

СТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ТКАНИН ХРЕБТОВИХ СЕГМЕНТІВ, СУМІЖНИХ ДО ОПЕРОВАНОГО ТІЛА ХРЕБЦЯ ЩУРІВ, ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ РОЗТАШУВАННЯ В НЬОМУ МЕТАЛЕВИХ ІМПЛАНТАТІВ

Радченко В.О., Дсдох Н.В., Малишкіна С.В., Шкодовська Н.Ю., Федак В.І., Піонтковський В.К
ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМНУ», Харків

Проблема лікування травматичних ушкоджень та дегенеративних захворювань хребта є однією з актуальних у галузі травматології та ортопедії, бо кількість пацієнтів зі згаданою патологією з роками не зменшується [2, 3, 4]. Найбільш розповсюдженими методами лікування захворювань хребта є хірургічні (ендопротезування міжхребцевого диску та різні типи спондилодезу) з використанням різноманітних технічних пристроїв та імплантаційних матеріалів [5, 6, 7, 10]. Проте після проведення стабілізуючих операцій на хребті побічним негативним ефектом є ризик виникнення віддалених післяопераційних ускладнень - захворювання суміжних сегментів, котрі спостерігаються у 5,2 до 18,5% прооперованих пацієнтів на протязі від 44,8 до 164 місяців спостереження [9]. Розвиток дегенеративних порушень у суміжних сегментах після оперативних втручань відноситься до однієї з актуальних проблем хірургії хребта, бо до теперішнього часу не визначені причини виникнення цього захворювання та не розкриті фактори ризику, які сприяють його розвитку. У науковій літературі досить ґрунтовно представлені результати розробок стосовно перебудови кісткової тканини в зоні введення імплантатів. Проте на цей час практично не досліджено вплив розташування біоматеріалів у тілі хребця та у міжтіловому проміжку на структурну організацію хребтових сегментів, що містяться поряд та на віддаленні (краніально та каудально) від оперованого тіла хребця.

Мета повідомлення

Дослідити структурну організацію тканин хребтових сегментів щурів, суміжних до оперованого тіла хребця, при різних варіантах розташування металевих імплантатів у тілі хребця.

Матеріал та методи

Дослідження виконано на 19 білих лабораторних щурах 6-місячного віку у двох серіях експериментів:

1 серія – імплантація металевого штифта у формі циліндра (діаметр основи 2 мм, висота 3 мм) у змодельований дефект центральної

ділянки тіла хребця -7 щурів (рис. 1,а);

2- серія - імплантація металевого штифта у формі циліндра (діаметр основи 2 мм, висота 3 мм) у змодельований дефект тіла хребця безпосередньо під міжхребцевим диском – 7 щурів (рис.1,б).

Інтактні щури аналогічного віку та маси були використані як контроль при виконанні вимірювань висоти міжхребцевих дисків суміжних до оперованого хребтового сегменту – 5 щурів.

Роботу з тваринами проводили згідно з вимогами Європейської конвенції, щодо гуманного відношення до експериментальних тварин [8] та при узгодженні з Комітетом із біоетики Інституту.

Моделювання дефекту та імплантацію штифтів із титану виконували під загальним тіопенталовим наркозом, в умовах асептики. Щурам (фіксація на животі) у хвостовому відділі хребта на рівні 5-го тіла хребця розсікали шкіру і у визначеній ділянці тіла хребця (в центрі або в зоні апофіза) виконували дефект зубним бором, у який імплантували титановий штифт такого ж діаметру. Шкіру зашивали та обробляли рану йодом. Тварин виводили із експерименту шляхом переодозування ефіру через 4 місяці.

У роботі використані гістологічні та морфометричні методи. Для дослідження виділяли хвостові відділи щурів із ділянкою імплантації штифтів та вище і нижче розташованими тілами хребців і міжхребцевими дисками. Матеріал фіксували у розчині з масовою часткою нейтрального формаліну 10%, проводили декальцинацію у розчині з масовою часткою азотної кислоти 4% при температурі від 18 до 22°C, зневоднювали у спиртах зростаючої міцності (50°, 70° спирти та двічі 96°) та у спирті з ефіром (розчин 1:1), заключали у целоїдин. Гістологічні зрізи виготовляли на санному мікроскопі Reichert та забарвлювали гематоксиліном за Вейгертом та еозином.

