© А.Е. КОБЫЗЕВ И ДР., 2013

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВРЕМЕННОЙ ФИКСАЦИИ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО СЕГМЕНТА ВИНТАМИ И СКОБАМИ ИЗ НИКЕЛИДА ТИТАНА В РАСТУЩЕМ ОРГАНИЗМЕ

А.Е. Кобызев, Т.А. Силантьева, В.В. Краснов, Ю.М. Ирьянов

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Курган

Цель исследования. Сравнительная оценка эффективности стабилизации позвоночно-двигательного сегмента, выполненной с применением жесткой инструментальной фиксации и динамических скоб из никелида титана.

Материал и методы. На 20 беспородных 4-месячных собаках обоего пола выполняли фиксацию тел смежных позвонков в поясничном отделе позвоночного столба. В первой серии опытов в качестве фиксатора использовали пластину для накостного остеосинтеза, во второй — скобы из никелида титана с эффектом термохимической памяти формы. Всем животным выполняли рентгенографию и рентгенограмметрию поясничного отдела позвоночника. Гистологически исследовали тела поясничных позвонков в области размещения имплантатов.

Результаты. В процессе роста животных происходит миграция фиксирующих винтов во фронтальной плоскости. При фиксации смежных позвонков скобами из никелида титана вокруг имплантатов происходит формирование хорошо васкуляризированной соединительно-тканной капсулы с развитым волокнисто-пучковым остовом, связанным с костным ложем перфорирующими волокнами, что обеспечивает микроподвижность позвоночного сегмента, предотвращение миграции имплантата и сохранение трофического обеспечения фиксированной области.

Заключение. Фиксация смежных тел позвонков скобами из никелида титана более эффективна.

Ключевые слова: позвоночный столб, имплантаты, пластина для накостного остеосинтеза, винты, скобы, никелид титана.

COMPARATIVE EVALUATION OF TEMPORARY SPINAL MOTION SEGMENT FIXATION WITH SCREWS AND NITI CLAMPS IN A GROWING SPINE

A.E. Kobyzev, T.A. Silantjeva, V.V. Krasnov, Yu.M. Iryanov

Objective. To compare the efficacy of spinal motion segment stabilization with rigid instrumental fixation and dynamic NiTi clamps.

Material and Methods. Fixation of contiguous vertebral bodies in the lumbar spine was performed in 20 mongrel dogs, males and females, 4 months of age. A plate for internal osteosynthesis as a fixator was used in the first experimental series and NiTi clamps with thermochemical shape memory effect — in the second. All animals were examined using radiography and roentgenometry of the lumbar spine. The instrumented lumbar vertebrae were investigated histologically.

Results. Fixing screws of a plate migrated in the coronal plane during the animal's growth. Fixation of contiguous vertebrae with NiTi clamps results in formation of well-vascularized connective-tissue capsule with well-developed fibrous bundle framework connected to bone bed with perforating fibers, thus providing micromotion of the spinal segment, prevention of implant migration, and trophic support of the fixed area.

Conclusion. The study showed that fixation of contiguous vertebral bodies with NiTi clamps was more effective.

Key Words: spine, implants, plate for internal osteosynthesis, screws, clamps, titanium nickelide.

Hir. Pozvonoc. 2013;(2):62–67.

В настоящее время все большее распространение приобретают минимально-инвазивные технологии не только при выполнении переднего релиза позвоночника, но и при коррекции деформаций [18, 20, 21].

Создание надежного спондилодеза, по мнению многих исследователей [2, 3, 13, 22, 23], является патогенетически обоснованным и радикальным методом лечения травм и заболеваний позвоночного столба, сопровождающихся нарушением опорной функции. Для стабилизации двух и более позвонков применяют различные металлоконструкции. Наибольшее распространение получила так называемая задняя фиксация с применением транспедикулярных фиксаторов,

впервые предложенных Roy-Camile в 1961 г. [15].

Использование передних накостных конструкций для фиксации позвонков началось значительно позже [25]. В связи с низкой механической прочностью губчатой костной ткани тела позвонка предложенные технологии предусматривают фиксацию как минимум двумя винтами, каждый из которых проводят через тело позвонка до противоположной замыкательной пластинки. Однако даже при соблюдении всех необходимых условий фиксации отмечается от 2 до 11 % осложнений, связанных с нестабильностью передних конструкций [17, 19].

