

ОПЕРАТИВНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ДЕТЕЙ С ГРУДОПОЯСНИЧНЫМ ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНЫМИ СПИНАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ

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

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

Цель исследования. Оценка результатов хирургического лечения детей с идиопатическим сколиозом грудопоясничной локализации.

Материалы и методы. Прооперированы 33 пациента в возрасте от 13 до 17 лет с величиной деформации 42–123° по Cobb. Хирургическую коррекцию деформации выполняли тремя тактическими вариантами с применением многоопорной транспедикулярной металлоконструкции.

Результаты. При идиопатическом грудопоясничном сколиозе операционная коррекция варьировала от 74 до 100 %. Потеря коррекции в срок наблюдения от 2 до 5 лет составила 2–4°.

Заключение. Тактика хирургического лечения детей с идиопатическим грудопоясничным сколиозом зависит от величины основной дуги искривления, ее мобильности и возраста пациента. Применение многоопорной транспедикулярной металлоконструкции позволяет значительно исправить угол деформации, выполнить истинную деротацию тел позвонков на вершине искривления, восстановить фронтальный и сагиттальный профиль позвоночника и сохранить достигнутый результат в отдаленном послеоперационном периоде.

Ключевые слова: идиопатический грудопоясничный сколиоз, дети, хирургическое лечение, транспедикулярная фиксация.

Введение

Лечение детей с деформациями позвоночника при идиопатическом сколиозе остается важной и актуальной проблемой ортопедии. Преимущественным методом лечения пациентов детского возраста с тяжелыми и прогрессирующими искривлениями позвоночного столба является хирургический. Оперативное вмешательство позволяет добиться коррекции деформации позвоночника, улучшения или восстановления физиологического баланса туловища, надежной стабилизации достигнутого результата при помощи многоопорной металлоконструкции и, как результат, улучшения качества жизни пациента [1–3]. При лечении детей с идиопатическим сколиозом в последнее время стали применять многоопорные спинальные системы с транспедикулярными опорными элементами [4–11]. Использование данного типа металлоконструкций обеспечивает возможность воздействия на все три опорные колонны деформированного позвоночного столба, эффективной коррекции сколиотического и ки-

фотического компонентов искривления и приближения к физиологическому фронтальному и сагиттальному профилям позвоночника в ходе операции. При этом спинальные системы с транспедикулярными опорными элементами обеспечивают стабильную и надежную фиксацию деформированного отдела позвоночника и сохранение достигнутой коррекции в отдаленный период наблюдения. Однако риск возникновения осложнений в ходе выполнения операции и техническая сложность установки транспедикулярных винтов в тела позвонков на протяжении дуги деформации останавливает многих хирургов в выборе данного варианта спинальных систем при коррекции искривления при идиопатическом сколиозе. Подобные проблемы связаны прежде всего с анатомо-антропометрическими особенностями тел позвонков и пространственным взаимоотношением основания дуги и тела позвонка на протяжении основной дуги искривления.

Использование навигационной установки при хирургическом лечении детей с идиопатическим сколиозом дает возможность оценить антропоме-

трические размеры основания дуг и тел позвонков на протяжении основной дуги, а также осуществить предоперационное планирование установки транспедикулярных винтов. В ходе самого хирургического вмешательства навигационная система позволяет правильно и корректно установить опорные элементы конструкции на протяжении сколиотической дуги, что позволяет значительно уменьшить риск осложнений в ходе операции [12–17]. Использование 3D-КТ-навигации при оперативном лечении пациентов детского возраста с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации позволяет достичь желаемого результата коррекции деформации позвоночника [18].

Цель исследования

Провести анализ результатов хирургической коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации спинальными системами с транспедикулярными опорными элементами с использованием 3D-КТ-навигации.

Материалы и методы

Проведен анализ результатов хирургического лечения 33 пациентов (8 мальчиков, 25 девочек) в возрасте от 13 до 17 лет с идиопатическим сколиозом III–IV степеней (по В. Д. Чаклину) груднопоясничной локализации. У 21 (64 %) подростка груднопоясничная сколиотическая дуга имела правостороннюю направленность, у 12 (36 %) — левостороннюю. Величина основной груднопоясничной дуги искривления составила от 42 до 123° по Cobb. Пациентам осуществляли предоперационное обследование по общепринятой методике. Выполняли рентгенографию позвоночника в двух проекциях (прямой и боковой) стоя и лежа. Кроме этого, дополнительно выполняли функциональные спондилограммы с наклоном вправо и влево для оценки мобильности груднопоясничного отдела позвоночника. Мобильной считали такую деформацию, при которой величина основной дуги деформации в условиях моделируемой нагрузки по рентгенограммам изменялась более чем на 30 % от начальной величины. С целью исключения интраканальной патологии и оценки состояния спинного мозга и его элементов осуществляли магнитно-резонансную томографию позвоночника. Определение 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.

