

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ТИПА LENKE I С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОТАЛЬНОЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ

© *Виссарионов С. В., Кокушин Д. Н., Белянчиков С. М., Мурашко В. В., Картавенко К. А., Надиров Н. Н.*

ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

■ **Цель исследования.** Оценка результатов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации.

■ **Материал и методы.** Прооперированы 56 пациентов 13—18 лет с величиной деформации 40—136° по Cobb. Хирургическую коррекцию деформации осуществляли тремя тактическими вариантами с применением дорсального инструментария Cotrel — Dubousset.

■ **Результаты.** При идиопатическом грудном сколиозе операционная коррекция варьировала от 48 до 100 %. Потеря коррекции в срок наблюдения от 1 года до 3,5 года составила 0—7 %.

■ **Заключение.** Тактика хирургического лечения идиопатического грудного сколиоза должна быть индивидуальной. Применение многоопорных транспедикулярных металлоконструкций позволяет увеличить величину коррекции деформации, выполнить истинную деротацию тел позвонков на вершине искривления и сохранить достигнутый результат в послеоперационном периоде.

■ **Ключевые слова:** идиопатический грудной сколиоз, хирургическое лечение, транспедикулярная фиксация, дорсальный инструментарий Cotrel — Dubousset, дети.

Введение

Хирургическая тактика лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации на сегодняшний день остается актуальной и до конца нерешенной проблемой. Ряд исследователей предпочитают вмешательства только из одного дорсального доступа, используя конструкции с большим количеством опорных элементов [2, 4, 5, 13, 14, 17, 18]. Другие хирурги для коррекции сколиотической деформации позвоночника используют передние подходы, применяя вентральные корригирующие системы [9, 15, 16]. Некоторые авторы для исправления деформации при идиопатическом сколиозе у детей достаточно широко осуществляют комбинированные вмешательства как на передних, так и на задних отделах позвоночника [6, 7, 8, 11, 12]. Однако четкие показания к использованию того или иного способа хирургической коррекции в зависимости от величины основной дуги искривления, ее мобильности и протяженности, величины деформации, а также возраста пациента отсутствуют.

В последние годы в подходах к исправлению сколиотической деформации позвоночника отмечается тенденция использования металлокон-

струкций только с транспедикулярными опорными элементами [13]. Такое предпочтение данного вида спинальных систем объясняется преимуществом воздействия на все три колонны позвоночного столба по сравнению с крюковыми металлоконструкциями, что позволяет добиться большей коррекции в ходе хирургического вмешательства, стабильной и надежной фиксации в послеоперационном периоде, а также уменьшения зоны инструментализации. Кроме того, транспедикулярная многоопорная металлоконструкция обеспечивает достижение истинной деротации тел позвонков на вершине дуги искривления и предотвращает потерю достигнутой коррекции деформации во всех плоскостях в отдаленном периоде после оперативного лечения. Однако процедура проведения и последующая установка транспедикулярных винтов, особенно в верхнегрудном и среднегрудном отделе искривленного позвоночника, достаточно сложна и сопряжена с риском развития различных осложнений, таких как перфорация стенок основания дуги позвонка, пролабирование винта в позвоночный канал со стенозом последнего и, как результат, появление неврологических нарушений [1]. Помимо этого, применение спи-

нальных систем с транспедикулярными опорными элементами диктует необходимость использования других хирургических технологий при коррекции деформации в отличие от классической методики, предложенной Котрелем и Дюбоссе [3].

Цель исследования: оценка результатов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением транспедикулярных спинальных систем.

Материалы и методы

Под наблюдением находились 56 пациентов (4 юношей, 52 девушки) 13—18 лет с идиопатическим сколиозом III—IV ст. (по В. Д. Чаклину) грудной локализации (Lenke I). У 55 (98,2 %) подростков грудная сколиотическая дуга имела правостороннюю направленность, у 1 (1,8 %) — левостороннюю. Величина основной грудной дуги искривления по Cobb — 40—136°. В исследование вошли пациенты, у которых для коррекции деформации позвоночника использовали металлоконструкции только с транспедикулярными опорными элементами. Применяли клинко-неврологический, рентгенологический, компьютерно-томографический (КТ) методы обследования и магнитно-резонансную томографию.

