



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЕНТРАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ И ФИКСАЦИИ ПРИ ДЕФОРМАЦИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА

С.В. Колесов¹, Н.С. Гаврюшенко¹, С.А. Кудряков², И.А. Шавырин²

¹Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова

²Научно-практический центр медицинской помощи детям с пороками развития черепно-лицевой области и врожденными заболеваниями нервной системы, Москва

Цель исследования. Оценка мобильности позвоночного столба при различных объемах резекции межпозвоночного диска, прочности фиксации винтов в телах позвонков при различных вариантах их проведения, возможности повышения прочности фиксации винтов в теле позвонка за счет использования костного цемента.

Материал и методы. Использовали 18 трупных блоков груднопоясничного отдела позвоночника лиц молодого возраста. Осуществляли нагрузки на разрыв и кручение межпозвоночного диска при различном объеме дискэктомии. Исследовали механическую стабильность фиксации винтов при различных вариантах их проведения и дополнительной фиксации винта костным цементом.

Результаты. При проведении испытаний наибольшая мобильность выявлена в препаратах с выполненной дискэктомией, дополненной рассечением задней продольной связки. Наиболее стабильной является двухстержневая система фиксации, наиболее предпочтительным — бикортикальное проведение винтов. Использование костного цемента позволяет увеличить механическую прочность фиксации винта в теле позвонка.

Заключение. Тотальная дискэктомия, показанная при проведении коррекции деформаций позвоночника, значительно увеличивает мобильность позвоночного столба. При выполнении винтовой фиксации тел позвонков желательно стремиться к бикортикальному проведению винтов вне зависимости от типа стержневой конструкции. Использование костного цемента позволяет улучшить механическую прочность фиксации винта.

Ключевые слова: позвоночник, деформация, эксперимент, вентральная коррекция, вентральная фиксация.

EXPERIMENTAL STUDY OF ANTERIOR CORRECTION AND FIXATION TECHNIQUES FOR SPINAL DEFORMITIES

S.V. Kolesov, N.S. Gavryushenko,
S.A. Kudryakov, I.A. Shavyrin

Objective. To assess spinal mobility with different extents of intervertebral disc resection, strength of screw fixation in vertebral bodies depending on placement techniques, and potentials for augmentation of screw fixation with bone cement.

Material and Methods. Eighteen young human cadaveric models of thoracolumbar spines were used. Discs with different extents of discectomy were exposed to rupture and torsion load. Mechanical stability of screw fixation using different placement techniques and augmentation with bone cement was assessed.

Results. The highest spinal mobility was observed after total discectomy with posterior longitudinal ligament dissection. Two-rod fixation system proved to be the most stable one, and bicortical screw placement — the most preferable. Bone cement augmentation increases mechanical stability of screws inserted into vertebral bodies.

Key Words: spine, deformity, experiment, anterior correction, anterior fixation.

Hir. Pozvonoc. 2011;(3):82–88.

Выбор метода хирургического воздействия на деформацию позвоночника часто является решающим моментом в достижении удовлетворительного результата лечения. Широко использование дорсального инстру-

ментария отодвинуло в тень вентральные методики хирургического лечения [3, 5, 12]. Упоминание об использовании вентрального инструментария в отечественной литературе ограничивается единичными публикациями,

освещающими пробный опыт лечения малого числа больных, страдающих сколиозом [1, 2, 4, 6].

Метод вентральной коррекции сколиоза впервые был представлен Dwyer et al. [7], которые предложили инстру-

ментарий, состоящий из винтов, скоб, троса и натягивающего устройства. Авторы при изучении результатов отметили высокий уровень коррекции, хороший деротирующий эффект и низкое количество неврологических осложнений. Метод получил развитие. Zielke et al. [14] предложили вместо троса использовать стержень, что позволило повысить жесткость фиксации. Наблюдения отдаленных результатов использования технологии Zielke и Dwyer выявили частые осложнения (нестабильность, перелом фиксаторов), что привело к появлению нового инструментария. Tugi et al. [13], Halm et al. [8] дополнили инструментарий жестким моделирующимся стержнем. Кроме этого, для предотвращения увеличения кифотической деформации между телами позвонков после дискэктомии внедряли специальные сетчатые имплантаты (mesh) [8, 9]. В 1996 г. Kaneda et al. [10, 11] предложили модификацию инструментария с одно- и двухстержневой компоновками (в сочетании эластичного и ригидного стержней).