После этого данные КТ переносили при помощи носителя в систему навигации, оснащенную программным обеспечением SpineMap 3D. На основе трехмерной КТ-реконструкции в навигационной станции измеряли в плоскости относительно каждого позвонка внешний поперечный и продольный размер основания дуги, а также его пространственную ориентацию относительно тела позвонка. На основании полученных анатомо-антропометрических данных определяли возможность установки транспедикулярных винтов в тело каждого позвонка на протяжении основной дуги деформации. Критерием возможности корректной установки винта считали внешний поперечный и продольный диаметр корня дуги больше 4 мм. При поперечном размере основания дуги меньше 3,5 мм установку винта не осуществляли. Измерение ротации вершинного позвонка проводили по методике Dahlborn относительно сагиттальной плоскости до и после оперативного лечения по данным КТ. На основании данных рентгенологического и КТ-методов пациентам осуществили предоперационное планирование в навигационной станции с определением зон и траектории установки опорных элементов через основание дуги в тело позвонка с учетом принципов сегментарной коррекции (дистракции и компрессии). В качестве опорных элементов металлоконструкции использовали только транспедикулярные винты. При этом, в зависимости от величины основной дуги искривления и ее мобильности, применяли три тактических варианта оперативного лечения. У больных первой группы осуществляли коррекцию деформации позвоночника дорсальной спинальной системой на фоне галотибиального вытяжения в сочетании с задним локальным спондилодезом аутотрансплантатами вдоль металлоконструкции. Данный вариант коррекции применили у 15 пациентов с углом сколиотической деформации от 42 до 85° по Cobb и мобильной сколиотической дугой. Величина кифоза в грудном отделе колебалась от 7 до 36° (средний угол кифоза — 21°), поясничного лордоза — от 20 до 54° (средний угол лордоза — 34°). Величина ротации вершинного позвонка составляла от 16 до 33° (средний угол ротации — 24,5°). У пациентов второй группы операцию выполняли одномоментно из двух доступов. Первым этапом из переднебокового торакофренолюмботомического доступа осуществляли дискэктомию, резекцию головок ребер на протяжении вершины дуги искривления и межтеловой корпородез аутокостью. Вторым этапом из дорсального доступа выполняли коррекцию деформации позвоночника многоопорной транспедикулярной металлоконструкцией

на фоне галотибиального вытяжения. Завершали вмешательство созданием заднего локального спондилодеза аутотрансплантатами вдоль спинальной системы. Подобный объем операции применен у 10 пациентов с углом сколиотической деформации от 85 до 100° по Cobb, величиной кифоза в грудном отделе от 43 до 46° (средний угол кифоза — 45°) и поясничного лордоза от 26 до 31° (средний угол лордоза — 29°). Величина ротации вершинного позвонка составляла от 19 до 33° (средний угол ротации — 26°). Восемью пациентам с углом сколиотической деформации более 100° по Cobb, углом кифоза в грудном отделе от 17 до 69° (средний угол кифоза — 43°), поясничного лордоза — от 22 до 30° (средний угол лордоза — 25°) и ригидной груднопоясничной дугой применяли третий вариант хирургического лечения. Первым этапом проводили передний релиз в сочетании с межтеловым корпородезом аутокостью на вершине груднопоясничной дуги искривления из переднебокового доступа и накладывали галофemorальное вытяжение. После этого проводили курс вытяжения в течение 14–16 дней с постепенным увеличением массы грузов до 40 % массы тела и корригирующими укладками. Затем, на фоне продолжающегося галофemorального вытяжения, на операционном столе выполняли коррекцию сколиотической деформации позвоночника транспедикулярной металлоконструкцией из дорсального доступа в сочетании с задним локальным спондилодезом аутокостью. Величина ротации вершинного позвонка у пациентов этой группы составляла от 24 до 50° (средний угол ротации — 37°).

