

УДК 616.711:617.547]-089.881-092.9:599.323.452(045)

## Моделювання фіксації хребців з використанням транспедикулярних конструкцій на поперековому відділі хребта щурів

В. О. Радченко, А. Г. Скіданов, Г. В. Іванов, Н. О. Ашукіна, П. Б. Левицький

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

*Despite on significant progress in the development of vertebralogy the problem of treatment of degenerative diseases of the spine remains relevant due to the significant amount of people suffering from back pain. One of the approaches to the study of the etiopathogenesis of degenerative diseases of the spine might be conducting experimental studies with using of histological methods to develop new ways for prevention and treatment of this disease. Objective: To develop an experimental model of transpedicular fixation of the lumbar spine in the rats. Methods: For reproducing the experimental model lab rats aged 5 months, weighing from 430 to 500 g of a population of experimental biological clinic of the SI «Sytenko Institute for Spine and Joints Pathology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine». Surgeries in animals were performed aseptically under general anesthesia (chlorpromazine — 10 mg/kg, ketamine — 50 mg/kg). After cleaning of the operating field with a solution of iodine and surgical approach we exposed posterior parts of two adjacent vertebrae. Further we modeled violation of innervation for paravertebral muscles which usually occurs in a compression-radicular syndromes through the destruction of the posterior branch of the spinal nerve. We performed bone autoplasty. Results: For the study of the morphological features of the paravertebral muscles in cases of fixation of adjacent vertebral bodies there were designed an appropriate construct which was implemented to the experimental rats and tool kit for it. Radiography done immediately after surgery and at 3 months after it discovered the stability of fixation. Conclusion: The developed construct for fixation of the vertebral bodies of the rats allows modeling surgeries for posterior transpedicular stabilization, provides possibilities for studying factors affecting quality of fusion in particular the state of paravertebral muscles. Key words: experiment, rats, transpedicular construct, lumbar spine.*

*Несмотря на значительный прогресс развития вертебрыологии, проблема лечения дегенеративных заболеваний позвоночника остается актуальной из-за значительного количества людей, страдающих от боли в спине. Одним из подходов к изучению этиопатогенеза дегенеративных заболеваний позвоночника является проведение экспериментальных исследований с использованием методов гистологии с целью разработки новых способов предупреждения и лечения этой патологии. Цель: разработать экспериментальную модель транспедикулярной фиксации поясничного отдела позвоночника крыс. Методы: для воспроизведения экспериментальной модели использованы лабораторные крысы в возрасте 5 мес., массой тела 430–500 г популяции экспериментально-биологической клиники ИППС им. проф. М. И. Ситенко. Хирургические вмешательства животным выполняли в условиях асептики под общим обезболиванием (аминазин — 10 мг/кг, кетамин — 50 мг/кг). После обработки операционного поля раствором йода и хирургического доступа выделяли задние отделы двух прилегающих позвонков, скелетировали. Далее моделировали нарушение иннервации паравертебральных мышц, которое обычно возникает в условиях компрессионно-корешковых синдромов, путем разрушения задней ветви спинномозгового нерва. Выполняли костную аутопластику. Результаты: для изучения морфологических особенностей паравертебральных мышц в условиях фиксации смежных тел позвонков создана соответствующая конструкция с инструментарием, которую установили экспериментальным крысам. Рентгенография непосредственно после операции и через 3 мес. после нее обнаружила стабильность фиксации. Вывод: разработанная конструкция для фиксации тел позвонков крыс позволяет моделировать операции задней транспедикулярной стабилизации, раскрывает возможности для изучения факторов, влияющих на качество спондилодеза, в частности состояние паравертебральных мышц. Ключевые слова: эксперимент, крысы, транспедикулярная конструкция, поясничный отдел позвоночника.*

**Ключові слова:** експеримент, щури, транспедикулярна конструкція, поперековий відділ хребта

Незважаючи на значний прогрес у розвитку сучасної вертебрыології, проблема лікування дегенеративних захворювань хребта наразі залишається

актуальною. За статистичними даними, кожного року в Україні за медичною допомогою з приводу дегенеративних захворювань та травматичних

ушкоджень хребта звертається близько 1 млн пацієнтів, понад 16 тис. з яких стає інвалідами [1]. Етіопатогенез цих захворювань інтенсивно вивчають фахівці у всьому світі [2, 3].

