

ФАКТОРИ РИЗИКУ СПОРТИВНИХ ТРАВМ. ВИДИ ТРАВМ, ЇХ ПРОФІЛАКТИКА І ЛІКУВАННЯ

Вплив екстракорпоральної ударно-хвильової терапії на сухожилкову тканину (експериментальне дослідження)

**В. М. Левенець¹, М. Б. Циганок¹,
О. В. Сергієнко², Б. І. Паламарчук³**

¹ Центр спортивної травматології НУФВСУ, Київ, Україна

² Інститут фармакології та токсикології АМН України, Київ, Україна

³ Інститут електрозварювання ім. О. Є. Патона НАН України, Київ, Україна

Резюме. Проведені експериментальні дослідження і изучені зміни структури сухожилій (пяточних) під впливом екстракорпоральної сфокусованої і радіальної ударно-хвильової терапії. Визначені дегенеративні зміни і пошкодження судинної системи під впливом радіальних хвиль.

Ключевые слова: ударно-хвильова терапія, сухожиліє, дегенерація, судини.

Summary. An experimental study about changes in the structure of tendons (heel) caused by extracorporeal focus and radial shock wave therapy were carried out. Defined degenerative changes and damage to the vascular system under the influence of radial waves.

Key words: shock wave therapy, tendon, degeneration, vessel.

Постановка проблеми. За останні роки значно поширилося використання ударних хвиль у багатьох видах клінічної терапії, у тому числі травматології й ортопедії [1, 6, 8]. Крім успішного використання екстракорпоральних, а також радіальних ударних хвиль оприлюднено інформацію про негативний вплив, а саме про пошкодження тканин, передусім судин.

Слід відмітити, що сьогодні окремі автори виявили інтерес до вивчення поширення ударних хвиль в неоднорідних середовищах для медичного застосування, а також до розробки терапевтичних приладів терапії за допомогою ударних хвиль і запровадження терапії ударними хвилями [4, 7, 10].

Центр спортивної травматології Національного університету фізичного виховання і спорту України займається питаннями використання ударних хвиль з 2001 р. Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія (ЕУХТ) застосована більш як у 1000 спортсменів різних спеціалізацій

з різними захворюваннями і наслідками травм опорно-рухової системи [1, 2, 15].

Відомо, що високі результати в спорті, як правило, пов'язані зі значними фізичними навантаженнями, які за певних умов виявляються поза межними і можуть призводити до розвитку синдрому перевантаження, а далі — до дегенеративно-дистрофічних процесів з непереборним перебігом [2].

Спортсмени схильні до підвищеного травматизму і різних передпатологічних, патологічних станів, котрі не тільки знижують ефективність їх тренувальної і змагальної діяльності, а і становлять небезпеку для здоров'я.

З втіленням у практику травматолога і спортивного лікаря ЕУХТ та радіальної ударно-хвильової терапії (РУХТ) відкрилися не тільки можливості конкурувати з фізичними методами, а також медикаментозними, такими, як нестероїдні протизапальні препарати, гормональні препарати і навіть оперативними методами лікування,

а й певні переваги за рахунок покращення віддалених результатів і уникнення ускладнень і побічних явищ [3, 8, 9, 12].

В 1987 р. ЕУХТ вперше була використана для лікування в травматології та ортопедії під час ревізійного ендопротезування кульшового суглоба, а пізніше при лікуванні псевдоартрозу, осифікуючого бурситу плечового суглоба та лікування болю при окремих ентезопатіях [4, 6, 9, 10, 12, 14].

Єдиної схеми лікування або рекомендацій, що базувались би на дослідженнях, до сьогодні немає, окремі положення залишаються неоднозначними, спірними, а інколи суперечливими, і все ж, незважаючи на це, за даними німецьких авторів, до 2006 р. число пацієнтів, яким застосовувались ударні хвилі, перевищило мільйон осіб.

Останнім часом з'явилися повідомлення про негативний вплив ударно-хвильової терапії на тканини людини. Так, у роботах К. Такаюта, Т. Saito [13] опубліковано дані про вплив ударних хвиль на окремі тканини. Передусім висвітлено результати ушкодження судинної системи. Ці автори вважають, що побічні ефекти є наслідком впливу ударної хвилі на тканини, можливо, за рахунок ефекту кавітації [13, 14].

