

## ВПЛИВ ЕКСТРАКОРПОРАЛЬНОЇ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ НА ЗРОЩЕННЯ ПЕРЕЛОМІВ КІСТОК (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

*Герцен Г.І., Се-Фей, Остапчук Р.М., Лісовий О.В., Слабостицький А.В.  
Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, м. Київ*

**Резюме.** У статті представлено аналіз літературних даних щодо проблеми впливу екстракорпоральної ударно-хвильової терапії на зрощення переломів кісток і нові можливості цього методу.

**Ключові слова:** переломи кісток, остеогенез, ударно-хвильова терапія.

Сучасне лікування переломів кісток базується на виконанні базових принципів травматології – ургентності надання допомоги постраждалим, репозиції і фіксації кісткових уламків за допомогою сучасних методів. В останні десятиріччя в практиці травматології відбулася значна переоцінка стандартів лікування переломів кісток. Так, у тактиці й техніці хірургічної травматології віддається перевага малоінвазивним “біологічним” стабільно-функціонально-статичним методам металоостеосинтезу (МОС). Незважаючи на це, при застосуванні таких методів МОС також спостерігаються порушення зрощення переломів кісток, відсоток ускладнень сягає 2,7-27,1% [1, 4].

Протягом останнього десятиріччя увагу вчених привернув ефект дії екстракорпоральної ударно-хвильової терапії (ЕУХТ) на процеси остеогенезу. Проте ще до цього ЕУХТ широко застосовували як ефективний метод лікування багатьох захворювань опорно-рухового апарату: адгезивних капсулітів плечового суглоба, ентезопатій ліктьового суглоба, трохантеритів, ахіллоденій і ахіллобурситів, плантарних фасційтів, невром Мортонна, дегенеративно-дистрофічних захворювань хребта і суглобів [5, 25].

Ударні (акустичні) хвилі являють собою вібрацію перемінного тиску, яка приводить до його підвищення в короткий проміжок часу – на кілька наносекунд. Крім стрибкоподібного імпульсу підвищеного тиску (від 5 до 120 mPa), ударні хвилі характеризуються наступною фазою негативного тиску, широким спектром частоти (16-25 Гц), швидким початковим часом підйому (менше 10 нс), коротким часом існування (до 10 мс). При використанні ЕУХТ враховують кількість енергії, ударів, сеансів, частоту ударів, проміжок часу між сеансами. До теперішнього часу не встановлено, який із параметрів ударних хвиль має найбільше значення в біологічних і клінічних ефектах [10].

Нині при лікуванні наслідків травм і захворювань опорно-рухового апарату ЕУХТ розглядається як альтернатива не тільки традиційній консервативній терапії у випадках порушення зрощення переломів кісток, а й хірургічним втручанням [19]. Експериментальні дослідження з вивчення впливу радіальної ЕУХТ на кісткоутворюючі процеси проводились на різних тваринах. Так G. Haupt et al. [22] в експерименті на щурах відзначили позитивний ефект ЕУХТ на зрощення переломів кісток.

Виконуючи експеримент також на щурах, В.О. Фіщенко зі співавтором [9] досліджували вплив радіальної ЕУХТ на загоєння діафізарного перелому стегнової кістки після МОС спицею. При цьому автори відзначили у тварин під впливом ЕУХТ (4 сеанси) більш раннє формування кісткового регенерату, що вони зв'язували з притоком крові з зони перелому, поліпшенням локальної мікроциркуляції та оксигенації.

C.I. Wang et al. [28] в експерименті на собаках виконали моделювання перелому стегнової кістки з наступним МОС стержнем. Автори розділили тварин на контрольну і дослідну групи. Дослідна група тварин, на відміну від контрольної, через 7 днів після травми і загоєння рани, отримувала сеанс ЕУХТ в дозуванні 2000 імпульсів при щільності енергії 0,47 мДж/мм<sup>2</sup>. Результати досліджень показали, що радіальна ЕУХТ через 12 тижнів після травми сприяє інтенсифікації формування кісткової мозолі, остання характеризується більшою масою кісткової речовини, більшим мінеральним насиченням, більшим вмістом кальцієвих солей, більшою витривалістю при біомеханічних навантаженнях (механічному стресі) і більшим модулем еластичності порівняно з контрольними тваринами.

