

# ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МІЦНОСТІ КІСТКОВО-МЕТАЛЕВОГО БЛОКА ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ПОВЕРХОНЬ ІМПЛАНТАТІВ В УМОВАХ НОРМАЛЬНОГО СТАНУ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ТА ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ОСТЕОПОРОЗУ В ЕКСПЕРИМЕНТІ НА ЩУРАХ

Філіпенко В. А., Карпинський М. Ю., Карпинська О. Д., Танькут В. О.,  
Аконджом М., Бондаренко С. Є.

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

**Мета дослідження.** Визначити вплив різних видів імплантатів на міцність нормальної та остеопоротичної кісткової тканини.

**Матеріали та методи дослідження** На базі лабораторії біомеханіки ДУ "ІПХС ім. проф. М. І. Ситенка НАМН" було проведено експериментальні дослідження міцності стегнової кістки 60 лабораторних щурів. Тварини були розподілені на дві основні групи: здорові тварини та тварини, яким методом оваріоектомії був змодельований остеопороз, по 30 тварин в кожній групі. В середині груп було сформовано по 6 підгруп тварин (по 5 тварин в кожній), яким, оперативним шляхом, в стегнову кістку були встановлені імплантати з різних матеріалів: тантал, титан, титан з покриттям фірм DePuy, Smith&Nephew, Lima, Stryker. В якості контролю використовували інтактні (не оперовані кінцівки) тих самих тварин. Дані, отримані в результаті проведення експерименту було оброблено методами статистичного аналізу.

**Результати дослідження.** В результаті проведення експерименту були отримані дані про величини навантаження, при яких відбувалось руйнування препаратів стегнових кісток лабораторних щурів. Отримані дані були проаналізовані статистичними методами.

Проведений тест Колмогорова-Смірнова показав, що всі дані підлягають нормальному розподілу, що дає можливість використовувати параметричні методи статистики.

Досліджували вплив остеопорозу на міцність кісткової тканини лабораторних щурів. Для вирішення цього завдання ми виконали порівняльний аналіз всіх інтактних стегнових кісток тварин з нормальною щільністю кісткової тканини та тварин з модельованим остеопорозом. Результати дослідження показали, що стегнові кістки тварин, яким моделювали остеопороз руйнувались при навантаженнях величиною  $(1,5 \pm 0,1)$  Н, що статистично значимо ( $p=0,001$ ) відрізняється від аналогічного показника кісток здорових тварин, які руйнувались при навантаженнях  $(4,7 \pm 0,4)$  Н. Результати проведеного порівняльного аналізу міцності інтактних стегнових кісток лабораторних тварин дозволяють з високим ступенем достовірності ( $p=0,001$ ) стверджувати, що в результаті лабораторного моделювання нам вдалося отримати явища остеопорозу у тварин відповідної групи.

Далі визначали вплив наявності імплантату на міцнісні якості стегнових кісток лабораторних тварин. Для вирішення поставленого завдання проводили порівняльний аналіз оперованих та інтактних кісток в підгрупах з різними видами імплантатів, як у здорових тварин, так і у тварин з модельованим остеопорозом. Аналіз показав, що наявність імплантату з будь-якого з досліджених матеріалів статистично значимо (на рівні  $p=0,001$ ) приводить до підвищення міцності стегнової кістки лабораторних тварин з модельованим остеопорозом в порівнянні з інтактними кістками цих самих тварин. Даний факт може пояснюватися тим, що імплантат виконує армуючу дію. В підгрупах тварин з нормальною щільністю кісткової тканини навпаки, міцність оперованих кісток декілька нижче за інтактні, хоча рівень значущості відмін не такій високий, як в підгрупах з остеопорозом. В підгрупі з танталовими імплантатами різниця в міцності оперованих та інтактних кісток не набуває статистичної значущості ( $p=0,075$ ).