Виконували також морфометричні дослідження висоти прилеглих, до оперованого тіла хребця, міжхребцевих дисків (по кінцевим елементам фіброзного кільця). Вимірювання виконували у крайніх (I-а та III-я – зона ушкодження) ділянках диску, а також у центрі диску (II), порів-

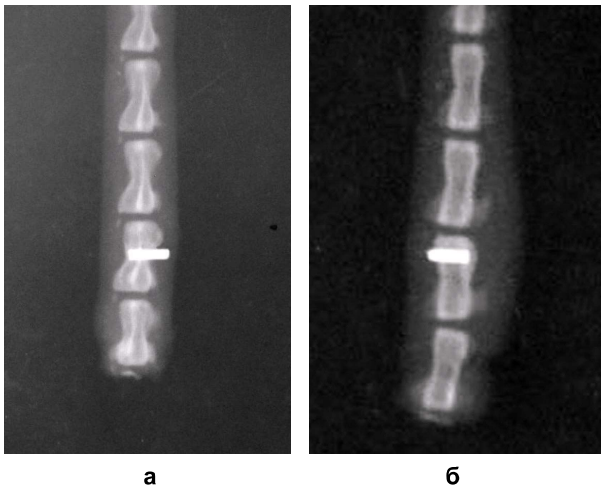


Рисунок 1

Фотовідбитки рентгенограм хвостового відділу хребта щурів № 1 та № 4:

- а) – імплантація штифта у центральну ділянку тіла хребця;**
б) – імплантація штифта у тіло хребця поблизу міжхребцевого диску.

нюючи показники з висотою міжхребцевих дисків інтактних щурів. Використовували окуляр-мікрометр МОВ-1-15^х за методом Г.Г. Автанділова [1].

Результати досліджень

Дослідження сегментів хребта при розташуванні штифта в центрі тіла хребця

Мікроскопічне дослідження показало, що штифт у тілі хребця був оточений новоутвореною кістковою тканиною з невеликими прошарками зрілої сполучної тканини (рис. 2 а). Трабекулярна сітка у крайових ділянках тіла хребця зі штифтом була порушена як за рахунок атрофії кісткових трабекул, так і втрати контактів між ними (рис. 2 б).

У обох хрящових наросткових пластинках оперованого тіла хребця виявлялися слабо виражені деструктивні зміни, пов'язані з порушенням цитоархітекτονіки окремих колонок хондроцитів, наявністю нерівномірної щільності клітин у колонках та хондроцитів з пікнотичними ядрами у зонах збереженого хряща та проліферації (рис. 3 а,б). Подекуди, у каудальній хрящовій пластинці, виявлялися території без клітин.

В міжхребцевих дисках, безпосередньо прилеглих до оперованого тіла хребця зі штифтом (як з краніальної, так і каудальної сторони) спостерігалися слабо виражені дегенеративні зміни. Фіброзне кільце зберігало шарувату організацію пластин колагенових волокон, які щільно розташовувалися у пластинах. Поміж волокнами виявлялися фібробластоподібні витягнуті клітини

із щільними овоїдними ядрами. Проте місцями відмічалася повздовжнє розтріскування пластин колагенових волокон і невеличкі поперечні тріщини у внутрішніх пластинах, осередки виражено базофільного забарвлення матриксу та нерівномірної щільності клітин (рис. 4).

На невеликих ділянках між драглистим ядром та фіброзним кільцем також спостерігалися тріщини. Клітинний синцитій драглистого ядра був збережений на значних територіях і лише подекуди виявлялися ділянки без клітин. У синцитії відмічені клітини з пікнотичними ядрами та «клітини-тіні», осередки розшарованого матриксу (рис. 5 а, б).

Суміжні сегменти. Губчаста кісткова тканина суміжних тіл хребців (як краніального, так і каудального) в ділянках, які межують з зоною росту, а також у апофізах представлена сіткою кісткових трабекул дрібнопетлястої організації. У центральних ділянках тіло хребця зформовано крупнопетлястою сіткою кісткових трабекул з високою щільністю остеоцитів на їх поверхні. Деструктивних порушень у структурі кісткової тканини не виявлено. Міжтрабекулярні простори заповнені червоним та жовтим кістковим мозком. Компактна кісткова тканина мала характерну для норми будову.

У хрящових наросткових пластинках суміжних тіл хребців не було виявлено порушень структурної організації. У пластинках спостерігалися чіткі колонки хондроцитів з характерною зональністю клітин у колонках.

