

УДК: 616.831-001,137^с

© Лук'янцева Г.В., Франк С.Ю., Пастухова В.А., 2013

УДАРНО-ХВИЛЬОВА ТЕРАПІЯ ЯК ОДИН З ЗАСОБІВ НЕІНВАЗИВНОГО ЛІКУВАННЯ У РЕАБІЛІТАЦІЇ ХВОРИХ З ПОРУШЕННЯМИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ.

Лук'янцева Г.В., *Франк С.Ю., Пастухова В.А.

*Національний університет фізичного виховання та спорту України, *Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця*

Фізична реабілітація в медицині представляє собою комплекс медичних, психологічних, педагогічних та соціальних заходів, спрямованих на відновлення або максимально можливу компенсацію частково порушених або повністю втрачених функцій організму з метою забезпечення постраждалій людині найбільш високого для неї рівня функціональної активності [1, 2]. Основним завданням фізичної реабілітації є нормалізація втраченої специфічної діяльності рахунок прискорення процесів регенерації пошкоджених тканин та органів, оптимізації метаболічних реакцій в органах та тканинах, збільшення інтенсивності протікання компенсаторних процесів та максимального зниження ступеня та об'єма структурних і функціональних порушень, а також запобігання ускладнень основного захворювання, що безпосередньо викликало порушення функцій організму [3]. У випадку повноцінної реалізації заходів реабілітації відбувається або повне відновлення функцій, або такий перерозподіл функцій організму, що забезпечує максимально можливу для людини соціальну та біологічну реадaptaцію та повернення до активної трудової або суспільної діяльності.

Згідно спеціальної доповіді Комітету експертів ВОЗ [4], проведення реабілітаційних заходів необхідне при порушенні будь-якої функції внаслідок врати або часткового дефекту фізіологічної, анатомічної, психологічної структури та специфічної діяльності. Саме тому заходи реабілітації можуть включати в себе методи, що спрямовані на зменшення дії травмуючих та ушкоджуючих чинників. У випадку травматичних або дегенеративно-дистрофічних змін опорно-рухової системи необхідне також застосування засобів, здатних до потужної стимуляції репаративних процесів кісткової, м'язової та нервової тканин та до скорочення термінів лікування [5]. Однією з таких методик функціонального лікування є ударно-хвильова терапія (УВТ), що широко розповсюджена майже в усіх країнах світу.

Перший генератор екстракорпоральних ударних хвиль було сконструйовано F.Rieber (США, 1951 р.) з метою терапевтичного впливу на пухлини головного мозку, але внаслідок незадовільних на той час результатів клінічних досліджень ця методика не змогла знайти широкого використання. Дослідження були тимчасово призупинені, однак приблизно через 10 років ця методика знов почала викликати у

наукового суспільства теоретичний та практичний інтерес. У 1980 р. в Мюнхені шляхом застосування ударних хвиль вперше було зруйновано каміння у людській нирці [6, 7], і саме з цього часу УВТ признана «золотим стандартом» в області урології завдяки здатності акустичних імпульсів дезинтегрувати конкременти у нирках та сечовивідних шляхах [8].

У порівнянні з іншими фізіотерапевтичними засобами, УВТ є відносно новою методою, однак останнім часом її почали дуже широко застосовувати як надійний засіб неінвазивної терапії для симптоматичного, профілактичного та етіологічного лікування в області кардіології, гастроентерології, хірургії, ортопедії, травматології, у спортивній медицині та навіть у косметології. Позитивний вплив ударних хвиль на структури опорно-рухового апарату був виявлений випадково як побічний ефект приблизно 20 років тому і дав змогу використовувати методику УВТ при різноманітних ушкодженнях та травмуваннях кісток, м'язів та сухожилків різної етіології.