В современной практике применяют как одностержневые, так и двухстержневые системы фиксации. Выбор остается за хирургом.

Операция вентральной коррекции позволяет в один этап осуществить мобилизацию передних отделов позвоночника, коррекцию и винтовую фиксацию, чем существенно отличается от традиционных дорсальных методик. Мобилизация заключается в рассечении передней продольной связки с последующим иссечением подлежащей ткани межпозвонковых дисков на вершине сколиотической дуги.

В отечественной литературе нет экспериментальных работ, посвященных биомеханическим исследованиям вентральной фиксации и изучению мобильности позвоночного столба при резекции диска.

Цель исследования — изучение мобильности позвоночного столба при различных объемах резекции межпозвонкового диска, прочности фиксации винтов в телах позвонков при различных вариантах их прове-

дения, возможных вариантов повышения прочности фиксации винтов в теле позвонка за счет использования костного цемента.

Материал и методы

Исследование проводили на базе лаборатории испытаний новых материалов, медицинской техники и метрологии ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Для проведения эксперимента выполнили забор 18 трупных блоков у лиц от 21 до 30 лет с неповрежденным позвоночником, смерть которых не связана с травматическими повреждениями. В эксперимент брали блоки с отсутствием выраженных дегенеративных изменений.

Вычленение блоков осуществляли по следующей методике: после секции трупа пересекали позвоночный столб при помощи долота на уровне Th₁ и L₅, пересекали долотом ребра по паравертебральной линии и извлекали препарат, постепенно отсекая мягкие ткани, сохраняя межпозвонковые диски и связки. Осуществляли забор препарата из 6–8 позвонков груднопоясничного отдела позвоночника. Затем скальпе-

лем производили деление препарата на блоки, состоящие из двух позвонков и межпозвонкового диска, а также на отдельные позвонки (рис. 1).

Исследование мобильности диско-связочных структур. Для определения мобильности диско-связочных структур вентрального отдела позвоночника были изготовлены блоки, представленные сегментом из двух позвонков с сохраненными связками и межпозвонковым диском. Перед экспериментом на блоках производили резекцию части диска до пульпозного ядра и полное удаление диска, дополненное рассечением задней продольной связки. В качестве контрольной группы использовали целый блок с неповрежденными диско-связочными структурами (рис. 1а–в).

После подготовки препараты при помощи специального крепления и металлического цилиндра с фиксирующими стержнями закрепляли на траверсе универсальной испытательной машины «Zwick» (Германия) для проведения тестов на растяжение. При проведении испытаний на кручение трупный блок прочно крепили в трехкулачковом зажиме.

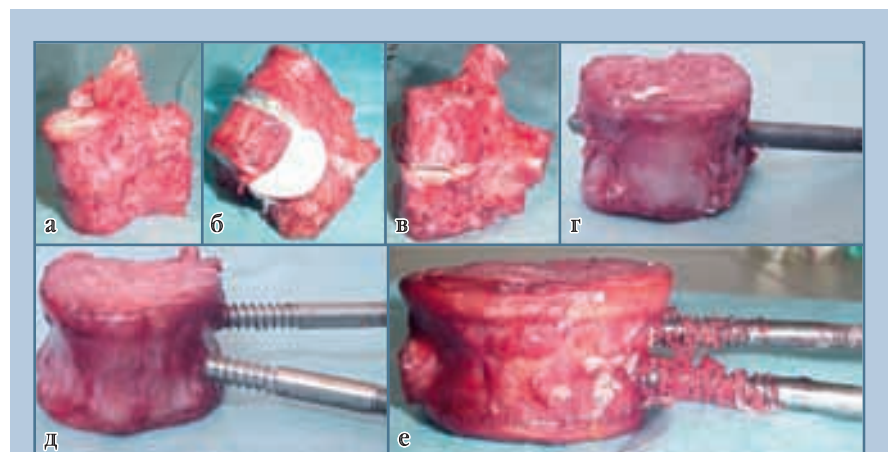


Рис. 1

Внешний вид исследуемых блоков: а – целый блок; б – блок с резецированным наполовину диском; в – блок после тотальной дискэктомии, с рассеченной задней продольной связкой; г – тело позвонка с бикортикально проведенным винтом; д – в тело позвонка введено два стержня монокортикально; е – внешний вид препарата после исследования на вырывание винтов