Міжхребцеві диски, розташовані вище краніального суміжного хребця та нижче каудального тіла хребця, мали характерну для норми організацію.

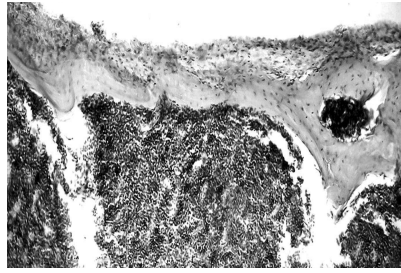
Дослідження сегментів хребта при розташуванні штифтів в ділянці апофіза краніальної частини тіл хребців

При мікроскопічному дослідженні тіла хребця з імплантованим штифтом виявлено, що навколо металевго штифта спостерігалася переважно новоутворена кістка з високою щільністю остеоцитів на поверхні кісткових трабекул. На невеликих ділянках розташовувалася - щільна сполучна тканина, яка була представлена пучками колагенових волокон та фібробластами, які виявлялися вздовж волокон (рис. 6 а).

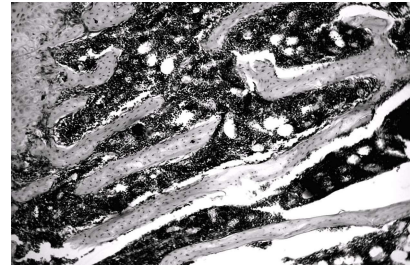
Кісткова тканина на відстані від штифта формувала крупнопетлясту трабекулярну сітку, окремі кісткові трабекули котрої мали бізофільні цементні лінії та нерівномірну щільність остеоцитів на поверхні. На окремих трабекулах вияв-

Рисунок 2

а) Кісткові трабекули та прошарки колагеноволокнистої тканини по периметру розташування титанового штифта у тілі хребця; б) Ізольовані кісткові трабекули тіла хребця з ознаками атрофії. Гематоксилін та еозин. 36. 125



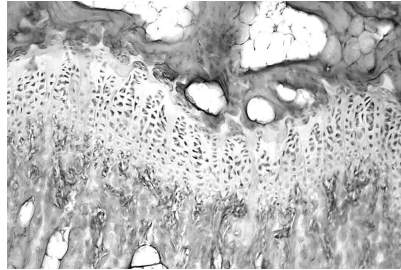
а



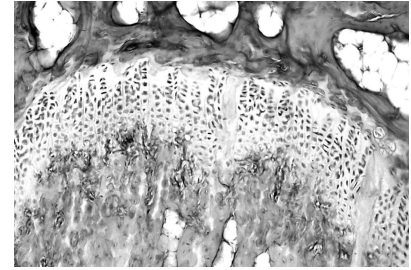
б

Рисунок 3

а,б – Наросткові хрящові пластинки в краніальній та каудальній частині тіла хребця зі штифтом. Нерівномірність щільності клітин у колонках, території без клітин. Гематоксилін та еозин. 36. 125.



а



б

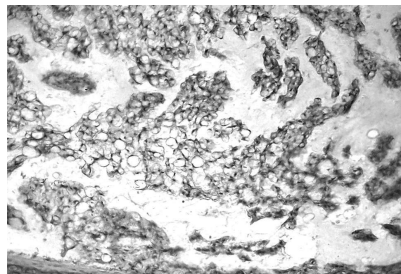
Рисунок 4

Ділянка фіброзного кільця міжхребцевого диску, розташованого каудально від оперованого тіла хребця. Поздовжні та поперечні тріщини між пластинами колагенових волокон. Гематоксилін та еозин. 36. 250.

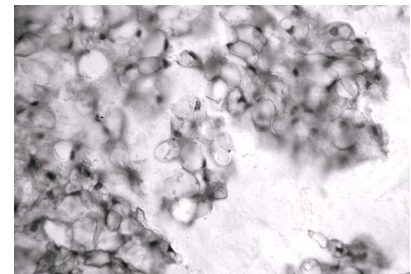


Рисунок 5

а) Синцитій драглистого ядра місцями роз'єднані клітини, ділянки без клітин, стількоподібні порожнини по периметру драглистого ядра. 36 125; б) Лізис ното хордальних клітин. Пікноз ядер. Гематоксилін та еозин. 36. 400.