Визначення негативного клінічного впливу окремими авторами не може не звернути уваги на подальші розробки окремих питань ударно-хвильової терапії, тим більше, що є різні за характером ударні хвилі, а останніми роками — й апарати, які їх створюють.

Сьогодні крім «стандартних» питань до застосування ударних хвиль актуальними визначилися індивідуальні питання щодо показань до використання сфокусованих і радіальних ударних хвиль при окремих захворюваннях опорно-рухової системи взагалі і у спортсменів зокрема.

На жаль, поки ще не зовсім з'ясовані дані порівняльного аналізу впливу на організм радіальних та сфокусованих ударних хвиль. Що стосується впливу хвиль на сухожилки, наприклад, п'ятковий (ахіловий), то подібних робіт взагалі не було виконано.

У зв'язку з цим виникає декілька актуальних питань: які показання існують для застосування різних видів ударних хвиль і, особливо, у зв'язку з різними захворюваннями, які найбільш ефективні та безпечні апарати для різних ударних хвиль і, мабуть, найскладніше питання — що відбувається і які механізми впливу на тканини, які обробляються поверхнево чи глибоко. Крім того, важливим є питання: яка різниця впливу сфокусованих і радіальних хвиль на тканини опорно-рухової системи.

У Центрі спортивної травматології розроблено схему наукових досліджень, яка дозволила з'ясувати ряд спірних питань із проблеми ЕУХТ та РУХТ.

Мета дослідження — визначити морфологічні зміни нормального (здорового) п'яткового (ахілового) сухожилка під впливом радіальних (апарат MicroPulsor-MP1) та сфокусованих хвиль (п'єзоелектричний апарат PIESOWAN-100).

Матеріали і методи дослідження. Для виконання поставленої мети було проведено дослідження на 36 білих щурах у терміни 7, 30, 60 діб після проведення ЕУХТ та РУХТ з різною кількістю ударів за хвилину.

Методика ударних хвиль була такою: енергетичний рівень дорівнював 60 мДж/мм² при частоті 5 Гц з частотою ударів 1500 і проміжком між курсами 6 діб.

Всього було проведено 12 серій:

I серія — тварини через 7 діб після одноразового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 800 ударів за сеанс);

II серія — тварини через 7 діб після одноразового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 2000 ударів за сеанс);

III серія — тварини через 7 діб після одноразового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 400 ударів за сеанс);

IV серія — тварини через 7 діб після одноразового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 1000 ударів за сеанс);

V серія — тварини через 30 діб після 3-разового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 800 ударів за сеанс);

VI серія — тварини через 30 діб після 3-разового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 2000 ударів за сеанс);

VII серія — тварини через 30 діб після 3-разового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 400 ударів за сеанс);

VIII серія — тварини через 30 діб після 3-разового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 1000 ударів за сеанс);

IX серія — тварини через 60 діб після 3-разового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 800 ударів за сеанс);

X серія — тварини через 60 діб після 3-разового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 2000 ударів за сеанс);

XI серія — тварини через 60 діб після 3-разового проведення РУХТ (пневматичний прилад з частотою 400 ударів за сеанс);

XII серія — тварини через 60 діб після 3-разового проведення сфокусованої ЕУХТ (п'єзоелектричний прилад з частотою 1000 ударів за сеанс).

Контролем слугував матеріал, взятий від інтактних тварин.

Призначені для гістологічного та гістохімічного дослідження тканини фіксували у 10 % розчині нейтрального формаліну та рідині Карнуа, за стандартизованими методиками зневоднювали в етанолі зростаючої концентрації та заливали у парафін. Гістологічні зрізи товщиною 3—5 мкм забарвлювали гематоксиліном та еозином, а також за методикою van Gieson. Глікозаміноглікани (ГАГ) виявляли забарвленням за методикою McManus, нуклеїнові кислоти — за методом Фельгена, фібрин — за методом Рісго-Malori. Препарати вивчали та фотографували за допомогою мікроскопа Olympus BX51.