Неврологический осмотр проводили с целью выявления двигательных, чувствительных и вегетативных расстройств, сегментарных нарушений спинного мозга. Обследование педиатром позволяло оценить наличие или отсутствие патологических изменений со стороны внутренних органов, вызванных сколиотической деформацией позвоночника и сопутствующими заболеваниями.

Рентгенологическое исследование позвоночника осуществляли в положении стоя и лежа, а также выполняли функциональные снимки с боковыми наклонами вправо и влево для определения типа деформации, мобильности сколиотической дуги искривления с целью определения верх-

ней и нижней зоны фиксации позвоночника при предоперационном планировании.

Для исключения интраканальной патологии и определения состояния спинного мозга и его элементов осуществляли МРТ позвоночника.

Оценку анатомических особенностей костных структур деформированных позвонков проводили по компьютерной томографии. КТ-сканы осуществляли на протяжении от Th1 до S1 позвонка с толщиной среза 1 мм, размер матрицы 512 × 512 пикселей. Данные КТ импортировали при помощи носителя в планирующую систему навигации, оснащенную программным обеспечением SpineMap 3D.

На основе трехмерной КТ-реконструкции в планирующей станции измеряли в плоскости относительно каждого позвонка внешний поперечный и продольный диаметр корня дуги, а также его пространственную ориентацию относительно тела позвонка. На основании полученных анатомо-антропометрических данных определяли возможность установки транспедикулярных винтов в каждый позвонок на протяжении дуги деформации. Критерием возможности корректной установки винта считали внешний поперечный и продольный диаметр корня дуги больше 4 мм. При поперечном диаметре корня дуги меньше 3,5 мм установку винта не осуществляли [2]. Измерение ротации вершинного позвонка проводили по методике Dahlborn относительно сагиттальной плоскости до и после оперативного лечения по данным КТ (рис. 1) [10].

На основании данных рентгенологического и КТ-методов пациентам осуществили предоперационное планирование с определением точек установки опорных элементов на позвонки с учетом принципов деротационного маневра и сегментарной коррекции (дистракции и компрессии).

В зависимости от величины основной дуги искривления, степени ее мобильности применяли три тактических варианта хирургического лечения.