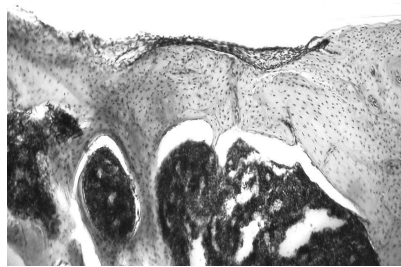
а



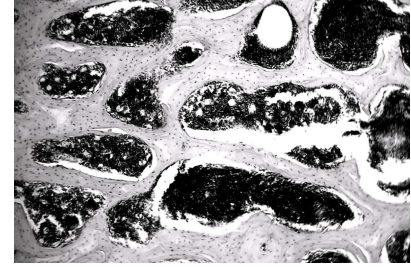
б

Рисунок 6

а) Кісткові трабекули по периметру місця розташування титанового штифта у тілі хребця. Вузькі прошарки сполучної тканини; б) Трабекулярна сітка кісткових трабеул тіла хребця на віддаленні від штифта. Потоншення окремих кісткових трабекул, тріщини. Гематоксилін та еозин. 36. 125.



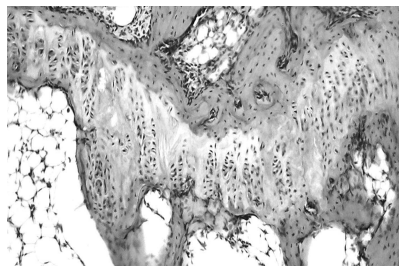
а



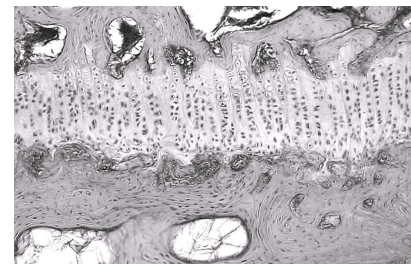
б

Рисунок 7

Наросткові хрящові пластинки поблизу імплантованого у тіло хребця титанового штифта (а) та на віддаленні від нього (б). Порушення колонкової структури, території без клітин, ділянки розшарування матриксу, виражена нерівномірність щільності клітин у колонках. Гематоксилін та еозин. 36. 125.



а



б

лялись тріщинки та осередки розшарування та лізису матриксу (рис. 6 б).

Наросткові хрящові пластинки у ділянці розташування штифта була з вираженими деструктивними змінами. Вона мала нерівномірну ширину, за рахунок порушення цитоархітектоніки колонок хондроцитів. Спостерігались території хрящової пластинки, де колонки хондроцитів були відсутні. Відмічене зменшення щільності клітин у збережених колонках, розшарування хрящового матриксу, осередки його лізису (рис. 7 а). У зоні росту хребця на відділенні від штифта виявлені менш виражені деструктивні порушення, пов'язані зі зменшенням щільності клітин в окремих колонках, появою хондроцитів з пікнотичними ядрами (рис. 7 б).

У краніально розташованому міжхребцевому диску, прилеглому до штифта, виявлялися виражені деструктивні зміни, які проявлялися розтріскуванням та розшаруванням пластин фіброзного кільця, наявністю поперечних тріщин внутрішніх пластин, формуванням надривів колагенових волокон, нерівномірністю їх забарвлення та зниженням щільності клітин на ділянках (рис. 8 а, б).

Подекуди у внутрішніх ділянках фіброзного кільця на межі з драглистим ядром розташовувалися тріщини. Клітинний синцитій драглистого ядра було порушено, відмічалися значні ділянки без клітин. Подекуди виявлялися осередки хрящової гіперплазії у драглистому ядрі (рис. 9).

У міжхребцевому диску, який розташований з каудальної сторони оперованого тіла хребці, тобто на віддаленні від зони імплантації штифта, спостерігалися контрактильні порушення пучків колагенових волокон та нерівномірна щільність клітин у внутрішніх ділянках фіброзного кільця. У зовнішніх ділянках виявлялося розтріскування окремих пластин колагенових волокон. Клітинний синцитій драглистого ядра був з незначними порушеннями (рис. 10). У його крайових ділянках відмічена фрагментація синцитію та поява осередків без клітин.