Результати дослідження та їх обговорення. При розтині тварин експериментальних та контрольної груп істотних відмінностей структури внутрішніх органів та систем не відмічено. У місці проведення РУХТ з використанням пневматичного приладу навколо п'яткових сухожилків через 7 діб виявлялись набряк м'яких тканин, їх повнокров'я та петехіальні крововиливи, а через 30 і 60 діб сухожилки виглядали потовщеними, навколишні тканини були ущільнені на дотик, повнокровні. При застосуванні сфокусованих хвиль п'єзоелектричного приладу навколо п'яткових сухожилків через 7, 30 і 60 діб макроскопічних ознак ушкодження, запалення та дисрегенераторних процесів не виявлено.

Проведені мікроскопічні дослідження продемонстрували наявність структурних та гістохімічних проявів дії РУХТ, особливо при використанні пневматичного приладу, на п'яткові сухожилки та оточуючі їх тканини.

У контрольній групі тварин тканина п'яткового сухожилка має структуру щільної оформленої волокнистої сполучної тканини, утвореної однаково спрямованими пучками колагенових волокон, розмежованими рядами сплюснених фіброцитів. До краю сухожилка щільно прилягають пучки м'язових волокон, що мають витягнуту форму. Цитоплазма їх гомогенна, слабо оксифільна. Ядра витягнуті, еліпсоподібні, з рівномірно розподіленими уламками хроматину та декількома ядерцями, розташованими у центрі (рис. 1).

М'язові волокна розташовані дуже щільно, міжм'язовий простір вузький, щілиноподібний, з окремими клітинними елементами.

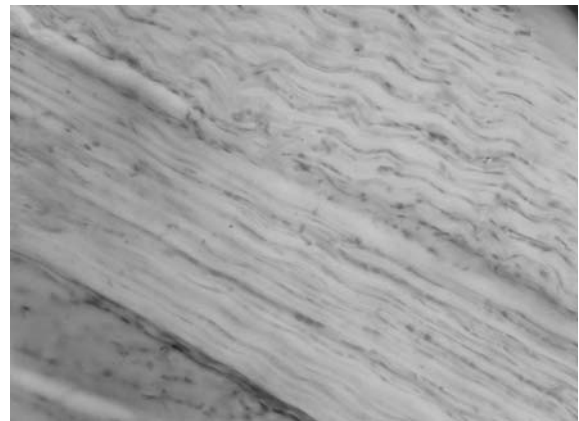


Рисунок 1 — Гістологічна структура п'яткового сухожилка інтактного щура. Забарвлення гематоксиліном та еозином. $\times 100$

Тканину сухожилка оточують також жирова тканина та глибокі шари шкіри, які не виявляють патологічних змін. Епідерміс представлений багатощаровим плоским ороговілим епітелієм звичайної структури. В глибині його виявляються клітини росткового шару призматичної форми. У цитоплазмі сплюснених клітин зернистого шару містяться зернятка кератогіаліну. У дермі розрізняються сосочковий та сітчастий шари. Цибулини волосся та залози шкіри мають звичайну структуру. Гіподерма представлена жировою клітковиною з окремими повнокровними судинами.

Гістохімічними методами дослідження в основній речовині сполучної тканини та м'язових волокнах виявляється значна кількість (ГАГ) (рис. 2), у ядрах фіброцитів та м'язових волокон — помірна кількість нуклеопротейдів.

У тварин I та III груп на сьому добу експерименту виявлено ознаки альтернативного, дисциркуляторного та запального процесів, співвідношення яких дещо варіювало в окремих



Рисунок 2 — Глікозаміноглікани у міжклітинній речовині п'яткового сухожилка та у прилеглих міоцитах інтактного щура. Забарвлення за методикою McManus [200]. $\times 100$

випадках. У досліджуваній тканині тварин при використанні радіальних хвиль спостерігається сполучення помірно виражених ознак альтерації стромы з вираженими проявами порушень гемоциркуляції. Окремі пучки колагенових волокон сухожилка та сітчастого шару дерми помірно набряклі, розрихлені, у дермі, жировій та м'язовій тканинах виявляються розширення просвіту та повнокров'я судин, плазматичне просочення та склероз стінки окремих артерій, стази та тромби в їх просвіті, вогнищеві крововиливи (рис. 3).

У м'язовій тканині відмічаються перескорочення та фрагментації окремих волокон, поодинокі вогнища запальної інфільтрації.

