

Виссарионов С. В.

доктор медицинских наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г. И. Турнера»

Минздрава России,

заместитель директора по научной и учебной работе, научный руководитель отделения патологии позвоночника и нейрохирургии, Санкт-Петербург

КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА У ДЕТЕЙ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВИГАЦИИ

Аннотация: *Материал и методы.* Под нашим наблюдением находилось 24 пациента в возрасте 14–17 лет (21 девочка и 3 мальчика) с идиопатическим сколиозом грудной локализации, которым проведено хирургическое лечение. Величина основной дуги искривления варьировала от 52° до 92° по Cobb. Хирургическое лечение выполнено из дорсального доступа на фоне HALO-тибиального вытяжения. Каналы для проведения винтов в ходе операции осуществляли под контролем 3D-КТ навигации.

Результаты. Протяженность фиксации варьировала от Th2 до L4 позвонков (от 10 до 13 позвонков). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 19 до 26, в среднем по 24 винта. Таким образом, 18 пациентам установлено 429 винтов: из них 305 – в грудном и 124 – в поясничном отделе позвоночника. Послеоперационная коррекция деформации в первой группе во фронтальной плоскости варьировала в пределах 92 % – 99 %, деротационная коррекция апикального позвонка составила от 72 % до 94 %.

Выводы. Применение оптической 3D-компьютерной навигации с обработкой предоперационных КТ-изображений и регистрацией по анатомическим ориентирам при коррекции сколиотической деформации в грудном отделе позвоночника у детей обеспечивает корректность и правильность установки транспедикулярных винтов.

Ключевые слова: 3D-КТ навигация, сколиоз, дети, хирургическое лечение.

Vissarionov S. V.

Federal State Budgetary Institution «Turner Research Institute of Infantile Orthopedics» of Ministry of Health of Russia

Abstract: *Material and Methods.* Eighteen patients aged 14 to 17 years (21 girls and 3 boys) with thoracic idiopathic scoliosis were subjected to surgical treatment. The Cobb angle of the primary curvature ranged from 52 to 92 degrees. The surgery was performed through the posterior approach with simultaneous halo-tibial traction using a multi-anchoring metal device with pedicle screws. Canals for screw insertion were formed under 3D-CT navigation control in accordance with preoperative planning.

Results. The extent of fixation for the thoracic type of deformity varied between 10 and 13 vertebrae (from T2 to L4). The number of pedicle screws elements per patient ranged from 19 to 26 (on average 24 screws). Thus, 429 screws were installed into 18 patients: 305 in the thoracic spine and 124 in the lumbar spine. Postoperative correction of the coronal plane deformity ranged from 92 % to 99 %, and derotational correction of the apical vertebra – from 72 % to 94 %.

Conclusion. Intraoperative optical 3D-CT navigation with processing of preoperative CT images and registration based on anatomical landmarks ensures the accuracy of placement of pedicle screws, which enables the use of this type of correction devices even for severe thoracic deformities.

Key words: 3D-computer navigation, scoliosis, children, surgical treatment.

Введение

До настоящего времени хирургическое лечение детей с идиопатическим сколиозом является актуальной и до конца нерешенной проблемой. В последние годы в вариантах коррекции сколиотической деформации отмечается тенденция к применению металлоконструкций с транспедикулярными опорными элементами. 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, стабильной и надежной фиксации в послеоперационном периоде, а так же уменьшения зоны инструментализации [2, 4, 5]. Транспедикулярная многоопорная металлоконструкция предотвращает прогрессирование деформации в отдаленном периоде после операции. Однако, процедура проведения и установки транспедикулярных винтов, особенно в верхнегрудном и среднегрудном отделе позвоночника, достаточно сложна и сопряжена с риском развития различных осложнений (перфорация и перелом корня дуги, стеноз позвоночного канала опорными элементами, неврологические нарушения) вынуждают многих исследователей для фиксации верхнегрудного и среднегрудного отдела позвоночника использовать в качестве опорных элементов ламинарные и педикулярные крюки [6, 7, 10, 12].

Применение 3D-КТ навигации, согласно данным различных авторов, позволяет добиться максимально точной установки транспедикулярных винтов [8, 9, 10, 11] при дегенеративных заболеваниях и последствиях травмы позвоночника у пациентов взрослого возраста. Однако данная технология не нашла широкого

применения в детской практике. Несмотря на это, нами разработаны методологические основы использования оптической 3D-КТ навигации при оперативном лечении детей с идиопатическим сколиозом. Использование навигационной системы во время хирургической коррекции идиопатического сколиоза у детей позволяет существенно увеличить возможность корректной установки транспедикулярных винтов в деформированные позвонки, вовлеченные в дугу искривления, и значительно уменьшить риск осложнений в ходе операции.