Ударна хвиля представляє собою тонку перехідну область, що розповсюджуються зі сверхзвуковою швидкістю та в якій відбувається різке збільшення щільності, тиску та температури речовини [9, 10]. Принцип дії методики УВТ заснований на штучній генерації акустичних імпульсів (ударних хвиль) позитивного тиску, що не сприймаються людським слухом та характеризуються наступними фізичними показниками – коротким часом наростання (декілька наносекунд), низькою частотою (ниже 25 Гц), амплітудою тиску 10 – 100 мПа, а також експоненціальною декомпресією, розтяжністю та високим піковим тиском [11]. Акустична хвиля не затримуючись розповсюджується у м'яких тканинах тіла людини та поглинається на межі з акустично щільними тканинами (наприклад, кісткою), при цьому потужність дії ударної хвилі залежить від різниці щільності тканин. Найбільш виражений вплив спостерігається у більш щільних тканинах, а також на межі розділу тканин «м'яз – фасція», «кістка – сухожилок» тощо [12]. Ефект від проходження ударної хвилі може мати руйнуючий, знеболюючий або стимулюючий характер, що залежить від частоти імпульсів, тиску, сфокусованості, щільності енергетичного потоку та апертурного кута системи [13]. В основі терапевтичного впливу ударних хвиль сфокусованої дії лежить послідовне сти-

скування та розтягнення тканин з перепадом тиску, що призводить до формування кавітаційних пухирців, які під час максимального падіння тиску руйнуються та вивільняють велику кількість енергії [14].

Нажаль, не дивлячись на чисельні експериментальні та клінічні дослідження, до останнього часу науковий світ не може дати остаточну відповідь, яким чином імпульсні акустичні хвилі впливають на тканини організму. Остаточно з'ясовано лише фізичну основу процесу, однак ведеться активний пошук щодо можливих фізіологічних механізмів дії ударно-хвильових імпульсів.

В останні роки минулого сторіччя існувала думка про те, що ударні хвилі представляють собою новий різновид травматичного впливу, який певним чином ініціює процес регенерації тканин. На даний час запропоновано декілька теоретичних робочих гіпотез, що пояснюють анальгезуючий та стимулюючий вплив акустичних імпульсів на тканини. По-перше, акустична хвиля руйнує мембрани клітин пошкоджених тканин, що відрізняються патологічно зміненими проникністю, пружністю та еластичністю, на відміну від плазмалеми здорової клітини [15, 16]. Відповідно, первинночутливі больові рецептори при цьому не генерують біопотенціалів та не передають у головний мозок ноціцептивних сигналів. В експериментальних роботах доведено наявність вираженого кумулятивного ефекту УВТ на нервові волокна, що може лежати в основі більш потужного анальгезуючого ефекту при повторному застосуванні УВТ [17].

В основі посилення процесів регенерації та репарації травмованих та пошкоджених тканин під впливом низькоенергетичних ударних хвиль лежать наступні фізіологічні ефекти – суттєве зростання інтенсивності місцевого кровотоку з покращеною судиноруховою активністю, посилення процесів ангиогенезу з супутньою покращеною перфузією тканини [18 - 21], зменшення проявів ішемії [22 - 25], збільшення активності ендотеліальної NO-синтази, і відповідно, синтезу потужного місцевого вазоділятатору оксиду азоту [26 - 29], покращення функціонування лимфатичної системи та посилення лімфангіогенезу [30]. Крім того, позитивний стимулюючий вплив акустичних імпульсів низької енергії на відновлювальні процеси у тканинах обумовлений збільшенням синтезу та виділення факторів внутрішнього підкріплення (ендорфінів) у відповідь на подразнення больових рецепторів [31], посиленням утворення факторів росту, зокрема, фактору росту ендотелію судин [32 - 34]. Також у реалізації посилення регенеративних процесів під впливом УВТ приймають участь стимуляція та модифікація стовбурових клітин [35], пригнічення синтезу та стимуляція розпаду медіаторів запалення [36 - 38], посилення виведення продуктів катаболізму, активація функції макрофагів [39] тощо.

