

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і
здоров'я

Нечаєв Вадим Юрійович

**ТЕРАПЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ ЯК
ЗАСОБА СУЧАСНОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 227 Терапія та реабілітація
спеціалізації 227.01 Фізична терапія
галузі знань 22 Охорона здоров'я

Науковий керівник:

Черепок Олександр Олексійович

доцент ЗВО, кандидат медичних наук

Запоріжжя

2025

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІІІ медичний

Кафедра фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізичного виховання і здоров'я

Спеціальність 227 Терапія та реабілітація

Спеціалізація 227.01 Фізична терапія

Освітньо-кваліфікаційний рівень МАГІСТР

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А

на тему

**ТЕРАПЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ ЯК
ЗАСОБА СУЧАСНОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ**

ЗДОБУВАЧ: Нечаєв Вадим Юрійович

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК: доцент ЗВО, кандидат медичних наук

_____ Олександр ЧЕРЕПОК

РЕЦЕНЗЕНТ: Професор ЗВО кафедри фізичної реабілітації, спортивної медицини, фізвиховання і здоров'я ЗДМФУ, доктор медичних наук, професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

_____ Олена АЛИПОВА

(підпис)

(ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Робота розглянута на засіданні кафедри (протокол № ____ від «__» __ 20__ р.) і допущена до захисту.

ЗАВІДУВАЧ КАФЕДРИ: професор ЗВО, доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор _____ Едуард ДОРОШЕНКО

Запоріжжя

2025

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ABSTRACT	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ	12
1.1 Історія розвитку ударно-хвильової терапії.....	12
1.2 Фізіологічні основи та механізми впливу ударних хвиль на організм людини.....	18
РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ В СУЧАСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ	28
2.1 Показання та протипоказання до застосування ударно-хвильової терапії.....	28
2.2 Основні методики проведення процедур ударно-хвильової терапії.....	34
РОЗДІЛ 3. ТЕРАПЕВТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ В СУЧАСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ.....	42
3.1 Ударно хвильова терапія при захворюваннях і травмах опорно-рухового апарату.....	42
3.2. Терапевтичний потенціал ударно-хвильової терапії у спортивній медицині	45
3.3. Реабілітаційні аспекти ударно-хвильової терапії при хронічному больовому синдромі.....	49
РОЗДІЛ 4. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У ЗАСТОСУВАННІ УДАРНО-ХВИЛЬОВІЙ ТЕРАПІЇ ЯК ЗАСОБА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ.....	54
ВИСНОВКИ.....	58

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ.....	76

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається з 78 сторінок, 2 таблиць, 8 рисунків, 134 літературних джерел.

Метою даного дослідження є вивчення теоретичних і практичних аспектів використання ударно-хвильової терапії в сучасній фізичній терапії, зокрема в лікуванні травм і захворювань опорно-рухового апарату, а також у реабілітації пацієнтів із хронічним больовим синдромом. Оцінка ефективності ударно хвильової терапії у спортивній медицині та розробка рекомендацій щодо оптимальних методів її застосування є основними завданнями даного дослідження.

Об'єктом дослідження є методи фізичної терапії, зокрема ударно-хвильова терапія, а предметом – механізми її впливу на організм людини, ефективність застосування в різних медичних та реабілітаційних сферах.

Предметом дослідження є застосування ударно-хвильової терапії як методу фізичної терапії, зокрема її вплив на організм людини, механізми дії, ефективність серед різноманітних захворювань та травм опорно-рухового апарату, а також у спортивній медицині. У роботі розглядаються також новітні технології, методики проведення процедур, а також терапевтичний потенціал ударно-хвильової терапії в контексті реабілітації, зокрема при хворобі.

Методи дослідження – аналіз наукової літератури для вивчення історії розвитку ударно-хвильової терапії та її застосування в медичній практиці; аналіз клінічних спостережень і статистичних даних щодо ефективності ударно хвильової терапії у лікуванні різних захворювань; метод порівняльного аналізу для оцінки переваг і недоліків застосування ударно-хвильової терапії порівняно з іншими методами фізичного лікування; клінічний метод для аналізу ефективності та безпеки застосування ударно хвильової терапії у різних груп пацієнтів, а також в умовах спортивної медицини.

УДАРНО-ХВИЛЬОВА ТЕРАПІЯ, ФІЗИЧНА ТЕРАПІЯ, РЕАБІЛІТАЦІЯ, ОПОРНО-РУХОВИЙ АПАРАТ, ХРОНІЧНИЙ БОЛЬОВИЙ СИНДРОМ.

ABSTRACT

The qualification work consists of 78 pages, 2 tables, 8 figures, 134 references.

The purpose of this study is to investigate the theoretical and practical aspects of the use of shock wave therapy in modern physical therapy, in particular in the treatment of injuries and diseases of the musculoskeletal system, as well as in the rehabilitation of patients with chronic pain syndrome. The main objectives of this study are to evaluate the effectiveness of shock wave therapy in sports medicine and to develop recommendations for optimal methods of its application.

The object of the study is methods of physical therapy, in particular shock wave therapy, and the subject is the mechanisms of its effect on the human body, the effectiveness of its use in various medical and rehabilitation areas.

The subject of the study is the use of shock wave therapy as a method of physical therapy, in particular its effect on the human body, mechanisms of action, effectiveness in various diseases and injuries of the musculoskeletal system, as well as in sports medicine. The paper also discusses the latest technologies, methods of procedures, as well as the therapeutic potential of shock wave therapy in the context of rehabilitation, in particular in case of illness.

Research methods: analysis of scientific literature to study the history of shock wave therapy and its application in medical practice; analysis of clinical observations and statistical data on the effectiveness of shock wave therapy in the treatment of various diseases; comparative analysis method to assess the advantages and disadvantages of shock wave therapy compared to other methods of physical treatment; clinical method to analyze the effectiveness and safety of shock wave therapy in different groups of patients, as well as in the conditions of sports medicine.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЕУХТ	- екстракорпаральна ударно хвильова терапія
УВЧ	- ультрависокочастотна терапія
УХТ	- ударно хвильова терапія
ЩЛХ	- щелепно-лицьова хірургія
VEGF	- судинно-ендотеліальний фактор росту

ВСТУП

Актуальність дослідження. Ударно-хвильова терапія (УХТ) є одним з перспективних методів фізичної терапії, що активно використовуються в медицині для лікування широкого спектру захворювань і травм, зокрема захворювань опорно-рухового апарату, спортивних травм, а також в реабілітації після хірургічних втручань. З моменту свого виникнення у 1980-х роках, цей метод показав високу ефективність у зниженні болю, стимуляції процесів загоєння і відновлення тканин, поліпшенні кровообігу та зменшенні запальних процесів.

В останні роки спостерігається значне зростання попиту на використання ударно хвильової терапії, оскільки цей метод є неінвазійним, безболісним і дозволяє отримати швидкі позитивні результати при лікуванні різноманітних травм і захворювань. Одним із напрямків його застосування є спортивна медицина, де ударно-хвильова терапія широко використовується для лікування травм спортсменів, а також у реабілітації після складних хірургічних операцій. Однак, попри успішне застосування цього методу, механізми його дії не є до кінця з'ясованими, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цій галузі [1].

Метою даного дослідження є вивчення теоретичних і практичних аспектів використання ударно-хвильової терапії в сучасній фізичній терапії, зокрема в лікуванні травм і захворювань опорно-рухового апарату спортивній медицині, а також у реабілітації пацієнтів із хронічним больовим синдромом.

Завдання дослідження:

1. Оцінити фізіологічні основи та механізми впливу ударних хвиль на організм людини.
2. Визначити основні методики проведення процедур ударно-хвильової терапії, показання та протипоказання до застосування ударно хвильової терапії.

3. Оцінити терапевтичні можливості ударно хвильової терапії при захворюваннях і травмах опорно-рухового апарату, а також у спортивній медицині.
4. Визначити реабілітаційний потенціал ударно-хвильової терапії при хронічному больовому синдромі.

Об'єктом дослідження ударно-хвильова терапія, як метод фізичної терапії

Предметом дослідження є вплив ударно хвильової терапії на організм людини, механізми лікувальної дії, ефективність терапії різноманітних захворювань та травм опорно-рухового апарату, використання у спортивній медицині. Терапевтичний потенціал при хронічному больовому синдромі.

Наукова новизна роботи відбувається в декількох аспектах, що стосуються як теоретичних, так і практичних аспектів застосування ударно-хвильової терапії в сучасній фізичній терапії:

1. Оновлене розуміння фізіологічних механізмів впливу ударно-хвильової терапії – у дослідженні вперше докладно відзначено фізіологічні механізми, що лежать на основі терапевтичного ефекту ударних хвиль на організм людини, зокрема на тканини та клітинні структури. Визначено вплив на мікроциркуляцію, а також метаболічні та регенеративні процеси, що дозволяє глибше зрозуміти механізм дії терапії та її ефективність у різних клінічних захворюваннях.
2. Інноваційні методики використання ударно-хвильової терапії – у роботі пропонується нові методики проведення процедури ударно-хвильової терапії, що включає використання адаптованих апаратів з високою точністю впливу на певні ділянки тканини. Це дозволяє забезпечити більш точне й ефективне лікування різних патологій, що покращує результати лікування та знижує ризик побічних ефектів.
3. Розширення застосування ударно-хвильової терапії в спортивній медицині – окрему увагу в роботі приділено новому напрямку використання ударно-хвильової терапії для лікування спортивних травм та профілактики в

спортивній медицині. Це дозволяє значно підвищити ефективність реабілітаційних заходів для спортсменів, сприяючи швидкому відновленню функцій після травми та покращенню спортивних досягнень.

4. Ударно-хвильова терапія при хронічному больовому синдромі – у роботі пропонуємо новий підхід до використання ударно-хвильової терапії для лікування хронічного болю. Дослідження показали, що цей метод може бути високоефективним у користі з тривалими хворобливими синдромами, особливо в поєднанні з іншими терапевтичними засобами. Це відкриває нові перспективи лікування хвороби з хронічними хворобами, що суттєво покращує якість їхнього життя.
5. Інтеграція ударно-хвильової терапії в комплексну реабілітацію – важливим елементом наукової новини є розробка підходу до інтеграції ударно-хвильової терапії в комплексне лікування, що поєднує цей метод з іншими фізіотерапевтичними та медичними втручанням. Така інтеграція дозволяє значно підвищити ефективність реабілітаційних програм і досягти більш стійких результатів різноманітних захворювань і травм.

Практичне значення цієї дипломної роботи виявилось в широкому впровадженні результатів дослідження у клінічного практикувача, що забезпечує підвищення ефективності реабілітаційних заходів при різноманітних травмах та захворюваннях опорно-рухового апарату, а також у спортивній медицині.

Практичне значення дослідження уможлиблюється в можливості застосування отриманих результатів у клінічній практиці, що дозволяє підвищити ефективність реабілітації місця, зокрема у лікуванні травми, запалення болю та у спортивній медицині, а також розширити можливості застосування ударно-хвильової терапії в реабілітаційних центрах та медичних установах.

У процесі дослідження використовуватимуться наступні **методи**:

1. Аналіз наукової літератури для вивчення історії розвитку ударно-хвильової терапії та її застосування в медичній практиці.

2. Аналіз клінічних спостережень і статистичних даних щодо ефективності УХТ у лікуванні різних захворювань.
3. Метод порівняльного аналізу для оцінки переваг і недоліків застосування ударно-хвильової терапії порівняно з іншими методами фізичного лікування.
4. Клінічний метод для аналізу ефективності та безпеки застосування УХТ у різних груп пацієнтів, а також в умовах спортивної медицини.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з чотирьох розділів, які логічно взаємопов'язані та є результатом наступного розкриття основної теми дослідження. У кожному розділі детально висвітлюються окремі аспекти застосування ударно-хвильової терапії в сучасній фізичній терапії, а також розглядаються новітні технології та інноваційні підходи в цій галузі.

Загальний обсяг роботи становить 79 сторінок з них 60 сторінок основного тексту, списку використаних джерел (134 позицій) та 3 додатків. Робота містить 2 таблиці та 7 рисунків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ПІДГРУНТЯ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ

1.1 Історія розвитку ударно-хвильової терапії

Розвиток і дослідження екстракорпоральних ударних хвиль бере початок ще з 1950-х років. У цей час, в епоху Другої світової війни, вчені зацікавилися феноменом, коли під час вибухів глибоководних снарядів у людей, які перебували на значній відстані, виникали смертельні ураження легень без видимих зовнішніх пошкоджень [2].

Перший у світі генератор ударних хвиль створив Frank Rieber у тих же 1950-х роках. Його ідея полягала в розробці пристрою для фокусування імпульсів тиску та їх передачі у глибини людського організму з метою безопераційного лікування пухлин головного мозку. Хоча ця концепція не отримала широкого поширення, винахід став революційним для свого часу. Подальші експерименти показали, що ударні хвилі неефективні для лікування мозкових пухлин, однак згодом технологія знайшла застосування в багатьох медичних галузях [3].

Сучасні дослідження у сфері ЕУХТ охоплюють такі напрями:

- Використання ЕУХТ для лікування трофічних уражень м'яких тканин [4].
- Застосування ударних хвиль для загоєння кісткових дефектів у експериментальних умовах [5, 6].
- Лікування остеонекрозу стегнової кістки комбінованими методами із залученням ЕУХТ [7].
- Дослідження впливу ЕУХТ на приживлення дентальних імплантатів [8].
- Використання ЕУХТ для стабілізації зубів після ортодонтичного лікування [9-12].
- Профілактика патологічних післяопераційних рубців обличчя за допомогою ЕУХТ [13-15].
- Порівняння ефективності ЕУХТ із іншими методами лікування захворювань суглобів [10].
- Вивчення змін у клітинах крові та кістковій тканині під впливом ударних хвиль [16].

- Дослідження впливу ЕУХТ на експресію інтерлейкінів у фібробластах періодонтальної зв'язки [17].
- Аналіз виділення остеобластами кісткових морфогенетичних білків при застосуванні ударних хвиль [18].

Радіальні хвилі, проходячи крізь тканини людського тіла, поступово розсіюються, що змінює характер їхнього фізичного впливу. Першими пацієнтами, які відчули на собі терапевтичні властивості ударних хвиль, були спортсмени. Вони високо оцінили ефективність цього методу для лікування травм, отриманих під час змагань, зокрема на Олімпійських іграх. На той час, як і сьогодні, УХТ залишалася практично єдиним неінвазійним методом лікування розривів сухожиль, розтягнень м'язів, вивихів та інших травм, характерних для професійного спорту [19].

Ударні хвилі є високоенергетичними низькочастотними акустичними імпульсами, які генеруються за допомогою п'єзоелектричних, електромагнітних або пневматичних методів із використанням компресора [20]. Вони мають високу амплітуду енергії та коротку тривалість імпульсу [21]. Ударні хвилі швидко проходять через м'які тканини, не пошкоджуючи їх, і досягають межі середовищ із різною щільністю. Завдяки цьому вони справляють терапевтичний ефект на кісткову і хрящову тканину, а також на кальцифікати, осифікати та інші щільні утворення [22]. Важливо враховувати дозозалежність методу: кількість імпульсів понад 2000 сприяє резорбції кісткової тканини, а не її загоєнню [23].

Незважаючи на значну кількість клінічних досліджень, що підтверджують ефективність екстракорпоральної ударно-хвильової терапії, біологічний механізм її дії залишається до кінця не вивченим. Найпоширенішою є теорія, що ґрунтується на мікропошкодженнях кісткової поверхні, які виникають внаслідок кавітаційних процесів. Ці пошкодження спричиняють запальну реакцію, що стимулює вихід із кровоносної системи факторів росту, таких як судинно-ендотеліальний фактор росту та кісткові морфогенетичні протеїни, що, своєю чергою, сприяє відновленню тканин у більшому об'ємі [23, 24, 25]. Крім того, ударні хвилі покращують метаболічні процеси в тканинах [26].

До основних ефектів ЕУХТ належать:

- стимуляція неоваскуляризації через активацію судинно-ендотеліального фактора росту, що забезпечує проліферацію ендотеліальних клітин [27, 28];
- індукція остеогенетичних факторів росту, таких як трансформуючий фактор росту бета-1 та кісткові морфогенетичні білки, що активують остеобласти [25, 29, 30];
- зниження больового синдрому [21];
- зменшення набряків [31].

На основі цих ефектів визначено показання для використання ЕУХТ у щелепно-лицевій ділянці:

- патології скронево-нижньощелепного суглоба [32];
- лінійні переломи кісток, зокрема у випадках незрощення [33, 34, 35];
- рани, які тривало не загоюються [36];
- пародонтит [37];
- імплантація та лікування періімплантитів [38];
- профілактика післяопераційних рубців [13];
- сіалолітіаз [39].