Цель исследования: определить особенности тактики хирургической коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации у детей с применением транспедикулярных спинальных систем и оптической 3D-КТ навигации.

Материал и методы

Под нашим наблюдением находилось 24 пациента в возрасте 14–17 лет (21 девочка и 3 мальчика) с идиопатическим сколиозом грудной локализации. Во всех случаях был отмечен правосторонний тип деформации. Величина основной дуги искривления варьировала от 52° до 92° по Cobb.

Пациентам осуществляли предоперационное обследование по общепринятой методике. Выполняли рентгенографию позвоночника в двух проекциях (прямой и боковой) стоя и лежа. Оценивали мобильность грудного отдела позвоночника путем проведения функциональных спондилограмм с наклоном вправо и влево. 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. Данные КТ импортировали при помощи носителя в планирующую систему навигации, оснащенной программным обеспечением SpineMap 3D.

На основе трехмерной КТ-реконструкции в планирующей станции измеряли в плоскости относительно каждого позвонка внешний и внутренний поперечный и продольный диаметр корня дуги.

На основании полученных антропометрических данных диаметра корня дуги 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 от 3,5 мм до 4 мм корректная установка винта была возможна при латерализации зоны введения последнего. При поперечном диаметре корня дуги меньше 3 мм установку винта не осуществляли.

В зависимости от диаметров корней дуг и возможности установки транспедикулярных опорных элементов на вершине деформации применяли различные варианты хирургических технологий коррекции идиопатического сколиоза грудной локализации. У всех детей оперативное вмешательство выполняли только из дорсального доступа.

1 вариант:

В положении пациента на животе выполняли разрез вдоль линии остистых отростков на протяжении деформированного отдела позвоночника. Осуществляли доступ к задним костным опорным структурам тел позвонков на уровне искривленного участка. Во все тела позвонков на протяжении дуги деформации устанавливали по два транспедикулярных опорных элемента под контролем навигационной установки и осуществляли HALO-тибиальное вытяжение. С вогнутой стороны деформации в опорные элементы металлоконструкции укладывали стержень, изогнутый по физиологическому сагиттальному профилю позвоночника. Для выполнения истинного деротационного маневра позвонков систему VCM устанавливали на выпуклой и вогнутой стороне вершины деформации с опорой на транспедикулярные винты. Протяженность опоры включала 3-4 позвонка. После этого одновременно осуществляли поворот стержня на 90° и истинный деротационный маневр в грудном отделе при помощи системы VCM в противоположную сторону. Завершали манипуляции проведением сегментарной коррекции деформации с учетом distraction по вогнутой стороне искривления. Затем укладывали стержень, изогнутый по физиологическим изгибам позвоночника, с противоположной стороны и осуществляли сегментарную компрессию (рисунок). Оперативное вмешательство заканчивали стабилизацией металлоконструкции в сочетании с задним спондилодезом аутокостью из резецированных остистых, поперечных и суставных отростков вдоль спинального имплантата. Невозможность установки одного транспедикулярного винта на вершинный позвонок по вогнутой стороне деформации не исключало применения системы VCM.

2 вариант:

При невозможности корректной установки двух и более винтов по вогнутой стороне искривления, обусловленной анатомическими размерами корней дуг (менее 3,5 мм.), применяли другой вариант коррекции деформации. Идеологический подход к коррекции искривления отличался от вышеописанного варианта последовательностью установки стержней относительно сторон основной дуги и корригирующих маневров при исправлении деформации. Первый стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, укладывали в опорные элементы по выпуклой стороне искривления и осуществляли коррекцию кифотического и сколиотического компонентов деформации путем непосредственного прямого давления на вершину основной дуги и сегментарной компрессии. После этого укладывали второй стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, с противоположной стороны и выполняли окончательную коррекцию за счет сегментарной distraction (рисунок).

После операции осуществляли контрольную рентгенографию и компьютерную томографию позвоночника для оценки коррекции угла сколиотической деформации и величины ротации позвонков на вершине искривления, а так же точности и правильности установки транспедикулярных винтов.

По рентгеновским снимкам оценивали величину коррекции основной дуги деформации и сагиттальный профиль позвоночника. По данным компьютерной томографии определяли: величину деротации позвонков на вершине дуги искривления и положение винтов.

Результаты

Проведен анализ результатов хирургического лечения 24 пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации с применением 3D-КТ-навигации. Коррекция искривления по первому варианту применена у 18 человек, исправление деформации по второму варианту использовано у 6 пациентов.

Протяженность фиксации в первой группе варьировала от Th2 до L4 позвонков (от 10 до 13 позвонков). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 19 до 26, в среднем по 24 винта. Таким образом, 18 пациентам установлено 429 винтов: из них 305 – в грудном и 124 – в поясничном отделе позвоночника.