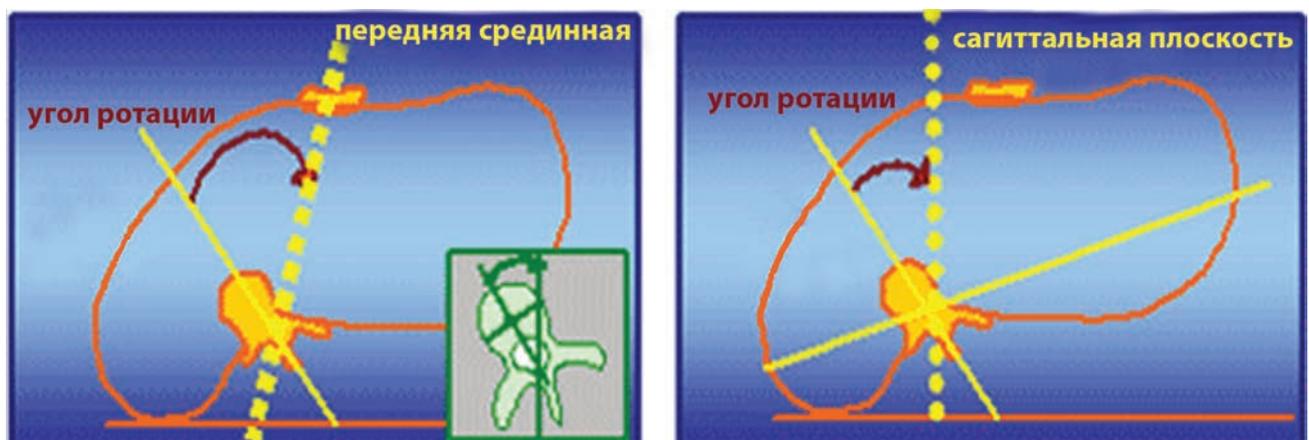


Рис. 1. Схема измерения ротации позвонков на вершине основной дуги деформации по методике Aaro, Dahlborn

Вариант I: у 29 пациентов (51,8 %) с углом деформации 50–80° по Cobb и мобильной сколиотической дугой на фоне гало-тибиального вытяжения осуществляли коррекцию деформации позвоночника дорсальным CDI в сочетании с задним локальным спондилодезом аутоауто трансплантатами вдоль металлоконструкции.

Мобильность дуги деформации — способность деформированного позвоночника, обусловленная межсегментарной подвижностью, под действием внешней нагрузки изменять величину искривления. Мы считаем деформацию мобильной, если на рентгенограммах величина основной дуги деформации в условиях моделируемой нагрузки изменяется более чем на 30 %.

Вариант II: у 16 пациентов (28,6 %) с углом деформации 82–100° по Cobb и мобильной грудной дугой операцию выполняли одновременно из двух доступов. Первым этапом из переднебокового доступа осуществили дискэктомия, резекцию головок ребер на протяжении дуги искривления и межтеловой корпородез, затем производили гало-тибиальное вытяжение. Вторым этапом из дорсального доступа выполнили коррекцию деформации позвоночника дорсальным CDI; завершили вмешательство созданием заднего локального спондилодеза аутоауто трансплантатами.

Вариант III: 11 пациентам (19,6 %) с углом деформации более 100° по Cobb и ригидной грудной дугой выполняли этапное хирургическое лечение. Первый этап — передний релиз на вершине грудной дуги искривления из переднебокового доступа с межтеловой корпородезом и гало-фemorальным вытяжением; второй — 14–16-дневный курс гало-фemorального вытяжения с постепенным увеличением массы тракционных грузов до 40 % массы тела, с корригирующими укладками; третий — на фоне продолжающегося гало-фemorального вытяжения на операционном столе коррекция сколиотической деформации CDI в сочетании с задним локальным спондилодезом аутоауто костью, после хирургического вмешательства галовытяжение снимали.

Послеоперационный период лечения включал дыхательную гимнастику, массаж нижних и верхних конечностей, лечебную восстанови-

тельную физкультуру. Пациентов ставили на ноги на 3-и—7-е сутки после операции и выписывали на амбулаторное лечение на 17–20-е сутки. Дети обследованы до оперативного лечения, непосредственно после хирургического вмешательства, затем через 6, 12, 18 месяцев после него и в последующем 1 раз в год.

Результаты

У всех пациентов при клиническом осмотре был улучшен или полностью восстановлен фронтальный и сагиттальный баланс туловища. Рост больных в среднем увеличился на 9 см.

В табл. 1 и на рис. 2 представлены результаты хирургического лечения пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации.

Величина деформации при идиопатическом сколиозе с грудной дугой искривления (тип I по Lenke) до операции составила от 40 до 136° (средняя величина деформации — 71,6°). Величина угла ротации апикального позвонка составила от 7 до 41° (средний угол ротации — 21°). Остаточная деформация основной дуги после хирургического вмешательства составила от 0 до 70° (средняя величина остаточной деформации — 13°). Процент коррекции колебался от 48 до 100 % (средний процент коррекции — 83,7 %). Протяженность инструментальной фиксации при деформациях грудной локализации варьировала от Th3 до L4 позвонков (от 10 до 14 позвонков). Средняя протяженность металлофиксации составила 12 позвонков. Остаточный угол ротации апикального позвонка составил от 4 до 26° (средний остаточный угол ротации апикального позвонка — 13,6°). Процент деротации апикального позвонка составил от 0 до 77 % (средний процент деротации — 33,5 %).

