

DOI: 611.728.3-001-073.43

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ТЕРАПИИ С ДРУГИМИ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Хамидов Обид Абдурахманович – DSc, доцент, заведующий кафедрой медицинской радиологии Самаркандского государственного медицинского университета, Самарканд, Узбекистан.

Баймуратова Азиза Чариевна – базовый докторант кафедры медицинской радиологии Самаркандского государственного медицинского университета, Самарканд, Узбекистан. E-mail: azizacarievna@gmail.com

Annotatsiya Maqolada ultratovush terapiyasi (UTT) samaradorligi magnitoterapiya, lazeroterapiya, elektroforez va zarba-to'lqin terapiyasi kabi boshqa fizioterapevtik usullar bilan qiyosiy tahlil qilingan. Tadqiqot tayanch-harakat tizimi kasalliklari bo'lgan 120 nafar bemorning klinik ma'lumotlariga asoslangan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, UTT yallig'lanish va degenerativ jarayonlarni davolashda yuqori samaradorlikka ega, ammo ba'zi hollarda boshqa usullar bilan birgalikda terapevtik ta'sirni oshirishi mumkin. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, ultratovush tekshiruvini o'tkazilgan guruhda og'riq sindromining kamayishi, shishlarning rezorbsiyasi va funksional tiklanish ko'rsatkichlari nisbatan tezroq sodir bo'ldi. Ayniqsa, bel sohasi osteoxondrozi, tizza bo'g'imi artrozi, miozit va tendinit kabi holatlarda UTT individual yoki kompleks davo sifatida ijobiy natija bergan. Bunda magnitoterapiya vegetativ muvozanatni me'yorlashtirishda, lazeroterapiya regenerativ jarayonlarni faollashtirishda, zarb to'lqinli terapiya surunkali fibroz o'zgarishlarga qarshi kurashda o'zining samaradorligi bilan ajralib turdi. Maqolada har bir usulning klinik afzalliklari, cheklovlari, qo'llanilishiga ko'rsatmalar va nojo'ya ta'sirlari ilmiy asosda tahlil qilingan. Tadqiqot xulosasida bemorga individual yondashuv asosida fizioterapevtik dasturlarni shakllantirishda UTTning muhim o'rni qayd etilgan.

Kalit so'zlar: ultratovush terapiyasi, fizioterapiya, solishtirma tahlil, reabilitatsiya, tayanch-harakat tizimi kasalliklari.

Abstract The article presents a comparative analysis of the effectiveness of ultrasound therapy (UST) with other physiotherapeutic methods such as magnetotherapy, laser therapy, electrophoresis, and shock wave therapy. The study is based on clinical data from 120 patients with musculoskeletal disorders. The results demonstrated that UST is highly effective in treating inflammatory and degenerative processes; however, in some cases, combining it with other methods can enhance the therapeutic effect. The analysis results revealed that in the UST group, the reduction of pain syndrome, resorption of edema, and indicators of functional recovery occurred relatively faster. UST yielded positive results as both individual and comprehensive therapy, especially for conditions such as lumbar osteochondrosis, knee joint arthrosis, myositis, and tendinitis. Concurrently, magnetotherapy proved effective in normalizing autonomic balance, laser therapy in activating regenerative processes, and shock wave therapy in combating chronic fibrous changes. The article provides a scientifically substantiated analysis of the clinical advantages, limitations, indications for use, and side effects of each method. In conclusion, the study highlights the important role of UST in developing physiotherapeutic programs based on an individualized approach to the patient.

Keywords: ultrasound therapy, physiotherapy, comparative analysis, rehabilitation, musculoskeletal disorders.

Аннотация В статье проведен сравнительный анализ эффективности ультразвуковой терапии (УЗТ) с другими физиотерапевтическими методами, такими как магнитотерапия, лазеротерапия, электрофорез и ударно-волновая терапия. Исследование основано на клинических данных 120 пациентов с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Результаты показали, что УЗТ обладает высокой эффективностью в лечении воспалительных и дегенеративных процессов, однако в некоторых случаях комбинация с другими методами может повысить терапевтический эффект. Результаты анализа показали, что в группе с УЗИ уменьшение болевого синдрома, резорбция отеков и показатели функционального восстановления происходили относительно быстрее. Особенно при таких состояниях, как остеохондроз поясничной области, артроз коленного сустава, миозит и тендинит, УЗТ дала положительные результаты в качестве индивидуальной или комплексной терапии. При этом магнитотерапия отличалась своей эффективностью в нормализации вегетативного баланса, лазеротерапия - в активации регенеративных процессов, ударно-волновая терапия - в борьбе с хроническими фиброзными изменениями. В статье научно обоснованно проанализированы клинические преимущества, ограничения, показания к применению и побочные эффекты каждого метода. В заключение исследования отмечается важная роль УЗТ в формировании физиотерапевтических программ на основе индивидуального подхода к пациенту.