Одним з перших досліджених дегенеративно-дистрофічних порушень опорно-рухового апарату, при лікуванні якого низькоенергетична імпульсна ударно-хвильова терапія продемонструвала переконливі покращання стану пацієнтів, став плантарний фасціїт з формуванням кальцифікатів (т.з. «п'яtkової шпори») [40]. Місцева терапія з застосуванням фокусованих ударних хвиль в області над п'яtkової кісткою значно зменшує прояви запальної реакції та ознаки кальцифікації, а також знижує контрактури ікроножних м'язів [41 - 43].

Терапевтичне застосування акустичних імпульсів продемонструвало значне покращання у пацієнтів з хронічною тендінопатією Ахіллового сухожилку, що не отримували полегшення від інших видів лікування, як з точки зору знеболення (зниження інтенсивності больових відчуттів на 81% лише при застосуванні УВТ як монотерапії, зниження відчуття болю на 61% при застосуванні УВТ у складі мезотерапії), так і стосовно функціональної мобільності [44]. Застосування УВТ «розпушує» фіброзні утворення, руйнує кальцифікати та оссіфікати з подальшим розсмоктуванням їх фрагментів і сприяє видаленню їх з тканин м'язів, сухожилків та зв'язок. При цьому відбувається значне посилення кровотоку у мікроциркуляторному руслі, інтенсифікація обміну речовин, підвищення стійкості зв'язок та сухожилків до фізичних навантажень, травмувань тощо. Крім того, УВТ стимулює вироблення колагену у тканинах, що є необхідною умовою для протікання процесів загоєння у пошкоджених м'язових, скелетних та зв'язочних структурах [45].

Доведено наявність позитивного ефекту УВТ при повільно зростаючих або незростаючих переломах кісток [46]. В ході лікування ударні хвилі високої енергії руйнують трабекули ушкодженої кістки та призводять до утворення мікротріщин, що сприяє поліпшенню кровопостачання кісткової тканини. Утворення відокремлених від кістки частково або повністю уламків додатково стимулює процеси остеогенезу та консолідації переламів [47, 48].

Завдяки вираженому терапевтичному ефекту, методика УВТ стала ефективною при лікуванні пацієнтів з проявами остеохондрозу [49]. Застосування ударних хвиль у складі мезотерапії показали задовільні результати при лікуванні остеонекрозу кульшового суглобу на ранніх стадіях. Wang C.J. et al з використанням методик гістоморфологічного огляду та імуногістохімічного аналізу доведено, що голівки стегнових кісток у кульшовому суглобі після УВТ демонструють значно більшу життєздатність та менш некротичну кістку, більшу клітинну концентрацію та клітинну активність (включаючи процеси фагоцитозу), ніж голівки кісток, що не отримували УВТ [50]. Терапія за допомогою акустичних імпульсів значно поліпшує ангиогенез та остеогенез з реконструк-

цією кістки при остеолизі кульшового суглобу. Крім того, методика УВТ у лікуванні означеної патології показала значно кращі результати у порівнянні з декомпресією кісткового мозку, а також такими нехірургічними засобами, як гіпербарична оксигенація та приймання алендронату [51]. Скоріше за все, акустичні імпульси стимулюють біологічні зміни ангиогенезу та остеогенезу на молекулярному рівні та прискорюють таким чином регенерацію тканин у кульшовому суглобі на ранніх стадіях остеолизу.

Розповсюдженими ортопедичними порушеннями, у відношенні яких методика УВТ також довела свою ефективність, є також синдроми міофасціального болю та міогелези [52, 53], які можуть виникати після гострого механічного перенапруження, внаслідок монотонності рухів, невірно підбраного режиму фізичних навантажень або в результаті інших (нейрогенних, вісцеральних, гормональних тощо) порушень. Місцеве застосування акустичних імпульсів на т.з. «тригерні» м'язові точки допомагає знизити прояви рухової дисфункції - зменшується патологічна взаємодія між актином та міозином, наслідком чого є зниження ступеня м'язової контрактури та інтенсивності больових відчуттів, збільшується м'язова сила та рухомість, відновлюється процес повного розслаблення м'язів після періоду активності [54]. Крім того, УВТ прискорює видалення з тканин медіаторів болю, гістаміну та метаболітів кислої природи, збільшує насичення тканин киснем та енергетичними субстратами [55].

