

УДК 615.464:666.51:546.57:541.124.7

## ЗАМІЩЕННЯ ТРАВМАТИЧНИХ УШКОДЖЕНЬ ТІЛ ХРЕБЦІВ (БЕЗ ПОРУШЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ЗОНИ РОСТУ) КІСТКОВИМИ АУТОТРАНСПЛАНТАТАМИ ТА ГІДРОКСИЛАПАТИТОМ

**Шимон В.М.**

*Ужгородський національний університет, кафедра загальної хірургії з курсом травматології і ортопедії, м. Ужгород*

**Ключові слова:** хребет, травматичні ушкодження, кісткові аутотрансплантати, гідроксилапатит, регенерація

**Вступ.** В ортопедії та травматології при виконанні реконструктивно-відновлювальних операцій з приводу пошкоджень хребта використовують різні матеріали – від кісткової аутопластики до керамічних [3, 4.] та титанових конструкцій [6].

Останнім часом спеціалісти віддають перевагу біологічно активним матеріалам, особливо керамічному матеріалу на основі гідроксилапатиту (ГА) [1, 5]. Це викликано тим, що ГА по хімічному складу практично ідентичний мінеральному компоненту кісткової тканини. В залежності від технології виготовлення ГА має різну кінетику розсмоктування при заміщенні кістковою тканиною, що не властиво для корундової кераміки [2]. Гідроксилапатит, синтезований при високих температурах, не поступається корундовій кераміці по міцністким характеристикам [7]. Проте в літературі відсутня порівняльна оцінка перебудови кісткової тканини при застосуванні для пластики пошкоджень тіл хребців для пластики гідроксилапатиту та кісткових трансплантатів.

**Мета роботи:** на основі вивчення морфологічних особливостей перебудови кісткової тканини травмованих тіл хребців провести аналіз репаративного процесу при застосуванні гідроксилапатиту та кісткових аутотрансплантатів.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження виконані на 42 щурах (280-320г) лінії Вістар популяції Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка. АМН України.

Оперативне втручання на поперековому відділі

хребта проводили використовуючи передній доступ. Під тіопенталовим наркозом щурам розтинали шкіру вздовж передньої лінії живота, потім робили розтин підшкірної клітковини, фасції апоневрозу зовнішніх м'язів живота та самих м'язів. Тупими гачками розводили м'язи та вилучали на змочену фізіологічним розчином салфетку внутрішні органи у результаті чого відкривалися тіла хребців та міжхребцеві диски. У тілі хребця ближче до краніального краю відтворювали травматичне ушкодження – дефект, який виконували зубним бором (діаметром 2 мм на глибину 3 мм) не пошкоджуючи зони росту.

Дефекти тваринам заповнювали пористими гранулами ГАП розміром 100-250 мкм. Використовували повільно деградуєний гідроксилапатит, який був синтезовано при температурі 900°C (Київського НВО "КЕРГАП"). У тварин контрольної групи дефект заміщали трансплантатом із аутокістки (вилучали у момент операції ділянку ребра).

Дослідження тіл хребців проведені на 30, 90 і 180 добу після виведення тварин з експерименту шляхом передозування ефіру відповідно до правил про гуманне ставлення до тварин.

Матеріал – частина хребта (з рівня втручання та прилеглих хребців) фіксували у розчині 10%-го нейтрального формаліну, декальцинували в 5% розчині азотної кислоти, зневоднювали у спиртах зростаючої концентрації та заключали у целюлози. Зрізи (7-10 мкм) фарбували гематоксилином і еозином, а також пікрофуксином за ван Гізона. Дослідження фронтальних гістологічних зрізів



проводили під мікроскопом Rathenow.

**Результати досліджень та їх обговорення.**  
Пластика тіл хребців кістковими аутотрансплантатами.

30 доба. На сагітальному розтині тіла хребця у зоні травматичного ушкодження макроскопічно виявлявся трансплантат, розташований серед щільної тканини.