Тестирование на растяжение проводили со скоростью 15 мм/мин. Записи результатов осуществляли на бумажном носителе. По оси абсцисс регистрировали усилие в ньютонах и ньютон-метрах (при кручении), по оси ординат — смещение в миллиметрах или градусах. Визуально оценивали состояние препарата.

Производили измерение прочности дисковязочного аппарата целого блока и остаточной прочности связок, а также межпозвоночного диска позвоночного столба после частичной и полной дискэктомии с дополнительным рассечением задней продольной связки.

Исследование механической стабильности фиксации винта. Для эксперимента были заготовлены препараты, представляющие собой неповрежденные отдельные тела позвонков. В тело позвонка грудного и поясничного отделов позвоночника вкручивали винт диаметром 6 мм (рис. 1г–е). Введение винтов осуществляли по стандартной методике. Первично при помощи трехгранного шила формировали канал, в который на разную глубину вкручивали винт — монокортикально наполовину ширины поперечника тела позвонка и бикортикально и через всю толщу тела позвонка (рис. 2, препараты 1, 3, 4).

Для исследования прочности фиксации двухвинтовой ventральной системы в тело препарата по одинаковой методике было введено два винта. Сначала формировали канал при помощи трехгранного шила, затем на разную глубину вкручивали дорсальный винт параллельно задней стенке позвоночного канала и ближе к верхней замыкательной пластинке, вводили ventральный винт под углом 15° к дорсальному и ближе к нижней замыкательной пластинке (рис. 1д). Винты фиксировали монокортикально, бикортикально и на разную глубину: ventральный — бикортикально, дорсальный — монокортикально (рис. 2, препараты 5, 6, 7). Свободные части винтов соединяли и прочно фиксировали между собой пластиной.

Для изучения возможных вариантов и повышения прочности фикса-

ции винтов в теле позвонка за счет использования костного цемента были подготовлены дополнительные блоки. Для моделирования нестабильного положения винта (расшатывания) использовали предварительное рассверливание тела позвонка 5- или 6-миллиметровым сверлом. Полученный канал при помощи инъекционного шприца заполняли акриловым костным цементом, затем вкручивали винт. После застывания цемента, через 15 мин, производили нагрузочные тесты.

Для контрольного теста винт провели бикортикально без рассверливания и дополнительно фиксировали костным цементом. Канал формировали трехгранным шилом, перед введением винт погружали в цемент (рис. 2, препарат 2).

Подготовленные блоки закрепляли зажимами машины «Zwick» для проведения нагрузочных тестов. Осуществляли определение усилия на разрыв (вырывание винта).

Выполняли визуальный контроль над препаратом, состоянием винта и блока. Графически на стен-