М'язові болі та тендінопатії є типовими також і для спортсменів, особливо в тих видах спорту, где великі навантаження припадають в основному на кінцівки та спину (великий теніс, стрибки на батуті тощо). Застосування

УВТ у атлетів призвело до потужного зниження больового синдрому у випадках спортивних і не лише спортивних травмувань – при епікондиліті («тенісний лікоть», «лікоть гравця у гольф») [56], після осколкового пателлярного перелому, при двобічному паравертбральному міогелезі, тензопатіях прямого м'яза стегна, привідних м'язів стегна тощо [57 - 59]. Різноманітні клінічні дослідження демонструють ефективність низькоенергетичних ударних хвиль також у лікуванні псевдоартрозу [60].

Тривалий клінічний ефект УВТ на м'язові контрактури у спортсменів наштовхнув лікарів на спробу дослідити можливість впливу акустичних імпульсів на величину гіпертонусу м'язів пацієнтів, що перенесли інсульт. Відповідно, після активного застосування УВТ, пацієнти демонстрували значне зменшення пасивного тонусу м'язів - згиначів зап'ястків та пальців у порівнянні із плацебо-стимуляцією, причому половина пацієнтів, що отримували УВТ, мали тривале збереження зниженого тонусу протягом 12 тижнів [61]. Однак з'ясування можливих механізмів та режимів застосування УВТ у таких пацієнтів потребує подальших клінічних досліджень.

Відповідно, завдяки анальгезуючому, протизапальному, протинабряковому ефектам, а також за рахунок посилення кровопостачання тканин, застосування стимулюючого впливу УВТ може мати велику перевагу у фізичній реабілітації як для звичайних пацієнтів, завдяки покращенню стану здоров'я та якості життя, так і для атлетів, особливо у спорті вищих досягнень, бо допомагає уникнути вживання допінгових засобів, суттєво зменшити або зовсім позбавитись медикаментозного лікування та фізіотерапевтичних процедур, а також в найкоротший термін почати підготування до тренувань та змагань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. **Покровский В.И.** Малая медицинская энциклопедия / В.И. Покровский // М.: Медицинская энциклопедия. – 1996. – 600 с.
2. **Покровский В.И.** Энциклопедический словарь медицинских терминов./В.И. Покровский//М.: Советская энциклопедия. — 1984. – 512 с.
3. **Коган О.Г.** Медицинская реабилитация в неврологии и нейрохирургии./ О.Г. Коган, В.Л. Найдин // М., Медицина. - 1988. - 304 с.
4. **Каналов М.Г.** Современные аспекты реабилитации/ М.Г. Каналов, Р.Ф. Афанасенко //Уфа. – 1983. – 213 с.
5. **Юмашев Г.С.** Оперативная травматология и реабилитация больных с повреждением опорно-двигательного аппарата / Г.С. Юмашев, В.А. Епифанов // М., Медицина. - 1983.- 312 с.
6. **Chaussy С.Н.** Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves / С.Н. Chaussy, I.M. Drendel, E.I Shmiedt // Lancet. -1980. - №2. P. 1265-1268.
7. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves / [C. Chaussy, E. Schmiedt, D. Jocham et al] // J. Urol. – 1982. – Vol. 127. – P. 417–420.
8. **Авдейчук Ю.И.** Физическое обоснование повреждающего действия сфокусированных ударных волн при дистанционной литотрипсии на комплексе «Урат-П» / Ю.И. Авдейчук // Актуальные вопросы современной специализированной помощи в многопрофильном авиационном госпитале: Тезисы докладов. – М.. - 1994. – С. 25-26.
9. **Прохоров А.М.** Большой Энциклопедический словарь / А.М. Прохоров // Большая российская энциклопедия, СПб. - 2000. – 1000 с.
10. **Прохоров А.М.** Физическая энциклопедия / А.М. Прохоров // Большая российская энциклопедия, СПб. - 1999. – 600 с.
11. **Masterplus MP50.** Экстракорпоральная ударно-волновая терапия. Пособие по лечению. Киев, Медимекс-Украина, 2007.
12. **Васильев А.Ю.** Экстракорпоральная ударно-волновая терапия в лечении травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата / А.Ю. Васильев, Е.А. Егорова // – М., Медицина. - 2005. – 96 с.
13. Physical-technical principles of extracorporeal shockwave therapy (ESWT) / [L. Gerdsmeyer, M.