Появление в медицинской практике сплава из никелида титана, имеющего уникальные свойства, такие, как упругость, циклическая долговечность, биологическая инертность, позволило сократить количество осложнений, связанных с нестабильностью остеосинтеза [6].

Для предотвращения прогрессирования деформаций сегментов скелета у пациентов с высокой потенцией роста применяют метод контроля ростковых зон, предложенный Phemister в 1933 г. [24]. Использование в качестве фиксатора скобы из никелида титана позволяет добиться необходимой стабильности соединения позвоночно-двигательного сегмента с одной стороны позвонка, оставляя свободной противоположную сторону тела. При этом сохраняется возможность микродвижений в сегменте за счет эластических свойств никелида титана [4].

Цель исследования – сравнительная оценка эффективности стабилизации позвоночно-двигательного сегмента, выполненной с применением жесткой инструментальной фиксации и динамических скоб из никелида титана.

Материал и методы

В соответствии с принятыми нормативными документами о гуманном обращении с животными выполняли фиксацию тел смежных позвонков в поясничном отделе позвоночного столба беспородных 4-месячных собак обоего пола. В первой серии опытов (n = 5) в качестве фиксатора использовали пластину «MatrixRIB» с двумя винтами, во второй серии (n = 15) – скобы из никелида титана с эффектом термохимической памяти формы [9].

Всем животным выполняли рентгенографию поясничного отдела позвоночного столба один раз в 7 дней в дорсовентральной и латеральной проекциях рентгеновским аппаратом «Matrix HP». Рентгенограмметрию осуществляли с помощью программы для анализа изображений «Digimizer 4.2.1».

Животных выводили из эксперимента через 3 мес. после операции путем внутривенного введения 5 % раствора тиопентала натрия в летальной дозе (дозировка для наркоза ×3) [8]. Для гистологического исследования вычленяли поясничный отдел позвоночного столба. После фиксации в 10 % растворе нейтрального формалина выпиливали фрагменты, содержащие смежные позвонки с межпозвонковым диском и прилегающими тканями. Материал обрабатывали общепринятым методом и заливали в целлоидин либо парафин. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван-Гизона [7]. Светооптическое исследование и микрофотосъемку препаратов проводили с использованием светового микроскопа «Микмед-5» и цифровой камеры-окуляра «DCM-300» в комплекте с программным обеспечением «ScopePhoto».

Результаты

Результаты рентгенографического и рентгенограмметрического исследований показали, что к 3 мес. эксперимента у всех животных первой серии наблюдалась миграция (угловое смещение) фиксирующих винтов во фронтальной плоскости до 18,2° (рис. 1а). При этом преимущественно отмечалась миграция винта, расположенного в краниальном позвонке позвоночно-двигательного сегмента.

При использовании динамических пластин для временной фиксации позвоночно-двигательного сегмента нестабильности выявлено не было (рис. 1б).

Гистологическое исследование тел позвонков показало, что в первой серии опытов в области размещения металлоконструкций компактная костная пластинка была порозной. На ее периостальной поверхности определялись многочисленные лакуны резорбции, заполненные рыхлой соединительной тканью. Губчатое вещество пластинчатой костной ткани заполнял красный костный мозг с явлениями перитрабекулярного отека, отмечалось полнокровие синусоидов. Стенки канала фиксатора сформированы губчатой костной тканью (рис. 2а). На поверхности трабекул многочисленные остеокласты, резорбционные лакуны (рис. 2б). Остеобласты имели эухроматиновое ядро с 2–3 ядрышками, развитую базофильную цитоплазму. Внутрикостные фиксирующие элементы отграничены капсулой из слабоваскуляризированной плотной неоформленной соединительной ткани и волокнистого хряща. На всем протяжении в ней имелись включения детрита, некробиотически измененные участки. На границе комплекса тканей, формирующих капсулу, и костной ткани позвонка располагалась рыхлая соединительная ткань с нежной фибриллярной сетью коллагеновых волокон. В ее составе определялись многочисленные фибробластоподобные клетки, моно- и полинуклеарные фагоциты. Тонкостенные микрососуды капиллярного типа, врастающие из межтрабекулярных пространств, были гиперемированными (рис. 2б). Таким образом, в области имплантации наблюдался активный перестроечный процесс, ведущий к нестабильности фиксирующих элементов.

