

ВПЛИВ УЛЬТРАЗВУКУ НА РЕПАРАТИВНУ РЕГЕНЕРАЦІЮ КІСТКОВОЇ ТКАНИНИ ПІСЛЯ ВВЕДЕННЯ ТИТАНОВИХ ІМПЛАНТАТІВ

Маколінець В.І.¹, Маколінець К.В.², Морозенко Д.В.², Глебова К.В.²

*¹ ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН
України», м. Харків, Україна*

² Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

Анотація. Розглянуто та обґрунтовано на основі даних сучасної вітчизняної та зарубіжної літератури вплив ультразвуку різної частоти на перебіг репаративної регенерації кісткової тканини у експериментальних тварин та в людини. Узагальнено результати клініко-експериментальних досліджень щодо використання ультразвуку як методу фізичної терапії після імплантації титанових імплантатів, що позитивно впливає на регенерацію кісткової тканини, у Державній установі «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України».

Ключові слова: імпульсний ультразвук, кісткова тканина, репаративний остеогенез, титанові імплантати.

Вступ. Ультразвукове випромінювання є одним із методів фізичної терапії, який на сьогодні все частіше використовується у медицині. Одним із способів стимуляції остеогенезу є низькочастотний ультразвук. Доведено його позитивний вплив на регенерацію кісткової тканини під час лікування переломів трубчастих кісток консервативними та оперативними методами. На сьогодні також вивчено деякі механізми впливу ультразвуку на кістку, зокрема, активацію остеогенезу, фактори росту, дію на остеобласти та остеокласти [1]. Прискорення загоєння та регенерації кісткових дефектів з допомогою ультразвукового опромінювання низької інтенсивності було встановлено моделі великогомілкової кістки у щурів [2], а також в експериментальних моделях на кістках черепа [3]. Однак в літературі присутня недостатня кількість досліджень щодо застосування низькочастотного ультразвукового випромінювання у

лікуванні переломів кісток [4]. Однак враховуючи світовий досвід застосування низькочастотного ультразвуку у клінічній травматології та ортопедії, слід визнати дослідження у цьому напрямку перспективними і актуальними.

Мета дослідження – проаналізувати власні результати досліджень щодо впливу ультразвукового випромінювання на регенерацію кісткової тканини в експерименті.

Матеріали і методи. Дослідження виконано на базі ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» у 2010 – 2018 рр. Було проведено низьку експериментальних досліджень на щурах, які стосувались впливу ультразвуку на репаративну регенерацію кісткової тканини після введення титанових імплантатів.

Отримані результати. В результаті проведених досліджень нами було встановлено, що дія імпульсного ультразвуку з інтенсивністю 0,4 Вт/см² супроводжується підвищенням на 45 добу

міцності кісткової тканини в порівнянні з тваринами інтактною групи. Показники міцності кістки при даному режимі ультразвукового впливу наближаються до міцності кісткової тканини у інтактних тварин (різниця складає всього 9%). Результати біохімічних досліджень теж вказують на сприятливу дію на репаративний остеогенез ультразвуку інтенсивністю 0,4 Вт/см² та відсутність негативного впливу ультразвуку інтенсивністю 0,7 Вт/см² на стан обміну кальцію та вуглеводно-білкових сполук у щурів. Рентгенологічні дослідження підтверджують позитивну дію ультразвуку з інтенсивністю 0,4 Вт/см² на щільність контакту між імплантатом та кістковою тканиною [5].