Перевагами ЕУХТ є низький ризик ускладнень і мінімальні побічні ефекти [40]. Однак застосування цього методу в ділянці верхньої щелепи викликає сумніви через її тісне з'єднання з кістками черепа та можливий вплив на структури головного мозку [41]. Попри це, ЕУХТ ефективно використовується для стимуляції остеорепаративних процесів, особливо в ділянці нижньої щелепи.

Протипоказання до застосування ЕУХТ включають:

- наявність кардіостимулятора;
- вагітність;
- онкологічні захворювання;
- інфекційні хвороби;
- загострення серцево-судинних патологій.

ЕУХТ не рекомендована для лікування кісток черепа, ребер, ділянок

поблизу кишківника, легень, великих судин, а також для дітей до 18 років [41, 26].

Особливістю щелепно-лищевої ділянки є її близькість до головного мозку, очей і великих судин, що обмежує застосування ЕУХТ. Крім того, більшість патологічних процесів у цій зоні є поверхневими або відносно поверхневими. Враховуючи фізичні параметри хвиль, зокрема їхню глибину проникнення (не менше 10 см), існує ризик ураження анатомічних структур, для яких вплив ударних хвиль небажаний або небезпечний (рис.1.1).

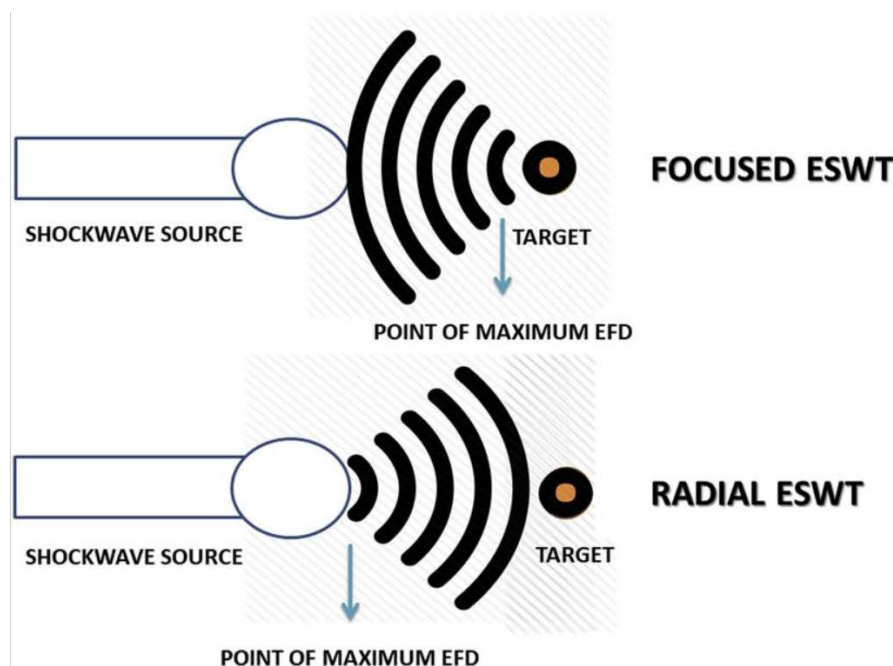


Рис.1.1. Принципові відмінності між фокусованим і радіальним ударно хвильовою терапією [41]

Радіальні хвилі, які генеруються пневматичним методом, проникають у тканини на невелику глибину (до 5 см) і не мають сфокусованої енергії ударної хвилі. Це дає можливість впливати на поверхневі анатомічні структури щелепно-лищевої ділянки, такі як шкіра, нижня щелепа та скронево-нижньощелепний суглоб, уникаючи при цьому пошкодження інших органів. Таким чином, у практиці щелепно-лищевої хірургії (ЩЛХ) доцільним є застосування саме радіальних хвиль, згенерованих пневматичним компресором, відповідно до показань.

Винятком є ударно-хвильова сіалолітотрипсія, для якої використовують сфокусовані хвилі з метою руйнування кальцифікатів. Однак ця методика

неінвазивного лікування слинно-кам'яної хвороби потребує постійного ультразвукового контролю з боку оператора, що дозволяє мінімізувати ризик ятрогенних ускладнень [42].

З розвитком технологій та покращенням апаратного забезпечення ударно-хвильова терапія отримала широке застосування в лікуванні таких захворювань, як остеонекроз, кальцинати в м'яких тканинах, захворювання шкіри та кісткові дефекти. Особливо велике значення мала її роль у відновленні після травм і операцій, де вона стимулює природні процеси загоєння, сприяючи швидшому відновленню функцій тканин.

У ХХІ столітті ударно-хвильова терапія стає все більш популярною завдяки своїй здатності мінімізувати необхідність у хірургічному втручанні. Завдяки відносно простому застосуванню, безболісності та низькому ризику ускладнень, метод отримав визнання не тільки серед лікарів, але й серед пацієнтів. Це зробило його незамінним у багатьох галузях медицини, зокрема в ортопедії, стоматології, кардіології та дерматології [43].

Дослідження та клінічні випробування, проведені в багатьох медичних установах світу, підтвердили ефективність ударно-хвильової терапії при лікуванні таких поширених патологій, як артрит, остеоартроз, травми м'яких тканин, порушення метаболізму кісток і навіть для стимуляції загоєння після хірургічних втручань. Це відкриває нові можливості для застосування УХТ не лише в традиційних областях медицини, але й у косметології, де вона використовується для лікування целюліту, підтягнення шкіри та усунення рубців [28].

Незважаючи на успіхи та досягнення, наукові дослідження в цій сфері не припиняються. Сучасні роботи спрямовані на вдосконалення методів генерування ударних хвиль, вивчення їхньої взаємодії з різними типами тканин, а також розробку нових клінічних показань. Оскільки ударно-хвильова терапія має потенціал значно покращити якість життя пацієнтів, що страждають на хронічні болі або різноманітні пошкодження тканин, її подальший розвиток є пріоритетом для багатьох медичних установ по всьому світу [44].

Зараз УХТ стає важливим компонентом комплексного лікування, поряд з іншими фізіотерапевтичними методами, такими як ультразвукова терапія, магнітотерапія та лазерна терапія. У поєднанні з іншими методами, ударно-хвильова терапія дозволяє досягти ще більш ефективних результатів у лікуванні різноманітних патологій. Зокрема, її використання в реабілітації пацієнтів після хірургічних втручань допомагає швидше відновлювати функціональні можливості органів та систем [45].

Оскільки ударно-хвильова терапія є безболісною, неінвазивною і має мінімальний ризик ускладнень, вона все більше набирає популярності серед пацієнтів. Її універсальність і широкий спектр застосування дозволяють вважати цей метод перспективним напрямом в сучасній медицині [46].

Отже, розвиток ударно-хвильової терапії продовжує робити значний внесок у медицину, відкриваючи нові можливості для лікування різноманітних захворювань і травм. З початкових досліджень у 1950-х роках ХХ сторіччя, коли ідея використання ударних хвиль для лікування м'язових і кісткових порушень лише починала формуватися, цей метод досяг значного прогресу. Завдяки своїй безболісності, неінвазивності та ефективності, ударно-хвильова терапія стала важливим інструментом в арсеналі медичних фахівців [47].

Незважаючи на те, що біологічний механізм її дії залишається не до кінця з'ясованим, численні клінічні дослідження і практичне застосування підтвердили її здатність сприяти загоєнню тканин, стимулювати кровообіг та активувати природні процеси регенерації. Вона широко використовується для лікування захворювань суглобів, травм м'яких тканин, а також для відновлення після хірургічних втручань. [24]

Ударно-хвильова терапія постійно вдосконалюється, зокрема завдяки розвитку нових технологій генерації хвиль і кращому розумінню їх взаємодії з різними типами тканин. Це дозволяє збільшення її ефективності і розширити спектр клінічних показань. Сьогодні метод активно застосовується в ортопедії, стоматології, дерматології, а також косметології, де його використовують для лікування целюліту і покращення зовнішнього вигляду шкіри.

Враховуючи мінімальний ризик ускладнень та значний потенціал для покращення якості життя пацієнтів, ударно-хвильова терапія має великі перспективи і, ймовірно, продовжить розвиватися, займаючи важливе місце серед інноваційних медичних технологій.

1.2 Фізіологічні основи та механізми впливу ударних хвиль на організм людини

Ударно-хвильова терапія ударно хвильової терапії є потужним лікувальним методом, який використовує акустичні хвилі для стимуляції біологічних процесів у тканинах організму людини. Цей метод базується на застосуванні високоенергетичних низькочастотних звукових хвиль, які проникають у тканини, викликаючи різноманітні фізіологічні ефекти, що сприяють лікуванню травм, хронічних болів і патологій кісткової та суглобової систем [48].

Механізм дії УХТ пов'язаний із фізичними властивостями самих ударних хвиль, які, проходячи через тканини, викликають механічні коливання і значні зміни в клітинних структурах. Це призводить до активації процесів регенерації та загоєння тканин, а також до покращення метаболізму в уражених зонах. Ударні хвилі поширюються в тканинах і розсіюються, що дозволяє ефективно впливати на різні тканини, зокрема на м'які тканини, кістки та суглоби [49].

Основним фізіологічним ефектом є механічна дія на клітини та тканини. Коли ударні хвилі проникають в організм, вони викликають мікроскопічні пошкодження на молекулярному рівні, що стимулює біологічні реакції, такі як активація клітинних мембран, запуск процесів відновлення тканин і збільшення кровообігу. Кавітаційні явища, які виникають під час проходження хвиль через рідкі середовища, сприяють утворенню мікроскопічних бульбашок, що вибухають і вивільняють енергію, яка також стимулює тканини до регенерації [50].

Ще одним важливим механізмом дії ударно хвильової терапії є вплив на кровообіг. Ударні хвилі активують неоваскуляризацію, тобто формування нових кровоносних судин у зонах, де порушений кровообіг. Це забезпечує краще транспортування кисню і поживних речовин до пошкоджених тканин, що сприяє їх швидкому відновленню. Крім того, ударно хвильові терапія стимулює вироблення молекул, які відповідають за відновлення тканин, зокрема колагену, що важливо для нормалізації структури суглобів та кісток [51] (рис.1.2).

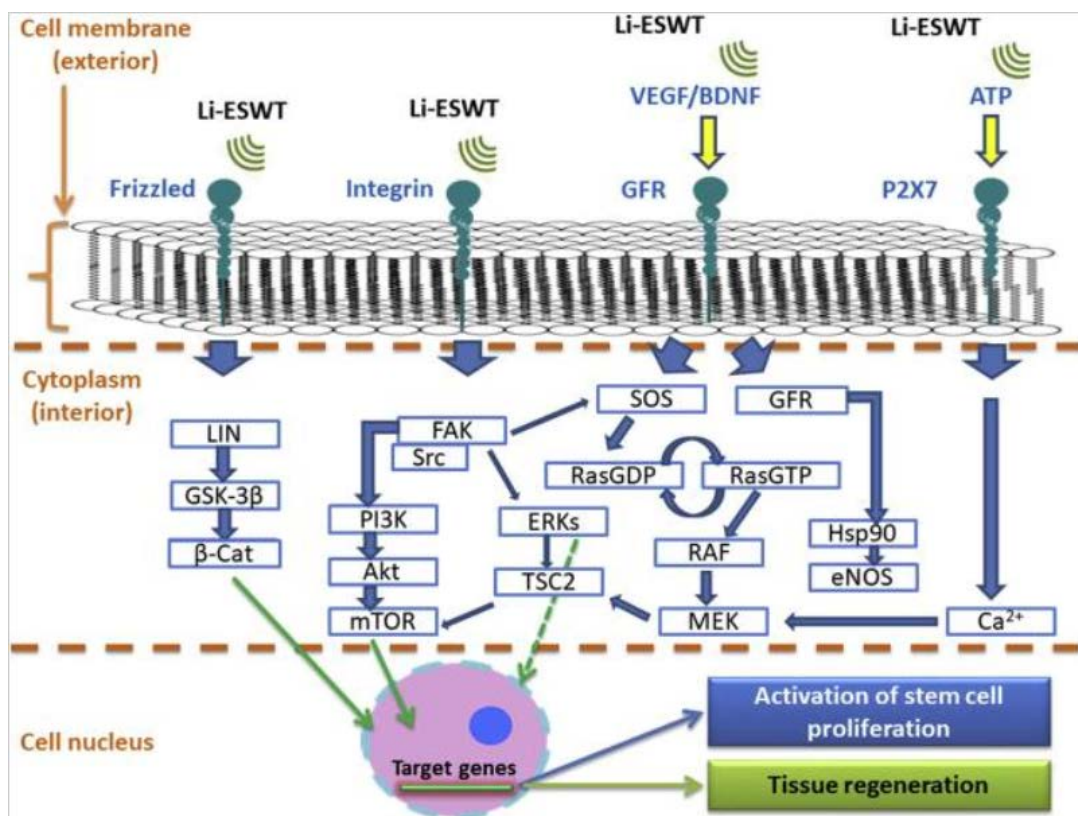


Рис.1.2. Сигнальні шляхи клітини, активовані застосуванням ESWT [51]

Стимуляція синтезу різних біологічних молекул, таких як кісткові морфогенетичні білки й фактори росту, є ще одним важливим ефектом ударно хвильової терапії. Ці молекули активують клітини, що відповідають за формування кісткової та хрящової тканини, а також стимулюють остеогенез — процес утворення нових клітин кістки. Це сприяє відновленню кісток після переломів і пошкоджень, а також покращує регенерацію хрящів в суглобах [52].

Одним з найбільш помітних ефектів ударно хвильової терапії є зменшення запалення та болю. Ударні хвилі сприяють зниженню рівня запальних молекул,

таких як цитокіни, і молекул, що викликають біль (наприклад, простагландини). Вони також стимулюють вироблення ендогенних анальгетиків, що допомагає зменшити больові відчуття. Це робить ударно хвильову терапію ефективним методом лікування хронічного болю, зокрема при захворюваннях суглобів та м'язів [53]

Фізіологічний вплив ударно хвильової терапії має широкий спектр, оскільки ударні хвилі можуть проникати в різні тканини на різну глибину. Це дозволяє застосовувати метод для лікування як поверхневих ушкоджень, таких як пошкодження м'язів і шкіри, так і для глибших проблем, таких як переломи кісток або хронічні захворювання суглобів. У свою чергу, глибина проникнення хвиль залежить від їх типу та інтенсивності, що дозволяє адаптувати терапію до конкретних клінічних умов [54].

Ударно-хвильова терапія продовжує розвиватися, і вчені все більше досліджують її фізіологічні механізми впливу на організм людини. Дослідження показали, що цей метод не лише стимулює відновлення тканин, але й покращує метаболічні процеси на клітинному рівні. Зокрема, однією з ключових властивостей ударно хвильової терапії є активація процесів загоєння через покращення циркуляції крові в зонах ушкодження, що сприяє прискоренню доставки необхідних поживних речовин і кисню до пошкоджених тканин. У результаті цього прискорюється загоєння і зменшується ймовірність утворення рубців або хронічних запальних процесів (табл.1.1).

Таблиця 1.1

Короткий опис сигнальних шляхів Li-ESWT [54]

Сигнальний шлях	Біологічна роль
LIN	Регулює долю клітин і морфогенез
ГСК-3 β	Клітинна проліферація, міграція, регуляція глюкози та апоптоз
B-Cat	Регуляція та координація міжклітинної адгезії
FAK	Міграція клітин і ангиогенез
Src	Регулює клітинний ріст, проліферацію та диференціацію
PI3K/AKT/mTOR	регулює клітинний цикл; проліферація нервових стовбурових клітин

TSC2	Регулює розмір клітин
MAPK/ERK (RAS/RAF/MEK/ERK)	Сприяє експресії генів для росту та виживання клітин. Пов'язаний з міграцією клітин, загоєнням ран і відновленням тканин шляхом стимуляції ангиогенезу
SOS	Білки SOS взаємодіють з білками Ras, сприяючи обміну гуанінових нуклеотидів (обіг GDP/GTP) і утворенню активного комплексу Ras-GTP
ШКФ	Індукція диференціювання та проліферації клітин
Hsp90	Сприяє згортанню білка, внутрішньоклітинному транспорту, підтримці та полегшує інші сигнальні шляхи.
eNOS	Сприяє багаторазовому фосфорилуванню клітинних мішеней, знижуючи концентрацію кальцію в клітинах і сприяючи розслабленню судин
Ca ²⁺	Чинить регуляторний вплив на ферменти і білки. Активує іонні канали і може діяти як другий месенджер у різноманітних фізіологічних ролях

Абревіатури : бета-катенін (β -Cat), фосфоінозитид-3-кінази (PI3Ks), протеїнкіназа B (також відома як Akt), варіант гена лінії (LIN), кіназа глікогенсинтази 3 бета (GSK-3 β), кіназа фокальної адгезії (FAK), механічна мішень рапаміцину для ссавців (mTOR), Протоонкогенна тирозин-протеїнкіназа (Src), комплекс туберозного склерозу 2 (TSC2), іон кальцію (Ca²⁺), ендотеліальна синтаза оксиду азоту (eNOS), протеїнкіназа швидкої фібрোসаркоми (RAF), мітоген-активована протеїнкіназа кіназа (MEK), рецептор фактора росту (GFR), Білок саркоми щура (Ras), білок теплового шоку 90 (Hsp90), гуанозиндифосфат (GDP), гуанозинтрифосфат (GTP), кіназа, регульована позаклітинним сигналом (ERK), Син Сevenлесса (SOS) білки, фактор росту ендотелію судин (VEGF), аденозинтрифосфат (АТФ); нейротрофічний фактор мозку (BDNF); P2X7 є пуринергічним рецептором.