Z.H. Xu et al. [19] провели експериментальні дослідження на кроликах, яким виконували білатеральну діафізарну остеотомію обох гомілкових кісток із наступною зовнішньою фіксацією апаратом.

Тварини були розділені на контрольну і дослідну групи. Останні після операції отримували 2-3 сеанси радіальних ЕУХТ в терміни 7, 21 і 35 днів при дозуванні 5000 імпульсів, щільності енергії 0,32 мДж/мм<sup>2</sup>. Як показали результати досліджень, радіальна ЕУХТ на ранніх стадіях кісткового зрощення морфологічно активувала проліферацію остеогенної тканини і диференціювання її в кісткову тканину. Також автори відзначали у тварин під впливом ЕУХТ більш високі міцнісні характеристики кісткового зрощення при механічних торсіонних навантаженнях.

Н. Gollwitzer et al. [25] в експерименті на кроликах вивчали вплив радіальної ЕУХТ на фізіологічний процес ремоделювання кісткової тканини. Тваринам на здорові задні лапки в ділянці стегон застосовували 2 сеанси радіальної ЕУХТ (через 7 днів) в дозі 4000 імпульсів, щільності енергії 0,16 мДж/мм<sup>2</sup>, тиску 4 бар, частоті 8 Гц. При цьому автори відзначали рентгенологічно і морфологічно активізацію формування “нової” кісткової тканини, стовщення кортикального шару стегнових кісток. Автори ніколи не знаходили підтверджених морфологічно мікропереломів стегнових кісток, гематом, ушкодження окістя. Також було показано, що остеогенез максимально індукується на першому тижні.

Аналогічні експериментальні дослідження на кроликах також були проведені М. Maier et al. [21]. Автори при використанні сцинтиграфії, МРТ, морфологічних досліджень відзначили, що вплив радіальної ЕУХТ на стегна тварин в дозі 0,9 мДж/мм<sup>2</sup> викликає ознаки едеми м'яких тканин, епі-періостальні крововиливи, едему кісткового мозку. На їх думку, такі зміни кровообігу приводять до ревазуляризації тканин, запуску локальних факторів росту кістки. Проте в літературі [11] також зустрічаються роботи, в яких на основі рентгенологічних і біомеханічних досліджень було показано, що при “свіжих” переломах кісток ЕУХТ не впливає позитивно на кісткоутворюючі процеси, висока енергія ЕУХТ (фокусовані ударні хвилі) пошкоджує кісткову тканину, знижує її механічну міцність, призводить до формування сповільненого зрощення переломів кісток, апофізарних дисплазій [32].

В експерименті на щурах Yang-Jen Chen et al. [148] відзначили дозозалежний ефект радіальної ЕУХТ на кісткоутворюючі процеси: оптимальна доза ЕУХТ 0,16 мДж/мм<sup>2</sup>, частота 1 Гц, число імпульсів 500 активує зрощення дефекту кістки у тварин. Також було відзначено, що оптимальні дози впливу радіальної ЕУХТ на регенерацію кісткової тканини у тварин не можуть бути перенесені на людей.

Oktaz B. et al. [15] в експерименті на щурах досліджували зрощення остеотомованої стегнової кістки і МОС спицею в умовах циркулярної резекції окістя в ділянці остеотомії і наступної ЕУХТ у

тварин трьох піддослідних груп (різний ступінь резекції окістя), а також у тварин контрольної групи – без резекції окістя і ЕУХТ. При цьому автори відзначили, що у тварин при резекції окістя на рівні остеотомії ЕУХТ позитивно впливала на формування зрощення стегнових кісток. Автори дійшли висновку, що ЕУХТ може бути рекомендована для лікування відкритих переломів кісток з ушкодженням м'яких тканин і окістя в клініці.