При использовании скоб из никелида титана прилежащие к периостальной поверхности и погруженные в костную ткань тел позвонков

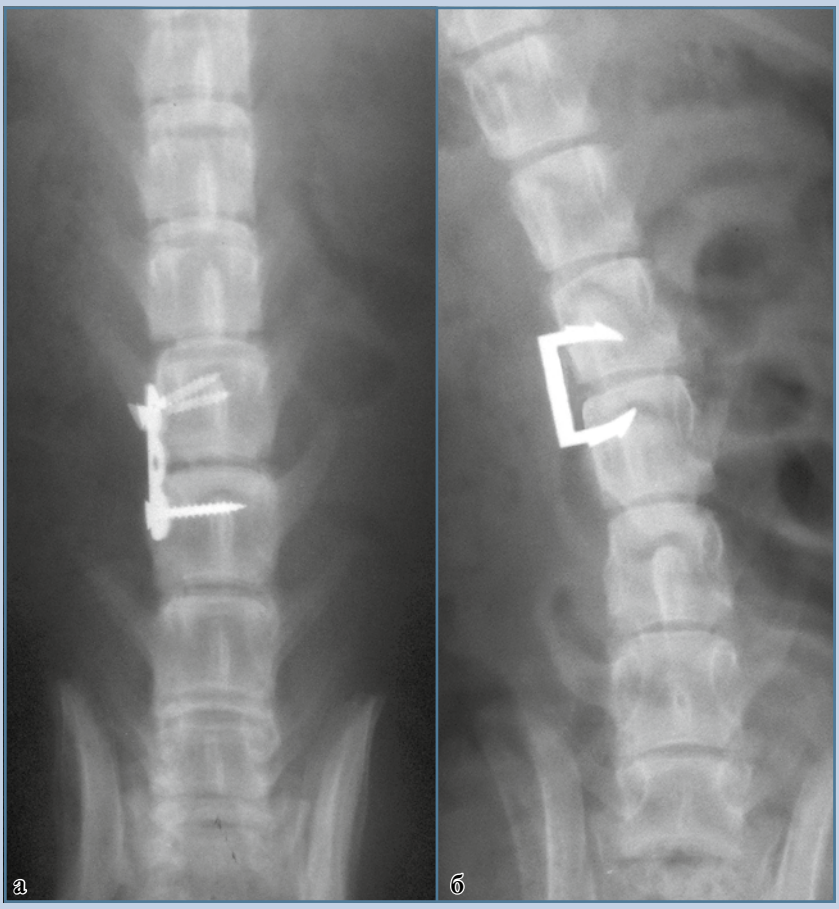


Рис. 1
Рентгенограммы поясничного отдела позвоночного столба собаки через 3 мес. фиксации накостной пластиной **(а)** с двумя винтами (совмещенное изображение рентгенограмм в день операции и через 3 мес. фиксации) и скобой из никелида титана **(б)**

элементы фиксирующих конструкций окружала хорошо васкуляризированная соединительно-тканная капсула (рис. 3а). В ее клеточном составе преобладали фибробластоподобные клетки с развитой цитоплазмой, вблизи сосудов располагались единичные фагоциты моноцитарно-макрофагального ряда. Отличительной особенностью фиброархитектоники являлась развитая сеть анастомозирующих пучков коллагеновых волокон. В пограничной зоне определялось прочное соединение костной и соединительной тканей, сформированное перфорирующими (шарпеевскими) волокнами. Костные пластинки, прилегающие к имплантатам по периостальной поверхности, как и стенки костных каналов в эндостальной части позвонков, образованы компактизированной губчатой костной тканью без признаков остеокластической резорбции и активного остеогенеза (рис. 3б). Губчатое костное вещество позвонков в области размещения имплантатов представлено плотной сетью массивных трабекул, образованных пластинчатой костной тканью. В межтрабекулярных промежутках располагался красный костный мозг. Синусоиды незначительно расширены, содержали эритроциты; явления стаза не отмечены. Данная морфологическая картина свидетельствует об отсутствии разрушающих воздействий и стабильном положении металлоимплантатов.