При мікроскопічному дослідженні встановлено, що в ділянці травматичного ушкодження розташовується кістковий трансплантат, який заповнював біля 1/3 частини тіла хребця, ближче до краніального краю. Трансплантат мав нерівномірну, узуровану поверхню. У великих лакунах крайових відділів трансплантата розташовувалися остеокласти. На окремих ділянках трансплантата остецити були відсутні, визначалися розширені судинні канали з ознаками резорбції. Трансплантат був оточений колагеноволоконистою тканиною з низькою щільністю фібробластів. Лише на невеликих ділянках поблизу трансплантата виявлялися одиничні грубоволокнисті кісткові трабекули, які з'єднували його з трабекулами материнської кістки. Крім того, у зоні пошкодження знаходилися вогнища клітинного детриту, та маси фібрину.

Материнські кісткові трабекули поблизу трансплантата були з явищами перебудови. По поверхні окремих потовщених трабекул спостерігалася низка остеобластів.

Зона росту у щурів розташовується між апофізом і діафізарною частиною тіл хребців. В усіх випадках вона зберігалася і не була ушкоджена при оперативному втручанні.

Суміжні межхребцеві диски відрізнялися від інтактних нерівномірною базофілією на ділянках фіброзного кільця, розшаруванням незначної частини пучків колагенових волокон, формуванням поодиноких тріщин. На таких ділянках щільність клітин була дещо знижена. Клітини драгlastого ядра були роз'єднані. На межі драгlastого ядра і фіброзного кільця виявлена виражена базофілія колагенових волокон. Вищеописані зміни міжхребцевого диску можуть бути пов'язані з набряком і порушенням його тинкторіальних властивостей.

90 доба. Площа кісткового трансплантата при макроскопічному дослідженні тіл хребців була значно меншою, при порівнянні з попереднім терміном дослідження. Він був оточений щільною тканиною. Звертало увагу "просідання" тіла хребця над зоною трансплантації.

При мікроскопічному дослідженні кістковий трансплантат був з вираженими ознаками перебудови. Частина його розсмокталася і замістилася новоутвореними кістковими трабекулами грубоволокнистої організації. Поблизу трансплантата розташовувалися тяжі колагеноволоконистої тканини та пухкою фіброретикулярної тканиною, що містить розширені капіляри синусоїдного типу. На поверхні інших трансплантатів формувалися

примітивні кісткові трабекули, що мали, в основному, грубоволокнисту будову.

У зоні росту поблизу трансплантата на значному протязі прогресували деструктивні порушення: виявлялися осередки вираженої базофілії матриксу, хондроцити мали пікнотичні ядра, спостерігалися капсули без хондроцитів із звапнованими стінками. На ділянках зона росту була різко звужена і заміщувалася новоутвореною кістковою тканиною.

На протилежному боці у зоні росту були відмічені незначні дистрофічні та деструктивні зміни, пов'язані з порушенням цитоархітектоніки хондроцитів у колонках, появою клітин з різко пікнотичними ядрами та капсул без хондроцитів, нерівномірністю забарвлення матриксу – вираженою базофілією на деяких ділянках.

Кісткові трабекули материнської кістки, які прилягали до трансплантата, були з явищами перебудови. Більшість із них не мала остецитів на поверхні, проте у крайових відділах спостерігалася підвищена щільність остеобластів, що формували остеод. Остеобласти мали крупні ядра і базофільну цитоплазму, що свідчить про підвищення біосинтезу білків.

Компактна кістка хребця на рівні трансплантації втрачала компактну організацію внаслідок формування лакун резорбції по судинним каналам. З боку ендостальної поверхні щільність остеобластів зменшена.

У міжхребцевому диску над зоною трансплантації виявлялися виражені деструктивні зміни колагенового остову фіброзного кільця та драгlastого ядра. Фіброзне кільце втрачало шаруватість, визначалися тріщини та щілини. Пучки колагенових волокон були нерівномірно забарвлені, окремі – з вираженою базофілією. Орієнтація клітин по ходу волокон була порушена, їх щільність зменшена. Клітини набували сферичної форми та мали дрібні щільні ядра. Поблизу деструктивних щілин клітини були відсутні, або формували клітинні комплекси з 12-15 хондроцитів, що свідчить про хрящову метаплазію фіброзного кільця.