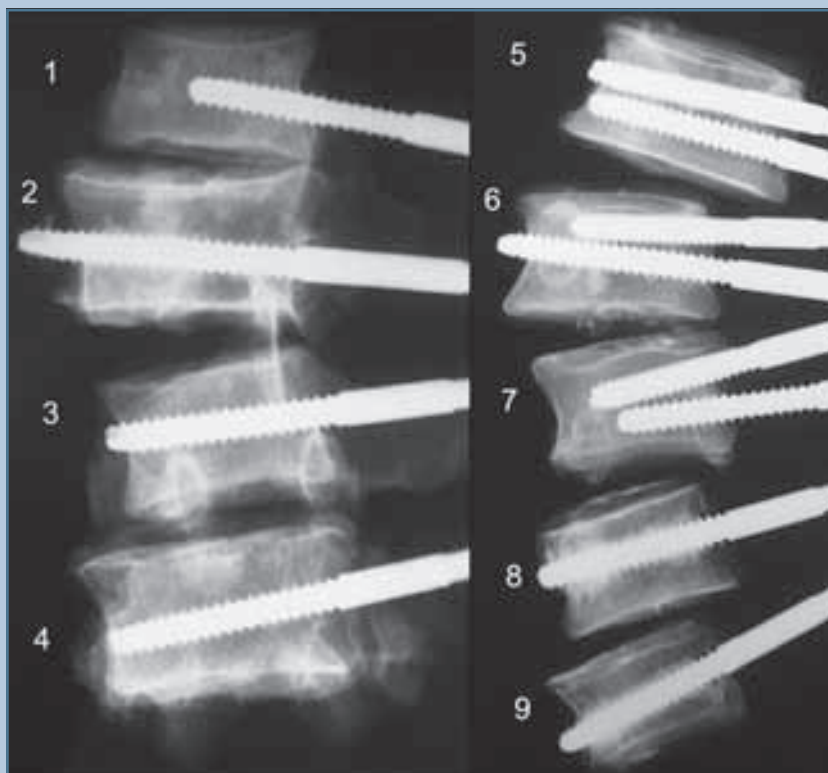


Рис. 2

Рентнограммы препаратов:

1 – винт погружен в тело позвонка на 1/2; 2, 8 – тело позвонка рассверлено на 6 мм, введен винт 6 мм, дополнительно фиксирован костным цементом; 3 – винт проведен в тело позвонка бикортикально; 4 – винт вкручен в тело позвонка бикортикально, без рассверливания, дополнительно фиксирован цементом; 5 – введено два винта бикортикально; 6 – введено два винта: дорсальный – бикортикально, ventральный – монокортикально; 7 – введено два винта монокортикально; 9 – тело позвонка рассверлено на 5 мм, введен винт 6 мм, дополнительная фиксация костным цементом

де производили запись результатов тестов. Замеряли механическую устойчивость винта в теле позвонка при разных вариантах и сочетании их проведения.

Результаты и их обсуждение

Мобильность вентральных отделов позвоночника при растяжении. На стенде «Zwick» исследование показало следующие результаты: наибольшее сопротивление оказали блоки с сохраненными диско-связочными структурами, усилие на разрыв составило 1272 Н, что привело к растяжению диска на 7 мм. Завершилось растяжение переломом тела позвонка, что свидетельствует о прочности связочного комплекса по сравнению с костной тканью за счет его эластичности.

Растяжение образца, подвергнутого резекции передней продольной связ-

ки и половины диска до пульпозного ядра, выдержало усилие в 1136 Н, позволило растянуть диск на 11 мм. Тотальное удаление диска, дополненное рассечением задней продольной связки, при усилении в 304 Н привело к растяжению диска до 17 мм (рис. 3).

Мобильность вентральных диско-связочных структур позвоночника при кручении. Исследование показало, что наиболее прочным оказался целый блок с сохраненными связками. Нагрузка достигла 84,00 Н·м, целостность диско-связочного комплекса не нарушилась. Наступило разрушение тел позвонков в местах их фиксации в тисках. При резекции передней продольной связки и половины диска средняя нагрузка составила 15,25 Н·м. При этом зафиксировано смещение тел позвонков относительно друг друга на 1 мм. При тотальной резекции диска с рассечением задней продольной связки произошло смещение

тел позвонков на 1 мм при нагрузке в 4,10 Н·м (рис. 4).

Механическая стабильность винтовой фиксации. Исследование прочностных характеристик фиксации при различных условиях проведения винтов показало, что наиболее стабильной является двухвинтовая фиксация, при которой производится проведение дорсального винта бикортикально, а вентрального — моно-кортикально. Максимальное усилие на вырывание составило 1700 Н. Проведение двух винтов через два кортикальных слоя показало среднюю суммарную прочность 1490 Н. Винт, фиксированный без рассверливания с дополнительной фиксацией цементом, выдержал нагрузку 1320 Н, а простое бикортикальное введение одного винта — 1300 Н. Прочность фиксации винта в теле позвонка, рассверленного сверлом 6 мм, с применением цемента составила 1055 Н. Неполное