Одним із підходів до розв'язання проблеми є виконання експериментальних досліджень з використанням методів гістології, які дають змогу краще зрозуміти біологічні механізми розвитку дегенеративних захворювань хребта [4] з метою розроблення нових способів попередження та лікування цієї патології.

Існують повідомлення про значну кількість експериментальних досліджень на щурах, які переважно стосуються вивчення впливу різних факторів [5] та пластичних матеріалів [6, 7] на утворення зрощення між сусідніми хребцями. При цьому автори зазвичай використовують неінструментальний спондилодез [8]. Для вивчення механізмів розвитку ускладнень після коригувальних операцій на хребті обґрунтовано модель міжтілового спондилодезу на хвостовому відділі хребта щурів [9]. Проте інформацію про створення моделей спондилодезу за допомогою транспедикулярних конструкцій на поперековому відділі хребта щурів у науковій літературі ми не знайшли.

*Мета роботи:* розробити експериментальну модель транспедикулярної фіксації поперекового відділу хребта щурів.

### Моделювання операції

Для відтворення експериментальної моделі відібрали 23 лабораторних щури віком 5 міс., з масою тіла 430–500 г популяції експериментально-біологічної клініки ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка.

Протокол проведення експериментів на тваринах затверджений комітетом з питань біоетики зазначеної установи (протокол засідання № 101 від 14 травня 2012 р.) згідно з правилами «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях» та положеннями Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» [10, 11].

Хірургічні втручання тваринам виконували в умовах асептики в операційній експериментально-біологічної клініки під загальним знеболюванням (аміназин — 10 мг/кг, кетамін — 50 мг/кг).

Операційне поле тричі обробляли розчином йоду, пошарово розтинали м'які тканини та виконували доступ відповідно до серії експерименту, виділяли задні відділи двох прилеглих хребців. Далі в кожного щура моделювали порушення іннервації паравертебральних м'язів, яке зазвичай виникає за умов компресійно-корінцевих синдромів. Для цього спочатку експериментальним шляхом встановили

місце розташування задньої гілки спинномозкового нерва, яка в щурів у поперековому відділі відходить від головного нервового стовбура безпосередньо після виходу з форамінального отвору і повертає назад, потім знизу огинає нижній край основи поперечного відростка, розташованого вище хребця, і далі піднімається вгору, у товщу паравертебральних м'язів (рис. 1).

Ми руйнували задню гілку біля основи поперечного відростка зліва. У тіла суміжних хребців транспедикулярно встановлювали гвинти, після чого виконували монтаж конструкції. Під час операції проводили аутокісткову пластику у вигляді резекції задніх відділів дуговідросткових суглобів для утворення місця введення гвинтів і декортикації, тканини суглобових відростків залишали в рані. Після аплікації антибактеріального препарату рану пошарово зашивали. У післяопераційному періоді спостерігали за загальним станом тварин і станом післяопераційних ран. За клінічними показаннями виконували перев'язки і в разі необхідності вводили кардіотонічні препарати.

Для вивчення в експерименті на щурах морфологічних особливостей паравертебральних м'язів в умовах фіксації суміжних тіл хребців необхідно було створити відповідну конструкцію та інструментарій для неї. Для цього спочатку ми використали гвинти, виготовлені зі спиць Кіршнера діаметром 2 мм, та зробили спробу встановити їх трьом щурам. Для однієї тварини розміри зроблених гвинтів виявилися занадто великими, встановити конструкцію не вдалося. Інша загинула на 2-у добу після операції, контрольні рентгенограми засвідчили виривання верхнього гвинта.