Отримавши протилежні результати при порівнянні міцності оперованих та інтактних кісток в групах тварин з модельованим остеопорозом та нормальною щільністю кісткової тканини, ми вирішили окремо порівняти міцність кісток з імплантатами між групами

тварин з остеопорозом та без нього. З даною метою був проведений порівняльний аналіз показників руйнуючого навантаження для всіх оперованих кісток в групі з нормальною щільністю кісткової тканини з оперованими кістками в групі з модельованим остеопорозом, не залежно від матеріалу імплантатів. Було доведено, що кістки з встановленими імплантатами в групі тварин з нормальною щільністю кісткової тканини витримують значно більші руйнівні навантаження, ніж кістки тварин з модельованим остеопорозом, незалежно від матеріалу імплантатів. Це підтверджується високою статистичною значущістю різниці на рівні  $p=0,001$ , практично у всіх підгрупах. Виняток складає підгрупа з імплантатами з титану, де статистична значущість відмінностей міцності стегнових кісток спостерігається на рівні  $p=0,014$ . При застосування різних типів імплантатів щільність оперованих кісток статистично значущо відрізняється як у тварин з нормальною щільністю кісткової тканини ( $F=5,411$ ;  $p=0,002$ ), так і у тварин з модульованим остеопорозом ( $F=18,453$ ;  $p=0,001$ ). При цьому щільність не оперованої кістки залишається не змінною у межах однакової щільності тканини.

Для подальшого аналізу у межах дисперсійного аналізу було проведено апостеріорний тест для множинного аналізу, який дозволить нам виявити однорідні (гомогенні) групи, які статистично (на рівні  $\alpha=0,005$ ) розрізняються між собою. Результати дисперсійного аналізу показників руйнівного навантаження для стегнових кісток з імплантатами з різних матеріалів в групі лабораторних тварин з нормальною щільністю кісткової тканини наведено в табл. 6.

Результати апостеріорного тесту показали, що найменші навантаження витримують кістки з імплантатами з титану. Розміщення їх в окремій підмножині свідчить про те, що їх міцнісні показники статистично значимо відрізняється від підгруп з імплантатами з інших матеріалів. Найбільші руйнівні навантаження тримають кістки з імплантатами з танталу та імплантатами виробництва Smith&Nephew. Статистична значущість цієї переваги над іншими матеріалами доведена розміщенням їх в окремій підмножині. Кістки з імплантатами виробництва DePuy, Stryker, Lima за показниками руйнуючого навантаження не мають статистично значимих відмінностей ( $p=0,133$ ), але значимо відрізняються від кісток з імплантатами з титану та імплантатами виробництва Smith&Nephew.

При наявності зниження міцності кісткової тканини в результаті остеопорозу спостерігається більша диференціація препаратів кісток з імплантатами з різних матеріалів за показниками руйнуючого навантаження. Так окремі підмножини склали кістки з імплантованим титаном, як самі слабкі, та кістки з імплантатами з танталу, як самі міцні серед інших препаратів. Розміщення їх, за результатами тесту Дункана, до окремих підмножин свідчить про статистичну значущість цих відмінностей. Другу підмножину склали кістки з імплантатами DePuy та Stryker, які не мають між собою статистичної значущої різниці ( $p=0,366$ ) в показниках руйнуючого навантаження. Третю окрему підмножину склали препарати стегнових кісток лабораторних тварин з імплантатами Lima та Smith&Nephew.

**Висновки.** В результаті проведення моделювання остеопорозу у лабораторних тварин методом оварієктомії вдалося отримати статистично значуще зниження міцності кісткової тканини стегнових кісток. Виявлено, що стегнові кістки щурів з встановленими імплантатами при нормальній щільності кісткової тканини витримують руйнівні навантаження більшої величини ніж кістки після моделювання остеопорозу, не залежно від матеріалу імплантатів. При нормальній щільності кісткової тканини кістки з імплантатами статистично значимо виявляються менш міцними за інтактні кістки цих же тварин. Навпаки, в групі тварин з модельованим остеопорозом міцність кісток з імплантатами вища за інтактні. Найбільші руйнівні навантаження, як при нормальній щільності кісткової тканини, так і при остеопорозі, статистично значимо витримують кістки з імплантатами з танталу. Найменш міцними виявляються кістки з імплантатами з титану.