Обсуждение

Современные медицинские технологии позволяют применять в хирургии заболеваний и повреждений позвоночного столба, в зависимости от стоящих перед хирургом задач, фиксирующие устройства как из заднего, так и из переднего доступов. В последние десятилетия в медицинскую практику вошла технология стабилизации вентральных отделов позвонков, позволяющая одновременно решать несколько проблем, в том числе добиться удовлетворительной коррекции деформаций позвоночного столба и сформировать передний корпородез. Однако Black et al. [17] отмечают, что применение передних винтовых фиксаторов у пациентов со сколиотической деформацией позвоночного столба приводит к их миграции в 2–11 % случаев.

У всех собак первой серии опытов выявлена миграция фиксирующих винтов, индуцированная, по нашему мнению, ростом животного и увеличением высоты позвонков фиксируемого позвоночно-двигательного сегмента. Кроме того, одной из причин лизиса костной ткани позвонка может быть излишняя жесткость стабилизирующей системы [1, 4], исключающая циклические микродеформации костей при функциональной нагрузке, которые стимулируют процессы минерализации костной ткани и тем самым предотвращают остеопороз [10, 14].

При стабилизации тел позвонков накостной металлической пластиной с внутрикостными фиксаторами (шурупами) вокруг имплантатов формируется плотная фиброзно-хрящевая капсула. Однако на границе с костным ложем располагается рыхлая соединительная ткань, не имеющая прочного коллагенового остова и слабо связанная с костными структурами. В результате постоянных механических нагрузок ткань подвергается разрушению, что ведет к резорбции костной ткани

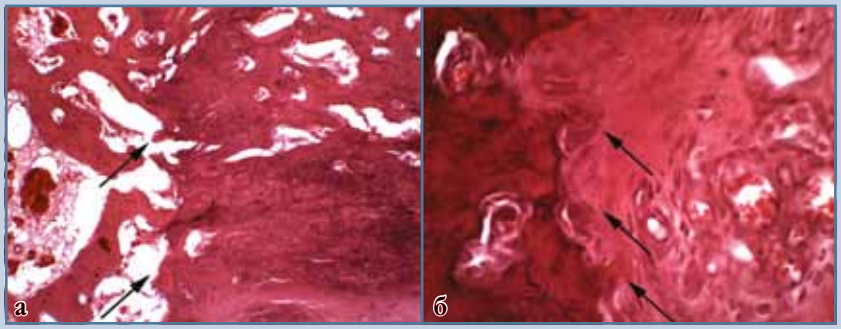


Рис. 2
Комплекс тканей тела позвонка в области размещения фиксатора накостной металлической пластины, окраска гематоксилином и эозином: **а** – канал фиксатора в разреженном губчатом костном веществе (граница указана стрелками), заполненный волокнистой соединительной и хрящевой тканями с включениями детрита (ув. об. 10×, ок. 10×); **б** – костная трабекула стенки канала (резорбционные лакуны и остекласты указаны стрелками), прилегающая к ней рыхлая соединительная ткань (об. 40×, ок. 10×)

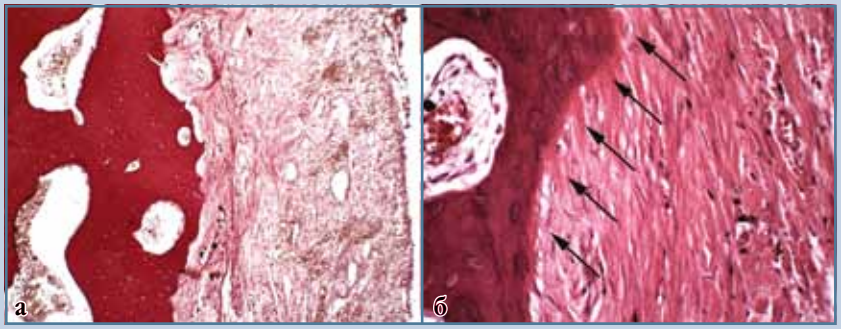


Рис. 3
Комплекс тканей тела позвонка в области размещения имплантата из никелида титана: **а** – канал фиксатора в компактизированном губчатом костном веществе, заполненный васкуляризированной соединительной тканью (окраска по Ван-Гизону; ув. об. 10×, ок. 10×); **б** – костная трабекула стенки канала без признаков активного костеобразования и резорбции (окраска гематоксилином и эозином; ув. об. 40×, ок. 10×)

ложа имплантата. Благодаря хронической травматизации ухудшается кровоснабжение тканей в области размещения металлоконструкций, что способствует дальнейшей активизации резорбтивного процесса. Данный эффект обусловлен как механическими свойствами, так и характеристиками биосовместимости материала имплантата [26].