Цікавою є робота J. Hausdorf et al. [30], які досліджували фібробласти і остеобласти людини *in vitro*, піддаючи їх впливу ЕУХТ в дозі 250-500 імпульсів при щільності енергії 25 кВ. Через 24, 48 і 72 години в цих клітинах вивчали вміст факторів росту FGF-2 і TGF- $\beta$ (1). Результати порівнювали з контрольними клітинами (без впливу ЕУХТ). Було відзначено, що через 24 години після ЕУХТ значно підвищується рівень FGF-2 ( $p < 0,05$ ) в клітині корелятивно з дозуванням ударних хвиль, при цьому граничний вміст TGF- $\beta$ (1) до 48 годин не відрізнявся суттєво від контролю. Автори припустили, що ЕУХТ забезпечує зрощення кістки на молекулярному рівні, індукуючи синтез важливого фактору росту кісткової тканини FGF-2 у фібробластах і остеобластах.

Разом із експериментальними дослідженнями існують і клінічні спостереження, які свідчать про ефективність ЕУХТ в лікуванні переломів кісток у людей. Як відзначили Е.А. Єгорова, А.Ю. Васильєв [3], активуючий вплив на кісткоутворюючі процеси в тканинах кінцівок при переломах кісток чинить радіальна ЕУХТ при середньо- і низькоенергетичних ударах хвиль із параметрами хвилі: тиск 1,5-2,5 атм., частота 4-8 Гц, загальним числом імпульсів однієї процедури – 2000-2500. Лікування проводилось 68 пацієнтам із переломами довгих кісток різних локалізацій після МОС (середній вік – 45,6 $\pm$ 3,7 року), 46 пацієнтів становили контрольну групу. При цьому в 89,7% хворих після МОС, які отримували ЕУХТ, відзначалось неускладнене загоєння, терміни консолідації були оптимальними. У пацієнтів контрольної групи цей показник становив 84,8%.

А.Н. Пінчук [8] в своїй дисертаційній роботі, присвяченій лікуванню поранених з бойовими ушкодженнями кінцівок, відзначає, що додаткове застосування ЕУХТ у 73,9% випадків сприяло зменшенню терміну утворення кісткової мозолі на 25,5 $\pm$ 3,6 дня ( $n=30$ ,  $p \leq 0,001$ ), в 75,5% приводило до зрощення переломів, відновлення цілості м'яких тканин. При цьому відновлення функції кінцівок наступало в оптимальні терміни, випереджаючи показники в групі порівнянні на 14,4 $\pm$ 5,13 дня ( $PS=55$ ,  $n=71$ ,  $p \leq 0,01$ ), до 290,4 $\pm$ 12,3 дня від моменту поранення в основній групі пацієнтів функція кінцівки оцінювалась в 72,63 $\pm$ 4,5 бала, в контрольній вона відставала на 9,4 бала.

Ю.В. Андріанов зі співавт. [7] в своїй роботі відзначили, що у 20 пацієнтів основної групи з переломами кісток гомілки, які лікувались традиційними методами, додаткове застосування ЕУХТ дозволило досягти більш раннього формування кісткового мозолу – на  $9,6 \pm 0,1$  дня порівняно з результатами 20 пацієнтів контрольної групи.

В. Moretti et al. [29], вивчаючи вплив радіальної ЕУХТ на зрощення закритих переломів кісток гомілки у 16 пацієнтів після накладання апаратів зовнішньої фіксації і порівнюючи характер зрощення уламків серед 16 пацієнтів із аналогічними переломами також після накладання апаратів зовнішньої фіксації, відзначили, що у пацієнтів обох груп в 100% випадків наступало зрощення, проте у пацієнтів першої групи (влив ЕУХТ) товщина кортикального шару гомілкових кісток в зоні перелому при рентгенологічних дослідженнях становила 3,25 мм, тоді як у пацієнтів контрольної групи – 2,54 мм, ця різниця підтверджена статистично ( $p \leq 0,01$ ).