Послеоперационная коррекция деформации в первой группе во фронтальной плоскости варьировала в пределах 92 % – 99 %, деротационная коррекция апикального позвонка составила от 72 % до 94 % (табл. 1).

Таблица 1

Результаты хирургической коррекции деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации (1 вариант)

Номер	Угол сколиотической деформации (по Cobb) до операции	Угол сколиотической деформации (по Cobb) после операции	Величина коррекции сколиотической деформации
1	52 ⁰	4 ⁰	48 ⁰
2	56 ⁰	6 ⁰	50 ⁰
3	62 ⁰	2 ⁰	60 ⁰
4	64 ⁰	2 ⁰	62 ⁰
5	67 ⁰	3 ⁰	64 ⁰
6	59 ⁰	1 ⁰	58 ⁰
7	62 ⁰	1 ⁰	61 ⁰
8	76 ⁰	5 ⁰	71 ⁰
9	75 ⁰	4 ⁰	71 ⁰
10	70 ⁰	2 ⁰	68 ⁰
11	78 ⁰	6 ⁰	72 ⁰
12	66 ⁰	1 ⁰	65 ⁰
13	82 ⁰	6 ⁰	76 ⁰
14	85 ⁰	7 ⁰	78 ⁰
15	89 ⁰	7 ⁰	82 ⁰
16	92 ⁰	9 ⁰	83 ⁰
17	90 ⁰	6 ⁰	84 ⁰
18	87 ⁰	5 ⁰	82 ⁰

Протяженность фиксации во второй группе варьировала от Th5 до L3 (от 10 до 12 позвонков). Количество транспедикулярных опорных элементов на одного пациента варьировало от 15 до 22, в среднем по 18 винтов. Таким образом, 6 пациентам установлено 112 винтов: из них 86 – в грудном и 26 – в поясничном отделе позвоночника.

Послеоперационная коррекция деформации во второй группе во фронтальной плоскости варьировала в пределах 79 % – 100 % (табл. 2).

Таблица 2

Результаты хирургической коррекции деформации у пациентов с идиопатическим сколиозом грудной локализации (2 вариант)

Номер	Угол сколиотической деформации (по Cobb) до операции	Угол сколиотической деформации (по Cobb) после операции	Величина коррекции сколиотической деформации
1	73 ⁰	8 ⁰	65 ⁰
2	81 ⁰	17 ⁰	64 ⁰
3	63 ⁰	4 ⁰	59 ⁰
4	40 ⁰	0 ⁰	40 ⁰
5	80 ⁰	17 ⁰	63 ⁰
6	76 ⁰	10 ⁰	66 ⁰

У пациентов первой группы полностью восстановлен фронтальный и сагиттальный баланс туловища, у больных второй группы значительно улучшен баланс туловища. У всех больных отмечена надежная и стабильная фиксация, дестабилизации металлоконструкции не наблюдалось. Потери коррекции не отмечено ни у одного пациента на протяжении всего периода наблюдения.

Ни у одного пациента, после проведенного хирургического вмешательства, не отмечено неврологических осложнений и дестабилизации металлоконструкции.

Обсуждение

Выполнение компьютерной томографии у пациентов с идиопатическим сколиозом позволяет утонить характер костных изменений позвонков и их анатомо-антропометрические особенности. Полученные данные, импортированные в навигационную установку, позволяют оценить размеры корней дуг позвонков и возможность установки транспедикулярных опорных элементов на протяжении основной дуги деформации. Возможность корректного проведения винта через корень дуги в тело позвонка определяется, прежде всего, ее анатомическими размерами, а также пространственной ориентацией, совпадением ее продольной оси с телом позвонка (центрацией). Таким образом, точное знание анатомии деформированного отдела позвоночника, его пространственных и антропометрических характеристик позволяет оценить строение корня дуги позвонков в зоне инструментальной фиксации, пригодных для имплантации винтов и выбрать оптимальные размеры транспедикулярных опорных элементов, используемых при хирургической коррекции искривления. Имеющиеся данные позволяют до оперативного вмешательства осуществить предоперационное планирование, а, следовательно, и определить технологию коррекции идиопатического сколиоза с учетом возможности установки транспедикулярных винтов.

Установка транспедикулярных винтов на всех уровнях сколиотической деформации позвоночника является необходимым условием, позволяющим получить максимальное воздействие на позвоночник, как с точки зрения коррекции основной дуги искривления, так и получения истинного деротационного эффекта на вершине деформации благодаря использованию системы VCM. Применение тотальной транспедикулярной фиксации позволяет уменьшить протяженность зоны инструментальной стабилизации и получить лучший косметический эффект после хирургического вмешательства.