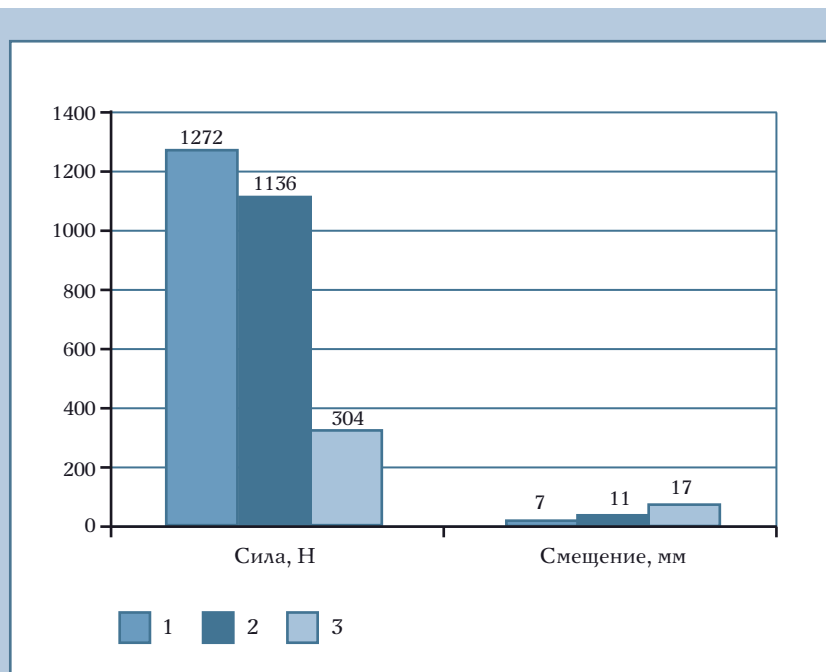


Рис. 3

Сила сдвига позвонков с различными разрушениями:

1 – блок из двух тел с сохраненными связками и диском; 2 – блок с рассечением передней продольной связки и резекцией диска на 1/2; 3 – блок с тотально резецированным диском, рассеченной передней и задней продольными связками

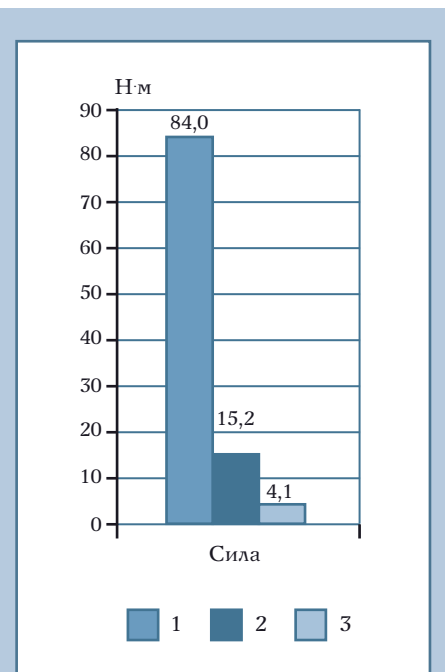


Рис. 4

Момент кручения при испытании блоков позвонков:

1 – целый блок; 2 – резекция диска на 1/2; 3 – тотальное удаление диска

введение двух винтов монокортикально выдержало среднюю суммарную нагрузку в 546 Н. Винт, фиксированный на цемент в рассверленном на 5 мм канале тела позвонка, выдержал нагрузку 400 Н, а винт, вкрученный наполовину поперечника тела позвонка, — 330 Н (рис. 5).

Оценка мобильности вентрального отдела позвоночника при разном по объему удалении дисковязочных структур в эксперименте наглядно показывает влияние межпозвонкового диска и продольных связок на состояние мобильности позвоночного столба. Эффективность релиза вентральных отделов позвоночника увеличивается при резекции диска. При оценке мобильности экспериментальных бло-

ков в качестве контрольного значения мы использовали данные, полученные при тестировании целых блоков (с неповрежденными дисковязочными структурами), которые приняты за 100% показатель эластичности дисковязочного комплекса.

Парциальная резекция диска (наполовину до пульпозного ядра) при растяжении блока с нагрузкой в 89% от целого блока позволяет увеличить растяжимость диска на 57%. Тотальная дискэктомия, дополненная рассечением задней продольной связки, уменьшает нагрузку до 23% от целого блока и увеличивает мобильность блока на 142% (табл. 1).

