



Д. Е. Петренко,  
Н. А. Ашукина,  
Г. В. Иванов,  
А. А. Мезенцев

ГУ «Институт патологии  
позвоночника и суставов  
им. проф. М. И. Ситенко  
Национальной академии  
медицинских наук Украины»,  
г. Харьков

© Коллектив авторов

## ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗОНЫ МЕЖТЕЛОВОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СПОНДИЛОДЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОСТНОГО АУТОТРАНСПЛАНТАТА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**Резюме.** Представлены результаты эксперимента на 6 лабораторных крысах, которым проведен инструментальный межтеловой спондилодез хвостового отдела позвоночника. Рентгенологический контроль проводили непосредственно после хирургического вмешательства, а также через 2 недели и перед выведением животных из эксперимента. После эвтаназии животных проводили гистологическое исследование зоны хирургического вмешательства. У всех животных выявлена нестабильность металлоконструкции, при этом после установки имплантата и введения аутоотрансплантата, в зоне спондилодеза отмечено формирование полей соединительной ткани, отличающейся по биомеханическим свойствам от костной. Таким образом перестройка и рассасывание костного аутоотрансплантата, устанавливаемого в межтеловой промежуток при проведении инструментального межтелового спондилодеза, нарушает стабильность фиксации позвоночно-двигательных сегментов.

**Ключевые слова:** *вентральный спондилодез, псевдартроз, сколиоз, нестабильность имплантата.*

### Введение

Начиная с 1911, когда Hibbs и Albee впервые описали методику спондилодеза [9, 13], использование аутоотрансплантатов при хирургическом лечении травматических повреждений позвоночника, его воспалительных заболеваний и деформаций остается «золотым стандартом» вертебральной хирургии.

Основными целями хирургического лечения сколиотической деформации является восстановление сагиттального и фронтального баланса позвоночника и достижение качественного спондилодеза, позволяющего сохранить достигнутую коррекцию и избежать осложнений в послеоперационном периоде [12].

Несмотря на значительный прогресс в хирургии позвоночника и понимании биологических процессов, проходящих при созревании костного блока, изучение причин и механизмов развития псевдартроза остается предметом дискуссий ученых во всем мире. Так, в частности, установлено, что применение вентрального корригирующего спондилодеза при сколиотической деформации позвоночника, по данным разных авторов, в 7-30 % случаев приводит к возникновению псевдартрозов в отдаленном послеоперационном периоде. Следствием псевдартрозов являются переломы имплантатов, развитие инфекционных и неврологических осложнений [10, 11]. Механизмы и причины возникновения этих осложнений при проведении межтелового

спондилодеза окончательно не изучены, что обуславливает актуальность нашего исследования.

### Цель исследования

В условиях экспериментального моделирования инструментального межтелового спондилодеза у мелких лабораторных животных изучить морфологические особенности образования межтелового спондилодеза с применением аутоотрансплантата.

### Материалы и методы исследований

Эксперимент проведен на 6 белых лабораторных крысах (возраст 5 мес, масса тела от 430 до 500 г) популяции экспериментально-биологической клиники ГУ «Института патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины» (ИППС), в рамках научно-исследовательской работы «Выявить критерии выбора метода вентрального спондилодеза для коррекции сколиоза».

Протокол эксперимента соответствовал правилам «Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях» и положениями Закона Украины «Про защиту животных от жестокого обращения» и был утвержден Комиссией по биоэтике ИППС [4, 6].

В качестве экспериментальной модели была выбрана разработанная в ИППС модель инструментального межтелового спондилодеза

у крыс [5, 12]. Согласно разработанной модели, после проведения внутривенного обезболивания (аминазин – 10 мг/кг, кетамин – 50 мг/кг), в положении животного на животе разрезали кожу по срединной линии хвоста над планируемым уровнем спондилодеза. Послойно рассекали мягкие ткани, выделяли межпозвонковый диск и два прилежащих к нему тела позвонка. Тупым и острым путем удаляли фиброзное кольцо и пульпозное ядро межпозвонкового диска, а также хрящевые замыкательные пластинки. Костный аутотрансплантат брали из концевой сегмента хвостового отдела позвоночника. После введения трансплантата смежные позвонки фиксировали при помощи металлической пластины. После аппликации антибактериального препарата рану послойно зашивали.

