

**ІНСТИТУТ ПАТОЛОГІЇ ХРЕБТА ТА СУГЛОБІВ ІМЕНІ
ПРОФЕСОРА М.І.СИТЕНКА АМН УКРАЇНИ**

ШИМОН Василь Михайлович

УДК 616. 71-089. 84:615. 464.03 :666. 232

**РЕКОНСТРУКТИВНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ
ОПЕРАЦІЇ ПРИ ПОШКОДЖЕННЯХ ХРЕБТА З
ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОКСИЛАПАТИТНОЇ
КЕРАМІКИ
(експериментально-клінічне дослідження)**

14.01.21 - травматологія та ортопедія

**АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора медичних наук**

Харків-2002

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті патології хребта та суглобів імені професора І. Ситенка АМН України

Науковий консультант: доктор медичних наук, професор
КОРЖ Микола Олексійович
Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка АМН України, директор

Офіційні опоненти: доктор медичних наук, професор
ГРУНТОВСЬКИЙ Геннадій Харлампійович
Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка АМН України, завідуючий відділом захворювань та пошкоджень хребта

доктор медичних наук, професор
ІВЧЕНКО Валерій Костянтинівич
Луганський державний медичний університет
МОЗ України, завідувач кафедри травматології, ортопедії та військової хірургії

доктор медичних наук, професор
БРУСКО Антон Тимофійович
Інститут травматології та ортопедії АМН України, керівник відділу патоморфології та патофізіології

Провідна установа: Національний медичний університет ім.О.О.Богомольця, кафедра травматології та ортопедії, МОЗ України, м.Київ

Захист відбудеться “ ____ ” _____ 2003 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.64.607.01 Інституту патології хребта та суглобів ім. професора М.І. Ситенка АМН України (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту патології хребта та суглобів ім. професора М.І. Ситенка АМН України (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий “ ____ ” _____ 2002 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, доктор медичних наук

Радченко В.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЇ

Актуальність роботи. Ушкодження грудного і поперекового відділів хребта є однією з найбільш складних проблем сучасної ортопедії та травматології. Тривалість і складність лікування, втрата працездатності, високий рівень інвалідності призводять до значних економічних витрат, що обумовлює медичну і соціальну значимість проблеми.

Останнім часом все більшого значення набувають хірургічні методи лікування ушкоджень хребта. Про це свідчить зростання потоку публікацій, присвячених ушкодженням хребта та їх хірургічному лікуванню [Швець А.И., 1990; Цивьян Я.Л. 1993; Хвисьок М.І. та ін., 2001; Педаченко Е.Г., Куцаев С.В., 2002; Katonis P. G. et al., 1999]. Нові технології операцій і застосування сучасних стабілізуючих систем дозволяють різко скоротити терміни ліжкового режиму, перебування в стаціонарі, втрати працездатності [Полищук Н.Е., Корж Н.А., Фищенко В.Я., 2001; Anderson P. A. et al., 1980; Marnay T., 1993; Harms I., Tapass O. L., 1999].

Звертають увагу факти використання нових біоматеріалів і технологій уперше саме в цій галузі [Noble P.C., Swarts E., 1983]. При проведенні реконструктивно-відновлювальних операцій на хребтовому стовпі широко застосовують кісткові алло- та аутоотрансплантати [Хвисьок Н.И., 1977; Wittenberg et al., 1990], імплантати зі сплавів титану [Summers B. N., 1989], корундову кераміку [Корж А.А., Грунтовский Г.Х., 1992; Грунтовский Г.Х., Дедух Н.В., 1998]. Виконано більш ніж 1000 хірургічних втручань з використанням корундової кераміки для міжтілового спондилодезу як при ушкодженнях, так і при захворюваннях хребта. Впровадження для кісткової пластики корундової кераміки обумовлене її міцнісними якостями та біологічною інертністю [Панков Е.Я., Дедух Н.В. 1982; Hench L., 1990; Heinke Y. et al., 1978]. Проте цих властивостей виявилось недостатньо при проведенні реконструктивно-відновлювальних операцій на хребті, у тому числі при використанні малотравматичних втручань. Надмірна міцність не рідко призводила до протрузії імплантатів у тіла хребців [Корж О.О. та інш., 1995]. Крім того, мікрорухомість імплантатів порушувала процес остеогенезу, тому, що навколо корундової кераміки формувалась фіброзна капсула, яка перешкоджала утворенню кістково-керамічного з'єднання [Кер Эль-Дин Баха, 1994].

Останнім часом для проведення вертебропластики та кіфопластики почали використовувати кісткові цементи на основі поліметилметакрилату, введення яких забезпечує надійну консолідацію тіл хребців, що попереджує

розвиток компресійних переломів та знижує больовий синдром [Jensen M.E., 1997; Педаченко Е.Г., Куцаев С.В., 2002,]. Однак і при використанні кісткових цементів не вдалось уникнути ускладнень [Harrington K.D., 2001].

Серед спеціалістів відзначається підвищення інтересу до гідроксилапатитної (ГАП) кераміки [Грунтовский Г.Х., Малышкина С.В., 1997; Дубок В.А., 2000; Frayssinet P. et al., 1993]. Це пов'язано з тим, що гідроксилапатит, в залежності від технології одержання, має різноманітну кінетику розсмоктування із заміщенням новоутвореною кістковою тканиною, тобто є біологічно активним. При цьому він характеризується високою міцністю. Деякі зразки по міцності не поступаються корундовим керамікам [Wittenberg R. H. et al. 1990]. На жаль, у літературі немає даних про особливості перебудови ГАП у хребтовому сегменті при різноманітних типах ушкоджень, невідомі можливості цього матеріалу, потребують вивчення фізико-хімічні, міцнісні властивості імплантатів різної конфігурації та форми. Є необхідність визначення принципів використання цього матеріалу, можливостей застосування різних форм ГАП (гранулярної, порошкової та щільних зразків) при ушкодженнях хребта як самостійно, так і у сполученні з металевими конструкціями та/або іншими матеріалами.

На цей час для лікування травматичних ушкоджень хребта використовують різні фіксуючі пристрої. Проте, незважаючи на численні розробки у цьому напрямку, проблема, пов'язана зі створенням нових фіксуючих пристроїв та їх обґрунтуванням для застосування у хірургії хребта, залишається актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційна робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України (шифр теми ЦФ. 2001. 5 АМНУ, державна реєстрація № 0101U000650 “Розробити пластику кісткових дефектів кальцій-фосфатними кераміками з біологічними активними речовинами” – дисертант у експерименті на тваринах вивчив вплив біомеханічних навантажень на ушкоджений диск та тіло хребця при вибухових і компресійних переломах, і утворення кісткового блоку на місці спондилодезу, а також виявив морфологічні особливості перебудови кісткової тканини та міжхребцевого диску після різних типів змодельованих травматичних ушкоджень; шифр теми ОК. 99.4, державна реєстрація № 0199U03416 “Розробка нових технологій стабілізації шийного та грудноперекевого відділів хребта при хребетно-спінальній травмі” – дисертант розробив концептуальну модель можливості використання ГАП при травматичних ушкодженнях хребта, виконав математичне обґрунтування

моделей використання різноманітних імплантатів із монолітних та гранулярних форм ГАП, а також у поєднанні з кейджами та розробленими фіксуєчими пристроями без сегментарної стабілізації і після сегментарної транспедикулярної фіксації).

Мета дослідження – розробити новий напрямок у хірургічному лікуванні ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта на основі використання гідроксилапатитної кераміки.

Задачі дослідження:

1. Визначити стан проблеми, тенденції її розвитку та обґрунтувати перспективність досліджень в обраному напрямку.

2. Розробити основні концептуальні підходи до застосування ГАП при ушкодженнях грудного та поперекового відділів хребта.

3. Вивчити особливості регенерації компонентів хребтового сегмента (міжхребцевий диск і тіло хребця) в залежності від типу ушкодження.

4. В експерименті на тваринах вивчити морфологічні особливості перебудови тканин хребта в залежності від характеру травматичного ушкодження і виду ГАП (гранули, порошок та щільний блок).

5. Вивчити в експерименті міцність кістково-керамічного з'єднання у порівнянні з кістковими трансплантатами.

6. Дослідити за допомогою методів математичного моделювання ефективність використання ГАП при різних травматичних ушкодженнях хребта.

7. Удосконалити відомі і розробити нові стабілізуючі засоби і технології хірургічного лікування ушкоджень хребта з використанням ГАП.

8. Проаналізувати результати застосування розроблених засобів і технологій хірургічного лікування ушкоджень хребта з використанням ГАП та обґрунтувати показання до їхнього застосування відповідно до основних принципів розробленої концепції.

Об'єкт дослідження: травматичні ушкодження хребта людини та щурів. Перебудова тканин хребтового сегменту в умовах заміщення тіл хребців та міжхребцевих дисків при пластиці ГАП. Спондилодез при ушкодженнях хребта. Механізм формування кістково-керамічного з'єднання.

Предмет дослідження: особливості відновлення структури та функції хребта після травматичних ушкоджень; хірургічне лікування пацієнтів з використанням ГАП кераміки.

Методи досліджень. Клінічні та рентгенологічні методи використані для розробки показань до хірургічного втручання, а в післяопераційному періоді – для контролю за станом пацієнтів. Морфологічні методи – для виявлення

особливостей перебудови тканин хребтового сегмента після імплантації ГАП у ділянки травмованого драглистого ядра та фіброзного кільця міжхребцевого диску, а також у дефекти тіла хребця, у тому числі з ушкодженням зони росту. Біомеханічні методи застосовані для оцінки локалізації переломів у хребтовому сегменті при критичному руйнівному навантаженні; методи математичного моделювання – метод кінцевих елементів – для аналізу міцнісних та жорсткісних характеристик ГАП і фіксуючих елементів на силову дію; статистично опрацьовані цифрові дані. У роботі використані прилади та обладнання – рентгенівський апарат, комп'ютерний томограф, мікроскопи (світловий – Rathenow, електронний – ЕМВ-100БР), стенд для біомеханічних досліджень зразків, комп'ютер типу IBM PC/AT, ліцензоване програмне забезпечення – Pro/ENGINEER – ANSYS.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі системного підходу, концептуального обґрунтування, експериментальних морфологічних та біомеханічних досліджень, а також методів математичного моделювання розроблено новий напрямок у хірургічному лікуванні травматичних ушкоджень хребта з використанням ГАП.