Усилие, необходимое для ротации тел позвонков, зависит от состо-

яния межпозвонкового диска и связок. При кручении сопротивление целого диска разрушению составило 84 (100%) Н·м. Парциальная дискэктомия уменьшает момент, необходимый для ротации позвонка, до 18,1%. При выполнении тотальной дискэктомии с рассечением задней продольной связки для ротации тел позвонков исследуемого блока достаточно усилия всего в 4,8% от необходимого для кручения неповрежденного блока (табл. 2).

Проведенное исследование также определило нагрузки, которые ложатся на металлоконструкцию, фиксирующую позвоночник. Анализируя полученные результаты, мы оценивали механическую прочность различных вариантов винтовой фиксации в сравнении с бикортикально проведенным винтом. На практике этот метод применяется чаще остальных и считается надежным. Данные, полученные при тестировании этого метода, были приняты за 100% прочности фиксации винта при вырывании.

Расчет показал, что использование двухстержневых систем увеличивает механическую прочность фиксации в среднем на 14–30%. На стабильность фиксации положительно влияет глубина погружения винта в тело позвонка. Монокортикальное введение винта снижает прочность фиксации на 60–75% в сравнении с бикортикальным. Использование дополнительных средств фиксации в виде акрилового костного цемента увеличивает прочность фиксации винта в кости от 1% (при первичном вкручивании винта в неповрежденное тело позвонка) до 81% (при фиксации винта в рассверленном отверстии тела позвонка). Это, видимо, связано с увеличением площади контакта «кость — цемент — металл», а также с адгезивными свойствами цемента.

К неэффективным мы склонны отнести методы фиксации, прочность которых оказалась менее 80%. Это неполное введение винтов в тело позвонка через один кортикальный слой на глубину половины поперечника тела позвонка (табл. 3).

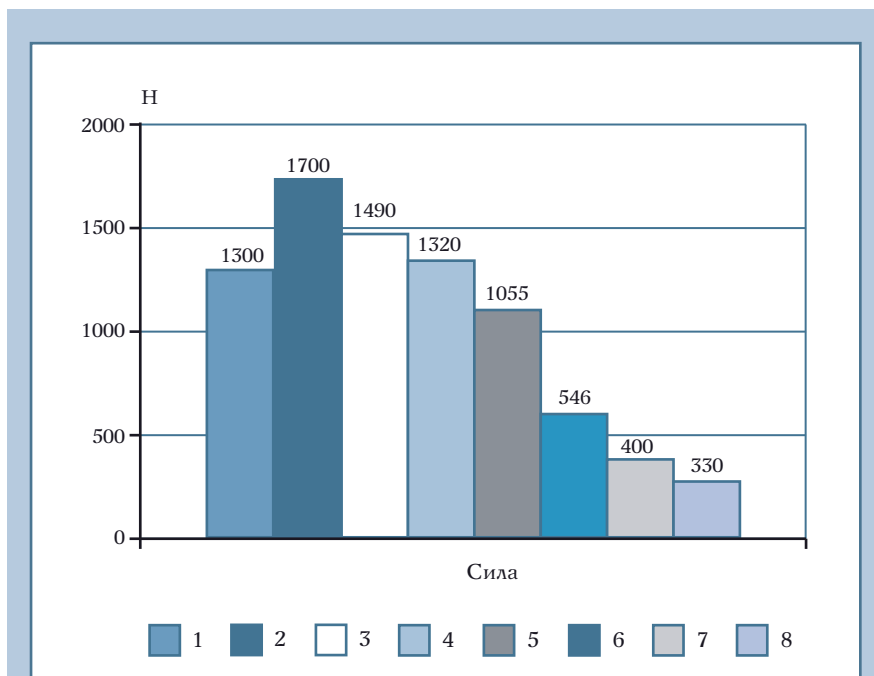


Рис. 5

Определение прочности крепления винтов в теле позвонка:

1 – винт проведен в тело позвонка бикортикально; 2 – введено два винта: дорсальный – бикортикально, вентральный – монокортикально; 3 – введение двух винтов бикортикально; 4 – винт вкручен в тело позвонка бикортикально, без рассверливания, дополнительно фиксирован цементом; 5 – тело позвонка рассверлено на 6 мм, введен винт 6 мм, дополнительно фиксирован костным цементом; 6 – введено два винта монокортикально; 7 – тело позвонка рассверлено на 5 мм, введен винт 6 мм, дополнительная фиксация костным цементом; 8 – винт погружен в тело позвонка на 1/2

Таблица 1

Сила нагрузки и степень растяжения межпозвонкового диска груднопоясничного отдела позвоночника

Степень резекции дисковязочного аппарата	Сила, Н	Сопротивление, %	Смещение, мм	Мобильность, %
Сохранены связки и диск блока	1272	100	7	100
Резецирована передняя продольная связка и 1/2 диска	1136	89	11	157
Тотальное удаление диска и рассечение задней продольной связки	304	23	17	242

Таблица 2

Момент кручения диска в зависимости от объема дискэктомии

Вид препарата	Сила, Н•м	Сопротивление, %
Блок из двух позвонков с сохраненными диском и связками	84,00	100,0
Блок с резецированным диском на 1/2 и передней продольной связкой	15,25	18,1
Тотальное удаление диска и рассечение задней продольной связки	4,10	4,8

Таблица 3

Механическая прочность фиксации винтов в теле позвонка при различных вариантах введения

Вид препарата	Сила, Н	Прочность, %
Один винт введен в тело позвонка бикортикально	1300	100
Введены два винта: дорсальный — бикортикально, вентральный — монокортикально	1700	131
Введены два винта бикортикально	1490	115
Винт введен в тело позвонка без рассверливания с использованием цемента	1320	101
Тело позвонка рассверлено на 6 мм, введен винт 6 мм с использованием цемента	1055	81
Введены два винта монокортикально	546	42
Тело позвонка рассверлено на 5 мм, введен винт 6 мм с использованием цемента	400	31
Один винт введен в тело позвонка монокортикально	330	25

Выводы

1. Максимальная мобилизация вентрального отдела позвоночника возможна после тотальной дискэктомии с дополнительным рассечением задней продольной связки.
2. Наибольшей механической стабильностью обладают двухвинтовые системы при бикортикальном и сочетанном проведении винтов в тело позвонка.
3. При использовании одновинтовых систем нужно стремиться к бикортикальному проведению винта.
4. Дополнительная стабилизация винта цементом увеличивает механическую стабильность до 80% при фиксации винта в поврежденном позвонке.
5. Монокортикальное введение винта в эксперименте показало низкую механическую стабильность.

Литература

1. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С. и др.** Хирургическое лечение груднопоясничного и поясничного сколиоза // Хирургия позвоночника. 2004. № 2. С. 12–18.
2. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С.** Хирургическое лечение груднопоясничного и поясничного сколиоза с использованием дорсального и вентрального инструментария // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии: Тез. докл. науч.-практ. конф. СПб., 2005. С. 87.
3. **Ветрилэ С.Т., Кулешов А.А., Швец В.В.** Сравнительный анализ результатов оперативного лечения сколиоза с применением дистрактора Harrington в сочетании с методом Luque и системы Cotrel – Dubousset // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1999. № 2. С. 7–15.
4. **Дулаев А.К., Ястребков Н.М., Орлов В.П.** Применение вентральных доступов в хирургии грудного и груднопоясничного отделов позвоночника // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 2000. № 3. С. 21–27.
5. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002.