Напротив, медицинские изделия, выполненные из никелида титана, обладают хорошей биосовместимостью, так как не являются цитотоксичными, обеспечивают адгезию клеток и не вызывают реакции отторжения в месте имплантации. Однако проведение многочисленных исследований с целью улучшения характеристик их биосовместимости свидетельствует о неоднозначности сведений по данному вопросу [16].

На сегодняшний день установлено, что при имплантации изделий из никелида титана с гладкой или нарезной поверхностью между ними и костной тканью образуется пространство, заполненное соединительной тканью. При использовании имплантатов с пористой поверхностью поры заполняются соединительной тканью, и лишь через 3 мес. наблюдаются постепенное врастание костных трабекул и остеоинтеграция [11, 12].

Существует мнение, что одной из причин хорошей биосовместимости имплантатов из никелида титана является их способность к упругой деформации, что позволяет снизить степень травматического воздействия на ткань в сравнении с более жесткими материалами [26]. Возможно, это свойство способствует инкапсуляции, поскольку соединительная ткань формируется в условиях периодического сжатия и/или растяжения [5]. Плотная соединительно-тканная капсула является амортизатором между металлоимплантатом и костной тканью, предохраняя последнюю от травматизации. Именно этот эффект наблюдается при фиксации позвоночно-двигательных сегментов поясничного отдела скобами из никелида титана. Прочный коллагеновый остов фиброзной капсулы, связанный с губчатой костью ложа имплантата перфорирующими волокнами, предохраняет ткань от механического разрушения. Сосуды микроциркулярного русла капсулы и костной ткани ложа защищены от повреждения, что обеспечивает сохранение трофики в области имплантации. Циклическое компрессирующее воздействие способствует уплотнению трабекулярной структуры кости, предотвращая развитие локальных остеопорозных изменений.

Заключение

Результаты проведенного исследования показали, что фиксация смежных тел позвонков скобами из никелида титана более предпочтительна, так как формирование вокруг имплантатов хорошо васкуляризированной соединительно-тканной капсулы с разви-

тым волокнисто-пучковым остовом, связанным с костным ложем перфорирующими волокнами, обеспечивает микроподвижность позвоночного сегмента. Этим достигается предотвращение миграции имплантата и сохранение трофического обеспечения фиксированной области.