Краніальні суміжні сегменти. Будова кісткової тканини тіла хребця, суміжного до оперованого з краніальної сторони, була порушена на ділянках, прилеглих до оперованого тіла хребця: у окремих кісткових трабекулах виявлялися тріщини, зменшення щільності остеоцитів на їх поверхні, а також потоншення окремих трабекул. Міжтрабекулярні простори були заповнені жовтим та червоним кістковим мозком (рис. 11). На протилежному боці тіла хребця кісткова тканина мала характерну для норми будову. Не було виявлено деструктивних порушень і у компактній

кістковій тканині.

У наростковій пластинці, яка розташовувалася у каудальній частині краніального хребця, колонкова структура хондроцитів була порушена за рахунок зменшення щільності клітин у частині колонок та появи територій без клітин. Виявлялися колонки з відсутністю хондроцитів у зонах збереженого хряща та проліферації, осередки розшарованого матриксу між колонками. У колонках були відмічені хондроцити з пікнотичними ядрами та пусті капсули хондроцитів (рис. 11).

Наросткова пластинка краніальної частини хребця не мала порушень структурної організації.

У суміжних міжхребцевих дисках, розташованих краніально від оперованого тіла хребця, спостерігалися незначні деструктивні зміни у внутрішніх ділянках фіброзного кільця та драглистому ядрі. Відмічені осередки розшарування колагенових волокон у фіброзному кільці, зменшення щільності клітин по ходу колагенових волокон. У драглистому ядрі виявлялось нерівномірне розташування клітин у синцитію, розшарування його матриксу, подекуди хондроцити мали пікнотичні ядра (рис. 12).

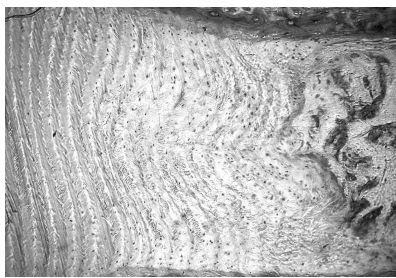
Каудальні суміжні сегменти. У кістковій тканині тіл хребців, суміжних до оперованого з каудальної сторони, не було відмічено дистрофічних та деструктивних змін. Кісткові трабекули по периферії тіла хребця формували дрібнопетлясту, а в центрі – крупнопетлясту трабекулярну сітку кісткових трабекул з високою щільністю остеоцитів по їх поверхні. Компактна кістка кортексу тіла хребця також мала характерну для норми організацію.

Структурна організація фіброзного кільця та драглистого ядра суміжного (каудально) міжхребцевого диску має незначні дистрофічні порушення. Виявляється контрактильність окремих колагенових волокон фіброзного кільця, виражена базофілія на окремих ділянках, а також порушення цитоархітектоніки драглистого ядра.

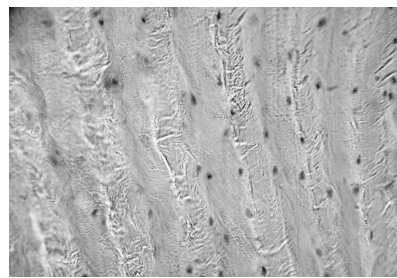
Хрящові наросткові пластинки з обох сторін тіла хребця не мають порушень структурної організації. Вони представлені колонками хондроцитів з відповідною для норми цитоархітектонікою зон.

Результати морфометричних вимірювань висоти міжхребцевих дисків, суміжних до оперованого тіла хребця представлені в таблиці. При порівнянні висоти міжхребцевих дисків у щурів першої дослідної групи (імплантація штифтів у центр хребця) з висотою дисків інтактних щурів не встановлено вірогідних відмінностей як для вище-, так і нижче розташованих дисків. У разі

Рисунок 8
 Ділянка фіброзного кільця міжхребцевого диску (поблизу імплантації штифта у тіло хребця) з вираженими деструктивними змінами. Фрагмент рисунка .
 Гематоксилін та еозин.
 а) 36. 125; б).36. 400.



а



б

Рисунок 9
 Драглисте ядро міжхребцевого диску (поблизу імплантації штифта у тіло хребця). Порушення структури синцитію. Значні ділянки без клітин. Гіперплазія хондроцитів. Гематоксилін та еозин. 36. 125.