Хирургическая технология коррекции деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации с использованием металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами заключалась в следующем. Из дорсального доступа после осуществления подхода к костным структурам задней опорной колонны позвоночного столба на протяжении дуги искривления выполняли проведение транспедикулярных винтов с выпуклой и вогнутой стороны деформации под контролем 3D-КТ-навигации. После этого осуществляли галотибиальное вытяжение и устанавливали первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, в опорные элементы конструкции на выпуклой стороне искривления, осуществляя коррекцию кифотического компонента деформации путем прямого давления на вершину дуги и трансляции, а сколиотического — сегментарной контракции вдоль стержня. В результате манипуляций уменьшалась величина кифотического и сколиотического компонентов деформации.

Затем второй стержень, изогнутый по физиологическим сагиттальным изгибам позвоночника, устанавливали с противоположной стороны искривления и осуществляли окончательную сегментарную коррекцию деформации путем выполнения дистракции вдоль стержня. Завершали вмешательство формированием заднего спондилодеза аутокостью вдоль спинального имплантата.

Послеоперационный период лечения включал дыхательную гимнастику, массаж нижних и верхних конечностей, лечебную восстановительную физкультуру. Пациентов ставили на ноги на 3–4-е сутки после операции и выписывали на амбулаторное лечение на 12–14-й день. Все 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

В ходе оперативного вмешательства у пациентов всех групп при клиническом осмотре был улучшен или полностью восстановлен фронтальный и сагиттальный баланс туловища (рис. 1, а, б).

Ретроспективный анализ показал, что наибольшая величина коррекции сколиотической дуги наблюдалась у пациентов, которым применяли II вариант оперативного лечения.

У пациентов, которым применяли I вариант оперативного лечения, после хирургического вмешательства остаточная деформация сколиотической дуги деформации составила от 0 до 17° (средняя величина остаточной деформации — 7°), процент коррекции колебался от 74 до 100 % (средний процент коррекции — 86,6 %). Величина кифоза составила от 10 до 40° (средний угол кифоза — 21°), лордоз составил от 20 до 53° (средний угол лордоза — 35°). Остаточный угол ротации апикального позвонка составил от 10 до 27° (средний остаточный угол ротации — 18,5°). Средний процент деротации апикального позвонка составил 24,4 %. Такие результаты лечения объясняются наличием сколиотической деформации, не превышающей 85°, мобильной сколиотической дугой искривления и применением в качестве опорных элементов спинальной системы с транспедикулярными опорными элементами. Тотальная транспедикулярная фиксация, используемая при коррекции сколиотической деформации, позволила осуществить равномерное распределение нагрузки вдоль опорных элементов металлоконструкции и предотвратить развитие в дальнейшем потерю коррекции достигнутого результата в отдаленном послеоперационном периоде наблюдения.