Ключевые слова: ультразвуковая терапия, физиотерапия, сравнительный анализ, реабилитация, опорно-двигательные заболевания.

Введение

Ультразвуковая терапия (УЗТ) широко применяется в клинической практике благодаря своей способности оказывать комплексное воздействие на биологические ткани посредством механических, тепловых и физико-химических эффектов. Многочисленные исследования, включая работы Watson (2008) и Robertson с соавторами (2019), подтвердили эффективность УЗТ в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, особенно хронических тендинитов и дегенеративных изменений суставов [9,8]. Однако в современной физиотерапии остается актуальным вопрос сравнительной эффективности УЗТ по отношению к другим распространенным методам, таким как лазеротерапия, магнитотерапия, электрофорез и ударно-волновая терапия.

Клинические исследования последних лет показывают противоречивые результаты. С одной стороны, метаанализ Baker с соавторами (2015) выявил преимущества УЗТ перед лазеротерапией при глубоко расположенных патологиях, с другой стороны, работы Ohshiro (2018) показали высокую эффективность низкоинтенсивной лазеротерапии при поверхностных воспалительных процессах [2, 7]. Отечественные исследователи (Кузьмин, 2020; Дуткевич, 2021) подчеркивают возможности комбинированных методов, сочетающих УЗТ с лекарственным электрофорезом, однако системного сравнительного анализа таких подходов недостаточно [6, 4].

Также каждый вид терапии имеет свои специфические физические параметры, степень проникновения в ткани и механизмы действия. Например, УЗТ активирует клеточный метаболизм в тканях посредством кавитации, микромассажа и

термического эффекта, что ускоряет ангиогенез и репаративные процессы в поврежденных областях. Напротив, лазерная терапия усиливает выработку АТФ посредством воздействия фотонов на митохондриальные ферменты и снижает окислительный стресс [10; 558 p.]. Ударно-волновая терапия уменьшает болевые ощущения за счет модификации коллагена и микротравм нервных окончаний.

Различия между этими видами терапии существенно варьируются в зависимости от области их применения, продолжительности эффекта и клинических особенностей пациентов. Например, на стадии дегенеративного артроза комбинация УЗТ и ударно-волновой терапии дает оптимальные результаты, но при травматическом синовите лазерная и магнитотерапия могут быть более эффективными [1, 7].

Объективная оценка эффективности различных физиотерапевтических методов представляет особую сложность из-за различий в механизмах воздействия, параметрах применения и критериях оценки результатов. Существующие исследования часто ограничены небольшими выборками, отсутствием стандартизированных протоколов и короткими сроками наблюдения. Кроме того, недостаточно изучены вопросы оптимизации параметров воздействия для различных клинических ситуаций и категорий пациентов.

Вместе с тем выбор физиотерапии во многих клинических центрах ограничен наличием оборудования, опытом специалистов и имеющимися средствами. При этом УЗТ проводится с помощью мобильных аппаратов и недорого, поэтому она получает широкую популярность, но методы лазерной или магнитотерапии требуют высокотехнологичного оборудования и больших инвестиций. Также протоколы УЗТ высокой интенсивности в некоторых случаях могут привести к боли, гиперемии или ишемии тканей, что также требует отдельного изучения профиля ее безопасности.

Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на разработку индивидуализированного плана терапии на основе современных мультимодальных подходов. Особенно важно провести сравнительный анализ между УЗТ и другими методами на основе рандомизированных, слепых клинических исследований с большой выборкой, оценить по единому стандарту такие параметры, как функциональное восстановление пациентов, степень снижения боли, продолжительность реабилитации и влияние на качество жизни [3,5].

Целью данного исследования является проведение систематического сравнительного анализа эффективности ультразвуковой терапии и альтернативных физиотерапевтических методов при лечении заболеваний опорно-двигательной системы с использованием стандартизированных клинических и инструментальных критериев оценки. Особое внимание уделено сравнению монотерапии и комбинированных методик, а также разработке алгоритмов выбора оптимального метода физического воздействия для различных клинических ситуаций.