- Maier, M. Haake, C. Schmitz**] // *Orthopade.* – 2002. - Vol. 31, №7. – P. 610-617.
14. **Wess O.** Physikalische Grundlagen der extrakorporalen Stosswellentherapie/O. Wess//J. Mineralstoff.–2004. - Vol. 11, №7. P.7-18
15. **Gambihler S.** Transient increase in membrane permeability of L1210 cells upon exposure to lithotripter shock waves in vitro / S. Gambihler, M. Delius, J.W. Ellwart // *Naturwissenschaften.* - 1992. - Vol. 79 – P. 328-329.
16. **Gambihler S.** Permeabilization of the plasma membrane of L1210 mouse leukaemia cells using lithotripter shock waves / S. Gambihler, M. Delius, J.W. Ellwart // *Membr. Biol.* – 1994. - Vol. 141. - P. 267-275.
17. Second application of low-energy shock waves has a cumulative effect on free nerve endings. / [N. **Takahashi, S. Ohtori, T. Saisu et al**] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2006. - Vol. 443. – P. 315–319.
18. **Gutersohn A.** Autoangiogenesis induced by cardiac shock wave therapy (CSWT) increases perfusion and exercise tolerance in endstage CAD patients with refractory angina / A. Gutersohn, G. Caspari, R. Erbel // *Circ. J.* – 2005. - Vol. 69, № 1. – P. 371-379.
19. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits / [C.J. **Wang, F.S. Wang, K.D. Yang et al**] // *J. Orthop. Res.* – 2003. - Vol. 21, № 6. – P. 984-989.
20. Extracorporeal shock-wave therapy enhanced wound healing via increasing topical blood perfusion and tissue regeneration in a rat model of STZ-induced diabetes / [Y.R. **Kuo, C.T. Wang, F.S. Wang et al**] // *Wound Repair Regen.* – 2009. - Vol. 17. – P. 522–530.
21. Extracorporeal shock wave therapy as a new and non-invasive angiogenic strategy / [K. **Ito, Y. Fukumoto, H. Shimokawa, Y. Tohoku**] // *J. Exp. Med.* – 2009. - Vol. 219. – P. 1–9.
22. Extracorporeal shock wave may enhance skin flap survival in an animal model. / [R. **Meirer, F. Kamelger, G. Huemer, S. Wanner**] // *Br. J. Plast. Surg.* – 2004. – Vol. 113 – P. 2030-2036.
23. Extracorporeal cardiac shock wave therapy ameliorates myocardial ischemia in patients with severe coronary artery disease / [Y. **Fukumoto, A. Ito, T. Uwatoku et al**] // *Coron. Artery Dis.* – 2006. - Vol. 17. – P. 63–70.
24. Extracorporeal shock wave therapy ameliorates hindlimb ischemia in rabbits/[K. **Oi, Y. Fukumoto, K. Ito et al**]/J. Exp. Med.–2008.-Vol.214– P. 151–158
25. Comparison of the effectiveness of gene therapy with vascular endothelial growth factor or shock wave therapy to reduce ischaemic necrosis in an epigastric skin flap model in rats. / [R.**Meirer, G. Huemer, M. Oehlbauer et al**] // *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* – 2007. - Vol. 60. – P. 266–271.
26. Short-time non-enzymatic nitric oxide synthesis from L-arginine and hydrogen peroxide induced by shock waves treatment / [G. **Gotte, E. Amelio, S. Russo et al**] // *FEBS. Lett.* – 2002. - Vol. 520. – P. 153–155.
27. Effects of extracorporeal shock wave lithotripsy on plasma levels of nitric oxide and cyclic nucleotides in human subjects / [J. **Park, Y. Cui, M. Kim et al**] // *J. Urol.* – 2002. - Vol. 168. – P. 38–42.
28. Effect of shock wave on the catalytic activity of endothelial nitric oxide synthase in umbilical vein endothelial cells / [S. **Mariotto, E. Cavalieri, A. Ciampa et al**] // *The Ital. J. Biochem.* – 2003. – Vol. 52. – P. 13-19.