Важливим елементом у фізіологічних ефектах ударно хвильової терапії є активація механізмів стримування болю через стимулювання нервових волокон і активацію власних анальгетичних систем організму. В результаті, ударні хвилі можуть сприяти зменшенню не лише локального болю, але й системного запалення, яке може виникати при хронічних захворюваннях суглобів або після травм [55]

Окрім того, ударно хвильової терапії стимулює вироблення вільних радикалів, які, за певних умов, можуть позитивно впливати на регенерацію

тканин. Вони виступають у ролі сигналізаторів, що активують регенеративні процеси, зокрема, шляхом активації фібробластів і остеобластів, клітин, що беруть участь у відновленні сполучної і кісткової тканини [56].

Додатково до цього, застосування ударних хвиль має потенціал для модулювання функцій імунної системи. Зокрема, за допомогою ударно хвильової терапії можна активувати макрофаги — клітини, що виконують важливу роль у поглинанні мікроорганізмів і продуктів розпаду в пошкоджених тканинах. Це може допомогти у боротьбі з інфекціями, які виникають у результаті травм або післяопераційних ускладнень [57].

Ще однією цікавою особливістю є здатність ударно хвильової терапії поліпшувати рівень фосфору та кальцію в тканинах, що є важливим для нормалізації кісткових процесів, зокрема під час відновлення після переломів або при лікуванні остеопору. Цей ефект забезпечується завдяки активуванню остеобластів, що синтезують колаген і сприяють формуванню кісткової тканини.

Додатково, ударно хвильової терапії має відмінну здатність до лікування хронічного болю в м'язах та суглобах, оскільки хвилі здатні впливати на дрібні нервові закінчення, зменшуючи їх чутливість та знижуючи сприйнятливність до болю. Це робить ударно хвильову терапію дуже корисним для пацієнтів, які страждають від хронічних захворювань, таких як остеоартрит або тендині [58].

У фізіологічному контексті, ударно хвильової терапії є одним з найбільш ефективних методів, що дозволяє досягти як відновлення тканин, так і значного зменшення больових відчуттів і запальних процесів. Зокрема, її застосування дозволяє стимулювати процеси відновлення не тільки в кістках та хрящах, а й у м'яких тканинах, що робить її універсальним методом лікування при широкому спектрі травм та захворювань [59].

Ударні хвилі здатні значно змінювати біохімічні реакції в тканинах, впливаючи на рівень молекул, що регулюють запалення та загоєння.

Одним з ключових механізмів, який сприяє процесам відновлення після впливу ударно хвильової терапії, є збільшення активності клітин, що виробляють колаген — основний білок, що відповідає за міцність і еластичність сполучних

тканин. Це особливо важливо при лікуванні пошкоджень сухожиль, м'язів і шкіри, де колаген є основним структурним елементом [60].

Крім того, ударно хвильова терапія стимулює виділення різних біологічно активних молекул, таких як інтерлейкіни, фактори росту та цитокіни. Ці молекули відіграють важливу роль у регуляції запальних процесів і можуть сприяти зменшенню запалення в пошкоджених тканинах, що є важливим аспектом у лікуванні хронічних захворювань і травм. Наприклад, виведення таких молекул, як VEGF (судинно-ендотеліальний фактор росту), активує процеси неоваскуляризації (формування нових судин), що сприяє покращенню кровопостачання і прискоренню процесів відновлення в тканинах [61].

Ще один цікавий аспект — це здатність ударних хвиль впливати на метаболізм клітин і поліпшувати енергетичні процеси в тканинах. Деякі дослідження показали, що ударно хвильова терапія стимулює мітохондрії в клітинах, що відповідають за виробництво енергії, підвищуючи таким чином загальний рівень метаболічної активності. Це дозволяє тканинам швидше відновлюватися, оскільки клітини отримують більше енергії для синтезу необхідних білків і відновлення пошкоджених структур [62].

Враховуючи вплив на кровообіг і метаболічні процеси, ударно хвильової терапії також може мати позитивний ефект на мікроциркуляцію в органах і тканинах. Це особливо важливо в лікуванні захворювань, які пов'язані з порушенням кровопостачання, таких як трофічні виразки або деякі види остеонекрозу, оскільки покращення кровообігу допомагає доставляти більше кисню і поживних речовин до пошкоджених ділянок [63].

Не менш важливим є вплив ударно хвильової терапії на клітинний апоптоз — процес програмованої клітинної загибелі. Деякі дослідження показують, що ударно хвильова терапія може активувати апоптоз у старих або пошкоджених клітинах, що дає змогу замінити їх на нові, здоровіші клітини, сприяючи більш ефективному загоєнню тканин [64].

Одним з важливих аспектів механізму дії ударно хвильової терапії є її здатність впливати на нейропередачу. Ударні хвилі здатні активувати сенсорні

нервові закінчення, що призводить до зменшення болю завдяки активації власних знеболювальних механізмів організму. В результаті знижується потреба в застосуванні знеболювальних засобів, що робить ударно хвильову терапію особливо ефективною для пацієнтів з хронічним болем [65].

Одним з таких аспектів є вплив ударно хвильової терапії на остеогенез — процес утворення кісткової тканини. Ударні хвилі сприяють активації остеобластів, клітин, що відповідають за синтез кісткової матриці та за формування нових кісткових структур. Це особливо важливо для пацієнтів, які мають порушення в процесах кісткової регенерації, зокрема після переломів або в разі остеопорозу. В результаті застосування УХТ у таких пацієнтів покращується загоєння переломів, відновлення кісткової тканини та зниження ризику розвитку ускладнень, таких як остеонекроз [66].

Що стосується хрящових тканин, УХТ також може мати позитивний вплив. Під час ударно-хвильового впливу спостерігається стимуляція вироблення синовіальної рідини, що забезпечує кращу змащувальну функцію суглобів і зменшує тертя між хрящами. Це допомагає знижувати симптоми остеоартриту та інших дегенеративних захворювань суглобів. Крім того, ударні хвилі сприяють відновленню хрящової тканини, стимулюючи проліферацію хондроцитів — клітин, що відповідають за підтримку і оновлення хряща.

Значним аспектом впливу УХТ є також її здатність поліпшувати мікроциркуляцію в тканинах. Відновлення нормального кровообігу після травм або запальних процесів сприяє кращому постачанню тканин киснем і поживними речовинами, що значно прискорює процеси загоєння. Зокрема, цей ефект є корисним при лікуванні трофічних виразок або при реабілітації після операцій. Відновлення нормальної мікроциркуляції є важливим не лише для тканин м'язів і шкіри, а й для органів, де порушення кровообігу можуть викликати серйозні ускладнення [67].

Також варто згадати про ефект УХТ на нервову систему. Існують дані, що ударні хвилі можуть стимулювати зростання нових нервових закінчень і відновлення пошкоджених нервів. Це особливо важливо для пацієнтів, які

страждають на невропатії або мають травми, що призводять до пошкодження нервових структур. Вплив на нервову систему може сприяти не тільки зменшенню болю, а й покращенню функцій нервових клітин, що веде до поліпшення рухливості та чутливості [65]

Ударно-хвильова терапія також проявляє свою ефективність при лікуванні запальних процесів. Під її впливом відбувається зниження рівня запальних молекул, таких як цитокіни та простагландини, що відповідають за розвиток запалення. В результаті зменшення запалення покращується загальний стан пацієнта, зменшується набряк і біль, а також знижуються ризики ускладнень, пов'язаних з хронічними запальними процесами [68]

З огляду на всі ці механізми, УХТ виявляється універсальним методом, який має широкий спектр застосування в медичній практиці. Відновлення тканин, зниження болю, покращення кровообігу, стимуляція клітин для відновлення структури кісток і хрящів — усе це робить УХТ важливим інструментом для лікування різноманітних захворювань [69].

Ударні хвилі сприяють активації процесів, пов'язаних з регенерацією тканин, внаслідок покращення мікроциркуляції та збільшення кількості крові, що постачається до уражених ділянок. Відновлення кровообігу дозволяє забезпечити ефективне перенесення необхідних поживних речовин і кисню до пошкоджених тканин, що суттєво прискорює загоєння [70].

Особливо важливим є ефект УХТ у лікуванні м'язових і сухожильних пошкоджень. Це часто є проблемою для спортсменів, які страждають від різноманітних травм під час тренувань або змагань. У таких випадках ударні хвилі допомагають зменшити набряк, больовий синдром, а також запалення, що часто виникає в результаті травм. Стимуляція кровообігу сприяє швидшому відновленню тканин, що зі свого боку допомагає пацієнту повернутися до нормального функціонування вже через коротший період часу [68].

Важливо також зазначити, що під час застосування УХТ спостерігається підвищення температури в тканинах, що може додатково сприяти прискоренню метаболічних процесів. Це підвищення температури стимулює клітини до більш

інтенсивної роботи, прискорюючи процеси синтезу білків та активізуючи обмінні процеси, що є важливими для регенерації тканин [70].

Ще одним цікавим аспектом є те, що ударні хвилі можуть впливати на нейропластичність — здатність нервової системи до змін і адаптації внаслідок впливу зовнішніх факторів. Це особливо актуально при лікуванні хронічного болю, коли нервові закінчення, що відповідають за сприйняття болю, часто стають надмірно чутливими або навіть зберігають "пам'ять" про біль. У таких випадках УХТ може сприяти зниженню цієї надмірної чутливості й полегшенню болю через пригнічення активності больових шляхів в центральній нервовій системі [71].

Попри значну кількість позитивних ефектів, важливо відзначити, що вплив ударних хвиль на організм не є універсальним і може мати обмеження. Наприклад, при неправильному застосуванні або в разі надмірної інтенсивності хвиль, можливі побічні ефекти, такі як підвищена чутливість, тимчасове посилення болю або пошкодження тканин. Тому важливо, щоб процедура проводилася кваліфікованими спеціалістами, які мають досвід в роботі з даною методикою та можуть точно визначити індивідуальні показання і протипоказання для кожного пацієнта [72].

Завдяки широкому спектру ефектів і порівняно невисокому рівню ризиків, ударно-хвильова терапія продовжує залишатися важливим інструментом в арсеналі сучасної медицини. Застосування цієї методики в поєднанні з іншими лікувальними підходами дозволяє досягти значних результатів у лікуванні численних захворювань опорно-рухового апарату, травм і хронічних болів, а також активно використовуватися в відновлювальній медицині та реабілітації [73].

Таким чином, УХТ активно використовується в лікуванні численних патологій завдяки своїй здатності стимулювати природні механізми загоєння, покращувати кровообіг і знижувати рівень запалення та болю. Цей метод демонструє високу ефективність у лікуванні таких захворювань, як остеоартрит, м'язові травми, переломи, тендиніт та інші патології опорно-рухового апарату.

РОЗДІЛ 2. ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ В СУЧАСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ

2.1 Показання та протипоказання до застосування ударно-хвильової терапії

Ударні хвилі — це короткочасні зміни тиску, які поширюються в тривимірному просторі. Вони широко застосовуються в медицині протягом декількох десятиліть і досліджуються для використання в різних галузях. Їх дія зумовлена здатністю біологічних тканин перетворювати механічний тиск у біологічні сигнали, що стимулюють регенерацію через процес, відомий як механотрансдукція. Існує два основних типи пристроїв для генерації ударних хвиль: радіальні та сфокусовані. Розглянемо їх технічні особливості та клінічне застосування.

Радіальні хвилі створюються за допомогою пневматичного механізму: стиснене повітря приводить у рух снаряд, який ударяє металевий передавач. Цей удар формує хвилю, що поширюється радіально, поступово втрачаючи інтенсивність під час проходження через тканини. Через цю методику рекомендують для лікування поверхневих структур, таких як підошова фасція чи поверхневі тендинопатії (наприклад, епіконділіт, надколінна чи ахіллова тендинопатія). Наукові дослідження підтверджують ефективність радіальних хвиль у терапії цих станів [74].

Вплив радіальних хвиль регулюється, хоча вона завжди менша, ніж у сфокусованих хвиль. Наприклад, радіальні пристрої компанії BTL Industries оснащені найкращими передавачами, що забезпечують точність і комфорт під час лікування. Серед них:

- Сталевий передавач 9 мм для роботи з акупунктурними точками або дрібними вузлами пальців.

- Вібраційний передавач 20 мм для терапії міофасціальних структур.
- Титановий передавач 15 мм для впливу на глибші тканини.

Основні показання до радіальної ударно-хвильової терапії:

- ахіллова тендинопатія;
- надколінна тендинопатія;
- епікондиліт (тенісний лікоть);
- синдром зап'ясткового каналу;
- підшовний (плантарний) фасцит;
- синдром клубово-великомілкової смуги;
- м'язові спазми;
- тригерні точки;
- псевдоартроз у поверхневих кістках;
- болі в крижово-клубових суглобах та інших станах.

Сфокусовані ударні хвилі можуть створюватися за допомогою чотирьох основних механізмів: електрогідралічного, п'єзоелектричного, електромагнітного та електроакустичного (останній використовує компанію BTL). Серед них електроакустичні та електромагнітні механізми забезпечують оптимальний баланс між інтенсивністю (щільністю енергії) і розміром фокусної області, де енергія передається тканинам. При цьому електромагнітні механізми мають меншу довговічність у порівнянні з електроакустичними [75].

Сфокусовані ударні хвилі відрізняються коротким піком енергії, що генерується в наносекундній частині, та наступним періодом негативного тиску, який залишається кілька мілісекунд. На відміну від радіальних хвиль, сфокусовані хвилі концентрують енергію в конкретній точці, здатної проникнути на глибину кількох сантиметрів. Вплив глибина регулюється за допомогою спеціальних прокладок, що дозволяє захищати їх як для поверхневих процедур (наприклад, при лікуванні шкіри), так і для лікування глибоких патологій, таких як аваскулярний некроз головки стегнової кістки чи псевдоартроз.

Основні показання до фокусованої ударно-хвильової терапії:

- аваскулярний некроз головки стегна;

- вмісту кісткового мозку;
- "заморожене" плече;
- псевдоартроз та підтримка регенерації кісток;
- стресові переломи;
- глибокі тригерні точки;
- трохантерний больовий синдром;
- хронічний бурсит;
- глибокі тендинопатії;
- кальцифікатний тендиніт;
- п'яткова шпора;
- шини гомілки;
- лікування ран;
- хронічні рубці та інші патології.

Різні дослідження, які порівнювали радіальні та сфокусовані ударні хвилі, підтвердили їхню відмінність у глибині проникнення, методах генерації та досягнутому піковому тиску (інтенсивності). Таким чином, дослідження, проведені на пацієнтах із патологіями поверхневих структур, такими як підшовний фасциїт, поверхнєве загоєння кісток, виразки, спричинені синдромом діабетичної стопи, тендинопатії та інші розлади м'яких тканинних колін, показали, що радіальна ударно-хвильова терапія демонструє ефективність, подібну до сфокусованої терапії. Це вказує на те, що обидва типи ударних хвиль мають схожий біологічний вплив, проте вони діють на різній глибині й з різною інтенсивністю [76].

Одним із ключових біологічних ефектів обох типів хвиль є кавітація, яка сприяє ангіогенезу та стимулює судинний ендотеліальний фактор експресії росту. Крім того, ударні хвилі мають виражену знеболювальну дію, як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі. Це пояснюється механізмами зворотного захоплення речовин Р та зменшенням кількості імунореактивних нейронів речовин Р у дорсальних кореневих гангліях.

Інші важливі біологічні ефекти включають підвищення рівня трансформаційного фактора росту (TGF) бета-1, стимуляцію вироблення оксиду азоту, пригнічення активності NF-каппа-B та зменшення продукції прозапальних цитокінів. Однак зменшення прозапальної активності, тим більше менш характерне для сфокусованих хвиль [77].

Протипоказаннями до застосування УХТ є:

- онкологічні захворювання;
- порушення згортання крові або приймання антикоагулянтів, що може призвести до крововиливів у м'які тканини;
- інфекційні хвороби;
- вагітність;
- цукровий діабет;
- переломи ключиці та ребер;
- загострення серцево-судинних захворювань, зокрема в користуванні з гіпертонією, після УХТ може розвинути гіпертонічний криз. В таких випадках необхідний контроль за артеріальним тиском до і після сеансу;
- наявність штучного водія ритму серця;
- епіфізарні зони у дітей, після УХТ може пошкодити зону росту кісток, що може призвести до затримки або прискорення росту кісток [78].