Рентгенологический контроль проводили непосредственно после хирургического вмешательства, а также через 2 недели и перед выведением животных из эксперимента. Эвтаназию осуществляли посредством передозировки кетамина в указанные сроки и экстренно – в зависимости от выявленной нестабильности фиксатора.

Для гистологического исследования выделяли оперированный сегмент хвостового отдела позвоночника, фиксировали в 10 % нейтральном формалине, декальцинировали в 4 % азотной кислоте, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации, затем в спирте с эфиром (1:1) и заключали в целлоидин. Изготовленные срезы окрашивали гема-

токсилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизон. Гистопрепараты анализировали под световым микроскопом «Primo Star» (Carl Zeiss), для фотографирования использовали цифровую камеру «Canon Power Shot A510».

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Интраоперационных осложнений не зафиксировано. Наблюдения за животными в послеоперационном периоде не обнаружили изменений их активности, потребления воды и пищи в течение всего эксперимента. Нестабильность имплантата у лабораторных животных развилась в сроки от 21 до 29 дней после проведения хирургического вмешательства. При этом у одного из животных была выявлена воспалительная реакция мягких тканей в зоне спондилодеза.

На рентгенограммах, выполненных сразу после инструментального спондилодеза, определяли фиксированные металлической пластиной позвонки и наличие костного аутотрансплантата в межтеловом промежутке (рис. 1 а). Через 2 недели после хирургического вмешательства выявляли рентгенологические признаки рассасывания трансплантата и смещение винтов, фиксирующих пластину в костной ткани (рис. 1 б). Перед выведением из эксперимента у всех животных рентгенологически зафиксирована нестабильность металлической пластины (рис. 1 в), что также подтверждалось исследованием зоны спондилодеза после смерти животного.



Рис. 1. Фотоотпечатки с рентгенограмм хвостового отдела позвоночника у лабораторных крыс сразу после хирургического вмешательства (а), через 2 недели (б) и через 4 недели (в)



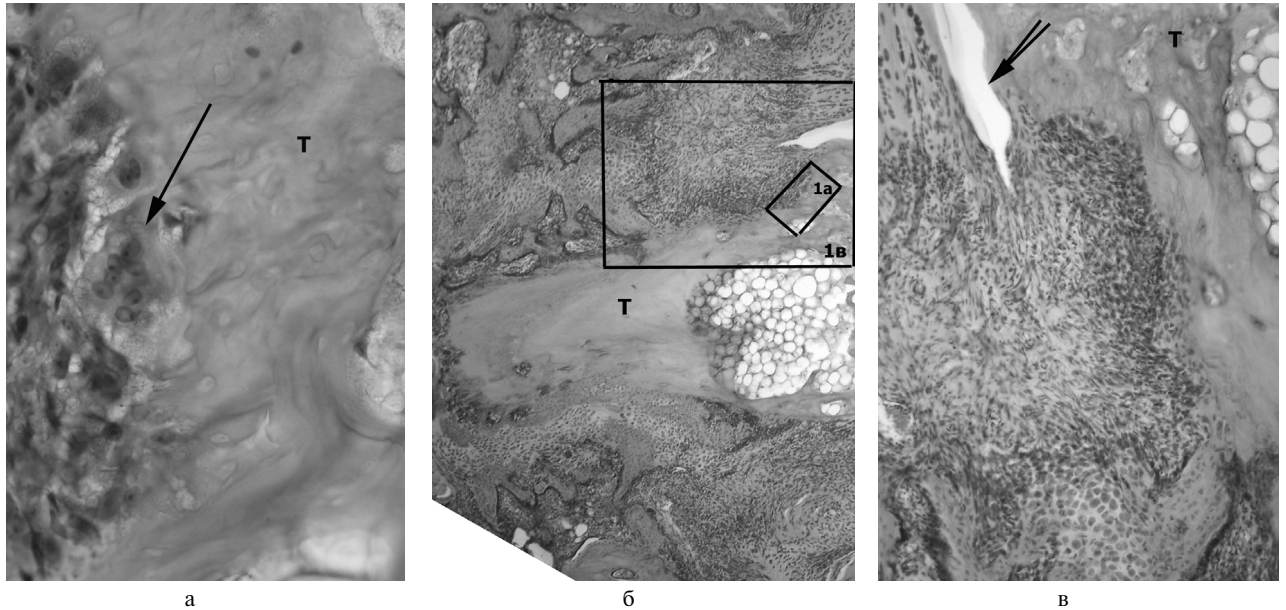


Рис. 3. Аутографт (Т) в межтеловом промежутке хвостового отдела позвоночника крысы. Формирование костной ткани непосредственно на поверхности трансплантата. Участки хондроиды, соединительной ткани. Полость с межтканевой жидкостью (двойная стрелка): а) фрагмент рис. 2, б) остеокласт (стрелка) на поверхности трансплантата,  $\times 400$ ; б)  $\times 40$ ; в) фрагмент рис. 2, б. Гематоксилин и эозин,  $\times 100$