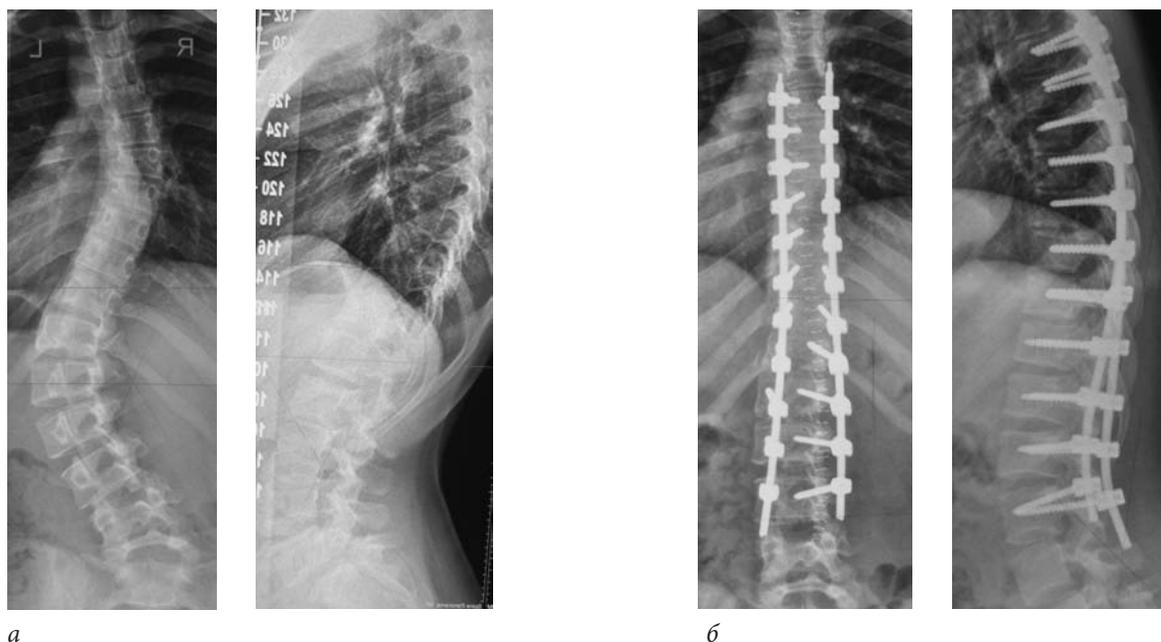


Рис. 1. Рентгенограммы позвоночника пациентки П., 15 лет. Идиопатический левосторонний груднопоясничный сколиоз IV степени: *а* — до операции, угол деформации 61° по Cobb; *б* — после операции, угол деформации 2° по Cobb

У пациентов со II тактическим вариантом хирургического вмешательства остаточная деформация сколиотической дуги деформации в данной группе пациентов составила от 11 до 13° (средняя величина остаточной деформации — 12°), процент коррекции колебался от 86 до 88 % (средний процент коррекции — 87 %). Кифотическая деформация составила от 32 до 35° (средний угол кифоза — 34°), лордоз составил от 31 до 33° (средний угол лордоза — 32°). Остаточный угол ротации апикального позвонка составил от 16 до 27° (средний остаточный угол ротации — 21,5°). Средний процент деротации апикального позвонка составил — 17,3 %.

Коррекцию деформации у этих больных осуществляли за счет дискапофизэктомии, позволившей получить дополнительную мобильность основной дуги искривления, и применения металлоконструкции с транспедикулярными опорными элементами.

У пациентов с крайне тяжелыми сколиотическими деформациями позвоночника (III тактический вариант) после проведения этапного хирургического лечения остаточная деформация сколиотической дуги деформации составила от 12 до 40° (средняя величина остаточной деформации — 26°), процент

коррекции колебался от 67 до 81 % (средний процент коррекции — 74 %). Кифоз составил от 21 до 36° (средний угол кифоза — 27°), лордоз составил от 26 до 35° (средний угол лордоза — 29°). Остаточный угол ротации апикального позвонка составил от 16 до 43° (средний остаточный угол ротации — 29,5°). Средний процент деротации апикального позвонка составил 20 % (табл. 1).

У всех пациентов в зоне груднопоясничного перехода восстановлен сагиттальный профиль позвоночника — грудной кифоз, переходящий в поясничный лордоз. Протяженность инструментального спондилодеза у оперированных пациентов с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации варьировала от 10 до 14 позвонков (в среднем — 11 позвонков).

Для оценки корректности положения транспедикулярных опорных элементов всем пациентам после хирургического лечения выполняли компьютерную томографию груднопоясничного отдела позвоночника. Во всех наблюдениях отмечено корректное стояние опорных элементов металлоконструкции без признаков перелома основания дуг позвонков и стеноза позвоночного канала.

Таблица 1

Результаты хирургической коррекции деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации

Вариант коррекции	Угол сколиотической деформации (по Cobb) до операции, °	Угол сколиотической деформации (по Cobb) после операции, °	Процент коррекции сколиотической деформации, %
I вариант	от 42 до 85	от 0 до 17	86,6
II вариант	от 85 до 100	от 11 до 13	87
III вариант	более 100	от 12 до 40	74

В сроки наблюдения от 2 до 5 лет (в среднем — 3 года 9 месяцев) после оперативного вмешательства была отмечена потеря коррекции сколиотической дуги только у 4 больных на 2–4°, что укладывается в погрешность измерения угла деформации по Сооб по рентгеновским снимкам. Ни у одного пациента неврологических, гнойно-септических осложнений и дестабилизации металлоконструкции после проведенного хирургического лечения не отмечалось.

Заключение

Выбор тактики оперативного вмешательства при деформациях позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации зависит от величины основной дуги деформации, ее мобильности и возраста пациента. У больных с подобными деформациями отмечено, что чем больше величина сколиотической дуги искривления, тем больше угол ротации апикального позвонка. Исправление деформации позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом груднопоясничной локализации многоопорными спинальными системами с транспедикулярными опорными элементами, осуществляемое с помощью 3D-КТ-навигации, позволяет добиться эффективной коррекции основной дуги, обеспечить достижение истинной деротации позвонков на ее вершине в ходе хирургического вмешательства и сохранить достигнутый результат в отдаленный период после операции.