29. Extracorporeal shock waves: from lithotripsy to anti inflammatory action by NO production / [S. **Mariotto, E. Cavalieri, E. Amelio et al**] // *Nitric oxide.* – 2005. – Vol. 12. - P. 89-96.
30. Extracorporeal shock wave therapy induces therapeutic lymphangiogenesis in a rat model of secondary lymphoedema / [F. **Serizawa, K. Ito, M. Matsubara et al**] // *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* – 2011. - Vol. 42, № 2. – P. 254-260.
31. In-vivo transfection of the proopiomelanocortin gene, precursor of endogenous endorphin, by use of radial shockwaves alleviates pain/[T. **Ishikawa, M. Miyagi, M. Yamashita et al**] // *J. Orthop Sci* – 2013.- Vol. 18, № 4. – P. 636-645.
32. **Wang C.J.** An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders / C.J. Wang // *Med. J.* – 2003. - Vol. 26. – P. 222-232.
33. Extracorporeal cardiac shock wave therapy markedly ameliorates ischemia-induced myocardial dysfunction in pig in vivo / [T. **Nishida, H. Shimokawa, K. Oi K. et al**] // *Circulation.* – 2004. – Vol. 110. – P. 2055-2061.
34. **Ma H.Z.** Upregulation of VEGF in subchondral bone of necrotic femoral heads in rabbits with use of extracorporeal shock waves / H.Z. Ma, B.F. Zeng, X.L. Li // *Calcif. Tissue Int.* – 2007. - Vol. 81, № 2. – P. 124-131.
35. Low-Energy Shock Wave for Enhancing Recruitment of Endothelial Progenitor Cells. A New Modality to Increase Efficacy of Cell Therapy in Chronic Hind Limb Ischemia / [A. **Aicher, Ch. Heeschen, K. Sasaki et al**] // *Circulation.* – 2006. – Vol. 114. – P. 2823-2830.
36. Extracorporeal shock wave therapy suppresses the early proinflammatory immune response to a severe cutaneous burn injury/[T. **Davis, A. Stojadinovic, K. Anam et al**]/Int. Wound J. – 2009. - Vol. 6, № 1. – P. 11-21.
37. Shock wave therapy effectively attenuates inflammation in rat carotid artery following endothelial denudation by balloon catheter / [P.L. **Shao, C.C. Chiu, C.M. Yuen et al**] // *Cardiology.* – 2010. - Vol. 115, № 2. – P. 130-144.
38. Proinflammatory reaction and cytoskeletal alterations in endothelial cells after shock wave exposure / A. **Sonden, A. Johansson, J. Palmblad, B. Kjellstrom** // *J. Investig. Med.* – 2006. - Vol. 54. – P. 262–271.
39. Macrophage migration induces angiogenesis in ischemic myocardium after direct epicardial shock wave treatment / [J. **Holfeld, C. Tepeköylü, M. Kofler et al**] // *Thorac. cardiovasc. Surg.* – 2012. - Vol. 60 – P. 62-67.
40. Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Is Safe and Effective in the Treatment of Chronic Recalcitrant Plantar Fasciitis (Results of a Confirmatory Randomized Placebo-Controlled Multicenter Study) / [L. **Gerdsmeyer, C. Frey, J. Vester et al**] // *Am. J. Sports Med.* -2008. - Vol. 36, № 11. – P. 2100-2109.
41. **Hammer D.S.** Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis / D.S. Hammer // *Foot. Fnkle. Int.* – 2002. – Vol. 23. – P. 309-313.
42. **Labareyre H.** A propos du traitement par ondes de choc radiales sur les tendinopathies calcaneennes: Fctual des resultants / H.A. Labareyre // *J. Traumatol. Sport.* – 2002. - Vol. 16. – P. 244-246.
43. **Naidoo R.** Use of extra-corporeal shock wave therapy in the treatment of proximal plantar fasciitis: A randomized, prospective, double-blind, placebo con-