Наибольшую степень коррекции отметили у пациентов, которым применяли тактический вариант I оперативного вмешательства. Такие результаты лечения объясняются наличием сколиотической деформации, не превышающей 80°, мобильностью дуги искривления и применением в качестве опорных элементов спинальной системы транспедикулярных винтов. Применение инструментария Lenke для коррекции сколиотической деформации позволило добиться истинного

Таблица 1

Величина сколиотической деформации и степень ее коррекции

Вариант оперативного вмешательства	Деформация по Cobb, °		Коррекция, %	Потеря коррекции, %
	до операции	после операции		
1 (n = 29)	40–80	0–12	85–100 (92,5)	0–2
2 (n = 16)	82–100	18–28	72–78 (75)	2–4
3 (n = 11)	102–136	34–70	48–66 (57)	3–7
56	40–136	0–70	48–100	0–7

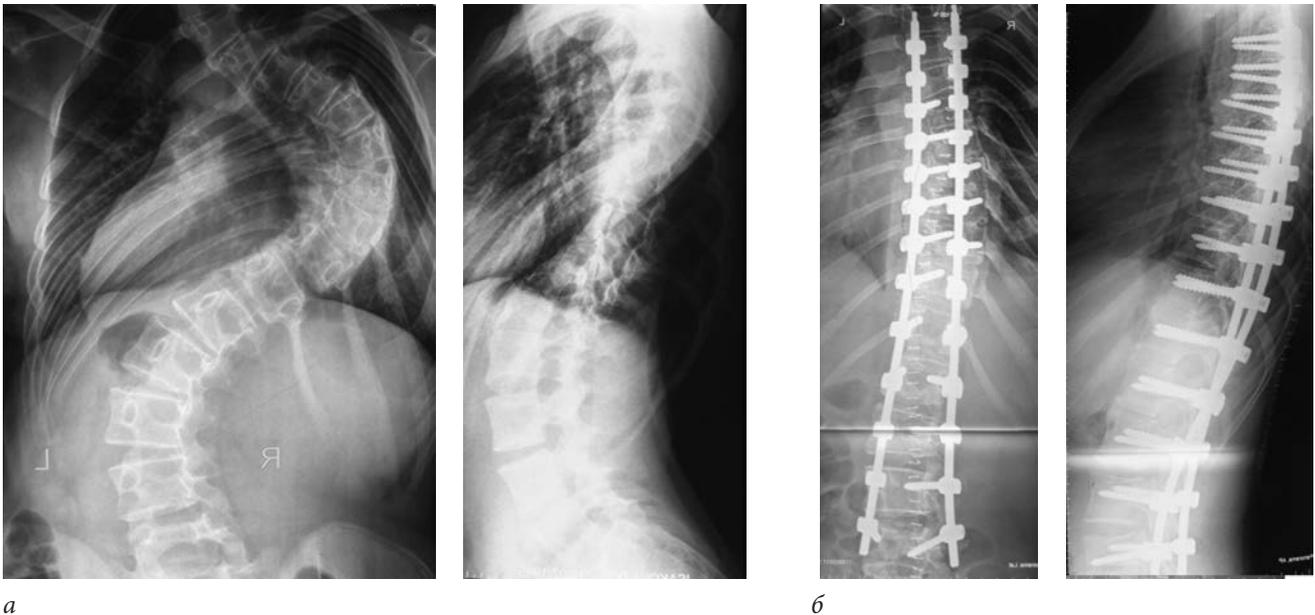


Рис. 2. Рентгенограммы позвоночника пациента С., 16 лет. Идиопатический правосторонний грудной сколиоз IV степени, тип Lenke I: *a* — до операции, угол деформации 113° по Cobb; *б* — после дискэктомии и корпородеза на вершине дуги деформации, курса скелетного краниотибиального вытяжения в течение 12 дней, дорсальной коррекции деформации транспедикулярной металлоконструкцией, угол деформации 18° по Cobb