Найбільш виражені зміни виявлялися у зоні драгlastого ядра. Вони були пов'язані з деструкцією клітин, гомогенізацією матриксу, а також формуванням великих деструктивних тріщин і щілин. На межі між драгlastим ядром і фіброзним кільцем серед безклітинного матриксу розташовувалися ізогенні групи хрящових клітин.

У міжхребцевому диску з протилежного боку також визначалися дистрофічні та деструктивні зміни як у фіброзному кільці, так і драгlastому ядрі. Проте вони були менш виражені і, в більшій мірі, стосувалися клітин.

180 доба. На поперечних розпилах хребтових сегментів відмічені порушення форми тіл хребців за рахунок зниження висоти у ділянці оперативного втручання.

При вивченні гістологічних зрізів хребцевих сегментів у світловому мікроскопі в області травматичного ушкодження спостерігалися



залишки трансплантата, що не розсмоктався. У ньому визначали розширені судинні канали, заповнені остеогенною тканиною. На основному масиві внутрішніх відділів тіл хребців розташовувалися новоутворені кісткові трабекули, що формували крупнопетлясту сітку. Трабекули перемежувалися з полями остеогенної та колагеноволокнистої тканин.

Поблизу апофізів тіл хребців виявлені значні порушення в організації клітин і матриксу епіфізарної зони росту (особливо поблизу ушкодження): деструкція хондроцитів за рахунок лізису ядер, відсутність стовпчиків хондроцитів, гомогенізація міжклітинної речовини та заміщення ділянок зони росту новоутвореною кістковою тканиною.

Пластика тіл хребців гранулами гідроксилапатиту.

30 доба. Тварини рухалися без особливостей. На розпилі тіл хребців трохи ближче до верхнього апофізу чітко визначалася зона дефекту, яка займала 1/3 частину тіла хребця. Дефект був щільно заповнений гранулами ГАП.

При мікроскопічному дослідженні гістологічних зрізів тіл хребців між більшою частиною гранул гідроксилапатиту розташовувалися новоутворені пластинчасті кісткові трабекули з великою щільністю остеобластів на поверхні. У центральній частині дефекту, між гранулами спостерігалися грубоволокнисті кісткові трабекули та невеличкі осередки фіброретикулярної тканин. Материнські кісткові трабекули поблизу дефекта практично були без змін, подекуди – з нашаруваннями молодшої кісткової тканини. Контакт материнських кісткових трабекул з гранулами кераміки відмічено практично на половині периметра дефекта. У міжтрабекулярних просторах поблизу дефекта розташовувалася фіброретикулярна тканина та червоний кістковий мозок.

Змін у стані компактною кістковою тканини тіл хребців не було визначено.

Зона росту в ділянці апофізів була без змін.

У суміжних міжхребцевих дисках та тілах хребців дистрофічних та деструктивних змін не спостерігалось.

90 доба. У поведінці тварин відмінностей від контрольних тварин не виявлено. На розпилі тіл хребців зона дефекту визначалася лише по наявності гранул кераміки, які були щільно оточені кістковими трабекулами.

При мікроскопічному дослідженні встановлено, що гранули кераміки були повністю оточені новоутвореними кістковими трабекулами. На більшій частині дефекту вони мали пластинчасту будову і лише у центрі дефекту навколо невеликої частки гранул спостерігалися грубоволокнисті кісткові трабекули. Новоутворені кісткові трабекули щільно, без будь-якого прошарку інших тканин, контактували з гранулами кераміки. Міжтрабекулярні простори були виповнені червоним кістковим мозком,

клітини якого розташовувалися безпосередньо на матеріалі кераміки. На цей термін дослідження, на відміну від попереднього терміну, поверхня гранул ГАП була нерівномірною з невеликими заглибинами. Подекуди у таких заглибинах визначали остеокласти. Порівняно з попереднім терміном дослідження щільність контакту (остеоінтеграція) гранул кераміки з кістковими трабекулами материнської кістки була значно більшою. Так, якщо на 30 добу контакти материнських кісткових трабекул з гранулами спостерігалися не у кожному полі зору мікроскопа, то на 90 добу – таких контактів було 1-2 у кожному полі зору, що свідчить про формування щільного кістково-керамічного комплексу.

Змін у морфологічному стані, оточуючої дефект, трабекулярної та компактною кістки, зон росту та суміжних міжхребцевих дисків не визначалося.