При використанні УХТ в педіатричній практиці необхідно забезпечити як показання, так і протипоказання. відповідно, вплив акустичних хвиль на зони росту кісток у дітей категорично заборонено, через що це може призвести до порушення їхнього розвитку та зупинки процесу росту.

Застосування цього методу категорично заборонено під час вагітності, оскільки вплив акустичних хвиль може негативно вплинути на розвиток плода. Також терапію не можна проводити пацієнтам із наявністю будь-яких новоутворень, як злоякісних, так і доброякісних, незалежно від їх локалізації, через ризик провокування ускладнень.

Тяжка форма цукрового діабету є ще одним протипоказанням, після чого в таких ситуаціях можуть виникнути серйозні порушення регенеративних

процесів і підвищений ризик ускладнень. Додатково, наявність порушення в системі згортання крові, таких як гемофілія або інші коагулопатії, створює загрозу виникнення кровотечі, що неможливе проведення процедур. Унохвильову терапію не можна застосовувати і при гострих інфекційних захворюваннях, коли в організмі активний запальний процес, після чого це може погіршити стан пацієнта.

Особливої уваги вимагає використання цього методу в педіатричній практиці. Вплив акустичних хвиль на зони росту кісток у дітей суворо заборонений, оскільки це може порушити процеси розвитку кісткової тканини і навіть зупинити зростання. У таких випадках необхідно використовувати вікові особливості пацієнта, оцінювати можливості ризиків і підбирати альтернативні методи терапії [79].

Перед початком лікування необхідно відновити загальний стан пацієнта, його огляд хвороби та індивідуальні особливості. Для цього детального обстеження, яке включає аналіз анамнезу, лабораторні та інструментальні дослідження за потреби. Це дозволяє точно змінити наявність протипоказань і запобігти розвитку ускладнень під час терапії.

Ударно-хвильова терапія є високоефективним методом лікування багатьох захворювань, але її безпечність залежить від правильного дотримання показань і протипоказань. Кваліфікований підхід до планування лікування дозволяє досягти максимальної користі для пацієнта та мінімізувати можливості ризиків.

Ударно-хвильова терапія зарекомендувала себе як ефективний метод лікування різних захворювань опорно-рухового апарату та інших станів, пов'язаних із його здатністю до регенерації. Сфокусовані ударні хвилі мають велику глибину проникнення і забезпечують значно більшу кількість енергії, що робить їх ідеальним вибором для лікування глибоких патологій, таких як псевдоартроз або підтримки регенерації кісткової тканини.

Радіальні ударні хвилі, навпаки, характеризуються меншою концентрацією енергії та поверхневою дією. Вони чудово підходять для терапії таких станів, як

надколінна або ахіллесова тендінопатія, поверхневі тригерні точки, міофасціальні розлади тощо.

Обидва типи терапії довели свою ефективність у лікуванні широкого спектру захворювань, що підтверджується великою кількістю наукових досліджень, опублікованих в авторитетних індексованих базах даних. Вибір між радіальними та сфокусованими ударними хвилями залежить від конкретних потреб пацієнта та клінічної ситуації. Лікар повинен отримати описані в літературі схожості та відмінності, щоб звернути найефективніший підхід для застосування в практиці [80].

Таким чином, ударно-хвильова терапія є потужним інструментом лікування, але для досягнення максимального ефекту важливо правильно оцінити стан пацієнта, враховуючи його індивідуальні особливості та протипоказання. Це забезпечує безпечне та ефективне застосування методу, мінімізуючи ризик ускладнень. Перед початком лікування лікар повинен знову оглянути пацієнта, зібрати анамнез, провести необхідне обстеження та лікування, визначити чи підійде ударно-хвильова терапія для конкретного випадку.

У випадках, коли застосування УХТ є обмеженим через наявність протипоказань, лікар може запропонувати альтернативні методи лікування, які також можуть бути ефективними для зменшення болю, покращення регенерації та функціонального відновлення [81].

Таким чином, ударно-хвильова терапія є потужним методом, який при правильному застосуванні може значно підвищити якість життя в цьому випадку, однак необхідно забезпечити відповідний підхід до кожного випадку, враховуючи всі показання та протипоказання.

2.2 Основні методики проведення процедур ударно-хвильової терапії

Ударно-хвильова терапія є передовою неінвазивною методикою, яка активно використовується в багатьох галузях медицини. Суть методу виникає в генерації високочастотних хвиль, які впливають на тканини людського ресурсу. Ідея використання ударних хвиль в медицині бере початок з 40-х років ХХ століття, коли Frank Riber випустив генератор ударних хвиль, який отримав патент у 1951 році. Цей метод спочатку використовувався для лікування хвороби головного мозку, хоча широкого застосування не здобув. Повернення до цього методу відбулося лише у другій половині століття.

У середині 70-х років ХХ століття відомі дослідники, такий як Eisenberg, Chausko та Forsmann почали працювати з літотрипторами, використовуваними для лікування сечокам'яної хвороби. У 1980 році в Мюнхені було успішно зруйновано камінь в нирці людини за допомогою ударних хвиль, і з того часу цей метод став «золотим стандартом» для лікування сечокам'яної хвороби. Пізніше ударно-хвильову терапію почали використовувати також для дроблення каменів у жовтому міхурі [82].

Дослідження на тваринах показали, що зниження тиску та імпульсу енергетичного потоку знижує його руйнівну здатність і проявляє протизапальну, знеболювальну та стимулюючу дію на тканини. В окремих експериментах не було пошкоджено м'які тканини, а вивчені тварини показали процеси продуктивного характеру без пошкодження судин або колагенових волокон.

З кінця 80-х років ХХ століття ударно-хвильова терапія знайшла застосування в травматології, ортопедії, неврології та естетичній хірургії. З початку 90-х років метод був введений в практику для лікування захворювань кісток і м'яких тканин (рис.2.1).

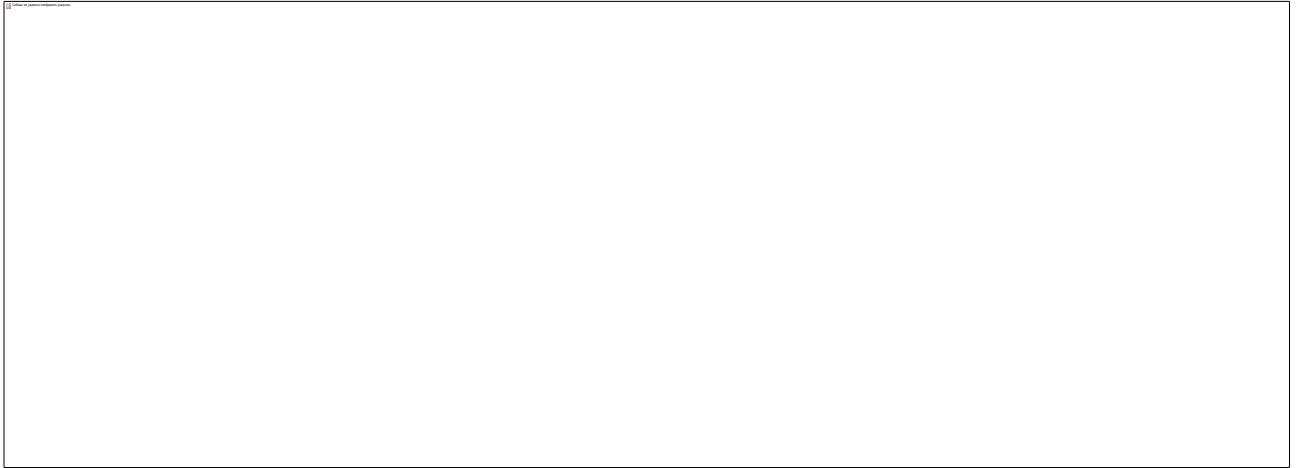


Рис. 2.1. Види віброголівки [82]

Ударні хвилі, на відміну від пульсуючих акустичних хвиль, мають безперервний характер, що призводить до генерації тепла в тканинах [83]. Для знищення сильного нагріву інтенсивність звукових хвиль обмежується значенням 3 Вт/см. У медичних прийомах максимальний тиск ударної хвилі досягається за кілька наносекунд, після чого йде фаза розрідження. Енергія хвилі поглинається на межі з кісткою, і її потужність залежить від різниці щільності тканини. Ударна хвиля не накопичує локальних пошкоджень, тому її застосування на шкірі для впливу на патологічні процеси є перспективним напрямком.

Використання ударних хвиль стимулює репараційні процеси в тканинах та покращує мікроциркуляцію в кровоносних судинах м'яких і твердих тканин, що забезпечує ефективність лікування [84].



Рис.2.2. Перша модель генератора хвиль Ф. Рейбера [85]

При ударно-хвильовому впливі імпульс, створений генератором, перетворюється на звукову хвилю, яка передається в зовнішнє середовище. Ця акустична хвиля розширюється в тілі людини, яке на 65–80% складається з води, і поглинається в області межі з кісткою, чому сила впливу залежить від різниці щільності тканини. Генерація хвилі має на меті спрямування ударної хвилі в тканини з мінімальними енергетичними втратами. Потік енергії прискорюється через стисне повітря, після чого з високою кінетичною енергією запускається на аплікатор. При високій інтенсивності акустичні хвилі високого тиску викликають стиснення та розтягування тканини з перепадами тиску, що призводить до формування «кавітаційних бульбашок». Під час максимального зниження тиску ці бульбашки лопаються, вивільняючи велику кількість енергії [86].

Найбільший ефект від ударних хвиль у щільних тканинах та в межах їх з'єднання: кістка-сухожилля, м'яз-фасція, фасція-шкіра та інші. Ударно-хвильові

імпульси не викликають локальних пошкоджень тканин і не мають системних патологічних ефектів на організм, що робить можливим їх застосування на шкірних покриттях для впливу на патологічні процеси. Ударна хвиля стимулює процеси відновлення та покращує мікроциркуляцію в кровоносних судинах м'яких та твердих тканин [87].

Експерименти на тваринах показали, що використання ударно-хвильової терапії (УХТ) може стимулювати маркери, що впливають на ангіогенез, та сприяють утворенню нових судин, що, у своєму разі, покращує кровопостачання та регенерацію тканин. Однією з ключових особливостей ударної дії є стимуляція мікроциркуляції, тобто кровообігу, що позитивно впливає на трофічні процеси в тканинах. Мікроциркуляція включає лише рух рідини в судинах, а й поза ними, забезпечуючи обмін речовин у тканинній мікросистемі, до якої входять клітини, сполучні тканини та фізіологічно активні речовини. Покращення мікроциркуляції цукру до вираженого протинабрякового ефекту, зменшення напруження тканин, що погіршує регенерацію, покращує імунну відповідь, протизапальним та десенсибілізуючим ефектами. Як результат, значно зменшуються або повністю зникають болі, відновлюється цілісність кісткової тканини, створюється еластичність шкіри [88].

При використанні УХТ больові відчуття знижуються або повністю зникають. Механізм знеболювання пояснюється зміною рівня речовини Р, що є нейротрансмітером болю в зоні проходження ударних хвиль. УХТ має позитивний ефект при лікуванні дегенеративно-дистрофічних захворювань та травм опорно-рухового апарату, зокрема у 70–80% випадків. Регулярне застосування лікування запобігає необхідності оперативного втручання в багатьох випадках. Ефект після процедури проходить через кілька тижнів, а курс лікування зазвичай складається з 3–7 сеансів з інтервалом 5–7 днів [89].

Терапевтичний ефект акустичних хвиль високого тиску базується на кількох механізмах:

- активація метаболізму в області впливу;

- покращення кровообігу, кровопостачання та утворення нових судин у зоні впливу;
- зниження активності запальних процесів, де порушення перетворюється на гостре, що організм здатен самотійно подолати; [90]
- підвищує дифузію цитокінів через стінки судин, що прискорює процес одужання;
- вивільнення ендорфінів, які знижують чутливість до болю;
- стимуляція доцентрових нервових волокон шкірних нервів, що активує знеболювальні механізми в спинному мозку;
- часткове руйнування мембран клітин кісткової тканини, що спричиняє мікрокрововиливи і ускладнення формування кісткової мозолі при переломах [91].

Завдяки цьому у хворих відбувається переносимість навантажень, що розриває патологічне коло травми → гіпоксія → важкий → біль → обмеження рухів [92].

Ударно-хвильова терапія має кілька переваг порівняно з традиційними методами лікування:

- лікування цієї амбулаторно, без порушення звичного ритму життя;
- наявність побічних ефектів;
- короткий час лікування (20–30 хв на процедуру) з досягненням тривалого ефекту;
- гарна переносимість без потреби у знеболюванні;
- у багатьох випадках дає можливість уникнути оперативного втручання.

Генератори ударних хвиль фактично складаються з електричного джерела енергії, електроакустичного перетворювача та пристрою для фокусування хвилі [93].

Однак зазначені системи мали значні недоліки, що обмежували їх використання в медичній практиці (табл.2.1):

Типи приладів для ударно-хвильової терапії [93]

Тип приладу	Принцип дії
Електрогідравлічний генератор з еліпсоїдним поширенням хвилі	Акустична хвиля створюється у слабкому середовищі за допомогою електричного розряду (принцип свічки запалювання)
П'єзоелектричний генератор з поширенням хвилі у вигляді сфери	Високовольтний імпульс розширення п'єзокристалів, розташованих на параболічній поверхні
Електромагнітний генератор з акустичною лінзою	Високовольтний розряд через котушку (циліндричну або пласку) створює вихровий струм у розташованій поруч мембрані і відхиляє її відповідно до електромагнітного принципу.
Електромагнітне циліндричне джерело хвиль	Параболоїдне поширення ударних хвиль
Пневматичний генератор	Ударні хвилі генеруються поза тілом пневматичним джерелом, потім перетворюються і перетворюються в маніпулятори у звукові хвилі.

Зазначені раніше апарати мають низьку кількість суттєвих дефектів, які обмежували їх застосування в клінічній практиці, серед яких короткий термін служби, малий розмір, високі витрати на технічне обслуговування, посилена енергетична дія, складність позиціювання при лікуванні патологій передпліччя і плечового суглоба, а також потреба у використанні рентгенівського та ультразвукового наведення. Ці проблеми спричинили обмеження використання таких приладів [94].

Зважаючи на ці недоліки, були розроблені модульні пристрої, здатні генерувати імпульси, необхідні для застосування в травматології та ортопедії. Перевагами таких пристроїв є компактні розміри, що дозволяють використовувати їх як у стаціонарних, так і в амбулаторних умовах, зручний пневматичний маніпулятор для точного позиціювання на шкірі, а також радіально розфокусована ударна хвиля середньої та низької енергії, що дозволяє

проводити маніпуляції без потреби в рентгенівському або ультразвуковому контролі, застосовуючи метод «біозворотного зв'язку» [95].

Нещодавні дослідження в Німеччині вивчали застосування ударних хвиль для лікування зрощення переломів та синдрому «замороженого плеча», а також для корекції післяопікових деформацій шкіри. Це відкриває нові можливості в наукових дослідженнях. Використання таких апаратів, адаптованих для травматології, хірургії та косметології, дозволило значно розширити показання для застосування ударно-хвильової терапії при лікуванні травм, дегенеративних уражень опорно-рухової системи та патологічних деформацій шкіри. Останні гістологічні, біохімічні та імунологічні дослідження показали значне покращення в розумінні впливу ударних хвиль на тканини, включаючи підвищену васкуляризацію, прискорення дисфункції факторів росту, вибірккову роль неврального інгібування, а також рекрутацію стовбурових клітин, які грають важливу роль у запальних процесах [96] (рис.2.3).