Литература

1. **Берснев В.П., Давыдова Е.А., Кондакова Е.Н.** Хирургия позвоночника, спинного мозга и периферических нервов. СПб., 1998.
2. **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.
3. **Дулаев А.К., Надулич К.А., Ястребков Н.М.** Первый опыт коррекции сколиотической деформации поясничного отдела методом деротационного вентрального спондилодеза: М-лы VII съезда травматологов-ортопедов России. Новосибирск, 2002. С. 134.
4. **Зильбирштейн Б.М.** Лечение повреждений и заболеваний позвоночника функциональными материалами и конструкциями с памятью формы: Дис. ... д-ра мед. наук. СПб., 1993.
5. **Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А.** Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. М., 1996.
6. **Левченко С.К., Древаль О.Н., Ильин А.А. и др.** Клиническое исследование транспедикулярной конструкции со стержнем функционально-оптимального уровня жесткости из никелида титана // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2009. № 4. С. 31–35.
7. Микроскопическая техника / Под ред. Д.С. Саркисова, Ю.Л. Перова. М., 1996.
8. О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием экспериментальных животных: Приказ МЗ СССР № 755 от 12.08.1977.
9. Пат. № 120353 Российская Федерация. Устройство для коррекции сколиоза при незавершенном росте / Кобызев А.Е., Рябых С.О.; заявл. 26.09.2011; опубл. 20.09.2012, Бюл. № 26.
10. **Попков Д.А.** Способ В.И. Шевцова – А.В. Попкова – новый этап развития дистракционно-компрессионного остеосинтеза // Гений ортопедии. 1997. № 4. С. 49–51.
11. **Слизовский Г.В., Кужеливский И.И.** Современное состояние проблемы лечения костной патологии у детей // Бюллетень сибирской медицины. 2012. № 2. С. 64–77.
12. **Сысолятин П.Г., Железный П.А., Железный С.П. и др.** Репаративная регенерация при пересадке костных трансплантатов с имплантатами в эксперименте // Бюллетень СО РАМН. 2006. № 4. С. 182–187.
13. **Цивьян Я.Л.** Костная пластика на передних отделах позвоночника: М-лы VI съезда травматологов-ортопедов УССР. Киев, 1971. С. 133–138.
14. **Шевцов В.И.** Регенерация и рост тканей в условиях воздействия на них дозированных направленных физических нагрузок // Вестник РАМН. 2000. № 2. С. 19–23.
15. **An HS, ed.** Principles and Techniques of Spine Surgery. Baltimore, 1998:138–154.
16. **Bansiddhi A, Sarqeant TD, Stupp SI, et al.** Porous NiTi for bone implants: A review. Acta Biomater. 2008; 4:773–782.
17. **Black RC, Gardner VO, Armstrong GW, et al.** A contoured anterior spinal fixation plate. Clin Orthop Relat Res. 1988;227:135–142.
18. **Coltharp WH, Arnold JH, Alford WC, et al.** Videothoracoscopy: improved technique and expanded indications. Ann Thorac. Surg. 1992;53:776–779.
19. **Dhatt S, Kumar S, Arora N, et al.** Migration of anterior spinal rod from the dorsolumbar spine to the knee: an unusual complication of spinal instrumentation. Spine. 2010;35:E270–E272.
20. **Ebara S, Kamimura M, Itoh H, et al.** A new system for the anterior restoration and fixation of thoracic spinal deformities using an endoscopic approach. Spine. 2000;25:876–883.
21. **Kawakami M, et al.** Practice and clinical application of anterior discectomy with video-assisted thoracoscopic surgery in a scoliotic patient. J Japanese Scoliosis Society. 1995;10:55–59.
22. **Mehlman CT, Crawford AH.** Anterior spinal release and fusion for pediatric spinal deformity: video-assisted surgery (VATS) vs thoracotomy. Proceedings of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) Annual Meeting, Banff, May 14–16, 1997.
23. **Papin P, Arlet V, Marchesi D, et al.** [Treatment of scoliosis in the adolescent by anterior release and vertebral arthrodesis under thoracoscopy. Preliminary results]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar. 1998;84: 231–238. In French.
24. **Phemister DB.** Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. J Bone Joint Surg. 1933;15:1–15.
25. **Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, et al.** Maintaining lumbar lordosis with anterior single solid-rod instrumentation in thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 1999;24:1655–1662.
26. **Uhthoff HK, Finnegan M.** The effects of metal plates on post-traumatic remodelling and bone mass. J Bone Joint Surg Br. 1983;65:66–71.

References

1. Bersnev VP, Davydova EA, Kondakova EN. [Surgery of the Spine, Spinal Cord, and Peripheral Nerves]. St. Petersburg, 1998. In Russian.
2. Vetrile ST, Kuleshov AA, Shvets VV, et al. [The concept of surgical treatment of various forms of scoliosis using modern technologies]. Hir Pozvonoc. 2009;(4):21–30. In Russian.
3. Dulaev AK, Nadulich KA, Yastrebkov NM. [First experience with correction of scoliotic deformity in the lumbar spine using derotation anterior fusion]. Proceedings of the 7th Congress of Russian traumatologists/orthopedists. Novosibirsk, 2002:134. In Russian.
4. Zilbirshteyn BM. [The treatment of spine lesions and diseases with functional materials and shape memory constructs]. Doctor of Medicine Thesis. St. Petersburg, 1993. In Russian.
5. Lavrischeva GI, Onoprienko GA. [Morphological and Clinical Aspects of Reparative Regeneration of Supporting Organs and Tissues]. Moscow, 1996. In Russian.
6. Levchenko SK, Dreval ON, Ilyin AA, et al. [Clinical studies of transpedicular system using TiNi rod with functional optimal rigidity]. Zh Vopr Neirokhir Im N.N. Burdenko. 2009;(4):31–35. In Russian.
7. Sarkisova DS, Perova YuL, eds. [Microscopic Equipment]. Moscow, 1996. In Russian.
8. [On Measures to Improve Further Organizational Forms of the Work Using Experimental Animals. USSR Health Ministry Order No. 755, 12.08.1977]. In Russian.
9. Kobyzev AE, Ryabyh SO. [Device for scoliosis correction in incompleted growth]. RU Patent 120353, filed 26.09.2011, publ. 20.09.2012. In Russian.
10. Popkov DA. [The method of V.I.Shevtsov-A.V.Popkov – a new step in the development of distraction-compression osteosynthesis]. Genij Ortopedii. 1997;(4): 49–51. In Russian.
11. Slizovsky GV, Kuzhelivsky II. [State of the art of the treatment of bone pathology in children]. Bulletin of Siberian Medicine. 2012;(2):64–77. In Russian.
12. Sysolyatin PG, Zhelezny PA, Zhelezny SP, et al. [Reparation regeneration at transplantation of osis transplants