Щільність кісткових трабекул у апофізах була значною. Вони формували мілкопетлясту сітку з червоним кістковим мозком у міжтрабекулярних просторах.

180 доба. Макроскопічних змін у формі тіл хребців та значних відмінностей у перебудові кістковою тканини у дефекті від попереднього терміну досліджень не встановлено. Гранули ГАП були практично “замуровані” у кісткову тканину. Відрізнити по структурній організації новоутворені кісткові трабекули від материнської кістки було неможливо. Подекуди на гранулах ГАП, як і у попередні терміни, визначаються остеокласти. За рахунок щільного нашарування новоутвореною кістковою тканини на гранули ГАП, їх площа здається значно меншою, ніж при дослідженні на 30 добу.

Змін у структурній організації кістковою тканини, яка оточує дефект, ростових платівках, апофізах та суміжних міжхребцевих дисків не виявлялося.

Таким чином, проведено дослідження перебудови кістковою тканини в умовах травматичного ушкодження тіл хребців у щурів без руйнування ростових платівок з використанням для пластики дефектів кісткових ауто трансплантатів та гідроксилапатиту. Встановлено, що застосування обох видів матеріалів для пластики кісткових дефектів дозволяє одержати кістковий регенерат у зоні ушкодження навколо імплантованих матеріалів. Проте при використанні кісткового трансплантату відмічені більш виражені деструктивні та дистрофічні зміни у тканинах, які оточують дефекти (материнська кістка, ростові платівки, міжхребцеві диски), що обумовлюється, на наш погляд, тривалою перебудовою трансплантату та пізнім формуванням кісткового регенерату при порівнянні з морфологічною картиною перебудови навколо керамічного імплантату. Формування пластинчастих кісткових трабекул навколо більшої частини гранул гідроксилапатиту було відмічено уже на 30 добу, що дало початок



формуванню щільного кістково-керамічного комплексу.

**Висновок.** На основі одержаних даних можна стверджувати про перевагу використання

гідроксилапатитної кераміки перед кістковими трансплантатами у пластичі кісткових дефектів тіл хребців при травматичних ушкодженнях.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Грунтовский Г.Х., Малышкина С.В. Перспективы использования биоактивных керамических материалов для костной пластики // Ортопед. и травмат. – 1997. – № 3. – С. 35-37.
2. Дубок В.А., Ульянич Н.В. Синтез, свойства и применение остеотропных заменителей костной ткани на основе керамического гидроксиапатита // Ортопед. и травмат. – 1998. – № 3. – С. 26-31.
3. Корж А.А., Грунтовский Г.Х., Корж Н.А., Михайлив В.Т. Керамопластика в ортопедии и травматологии. – Львов: Світ, 1992. – 112 с.
4. Корж Н.А., Грунтовский Г.Х. Применение имплантатов из керамики в хирургии опорно-двигательного аппарата // Ортопед., травматол. и протезир. – 1998. – № 3. – С. 14-17.
5. Проценко А.И., Германов В.Г., Бережной С.Ю., Сотиков К.В., Горина Л.Б. Применение коллапана при стабилизации позвоночника после расширенной резекции тел позвонков // Вестн. травматол. и ортопед. -1999.-№3.- С.49-52.
6. Раткин И.К., Котенко В.В., Копысова В.А. и др. Пористые имплантаты в хирургии позвоночника: Методические рекомендации. – Новокузнецк, 1997. – 36 с.
7. Kamegaya M., Shinohase Y., Shinada Y. et al. The use of hydroxyapatite block for innimate osteotomy // J Bone Jt Surg. – 1994. -Vol. 76B. – P. 123-126.

## SUMMARY

### REPLACE OF TRAUMATIC INJURE INTERVERTEBRAL BODY (WITHOUT INJURE GROW PLATE) BY BONE TRANSPLANTATES AND HYDROXYAPATITE

**Schimon V.M.**

In experimental conditions (42 rats) have been used a reorganization of bone tissue of vertebral bodies at replacement of traumatic defects by autobones and hydroxyapatite. The advantage osteoplasty by hydroxyapatite is shown.

**Key words:** spine, traumatic injure, hydroxyapatite, autobone, regeneration