Список литературы

1. Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Кисель А.А., и др. Дорсальная хирургическая коррекция сколиоза инструментарием Cotrel — Dubousset без и с предварительной галопельвиктацией // Хирургия позвоночника. — 2005. — № 4. — С. 32–40. [Vetrile ST, Kuleshov AA, Kisel' AA, et al. Dorsal Surgical Correction of Scoliosis with CDi with and without Preliminary Halo-Pelvic-Traction. *Spine Surgery*. 2005;(4):32-40. (In Russ).]
2. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., и др. Хирургическая коррекция идиопатического сколиоза тип Lenke I у детей с применением 3D-КТ-навигации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — №11. — Часть 3. — С. 445–447. [Vissarionov SV, Kokushin DN, Belyanchikov SM, et al. Surgical correction idiopathic scoliosis lenke type 1 in children with application 3-D-CT navigation. *International Journal of Applied and Basic Research*. 2014;11(3): 445-447. (In Russ).]
3. Михайловский М.В., Новиков В.В., Васюра А.С., и др. Хирургическое лечение идиопатических сколиозов грудной локализации // Хирургия позвоночника. — 2006. — № 1. — С. 25–32. [Mikhailovsky MV, Novikov VV, Vasyura AS, et al. Surgical Treatment of Thoracic Idiopathic Scoliosis. *Spine Surgery*. 2006;(1):25-32. (In Russ).]
4. 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. [Vetrile ST, Kuleshov AA, Shvets VV, et al. The Concept of Surgical Treatment of Various Forms of Scoliosis Using Modern Technologies. *Spine Surgery*. 2009;(4):21-30. (In Russ).] doi: 10.14531/ss2009.4.21-30.
5. Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М., и др. Хирургическое лечение деформаций позвоночника у детей с идиопатическим сколиозом транспедикулярными спинальными системами: Пособие для врачей. — СПб., 2014. — 40 с. [Vissarionov SV, Kokushin DN, Beljanchikov SM, et al. Hirurgicheskoe lechenie deformacij pozvonochnika u detej s idiopaticheskim skoliozom transpedikuljarnymi spinal'nymi sistemami. Posobie dlja vrachej. Saint-Petersburg, 2014. 40 p. (In Russ).]
6. Виссарионов С.В., Белянчиков С.М., Кокушин Д.Н., Мурашко В.В., и др. Результаты коррекции деформации позвоночника транспедикулярными спинальными системами у детей с идиопатическим сколиозом // Хирургия позвоночника. — 2013. — № 3. — С. 30–37. [Vissarionov SV, Belyanchikov SM, Kokushin DN, Murashko VV, et al. Results of spinal deformity correction using transpedicular instrumentation in children with idiopathic scoliosis. *Spine Surgery*. 2013;(3):30-37. (In Russ).] doi: 10.14531/ss2013.3.30-37.
7. Singla A, Bennett JT, et al. Results of Selective Thoracic Versus Nonselective Fusion in Lenke Type 3 Curves. *Spine*. 2014;39(24):2034-2041. doi: 10.1097/BRS.0000000000000623.
8. Hwang SW, Samdani AF, Marks M, et al. Five-year clinical and radiographic outcomes using pedicle screw only constructs in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2013;22(6):1292-1299. doi: 10.1007/s00586-012-2625-0.
9. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, et al. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis. *Eur Spine J*. 2002;11:336-343. doi: 10.1007/s00586-002-0415-9.
10. Suk S, Lee S-M, Chung E-R, et al. Selective Thoracic Fusion With Segmental Pedicle Screw Fixation in the Treatment of Thoracic Idiopathic Scoliosis. More than 5-Year Follow-Up. *Spine*. 2005;30(14):1602-1609. doi:10.1097/01.brs.0000169452.50705.61.
11. Kuklo TR, Lenke LG, O'Brien MF, et al. Accuracy and Efficacy of Thoracic Pedicle Screws in Curves More Than 90°. *Spine*. 2005;30(2):222-226. doi:10.1097/01.brs.0000150482.26918.d8.
12. Amiot LP, Lang K, Putzier M, et al. Comparative results between conventional and computer-assisted pedicle screw installation in the thoracic, lumbar, and sacral spine. *Spine*. 2000;25:606-614. doi:10.1097/00007632-200003010-00012.
13. Fuster S, Vega A, Barrios G, et al. Accuracy of pedicle screw insertion in the thoracolumbar spine using image-guided navigation. *Neurocirugia*. 2010;21:306-311. doi:10.1016/s1130-1473(10)70123-8.