Порушення гемоциркуляції та набряк тканини поєднується з вогнищевим накопиченням у ній ГАГ, деструкцією колагенових волокон переважно дерми.

Через 7 днів після РУХТ з використанням пневматичного приладу спостерігається велика кількість тканинних базофілів у сполучній тканині, а також вогнища накопичення ГАГ та нуклеїнових кислот, що свідчить про наявність запального процесу (рис. 4).

Водночас у тварин II та IV груп через 7 днів після сфокусованої ЕУХТ з використанням п'єзоелектричного приладу не виявлено ознак ушкодження п'яtkового сухожилка й оточуючих тканин. У досліджуваних тканинах превалюють процеси переважно продуктивного характеру. На тлі помірного повнокров'я судин без ознак ушкодження їх стінки та тромбозу спостерігається збільшення кількості клітин, що розділяють пучки колагенових волокон у сухожилку, частина з них набуває вигляду фібробластів.

Виразене накопичення нуклеїнових кислот (рис. 5) та ГАГ у клітинах сполучної тканини дерми, окремих міозитах та фібробластах п'яtkового сухожилка вказує на підвищену інтенсивність біосинтетичних процесів.

Наприкінці 30-ї доби після РУХТ з використанням пневматичного приладу у більшості дослідних тварин V та VII груп тканину п'яtkового сухожилка оточують розростання молоді грануляційної тканини (рис. 6) з численними тонкостінними судинами, вистеленими ендотеліоцитами з великими базофільними округлими ядрами, фібробластами та новоутвореними колагеновими волокнами. В окремих випадках у тканинах зберігаються ознаки порушень гемоциркуляції у вигляді тромбозу судин.

Наприкінці 30-ї доби ступінь зрілості грануляційної тканини варіює від ділянок з великою кількістю лімфоцитів, наявністю фібробластів до вогнищ зрілої сполучної тканини, переважно у гіподермі, з фіброцитами та ущільненою



Рисунок 3 — Вогнищевий набряк сітчастого шару дерми та сухожилка, ушкодження стінки судин, тромбоз, крововилив через 7 днів після РУХТ з використанням пневматичного приладу з частотою 800 ударів. Забарвлення гематоксиліном та еозинном. $\times 100$

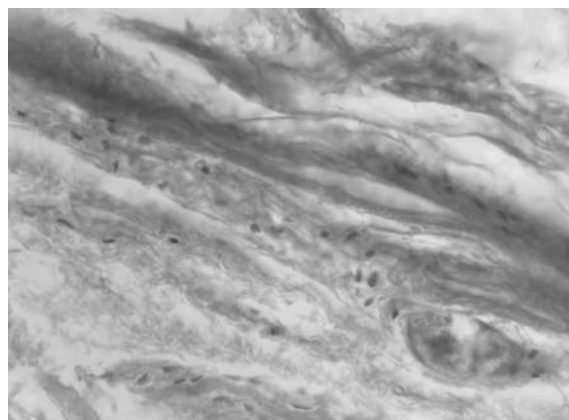


Рисунок 4 — Високий вміст глікозаміногліканів в клітинах сполучної тканини та пучках колагенових волокон через 7 днів після РУХТ з використанням пневматичного приладу. Забарвлення за методикою McManus. $\times 200$



Рисунок 5 — Накопичення нуклеїнових кислот у клітинах сполучної тканини дерми та фібробластах через 7 днів після ЕУХТ з використанням п'єзоелектричного приладу. Забарвлення за методом van Gieson. $\times 200$

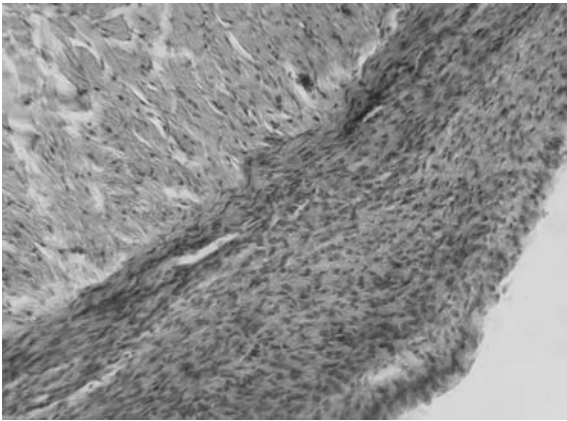


Рисунок 6 — Розростання молоді сполучної тканини через 30 днів після РУХТ з використанням пневматичного приладу з частотою 400 ударів. Забарвлення гематоксилином та еозином. $\times 100$