with implants in the experiment]. Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. 2006;(4):182–187. In Russian.
13. Tsivyan YaL. [Bone grafting of the anterior spine]. Proceedings of the 6th Congress of Russian traumatologists and orthopedists. Kiev, 1971:133–138. In Russian.
14. Shevtsov VI. [Tissue regeneration and growth during exposure to graded directed mechanical loads]. Vestnik Rossiyskoy Akademii Meditsinskih Nauk. 2000;(2): 19–23. In Russian.
15. An HS, ed. Principles and Techniques of Spine Surgery. Baltimore, 1998:138–154.
16. Bansiddhi A, Sarqeant TD, Stupp SI, et al. Porous NiTi for bone implants: A review. Acta Biomater. 2008;4: 773–782.
17. Black RC, Gardner VO, Armstrong GW, et al. A contoured anterior spinal fixation plate. Clin Orthop Relat Res. 1988;227:135–142.
18. Coltharp WH, Arnold JH, Alford WC, et al. Videothoracoscopy: improved technique and expanded indications. Ann Thorac. Surg. 1992;53:776–779.
19. Dhatt S, Kumar S, Arora N, et al. Migration of anterior spinal rod from the dorsolumbar spine to the knee: an unusual complication of spinal instrumentation. Spine. 2010;35:E270–E272.
20. Ebara S, Kamimura M, Itoh H, et al. A new system for the anterior restoration and fixation of thoracic spinal deformities using an endoscopic approach. Spine. 2000;25:876–883.
21. Kawakami M, et al. Practice and clinical application of anterior discectomy with video-assisted thoracoscopic surgery in a scoliotic patient. J Japanese Scoliosis Society. 1995;10:55–59.
22. Mehlman CT, Crawford AH. Anterior spinal release and fusion for pediatric spinal deformity: video-assisted surgery (VATS) vs thoracotomy. Proceedings of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) Annual Meeting, Banff, May 14–16, 1997.
23. Papin P, Arlet V, Marchesi D, et al. [Treatment of scoliosis in the adolescent by anterior release and vertebral arthrodesis under thoracoscopy. Preliminary results]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar. 1998;84:231–238. In French.
24. Phemister DB. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. J Bone Joint Surg. 1933;15:1–15.
25. Sweet FA, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Maintaining lumbar lordosis with anterior single solid-rod instrumentation in thoracolumbar and lumbar adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 1999;24:1655–1662.
26. Uhthoff HK, Finnegan M. The effects of metal plates on post-traumatic remodelling and bone mass. J Bone Joint Surg Br. 1983;65:66–71.

Адрес для переписки:
Кобызев Андрей Евгеньевич
640014, Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6,
РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова,
andrey_kobizev@mail.ru

Статья поступила в редакцию 19.11.2012

А.Е. Кобызев, канд. мед. наук; Т.А. Силантьева, канд. биол. наук; В.В. Краснов, д-р биол. наук; Ю.М. Ирьянов, д-р биол. наук, проф., Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Курган.
A.E. Kobyzev, MD, PhD; T.A. Silantjeva, PhD in Biology; V.V. Krasnov, ScD in Biology; Yu.M. Iryanov, ScD in Biology, Prof., Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center «Restorative Traumatology and Orthopaedics» of the RF Ministry of Healthcare, Kurgan.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Объявляет конкурс
в клиническую ординатуру и аспирантуру по специальностям
«травматология и ортопедия», «нейрохирургия», «анестезиология и реаниматология»

**Справки по телефону: 8 (383) 224-47-77
niito@niito.ru; TShustrova@niito.ru**