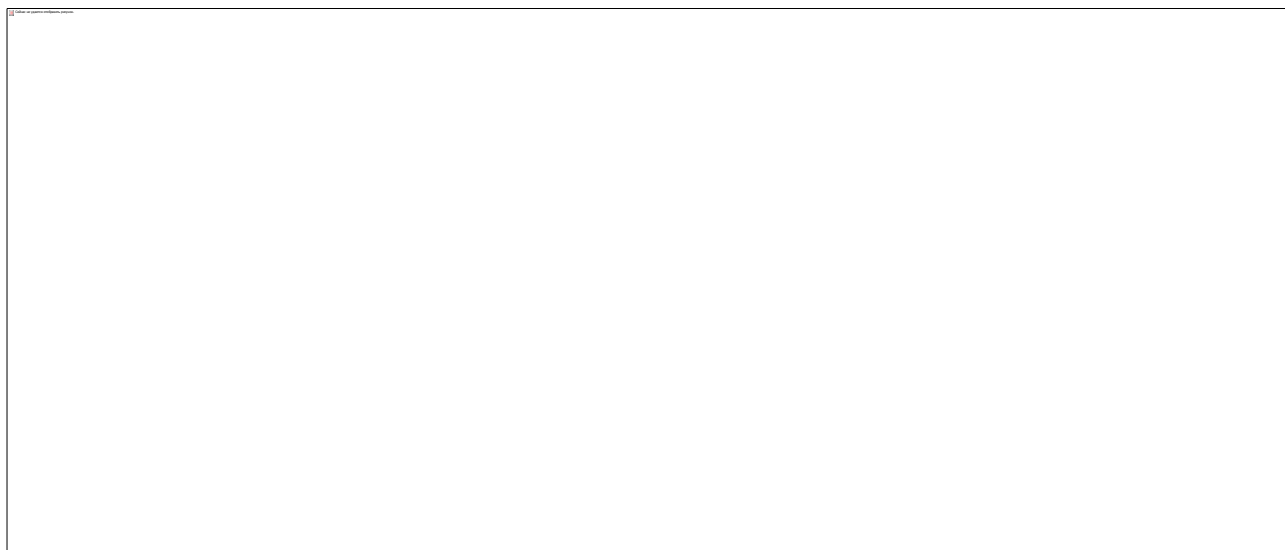


Рис. 2.3. Фокусні та радіальні хвилі, що генеруються різними приладами для ESWT [95]

Отже, ударно-хвильова терапія, завдяки своїм новітнім технологіям та модульним пристроям, має значний терапевтичний потенціал серед травм, дегенеративних захворювань та патологічних деформацій. Вона не лише покращує регенерацію тканин і зменшує недолік, але й активно сприяє

відновленню функцій організму механізмом, як стимулювання васкуляризації та регенерації клітин. Завдяки простоті використання, безпечності й ефективності, ударно-хвильова терапія відкриває нові горизонти в медичній практиці, зокрема в ортопедії.

РОЗДІЛ 3. ТЕРАПЕВТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ В СУЧАСНІЙ ФІЗИЧНІЙ ТЕРАПІЇ

3.1 Ударно хвильова терапія при захворюваннях і травмах опорно- рухового апарату

П'яткова шпора, підошовний фасціїт та кальцифікований ахілловий тендовагініт – це захворювання, які мають високу поширеність і збільшуються з віком. Вони мають багатфакторне походження, вражають 10% населення протягом усього життя між четвертим і шостим періодом життя, також спричиняючи функціональну інвалідність [97]. Картина частіше зустрічається у жінок старше 40 років [98]. Цей факт пов'язаний з дослідженням автора Artidiello Bustio, проведеним в лікарні «Abel Santamaría Cuadrado» в Пінар-дель-Ріо за участю 60 пацієнтів, де жіноча стать переважала над чоловічою з 43 пацієнтами і збіглося з цим дослідженням, де жіноча стать виявилася 24,4 %. Аналогічним чином кісткова шпора спостерігалася в п'ятковій кістці, рентгенологічно приблизно у 50% пацієнтів, які брали участь у дослідженні. Зараз пацієнти, які страждають від підошвоного фасціїту та п'яткової шпори і не покращуються при постійному лікуванні. Вони вимагають застосування ударно-хвильової терапії не менше 3 до 5 сеансів протягом 6 місяців з отриманням обнадійливих результатів. [99].

Дослідження авторів Cacchio A. et al., Albert J.D et al., Moya D і Patiño, а також Iorpolo F. et al., підтверджують цей факт. Аналогічні результати підтвердила Carmona FB, в дослідженні "Ударно-хвильова терапія в умовах кістково-міосуглобової системи у осіб похилого віку біль, обмеженість рухів і інвалідність є частим симптомом, характерним при всіх цих станах і може бути присутнім у всіх випадках [100]. Біль у стані спокою може стати нічним і може бути досить сильним, щоб перешкодити сну або розбудити пацієнта вночі. Деякі автори погоджуються з тим, що екстракорпоральні ударні хвилі перетинають різні тканини організму під час застосування, збільшують метаболізм в організмі та сприяють зменшенню запалення в зоні, на яке впливає вироблення ендорфінів,

викликаючи тригерну знеболювальну дію [101]. У цьому дослідженні автор зі свого особистого досвіду починала з усіх пацієнтів з щільністю енергії 0.048 мДж/мм², поступово збільшуючись до досягнення 0,110 мДж/мм² відповідно до переносимості кожного пацієнта, що дозволило полегшити біль. У літературі описано, що при використанні використовуються низькі енергетичні рівні, в середньому 0,08 – 0.11 мДж/мм², визначатиме анальгезія за так званим ефектом гіперстимуляції або проти подразнення. Рухливість суглобів у літературі є змінною з великою повторюваністю. Такі автори, як Sacchio A. et al., Albert J.D et al, Moya D i Patiño, а також Ioppolo F. et al., отримали аналогічні дані з цим дослідженням [102].

У цьому сенсі Аккур провів порівняльне дослідження між двома групами, одна плацебо та інша застосовувала ударно-хвильову терапію у пацієнтів з діагностованим епікондилітом та кальцифікованим тендинітом надостного м'яза. Аналогічні результати спостерігалися і в цьому дослідженні, було зафіксовано значне поліпшення з хорошим або відмінним збільшенням рухливості і функціональної здатності у 56% пацієнтів, які отримували екстракорпоральну ударно-хвильову терапію, в порівнянні з 6% групи плацебо [103]. Аналогічні результати були отримані і в цьому дослідженні щодо незалежності ADL після лікування: з трьома сеансами з інтервалом у тиждень у висновках Namdari S et al. [103], їх вибірку становили жінки віком від 40 до 60 років, у яких після застосування терапії рухи покращилися. Аналогічні результати з цим дослідженням були засвідчені в дослідженні Carmona FB et al, у 800 пацієнтів похилого віку зі станами кістково-суглобової системи, де вони були розділені на три групи простим випадковим методом; дві контрольні групи [іонофорез у випадках кальцифікатів (група I)], [терапевтичний ультразвук у випадках запалення (II група)] та досліджувана група [ударні хвилі як для пацієнтів з кальцифікатами, так і для пацієнтів із запаленням (група III)]. Допочатку лікування біль заважав повсякденній діяльності у 100% пацієнтів у всіх трьох групах. Тому всі мали індекс Katz C з обмеженнями в купанні, одяганні та/або пересуванні, в основному. Після лікування спостерігалось поліпшення в трьох

групах, переважаючи пацієнтами з індексом Каца А (незалежний від розвитку всіх АДЛ), більш значущим було в III групі з 86,6 %, які отримували ударно-хвильову терапію [104].

Підхід, який набуває все більшого значення в клінічній практиці, оскільки, серед іншого, може вплинути на дотримання терапевтичних режимів і, отже, на їх ефективність [105].

У щоденній роботі з догляду в лікарні Френка Пейса автор наполягає на тому, що пацієнт повинен бути в центрі уваги кожного, щоб вирішити його потреби, застосовуючи цей факт на практиці в цьому дослідженні. Результати цього дослідження збігаються з попереднім дослідженням, проведеним автором в ССОІ «Frank País», за участю 107 пацієнтів, де оцінювалася ефективність ударно-хвильової терапії при травмах сухожиль і зв'язок кістково-суглобової системи. Згідно з критеріями оцінки відповіді на лікування, результати були задовільними у 56% обстежених пацієнтів [106]. Основним недоліком цього дослідження був невеликий розмір вибірки, але з результатами, аналогічними тим, що були знайдені в інших дослідженнях, розглянутих у спеціалізованій літературі на цю тему [107]. Нині задокументовано понад 8000 випадків, розглянутих в наукових працях, що в цілому підкреслює ефективність терапії при травмах опорно-рухового апарату. Результати, очікувані в цьому дослідженні, підтвердили ефективність цієї технології. Це робить необхідним розглядати його як альтернативу при лікуванні пацієнтів із захворюваннями опорно-рухового апарату. Це нова, неінвазивна та безризикова технологія.

Варто зазначити, що ударно-хвильова терапія може бути використана як самостійний метод лікування або в комбінації з іншими терапевтичними методами, такими як фізіотерапія, масаж, лікарські препарати, а також хірургічні втручання за потреби. Залежно від виду захворювання та стану пацієнта, терапевт може використовувати різні параметри ударної хвилі, на основі частоти, інтенсивності та тривалості сеансів для досягнення найкращих результатів.

Застосування ударно-хвильової терапії має позитивний вплив на процеси кальцифікації та остеогенезу кісток, що робить цей метод ефективним для лікування переломів, особливо в тих випадках, коли загоєння йде вільно або спостерігаються ускладнення. Вона сприяє прискоренню процесу зрощення переломів і зменшує ймовірність розвитку таких ускладнень, як неправильне зрощення кісток або їх деформація [108].

Як правило, кількість сеансів ударно-хвильової терапії залежить від характеру і складності травми або захворювання. У кінцевому підсумку курс складається з кількох сеансів, що виконуються через певні проміжки часу. Зазвичай пацієнти відзначають покращення вже після кількох процедур, однак для закріплення результату лікування може знадобитися довше [109].

Завдяки своїй ефективності, безпеці та універсальності ударно-хвильова терапія стає все більш популярним методом серед лікарів і вдома, а також активно впроваджується в медичну практику для лікування широкого спектру проблем опорно-рухового апарату [110].

Отже, при правильному підборі параметрів лікування та дотриманні всіх рекомендацій, УХТ демонструє відмінні результати у відновленнях потреб хворих, дозволяючи їм повернутися до активного способу життя та уникнути більш радикальних методів лікування. Подальший розвиток технологій та методика УХТ відкриває нові перспективи в лікуванні патології опорно-рухового апарату.

3.2. Терапевтичний потенціал ударно-хвильової терапії у спортивній медицині

Ударно-хвильова терапія також активно використовується в спортивній медицині для реабілітації спортсменів після травм, таких як розтягнення зв'язку, м'язові надриви, травми суглобів та інші. Вона завершує не тільки швидше відновити функціональність пошкоджених тканин, але й значно знижує ризик

розвитку пошкоджених болів, що є результатом підтримки високих фізичних навантажень і спортивних досягнень.

Ударно-хвильова терапія є інноваційним методом лікування, який широко використовується в спортивній медицині шляхом свого високого терапевтичного потенціалу. Ця методика обґрунтовується на використанні акустичних хвиль, які спрямовані на уражену ділянку тіла для стимуляції регенеративних процесів, зменшення болю та покращення функцій тканин. УХТ активно використовує для лікування травм та захворювань опорно-рухового апарату, які часто пошкоджуються у професійних спортсменів і людей, що ведуть активний спосіб життя.

Однією з головних переваг УХТ є її здатність ефективно лікувати захворювання, такі як тендиніт, фасцит, епикондиліт та інші патології м'яких тканин і суглобів. Методика стимулює кровообіг, прискорює метаболізм у тканинах та ускладнює руйнування кальцифікатів, які можуть накопичуватися в місцях прикріплення сухожиль. Це особливо важливо для спортсменів, які виникають із синдромом хворобливого синдрому або функціональними обмеженнями через перенавантаження чи мікротравми.

Дослідження підтверджують, що ударно-хвильова терапія є ефективною при відновленні після спортивних травм, таких як розтягнення зв'язку, м'язові пошкодження та стресові переломи. Використання УХТ дозволяє не тільки зменшити час реабілітації, але й мінімізувати ризик повторного пошкодження, оскільки стимуляція відновлення тканин сприяє їх зміцненню. Особливу увагу заслуговує застосування цієї методики для лікування травм ахіллового сухожилля, яка є однією з найбільш поширених проблем у спортсменів [111].

Крім того, УХТ має знеболювальний ефект, який досягається внаслідок зниження активності больових рецепторів та стимуляції вироблення ендогенних анальгетиків. Це дозволяє спортсменам швидше повернутися до тренувань і змагань без необхідності тривалого приймання знеболювальних препаратів.

Ударно-хвильова терапія є неінвазійним методом лікування, що робить її безпечною альтернативою хірургічному втручанню. Вона не потребує тривалого

періоду відновлення і не має серйозних побічних ефектів. Завдяки цьому УХТ стає всепопулярнішою у спортивній медицині, допомагаючи спортсменам досягати високих результатів і підтримувати їхнє здоров'я на належному рівні.

Фізична реабілітація спортсменів після переломів гомілковостопного суглоба проводилася в три етапи: іммобілізаційний (до 2-х тижнів), постіммобілізаційний (1,5–2 тижні) і відновлювальний (2–3 місяці).

На етапі іммобілізації реабілітаційні заходи включали ранкову гігієнічну гімнастику тривалістю 10–15 хвилин із виконанням 15–18 вправ по 6–8 повторень. Використовувався точковий масаж біологічно активних точок протягом 10–14 хвилин, а також лікувальна гімнастика двічі на день по 20–30 хвилин, включаючи 18–20 вправ із повтореннями від 4–5 до 8–10 разів. Застосовуються загальнотонізуючі вправи всього для тіла, щадні вправи для гомілковостопного суглоба, а також вправи з предметами. Дозована ходьба з милицями тривала 10–15 хвилин. Масаж травмованої кінцівки проводився по 15–20 хвилин, починаючи з моменту зменшення болю і напруги м'язів, із поступовим розширенням спектра масажних способів: погладжування, розтирання, невеликого розминання та легкого струшування. Фізіотерапевтичні процедури включали використання електричного поля УВЧ та електрофорезу лікарських препаратів із перервою між ними 30 хвилин [112].

У постіммобілізаційному періоді хвилини програма реабілітації складалася з ранкової гігієнічної гімнастики (10–15 хвилин із виконанням 18–20 вправ) та дозованої ходьби (20–40). Проводилася електростимуляція м'язів гомілковостопного суглоба протягом 12–15 хвилин, а лікувальна гімнастика тривала 45 хвилин і включала 20–25 вправ із повтореннями 8–10 до 12–15 разів. Виконання вправлялося в різних положеннях (лежачі, сидячі, стоячі), з використанням обтяжень, опор, предметів та гімнастичної стінки. Темп рухів був спокійним.

Заняття на тренажері «тредбан» тривали 15–20 хвилин і починалися в положенні сидячи, поступово переходячи до стоячого з опорою на руки. Гідрокінезотерапія проводилася протягом 30–45 хвилин із подальшим

гідромасажем тривалістю від 5 до 15 хвилин через день. Масаж нижніх кінцівок тривав 20–25 хвилин із частотою через день, курсами по 10–12 процедур із застосуванням основних способів: погладжування, розтирання, розминання та вібрації.

Фізіотерапевтичні заходи включали електрофорез із застосуванням апарату «Потік-1» із йодованим кальцієм (20 хвилин, 10–12 процедур). Також застосовувалася ударно-хвильова терапія за допомогою апарату «Piezo Wave» через день. Початкове завантаження становило 400 ударів із параметрами 2 бар і 5 Гц навколо найбільших болісних точок, збільшуючись до 1000 ударів [113].

Програма фізичної реабілітації у відновлювальному періоді включала ранкову гігієнічну гімнастику тривалістю 10–15 хвилин. Поняття лікувальною фізкультурою та тренування на тренажерах тривали 30–40 хвилин і вправо направлялися на навчання правильної ходьби, підвищення її тривалості з мінімальними руховими обмеженнями, ходьби по пересіченій місцевості та сходах.

Процедури гідромасажу проводилися протягом 20–25 хвилин. Фізіотерапевтичне лікування проводилося за допомогою апарату «Ампліпульс-5» тривалістю 10 хвилин на сеанс. Масаж нижніх кінцівок тривав 20–25 хвилин, проводився через день курсами по 10–12 процедур. Масаж охоплював стегно, колінний суглоб, гомілку та стопу, із застосуванням техніки погладжування, розтирання, розминання і вібрації.

Ударно-хвильова терапія включала 10–12 сеансів, починаючи з 1000 ударів із параметрами 2 бар і 5 Гц у зоні найбільшого болісного току, із поступовим збільшенням кількості ударів до 4000. Також проводився вплив на м'язи гомілки та стопи по 400 ударів із частотою. 10 Гц [114].

Рухливість гомілковостопного суглоба після переломів оцінювалася методом гоніометрії. Амплітуда рухів у суглобі вийшла при згинанні, розгинанні, пронації та супінації. Перше вимірювання виконувалися відразу після завершення іммобілізаційного періоду (після зняття гіпсу), а друге — після

завершення відновлювального періоду. Отримані результати засвідчили ефективність проведеної реабілітації.

Порівняння показників гоніометрії між експериментальною (ЕГ) та контрольною (КГ) групами спортсменів після завершення іммобілізаційного періоду не виявило значних відмінностей у середніх результатах. Обидві групи демонстрували подібну однорідність за величинами індивідуальних показників згинання, пронації та супінації гомілковостопного суглоба.

Ці результати підтверджують однорідність групи за станом, віком і рівнем фізичної підготовленості, що забезпечило об'єктивність подальших висновків дослідження [115].