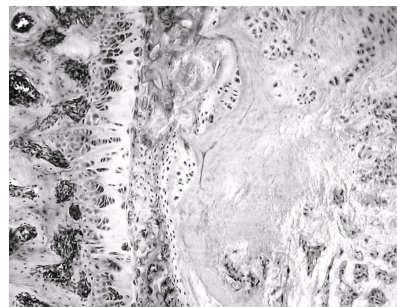


Рисунок 10
 Ділянка фіброзного кільця та драглистого ядра міжхребцевого диску, розташованого з каудальної сторони оперованого тіла хребця. Розтріскування пластин колагенових волокон, фрагментація клітинного синцитію драглистого ядра. Тріщини між драглистим ядром та фіброзним кільцем. Гематоксилін та еозин. 36. 125.

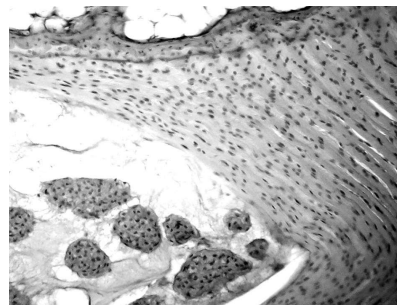


Рисунок 11
 Ділянка хрящової наросткової пластинки в каудальній частині краніального (суміжного до оперованого) тіла хребця. Незначне порушення колонкової структури. Нерівномірність клітин у колонках. Атрофічні зміни у кісткових трабекулах. Тріщини та розшарування матриксу. Гематоксилін та еозин. 36. 125.

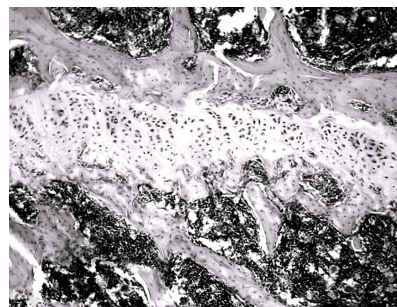
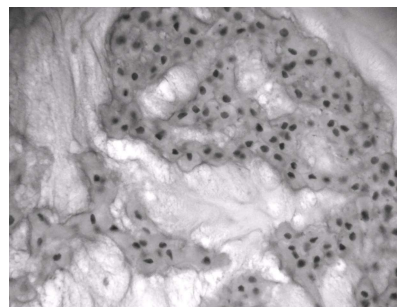


Рисунок 12
 Ділянка драглистого ядра міжхребцевого диску, розташованого з краніальної сторони оперованого тіла хребця. Нерівномірне розташування клітин та нерівномірної щільності матриксу. Оокремі клітин з пікнозом ядра. Гематоксилін та еозин. 36. 400.



Висота (M ± m) міжхребцевих дисків щурів різних серій досліджень у трьох (I, II, III) його ділянках

Серії експериментів	Висота (мкм) міжхребцевих дисків		
	I	II	III
Інтактні тварини 10 -и місяців (n=3)	1218,7 ± 41,1	1105,1 ± 57,6	1278,0 ± 59,1
Дослід I (імплантат у центрі хребця) – краніальний м/х диск (n=5)	1175,3 ± 46,4 P>0,05	1097,5 ± 39,8 P>0,05	1234,3 ± 42,8 P>0,05
Дослід I – каудальний м/х диск (n=5)	1201,4 ± 49,8 P>0,05	1069,6 ± 43,3 P>0,05	1285,2 ± 51,6 P>0,05
Дослід II (імплантат у ділянці верхнього апофізу хребця) – краніальний м/х диск (n=5)	1017,2 ± 42,9 P<0,05	925,8 ± 36,8 P<0,05	1081,1 ± 45,7 P<0,05
Дослід II (імплантат у ділянці верхнього апофізу хребця) – каудальний м/х диск (n=5)	1124,7 ± 48,6 P>0,05	1032,7 ± 39,8 P>0,05	1217,4 ± 41,8 P>0,05

P – статистична значимість відмінності при порівнянні з міжхребцевими дисками інтактних тварин (рівень диска аналігічний)

імплантації штифтів у ділянку верхнього апофізу хребця спостерігалися вірогідні відмінності (від висоти дисків інтактних тварин аналогічного рівня) тільки для міжхребцевих дисків, розташованих вище оперованого тіла хребця. Висота каудальних міжхребцевих дисків вірогідно не відрізнялася від показників висоти інтактних щурів, проте спостерігається тенденція до їх зменшення.

Висновки

1. На структурну організацію міжхребцевих дисків, прилеглих та оперованих тіл хребців, чинить вплив топографія розташовування штифта в тілі хребця.