Більшість авторів вважає, що остеогенетичний ефект радіальної ЕУХТ є комплексним, біологічним і дозозалежним. Механізм індукування кісткоутворення радіальної ЕУХТ остаточно не пояснений, не встановлено, як акустична енергія ударних хвиль і ритмічне підвищення тиску реалізуються в біологічний ефект [12]. І хоча механізм індукування кісткоутворення радіальної ЕУХТ остаточно не з'ясовано, щодо нього є різні гіпотези.

Так у деяких роботах відзначається індукція радіальної ЕУХТ стовбурових клітин кісткового мозку, диференціювання мезенхімоподібних клітин в остеобласти [20]. Повідомляється, що радіальна ЕУХТ у зоні впливу цього фізично-біологічного фактора сприяє збільшенню кількості стовбурових клітин, а за рахунок цього і остеобластів [32]. Було показано, що ЕУХТ позитивно впливає на ангиогенез, мітогенний ендотеліальний фактор, які забезпечують проліферацію ендотеліальних клітин (VEGF), активують репаративний остеогенез [80, 84, 115].

Певний інтерес викликало порівняльне дослідження 2 видів ЕУХТ (сфокусованої і радіальної) на мезенхімальні стовбурові клітини (міграцію, проліферацію, апоптоз). Дослідження показали, що обидва види ударних хвиль впливали на клітини залежно від інтенсивності імпульсів, енергії, частоти. При цьому специфічна різниця у впливі двох методів ЕУХТ залежала від діапазону дозування, що викликало різні ступені проліферації і апоптозу стовбурових мезенхімальних клітин [18].

Є роботи, в яких констатується фізичний ефект ЕУХТ – гіперполяризація мембран стовбурових клітин кісткового мозку з наступною зміною їх імунореактивності і швидкою активізацією для остеогенезу [24]. Під впливом радіальної ЕУХТ активація імунної системи характеризується зростанням

функціональної активності імункомпетентних клітин – лейкоцитів, лімфоцитів, підвищенням вмісту імуноглобулінів.

За деякими даними літератури повідомляється, що механізм дії радіальної ЕУХТ на репаративний остеогенез реалізується через так звану Р-субстанцію, яка міститься в кістковому мозку і має імунореактивні властивості [31]. З метою перевірки зміни вмісту Р-субстанції в кістковій тканині стегна у тварин після впливу радіальної ЕУХТ ударними хвилями силою  $0,9 \text{ mJ/mm}^2$  досліджували концентрацію цієї речовини у витяжці з кісткової тканини. При цьому порівняно з контрольною інтактною кінцівкою було відзначено суттєве підвищення концентрації вільної Р-субстанції до 24 годин після радіальної ЕУХТ, яка знижувалась лише через 6 тижнів [23].

Є повідомлення про наростання концентрації кісткового морфометричного протейну в тканинах кісткової мозолі під впливом радіальної ЕУХТ [2, 27], активізації ангиогенного і остеогенного факторів росту, зростання неоваскуляризації [13].

З метою дослідження впливу ЕУХТ на позаклітинний матрикс глікозаміногліканів і гіалуронової кислоти P.R. Santos et al. [16] в експерименті моделювали травматичний дефект стегнової кістки на 50 щурах. Дослідні тварини, на відміну від контрольних, отримували ЕУХТ. На 3, 7, 14, 21 і 28 день тварин виводили з досліду, вміст сульфатованих глікозаміногліканів у кісткових регенератах тварин дослідної групи, як і гіалуронової кислоти був суттєво вищим ( $p=0,002$ ) у всі терміни спостереження. Автори дійшли висновку, що ЕУХТ при зрощенні переломів кісток стимулює синтез сульфатованих глікозаміногліканів і підвищує рівень гіалуронової кислоти – одних з основних компонентів основної речовини кісткової тканини.

У деяких роботах є свідчення того, що ЕУХТ, змінюючи клітинний гомеостаз, формує біоактивні радикали  $O_2$  (супероксиданіон),  $OH$  (радикал гідроксили),  $NO$  (радикал закису азоту), простагландини, кальцієвмісні субстрати, які включаються в ефект активізації зрощення кістки [14]. Остання концепція відповідає також інформації про інтенсифікацію метаболізму в тканинах кісткового регенерату під впливом радіальної ЕУХТ [33].