деротационного эффекта на вершине деформации, равномерного распределения нагрузки вдоль опорных элементов металлоконструкции и отсутствия или незначительной потери коррекции (в пределах погрешности измерений) достигнутого результата в процессе динамического наблюдения. У пациентов со II тактическим вариантом хирургического вмешательства коррекции сколиотического компонента деформации в грудном отделе достигали за счет дискэктомии, которая приводила к дополнительной мобилизации дуги искривления. Дискэктомию осуществили эндоскопическим или открытым способом. Результат коррекции деформации у пациентов с одномоментным полным объемом хирургического вмешательства — 72—78 %. Потеря коррекции в отдаленный период наблюдения у больных с применением этапа из переднебокового доступа была незначительной (2—4 %), что обусловлено формированием переднезаднего костного блока (fusion 360°). При грубых и запущенных деформациях (III тактический вариант операции) наиболее эффективным и оправданным являлся трехкомпонентный вариант хирургического лечения, так как этапная коррекция грубых деформаций позвоночника позволяет добиться коррекции деформации с приближением фронтального и сагиттального профилей позвоночника к физиологическим, уменьшить риск возникновения неврологических нарушений и послеоперационных осложнений.

У всех пациентов при контрольном компьютерно-томографическом исследовании отмечена корректная установка транспедикулярных винтов

в телах позвонков на всех уровнях. В сроки наблюдения от 1 года до 3,5 года (в среднем 2 года 8 месяцев) после хирургического вмешательства отмечена потеря коррекции во фронтальной плоскости только у 7 больных (2—7 %).

Ни у одного ребенка после проведенного оперативного лечения не наблюдалось неврологических осложнений, дестабилизации металлоконструкции.

Обсуждение

Идиопатические сколиозы грудной локализации имеют ряд анатомических и функциональных особенностей по сравнению с груднопоясничными и поясничными деформациями. Грудные сколиозы являются наиболее ригидными за счет меньшей высоты межпозвонковых дисков, раннего возникновения их фиброза при сколиотической деформации и наличия реберного каркаса. При сколиозе грудной локализации значительно выражен косметический дефект из-за наличия реберного горба на выпуклой стороне искривления, западения половины грудной клетки на противоположной стороне, ее деформации по передней части, выраженной асимметрии надплечий и плечевого пояса. Эти факторы существенно влияют на возможность коррекции деформации по сравнению с более мобильными поясничными и груднопоясничными сколиотическими искривлениями.

Достигнутые результаты лечения пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации объясняются применением в качестве опорных элементов спинальной системы транспедикулярных винтов. Транспедикулярная стабилизация является

биомеханически выгодным методом фиксации позвоночника. Установка транспедикулярных винтов на всех уровнях сколиотической дуги является необходимым условием, дающим возможность получить максимальное воздействие на деформированный позвоночник как с точки зрения коррекции основной дуги искривления, так и с точки зрения получения истинного деротационного эффекта у позвонков на вершине искривления. Кроме того, применение транспедикулярных спинальных систем при коррекции идиопатического сколиоза обеспечивает достижение в ходе операции восстановления физиологически правильного фронтального и сагиттального профиля позвоночника в отличие от классической методики исправления деформации. Отсутствие осложнений как в ходе самой операции, так и в раннем послеоперационном периоде в рассматриваемой группе пациентов мы объясняем корректным приложением корригирующих усилий, направленных на последовательное устранение деформации позвоночника во всех плоскостях.

Транспедикулярные спинальные системы обеспечили значительную коррекцию основной дуги искривления в ходе оперативного вмешательства, позволили сократить протяженность инструментальной фиксации и обеспечить надежную стабилизацию в отдаленном послеоперационном периоде.