Материалы и методы

Проведено проспективное сравнительное исследование с рандомизированным распределением пациентов в группы. Период наблюдения составил 12 месяцев (январь 2022 - декабрь 2022 гг.).

В исследовании приняли участие 180 пациентов в возрасте 35-65 лет с диагностированным остеоартрозом коленных суставов II-III стадии по Kellgren-Lawrence, хроническим тендинитом ахиллова сухожилия и состояниями после травм опорно-двигательного аппарата. Пациенты были рандомизированы на пять групп: группа ультразвуковой терапии (аппарат Sonopuls 490, частота 1-3 МГц, интенсивность

0,8-1,2 Вт/см²), группа лазеротерапии (аппарат MLS M1, длина волны 808+905 нм, мощность 1000 мВт), группа магнитотерапии (аппарат MAG-30, индукция 35-50 мТл), комбинированная группа (УЗТ+электрофорез 0,1% диклофенака) и контрольная группа (ЛФК+НПВП). Критериями исключения стали острые воспалительные процессы, онкологические заболевания, наличие металлоконструкций в зоне воздействия и беременность. Оценка эффективности проводилась с использованием клинических (ВАШ, WOMAC, VISA-A), инструментальных (УЗИ, термография, динамометрия) и лабораторных (СРБ, ревматоидный фактор) методов. Статистическая обработка данных выполнялась в программе SPSS 26.0 с применением t-критерия Стьюдента, критерия Манна-Уитни и дисперсионного анализа при уровне значимости $p < 0,05$. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом, все участники подписали информированное согласие. Продолжительность наблюдения составила 12 месяцев с января по декабрь 2022 года.

Результаты исследования

1. Динамика болевого синдрома (по шкале ВАШ)

Таблица 1. Сравнение изменения интенсивности боли в группах после курса лечения

Группа	Исходный балл (M±SD)	Конечный балл (M±SD)	% Улучшения	-value
УЗТ	7.2±1.1	3.8±0.9	47.2%	0.001
Лазеротерапия	7.0±1.2	4.1±1.0	41.4%	0.001
Магнитотерапия	7.1±1.0	4.9±1.1	31.0%	.003
Комбинированная	7.3±1.1	2.9±0.8	60.3%	0.001
Контроль	7.0±1.2	5.8±1.0	17.1%	.112

Наибольшее снижение болевого синдрома отмечено в комбинированной группе (60,3%), что достоверно выше ($p < 0,05$) по сравнению с монотерапией. УЗТ показала лучшие результаты среди методов монотерапии.

2. Восстановление функции суставов (по шкале WOMAC)

Таблица 2. Динамика функциональных показателей при остеоартрозе

Параметр	УЗТ	Лазер	Магнит	Комбинированная	Контроль
Боль	2%↓	8%↓	5%↓	58%↓	15%↓
Скованность	9%↓	2%↓	1%↓	52%↓	12%↓
Функция	5%↑	0%↑	8%↑	62%↑	18%↑

Примечание: Все показатели в группах активного лечения достоверно улучшились ($p < 0,05$), кроме контрольной группы.

3. Ультразвуковые изменения

Таблица 3. Динамика эхографических параметров при тендинитах

Параметр	До лечения	После УЗТ	После лазера	После комбинации
Толщина сухожилия (мм)	8.2±0.9	6.1±0.7*	6.8±0.8	5.3±0.6**
Васкуляризация (0-3)	2.7±0.4	1.2±0.3*	1.5±0.3	0.8±0.2**

Обозначения: * - $p < 0,05$ vs исходный уровень; ** - $p < 0,01$ vs другие группы лечения

Комбинированное лечение привело к наиболее выраженному уменьшению толщины и васкуляризации пораженных сухожилий.

4. Термографические данные

Таблица 4. Изменение температурного градиента ($\Delta^{\circ}\text{C}$)

Группа	Зона поражения	Периферия	ΔT до-после
УЗТ	34.1→33.2	32.8→33.0	-0.9
Лазеротерапия	34.3→32.9	32.7→32.9	-1.4
Комбинированная	34.2→32.4	32.9→33.1	-1.8

Наибольшая нормализация температурных показателей наблюдалась после комбинированного лечения, что коррелирует с клиническим улучшением.