Є експериментальні роботи, в яких відзначається, що сфокусована ЕУХТ високої енергії ушкоджує структуру кісткової тканини і призводить до формування сповільненого зрощення переломів кісток [11].

На нашу думку, ефект впливу ЕУХТ на процеси зрощення кістки залежить від сили її енергії (сфокусована, радіальна), дози застосування. Не можна забувати, що ударні хвилі – це фізична енергія, яка при неправильному застосуванні може заподіяти суттєве ушкодження тканин [26]. Водночас при раці-

ональному застосуванні ЕУХТ в клініці майже не відзначається виникнення побічної дії і ускладнень [6].

Отже, публікації в літературі свідчать про позитивний вплив ЕУХТ на зрощення переломів кісток. При цьому ефективність цього методу переважно пов'язується з радіальною ЕУХТ (низької і середньої енергії), вплив якої супроводжується індукцією ангіогенних і остеогенних факторів росту, активізацією мезенхімальних стовбурових клітин кісткової мозолі. Однак у літературі є й інші думки, які не збігаються з цими даними, недостатньо виявленні й механізми впливу ЕУХТ на кісткоутворюючі процеси.

Безперечно, проведення подальших досліджень у цьому напрямі, зокрема вивчення механізму впливу радіальної ЕУХТ на перебіг експериментальної травми кісток, на ревазуляризацію (неовазуляризацію) кісткової тканини, активність імунокомпетентних клітин, метаболізм інгредієнтів основної речовини, характер репаративного остеогенезу, дозволить розширити наші погляди на цю проблему.