Також було встановлено, що імпульсний ультразвук, застосований з 3-ї доби (кінець першої та початок другої стадії остеорепації) після імплантації титанових зразків, не порушує стадійності остеорепаративного процесу. Відповідно до стадій репаративного остеогенезу навколо імплантатів формуються грануляційна, фіброретикулярна та кісткова тканина. Ультразвук з інтенсивністю коливань 0,4 та 0,7 Вт/см² прискорює перебудову грануляційної тканини у фіброретикулярну, на що вказують статистично значуще більші порівняно з контролем території фіброретикулярної (у 1,7 та 1,3 рази відповідно) та менші площі грануляційної тканини (у 1,35 та 1,2 рази відповідно). Про активацію ангиогенезу свідчить значна щільність кровоносних судин різного діаметру в грануляційній тканині та кістковому мозку міжтрабекулярних просторів материнської кістки. В умовах застосування ультразвуку інтенсивністю 0,4 та 0,7 Вт/см² у фіброретикулярній тканині виявлена значна щільність клітин остеобластичного диферону, чим обумовлено формування остеоїду та грубоволокнистих кісткових трабекул навколо титанового зразка вже на 7-у добу після його імплантації, що не встановлено в контрольній групі. На всіх подальших термінах дослідження процес кісткоутворення в ділянці імплантації

активніше перебігав у тварин, яким застосовували ультразвук інтенсивністю 0,4 Вт/см², про що свідчать найвищі показники площі новоутвореної кісткової тканини та індексу остеointegraції [6].

Таким чином, імпульсний ультразвук при інтенсивності коливань 0,4 Вт/см², застосований із 3 доби після імплантації титанових зразків, не порушує стадійності остеорепаративного процесу. Ультразвук даного режиму активізує перебудову грануляційної тканини та остеогенну диференціацію фіброретикулярної тканини на ранніх стадіях остеорепації, що обумовлює у подальшому вірогідно вищі по відношенню до контролю показники новоутвореної кісткової тканини навколо імплантатів, активної остеобластичної поверхні та індексу остеointegraції [7].

Висновки. В перспективі одержані результати стосовно особливостей перебудови кісткової тканини в ділянці імплантації титанових зразків після дії низькоінтенсивного імпульсного ультразвуку стануть основою для обґрунтування показань та розробки методики щодо його використання для реабілітації пацієнтів після реконструктивно-відновлювальних оперативних втручань.

Список літератури:

1. Резник Л.Б., Рожков К.Ю., Дзюба Г.Г., Заводиленко К.В. Особенности формирования костной мозоли на фоне контактного низкочастотного ультразвукового воздействия в клинике и эксперименте. Политравма. 2018. 87 - 92.
2. Liu J., Li X., Zhang D. [et al.]. Acceleration of Bone Defect Healing and Regeneration by Low-Intensity Ultrasound Radiation Force in a Rat Tibial Model. Ultrasound Med Biol. 2018 Dec; 44(12):2646–2654.
3. Jung Y.J., Kim R., Ham H.J. [et al.]. Focused low-intensity pulsed ultrasound enhances bone regeneration in rat calvarial bone defect through enhancement of cell proliferation. Ultrasound Med Biol. 2015 Apr; 41(4): 999–1007.
4. Резник Л.Б., Рожков К.Ю., Ерофеев С.А. Применение физических

факторов для оптимизации костной регенерации (обзор литературы). Журнал клинической и экспериментальной ортопедии им. Г.А. Илизарова. 2015. № 1. 89–95.

5. Маколінець В.І., Малишкіна С.В., Леонтьєва Ф.С., Гращенко Т.М., Нікольченко О.А., Суббота І.А., Мельник В.В. Вплив ультразвуку на регенерацію кісткової тканини в зоні «кістка-імплантат» (експериментальне дослідження). Літопис травматології та ортопедії. 2013. № 1. 279.

6. С.В. Малишкіна С.В., Маколінець В.І., Нікольченко О.А.,

Вишнякова І.В., Гращенко Т.М. Вплив імпульсного ультразвуку на перебіг остеорепації в ділянці імплантації титанових зразків (експериментальне дослідження). Ортопедия, травматология и протезирование. 2014. № 3. 16–23.

7. Малишкіна С.В., Маколінець В.І., Вишнякова І.В., Нікольченко О.А., Гращенко Т.М. Репаративна регенерація кістки навколо титанових імплантів після дії низькоінтенсивного імпульсного ультразвуку. Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16, № 1, ч. 1(61). 147–151.