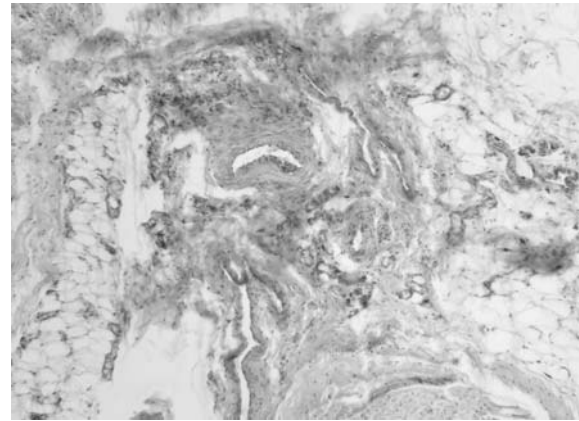


Рисунок 8 — Розростання зрілої сполучної тканини із склерозуванням стінок судин у гіподермі через 60 днів РУХТ з використанням пневматичного приладу з частотою 400 ударів. Забарвлення за методом van Gieson $\times 100$

сіткою хаотично направлених колагенових волокон, місцями гомогенізованих.

На рисунку 7 відмічено набряк колагенових волокон сухожилків і вростання зрілої сполучної тканини в сухожилкові волокна.

За даними гістологічного та гістохімічного методів дослідження, через 30 днів після застосування сфокусованих хвиль за допомогою п'єзоелектричного приладу не відмічено побічних дій у тканинах п'яtkового сухожилка, м'язах та шкірі тварин.

По закінченні 60 днів експерименту у тварин, яким проводилась РУХТ, визначено численну проліферацію клітин фібробластів у сухожилку, перимізії і ендомізії (рис. 7), відмічається вростання судин у гіподерму із склерозуванням стінок судин і розростанням зрілої сполучної тканини (рис. 8).

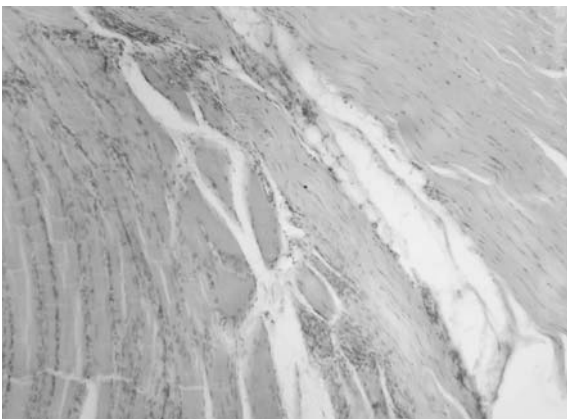


Рисунок 7 — Проліферація фібробластів у перимізії, ендомізії та сухожилку, набряк колагенових волокон через 60 днів після РУХТ з використанням пневматичного приладу з частотою 400 ударів. Забарвлення гематоксилином та еозином. $\times 100$

Висновки. В результаті макроскопічних, гістологічних та гістохімічних методів досліджень п'яtkових сухожилків встановлено, що вплив різних хвиль, зокрема радіальних та сфокусованих з допомогою відповідно пневматичного та п'єзоелектричного приладів, викликає неоднакові зміни.

Так, у короткі терміни, а саме 7 та 30 днів, сфокусовані п'єзоелектричним апаратом ударні хвилі не спричинили змін у п'яtkовому сухожилку. Не відмічено також змін у м'язах та шкірі тварин.

Під впливом РУХТ (за допомогою пневматичного приладу) у тварин виявлено набряк сухожилків, крововиливи та тромбози судин, розростання молоді грануляційної тканини з численними тонкостінними судинами, що вислані ендотеліоцитами з великими колагеновими волокнами, котрі мають хаотичну направленість. Фібробласти містять у цитоплазмі значну кількість ГАГ та нуклеопротеїдів. Цей факт підтверджує незначне накопичення у клітинах сполучної тканини нуклеїнових кислот.