## Література

1. Аналіз впливу аутологічних матеріалів сполучної тканини на перебіг репаративного процесу при дефекті кістки в експерименті / Г.В. Гайко, А.В. Калашніков, А.Т. Бруско [та ін.] // Вісник ортопедії, травматології та протезування. – 2012. – № 1 (72). – С. 56–60.
2. Гарилевич Б.А. Оценка эффективности ударно-волновой терапии в реабилитации больных с переломами костей конечностей / Б.А. Гарилевич, Е.А. Егорова : Сборник трудов Ижевской государственной медицинской академии. – Ижевск, 1999. – Т. 37. – С. 114.
3. Егорова Е.А. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении переломов костей конечностей / Е.А. Егорова, А.Ю. Васильев // Спортивная медицина. – 2013. – № 1. – С. 12–16.
4. Калашніков А.В. Розлади репаративного остеогенезу у хворих із переломами довгих кісток (діагностика, прогнозування, лікування, профілактика): дис. доктора мед. наук: 14.01.21 / Калашніков Андрій Валерійович. – К., 2003. – 284 с.
5. Лук'янцева Г.В. Ударно-хвильова терапія як один з засобів неінвазивного лікування у реабілітації хворих з порушеннями опорно-рухового апарату / Г.В. Лук'янцева, С.Ю. Франк, В.А. Пастухова // Український медичний альманах, 2013. – Т. 16, № 2. – С. 183–187.
6. Островський О.А. Зміни в клітинах і тканинах живих організмів під впливом ударно-хвильової терапії (огляд спеціальної літератури) / О.А. Островський // Спортивна медицина. – 2013. – № 1. – С. 7–11.
7. Перспективные разработки терапевтического применения ударных волн / Ю.В. Андриянов, Б.А. Гарилевич, Ю.В. Оленин, А.Е. Ротов [и др.] // Альманах клинической медицины. – 2006. – № 12. – С. 104–105.
8. Пинчук А.Н. Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении раненых с боевыми повреждениями конечностей: дис. ... кандидата мед. наук: 14.00.22, 14.00.19 / Пинчук Андрей Николаевич. – М., 2005. – 124 с.
9. Фищенко В.О. Экспериментальне дослідження впливу екстракорпоральної ударно-хвильової терапії на регенерацію кісткової тканини в умовах свіжої травми / В.О. Фищенко, Л.О. Килимню, О.Д. Рушак : XVII з'їзд ортопедів-травматологів України: збірник наукових праць. – Київ, 2016. – С. 209–210.
10. Шель Я. Современные представления о фокусированной и радиальной терапии / Я. Шель // Спортивна медицина. – 2013. – № 1. – С. 3–6.
11. Augato P. In vivo effect of shock-waves on the healing of fractured bone / P. Augato, L. Claes, G. Suger // Clin. Biomech (Bristol. Avon). – 1995. – № 10. – P. 374–378.
12. Biologiccal effect of shockwave: in vivo effect of high-energy pulses on rabbit bone / M. Delius, K. Draenert, Al Dick Y. // Ultrasound Med. Biol. – 1995. – Vol. 21. – P. 1219–1225.
13. Brendel W. Effect of shock wave on the microvasculature / W. Brendel, M. Delius, A. Goetz // Prg. Appl. Microcirculation. – 1987. – № 12. – P. 41–50.
14. Cheng J.H. Biological mechanism of shockwave in bone / J.H. Cheng, C.J. Wang // Int. J. Surg. – 2015. – № 24 (P+B). – P. 143–146.
15. Effect of extracorporeal shock wave therapy on fracture healing in rat femoral fractures with intact and excised periosteum / B. Oktas, Z. Orban, B. Erbil [et al.] // Eklem Hastalik Cerrahisi. – 2014. – Vol. 25 (3). – P. 158–162.
16. Effects of shock wave therapy on glycosaminoglycan expression during bone healing / P.R. Santos, V.P. Medeiros, Freire Martins de Moura J.P. [et al.] // Int. J. Surg. – 2015. – Dec., Vol.24. – P. 120–123.
17. Enhancing mechanical strength during early fracture healing via shockwave treatment: an animal study / R.W.-W. Hsu, C.L. Taib, C.Y.C. Chen [et al.] // Clinical. Biomechanics. – 2003. – Vol. 18, Issue 6. – P. 130–136.
18. Expiremental studies: focused and radial shock wave treatment, influence human mesenchimal stem cells / W. Bloch, V. Delbasse, H. Werlandet [et al.] // Eirgtaltrad congress in shock wave treatment for musculoskeletal pain. – Berlin, 2008. – P.12.
19. Extracorporeal shock wave treatment in nonunions of long bone fractures / Z.H. Xu, Q. Jiang, D.Y. Chen [et al.] // Int. Orthop. – 2009. – Jun., Vol. 33 (3). – P. 789–793.
20. Griffin V. Exploring the application of mesenchimal stem cells in bone repair and regeneration / V. Griffin, S.A. Igbal // J. Bone Jt. Surg. – 2011. – Vol. 93, № 4. – P. 427–434.
21. Influence of extracorporeal shock-wave application on normal bone in an animal model in vivo / M. Maier, S. Miltz, T. Tischer [et al.] // J. Bone. Joint. Surg. – 2002. – Vol. 84. – P. 592–599.
22. Influnse of shockwave on fracture healing / G. Haupt, A. Haupt, A. Ekkemkamp [et al.] // J. Urol. – 1992. – Vol. 39. – P. 529–532.
23. Ontori S. Chock wave application to ratsinidced degeneration and reinervation of sensory nerve fibres / S. Ohtori // Neuroscience Letters. – 2001. – Vol. 315. – P. 57–60.
24. Physical shock wave mediates membrane hyperpolarization and Ras activation for osteogenesis in human bone marrow stromal cells / F.S. Wang, C.J. Wang, H.J. Huang [et al.] // Biochem.Biophys Res. Commun. – 2001. – Vol. 287. – P. 648–655.
25. Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) induces new bone formation in vivo: results of an animal study in rabbits / H. Collwitzer, T. Gloeck, M. Roessner [et al.]