6. **Рубашкин С.А.** Анатомо-морфометрическое обоснование хирургической коррекции сколиотической деформации: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2008.
 7. **Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA.** An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. Clin Orthop Relat Res. 1969;62:192–202.
 8. **Halm H, Liljenqvist U, Castro WH, et al.** Augmentation of ventral derotation spondylodesis according to Zielke with double-rod instrumentation. Preliminary report on two-year results of thoracolumbar curves. Acta Orthop Belg. 1995;61:286–293.
 9. **Halm H, Liljenqvist U, Niemeyer T, et al.** Halm – Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial. Eur Spine J. 1998;7:429–434.
 10. **Kaneda K, Satoh S, Fujiya N.** Analysis of results with Zielke instrumentation for thoracolumbar and lumbar curvature. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1985;59:841–851.
 11. **Kaneda K, Shono Y, Satoh S, et al.** New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. Spine. 1996;21:1250–1262.
 12. Spinal Deformities: The Essentials / Ed. by RF Heary, TJ Albert. Thieme, 2007:45–190.
 13. **Turi M, Johnston CE II, Richards BS.** Anterior correction of idiopathic scoliosis using TSRH instrumentation. Spine. 1993;18:417–422.
 14. **Zielke K, Stunkat R, Beaujean F.** Ventrale derotations-spondylodesis. Arch Orthop Unfallchir. 1976;85:257–277.
1. Vetrile ST, Kuleshov AA, Vetrile MS, et al. [Surgical treatment of thoracolumbar and lumbar scoliosis]. Hir Pozvonoc. 2004;(2):12–18. In Russian.
 2. Vetrile ST, Kuleshov AA, Vetrile MS. [Surgical treatment of thoracolumbar and lumbar scoliosis using posterior and anterior instrumentation]. Current Issues of Pediatric Traumatology and Orthopaedics. Proceedings of the Conference, St. Petersburg, 2005:87. In Russian.
 3. Vetrile ST, Kuleshov AA, Shvets VV. [Comparative analysis of results of surgical treatment for scoliosis with Harrington distractor in combination with Luque method and Cotrel – Dubousset Instrumentation]. Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova. 1999;(2):7–15. In Russian.
 4. Dulaev AK, Yastrebkov NM, Orlov VP. [Application of anterior approaches in thoracic and thoracolumbar spine surgery]. Vestnik Travmatologii i Ortopedii im. N.N. Priorova. 2000;(3):21–27. In Russian.
 5. Mihaylovsky MV, Fomichev NG. [Surgery of Spinal Deformities]. Novosibirsk, 2002. In Russian.
 6. Rubashkin SA. [Anatomic and morphometric substantiation of surgical correction of scoliotic deformity]. Summary of the Candidate of Medicine Thesis. Saratov, 2008. In Russian.
 7. Dwyer AF, Newton NC, Sherwood AA. An anterior approach to scoliosis. A preliminary report. Clin Orthop Relat Res. 1969;62:192–202.
 8. Halm H, Liljenqvist U, Castro WH, et al. Augmentation of ventral derotation spondylodesis according to Zielke with double-rod instrumentation. Preliminary report on two-year results of thoracolumbar curves. Acta Orthop Belg. 1995;61:286–293.
 9. Halm H, Liljenqvist U, Niemeyer T, et al. Halm – Zielke instrumentation for primary stable anterior scoliosis surgery: operative technique and 2-year results in ten consecutive adolescent idiopathic scoliosis patients within a prospective clinical trial. Eur Spine J. 1998;7:429–434.
 10. Kaneda K, Satoh S, Fujiya N. Analysis of results with Zielke instrumentation for thoracolumbar and lumbar curvature. Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi. 1985;59:841–851.
 11. Kaneda K, Shono Y, Satoh S, et al. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis. Application of the Kaneda two-rod system. Spine. 1996;21:1250–1262.
 12. Spinal Deformities: The Essentials / Ed. by RF Heary, TJ Albert. Thieme, 2007:45–190.

References

Адрес для переписки:
 Кудряков Степан Анатольевич
 119620, Москва, ул. Авиаторов, 38,
 ventral@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 15.03.2011

С.В. Колесов, д-р мед. наук; Н.С. Гаврюшенко, д-р техн. наук, проф., Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва; С.А. Кудряков, канд. мед. наук; И.А. Шавырин, канд. мед. наук, Научно-практический центр медицинской помощи детям с пороками развития черепно-лицевой области и врожденными заболеваниями нервной системы, Москва. S.V. Kolesov, MD; N.S. Gavryushenko, PhD, Prof., The Priorov Central Institute of Traumatology and Orthopaedics, Moscow; S.A. Kudryakov, PhD in Medicine, I.A. Shavyrin, PhD in Medicine, Scientific and Practical Centre for Medical Care to Children with Craniofacial Abnormalities and Congenital Nervous System Disorders, Moscow.