- trolled study / R. Naidoo // American Academy of Orthopaedic Surgeons, poster presentation. - 2002.
44. **Palma E.** Intérêt d'un protocole combiné d'ondes de choc radiales sur les tendinopathies d'arrière-pied // E. di Palma // Profession Kinesithérapeute. - 2008. - №19 – P. 19-23.
45. Shock Wave Therapy for Calcific Tendinitis of the Shoulder / [C. J. Wang, K. D. Yang, F. Wang et al] // Am. J. Sports. Med. -2003. - Vol. 31, № 3. - P. 425-430.
46. **Graff J.** Effect of high energy shock waves on bone tissues / J. Graff, J. Pastor, K. Richer K // 5th world congress on endurology and ESWL, Cairo. – 2003. - P. 260.
47. **Valchanou V.D.** High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures / V.D. Valchanou, P. Michailov // Int. Orthop. – 1991. - Vol.15. – P. 181-184.
48. **Гарилевич Б.А.** Оценка эффективности ударно-волновой терапии в реабилитации больных с переломами костей конечностей / Б.А. Гарилевич, Е.А. Егорова // Сб. тр. Ижевской гос.мед.академии. -Ижевск. - 1999.-Т.37.-С.114.
49. **Seco J.** The efficacy, safety, effectiveness, and cost-effectiveness of ultrasound and shock wave therapies for low back pain: a systematic review / J. Seco, F. Kovacs, G. Urrutia // Spine J. – 2011. - Vol. 11, № 10. – P. 966-977.
50. Treatment of osteonecrosis of the femoral head – Comparison of extracorporeal shockwave and core decompression and bone grafting / [C. Wang, F. Wang, C. Huang et al] // Bone Joint Surg. – 2005. – Vol. 87.- P. 2380-2387.
51. Treatment of osteonecrosis of the hip: comparison of extracorporeal shockwave with shockwave and alendronate/[C. J. Wang, F.S. Wang, K.D. Yang et al] //Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2008. - Vol. 128, № 9. – P. 901-908.
52. **Gleitz M.** Orthopedic shockwave treatment in myofascial syndromes / M. Gleitz, R. Rädle // Med. – Orthopad. Technik. - 2008. - № 4 - P. 218-223.
53. Low energy extracorporeal shockwave therapy (ESWT) for treatment of myogelosis of the masseter muscle. **M. Kraus, E. Reinhart, H. Krause, J. Reuther** // Mund. Kiefer. Gesichtschir. – 1999. - Vol. 3, № 1. – P. 20-23.
54. **Gleitz M.** Trigger points diagnosis and treatment concept with special reference to extracorporeal shockwaves / M. Gleitz, K. Hornig // Orthopade. - Vol. 2, №. 41. – P. 113-125.
55. Osteopathic Manual Treatment and Ultrasound Therapy for Chronic Low Back Pain: A Randomized Controlled Trial / [J. Licciardone, D. Minotti, R. Gatchel et al] // Ann. Fam. Med. – 2013. - Vol. 11, № 2. – P. 122-129.
56. Analgetic effect of ESWT on chronic tennis elbow / [J. Rompe, C. Horf, K. Kullmer et al]//J. Bone Joint. Surg. Br. – 1996. – Vol.78B. – P.233-237
57. **Lohrer H.** Results of Radial Shockwave Treatment of Sports-Induced Diseases (Achillodynia, Patella Tip Syndrome and Tibial Anterior Syndrome) / H. Lohrer, J. Schöll, S. Arentz // Data Trace Publishing Company, Towson (USA). – 2007. – P. 161-176.
58. An experimental study on the application of extracorporeal shock wave in the treatment of tendon injuries: preliminary report / [Z. Orhan, M. Alper, Y. Akman et al] // J. Orthop. Sci. – 2001. – Vol. 6. – P. 566-570.
59. Shock wave management of footballer's tendinopathies / [S. Russo, C. de Duranic, S. Gogliotti et al]//J. Sports Traumatol. – 1999. – Vol. 21.-P. 84-88.
60. Le onde d'urto nel trattamento della pseudoartrosi: valutazione clinica e sperimentale della risposta neo- osteo- angiogenetica / [S. Russo, E. Marlinghaus, E. Amelio et al] // Ital. di Ortoped. e Traumatol. – 2000. – Vol. 26. – P. 6-12.
61. Motor disinhibition in affected and unaffected hemisphere in the early period of recovery after stroke / [P. Manganotti, S. Pafuzzo, F. Cortese et al] // Clin. Neurophysiol. – 2002. – Vol. 113. – P. 936-943.