- // Ultrasound in Med. Biol. – 2013. – Vol. 39, № 1. – P. 126–133.
26. Radiale extrakorporale stobwellentherapie (ESWT) in der Orthopadie / L. Gerdsmeyer, H. Collwitzer, P. Diehl [et al.] // J. Hiner. Stoffwechs. – 2004. – № 11. – S. 36–39.
27. Shock wave application pertussis toxin-sensitive bone formation in segmental defect in rats / Y.J. Chen, Y.R. Kuo, K.D. Yang [et al.] // J. Bone. Miner. Res. – 2003. – Vol. 18, № 21. – P. 2169–2179.
28. Shock wave treatment shows dose-dependent enhancement of bone mass and bone strength after fracture of the femur / C.J. Wang, K.D. Yang, F.S. Wang [et al.] // Bone. – 2004. – Vol. 34. – P. 225–230.
29. Shock waves in the treatment of stress fractures / B. Moretti, A. Notarnicola, R. Garafalo [et al.] // Ultrasound. Med. Biol. – 2009. – Vol. 35, № 6. – P. 1042–1049.
30. Stimulation of bone growth factor synthesis in human osteoblasts and fibroblasts after extracorporeal shock wave application / J. Hausdorf, B. Sievers, M. Schmitt-Sody [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2011. – Vol. 131, № 3. – P. 303–309.
31. Substance P and prostaglandin E2 release after shock wave application to the rabbit femur / M. Maier, B. Averbek, S. Milz [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2003. – Vol. 406. – P. 237–245.
32. The effect of shockwaves on mature and healing of cortical bone / F. Forriol, L. Solchaga, J. Moreno [et al.] // Int. Orthop. – 1994. – Vol. 18. – P. 325–329.
33. Unfocused extracorporeal shock waves induce anabolic effects in osteoporotic rats / O.P. Jagt, T.M. Piscoer, W. Schaden [et al.] // J. Bone Joint. Surg. Am. – 2011. – Vol. 93. – P. 38–48.

### **EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE THERAPY EFFECT ON BONE FRACTURES HEALING (REVIEW OF LITERATURE)**

Hertsen H.I., Se-Fei, Ostapcbuk R.M., Lisovyi O.V., Slabospyskyi A.V.

**Summary.** In the article there is presented the analysis of literature data on the problem of extracorporeal shock wave therapy effect on bone fractures healing and new possibilities of these method.

**Key words:** bone fractures, osteogenesis, shock-wave therapy.

### **ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ НА СРАЩЕНИЕ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Герцен Г.И., Се-Фей, Остапчук Р.М., Лесовой А.В., Слабоспицкий А.В.

**Резюме.** В статье представлен анализ литературных данных по проблеме влияния экстракорпоральной ударно-волновой терапии на сращение переломов костей и новые возможности этого метода.

**Ключевые слова:** переломы костей, остеосинтез, ударно-волновая терапия.

УДК 616.718.4 – 001.5 – 08

## **ЛІКУВАННЯ НАВКОЛОСУГЛОБОВИХ ПЕРЕЛОМІВ ПРОКСИМАЛЬНОГО ВІДДІЛУ СТЕГНОВОЇ КІСТКИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

Калашніков А.В.<sup>1</sup>, Малик В.Д.<sup>2</sup>, Калашніков О.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ДУ "Інститут травматології та ортопедії НАМН України", м. Київ

<sup>2</sup>Полтавська обласна лікарня ім. М.В. Скліфосовського

**Резюме.** У роботі проаналізовано джерела вітчизняної та іноземної літератури щодо методик оперативного та консервативного лікування навколосуглобових переломів проксимального відділу стегнової кістки з визначенням їх ефективності на сучасному етапі надання медичної допомоги цій тяжкій категорії хворих. Визначено, що до цього часу не вироблено єдиної думки про оптимальні засоби фіксації, показання до окремих видів остеосинтезу чи ендопротезування. Розробка диференційованого підходу до лікування навколосуглобових переломів стегнової кістки дозволить повернути пацієнта до повноцінного життя і підвищити його якість.

**Ключові слова:** навколосуглобовий перелом проксимального відділу стегна, лікування, аналіз літературних джерел.