Обґрунтована доцільність диференційованого застосування гранул, порошку та щільних зразків ГАП при різних видах травматичних ушкоджень хребта – тіл хребців, міжхребцевих дисків та при їх сумісному ушкодженні.

На основі морфологічних досліджень було доведено, що ГАП, після імплантації у тіло хребця, не порушує хемотаксис клітин до зони ушкодження, про що свідчить формування зв'язуючої зони між кістковою тканиною та керамічним імплантатом. У цій зоні виявляються клітини остеобластичного диферону, лімфоцити та макрофаги. Розкрито механізм біологічної резорбції ГАП, виявлена роль остеокластів у цьому процесі. Доведено, що процеси резорбції керамічного імплантату подібні таким, які відбуваються у кістковій тканині. Макрофаги, які спостерігаються поблизу кераміки, також виконують катаболічну функцію, про що свідчить наявність у цитоплазмі клітин частинок ГАП.

Процес кісткоутворення перебігав безпосередньо на керамічному матеріалі, на що вказувала висока щільність остеобластів та колагенових волокон на поверхні гранул. Клітини, розташовані безпосередньо на гранулах кераміки, характеризувалися високою біосинтетичною активністю. Ці дані вказують на те, що ГАП сприймається клітинами кісткової тканини як природний матеріал, що проявляє виражену остеокондуктивність. Доведено, що ГАП характеризується високим ступенем остеointegraції, що обумовлює після імплантації у тіло хребця формування щільного кістково-керамічного

з'єднання без ознак деструкції материнських трабекул. Через 6 місяців відмінних особливостей у структурі кістково-керамічного комплексу не виявляється, що свідчить про стабільність процесів перебудови. При імплантації щільних блоків ГАП у міжтілової проміжок, визначається виражена остеointegraція ГАП з кістковою тканиною тіла хребця та не порушується структура фіброзного кільця.

Вперше доведено, що гранули ГАП можуть бути використані при травматичному ушкодженні фіброзного кільця та драглистого ядра. У ділянці ушкодження формується фіброзно-керамічне з'єднання.

Встановлено, що при використанні гранул і щільних зразків ГАП вплив критичного руйнівного навантаження на хребтовий сегмент не призводить до переломів у ділянці імплантованого матеріалу. Величина критичного руйнівного навантаження в усіх ситуаціях відповідає таким для інтактних хребтових сегментів. Не виявлено біомеханічних розходжень жорсткості системи після імплантації ГАП або кісткових аутотрансплантатів.

Вперше при використанні методу кінцевих елементів представлено математичне обґрунтування моделей різноманітного типу впливів на хребтовий стовп з імплантатами ГАП (гранули і блоки) і в поєднанні з фіксуєчими пристроями. Створено концептуальні підходи до використання ГАП при травматичних ушкодженнях грудного та поперекового відділів хребтового стовпа та розроблені основні принципи проведення стабілізуючих операцій в ділянці хребта. Розроблені інструментарій, рекомендації та схеми хірургічного лікування травматичних ушкоджень з використанням ГАП.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені та впроваджені в практику основні принципи використання ГАП при різноманітних типах ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта.

Розроблені та впроваджені в практику засоби та пристрої: засіб хірургічного паліативного лікування травматичних ушкоджень хребта; засіб хірургічного лікування компресійних переломів тіл хребців і пристрій для його здійснення (заявка № 2002053967); технологія та засіб хірургічного лікування ушкоджень міжхребцевого диску та хребта типу А₁ (заявка № 2002043383, пріоритетна довідка від 23.04.02); пристрій для корекції і фіксації хребта (рішення про видачу Деклараційного патенту на винахід від 21.10.02 р. на заявку № 2002043384); пристрій для фіксації хребта (патент № 35075).

Розроблені засоби дозволяють досягти оптимальної корекції деформації хребта при різноманітних типах ушкоджень грудного та поперекового відділів та зберегти стабільність фіксації на період формування кістково-керамічного блока.

Запропоновані рекомендації використані у травматологічному центрі м. Брно (Чехія), клінічній практиці спеціалізованих клінік та на кафедрах ортопедії та травматології інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України, Ужгородського національного університету (медичний факультет), обласної клінічної лікарні м. Ужгорода, Кримського медичного університету (кафедра та клініка травматології та ортопедії), науково-дослідного інституту травматології та ортопедії Донецького державного медичного університету ім. М. Горького, Луганського державного медичного університету (кафедра травматології та ортопедії), Київської академії удосконалення лікарів (кафедра травматології та ортопедії), Київського Національного медичного університету (кафедра травматології та ортопедії), центральної районної лікарні м. Перечин, Херсонської обласної лікарні (травматологічне відділення), Івано-Франківської медичної академії (кафедра ортопедії та травматології), Івано-Франківської обласної клінічної лікарні (нейрохірургічне відділення), Дніпропетровської державної медичної академії (кафедра травматології та ортопедії, лікувальний факультет), Харківської міської лікарні швидкої та невідкладної допомоги № 4 ім. проф. О.І. Мещанінова (травматологічне відділення №1).

Масштаби застосування: розроблені пристрої та хірургічні втручання планується використовувати в Україні та інших країнах світу.

Особистий внесок здобувача. Наведені в роботі матеріали наукових досліджень є особистим внеском автора у проблему, що вивчається. Автором було обгрунтовано мету та задачі дослідження, підібрані адекватні методи дослідження, визначені показання до застосування конкретного методу лікування пацієнтів із травматичними ушкодженнями хребта. Автором особисто проведені експерименти на білих лабораторних щурах (хірургічний підхід до моделювання ушкоджень диска і тіл хребців у щурів із наступною імплантацією в них ГАП кераміки та аутокістки). На базі лабораторії морфології сполучної тканини автор проаналізував результати експериментальних досліджень.

На базі лабораторії біомеханіки автором виконані експериментальні дослідження по вивченню навантажень на поперековий відділ хребта щурів із імплантованими матеріалами (гранули та блоки ГАП, кісткові аутоотрансплантати) та зроблено аналіз отриманих результатів.

Проведено дослідження з математичним моделюванням оптимальних навантажень на травмований хребтовий сегмент (при ушкодженні диска, компресійних та “вибухових” ушкодженнях тіл хребців) із застосуванням ГАП кераміки і заглибних металевих конструкцій на базі Регіонального центру

комп'ютерних методів проектування і дослідження машинобудівних конструкцій “ВЕКТОР” Харківського національного політехнічного університету. Використане ліцензоване програмне забезпечення – Pro/ENGINEER – ANSYS. Автор проаналізував результати дослідження та розробив показання до їхнього застосування при травматичних ушкодженнях хребта.

Прооперовано та проведено аналіз отриманих результатів лікування 91 пацієнта з ушкодженнями грудного та поперекового відділів хребта. Проаналізовані та узагальнені матеріали клінічних, рентгенологічних та експериментальних досліджень. Особисто автором розроблено інструментарій для малоінвазивної хірургії хребта, пристрої для сегментарної транспедикулярної стабілізації, а також засіб та інструментарій для усунення компресії тіл хребців.

Автором особисто розроблено системний підхід до лікування травматичних розривів міжхребцевого диску, компресійних і “вибухових” переломів тіл хребців, а також обґрунтовані показання до застосування ГАП кераміки (гранульованої, порошкоподібної та монолітної) і сегментарної транспедикулярної стабілізації.

Самостійно виконано статистичне опрацювання отриманих результатів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи повідомлені на XII з'їзді ортопедів-травматологів України (1996, Київ), Українському з'їзді нейрохірургів (1998, Київ). Матеріали дисертаційної роботи були освітлені на Міжнародних конференціях: 2-nd Central European Orthopaedic Congress (Budapest, 1998); науковій конференції Військово-медичної академії “Морфологические основы гистогенеза и регенерации тканей” (2001, Санкт-Петербург).

Матеріали дисертаційної роботи були представлені на конференції по проблемі “Нове в травматології та ортопедії” (1993, Ялта), X Українській школі з міжнародною участю “Біологія і патологія опорно-рухового апарата” (2000, Харків), II регіональній науково-практичній конференції “Морфогенез і патологія кісткової системи в умовах промислового регіону” (2001, Луганськ); на засіданнях асоціації травматологів і ортопедів Закарпатської області (1997, Ужгород; 1998, Рахов; 1999, Ужгород; 2000, Хуст; 2001, Міжгір'я; 2002, Мукачеве), республіканській науково-практичній конференції, присвяченій загальній хірургії (2000, Вінниця), конференції “Малоінвазивні і ендоскопічні технології в травматології та ортопедії” (2002, Крим), на конференції “Політравма” (2002, Київ), на конференції, присвяченій 95-ій річниці Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І.Ситенка АМН України (Харків, 2002).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 29 наукових роботах, із них: 1 монографія, 22 статті у провідних наукових фахових виданнях, один Деклараційний патент України.

Обсяг та структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 329 сторінках машинописного тексту і складається із вступу, аналітичного огляду літератури, 7 розділів власних досліджень, висновків, списку використаних першоджерел і додатків. Список літератури включає 265 джерел, із них 95 вітчизняних авторів та інших країн СНД, 170 закордонних авторів. Робота ілюстрована 157 рисунками і 29 таблицями.

ЗМІСТ РОБОТИ

Матеріал і методи дослідження.

Для вирішення поставлених у роботі завдань були проведені експериментальні та клінічні дослідження.

Експериментальна частина досліджень виконана на базі лабораторій експериментального моделювання, морфології сполучної тканини, біомеханіки ІПХС ім. проф. М.І. Ситенка, а також у Національному технічному університеті (колишній Харківській політехнічній інститут). Метою експерименту було морфо-біомеханічне обґрунтування можливості використання різних форм ГАП для пластики дефектів при травматичних ушкодження хребта, вивчення перебудови тканин хребта у зоні імплантації кераміки, дослідження біомеханічних характеристик сформованого кістково-керамічного комплексу та його впливу на стан хребта.