В одного щура безпосередньо після виконання хірургічного втручання на контрольних рентгенограмах відзначили задовільне розташування

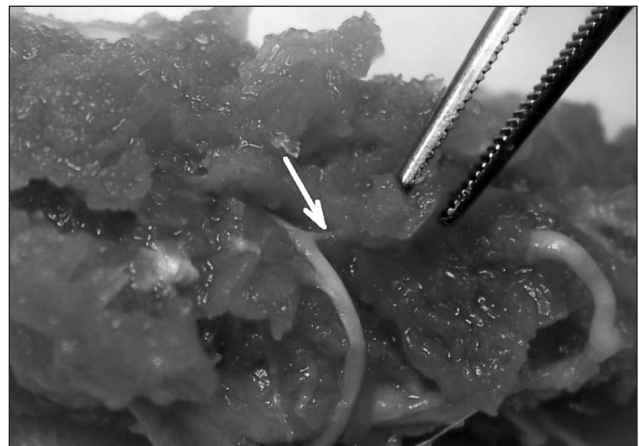
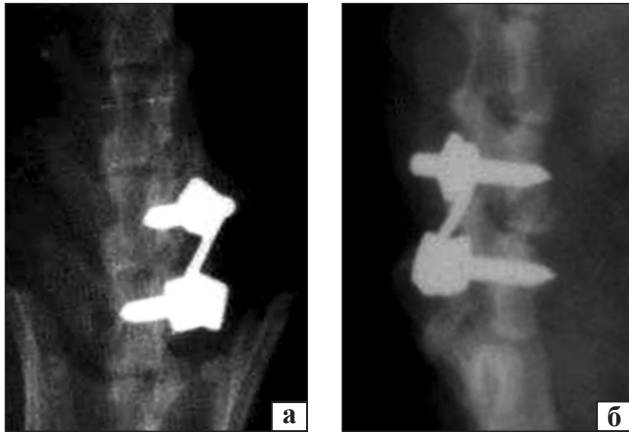
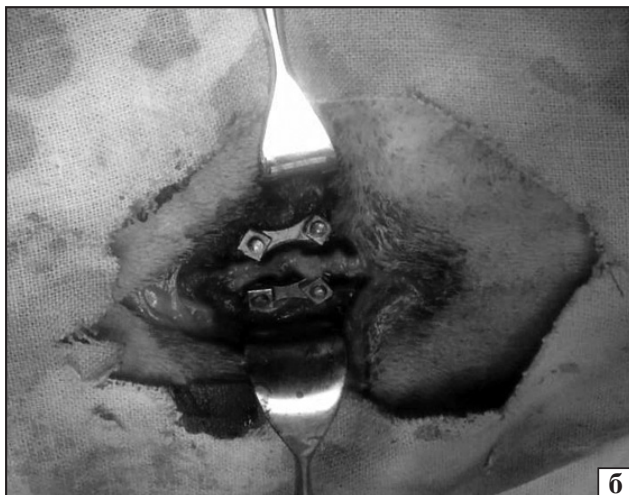


Рис. 1. Фото макропрепарату задньої гілки (стрілка) поперекового спинномозкового нерва щура



**Рис. 2.** Рентгенограми: а) безпосередньо після операції; б) через 14 діб після операції, переломовивих тіла хребця на верхньому стрижні (стрілка)



**Рис. 3.** Зовнішній вид транспедикулярної конструкції та інструментарію для її встановлення (а) і операційної рани зі встановленою на поперековому відділі хребта транспедикулярною конструкцією (б)

конструкції (рис. 2, а). Але на 13-у добу у тварини з'явилися ознаки нижнього паропарезу, а на 14-у



**Рис. 4.** Рентгенограми щура після хірургічного втручання. Встановлена транспедикулярна конструкція

добу вона загинула. На рентгенограмах визначили задовільне розташування конструкції, але зафіксували переломовивих  $L_{IV}$  хребця уперед (рис. 2, б).