Водночас слід відмітити, що побічні дії з боку судинної системи не носять системний і травмуючий характер і на 60 добу вони майже повністю зникають, тобто побічні дії, які відмічені протягом 30 днів, не впливають негативно на структуру і функцію сухожилків.

Таким чином, у результаті проведеного експериментального дослідження з'ясувалось деяке протиріччя: у короткі терміни (7—30 днів) побічні дії РУХТ виявились у судинних розладах — крововиливи та тромбоз судин, розростання грануляційної, а пізніше — молоді сполучної тканини. У більш пізні терміни (60 днів) зменшились судинні розлади, а сполучна тканина, зокрема зріла, має тенденцію до вростання у тканину сухожилка.

Ці явища поки що не мають пояснень, що свідчить про необхідність продовження дослідження.

Література

1. *Левенець В. М.* Синдром перевантаження — діагностика і лікування / В. М. Левенець // Спорт. мед. — 2003. — № 1. — С. 32—36.
2. *Левенець В.* Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія лікуванні ентезопатій у спортсменів / В. Левенець, М. Риган // Спорт. мед. — 2004. — № 1—2. — С. 90—93.
3. *Dahmen G. P.* Extracorporeale Stosswellentherapie (ESWA) zur Behandlung Von knochenahnen weichtellschmerzen. Indikation. Technik imd vorleufige Ergebnisse. In: Deutsche Geseleschaf fur stosswellen-lithotripsie (ed/): Konsensus Workshop der Deutschen Geseleschaf fur stosswellen-lithotripsie / G. P. Dahmen, V. C. Nam, L. Meiss // Tubingen: Atempto-Verlag. — 1993. — P. 143—148.
4. *Furia J. P.* High Energy Extracorporeal Shok Wave Terepyas Treatment for Chronic Noninsestional Achilles Tendinopaty // J. P. Furia // J. Amer. Orthoped. Society for Sports Med. — 2009. — 9/5. — P. 78—83.
5. *Haupt G.* Use of extracorporeal Shock wave in the treatment of pseudarthross, tendinopathy and other arthopedic diseases / G. Haupt // J. Urol. — 1997. — N 158. — P. 4—11.
6. *Heist J.* Die ESWT der Epicondylopetthia radialis und ulharis. Eine neues Behand lungkonzert knochenahnen Weichtellschmerzen / J. Heist, D. Steger // Orthoped Mitteilungen. — 1994. — N 3. — P. 173—175.
7. *Hosseini S. H. R.* Development of shock wave assisted therapeutic devices and establishment of shock wave therapy / S. Y. R. Hosseini, V. Menezes, S. Moosavi-Nejad et al. // Mininrately Invasive Therapies. — 2006. — 15. — P. 230—240.
8. *Knobloch K.* Superior Achilles tendon microcirculation in tendinopathy among symptomatic female vs. malt patients / K. Knobloch, L. Schreibmuller, R. Meller et al. // Am. J. Sports Med. — 2008 — 36 (3). — P. 509—514.
9. *Lohrer L.* RESWT — Schmertherapie in der Orthopadie, Sport medidzin I Enticlung and Einsatz / H. Lohrer. J. Sehuil, S. Azents // Herstellung und verlag: Books on Demand GmbH, Nordlrfedt. — 2004. — kapitel 1. — P. 75—89.
10. *Maffuilli N.* Light microscopic histology of Achilles tendon ruptures. A. comparsion with unruptured tendos // N. Maffuilli, Y. Barras, S. W. Ewen // Am. J. Sport Med. — 2000. — 28 (6). — P. 857—863.
11. *Sorosky B.* Practical management of Achilles Tendinopathy / B. Sorosky, J. Press, C. Plastaras et al. // Clin. J. Sport Med. — 2004. — 14 (1). — P. 40—44.
12. *Stergioulas A.* Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of recriacional athletes with chronic Achilles tendinopathy / A. Stergioulas, M. Stergioula, R. A. Lopes-Martins et al. // Am. J. Sports Med. — 2008. — 13. — P. 468—473.
13. *Takayama K.* Schock wave therapy and medical applications / K. Takayama, T. Saito // An. Rev. Fluid mech. — 2004. — 36. — P. 347—379.
14. *Wang C. J.* Shock wave therapy induces neoxascularization at the tendon-bone function / C. J. Wang et al. // J. Orthop. Res. — 2003. — 21. — P. 984—989.
15. *Lewenets W., Rigan M.* / Shock wave therapy in orthoprdoc and sport medicune / Kiev: «Fenix». — 2012. — P. 155.