Протягом періоду фізичної реабілітації в експериментальній групі було зафіксовано значне зростання амплітуди рухів у гомілковостопному суглобі. Згинання збільшилося на 126,7%, розгинання — на 237,2%, пронація — на 202,7%, а супінація — на 180,8% ($p < 0,01-0,001$).

У контрольній групі також спостерігалися позитивні зміни, але вони були менш вираженими: згинання зросло на 56,8%, розгинання — на 191,6%, пронація — на 118,1%, а супінація — на 117,5% ($p < 0,01-0,001$) [116].

Таким чином, результати дослідження підтвердили ефективність використання комплексної програми фізичної реабілітації з використанням УХТ у спортсменів після переломів гомілковостопного суглоба.

3.3. Реабілітаційні аспекти ударно-хвильової терапії при хронічному больовому синдромі

Ударно-хвильова терапія (УХТ) є сучасним і ефективним методом реабілітації, який широко використовується для лікування больового синдрому, особливо хронічного характеру. Больовий синдром є одним із найбільш поширених симптомів захворювання опорно-рухового апарату, що значно погіршує якість життя хвороби. Завдяки своїм унікальним терапевтичним

властивостям УХТ забезпечує комплексний підхід до зменшення болю та відновлення функціональної активності тканин.

Механізм дії ударно-хвильової терапії:+

Основний принцип УХТ виник у впливі високочастотних акустичних хвиль на уражені ділянки.

Хвилі проникають у тканини, стимулюючи місцеві біохімічні процеси, знижуючи больові відчуття та покращуючи загальний стан пацієнта. Вплив ударних хвиль активізує регенерацію тканин, покращує мікроциркуляцію, сприяє розщепленню кальцинатів і зменшує м'язову напругу.

Реабілітаційні аспекти УХТ:

1. Зменшення больового синдрому. Завдяки механічній стимуляції больові рецептори стають менш чутливими. Це забезпечує швидкий і тривалий знеболювальний ефект.
2. Стимуляція відновлення тканини. УХТ активує вироблення колагену, необхідного для відновлення зв'язок, сухожилів і м'язів, що особливо важливо при хронічних дегенеративних процесах.
3. Покращення кровообігу та метаболізму. Збільшення кровотоку в зоні впливу погіршення насиченості тканин киснем і поживними речовинами, а також виведення токсинів і продуктів продуктом.
4. Розщеплення патологічних утворень. Ударні хвилі сприяють руйнуванню кальцинатів і фіброзних змін у тканинах, що часто є причиною хронічного болю [117].
5. Відновлення рухливості. Завдяки зменшенню болю та через УХТ сприяє відновленню функціональної активності м'язів і м'язів, підвищуючи їхню гнучкість і рухливість.

Показання до застосування УХТ при больовому синдромі:

- Тендиніт і тендинопатії;
- П'яткова шпора та підошовний фасціїт;
- Хронічний м'язовий біль і міофасціальні синдроми;
- Артроз суглобів і посттравматичний біль;

- Синдром “замороженого” плеча.

Переваги УХТ у реабілітації:

- Неінвазивність методу;
- Відсутність значних побічних ефектів;
- Можливість комбінування з іншими видами фізичної терапії;
- Швидкий клінічний ефект вже після перших сеансів.

Використання ударно-хвильової терапії в реабілітаційних програмах для пацієнтів із больовим синдромом має свої особливості. План лікування включає курс із 5–10 процедур, які здійснюються з інтервалом у 3–7 днів залежно від тяжкості стану пацієнта та локалізації больового синдрому. Тривалість сеансу коливається від 10 до 30 хвилин, а інтенсивність впливу та частота ударних хвиль підбираються індивідуально, щоб забезпечити максимальну ефективність і комфорт під час процедури.

Особливо важливим аспектом застосування УХТ є її здатність покращувати результати фізичної реабілітації у разі больового синдрому. Ударно-хвильова терапія гармонійно компенсується з іншими методами реабілітації, такими як фізична терапія, масаж, фізіотерапія, гідрокінезотерапія. Завдяки синергії цих підходів досягається значно більше зниження хворобливих відчуттів, відбувається відновлення рухливості суглобів та усуваються залишкові прояви хвороби [118].

Клінічні дослідження свідчать про високу ефективність УХТ у лікуванні хронічного больового синдрому. Більшість випадків відзначають суттєве зменшення болю вже після 2–3 процедур, а після завершення курсу терапії тривалий терапевтичний ефект, який може зберегтися до 6–12 місяців. Такий результат пояснюється не тільки знеболювальною дією, але й здатний стимулювати відновлення пошкоджених тканин і зменшувати м'язову напругу.

Загалом, ударно-хвильова терапія є універсальним і багатофункціональним методом, який дозволяє підвищити ефективність реабілітації із синдромом хворобливого синдрому, зменшити залежність від медикаментозного лікування, уникнути хірургічного втручання у ряді випадків та

при швидкому поверненні захворювання до звичного способу життя. Це робить УХТ незамінним інструментом у сучасній медицині та фізичній реабілітації.

Особлива увага заслуговує роль ударно-хвильової терапії у при больовому синдромі, пов'язаного з дегенеративними захворюваннями опорно-рухового апарату, такими як остеоартроз, тендиніт, фасцит, а також у післяопераційному періоді. У цих випадках УХТ сприяє розсмоктуванню кальцифікатів, покращенню кровообігу у вражених тканинах та відновленню їхньої функції [119].

Важливим аспектом успішного застосування ударно-хвильової терапії є її індивідуалізація. Для досягнення максимального ефекту необхідно врахувати вік пацієнта, ступінь хронізації больового синдрому, стан кістково-м'язової системи та наявність супутніх захворювань. Це дозволяє підібрати оптимальний режим впливу, який не тільки мінімізує дискомфорт, але й забезпечує стабільний терапевтичний результат [120].

Крім того, ударно-хвильова терапія відіграє важливу роль у психологічній реабілітації проявів хронічного больового синдрому. Постійний біль часто викликає емоційне виснаження, депресії, тривожності, що ускладнює процес лікування. Завдяки швидкому зниженню больових відчуттів, УХТ сприяє покращенню настрою та мотивації пацієнтів до активної участі в реабілітаційному процесі [121].

На завершення варто відзначити, що ударно-хвильова терапія має високий рівень безпеки за умов правильного застосування. Протипоказаннями до її використання є гострі інфекційні процеси, злоякісні стани, вагітність, порушення розгортання крові, наявність кардіостимулятора або імплантованих електронних пристроїв. Дотримання цих рекомендацій дозволяє мінімізувати ризики побічних ефектів і забезпечити максимальну ефективність лікування [122].

Ударно-хвильова терапія демонструє значний потенціал у профілактиці повторного виникнення больового синдрому. Регулярні курси терапії, спрямовані на підтримку функціонального стану м'язів та суглобів, сприяють збереженню досягнутих результатів лікування. Особливо це актуально для

отримання з високим ризиком рецидиву через специфіку професійної діяльності, інтенсивні фізичні навантаження або хронічні дегенеративні процеси.

Інтеграція УХТ в мультидисциплінарні програми реабілітації сприяє її ефективності. Поєднання ударно-хвильової терапії з фізичною терапією, лікувальною гімнастикою, масажем та фізіотерапевтичними процедурами дозволяє не лише усунути біль, але й відновити нормальну біомеханіку руху, зміцнити м'язово-зв'язковий апарат та підвищити загальну витривалість організму [123].

Сучасні дослідження також підкреслюють перспективність застосування ударно-хвильової терапії в поєднанні з фармакологічними методами лікування. Наприклад, поєднання УХТ з місцевим введенням протизапальних засобів або плазмотерапією ускладнює значний швидкий регрес запальних процесів і відновленню тканин [124].

Ударно-хвильова терапія є інноваційним та ефективним методом реабілітації, який займає важливе місце в сучасній медицині. Вона дозволяє не тільки усунути біль, але й покращити функціональний стан організму, що є ключовим для забезпечення високої якості життя. Подальші дослідження в цій галузі відкривають перспективи розширення показань до застосування УХТ, удосконалення техніки та розробки індивідуалізованих підходів, що сприятиме більшій ефективності цього методу лікування [125].

Таким чином, ударно-хвильова терапія є ефективним методом реабілітації пацієнтів із больовим синдромом, який забезпечує комплексне зменшення болю, покращення стану тканин і відновлення функціональної активності опорно-рухового апарату, вона також покращує якість свого життя.

РОЗДІЛ 4. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ У ЗАСТОСУВАННІ УДАРНО-ХВИЛЬОВІЙ ТЕРАПІЇ ЯК ЗАСОБА ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ

Ударно-хвильова терапія є однією з найбільш інноваційних та ефективних технологій, що застосовуються у фізичній терапії для лікування захворювань широкого спектру та травм опорно-рухового апарату. В останні роки можливе значне удосконалення цієї технології, що дозволяє досягти нових рівнів ефективності та безпеки для використання. Інтеграція новітніх технологій у застосування ударно-хвильової терапії відкриває нові можливості для реабілітації.

Інноваційні технології значно вплинули на розвиток реабілітаційної сфери. Фахівці в галузі реабілітації активно долучаються до тестування, вдосконалення та розробки нових технологій у співпраці з інженерами та командами розробників. Ці технології мають потенціал значно підвищити процеси реабілітації, запобігти регресу стану здоров'я, відслідковувати зміни та сприяти підтримці здорового способу життя. Головною метою інновацій є підвищення якості життя людей, які одужують від складних травм і захворювань [126].

Інноваційні технології здатні:

- покращити лікування та управління складними травмами і захворюваннями;
- зробити реабілітацію ефективнішою, результативнішою та більш орієнтованою на пацієнта;
- зменшити бар'єри в навколишньому середовищі (наприклад, пристрої "розумного дому", які забезпечують виконання завдання з мінімальною участю людини);
- інноваційне обладнання може зменшити вплив обмеження на активність та участь людини; [127]
- об'єднувати людей і надавати їм можливість надавати підтримку одному в режимі реального часу через соціальні мережі та інтернет-групи, що підтримуються для осіб з подібними травмами або захворюваннями.

Штучний інтелект – це комплекс технологій, таких як машинне навчання, обробка природної мови, експертні системи та робототехніка, які аналізують дані та виявляють закономірності, які сприяють прийняттю рішень, діагностиці захворювань, наданню терапевтичних рекомендацій та спостереженню пацієнтів [128].

Доповнена реальність включає створення цифрових зображень, які інтегруються з реальним фізичним середовищем людини. Ця технологія, що полегшує взаємодію з навколишнім світом, покращує сприйняття і взаємодію. Вона має великий потенціал у таких, як фізична працездатність, підтримка рівноваги, профілактичне падіння, лікування болю при фантомному больовому синдромі та реабілітація після інсульту. Однак для визначення її ефективності додаткові дослідження [129].

Новітні технології та інноваційні підходи в застосуванні ударно-хвильової терапії в реабілітації значно змінюють ефективність фізичної терапії, покращуючи процес відновлення. Ударно-хвильова терапія є однією з найперспективніших методик, що застосовуються для лікування різноманітних захворювань опорно-рухового апарату, зокрема різноманітних болів, травм м'язів, зв'язку та сухожилів. Використання УХТ у ролі реабілітаційного інструменту дає можливість стимулювати загоєння тканин, покращувати кровообіг, зменшувати кількість та прискорювати відновлення після травми [130].

Однією з головних інновацій в галузі УХТ є інтеграція цієї технології з іншими сучасними методами фізичної терапії, такими як віртуальна реальність, телереабілітація та штучний інтелект. Це дозволяє створити персоналізовані реабілітаційні програми, що враховують індивідуальні потреби пацієнтів, їх фізичний стан та прогрес у лікуванні.

Застосування УХТ в поєднанні з віртуальною реальністю дає можливість пацієнтам проходити терапевтичні процедури в інтерактивному режимі, що завершує їх мотивацію і забезпечує точне відстеження прогресу в реальному часі. Віртуальні тренажери можуть моделювати іншу ситуацію, що дозволяє

пацієнтам відновити рухову активність у безпечних умовах, а також стимулювати нейропластичність і відновлення пошкоджених тканин.

Технології штучного інтелекту також допомагають у вдосконаленні ударно-хвильової терапії. Алгоритми машинного навчання аналізують дані про стан пацієнта, його реакцію на лікування та інші фізіологічні параметри, щоб створити найбільш ефективні методи терапії. Вони можуть допомогти у прогнозуванні результатів лікування та адаптації плану реабілітації відповідно до змін у стані пацієнта.

Використання таких інноваційних підходів у поєднанні з традиційними методами фізичної терапії дозволяє забезпечити більш комплексний та ефективний підхід до реабілітації допомоги. Технологічний прогрес в галузі ударно-хвильової терапії відкриває нові можливості для відновлення рухових функцій, зниження болю та покращення якості життя, які викликані різними захворюваннями та травмами опорно-рухового апарату [131].

Інновації в ударно-хвильовій терапії не тільки змінюють підходи до лікування, але й значно підвищують загальну доступність реабілітаційних послуг. Завдяки вдосконаленню технологій, таких як портативні пристрої для УХТ, пацієнти можуть отримати ефективне лікування в умовах дому, зменшуючи тим самим витрати на транспорт та час на відвідування медичних установ. аспект особливо важливий для людей, які мають обмежену рухливість або проживають у віддалених регіонах, де доступ до клінік обмежений [132].

Ще важливою перевагою інноваційних підходів є використання технологій для покращення взаємодії між пацієнтом і лікарем. За допомогою мобільних додатків та онлайн-платформи лікарі можуть давати пацієнтам рекомендації, контролювати їх стан, а також коригувати програму лікування в реальному часі. Це дозволяє значно знизити ризик помилок і підвищити ефективність терапії.

Інтеграція новітніх технологій в ударно-хвильову терапію також дозволяє розширити можливості застосування цієї методики. додаткового традиційного використання для лікування болю та болю, УХТ сьогодні використовують для відновлення після операцій, лікування спортивних травм, а також у поєднанні з

іншими інноваційними методами, такими як біомеханічний аналіз рухів. Це дозволяє не тільки прискорити процес відновлення, а й забезпечити більш точне та ефективне лікування конкретних травм [133].

Загалом, новітні технології в ударно-хвильовій терапії являють собою потужні інструменти у галузі фізичної реабілітації. Вони не лише здійснюють процес лікування більш доступним та персоналізованим, але й сприяють покращенню результатів відновлення спалаху. Завдяки цій, сучасна ударно-хвильова терапія має потенціал стати невід'ємною частиною реабілітаційного процесу при лікуванні різних травм і захворювань, що суттєво закінчується якістю життя і забезпечується до активного способу життя в короткий термін [134].

Отже, впровадження нових технологій та інноваційних підходів в ударно-хвильову терапію суттєво змінює перспективи фізичної реабілітації. Завдяки покращеній доступності та ефективності лікування, а також інтеграції з іншими методами реабілітації, цей підхід пацієнтів пацієнтам не тільки зменшить біль і результат, але й прискорить процес відновлення після травми або операції. У комбінації з мобільними додатками, онлайн-платформами та портативними пристроями ударно-хвильова терапія стає більш персоналізованою та доступною, що забезпечує суттєве покращення якості життя. Таким чином, удосконалення цих технологій та їх впровадження в медичну практику відкриває нові можливості для підвищення ефективності реабілітації.

ВИСНОВКИ

У першому розділі роботи було здійснено глибокий аналіз теоретичних основ ударно-хвильової терапії. Історичний розвиток цього методу свідчить про його поступову еволюцію — від застосування в урології для літотрипсії до широкого використання у фізичній терапії. З моменту появи першого апарата для екстракорпоральної ударно-хвильової терапії у 1980-х роках, метод активно вдосконалювався, а спектр його клінічного використання значно розширився.

Фізіологічні механізми дії ударних хвиль є багатокомпонентними й комплексними. Серед ключових ефектів — стимуляція мікроциркуляції, активація метаболічних процесів у тканинах, зменшення запалення, активація неоангіогенезу та стимуляція репаративної регенерації. Важливим є також анальгезуючий ефект, який досягається завдяки пригніченню больових рецепторів та нормалізації м'язового тону в зоні патології.

У другому розділі досліджено клінічні аспекти застосування ударно-хвильової терапії. Визначено чіткі показання до її використання — це захворювання сухожилів, фасцій, зв'язок, суглобів, а також м'язів та кісткової системи. Зокрема, тендинопатії, п'яткові шпори, епікондиліти, міофасціальні болі, артрози, а також невралгії та порушення післятравматичної реабілітації. Також окреслено низку протипоказань, включаючи онкологічні процеси, вагітність, порушення згортання крові, інфекційні ураження та гострі запальні стани.