Лук'янцева Г.В., Франк С.Ю., Пастухова В.А. Ударно-хвильова терапія як один з засобів неінвазивного лікування у реабілітації хворих з порушеннями опорно-рухового апарату // Український медичний альманах. – 2013. – Том 16, № 2. – С. 183-187.

На даний час в якості однієї з методик реабілітації хворих з дегенеративно-дистрофічними та травматичними порушеннями опорно-рухового апарату активно використовується ударно-хвильова терапія. В роботі представлені сучасні точки зору стосовно механізмів впливу акустичних імпульсів на пошкоджені м'язові, скелетні та зв'язочні елементи.

Ключові слова: ударно-хвильова терапія, опорно-руховий апарат, фізична реабілітація.

Лукьянцева Г.В., Франк С.Ю., Пастухова В.А. Ударно-волновая терапия как один из методов неинвазивного лечения в реабилитации больных с нарушениями опорно-двигательного аппарата // Украинский медицинский альманах. – 2013. – Том 16, № 2. – С. 183-187.

В настоящее время в качестве одной из методик реабилитации больных с дегенеративно-дистрофическими и травматическими нарушениями опорно-двигательного аппарата широко используется ударно-волновая терапия. В данной работе представлены современные точки зрения, касающиеся механизмов воздействия акустических импульсов на поврежденные мышечные, скелетные и связочные элементы.

Ключевые слова: ударно-волновая терапия, опорно-двигательный аппарат, физическая реабилитация.

Lukjantseva G.V., Frank S.Y., Pastuhova V.A. Shockwave therapy as one of the non-invasive methods for treatment of the patients with disorders of locomotor system // Український медичний альманах. – 2013. – Том 16, № 2. – С. 183-187.

Currently, as one of the methods of rehabilitation of patients with degenerative-dystrophic and traumatic disorders of the musculoskeletal system is widely used shock-wave therapy. This paper presents the modern point of view regarding the mechanisms of action of acoustic pulses to the damaged muscle, skeletal and ligamentous elements.

Key words: shockwave therapy, locomotor system, physical rehabilitation.

Надійшла 18.01.2013 р.
Рецензент: проф. В.К.Івченко