Заключение

Подход к оперативному лечению детей с идиопатическим сколиозом должен быть индивидуальным. Выбор тактического варианта хирургического вмешательства при деформациях грудной локализации зависит от возраста больного, потенциала его роста, степени тяжести и ригидности (мобильности) деформации позвоночника. Применение многоопорных металлоконструкций с транспедикулярными опорными элементами позволило увеличить величину коррекции деформации, выполнить истинную деротацию тел позвонков на вершине искривления, уменьшить протяженность зоны металлофиксации, равномерно распределить корригирующие усилия в ходе хирургического вмешательства и последующую нагрузку на все элементы конструкции с сохранением достигнутого результата в послеоперационном периоде.

Литература

1. Виссарионов С. В., Кокушин Д. Н., Дроздецкий А. П., Белянчиков С. М. Технология использования 3D-КТ-навигации в хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом // Хирургия позвоночника. 2012. № 1. С. 41–47.
2. Виссарионов С. В., Кокушин Д. Н., Дроздецкий А. П., Белянчиков С. М. Варианты коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом грудной локализации // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н. Н. Приорова. 2012. № 3. С. 9–13.
3. Виссарионов С. В. Технологии коррекции деформаций позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом // Хирургия позвоночника. 2013. № 1, С. 21–27.
4. Ветрилэ С. Т., Кисель А. А., Кулешов А. А. Оценка эффективности одноэтапной хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника инструментарием Cotrel—Dubousset // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н. Н. Приорова. 2004. № 4. С. 58–68.
5. Ветрилэ С. Т., Кулешов А. А., Кисель А. А. и др. Дорсальная хирургическая коррекция сколиоза инструментарием Cotrel — Dubousset без и с предварительной гало-пельвиктракцией // Хирургия позвоночника. 2005. № 4. С. 32–40.
6. Ветрилэ С. Т., Кулешов А. А., Швец В. В. и др. Концепция оперативного лечения различных форм сколиоза с использованием современных технологий // Хирургия позвоночника. 2009. № 4. С. 21–30.
7. Михайловский М. В., Фомичев Н. Г. Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск. 2002. 430 с.
8. Михайловский М. В., Новиков В. В., Васюра А. С. и др. Хирургическое лечение идиопатических сколиозов грудной локализации // Хирургия позвоночника. 2006. № 1. С. 25–32.
9. Колесов С. В., Кудряков С. А., Шавырин И. А. и др. Особенности коррекции сколиотических деформаций позвоночника из вентрального доступа // Хирургия позвоночника. 2009. № 4. С. 15–20.
10. Aaro S, Dahlborn M. The longitudinal axis rotation of the apical vertebra, the vertebral, spinal, and rib cage deformity in idiopathic scoliosis studied by computer tomography. *Spine*. 1981;6(6):567-572.
11. Bullmann V, Halm H, Schulte T, et al. Combined anterior and posterior instrumentation in severe and rigid idiopathic scoliosis. *Eur. Spine*. 2006;15(4):440-448.
12. Davis MA. Posterior fusion versus anterior/posterior spinal fusion for adolescent idiopathic scoliosis: a decision analysis. *Spine*. 2009;34(21):2318-2323.
13. Hwang SW, Samdani AF, Marks M, Bastrom T, Garg H, Lonner B, Bennett JT, Pahys J, Shah S, Miyajni F, Shuffelbarger H, Newton P, Betz R. Five-year clinical and radiographic outcomes using pedicle screw only constructs in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2012 Dec 20. [Epub ahead of print]
14. Kim Y, Lenke L, Kim J, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31(3):291-298.
15. Saraph VJ, Krismer M, Wimmer C. Operative treatment of scoliosis with the Kaneda anterior spine system. *Spine*. 2005;30:1616-1620.
16. Schulte TL, Liljenqvist U, Hierholzer E, et al. Spontaneous correction and derotation of secondary curves after selective anterior fusion of idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:315-321.
17. Timothy R, Benjamin K, David W, et al. Monoaxial versus multiaxial screws in the correction of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2005;30(18):2113-2120.
18. Yilmaz G, Borkhuu B, Dhawale AA, Oto M, Littleton AG, Mason DE, Gabos PG, Shah SA. Comparative analysis of hook, hybrid, and pedicle screw instrumentation in the posterior treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2012. Jul-Aug 32(5):490-499.