Морфологічні дослідження процесу формування кістково-керамічного комплексу виконані на 168 білих лабораторних щурах-самцях, біомеханічні – на 18 щурах. Використані щури з живою масою від 280 до 320 г лінії Вістар популяції експериментально-біологічної клініки Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України. Травматичні ушкодження тіл хребців і міжхребцевих дисків були виконані у ділянках поперекового відділу хребта (L_4 і L_5), використовуючи передній доступ. Дефект виконували зубним бором (діаметр 2 мм) у різних ділянках хребтового сегмента, в залежності від поставленої задачі.

Проведено такі серії експериментів:

1 серія – руйнування локальної ділянки тіла хребця (закритий простір) із заповненням гранулами ГАП – 42 щура.

2 серія – руйнування локальної ділянки тіла хребця (закритий простір) із заповненням порошком ГАП – 21 щур.

3 серія руйнування локальної ділянки тіла хребця (закритий простір) із заповненням аутокісткою – 21 шур.

4 серія – руйнування тіла хребця із ушкодженням зони росту та заповненням ГАП – 21 шур.

5 серія – локальне руйнування диску (ділянка драглистого ядра) із наступним заповненням гранулами гідроксилапатиту – 21 шур.

6 серія – руйнування диску з ушкодженням зони росту й апофізів суміжних тіл хребців із заповненням гранулами ГАП – 21 шур.

7 серія – руйнування диску з ушкодженням зони росту й апофізів суміжних тіл хребців із заповненням циліндричним щільним імплантатом ГАП – 21 шур.

Вибір кісткових аутоотрансплантатів для порівняльного аналізу з ГАП обумовлений їх широким застосуванням у кістковій та пластичній хірургії.

Для заповнення дефектів хребтових сегментів у тварин дослідних груп використовували: гранули ГАП округлої форми з розмірами 150-250 мкм; імплантат ГАП у формі циліндра з діаметром 3 мм і висотою 4 мм та порошок ГАП. Пористість гранул і щільного зразка ГАП складала 25-30%, у структурі кераміки поєднувалися мікро- та макропори.

У тварин контрольної групи дефект заповнювали кістковими аутоотрансплантатами (фрагмент вільного ребра у тварин брали при виконанні операції).

Морфологічні дослідження травмованих хребтових сегментів проведені на 3, 7, 14, 30, 90 і 180 добу (в залежності від поставленої завдання) після хірургічних втручань. Тварини були виведені з експерименту шляхом передозування ефіру. При роботі з лабораторними тваринами керувалися матеріалами Європейської конвенції по захисту хребетних тварин, що використовуються в експериментальних і інших наукових цілях (Страсбург, 18.03.86 р.); Директивою Ради Європейського співтовариства від 24.11.86 р.; Розпорядженням МОЗ УРСР № 32 від 22.02.88 р.

Для морфологічного аналізу у щурів виділяли поперековий відділ хребта із зоною травматичного ушкодження. Матеріал фіксували у 10% розчині нейтрального формаліну, декальцинували у розчині 4% азотної кислоти, зневоднювали у спиртах зростаючої міцності та заливали у целоїдин (Саркисов Д.С., Перов Ю.Л., 1996). Виготовляли фронтальні зрізи товщиною 7-10 мкм, які забарвлювали гематоксиліном та еозином, а також пікрофуксином за методом ван Гізона.

Для кількісної оцінки результатів експериментального дослідження використовували морфометричний метод Г.Г. Автанділова [1990].

Площу, яку займала новоутворена кісткова тканина між гранулами ГАП, оцінювали по кількості точок перетинань малих квадратів сітки Автанділова (при зб. 56), які випадково попадали на структуру, що досліджувалась (умовні одиниці). Загальна площа гранул і всіх новоутворених тканин між гранулами була прийнята за 100 %. Площу новоутвореної кісткової тканини між гранулами перераховували у відсотках від загальної площі дефекту.

Індекс остеоінтеграції визначали, підраховуючи кількість точок, що попадали на кісткові трабекули, які контактували із ГАП. Індекс виражали у відсотках по відношенню до периметра імплантата.

Аналіз і фотографування матеріалу проводили на мікроскопі Rathenow.

Для електрономікроскопічного дослідження тканини з ділянки дефекту фіксували у розчині глютаральдегіду з об'ємною частиною 4%, а потім - у розчині осмієвої кислоти з об'ємною частиною 1%. Матеріал заливали у суміш епон-аралдиту, приготованого за методом Б. Уікли [1980]. Напівтонкі та ультратонкі зрізи виготовляли на мікротомі УМТП-3М. Ультратонкі зрізи контрастували за методом E.S. Reynolds [1963] і досліджували під мікроскопом EBM-100БР.

Біомеханічні методи дослідження були використані для оцінки міцності несучої спроможності хребта при застосуванні найбільш розповсюджених способів спондилодезу з використанням ГАП та кісткових аутогратрансплантатів.

На спеціально розробленому стенді досліджували препарати поперекового відділу хребта 18 шурів після моделювання різноманітних типів ушкодження тіл хребців і міжхребцевих дисків при пластиці дефектів ГАП.

За допомогою біомеханічних методів були досліджені розроблені фіксуючі пристрої для хребта з метою оцінки їх стабілізуючих властивостей, а також витривалості реалізованого остеосинтезу.

У роботі використане математичне моделювання поведінки біомеханічних систем на основі методу кінцевих елементів для дослідження напружено-деформованого стану кісток, м'язів та зв'язок із включеннями ГАП. Даний метод дозволяє враховувати складність форми, анізотропію і неоднорідність властивостей тканин хребтових сегментів, складний характер навантаження і контактної взаємодії.

Дослідження складалося із чотирьох етапів: створення кінцево-елементної моделі системи взаємодіючих тіл; рішення систем рівнянь МКЕ; аналізу отриманих результатів і розробки відповідних рекомендацій.

Для підвищення ефективності кінцево-елементного аналізу систем, що досліджувалися, були використані сучасні програмні продукти (Pro/ENGINEER, ANSYS) і оригінальні програмні розробки.

Отриманий цифровий матеріал у процесі клінічних, морфологічних та біомеханічних досліджень оброблений методом варіаційної статистики з використанням прикладного пакету STATISTICA 5.11 для Windows. Рівень достовірності прийнято 95%.

Клінічна частина роботи виконана на основі аналізу результатів лікування 91 пацієнта з різноманітними видами ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта. Розподіл хворих за статтю та віком наведено в табл. 1. Більшість пацієнтів знаходилися у віковому періоді від 25 до 45 років, тобто – у найбільш працездатному віці.

Таблиця 1

Розподіл хворих за статтю та віком

Стать	Вік, років								Всього	
	до 25		25-30		35-45		45-60		к-сть	%
	к-сть	%	к-сть	%	к-сть	%	к-сть	%		
Чоловіки	7	63,6	15	68,0	26	74,3	17	73,9	65	77,7
Жінки	4	36,4	7	32,0	9	25,7	6	26,1	26	23,3
Всього	11	100	22	100	35	100	23	100	91	100

Був проведений розподіл 91 хворого по характеру і тяжкості ушкоджень (табл. 2) відповідно до класифікації АТ травматичних ушкоджень хребта, у якій виділені такі типи ушкоджень [Magerl L.F. et al. , 1994]:

- тип А – компресія тіла хребця з підрозділами: вколочений перелом, вколочений перелом з розколюванням, вибухові переломи;
- тип В – ушкодження переднього і заднього комплексу з розтягом, з підрозділами - розрив зв'язок, диску та переважним руйнуванням кісткової тканини;

Таблиця 2

Розподіл хворих по характеру травматичних ушкоджень хребта відповідно до класифікації АТ

Ушкодження типу А			Ушкодження типу В			Ушкодження типу С		
Тип	К-сть	%	Тип	К-сть	%	Тип	К-сть	%
A1	22	2,31	B1	13	52	C1	9	64,29
A2	17	2,69	B2	7	28	C2	5	35,71
A3	13	25	B3	5	20	C3	0	0
Разом	52	100		25	100		14	100

- тип С – ушкодження переднього і заднього комплексу з ротацією, із підгрупами ушкодження типу А та В та ротацією і ротаційне ушкодження зі зсувом.

При клінічному обстеженні особливе значення надавали анамнезу, з'ясували наявність болю в ділянці хребта до травми, враховували інші захворювання опорно-рухового апарату. Приділяли увагу особливостям больового синдрому – локалізації основного осередку; іррадіації болю; інші відчуття, що супроводжувалися болем; чинники, що впливають на інтенсивність болю.

Візуально і пальпаторно досліджували ділянку ушкодження, визначали ознаки травми задніх відділів хребта - набряклість, гематома, дефібриляція, порушення осі остистих відростків і відстані між ними, звертали увагу на тонус паравертебральних м'язів.

Аналізували характер і тяжкість неврологічних розладів і встановлювали топічний неврологічний діагноз при загальноприйнятій класичній схемі обстеження.

Після клінічного обстеження виявляли попередній рівень ушкодження і визначали тяжкість неврологічних розладів відповідно до класифікації

I. Franke (1969). Тип А – повне ушкодження спинного мозку. Відсутність чутливості і рухів нижче рівня ушкодження. Тип В – неповне ушкодження спинного мозку із збереженням усіх видів чутливості нижче рівня ушкодження за винятком фантомних видів чутливості; рухи відсутні. Тип С – неповне ушкодження спинного мозку зі збереженням незначної м'язової сили, що не має функціонального значення. Тип D – неповне ушкодження спинного мозку зі збереженням м'язової сили, що має значення для пересування. Тип Е – збережені всі моторні та сенсорні функції.

Всі пацієнти були обстежені рентгенологічно. Вивчали рентгенограми, виконані у стандартних передньозадній та боковій проєкціях. Для виявлення особливостей ушкодження дуг хребців і суглобових відростків пацієнтам робили рентгенографію у косих проєкціях. Рентгенограми були ретельно досліджені за допомогою рентгенометричного методу Cobb. Особливу увагу звертали на показники, які є основними при виборі методу лікування: кут кіфозу, бокової або сколіотичної деформації; сагітальний діаметр хребтового каналу. При компресійних ушкодженнях тіл хребців визначали відсоток руйнації.

Вимірювання кіфотичної деформації хребта проводили за допомогою методу R. Timothy, M. D. Kuklo (2001), який дозволяє у кожному конкретному випадку визначити розмір необхідної корекції деформацій.