Описано основні методики проведення ударно хвильової терапії, що включають використання радіальних і фокусованих хвиль залежно від клінічної задачі. Вибір параметрів впливу, тривалості процедур і кількості сеансів має базуватися на індивідуальних характеристиках пацієнта та локалізації патології. Ефективність терапії суттєво зростає за умови правильної діагностики, моніторингу ефекту лікування та інтеграції методу у комплексну програму фізичної терапії.

У третьому розділі розкрито терапевтичні можливості ударно-хвильової терапії. Підтверджено її високу ефективність при лікуванні патологій опорно-

рухового апарату, включаючи захворювання сухожиль, суглобів і м'язів. Метод сприяє швидшому відновленню функціональної активності, зменшенню больового синдрому, покращенню мобільності та якості життя пацієнтів.

У спортивній медицині ударно хвильова терапія є незамінною при лікуванні травм, перевантажень і хронічних станів, особливо у професійних спортсменів, де важливими є швидкість одужання та мінімізація рецидивів. Метод сприяє не тільки лікуванню, але й профілактиці повторних травм. Також виявлено високу ефективність ударно хвильової терапії у реабілітації пацієнтів із хронічним больовим синдромом, де традиційні методи не дають стійкого ефекту.

Четвертий розділ присвячено новітнім технологіям та інноваціям у сфері ударно хвильової терапії. Сучасні апарати оснащуються функцією ультразвукової візуалізації, мають можливість регулювання фокусування хвилі та точного налаштування інтенсивності, що забезпечує вищу ефективність і безпечність процедур. Перспективними є комбінації ударно хвильової терапії із іншими методами фізичної терапії — електротерапією, кінезіотерапією, лазеротерапією. Визначено, що інноваційні підходи, засновані на принципах персоналізованої медицини, дозволяють оптимізувати лікування та підвищити його результативність.

Таким чином, ударно-хвильова терапія є потужним засобом сучасної фізичної терапії з широким спектром застосування, науково обґрунтованим механізмом дії та високою клінічною ефективністю. Подальший розвиток технологій та клінічних досліджень сприятиме розширенню її можливостей і впровадженню в усі сфери реабілітаційної медицини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Recent advances in the treatment of spasticity: extracorporeal shock wave therapy // *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10, No. 20. P. 4723.
2. Poley R.E. Sacroiliac joint dysfunction: evaluation and treatment // *The Physician and Sportsmedicine*. 2008. Vol. 36, No. 1. P. 42–49.
3. Falowski S. Review and algorithm in the diagnosis and treatment of sacroiliac joint pain // *Journal of Pain Research*. 2020. Vol. 13. P. 3337–3348.
4. Рейлі Дж.М., Блуман Е., Тенфорд А.С. Ефект ударно-хвильової терапії для лікування захворювань опорно-рухового апарату верхніх і нижніх кінцівок: огляд розповіді // *PM&R*. 2018. Т. 10. С. 1385–1403.
5. Wang Y.C., Chen S.J., Huang P.J., et al. Efficacy of Different Energy Levels Used in Focused and Radial Extracorporeal Shockwave Therapy in the Treatment of Plantar Fasciitis: A Meta-Analysis of Randomized Placebo-Controlled Trials // *Journal of Clinical Medicine*. 2019. Vol. 8. P. 1497.
6. Simplicio C.L., Purita J., Murrell W. та ін. Mechanisms of extracorporeal shock wave therapy in the musculoskeletal system of regenerative medicine // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. 2020. Vol. 11, Suppl. 3. P. S309–S318.
7. Cheng L., Chang S., Qian L. та ін. Extracorporeal shock wave therapy for isokinetic muscle strength around the knee joint in athletes with patellar tendinopathy // *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2019. Vol. 59. P. 822–827.
8. Louwerens J.K.G., Sierevelt I.N., Kramer E.T. та ін. Comparison of ultrasound-guided puncture in combination with subacromial corticosteroid injection with high-energy extracorporeal shock wave therapy for rotator cuff calcinosis tendinitis: a randomized controlled trial // *Arthritis & Rheumatology*. 2020. Vol. 36. P. 1823–1833.
9. Njawaya M.M., Moses B., Martens D. та ін. Ultrasound Observation Does Not Improve Shock Wave Outcomes in Plantar Fasciitis or Calcium Achilles Tendinopathy: A Randomized Controlled Trial // *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2018. Vol. 28. P. 21–27.

- 10.Elía Martínez J.M., Schmitt J., Tenías Burillo J.M., Valero Inigo J.C., Sánchez Ponce G., Peñalver Barrios L. та ін. Comparison between extracorporeal shockwave therapy and radial pressure wave therapy in plantar fasciitis // *Rehabilitación*. 2020. Vol. 54, No. 1. C. 11–18.
- 11.Huang Q., Yan P., Xiong H., Shuai T., Liu J., Zhu L. та ін. Extracorporeal shock wave therapy for treating foot ulcers in adults with type 1 and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *Canadian Journal of Diabetes*. 2020. Vol. 44, No. 2. C. 196–204.
- 12.Császár N.B.M., Angstman N.B., Milz S., Sprecher C.M., Kobel P., Farhat M. та ін. Radial shock wave devices generate cavitation // *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10, No. 10. C. 1–19.
- 13.Zhao J., Luo W.M., Li T. Extracorporeal shock wave therapy versus corticosteroid injection for chronic plantar fasciitis: a protocol of randomized controlled trial // *Medicine (Baltimore)*. 2020. Vol. 99, No. 19. C. 19–20.
- 14.Chen P.C., Kuo S.M., Jao J.C., Yang S.W., Hsu C.W., Wu Y.C. Noninvasive shock wave treatment for capsular contractures after breast augmentation: a rabbit study // *Aesthetic Plastic Surgery*. 2016. Vol. 40, No. 3. C. 435–445.
- 15.Positive effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in poststroke patients: a meta-analysis // *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2017. Vol. 26, No. 11. C. 2470–2476.
- 16.The current state of knowledge on the clinical and methodological aspects of extracorporeal shock waves therapy in the management of post-stroke spasticity: overview of 20 years of experiences // *Journal of Clinical Medicine*. 2021. Vol. 10, No. 2. C. 261.
- 17.Extracorporeal shock waves (ESW) as an alternative treatment method for improving the limb muscles' spasticity after cerebral stroke – a systematic review of the literature // *Acta Bio-Optica et Informatica Medica*. 2017. Vol. 70, No. 3 (Pt. 2). C. 667–676.
- 18.Extracorporeal shock waves activate migration, proliferation and inflammatory pathways in fibroblasts and keratinocytes, and improve wound healing in an

- open-label, single-arm study in patients with therapy-refractory chronic leg ulcers // *Journal of Investigative Dermatology*. 2017. Vol. 41. C. 890–906.
19. Long-term effects of extracorporeal shock wave therapy on poststroke spasticity: a meta-analysis of randomized controlled trials // *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2020. Vol. 29. P. 104.
 20. Effects of radial extracorporeal shockwave therapy on spasticity of upper-limb agonist/antagonist muscles in patients affected by stroke: a randomized, single-blind clinical trial // *Clinical Rehabilitation*. 2020. Vol. 49, No. 2. P. 246–252.
 21. Surace S.J., Deitch J., Johnston R.V., Buchbinder R. Shock wave therapy for rotator cuff disease with or without calcification // *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2020. P. 3.
 22. Li C., Li Z., Shi L. та ін. Efficacy of Focused Shock Wave Therapy vs. Radial Shock Wave Therapy for Non-Calcified Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized Clinical Trial // *Biomed Research International*. 2021. P.1-9.
 23. Wu K.T., Chou W.Y., Wang C.J. та ін. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy in calcified and non-calcified shoulder tendinosis: a relevant predisposition assessment analysis // *Biomed Research International*. 2019. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2019/2958251>
 24. Yan C., Xiong Y., Chen L. та ін. A comparative study of the effectiveness of ultrasound and extracorporeal shock wave in the treatment of tennis elbow: a meta-analysis of randomized controlled trials // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2019. Vol. 14. P. 248.
 25. Wang C.J. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders // *Orthopaedic Surgery and Research*. 2012. Vol. 7. P. 11.
 26. Seo K.H., Lee J.Y., Yoon K. та ін. Long-term outcome of low-energy extracorporeal shock wave therapy for sciatic tendinopathy documented by magnetic resonance imaging // *PLoS ONE*. 2018. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30016333/>

- 27.Li H., Liu M.L. Cardiac shock wave therapy: an alternative non-invasive therapy for refractory angina // European Review for Medical and Pharmacological Sciences. 2018. Vol. 22, No. 16. P. 5402–5410.
- 28.Newman D.P. Evaluation and management of sacroiliac dysfunction utilizing an evidence-based algorithmic approach: a case study // Cureus. 2020. Vol. 12, No. 8. P. e9907.
- 29.Ramón S., Russo S., Santoboni F. et al. Focused shockwave treatment of large trochanter's syndrome: a multicenter, randomized, controlled clinical trial // Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 2020. P.1-7.
- 30.Michkash M., Robinson D., Stanford A.S. Efficacy of extracorporeal pulse-activated therapy in the treatment of running-related lower limb injuries: results of a large cohort of cases // Journal of Ankle Surgery. 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32340839/>
- 31.Vahdatpour B., Forouzan H., Momeni F. et al. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for chronic Achilles tendinopathy: a randomized clinical trial // Journal of Research in Medical Sciences. 2018. Pp. 23–37
- 32.Abelkader NA, Helmi M.N.K., Fayyaz NA, Saueres E.S.B. Short-term and intermediate outcomes of extracorporeal shock wave therapy for non-insertion Achilles tendinopathy // Foot & Ankle International. 2021. P.1-10.
- 33.Wheeler P.C., Tattersall C. Нові втручання для непокірної ахіллової тендинопатії: переваги, які спостерігаються після ін'єкції великого об'єму під контролем зображення або екстракорпоральної ударно-хвильової терапії — проспективне когортне дослідження // Clinical Journal of Sport Medicine. 2020. № 30. С. 9–14.
- 34.Rhim H.C., Kim M.S., Choi S., Tenforde A.S. Comparative efficacy and tolerability of non-surgical therapy for the treatment of middle part Achilles tendinopathy: a systematic review with a network meta-analysis // Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32728589/>
- 35.Pinitkwamdee S., Laohajaroensombat S., Orapin J., Woratanarat P. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic

- insertion Achilles tendinopathy // Foot & Ankle International. 2020.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31924120/>
- 36.Zhang S., Li H., Yao W., et al. Therapeutic response of extracorporeal shock wave therapy for insertion Achilles tendinopathy between sports and non-sports patients with 5-year follow-up // Orthopaedic Journal of Sports Medicine. 2020.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32030348/>
- 37.Li X., Zhang L., Gu S. та ін. Comparative Efficacy of Extracorporeal Shock Wave, Ultrasound, Low-Level Laser Therapy, Non-Invasive Interactive Neurostimulation, and Pulsed Radiofrequency Therapy for the Treatment of Plantar Fasciitis: A Systematic Review and Network Meta-Analysis // Medicines. 2018. С. 12.
- 38.Sun K., Zhou H., Jiang W. Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія проти інших терапевтичних методів хронічного підшовного фасціїту // Journal of Ankle Surgery. 2020. № 26. С. 33.
- 39.Li S., Wang K., Sun H. та ін. Clinical Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy and Ultrasound-Guided Local Corticosteroid Injections in Plantar Fasciitis in Adults: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials // Medicines. 2018. С. 12.
- 40.Robinson D., Michkaš M., Wasserman L., Tenforde A.S. Non-surgical approach to the treatment of posterior tibial tendinopathy with a combination of radial shock wave and core exercises: a case series // Journal of Ankle Surgery. 2020. С. 1058–1061.
- 41.Liao C.D., Tsao J.Y., Chen H.C., Liou T.H. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for lower extremity tendinopathy: a meta-analysis of randomized controlled trials // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2018. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29557811/>
- 42.Auersperg V., Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: an update // EFORT Open Reviews. 2020. № 5(10). С. 584–592.
- 43.Buchanan P. Successful Diagnosis of Sacroiliac Joint Dysfunction // Cureus. 2021. Vol. 14. С. 3135–3143.

44. Beltrame R. та ін. Capacitive and resistive electric transfer therapy in rehabilitation: a systematic review // International Journal of Rehabilitation Research. 2020. № 43. С. 291–298.
45. Ioppolo F. Clinical application of shock wave therapy (SWT) in musculoskeletal disorders // European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. 2014. Vol. 50(2). С. 217–230.
46. De Sousa-De Sousa L. та ін. Application of capacitive-resistive electric transfer in physiotherapeutic clinical practice and sports // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021.
47. Simplicio C.L. Extracorporeal shock wave therapy mechanisms in musculoskeletal regenerative medicine // Orthopaedics and Trauma. 2020. Vol. 11(Suppl. 3). С. S309–S318.
48. Buch M., Siebert W. Shockwave treatment for heel pain syndrome: A prospective investigation // У: Coombs R., Schaden W., Zhou S.S. (ред.). Musculoskeletal Shockwave Therapy. London: Greenwich Medical Media; 2000. С. 73–77.
49. Chen H.S., Chen L.M., Huang T.W. Treatment of painful heel syndrome with shock waves // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2001. № 387. С. 41–46.
50. Dedes V. та ін. Achilles tendinopathy: Comparison between shockwave and ultrasound therapy // International Journal of Physical Education, Sports and Health. 2020. P. 239-243
51. Crawford F., Atkins D., Edwards J. Interventions for treating plantar heel pain (Cochrane Review) // У: Cochrane Library. Issue 4. Oxford, UK: Update Software Ltd., 2001. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10908473/>
52. Haist J. Einsatzmöglichkeiten der analgetisch wirksamen extrakorporalen Stosswellentherapie an der Schulter // Orthopädische Praxis. 1995. T. 9. С. 591–593.

53. Haist J., von Keitz-Steeger D. Shock wave therapy in the treatment of near to bone soft tissue pain in sportsmen // *International Journal of Sports Medicine*. 1996. T. 17(Suppl. 1). C. S79.
54. International Society for Medical Shockwave Treatment (ISMST). ESWT Guidelines. Daegu, South Korea, July 20, 2025.
55. Hammer D.S., Rupp S., Ensslin S., Kohn D., Seil R. Extracorporeal shock wave therapy in patients with tennis elbow and painful heel // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2000. T. 120(5–6). C. 304–307.
56. Hammer D.S., Rupp S., Kreutz A., Pape D., Kohn D., Seil R. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis // *Foot and Ankle International*. 2002. T. 23(4). C. 309–313.
57. Jakobeit C., Welp L., Winiarski B. та ін. Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy of tendinosis calcarea of the shoulder, of symptomatic plantar calcaneal spur (heel spur) and of epicondylopathia radialis et ulnaris // У: Siebert W., Buch M. (ред.). *Extracorporeal Shock Waves in Orthopaedics*. Berlin: Springer-Verlag, 1997. C. 165–172.
58. Leal C. та ін. Extracorporeal shockwave therapy and sports-related injuries // *Shockwave Medicine*. 2018. № 6. C. 70–86.
59. Krischek O., Hopf C., Nafe B., Rompe J.D. Shock-wave therapy for tennis and golfer's elbow—1 year follow-up // *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 1999. T. 119(1–2). C. 62–66.
60. Krischek O., Rompe J.D., Hopf C. та ін. Extracorporeal shockwave therapy in epicondylitis humeri ulnaris or radialis—a prospective, controlled, comparative study // *Zeitschrift für Orthopädie und Ihre Grenzgebiete*. 1998. T. 136(1). C. 3–7.
61. Loew M., Daecke W., Kusnierczak D., Rahmanzadeh M., Ewerbeck V. Shock wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder // *Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*. 1999. T. 81(5). C. 863–867.