2. Імплантація штифта у центральних ділянках тіла хребця призводить до формування атрофічних змін в губчастій кістці та незначних порушень хрящових наросткових пластинок, про-

те, практично, не порушує структурну організацію прилеглих до оперованого тіла хребця міжхребцевих дисків. Не виявлено патологічних змін і в суміжних міжхребцевих дисках.

3. При імплантації штифта у ділянку краніального апофіза тіла хребця у кістковий тканині, прилеглий до зони імплантації, хрящовій наростковій пластинці та структурних компонентах міжхребцевого диску, розташованого краніально від ділянки імплантації, виявляються виражені дегенеративні зміни. Спостерігається вірогідне зменшення висоти краніального міжхребцевого диску. У суміжних хребтових сегментах, розташованих краніально мають місце слабо виражені зміни у міжхребцевих дисках та хрящовій наростковій пластинці.

Література

1. Автандилов Г.Г. Медицинская морфометрия. М.: Медицина, 1990. С. 381.
2. Корж Н.А., Барыш А.Е. Спондилодез в современной хирургии позвоночника // Травма. 2005. Т.6, № 4. С. 390-398.
3. І. О. А. Е., А. А. Е. // Doctor. 2005. 1 4(30). №4-9.
4. Д. А. Е. А. Е. // Doctor. 2005. 1 4(30). №4-9.
5. Д. А. Е. А. Е. // Doctor. 2005. 1 4(30). №4-9.
6. Bertagnoli R, Yue J.J, Ferk-Mayer A. et al. Treatment of symptomatic adjacent-segment degeneration after lumbar fusion with total disc arthroplasty by using the disc prosthesis: a prospective study with 2-year minimum follow up // J. Neurosurg. Spine. 2006. Vol.4. P.91-97.
7. Emery S.E., Bolesta M.J., Banks M.A., Jones P.K. Robinson anterior cervical fusion comparison of the standard and modified techniques // Spine. 1994. V.19(6). P.660-3.
8. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purpose: Council of Europe 18.03.1986. Strasbourg, 1986. 52 p.
9. Ishihara H. Adjacent segment disease after anterior cervical interbody fusion / H. Ishihara, M. Kanamori, Y. Kawaguchi [et al.] // Spinal J. 2004. Vol. 4, № 6. P. 624-628.
10. Zigler E, Boden S, Anderson P et. al. What's new in spine surgery. J. Bone Jt. Surg. 2002. Vol. 84-A. P.1282-1288.

Поступила в редакцію 12.12.2008

Структурная организация тканей позвоночных сегментов, смежных к оперированному телу позвонка крыс, при различных вариантах расположения в нем металлических имплантатов / Радченко В.А., Дедух Н.В., Малышкина С.В., Шкодовская Н.Ю., Федак В.И., Пионтковский В.К. // Медицина и... – 2008. – № 4. – С.81-86.

Представлены результаты исследования структурной организации тканей позвоночных сегментов крыс, смежных к оперированному телу позвонка, при различных вариантах размещения металлических имплантатов в телах позвонка.

Ключевые слова: имплантат, тело позвонка, гистология, смежные сегменты.

Структурна організація тканин хребтових сегментів, суміжних до оперованого тіла хребця щурів, при різних варіантах розташування в ньому металевих імплантатів / Радченко В.О., Дедух Н.В., Малишкіна С.В., Шкодовська Н.Ю., Федак В.І., Пионтковський В.К. // Медицина і... - 2008. – № 4. – С. 81-86.

Представлені результати досліджень структурної організації тканин хребтових сегментів щурів, суміжних до оперованого тіла хребця, при різних варіантах розташування металевих імплантатів у тілі хребця.

Ключові слова: імплантат, тіло хребця, гістологія, суміжні сегменти

The structural organisation of fabrics позвоночных segments, adjacent to the operated body of a vertebra of rats, at various variants of an arrangement in it metal implanted / Radchenko V.A, Deduh N.V., Malyshkina S.V., Shkodovskaja N.J., Fedak V. I, Piontkovsky B.K. // Medicine and ... – 2008. – № 4. – P. 81-86.

Results of research of the structural organisation of fabrics spine segments of rats, adjacent to the operated body of a vertebra are presented, at various variants of placing metal implanted in vertebra bodies.

Keywords: implanted, a vertebra body, histology, adjacent segments.