Вимірювання зсуву хребців у сагітальній площині проводили із застосуванням схеми Hagelstam (1947).

Для виявлення особливостей ушкодження хребта пацієнтам виконували комп'ютерну та МРТ томографії ушкодженої ділянки хребта. Клінічні та рентгенологічні дослідження проводили як у доопераційному періоді, так і через 3, 6 та 12 місяців після операції із використанням ГАП. Контролем правила група із 21 пацієнта, яким були виконані подібні хірургічні втручання з застосуванням кісткової пластики.

При хірургічному лікуванні хворих з травматичними ушкодженнями хребтового сегмента використовували гранули ГАП (розмір гранул 200-600 мкм, пористість 25%) Центру ортопедії та травматології (м. Брно, Чехія), ГАП, синтезований НПО "КЕРГАП" (м. Київ), а також блоки і гранули, синтезовані на кафедрі фізики твердого тіла Харківського Національного університету.

Застосовували ГАП, який повільно деградує (синтезований при 900°C). По хімічному складу та домішкам гідроксилапатитна кераміка відповідала Міжнародним стандартам ASTM F 1185-58, ASTM F 1088-87.

Результати досліджень та їх обговорення

На основі експериментально-теоретичних досліджень розроблена концепція використання ГАП при хірургічному лікуванні травматичних ушкоджень хребта. Застосування концепції дозволило обґрунтувати диференційовані підходи до вибору як хірургічного втручання, так і виду ГАП при різних варіантах ушкодження хребта.

У основу концепції покладено декілька основних ідей: використання матеріалів на основі ГАП, властивості яких (остеокондуктивність, остеointегративність та остеотропізм) дозволяють розраховувати на відновлення міжтілової опори хребта з ранньою мобілізацією пацієнтів після хірургічного втручання; можливість проведення малоінвазивної техніки хірургічного втручання на передніх відділах хребта з використанням ГАП різних видів (порошок, гранули); застосування матеріалів, які дозволяють забезпечити оптимальний мінеральний склад у зоні ушкодження, що сприяє оптимізації консолідації при проникаючих переломах.

Розроблена концепція розкриває нові можливості застосування ГАП з різними фіксаторами у хірургії хребта.

Для підтвердження основних ланок концепції проведені експериментальні дослідження на білих лабораторних щурах. За допомогою морфологічних методів (світлової та електронної мікроскопії) доведено, що після імплантації ГАП у тіло хребця на поверхні гранул і поблизу їх у ранні терміни спостереження (3-я та 7-а доба) виявляються лімфоцити та макрофаги. Це

свідчить про те, що ГАП не порушує хемотаксис клітин до ділянки ушкодження. На поверхні керамічних гранул розташовуються остеокласти, які резорбують ГАП, формуючи заглибини. Макрофаги також виконують катаболічну функцію, про що свідчить присутність у цитоплазмі клітин часток ГАП. Відзначається висока щільність низькодиференційованих клітин, а також клітин фібробластичного та остеобластичного диферонів. Остеобласти, які прилягають до гранул ГАП, характеризуються високою біосинтетичною активністю, на що вказує їх ультраструктурна організація: розвинена гранулярна ендоплазматична сітка з високою щільністю рибосом. Канальці ендоплазматичної сітки були розширені. Поблизу ядра розташований комплекс Гольджі з великою кількістю секреторних пухирців. Безпосередньо на поверхні гранул ГАП відмічені колагенові фібрили з ознаками мінералізації на ділянках. Поблизу гранул та безпосередньо на ГАП формувалася остеоїд та кісткові трабекули.

Подібна тенденція була відмічена також на 14 добу. Процес кісткоутворення відбувається безпосередньо на поверхні гранул ГАП. Ці дані свідчать про те, що ГАП сприймається клітинами кістки як природний матеріал – між імплантатом із ГАП та кісткової тканиною формується сполучна зона, де одночасно перебігають біологічні процеси резорбції та кісткоутворення. У зоні ушкодження через 3 місяці після імплантації гранул ГАП утворюється кістково-керамічний комплекс. Ознак деструкції навколишніх материнських трабекул не виявлено. Через 6 місяців відмінних особливостей у структурі кістково-керамічного комплексу не встановлено, що свідчить про стабілізацію процесів перебудови прилеглої кісткової тканини.

При імплантації щільних зразків ГАП відмічається високий ступінь їх остеоінтеграції з кістковою тканиною, що було визначено за допомогою індексу остеоінтеграції. Індекс підраховували по кількості кісткових трабекул, які контактували з імплантатом ГАП. Показник індексу через один місяць дорівнював 0,54. Це свідчить про те, що контакти кісткової тканини з ГАП мали місце на більшій частині периметру імплантата. Через 3 та 6 місяців індекс остеоінтеграції вірогідно підвищувався у 1,3 та 1,5 разів, відповідно термінам дослідження.

При аналізі межі ГАП з фіброзним кільцем не відмічається порушення його структурної організації.

Показана невисока ефективність використання порошкової форми ГАП для пластики травматичних ушкоджень тіл хребців. Це пов'язане з тим, що процеси кісткоутворення уповільнюються внаслідок елімінації ГАП у ранні терміни спостереження із зони дефекту за рахунок активізації функціонування

остеокластів та макрофагів, а також у результаті вимивання часток кераміки через кровоносне русло.

Аналіз керамічного матеріалу проведений при порівнянні з кістковими аутотрансплантатами при заповненні локальних дефектів у тілах хребців. При використанні аутокістки темпи кісткоутворення були повільнішими, ніж при застосуванні гранул біоактивної кераміки, на що вказують показники площі новоутвореної кісткової тканини у зоні дефекту. Ця площа у дефекті з аутотрансплантатом була у 1,44 та 1,38 рази меншою при порівнянні з імплантованими гранулами кераміки на 90 та 180 добу. Аутотрансплантат повільно перебудовувався. Це призводило до розвитку виражених дистрофічно-деструктивних змін у фіброзному кільці та пластинках росту і, як наслідок, – просідання диску.

Поблизу кісткового аутотрансплантата виявлялися ділянки новоутвореної кісткової тканини, кісткові трабекули якої проростали у трансплантат. Проте і на пізні терміни дослідження зберігалися фрагменти неперебудованого трансплантату, які були оточені фіброретикулярною тканиною.

Керамічний матеріал, як гранули, так і щільні зразки, є перспективним для пластики дефектів великих розмірів, а саме таких, які охоплюють ушкоджені тіла хребців та їх апофізи. У ділянці імплантації гранул формується щільний кістково-керамічний комплекс.

Була досліджена перебудова міжхребцевого диску в умовах імплантації в ушкоджене драглисте ядро гранул ГАП. Доведено, що імплантація матеріалу супроводжується репаративними змінами, які пов'язані з формуванням у зоні ушкодження фіброретикулярної тканини. Прогресування деструктивних порушень у фіброзному кільці при цьому не було відмічено. Це свідчить про те, що гранули ГАП можна рекомендувати для заповнення ділянки попередньої локалізації драглистого ядра.

Морфологічні дослідження були доповнені біомеханічними для оцінки міцнісних властивостей сформованого кістково-керамічного блоку. Вивчення проведене на сегментах поперекового відділу хребта щурів у таких ситуаціях: інтактні хребтові сегменти; хребтові сегменти з імплантованим ГАП (гранули та щільні зразки) у ділянку травматичного ушкодження міжхребцевого диску (з руйнуванням апофізів та зон росту суміжних тіл хребців); імплантація гранул ГАП у зону травматичного ушкодження локальної ділянки тіла хребця; імплантація гранул ГАП і аутокістки у травматичні дефекти тіл хребців з руйнуванням апофізу та зони росту краніального відділу тіла хребця.

Аналіз величини деформації, локалізації зон руйнації та показників жорсткості дозволив встановити деякі розходження у досліджених системах.

Виявлені вірогідно більш високі значення розмірів деформації у препаратах із трансплантацією аутокістки у порівнянні з інтактними. Доведено, що руйнація системи з керамічними імплантатами відбувається у 84% випадках поза зоною імплантації, а при використанні трансплантатів аутокістки великих розмірів – у зоні хірургічного втручання. Більш високими показниками жорсткості характеризуються сегменти хребта з керамічними імплантатами.

Наступним етапом у послідовному виконанні задач було дослідження поведінки біомеханічних систем за допомогою метода математичного моделювання на основі кінцевих елементів. Розроблений нами спосіб математичного моделювання дозволив провести багатоваріантні розрахунки напруги деформованого стану системи після хірургічного лікування травматичних ушкоджень хребта, у тому числі при застосуванні імплантатів із ГАП.

У роботі використані технології створення моделей досліджених біомеханічних систем Pro/ENGINEER, ANSYS.

Основними елементами біомеханічної системи, що досліджувалася, були:

- тіло хребця з фрагментами суглобових відростків;
- міжхребцевий диск;
- фіброзне кільце;
- імплантат із ГАП (різноманітного ступеня щільності);
- титановий кейдж;
- фіксуючі титанові стрижні.

Вивчали 6 варіантів компресійного навантаження системи:

I “хребець – диск – хребець“

II “хребець – імплантат із гранульованого матеріалу ГАП – хребець – стрижні кріплення“ (гранули 200-800 мкм, щільне заповнення, модуль пружності – 10^4 МПа);

III “хребець – імплантат із гранульованого матеріалу ГАП – хребець – стрижні кріплення“ (мілкодисперсний ГАП, модуль пружності – 10^3 МПа);

IV “хребець – імплантат із монолітного матеріалу ГАП (або те ж – титановий кейдж) – хребець – стрижні кріплення“ (модуль пружності ГАП – 10^5 МПа; розміри імплантату 10x10x10 мм), фіброзне кільце вилучено;

V “хребець – імплантат із монолітного матеріалу ГАП (або те ж – титановий кейдж) – хребець – стрижні кріплення“ (модуль пружності ГАП – 10^5 МПа; розміри імплантату 10x10x10 мм), фіброзне кільце не вилучено;

VI “хребець – імплантат із монолітного матеріалу ГАП (або те ж – титановий кейдж) – хребець – стрижні кріплення“ (модуль пружності ГАП – 10^5 МПа; розміри імплантату 22x10x10 мм), фіброзне кільце вилучено;

VII “хребець – імплантат із монолітного матеріалу ГАП (або те ж – титановий кейдж) – хребець – стрижні кріплення” (модуль пружності ГАП – 10⁵МПа; розміри імплантату 22x10x10 мм), фіброзне кільце не вилучено.