Невозможность проведения транспедикулярных опорных элементов только по вогнутой стороне основной дуги сколиотической деформации обусловлена, прежде всего, малыми размерами корней дуг позвонков. При таком варианте установки транспедикулярных винтов металлоконструкции применением системы VCM исключается. Именно поэтому первый стержень устанавливали с выпуклой стороны деформации и осуществляли коррекцию искривления путем непосредственного давления и сегментарной контракции. Второй стержень, изогнутый по физиологическим изгибам, укладывали в транспедикулярные опорные элементы по вогнутой стороне деформации и выполняли сегментарную дистракцию.

Величина коррекции сколиотической деформации грудного отдела позвоночника при первом и втором варианте вышеописанных хирургических технологий является сходной. Однако при первом варианте отмечается более выраженный и истинный деротационный эффект.

Применение различных тактических вариантов хирургической коррекции идиопатического сколиоза у детей дорзальной многоопорной транспедикулярной металлоконструкцией, основанных на анатомо-антропометрических особенностях позвонков при сколиотической деформации, дает возможность выбрать оптимальный тактический вариант коррекции основной дуги искривления с учетом корректной установкой винтов и снизить риск развития осложнений, связанных с их проведением.

Заключение

Применение оптической 3D-компьютерной навигации с обработкой предоперационных КТ-изображений и регистрацией по анатомическим ориентирам при коррекции сколиотической деформации в грудном отделе позвоночника у детей обеспечивает корректность и правильность установки транспедикулярных винтов. Использование транспедикулярных винтов на всех уровнях в зоне металлофиксации грудной дуги дает возможность применить тактический подход, основанный на осуществлении истинной деротации тел позвонков на вершине деформации и периапикальных зонах при помощи системы VCM. При невозможности установить винты по вогнутой стороне основной дуги искривления в периапикальных зонах применяют тактический подход, основанный на корригирующих манипуляциях по выпуклой стороне деформации, а потом на вогнутой стороне.

Список литературы

1. Boss N., Webb J. K. Pedicle screw fixation in spinal disorders: A European view. // Eur. Spine J. – 1997. – Vol. 6. P. 2-18.
2. Fuster S., Vega A., Barrios G., et al., Accuracy of pedicle screw insertion in the thoracolumbar spine using image-guided navigation // Neurocirugia. – 2010. – Vol. 21. P. 306-311.
3. Gaines R. W. The use of pedicle-screw internal fixation for the operative treatment of spinal disorders // J. Bone Joint Surg. Am. – 2000. – Vol. 82. P. 1458-1476.
4. Liljenqvist U. R., Halm H. F., Link T. M. Pedicle screw instrumentation of the thoracic spine in idiopathic scoliosis // Spine. – 1997. – Vol. 22. P. 2239-2245.

5. *Lonner B. S., Auerbach J. D., Estreicher M. B. et al.*, Thoracic pedicle screw instrumentation: the learning curve and evolution in technique in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis // *Spine*. – 2009. – Vol. 34. P. 2158-2164.
6. *Modi H. N., Suh S. W., Hong J. Y., et al.* Accuracy of thoracic screw using ideal pedicle entry point in severe scoliosis // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2010. № 468. P. 1830-1837.
7. *Rampersaud Y. R., Lee K. S.* Fluoroscopic computer-assisted pedicle screw placement through a mature fusion mass: An assessment of 24 consecutive cases with independent analysis of computed tomography and clinical data // *Spine*. – 2007. – Vol. 32. P. 217-222.
8. *Rajan V. V., Kamath V., Shetty A. P., et al.* Iso-C3D navigation assisted pedicle screw placement in deformities of the cervical and thoracic spine // *Indian J. Orthop.* – 2010. – Vol. 44. P. 163-168.
9. *Richter M., Cakir., Schmidt R.* Cervical pedicle screws: Conventional versus computer-assisted placement of cannulated screws // *Spine*. – 2005. – Vol. 30. P. 2280-2287.
10. *Takahashi J., Hirabayashi H., Hashidate H., et al.*, Accuracy of multilevel registration in image-guided pedicle screw insertion for adolescent idiopathic scoliosis // *Spine*. – 2010. – Vol. 35. P. 347-352.
11. *Tanaka M., Nakanishi K., Sugimoto Y., et al.*, Computer navigation-assisted spinal fusion with segmental pedicle screw instrumentation for scoliosis with Rett syndrome: a case report // *Acta Med. Okayama*. – 2009. – Vol. 63. P. 373-377.
12. *Vaccaro A. R., Rizzolo S. J., Allardyce T. J., et al.* Placement of pedicle screws in the thoracic spine: Part I: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 1995. – Vol. 77. P. 1193-1199.