SURGICAL TREATMENT OF CHILDREN WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS OF LENKE TYPE I WITH THE USE OF TOTAL TRANSPEDICULAR FIXATION

Vissarionov S. V., Kokushin D. N., Belyanchikov S. M., Murashko V. V., Kartavenko K. A., Nadirov N. N.

FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner”
under the Ministry of Health of the Russian Federation

✧ The purpose of the study. To assess the results of surgical treatment in children with idiopathic scoliosis of thoracic localization.

✧ Material and methods. Surgery was performed in 56 patients aged from 13 to 18 years old with a level of deformity 40—136° according to Cobb. Surgical correction of the deformity was performed with three tactical options using Cotrel-Dubousset dorsal instrumentation.

✧ Results. In idiopathic thoracic scoliosis the operating correction ranged from 48 to 100 %. Loss of correction in

the follow-up period from 1 year to 3.5 years was 0—7 %.

✧ **Conclusion.** Surgical treatment of idiopathic thoracic scoliosis should be individualized. Application of multisupporting transpedicular metal constructions allows to increase the degree of deformity correction, to perform true derotation of vertebral bodies on top of curvature and to save the result achieved in the postoperative period.

✧ **Keywords:** idiopathic thoracic scoliosis, surgery, transpedicular fixation, Cotrel — Dubousset dorsal instrumentation, children.

Сведения об авторах:

Виссарионов Сергей Валентинович — д. м. н., заместитель директора по научной и учебной работе, руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России; профессор кафедры детской травматологии, ортопедии и хирургии СЗГМУ им. И. И. Мечникова. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68. E-mail: turner01@mail.ru

Белянчиков Сергей Михайлович — к. м. н., врач травматолог-ортопед отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68. E-mail: belijanchikov@list.ru

Кокушин Дмитрий Николаевич — научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68.

Мурашко Владислав Валерьевич — врач травматолог-ортопед отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68.

Картавенко Кирилл Александрович — аспирант кафедры детской травматологии, ортопедии и хирургии ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И. И. Мечникова» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68.

Надилов Нурбек Надилович — аспирант отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. 196603, СПб, г. Пушкин, ул. Парковая, д. 64–68.

Vissarionov Sergei Valentinovich — MD, PhD, DMedSc, Deputy Director for Research and Academic Affairs, head of the department of spinal pathology and neurosurgery, FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68. E-mail: turner01@mail.ru.

Belyanchikov Sergei Mikhailovich — MD, PhD, orthopedic and trauma surgeon of the department of spine pathology and neurosurgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68. E-mail: belijanchikov@list.ru

Kokushin Dmitriy Nikolaevich — MD, research associate of the department of spinal pathology and neurosurgery, FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68.

Murashko Vladislav Valerievich — MD, orthopedic and trauma surgeon of the department of spine pathology and neurosurgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68.

Kartavenko Kirill Aleksandrovich — MD, PhD student of the chair of Pediatric traumatology, orthopedics and surgery NWSMU n. a. I. I. Mechnikov. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68.

Nadirov Nurbek Nadirovich — MD, PhD student of the department of spine pathology and neurosurgery. FSBI “Scientific and Research Institute for Children’s Orthopedics n. a. G. I. Turner” under the Ministry of Health of the Russian Federation. 196603, Saint-Petersburg, Pushkin, Parkovaya str., 64–68.