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. doi:10.1097/01.brs.0000197865.20803.d4.
15. Nottmeier EW, Seemer W, Young PM. Placement of thoracolumbar pedicle screws using three-dimensional image guidance: experience in a large patient cohort. *J Neurosurg Spine*. 2009;10:33-39. doi:10.3171/2008.10.spi08383.
16. Tormenti MJ, Kostov DB, Gardner PA, et al. Intraoperative computed tomography image-guided navigation for posterior thoracolumbar spinal instrumentation in spinal deformity surgery. *Neurosurg Focus*. 2010;28:E11. doi:10.3171/2010.1.focus09275.
17. Zhou D, Xu NW, Nong LM, et al. Pedicle screw fixation of thoracic spinal fracture assisted by CT-based navigation system. 2010;90(23):1612-4.
18. Виссарионов С.В., Дроздецкий А.П., Кокушин Д.Н., Белянчиков С.М. Коррекция идиопатического сколиоза под контролем 3D-КТ навигации // Хирургия позвоночника. – 2012. — № 2. – С. 30–36. [Vissarionov SV, Drozdetsky AP, Kokushin DN, Belyanchikov SM. Correction of Idiopathic Scoliosis under 3D-CT Navigation in Children. *Spine Surgery*. 2012;(2):30-36. (In Russ.)] doi:10.14531/ss2012.2.30-36.

SURGICAL TREATMENT OF CHILDREN WITH IDIOPATHIC THORACOLUMBAR SCOLIOSIS USING TRANSPEDICULAR SPINAL SYSTEMS

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

The Turner Institute for Children's Orthopedics, Saint-Petersburg, Russian Federation

Purpose of the study. Evaluation of the surgical treatment of children with idiopathic scoliosis of thoracolumbar localization.

Materials and methods. Surgery was performed on 33 patients aged from 13 to 17 years with a curve approximating 42°–123°, according to Cobb. Surgical correction of the deformity was performed using three tactical options with the use of a transpedicular multi-basic metallic device.

Results. In idiopathic thoracolumbar scoliosis, the surgical correction ranged from 74% to 100%. Loss of

correction in the follow-up period from 2 to 5 years was 2°–4°.

Conclusion. Surgical treatment of children with idiopathic thoracolumbar scoliosis depends on the degree of the main curve, spinal mobility, and the patient's age. Application of a multi-basic transpedicular metallic device allows significant correction of the angle of the curve, a true de-rotation of vertebral bodies at the apex of the curve to be performed, and the frontal and sagittal profile of the spine to be restored while maintaining the results achieved in the late postoperative period.

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 и ортопедии ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И. И. Мечникова» Минздрава России. E-mail: turner01@mail.ru.

Надиров Нурбек Надирович — аспирант отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Белянчиков Сергей Михайлович — к. м. н., заведующий отделением патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России. E-mail: belijanchikov@list.ru.

Кокушин Дмитрий Николаевич — научный сотрудник отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Мурашко Владислав Валерьевич — врач травматолог-ортопед отделения патологии позвоночника и нейрохирургии ФГБУ «НИДОИ им. Г. И. Турнера» Минздрава России.

Картавенко Кирилл Александрович — аспирант кафедры детской травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И. И. Мечникова» Минздрава России.

Vissarionov Sergei Valentinovich — MD, PhD, professor, Deputy Director for Research and Academic Affairs, head of the department of spinal pathology and neurosurgery. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics. Professor of the chair pediatric traumatology and orthopedics. North-Western State Medical University n. a. I. I. Mechnikov. E-mail: turner01@mail.ru.

Naditov Nurbek Nadirovich — MD, PhD student of the department of spine pathology and neurosurgery. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.

Belyanchikov Sergei Mikhailovich — MD, PhD, chief of the department of spine pathology and neurosurgery. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics, Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: belijanchikov@list.ru.

Kokushin Dmitriy Nikolaevich — MD, research associate of the department of spinal pathology and neurosurgery. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.

Murashko Vladislav Valerievich — MD, orthopedic and trauma surgeon of the department of spine pathology and neurosurgery. The Turner Scientific and Research Institute for Children's Orthopedics.

Kartavenko Kirill Aleksandrovich — MD, PhD student of the chair of pediatric traumatology and orthopedics. North-Western State Medical University n. a. I. I. Mechnikov.