Встановлено, що застосування імплантатів із гранульованої кераміки ГАП (розмір 200-800 мкм, пористість 25%) разом із металевими фіксуючими пристроями, знижує напругу у останніх та взаємні відносні переміщення хребців (як кутові, так і лінійні), у порівнянні з кейджами із титану або щільними зразками кераміки. Визначається ступінь зниження по переміщенням у 2-4 рази. Це дозволяє зробити висновок про перспективність застосування розроблених схем хірургічного лікування з використанням ГАП.

Дослідження, представлені у роботі стосовно вивчення напружено-деформованого стану хребта з імплантатами на основі ГАП і металевих фіксаторів за допомогою математичного моделювання та методу кінцевих елементів, дозволило розробити спосіб чисельного моделювання поведінки хребтового сегмента.

Розроблені алгоритми і параметризовані просторові твердотільні та кінцево-елементні моделі, що дають можливість провести різноманітні розрахунки напружено-деформованого стану біомеханічних систем після хірургічного лікування із застосуванням ГАП.

Виходячи з концепції використання ГАП кераміки при різних типах ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта удосконалені та розроблені нові технології і засоби хірургічних втручань. Серед них – технологія та засіб хірургічного лікування ушкоджень міжхребцевого диску, при ушкодженнях хребта типу А₁ та патологічних переломах; пристрій для хірургічного лікування компресійних ушкоджень тіл хребців, що дозволяє відновити форму міжтілового проміжку та висоту тіл хребців, технологія та засіб хірургічного лікування компресійних ушкоджень тіл хребців із розколюванням; ушкодження типу А₃ із використанням переднього спондилодезу.

Крім того, нами розроблені металеві фіксатори із транспедикулярною фіксацією гвинтами для заднього спондилодезу, які використані у комплексі з ГАП. Властивості розроблених фіксаторів були перевірені на стенді для біомеханічних досліджень у лабораторії біомеханіки Інституту патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка АМН України. Дослідження показали надійну несучу спроможність конструкцій. Це означає, що запропоновані фіксатори можуть утримувати хребці у вигідному положенні та попереджати втрату досягнутої корекції.

Виходячи з концепції застосування ГАП кераміки при різних видах ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта при оцінці результатів хірургічного лікування було використано критерій втрати ступеня корекції у ранньому та віддаленому післяопераційних періодах по визначенню кута кіфозу на рентгенограмах.

Клінічний розділ досліджень заснований на аналізі результатів хірургічного лікування 91 пацієнта з різними видами ушкоджень грудного та поперекового відділів хребтового стовпа.

При клінічному застосуванні розроблених технологій та методів із використанням ГАП кераміки найбільш частими виявилися ушкодження типу А (52 пацієнта). Розподіл та кількість хворих з ушкодженнями типу А представлено у табл. 3, на рисунку – з різними рівнями ушкодження груднопоперекового відділу хребта.

Таблиця 3

Розподіл оперованих хворих з ушкодженнями типу А в підгрупах

Тип ушкодження хребта	К-сть хворих
A _{1.2}	12
A _{1.2.1}	6
A _{1.2.2}	2
A _{1.2.3}	2
A _{2.1}	1
A _{2.2}	12
A _{2.3}	4
A _{3.1}	2
A _{3.2}	4
A _{3.3}	7

У пацієнтів з ушкодженнями типу А₁ були виконані оперативні втручання по розробленій нами методиці, стосовно способів хірургічного лікування ушкоджень міжхребцевого диска.

Операція черезшкірної мініінвазивної пластики міжхребцевого проміжку ГАП була проведена самостійно, без додаткової фіксації металевими конструкціями. У післяопераційному періоді хворим дозволяли повертатися у ліжку на першу добу, а на третю-четверту – піднімали у вертикальне положення і дозволяли ходити.

Тип А₁ – єдиний вид ушкоджень хребта, при якому ми використовували пластику ГАП керамікою без додаткової стабілізації металевими конструкціями, крім декількох випадків хірургічних втручань із переломами А_{1.3}.

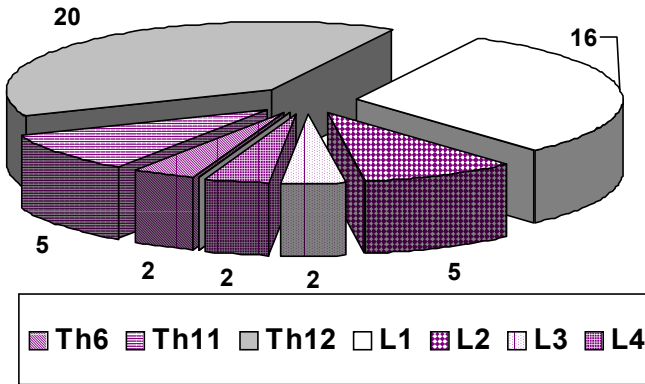


Рис. Кількість пацієнтів з різним рівнем ушкодження у групі А

При рентгенологічному дослідженні у післяопераційному періоді через 3, 6 та 12 місяців після операції не було відзначено зниження висоти міжтілового проміжку і деформації тіла хребця.

При ушкодженнях хребта типу $A_{1,2}$ нами виконані 20 хірургічних втручань. Серед них – 6 пацієнтів з ушкодженнями $A_{1,2,1}$ (клиновидний перелом з імпакцією верхньої замикальної пластинки). У цій групі пацієнтів для пластики дефектів застосовували техніку транспедикулярної (3 випадки) або бокової (5 випадків) пункції тіл хребців з поступовим введенням гранульованої (5 випадків) або порошкоподібної (3 хворих) ГАП кераміки. У ході операцій застосовували розроблений нами інструментарій для підняття замикальної пластинки та відновлення конфігурації тіла хребця.

Рентгенологічні дані, які характеризували показники втрати ступеня корекції до і після хірургічного втручання у групі пацієнтів з ушкодженнями типу $A_{1,2,1}$ наведені в табл. 4.

Як показують дані таблиці, кут кіфотичної деформації після ушкодження досягав у середньому $-14,7^\circ$ (від $-10,3^\circ$ до $-17,2^\circ$). Після хірургічного втручання у більшості випадків вдалося досягти майже повної корекції деформації. Проте, у перші шість місяців після хірургічного втручання зафіксована невелика втрата корекції (у середньому до $-4,63^\circ$). У подальшому, о 12 місяців, не відмічено вірогідного зростання кіфотичної деформації.

У групах ушкоджень типу $A_{1,2,2}$ і $A_{1,2,3}$ нами використана пластика ГАП з бокового доступу із наступною стабілізацією металевими фіксаторами з гвинтами, які були введені транспедикулярно у 4-х випадках (по 2 пацієнта в кожній групі).

Рентгенологічні дані до і після хірургічного втручання у групі пацієнтів з ушкодженнями типу $A_{1,2,1}$.

Кут кіфозу до хірургічного втручання	Кут кіфозу після хірургічного втручання		
	після операції	6 міс	12 міс
-17,2°	+1°	-6,1°	-6,1°
-16,7°	+3°	-4,0°	-5,3°
-15,6°	+0,5°	-2,6°	-2,6°
-15,1°	-2°	-3,6°	-4,5°
-14,7°	+1,0°	-2,9°	-3,7°
-14,2°	+0,7°	-5,3°	-5,9°
-13,7°	-4°	-7,0°	-8,0°
-10,3°	-0,5°	-5,5°	-6,5°
Середнє значення			
$(-14,687 \pm 0,754)^\circ$	$-0,038^\circ$	$(-4,63 \pm 0,56)^\circ*$	$(-5,33 \pm 0,61)^\circ*$

* – вірогідність показників відносно значень кута кіфоза до операції ($P < 0,001$).

У 8 пацієнтів із переломами тіл хребців на фоні остеопорозу, що були віднесені до типу ушкоджень $A_{1,3}$, використана вертебропластика ГАП керамікою з бокового доступу по розробленій нами методиці. У чотирьох пацієнтів застосовували додатково стабілізацію конструкціями з транспедикулярною фіксацією гвинтами.

Кут кіфозу у цих хворих до хірургічного втручання коливався від $-18,6^\circ$ до $-26,4^\circ$. При хірургічному втручанні у цій групі пацієнтів не вдалося досягти повної корекції деформації. Кут кіфозу після операції зменшився у середньому на $17,26^\circ$, проте зберігався. На наш погляд, це пов'язано з тим, що операція здійснювалася в більшості випадків у віддаленому періоді (більше двох місяців після ушкодження). До цього, як правило, призводили діагностичні помилки і консервативна тактика лікування переломів тіл хребців при остеопорозі. До 6-ти місяців показник кіфотичної деформації незначно підвищувався (у середньому на $-1,8^\circ$), і практично, залишався на тому ж рівні до 12-ти місяців.

Численною була група пацієнтів з ушкодженнями хребта типу $A_{2,2}$ – вбитий перелом із розколюванням у фронтальній площині (17 пацієнтів) – табл. 5. У пацієнтів із розколюванням у сагітальній площині пластику ГАП керамікою ми не використовували.

Рентгенологічні дані до і після хірургічного втручання у групі пацієнтів з ушкодженнями типу А_{2,2}

Кут деформації до хірургічного лікування	Кут кіфозу після хірургічного втручання		
	після операції	6 міс	12 міс
-10,4°	-5,4°	-5,9°	-6,1°
-10,1°	-3,7°	-4,2°	-4,9°
-9,8°	-4,7°	-5,2°	-5,2°
-9,2°	-3,9°	-4,0°	-4,0°
-8,9°	-2,9°	-3,9°	-4,3°
-8,1°	-2,2°	-3,1°	-3,9°
-7,8°	-0,5°	-2,0°	-3,3°
-7,4°	-2,8°	-3,4°	-4,1°
-7,0°	-1,9°	-3,4°	-3,9°
-6,9°	-2,7°	-3,4°	-3,9°
-6,7°	-2,7°	-2,3°	-3,8°
-6,7°	-1,5°	-3,3°	-3,9°
Середнє значення			
(-8,25±0,39)°	(-2,91±0,39)°*	(-3,68±0,32)°*	(-4,28±0,22)°*,**

* – вірогідність відносно показників кута кіфозу до операції ($P < 0,001$).