Після невдалих спроб з першою конструкцією ми розробили титанову з гвинтами діаметром 0,8 мм та інструментарій для неї (рис. 3). За допомогою цієї конструкції суміжні хребці фіксували в 20 тварин. Усім щурам безпосередньо після хірургічного втручання та через 3 міс. виконували рентгенографію у двох проекціях (рис. 4). На рентгенограмах видно задовільний стан та розташування елементів металевої конструкції.

Таким чином, розроблено конструкцію для фіксації тіл хребців щурів, яка дає змогу моделювати операцію задньої транспедикулярної стабілізації. Завдяки цьому з'явилася можливість вивчення різноманітних факторів, які впливають на якість спондилодезу, зокрема стану паравертебральних м'язів, впливу медикаментозних препаратів, фізичної реабілітації тощо.

### Список літератури

1. Корж Н. А. Дегенеративные заболевания позвоночника и их структурно-функциональная классификация / Н. А. Корж, А. И. Продан, А. Е. Барыш // Український нейрохірургічний журнал. — 2004. — № 3. — С. 71–80.
2. Chronic low back pain-associated paraspinal muscle dysfunction is not the result of a constitutionally determined “adverse” fiber-type composition / K. Crossman, M. Mahon, P. J. Watson [et al.] // Spine. — 2004. — Vol. 9, № 6. — P. 628–634.
3. Body composition, endurance, strength, cross-sectional area, and density of mm erector spinae in men with and without low back pain / G. Hultman, M. Nordin, H. Saraste [et al.] // J. Spinal Dis. — 1993. — Vol. 6. — P. 114–123.
4. Малышкина С. В. Экспериментальное моделирование в научных исследованиях Института патологии позвоночника

- и суставов им. проф. М. И. Ситенко / С. В. Малышкина // Ортопедия, травматология и протезирование. — 2007. — № 4. — С. 5–16.
5. BMP-2 induced early bone formation in spine fusion using rat ovariectomy osteoporosis model / S. B. Park, S. H. Park, N. H. Kim, C. K. Chung // *Spine J.* — 2013. — Vol. 13 (10). — P. 1273–1280. doi: 10.1016/j.spinee.2013.06.010.
  6. Stem cells from human fat as cellular delivery vehicles in an athymic rat posterolateral spine fusion model / W. K. Hsu, J. C. Wang, N. Q. Liu [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* — 2008. — Vol. 90-A (5). — P. 1043–1052. doi: 10.2106/JBJS.G.00292.
  7. Передний спондилодез в эксперименте / И. П. Ардашев, В. Т. Подорожная, И. А. Кирилова [и др.] // *Хирургия позвоночника.* — 2008. — № 1. — С. 66–73.
  8. Хвисьук Н. И. Нестабильность поясничного отдела позвоночника: автореф. дис. ... д-р. мед. наук / Н. И. Хвисьук. — Киев, 1977. — 32 с.
  9. 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.
  10. 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)
  11. 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 до документа: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=3447-15>.
  12. Active therapy for chronic low back pain: Part 1. Effects on back muscle activation, fatigability, and strength / A. F. Mannion, S. Taimela, M. Muntener [et al.] // *Spine.* — 2001. — № 26. — P. 897–908.
  13. Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis / P. B. O'Sullivan, G. D. Phyt, L. T. Twomey, G. T. Allison // *Spine.* — 1997. — № 22. — P. 2959–2967.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872014386-89>

Стаття надійшла до редакції 17.06.2014

## MODELING OF FIXATION WITH USING OF TRANSPEDICULAR CONSTRUCTS IN THE LUMBAR SPINE OF THE RATS

V. O. Radchenko, A. G. Skidanov, G. V. Ivanov, N. O. Ashukina, P. B. Levytskyi

SI «Sytenko Institute of Spine and Joints Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv