORCID: 0000-0003-1038-1815;  
eLibrary SPIN: 9620-7038;  
e-mail: bagirov.samir22@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author