** – вірогідність відносно показників кута кіфозу після операції ($P < 0,001$).

Всі переломи у цій групі хворих характеризувалися проникаючим характером ушкодження, з просяканням елементів міжхребцевого диску в тіло хребця.

На нашому матеріалі найчастішим виявився перелом із розколюванням у фронтальній площині тіл хребців Th12 і L1. У більшості випадків (15 пацієнтів) тіло ушкодженого хребця розколювалося на два крупних відламка - передній, із зсувом вперед, та задній, який представляв собою задню частину анатомічних утворень хребця. Відстань між відламками складала від 1 до 3-4 мм. В усіх випадках ми виконували розроблені нами хірургічні втручання з пластикою ГАП керамікою через канали у коренях дуг ушкодженого хребця і наступною додатковою стабілізацією металевими конструкціями.

У післяопераційному періоді, вже на першу добу, пацієнтам дозволяли повертатися у ліжку, а через 2-3 доби піднімали і дозволяли ходити. Після зняття швів виписували із стаціонару під нагляд в амбулаторних умовах за місцем проживання.

Як свідчать дані, наведені у таблиці 5, у післяопераційному періоді вдалося зберегти досягнуту корекцію. Через шість місяців вірогідної втрати корекції не було зафіксовано, а через 12 місяців кут кіфозу збільшився лише на $-1,41^\circ$, у порівнянні з досягнутим при хірургічному втручанні. У 15 пацієнтів щільний кістково-керамічний блок виявлявся на рентгенограмах через 6-8 місяців, у двох хворих – через рік після виконаної операції.

Клінічно у післяопераційному періоді у двох пацієнтів нами була відзначена ірритація нервових закінчень, яка через 6-7 діб поступово зникла.

Металеві конструкції видаляли через 7-10-12 місяців після операції, в залежності від якості формування кістково-керамічного з'єднання.

У одного пацієнта у післяопераційному періоді був відзначений перелом металевого гвинта, введеного транспедикулярно, і розхитування ще одного, внаслідок чого виникла неспроможність фіксуючих властивостей конструкції, що призвело до втрати раніше досягнутої корекції.

Загалом, як свідчать отримані результати, ушкодження типу $A_{2.2}$ (переломи з розколюванням у фронтальній площині) є одними з найбільш сприятливих для застосування хірургічного лікування з використанням ГАП кераміки.

Наступною групою пацієнтів з травмами хребта були хворі з ушкодженнями типу A_3 . У всіх пацієнтів із неповним вибуховим переломом типу $A_{3.1}$ ми використовували техніку транспедикулярної пластики ГАП з додатковою фіксацією хребтових сегментів металевими конструкціями з транспедикулярної фіксацією стрижнями. У двох пацієнтів була виконана декомпресійна ламінектомія на рівні ушкодження.

У більшості випадків при вибухових переломах вдалося досягти значної корекції деформації. У групі ушкоджень $A_{3.1}$ після хірургічного втручання була досягнута практично повна корекція кута кіфозу. У групі $A_{3.2}$ кут кіфозу вдалося знизити, у середньому, на $5,7^\circ$. Найбільш важкими були пацієнти у групі $A_{3.3}$ із повними вибуховими переломами. У одному з випадків досягти значної корекції деформації не вдалося, проте кут кіфозу залишився в межах припустимого – $-11,5^\circ$. У двох випадках ми спостерігали значну втрату корекції. Зроблено припущення, що це було пов'язано з недостатнім заповненням порожнин гранулами ГАП. Кут кіфозу у хворих даної підгрупи через 12 місяців у середньому складав $-3,28^\circ$. Вірогідного підвищення показників кута кіфозу відносно післяопераційної корекції на протязі 6 та 12 місяців не встановлено.

Одержані результати по використанню ГАП при різних травматичних ураженнях хребта свідчать про те, що при ушкодженнях типу А цей вид хірургічного втручання дозволяє одержати добрі результати лікування

пацієнтів, зберегти достатню корекцію травматичної деформації хребта і досягти формування щільного кістково-керамічного з'єднання у найкоротші терміни після операційного втручання. Це є одним із показників, що дозволяє рекомендувати даний вид хірургічного втручання з використанням ГАП у практику.

При травматичному ушкодженні хребтових сегментів по типу В (B_1 – 13 пацієнтів, B_2 – 7 пацієнтів, B_3 – 5 пацієнтів) нами найчастіше була використана комбінація транспедикулярної стабілізації з пластикою ГАП кераміки, шляхом транспедикулярного введення з бокового доступу при пункції міжтілового проміжку або тіла хребця.

У 13 пацієнтів були ушкодження типу $B_{1.2}$ – відносний підввих у дуговідростчатих суглобах із переломом тіла хребця типу А. У шести пацієнтів з даної групи відзначали переломи типу $A_{1.2.1}$ з компресією передніх відділів тіла хребця II - III ступеня (втрата біля 50 % висоти передніх відділів тіла хребця).

У групі з ушкодженням хребта типу B_1 вдалося досягти корекції деформації: залишковий кут кіфозу після хірургічного втручання, в середньому, складав $-14,3^\circ$. Через 6 місяців після операції статистично вірогідних змін кута кіфозу у оперованих пацієнтів не було виявлено. Через 12 місяців кут кіфозу збільшився лише на $-3,5^\circ$, у порівнянні з післяопераційними показниками.

Переломи типу А у групі з ушкодженнями хребта типу $B_{1.2}$ були більш вираженими рентгенологічно, ніж у групі ушкоджень тільки типу А. Про це свідчить кіфотична деформація ушкодженого тіла хребця, яка сягала до -26° .

При оцінці ступеня втрати корекції у післяопераційному періоді відзначається така закономірність: втрата корекції тим більше, чим більшою була ступінь репозиції. Проте у більшості випадків кістково-керамічне зрощення спостерігалось у положенні з припустимою залишковою деформацією для даного відділу.

Ще більш важкими виявилися пацієнти з ушкодженням хребта типу B_2 . У 5 пацієнтів нами відзначені важкі ушкодження типу $B_{2.2}$. У цій групі ушкоджень найчастіше ми використовували комбінацію транспедикулярної стабілізації з пластикою ГАП керамікою, шляхом її транспедикулярного введення з бокового доступу за допомогою пункції міжтілового проміжку або тіла хребця. У 4 пацієнтів застосували подвійний доступ – передній і задній. До хірургічного втручання кут кіфозу складав від $-15,14^\circ$ до $-25,7^\circ$.

У трьох пацієнтів групи $B_{2.2.1}$ за допомогою розробленого способу хірургічного втручання вдалося цілком відновити висоту тіла хребця, а втрата

корекції в післяопераційному періоді через 6 місяців склала всього $-1,9^\circ$. Через 12 місяців втрата корекції була мінімальною ($-0,47^\circ$), по відношенню до результатів, одержаних через 6 місяців.

У групах пацієнтів з групою ушкодження типу $B_{2,3,2}$ показники виявилися декілька гіршими. Відразу після операції кут залишкової деформації знизився на $-11,5^\circ$, при порівнянні з доопераційними показниками. Позитивним було те, що втрати досягнутої корекції через 6 та 12 місяців не було виявлено.

Як показав аналіз отриманих результатів, можливості корекції при ушкодженнях хребта типу В практично не відрізнялися від групи А, а використання ГАП кераміки в сполученні з механічними конструкціями дало можливість уникнути значної втрати корекції. На наш погляд, це пов'язано з частковою цілістю анатомічних утворень передніх і задніх структур хребта, які, після відновлення конфігурації хребта, активно беруть участь у забезпеченні стабільності у досягнутому положенні.

До найбільш важкої групи хворих ми віднесли пацієнтів з ушкодженнями хребта типу С – ушкодження всіх опорних структур із ротаційним компонентом (14 пацієнтів, із них – з ушкодженням типу C_1 - дев'ять хворих, а із C_2 – п'ять хворих). При хірургічному втручанні використовували подвійний доступ - передній і задній. Обов'язково проводили тунельну ревізію хребтового каналу, що було обумовлено важкою неврологічною симптоматикою.

У 8 пацієнтів проведено повторне хірургічне втручання. Це пацієнти з ушкодженням хребта типу А і В, які після виконання хірургічних втручань за місцем проживання, перейшли в групу С. Це пов'язано з тим, що під час першого хірургічного втручання були видалені важливі анатомічні структури заднього опорного комплексу, що різко знизило опороспроміжність хребта і призвело до рецидиву деформації та зростання неврологічної симптоматики.

У зв'язку з необхідністю задньої стабілізації металевими конструкціями та формування передньої міжтілової опори у цій групі пацієнтів були використані пористі зразки корундової кераміки у поєднанні з гранулами та порошком ГАП у комбінації з аутокісткою. Застосування біоактивної кераміки (ГАП) обумовлене у даному випадку можливістю оптимізації мінерального складу кісткової тканини в зоні ушкодження.

У п'ятох випадках для формування міжтілової опори імплантат із керамічного матеріалу доповнювали металевим фіксатором, застосовуючи для цієї мети запропоновану нами металеву конструкцію, що сприяло більш стабільному положенню імплантата у міжтіловому просторі.

У більшості випадків корекція деформації хребта була позитивною, залишкова деформація складала не більше $-10,8^\circ$.

При розподілі пацієнтів у підгрупах групи С кількість хворих виявилася невеликою, проте в кожній підгрупі положення хребта після хірургічного лікування знаходилося в рамках припустимого.

Таким чином, як показали наші клінічні дослідження, використання ГАП кераміки не тільки можливе при різноманітних видах ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта, але й доцільне.

Добрі результати отримані при проведенні хірургічних втручань з застосуванням ГАП і розроблених нами металевих фіксаторів при ушкодженнях типу $A_{2,2}$ та $A_{3,2,1}$ – проникаючих компресійних переломах із розколюванням тіл хребців у фронтальній площині.