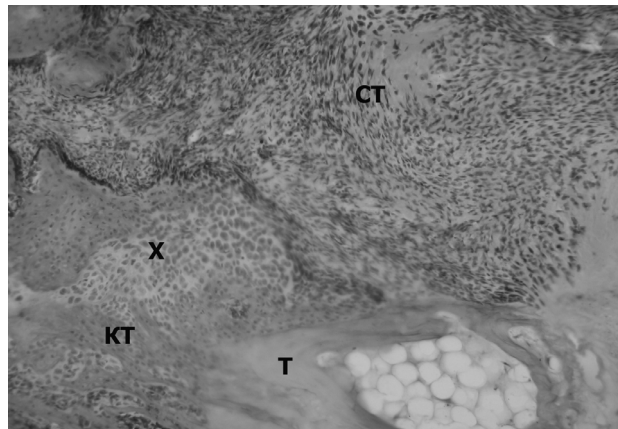


Рис. 4. Новообразованная костная (КТ) и соединительная (СТ) ткани на поверхности аутографта (Т), введенного в межтеловой промежуток хвостового отдела позвоночника крысы. Участок хондроиды (Х). Гематоксилин и эозин,  $\times 100$

промежутка может быть связана как с недостаточной васкуляризацией на начальных этапах регенерации, так и с наличием не удаленных микрофрагментов межпозвоночного диска и хрящевой замыкательной пластинки [2].

Полученные нами результаты о зональной перестройке трансплантатов согласуются с данными Н. И. Хвисяюка [7]. В его эксперименте через 1, 2 и 3 месяца после введения аутографтов в сформированное для них ложе в двух прилежащих телах позвонков и межпозвоночном диске кроликов было отмечено резкое замедление или полное отсутствие процессов замещения аутокости в хрящевой части ложа и наблюдалось активная резорбция с костеобразованием в костном ложе.

## Выводы

1. Перестройка и рассасывание костного аутографта, устанавливаемого в межтеловой промежуток при проведении инструментального межтелового спондилодеза, нарушает стабильность фиксации позвоночно-двигательных сегментов.

2. В случае нарушения стабильности фиксации смежных тел позвонков после установки имплантата и введения аутографта, в зоне спондилодеза отмечено формирование полей соединительной ткани, отличающейся по биомеханическим свойствам от костной.

3. В результате микроподвижности костного трансплантата на ранних сроках после операции формируется хондроид, что наряду с вы-



шеуказанными факторами способствует нарушению стабильности фиксации позвоночника.