- 62.Rhim H.C. та ін. Use of extracorporeal shockwave therapies for athletes and physically active individuals: a systematic review // British Journal of Sports Medicine. 2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38228375/>
- 63.Maier M., Steinborn M., Schmitz C. та ін. Extracorporeal shock wave application for chronic plantar fasciitis associated with heel spurs: prediction of outcome by magnetic resonance imaging // The Journal of Rheumatology. 2000. T. 27(10). C. 2455–2462.
- 64.Ogden J.A., Alvarez R., Levitt R., Cross G.L., Marlow M. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2001. № 387. C. 47–59.
- 65.Ogden J.A., Alvarez R.G., Levitt R., Marlow M. Shock wave therapy (orthotripsy) in musculoskeletal disorders // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2001. № 387. C. 22–40.
- 66.Ribeiro S., Henriques B., Cardoso R. The effectiveness of tecar therapy in musculoskeletal disorders // International Journal of Public Health and Health Systems. 2018. T. 3(5). C. 77–83.
- 67.Schroeder A.N., Tenforde A.S., Jelsing E.J. Extracorporeal shockwave therapy in the management of sports medicine injuries // Current Sports Medicine Reports. 2020. T. 20. C. 298–305.
- 68.Ogden J.A., Alvarez R.G., Marlow M. Shockwave therapy for chronic proximal plantar fasciitis: a meta-analysis // Foot and Ankle International. 2002. T. 23(4). C. 301–308.
- 69.Shafshak T., Amer M.A. Focused extracorporeal shockwave therapy for youth sports-related apophyseal injuries: case series // Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2025. T. 18. C. 616.
- 70.Ogden J.A., Toth-Kischkat A., Schultheiss R. Principles of shock wave therapy // Clinical Orthopaedics and Related Research. 2001. № 387. C. 8–17.
- 71.Simplicio C.L. та ін. Extracorporeal shock wave therapy mechanisms in musculoskeletal regenerative medicine // Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma. 2020. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32523286/>

72. Philipp A., Delius M., Scheffczyk C., Vogel A., Lauterborn W. Interaction of lithotripter-generated shock waves with air bubbles // *Journal of the Acoustical Society of America*. 1993. Т. 5. С. 2496–2509.
73. Tashiro Y., та ін. Effect of capacitive and resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature // *International Journal of Hyperthermia*. 2017. Т. 33(6). С. 696–702.
74. Vahdatpour B., Haghighat S., Sadri L., Taghian M., Sadri S. Effects of Transfer Energy Capacitive and Resistive on Musculoskeletal Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Galen Medical Journal*. 2022. № 7. С. 277.
75. Міщенко Т.В., Ярешенко Є.В. Ударна хвильова терапія: сучасні можливості та перспективи застосування в реабілітації пацієнтів // *Український вісник психоневрології*. 2020. Т. 28, № 2. С. 103–107.
76. Лозинський В.В., Ємельянов Д.П., Синяков А.Н. Ударно-хвильова терапія у комплексному лікуванні хворих з плантарним фасціїтом // *Здоров'я України*. 2019. № 38. С. 59–61.
77. Nieminen L.K., Pyysalo L.M., Kankaanpää M.J. Prognostic factors for pain chronicity in low back pain: a systematic review // *Pain Reports*. 2021.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8108595/>
78. GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019 // *The Lancet*. 2020.
[https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30925-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30925-9/fulltext)
79. Bourgaize S., Newton G., Kumbhare D., Srbely J. A comparison of the clinical manifestation and pathophysiology of myofascial pain syndrome and fibromyalgia: implications for differential diagnosis and management // *Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2018. Т. 62(1). С. 26–41.

80. Qureshi N., Alsubaie H., Ali G. Myofascial pain syndrome: a concise update on clinical, diagnostic and integrative and alternative therapeutic perspectives // International Neuropsychiatric Disease Journal. 2019. T. 13(1). C. 1–14.
81. Waxenbaum J.A., Reddy V., Williams C., Futterman B. Anatomy, Back, Lumbar Vertebrae // StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29083618/>
82. Fedorenko S.M., Vitomskyi V.V., Lazariieva O.B., Doroshenko E.Yu., Vitomska M.V., Onoprienko I.V. Quality of life under the EQ-5D-5L and the features of its dynamics among the orthopedic profile patients of outpatient program of physical therapy // Zaporozhye Medical Journal. 2020. T. 22(3). C. 315–322.
83. Diez G.G., Anitua E., Castellanos N., Vázquez C., Galindo-Villardón P., Alkhraisat M.H. The effect of mindfulness on the inflammatory, psychological and biomechanical domains of adult patients with low back pain: A randomized controlled clinical trial // PLoS ONE. 2022. T. 17(11). e0276734.
84. Мінчук Р.І. Сучасний стан проблеми больової дисфункції (Клінічна картина та підходи до лікування): огляд літератури // Габітус. 2021. Вип. 3. С. 11.
85. Ростислав К. Ударно-хвильова терапія: що це таке? Показання та протипоказання УХТ // Urosvit. URL: <https://urosvit.com/udarno-hvylova-terapiya/> (дата звернення: 06.04.2025).
86. Koerich M.H.A.D.L., Meirelles B.H.S., Echevaría-Guanilo M.E., Danielewicz A.L., Schwertner D.S., Knabben R.J. Disability in people with chronic low back pain treated in primary care // Fisioter Mov. 2021;34:e34121.
87. Richter D., Ekkernkamp A., Muhr G. Extracorporeal shock wave therapy—an alternative concept for the treatment of epicondylitis of the humerus and radius? // Orthopade. 1995. T. 24(3). C. 303–306.
88. Hartvigsen J., Hancock M.J., Kongsted A., Louw Q., Ferreira M.L., Genevay S., et al. What low back pain is and why we need to pay attention // Lancet. 2018. T. 391(10137). C. 2356–2367.

- 89.Rompe J.D., Hopf C., Kullmer K., Heine J., Burger R. Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow // J Bone Joint Surg Br. 1996. T. 78(2). C. 233–237.
- 90.Rompe J.D., Hopf C., Kullmer K., Heine J., Burger R., Nafe B. Low-energy extracorporeal shock wave therapy for persistent tennis elbow // Int Orthop. 1996. T. 20(1). C. 23–27.
- 91.Fernández-de-Las-Peñas C., Nijs J., Cagnie B., Gerwin R.D., Plaza-Manzano G., Valera-Calero J.A., et al. Myofascial pain syndrome: a nociceptive condition comorbid with neuropathic or nociplastic pain // Life (Basel). 2025. T. 13(3). C. 694.
- 92.Rompe J.D., Kirkpatrick C.J., Kullmer K., Schwitalle M., Krischek O. Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis. A sonographic and histological study // J Bone Joint Surg Br. 1998. T. 80(3). C. 546–552.
- 93.Nijs J., Lahousse A., Kapreli E., Bilika P., Saraçoğlu İ., Malfliet A., et al. Nociplastic pain criteria or recognition of central sensitization? Pain phenotyping in the past, present and future // J Clin Med. 2021. T. 10(15). C. 3203.
- 94.Rompe J.D., Kullmer K., Riehle H.M., Herbsthofer B., Eckard A., Burger R. Effectiveness of low energy extracorporeal shockwaves for chronic plantar fasciitis // J Foot Ankle Surg. 1996. T. 2. C. 215–221.
- 95.Бойко А.І., Звіряка О.М. Ефективність засобів фізичної терапії при міофасціальному больовому синдромі поперекової локалізації // В: Копитіна Я.М., Лянной М.О., редактори. Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. Проблеми здоров'я, фізичної терапії, реабілітації та ерготерапії; 2020 Груд 4; Суми, Україна. Суми; 2020. С. 16–25.
- 96.Fernández-Rodríguez R., Álvarez-Bueno C., Cavero-Redondo I., Torres-Costoso A., Pozuelo-Carrascosa D.P., Reina-Gutiérrez S., et al. Best Exercise Options for Reducing Pain and Disability in Adults With Chronic Low Back Pain: Pilates, Strength, Core-Based, and Mind-Body. A Network Meta-analysis // J Orthop Sports Phys Ther. 2022. T. 52(8). C. 505–521.

97. Moya D., Ramón S., Schaden W., Wang C.J., Guilloff L., Cheng J.H. The role of extracorporeal shockwave treatment in musculoskeletal disorders // *J Bone Jt Surg Am*. 2018. T. 100. C. 251–263.
98. Amer M.A. Letter regarding: effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in the treatment of chronic insertional Achilles' tendinopathy // *Foot Ankle Int*. 2021. T. 42. C. 669–670.
99. Rompe J.D., Kullmer K., Vogel J., Eckardt A., Wahlmann U., Eysel P., Hopf C., Kirkpatrick C.J., Burger R., Nafe B. Extrakorporale Stobwellentherapie // *Orthopade*. 1997. T. 26. C. 215–228.
100. Ryskalin L., Morucci G., Natale G., Soldani P., Gesi M. Molecular mechanisms underlying the pain-relieving effects of extracorporeal shock wave therapy: a focus on fascia nociceptors // *Life*. 2022. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35629410/>
101. Simplicio C.L., Purita J., Murrell W., Santos G.S., dos Santos R.G., Lana J.F.S.D. Extra-corporeal shock wave therapy mechanisms in musculoskeletal regenerative medicine // *J Clin Orthop Trauma*. 2020. № 11. C. 309.
102. Rompe J.D., Rumler F., Hopf C., Nafe B., Heine J. Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder // *Clin Orthop*. 1995. T. 321. C. 196–201.
103. Lana J.F., Macedo A., Ingrao I.L.G., Huber S.C., Santos G.S., Santana M.H.A. Leukocyte-rich PRP for knee osteoarthritis: current concepts // *J Clin Orthop Trauma*. 2019. № 10. C. 179–182.
104. Попадюха Ю.А. Сучасні комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях. Київ: Центр учбової літератури; 2018. 656 с.
105. Russo M., Deckers K., Eldabe S., Kiesel K., Gilligan C., Vieceli J., et al. Muscle Control and Non-specific Chronic Low Back Pain // *Neuromodulation*. 2018. T. 21(1). C. 1–9.
106. Wang H., Fan Z., Liu X., Zheng J., Zhang S., Zhang S., et al. Effect of Progressive postural control exercise versus core stability exercise in young

- adults with chronic low back pain: a randomized controlled trial // *Pain Ther.* 2025. T. 12(1). C. 293–308.
107. Fahmy E.M., Ibrahim A.R., Elabd A.M. Ischemic Pressure vs Postisometric Relaxation for Treatment of Rhomboid Latent Myofascial Trigger Points: A Randomized, Blinded Clinical Trial // *J Manipulative Physiol Ther.* 2021. T. 44(2). C. 103–112.
 108. Abe Y. Changes in availability and usage of electrophysical agents by physical therapists: a 5 year longitudinal follow-up study // *J Phys Ther Sci.* 2021. T. 33(11). C. 870–875.
 109. Redcord. Hands of the physical therapy. *Hands On Physical Therapy.* 2022. P-10.
 110. Gladović N., Leško L., Fudurić M. Effectiveness of manual yumeiho therapy and exercise on depression and neuropathic pain in patients suffering from chronic nonspecific low back pain // In: Cacek J., Sajdlová Z., Šimková K., editors. *Proceedings the 12th International Conference on Kinanthropology. Sport and Quality of Life.* 2019 Nov 7-9; Brno, Czech. Brno: Masarykova univerzita; p. 211–217.
 111. Thong I.S.K., Jensen M.P., Miró J., Tan G. The validity of pain intensity measures: what do the NRS, VAS, VRS, and FPS-R measure? // *Scand J Pain.* 2018 Jan 26. T. 18(1). C. 99-107.
 112. Efficacy of Extracorporeal Shockwave Therapy on Pain and Function in Myofascial Pain Syndrome of the Trapezius: A Systematic Review and Meta-Analysis // *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2020. T. 101(8). C. 1437-1446.
 113. Schaffler-Schaden D., Sassmann R., Johansson T. et al. Comparison of high tone therapy and transcutaneous electrical nerve stimulation therapy in chemotherapy-induced polyneuropathy // *Medicine (Baltimore).* 2020. T. 99(19). e20149.
 114. Knoblock K. *ESWT in aesthetic medicine, burns, dermatology.* Heilbronn: LEVEL10 Buchverlag; 2018. 248 p.

115. Lohrer H., Nauck T. Shock waves in sports medicine. Heilbronn: LEVEL10 Buchverlag; 2018. 308 p.
116. Xu D., Ma W., Jiang W. et al. A randomized controlled trial: comparing extracorporeal shock wave therapy versus local corticosteroid injection for the treatment of carpal tunnel syndrome // *Int Orthop*. 2020 Jan. T. 44(1). C. 141-146.
117. Hsieh C.K., Chang C.J., Liu Z.W., Tai T.W. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of knee osteoarthritis: a meta-analysis // *Int Orthop*. 2020 May. T. 44(5). C. 877-884.
118. De Mesy Bentley K.L., Galloway C.A., Muthukrishnan G. et al. Emerging electron microscopy and 3D methodologies to interrogate *Staphylococcus aureus* osteomyelitis in murine models // *J Orthop Res*. 2021 Feb. T. 39(2). C. 376-388.
119. Siebert W., Buch M. Extracorporeal Shock Waves in Orthopaedics. Berlin, Germany: Springer-Verlag; 1997.
120. Milstrey A., Rosslenbroich S., Everding J. et al. Antibiofilm efficacy of focused high-energy extracorporeal shockwaves and antibiotics in vitro // *Bone Joint Res*. 2021 Jan. T. 10(1). C. 77-84.
121. Siemens Medical Solutions. Applications Guideline and User Manual: Sonocur Plus. Berlin, Germany: Siemens AG Medical Solutions; 2000.
https://www.researchgate.net/publication/274315204_Extracorporeal_Shock_Wave_Therapy
122. Thiel M. Application of shock waves in medicine // *Clin Orthop*. 2001. T. 387. C. 18–21.
123. Valchanou V.D., Michailov P. High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures // *Int Orthop*. 1991. T. 15(3). C. 181–184.
124. Puetzler J., Milstrey A., Everding J. et al. Focused high-energy extracorporeal shockwaves as supplemental treatment in a rabbit model of fracture-related infection // *J Orthop Res*. 2020 Jun. T. 38(6). C. 1351-1358.

125. Khatoon Z., McTiernan C.D., Suuronen E.J., Mah T.F., Alarcon E.L. Bacterial biofilm formation on implantable devices and approaches to its treatment and prevention // *Heliyon*. 2018 Dec 28. T. 4(12). e01067.
126. Arbelo E., Protonotarios A., Gimeno J.R. et al. 2025 ESC Guidelines for the management of cardiomyopathies // *Eur Heart J*. 2025. T. 44(37). C. 3503–3626.
127. Wang C.J., Chen H.S., Chen W.S. Heel spurs // In: Coombs R., Schaden W., Zhou S.S., eds. *Musculoskeletal Shockwave Therapy*. London, UK: Greenwich Medical Media; 2000. C. 61–69.
128. Weil L.S. Jr., Roukis T.S., Weil L.S., Borrelli A.H. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy // *J Foot Ankle Surg*. 2002. T. 41(3). C. 166–171.
129. Rompe J.D., Nafe B., Furia J.P., Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial // *Am J Sports Med*. 2007. T. 35. C. 374–383.
130. Li H., Liu M.L. Cardiac shock wave therapy: an alternative non-invasive therapy for refractory angina. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2018;22(16):5402–5410.
131. Pastena P., Frye J.T., Ho C., Goldschmidt M.E., Kalogeropoulos A.P. Ischemic cardiomyopathy: epidemiology, pathophysiology, outcomes, and therapeutic options // *Heart Fail Rev*. 2024. T. 29(1). C. 287–299.
132. Costa M.L., Shepstone L., Donell S.T., Thomas T.L. Shock wave therapy for chronic Achilles tendon pain: a randomized placebo-controlled trial // *Clin Orthop Relat Res*. 2005. T. 440. C. 199–204.
133. Furia J.P. High-energy extracorporeal shock wave therapy as a treatment for insertional Achilles tendinopathy // *Am J Sports Med*. 2006. T. 34. C. 733–740.

134. Pellikka P.A., Arruda-Olson A., Chaudhry F.A., et al. Guidelines for Performance, Interpretation, and Application of Stress Echocardiography in Ischemic Heart Disease: From the American Society of Echocardiography // J Am Soc Echocardiogr. 2019. T. 33(1). C. 1–41.

ДОДАТКИ

Додаток А

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Нечаєв В. Ю., Бондаренко С. В. Ударно-хвильова терапія як метод фізичної терапії: теоретичне підґрунтя, механізми дії, клінічні можливості / наук. кер. Черепок О. О. // *The VII International Scientific and Theoretical Conference “Scientific forum: theory and practice of research”*, 31.01.2025, Valencia, Kingdom of Spain. — С. 302–306.
2. Бондаренко С. В., Нечаєв В. Ю. Високоенергетичні преформовані фізичні чинники – нова парадигма сучасних фізіотерапевтичних втручань у фізичній терапії / наук. кер. Черепок О. О. // *Modernization of today’s science: experience and trends*, 24.01.2025, Singapore, Republic of Singapore. — С. 315–321.

Додаток Б



Довідка

Матеріали кваліфікаційної роботи здобувача вищої освіти освітньо-професійної програми «Фізична терапія» другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань за спеціальністю 227 «Терапія та реабілітація» спеціалізації 227.01 «Фізична терапія» Запорізького державного медико-фармацевтичного університету Нечаєва Вадима Юрійовича на тему «ТЕРАПЕВТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ ЯК ЗАСОБА СУЧАСНОЇ ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ» використовуються у відділенні неврології та реабілітації, зокрема при реабілітації хворих неврологічного та травматологічного профілю з використанням обладнання STORZ MEDICAL AG.

Підпис

A handwritten signature in blue ink, followed by a circular official stamp of the medical-sanitary part of the AT 'Motor Sich' enterprise. The stamp contains the text "МЕДИКО-САНІТАРНА ЧАСТИНА" and "АТ 'МОТОР СІЧ'". Below the signature, the date "16.04.25" is handwritten.