ГАП кераміка, введена через канали у коренях дуг, при щільному заповненні порожнини забезпечує міжтілову опору, а розроблені нами металеві конструкції доповнюють стабілізацію, дають можливість ранньої мобілізації пацієнтів і дозволяють із мінімальною втратою корекції забезпечувати утворення надійного кістково-керамічного зрощення.

У групах пацієнтів з ушкодженнями типу В та С, де керамічні імпланти для міжтілової опори використовували не тільки самостійно, але й у комбінації з імплантатами пористої та монолітної корундової кераміки, також одержано позитивні результати.

ВИСНОВКИ

1. Проблема травматичних ушкоджень хребта залишається актуальною, а питання хірургічного лікування потребують поглибленого вивчення. Підвищення ефективності лікування хворих можливо досягти шляхом впровадження у практику нових імплантаційних матеріалів, зокрема біоактивних керамік на основі ГАП та розробки оптимальних способів хірургічного втручання, що визначає новий напрямок у вертебрології.

2. Імплантація ГАП у вигляді гранул та щільних зразків у тіло хребця та міжтіловий проміжок хребтового сегменту для пластики локальних і великих травматичних дефектів супроводжується утворенням зв'язуючої зони з великою щільністю клітин остеобластичного ряду, що обумовлює виражену остеointegraцію та формування щільного кістково-керамічного з'єднання.

3. Доведена можливість застосування гранул ГАП для пластики локальних дефектів драглистого ядра міжхребцевого диску. Гранули не порушують структурну організацію оточуючого дефект фіброзного кільця.

Коллагенові волокна з клітинами фібробластичного та хрящового диферонів щільно прилягають до гранул ГАП, утворюючи фіброзно-керамічне з'єднання.

4. Використання порошкоподібної форми ГАП для заповнення дефектів тіл хребців супроводжується кісткоутворенням, проте площа новоутвореної кісткової тканини у зоні імплантації в 2,8 разів менша, ніж навколо гранул ГАП.

5. Процес репаративного остеогенезу при імплантації ГАП та кісткових аутотрансплантатів у тіло хребця носить подібний характер, проте площа кісткової тканини навколо гранул ГАП на 90 та 180 добу була вищою, відповідно, у 1,49 та 1,38 разів.

6. Хребтові сегменти з керамічними імплантатами характеризуються більш низькими величинами деформації (у середньому на 10%) у порівнянні з трансплантатами з аутокістки, що було виявлено при біомеханічному дослідженні. У випадку кісткових аутотрансплантатів зона руйнації локалізується у ділянці хірургічного втручання, а при імплантації ГАП у 84% випадків – поза цією зоною. Сегменти хребта з керамічними імплантатами мають більш високі показники жорсткості.

7. Розроблений на основі метода кінцевих елементів спосіб математичного моделювання поведінки біомеханічних систем елементів хребтового сегмента дозволяє виконувати багатоваріантні розрахунки напружено-деформованого стану даної системи (тіло хребця з фрагментами суглобових відростків; міжхребцевий диск; фіброзне кільце; імплантат із ГАП; титановий кейдж; фіксуючі титанові стрижні) для прогнозу хірургічного лікування травматичних ушкоджень хребта, у тому числі з використанням ГАП та різних типів фіксаторів.

8. Застосування гранул ГАП у якості імплантаційного матеріалу для пластики травмованого хребтового сегмента дозволяє знизити напругу металевих фіксуючих елементів та взаємні відносні переміщення тіл хребців (кутові та лінійні).

9. Основною перевагою застосування ГАП кераміки при ушкодженнях хребта є:

- можливість створення міжтілової опори при імплантації гранул ГАП у замкнутий простір (тіло хребця і міжтіловий проміжок) в сполученні з заднім спондилодезом металевими конструкціями;

- використання малоінвазивних методів, які дозволяють виконати достатній об'єм хірургічного втручання при мінімальному травмуванні та зберегти замкнутий простір;

– можливість диференційованого підходу до використання окремих форм ГАП кераміки при різних типах ушкодження хребта: гранул – для забезпечення оптимальної міжтілової опори з заднього доступу, щільних зразків – при неможливості створення замкнутого простору із переднього доступу.

10. Розроблені металеві фіксатори для корекції та фіксації хребта дозволяють стабілізувати ушкоджену ділянку хребта, мають надійну конструкцію, запас тривкості, що відкриває шлях до їхнього використання як у комбінації з пластикою ГАП, так і з іншими матеріалами.

11. Запропоновані хірургічні методи лікування травматичних ушкоджень грудного та поперекового відділів хребта з використанням ГАП кераміки, обґрунтовані комплексом експериментальних (морфологічних та біомеханічних) розробок, методів математичного моделювання та клінічних досліджень, дають можливість забезпечити надійну стабільність хребтового стовпа на весь період утворення кістково-керамічного з'єднання та зберегти корекцію деформації (залишковий кут кіфозу не більше -12°) при різних типах ушкоджень.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Корж Н.А., Радченко В.А., Хвисьюк Н. И., Деркач В.Н., Шимон В.М. Повреждение грудного и поясничного отделов позвоночника // Повреждения позвоночника и спинного мозга (под ред. Полищук Н.Е., Корж Н.А., Фищенко В.Я.). – К.: Книга плюс, 2001. – С. 152- 168.

Особистий внесок полягає в аналізі літературних джерел та проведенні і аналізі частини клінічних досліджень.

2. Шимон В.М., Симодейко А.А., Тромпак О.М., Овводі В.І. Роль вроджених аномалій в генезі передніх зміщень поперекових хребців // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина – 1997. – № 4. – С 43-44.

Особистий внесок полягає в обстеженні та лікуванні пацієнтів, узагальненні результатів.

3. Шимон В.М., Тромпак О.М., Удод С.В. Одномоментне нейроортопедичне лікування ускладнених переломів грудопозвонокового та поперекового відділів хребта // Бюлетень Української асоціації нейрохірургів. – 1998. – № 6. – С.165-166.

Особистий внесок автора полягає в проведенні клінічного дослідження

4. Шимон В.М., Гайович В.М., Симодейко А.А. Активний хірургічний

підхід до лікування травматичних розривів міжхребцевих дисків // Літопис травматології та ортопедії / Під загальною редакцією проф. Є.Т. Складенко. – К.: Ленвіт, 1999. – С. 93-94.

Особистий внесок полягає у відборі хворих та аналізі отриманих даних.

5. Шимон В.М. Хірургічне застосування гідроксилapatитної кераміки при травмі хребта // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 1999. – № 1. – С.165-166.

6. Шимон В.М. Гідроксилapatит у пластиці дефектів хребта. // Ортопедия травматология и протезирование. – 2000. – № 2. – С. 25-27.

7. Шимон В.М., Малышкина С.В. Керамопластика при повреждениях позвоночного столба (аналитический обзор литературы) // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2000. – № 3. – С.150-155.

Особистий внесок автора полягає в аналізі масиву літератури (80%).

8. Шимон В.М., Радченко В.О. Керамопластика при проникаючих переломах тіл поперекових хребців // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина. – 2000. – № 12. – С.172-173.

Особистий внесок автора полягає у розробці тактики хірургічного втручання.

9. Малышкина С.В., Шимон В.М. Особенности клеточного микроокружения гидроксилapatита при имплантации в кость // Український медичний альманах. – 2000. – Т. 3., № 4. – С.145- 147.

Особистий внесок автора полягає в проведенні експерименту на тваринах та аналізі результатів.

10. Радченко В.А., Корж Н.А., Шпилев В.И., Шимон В.М., Мезенцев А.А., Левшин А.А., Беренов К.В. Стабилизация позвоночника с использованием системы “Мост” // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2001. – №1. – С 85-89.

Особистий внесок автора полягає у проведенні частини клінічних досліджень.

11. Шимон В.М., Філіп С.С. Застосування гідроксилapatитної кераміки при травматичних розривах міжхребцевих дисків і компресійних переломах тіл хребців першого ступеню // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина. – 2001. – № 13. – С. 164-165.

Особистий внесок автора полягає у обстеженні хворих, проведенні операційних втручань та аналізі результатів.

12. Шимон В.М., Овводі В.І. Застосування гідроксилapatитної кераміки при пошкодженні хребта в експерименті // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина. – 2001. – № 15. – С.145-146.

Особистий внесок полягає в експериментальному моделюванні на

тваринах ушкоджень хребта, пластиці ГАП та аналізі результатів.

13. Шимон В.М. Застосування малоінвазивної хірургії при переломах хребта // Травма. – 2001. – Т. 2, № 4. – С. 391-393.

14. Шимон В.М., Овводі В.І. Використання кальцій-фосфатної кераміки при компресійних переломах тіл хребців у хворих з остеопорозом // Український медичний альманах. – 2001. – Т.4, № 2. – С. 76-78.

Особистий внесок автора полягає в проведенні клінічних досліджень.

15. Шимон В.М. Профілактика хірургічної інфекції при малоінвазивній хірургії хребта // Український медичний альманах. – 2001. – Т. 4, № 4. – С. 189 - 191.

16. Шимон В.М., Літовченко Ю.Г., Яцина Ю.Ю. Лікування пошкоджень хребта у хворих з політравмами // Проблеми військової охорони здоров'я. – Київ: Українська військово-медична академія. – Вип. 11. – 2002. – С. 278-284.

Особистий внесок автора полягає у розробці технології лікування хворих.

17. Шимон В.М. Передня фіксація при зрощенні тіл хребців у лікуванні переломів грудних і поперекових хребців з використанням кісткових трансплантатів і гідроксилапатитної кераміки // Шпитальна хірургія. – 2002. – № 1. – С. 36-38.

18. Шимон В.М., Брензей О.І. Біокераміка // Буковинський медичний вісник. – 2002. – Т. 6, № 2. – С. 107 –109.

Особистий внесок автора полягає у проведенні інформаційного пошуку та аналізі літературних джерел.

19. Шимон В.М., Бобинець О.С. Хірургічні малоінвазивні методи лікування переломів грудного і поперекового відділу хребта із застосуванням біокераміки // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина. – 2002. – Вип. 17. – С. 176-178.

Особистий внесок автора полягає у проведенні частини клінічних досліджень.