4. Для улучшения клинических результатов применения корригирующего вентрального

спондилодеза полученные данные необходимо соотнести с результатами биомеханических и клинических исследований.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Європейська конвенція про захист хребетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей*. Страсбург, 18 березня 1986 року : офіційний переклад [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Офіц. веб-сайт. — (Міжнародний документ Ради Європи). — Режим доступу до документа : [http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=994\\_137](http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=994_137)
2. *Лаврищева Г. И.* Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов / Г. И. Лаврищева, Г. А. Оноприенко. — М. : Медицина, 1996. — 208 с.
3. *Морфологические особенности тканей в зоне межтелового спондилодеза при экспериментальном моделировании у крыс* / Д. Е. Петренко, Н. А. Ашукина, Г. В. Иванов, А. А. Мезенцев // Ортопедия, травматология и протезирование — 2012. — № 4. — С. 45–49.
4. *Перебіг репаративного остеогенезу при моделюванні варусної деформації стегнової кістки щурів* / Н. В. Дедух, Н. О. Ашукіна, К. К. Романенко, Л. Д. Горидова // Український медичний альманах. — Т. 13, № 3. — 2010. — С. 67-70.
5. *Петренко Д. Е.* Обоснование модели межтелового спондилодеза у крыс / Д. Е. Петренко, Г. В. Иванов, А. А. Мезенцев // Вісник Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна. Серія : Медицина... — 2012. — № 998(23) — С. 5-10.
6. *Про захист тварин від жорстокого поводження*: Закон України № 3447-IV від 21.02.2006 р. [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Офіц. веб-сайт. — Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3447-15>
7. *Хвисьюк Н. И.* Нестабильность поясничного отдела позвоночника : дис.... докт. мед. наук 14.02.21 «травматология и ортопедия» // Николай Иванович Хвисьюк. — Харьков, 1976. — 465 с.
8. *Корочкин С. Б.* Экспериментальный спондилодез с использованием комбинированного костного депротенизированного аллотрансплантата / С. Б. Корочкин, А. Е. Симонович, И. А. Кирилова и др. // Хирургия позвоночника. — 2007. — С. 71-77.
9. *Albee F. H.* Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott's disease / F. H. Albee // JAMA. — 1911. — Vol. 57. — P. 855.
10. *Burton D. C.* Patient-based outcomes analysis of patients with single torsion thoracolumbar-lumbar scoliosis treated with anterior or posterior instrumentation: an average 5- to 9-year follow-up study / D. C. Burton, M. A. Asher, S. M. Lai // Spine. — 2002. — Vol. 27(21). — P. 2363-2367.
11. *Comparison of anterior and posterior instrumentation for correction of adolescent thoracic idiopathic scoliosis* / R. R. Betz, J. Harms, D. H. Clements, L. G. Lenke // Spine. — 1999. — Vol. 24(3). — P. 225-239.
12. *Goel V.* Basic science of spinal instrumentation / V. Goel, L. Gilbertson // CORR. — 1997. — Vol. 335. — P. 10-31.
13. *Hibbs R. A.* An operation for progressive spinal deformities. / R. A. Hibbs // New York, Medicine, — 1911. — 1013 p.



ВИВЧЕННЯ  
МОРФОЛОГІЧНИХ  
ОСОБЛИВОСТЕЙ  
ЗОНИ МІЖТІЛОВОГО  
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО  
СПОНДІЛОДЕЗА ІЗ  
ЗАСТОСУВАННЯМ  
КІСТКОВОГО  
АУТОТРАНСПЛАНТАТА  
В ЕКСПЕРИМЕНТІ

*Д. Є. Петренко,  
Н. А. Ашукіна,  
Г. В. Іванов,  
А. А. Мезенцев*

**Резюме.** Представлено результати експерименту на 6 лабораторних щурах, яким проведено інструментальний міжтіловий спонділодез хвостового відділу хребта. Рентгенологічний контроль проводили безпосередньо після хірургічного втручання, а також через 2 тижні та перед виведенням тварин з експерименту. Після евтаназії тварин, проводили гістологічне дослідження зони хірургічного втручання. У всіх тварин виявлена нестабільність металоконструкції, при цьому після установки імплантату і введення аутогрануляції, в зоні спонділодеза відзначено формування полів сполучної тканини, що відрізняється за біомеханічних властивостей від кісткової. Таким чином перебудова і розсмоктування кісткового аутогрануляції, який встановлювався в міжтіловий проміжок при проведенні інструментального міжтілового спонділодеза, порушує стабільність фіксації хребтно-рухових сегментів.

**Ключові слова:** *вентральний спонділодез, псевдартроз, сколіоз, нестабільність імплантату.*

THE STUDY OF  
MORPHOLOGICAL  
FEATURES OF THE  
ZONE OF INTERBODY  
INSTRUMENTAL  
SPONDYLODESIS USING  
A BONE GRAFT IN THE  
EXPERIMENT

*D. E. Petrenko,  
N. A. Ashukina,  
G. V. Ivanov,  
A. A. Mezentsev*

**Summary.** Experimental study conducted on six laboratory rats that carried instrumented interbody spondylodesis of the caudal spine. Radiological control was performed immediately after surgery as well as after 2 weeks prior to withdrawing animals from the experiment. After euthanasia, zones of the surgery were examined histologically. In all animals revealed instability of implant, while the instrumentation and introduction of autograft in the zone of spondylodesis indicated the formation of connective tissue fields, that differs by the biomechanical properties from the bone. Thus restructuring and resorption of bone graft installed in the interbody gap during the instrumental interbody spondylodesis, destroy the stability of fixation of spinal motion segments.

**Key words:** *ventral spinal fusion, pseudarthrosis, scoliosis, implant instability.*