References

1. *Levenets V. M.* Overload syndrome — diagnosis and treatment / V. M. Levenets // Sports Medicine. — 2003. — N 1. — P. 32—36.
2. *Levenets V.* Extracorporeal shock wave therapy treatment entezopatij athletes / V. Levenets, M. Regan // Sports Medicine. — 2004. — N 1—2. — P. 90—93.
3. *Dahmen G. P.* Extracorporeale Stosswellentherapie (ESWA) zur Behandlung Von knochenahnen weichtellschmerzen. Indikation. Technik imd vorleufige Ergebnisse. In: Deutsche Geseleschaf fur stosswellen-lithotripsie (ed/): Konsensus Workshop der Deutschen Geseleschaf fur stosswellen-lithotripsie / G. P. Dahmen, V. C. Nam, L. Meiss // Tubingen: Atempto-Verlag. — 1993. — P. 143—148.
4. *Furia J. P.* High Energy Extracorporeal Shok Wave Terepyas Treatment for Chronic Noninsestional Achilles Tendinopaty // J. P. Furia // J. Amer. Orthoped. Society for Sports Med. — 2009. — 9/5. — P. 78—83.
5. *Haupt G.* Use of extracorporeal Shock wave in the treatment of pseudarthross, tendinopathy and other arthopedic diseases / G. Haupt // J. Urol. — 1997. — N 158. — P. 4—11.
6. *Heist J.* Die ESWT der Epicondylopetthia radialis und ulharis. Eine neues Behand lungkonzert knochenahnen Weichtellschmerzen / J. Heist, D. Steger // Orthoped Mitteilungen. — 1994. — N 3. — P. 173—175.
7. *Hosseini S. H. R.* Development of shock wave assisted therapeutic devices and establishment of shock wave therapy / S. Y. R. Hosseini, V. Menezes, S. Moosavi-Nejad et al. // Mininrately Invasive Therapies. — 2006. — 15. — P. 230—240.
8. *Knobloch K.* Superior Achilles tendon microcirculation in tendinopathy among symptomatic female vs. malt patients / K. Knobloch, L. Schreibmuller, R. Meller et al. // Am. J. Sports Med. — 2008 — 36 (3). — P. 509—514.
9. *Lohrer L.* RESWT — Schmertherapie in der Orthopadie, Sport medidzin I Enticlung and Einsatz / H. Lohrer. J. Sehuil, S. Azents // Herstellung und verlag: Books on Demand GmbH, Nordlrfedt. — 2004. — kapitel 1. — P. 75—89.
10. *Maffuilli N.* Light microscopic histology of Achilles tendon ruptures. A. comparsion with unruptured tendos // N. Maffuilli, Y. Barras, S. W. Ewen // Am. J Sport Med. — 2000. — 28 (6). — P. 857—863.
11. *Sorosky B.* Practical management of Achilles Tendinopathy / B. Sorosky, J. Press, C. Plastaras et al. // Clin. J. Sport Med. — 2004. — 14 (1). — P. 40—44.
12. *Stergioulas A.* Effects of low-level laser therapy and eccentric exercises in the treatment of recriacional athletes with chronic Achilles tendinopathy / A. Stergioulas, M. Stergioula, R. A. Lopes-Martins et al. // Am. J. Sports Med. — 2008. — 13. — P. 468—473.
13. *Takayama K.* Schock wave therapy and medical applications / K. Takayama, T. Saito // An. Rev. Fluid mech. — 2004. — 36. — P. 347—379.
14. *Wang C. J.* Shock wave therapy induces neoxascularization at the tendon-bone function / C. J. Wang et al. // J. Orthop. Res. — 2003. — 21. — P. 984—989.
15. *Lewenets W., Rigan M.* / Shock wave therapy in orthoprdoc and sport medicune / Kiev: «Fenix». — 2012. — P. 155.

Надійшла 01.06.2012