20. Шимон В.М. Основные принципы и концепция использования гидроксилапатитной керамики при повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночника // Літопис травматології та ортопедії. – 2002. – № 3-4. С. 110-113.

21. Шимон В.М. Малоінвазивні методи лікування переломів грудопоперекового відділу хребта // Ортопедія, травматологія і протезування. – 2002. – № 2. – С.140-141.

22. Радченко В.А, Шимон В.М., Ткачук Н.А., Шманько А.П. Конечнo-елементные модели для определения жесткости и прочности имплантатов из гидроксилапатитной керамики // Ортопедія, травматологія і протезування. – 2002. – № 3. – С.60-64.

Особистий внесок автора полягає в проведенні експериментальних досліджень та обґрунтуванні результатів.

23. Шимон В.М. Заміщення травматичних ушкоджень тіл хребців (без порушення цілісності зони росту) кістковими ауто трансплантатами та гидроксилapatитом // Науковий вісник Ужгородського університету: Серія медицина. – 2002. – Вип. 18. – С. 218-221.

24. Пат. 35075 А. МКВ⁶ А61В17/56. Пристрій для фіксації хребта / Шпильов В.І., Корж М.О., Радченко В.О., Шимон В.М. – Опубл. 15.03.2001, Бюл. № 2. – С. 3.

Особистий внесок автора полягає у проведенні патентного пошуку, клінічній апробації метода.

25. Шимон В.М., Симодейко А.А., Тромпак Е.М., Овводи В.И., Яцына Ю.Ю., Брензей О.И. Диагностика неосложненных проникающих поврежденных поясничного отдела позвоночника. Нові технології в хірургії // “Актуальні питання сучасної хірургії”: Мат. міжнар. конф. (Ужгород). – 1997. – С. 256-258.

Особистий внесок автора полягає у проведенні діагностики ушкоджень хребта та узагальненні результатів.

26. Шимон В.М., Симодейко А.А., Тромпак О.М., Овводи В.И. Клініко-рентгенологічні прояви дегенеративно-дистрофічних змін у хребті після компресійних і проникаючих переломів поперекових хребців // Матеріали наукової конференції вертебрологів (Харьков). – 1998. – С.134-136.

Особистий внесок автора полягає у клініко-рентгенологічному аналізі переломів хребта.

27. Simodejko A, Shimon V., Trompak O. Substantiation and application of transpedicular fixation in case of injury of the vertebral column // 2nd Central European Orthopaedic Congress (Budapest). – 1998. – P. 15.

Особистий внесок автора полягає у розробці технології операційного втручання при ушкодженнях хребта.

28. Радченко В.А., Шимон В.М. Регенерация позвоночного сегмента после травматического повреждения // “Морфологические основы гистогенеза и регенерации тканей”: Мат. науч. конф. (Санкт-Петербург). – 2001. – С. 68.

Особистий внесок автора полягає у проведенні експериментів на тваринах та узагальненні даних.

29. Шимон В.М., Філіп С.С. Важкі гнійні ускладнення при травмі хребта // Матеріали VIII науково-практичної та навчально-методичної конференції (Вінниця). – 2002. – С. 107-110.

Особистий внесок автора полягає у проведенні хірургічних втручань, лікуванні хворих та узагальненні результатів.

АНОТАЦІЯ

Шимон В. М. Реконструктивно-відновлювальні операції при пошкодженнях хребта з використанням гідроксилапатитної кераміки (експериментально-клінічне дослідження). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія.

Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка АМН України, Харків, 2003.

В дисертації на основі системного підходу, концептуального обґрунтування, експериментальних, морфологічних та біомеханічних досліджень, а також методів математичного моделювання розроблено новий напрямок у хірургічному лікуванні травматичних ушкоджень хребта з використанням ГАП. В експериментах на 186 білих лабораторних щурах обґрунтована доцільність диференційованого застосування гранул, порошку та щільних зразків ГАП при різних видах травматичних ушкоджень хребта – тіл хребців, міжхребцевих дисків та при їх сумісному ушкодженні. Математичне моделювання з використанням методу кінцевих елементів дало можливість не тільки планувати, але й прогнозувати результати хірургічних втручань при травматичних ушкодженнях хребта.

Розроблені основні принципи стабілізуючих операцій, а також інструментарій, рекомендації і схеми хірургічного лікування травматичних ушкоджень хребта з використанням ГАП. Прооперовано та проведено аналіз результатів лікування 91 пацієнта з різноманітними видами ушкоджень грудного та поперекового відділів хребтового стовпа.

Ключові слова: травматичні ушкодження хребта, гідроксилапатит, морфологія, біомеханіка, математичне моделювання, метод кінцевих елементів, концептуальна модель, лікування.

АННОТАЦИЯ

Шимон В.М. Реконструктивно-восстановительные операции при повреждении позвоночника с использованием гидроксилатапатитной керамики (экспериментально-клиническое исследование). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.01.21.- травматология и ортопедия. Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И. Ситенко АМН Украины, Харьков, 2003.

На основе системного подхода, концептуального обоснования, экспериментальных, морфологических и биомеханических исследований, а также математического моделирования с использованием метода конечных элементов, разработано новое направление в хирургическом лечении травматических повреждений грудного и поясничного отделов позвоночного столба с использованием гидроксилатапатитной керамики.

В диссертации представлены данные комплексного экспериментального и клинического исследования различных форм гидроксилатапатитной керамики (гранулы, порошок, твердые образцы). Методами морфологического анализа в эксперименте на животных обоснованы особенности перестройки тканей позвоночного сегмента (тело позвонка, межпозвонковый диск, зона роста) в условиях имплантации гранул, порошка и плотных образцов ГАП при различных видах травматических повреждениях позвоночника – тел позвонков, межпозвонковых дисков и при их сочетанном повреждении. Установлена роль клеточного состава (клеток остеобластического, лимфоидного и макрофагального дифферонов) связующей зоны между костью и ГАП в синхронном течении процессов костеобразования и резорбции. Доказано, что при использовании гранул ГАП в экспериментальных условиях отмечается их остеокондуктивность и остеоинтеграция. Эти качества гидроксилатапатита обуславливают формирование плотного костно-керамического соединения в телах позвонков, сохраняющего стабильность через 6 мес. (конечный срок наблюдения на животных) после оперативного вмешательства. Выявлено, что при имплантации плотных блоков ГАП в межтеловой промежуток, определяется остеоинтеграция ГАП с костной тканью тел позвонков и не нарушается структура прилежащего фиброзного кольца. Показано, что гранулы ГАП могут быть использованы при пластике травматических повреждений фиброзного кольца и студенистого ядра. При этом формируется плотное фиброзно-керамическое соединение.

При биомеханическом исследовании позвоночных сегментов с имплантированным гидроксилатапатитом выявлено, что при использовании гранул и

плотных образцов ГАП воздействие критической разрушающей нагрузки на позвоночный сегмент не приводит к переломам в области имплантации. Критическая разрушающая нагрузка во всех ситуациях соответствует таковой для интактных позвоночных сегментов. Не выявлено биомеханических различий жесткости системы после имплантации ГАП или костных аутотрансплантатов.

Дано математическое обоснование (разработка и использование метода конечных элементов) моделей различного типа воздействий на позвоночный столб с имплантатами ГАП (гранулы и блоки) и в сочетании с фиксирующими устройствами. Разработаны концептуальные подходы к использованию ГАП при травматических повреждениях грудного и поясничного отделов позвоночного столба и предложены основные принципы проведения стабилизирующих операций в области позвоночника. На этой основе разработан инструментарий, рекомендации и схемы оперативного лечения травматических повреждений позвоночного столба.

Разработаны и внедрены в практику способы и устройства:

- а) способ хирургического палиативного лечения травматических повреждений позвоночника;
- б) способ хирургического лечения компрессионных переломов тел позвонков и устройство для его осуществления;
- в) устройство для коррекции и фиксации позвоночника;
- г) устройство для фиксации позвоночника.

Прооперировано и проведен анализ результатов лечения 91 пациента с повреждениями грудного и поясничного отделов позвоночного столба при использовании различных видов ГАП (гранулы и плотные образцы, взятые отдельно и в сочетании). Имплантация гранул ГАП в замкнутое пространство (тело позвонка и межтеловой промежуток) обеспечивает межтеловую опору в сочетании с задним спондилодезом металлическими конструкциями. Преимуществом использования гранул ГАП является проведение малоинвазивного хирургического вмешательства. Плотные образцы ГАП могут быть использованы из переднего доступа к телу позвонка (при невозможности создания замкнутого пространства).

Разработанные способы хирургического лечения травматических повреждений позвоночника позволили достичь оптимальной коррекции деформации позвоночного столба при различных типах повреждений и сохранить стабильность фиксации на период формирования костно-керамического блока.

Ключевые слова: травматические повреждения позвоночника, гидроксилapatит, морфология, биомеханика, метод конечных элементов, концептуальная модель, лечение.

SUMMARY

Shimon V.M. Reconstructive-reparative operations in vertebral column injuries with the use of hydroxylapatite ceramics (experimental-clinical investigation). – Manuscript.

Thesis for submittance of a doctor of a medical sciences degree on speciality 14.01.21 – traumatology and orthopaedics.

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the Academy of Medical Science of the Ukraine, Kharkov, 2003.

In thesis based on a system approach, conceptual substantiation, experimental morphological and biochemical studies and mathematical modeling methods a new trend has been developed in surgical treatment of traumatic injuries of vertebral column with the use of hydroxylapatite. In experiments on 168 white laboratory rats the expediency of differentiated application of granules, powder and dense samples of HAC in different cases of traumatic injuries of the vertebral column – the vertebral bodies, intervertebral discs, and in case of its combined injuries is substantiated. Mathematical modeling with the use of the finite elements method, presented in the work, enabled to plan and predict the results of surgical interventions in case of traumatic injuries of vertebral column.

The basic principles of stabilized operations have been developed as well as the instruments, recommendations and the regimen of surgical treatment of traumatic injuries of vertebral column with the use of hydroxylapatite. Surgical operations were carried out for 91 patients with different kinds of injuries of thoracal and lumbar parts of the vertebral column; the analysis of the treatment results was made.

Key words: traumatic injuries of the vertebral column, hydroxylapatite, morphology, biomechanics, mathematical modeling, finite elements method, conceptual model, treatment.