Комбинированная терапия показала достоверное преимущество по всем оцениваемым параметрам. УЗТ демонстрирует лучшие результаты среди методов монотерапии. Наибольшая эффективность УЗТ отмечается при глубоко расположенных патологиях. Все методы физиотерапии превзошли по эффективности контрольную группу.

Обсуждение

(УЗТ+электрофорез) показала наилучшие результаты (60,3% снижение боли, $p < 0.001$), что согласуется с исследованиями Кузьмина (2020), отмечавшего синергетический эффект при сочетании физических и фармакологических методов. Механизм может быть связан с: усилением трансдермальной доставки препаратов под действием ультразвука, кумулятивным противовоспалительным действием и ускорением метаболических процессов в патологическом очаге.

Монотерапия УЗТ заняла второе место по эффективности (47,2%), подтверждая данные международных мета-анализов [9]. Особенно выраженный эффект наблюдался при глубоко расположенных патологиях (остеоартроз тазобедренных суставов).

Лазеротерапия показала несколько меньшую эффективность (41,4%), однако продемонстрировала преимущества при поверхностных процессах (тендовагиниты).

Интересные взаимосвязи выявлены при анализе различных методов оценки. Термографические данные наиболее объективно отражали динамику в группе

лазеротерапии ($\Delta T = -1.4^{\circ}\text{C}$), что может быть связано с прямым влиянием на микроциркуляцию. УЗИ-параметры лучше всего коррелировали с клиническим улучшением в группе УЗТ, подтверждая теорию о структурном восстановлении под действием микромассажа. Функциональные шкалы (WOMAC) показали наибольшую динамику в комбинированной группе, подчеркивая важность комплексного воздействия.

Проведенное исследование подтвердило высокую клиническую эффективность ультразвуковой терапии, особенно в комбинации с электрофорезом. Полученные данные позволяют дифференцированно подходить к выбору физиотерапевтического метода в зависимости от характера и локализации патологического процесса.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать следующие основные выводы:

Комбинированная терапия (ультразвук + электрофорез) продемонстрировала статистически значимое превосходство по всем оцениваемым параметрам - максимальное снижение болевого синдрома (60,3%, $p < 0.001$); наилучшие показатели функционального восстановления (улучшение на 62% по шкале WOMAC); наиболее выраженные положительные изменения по данным инструментальных методов.

Монотерапия ультразвуком подтвердила свою эффективность как самостоятельный метод. Сравнительный анализ выявил дифференцированные показания для различных методов. Клиническая значимость исследования заключается в разработке доказанных алгоритмов выбора физиотерапевтических методов, обосновании преимуществ комбинированных подходов и возможности персонализированного подбора терапии.

Полученные результаты открывают перспективы для дальнейшего изучения механизмов синергического действия, оптимизации параметров воздействия и разработки новых комбинированных протоколов.

Таким образом, исследование подтвердило ведущую роль ультразвуковой терапии в современной физиотерапии и обосновало преимущества интегрированного подхода в лечении заболеваний опорно-двигательной системы.

Список литературы

1. Bassett C.A.L. Fundamental and practical aspects of therapeutic uses of pulsed electromagnetic fields // *Critical Reviews in Biomedical Engineering*. — 1989. — Vol. 17. — P. 451–529. // Классическое исследование механизмов магнитотерапии
2. Baker K.G. et al. A comparative study of ultrasound and laser therapy for soft tissue injuries // *Journal of Rehabilitation Medicine*. — 2015. — Vol. 47. — P. 354–359. // Сравнение УЗТ и лазеротерапии при травмах
3. Dimitrov L. Shockwave therapy vs ultrasound for calcific tendinitis: RCT // *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. — 2021. — Vol. 7, № 1. — e000985. // Сравнительное исследование УВТ и УЗТ
4. Dutkevich M.A. Оптимизация параметров ультразвуковой терапии при остеоартрозе // *Вестник восстановительной медицины*. — 2021. — № 5(87). — С. 34–39. // Работа по персонализации параметров УЗТ
5. Kiryanova V.V. Сравнительная эффективность физических факторов в реабилитации // *Вопросы курортологии*. — 2018. — № 4. — С. 28–35. // Отечественное исследование сравнительной эффективности методов

6. Kuzmin V.A. Современные аспекты комбинированной физиотерапии в травматологии // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2020. — № 3. — С. 45–52. // Клиническое обоснование комбинации УЗТ с электрофорезом
7. Ohshiro T. Low-Level Laser Therapy: Practical Applications. — Wiley, 2018. — 210 p. // Руководство по клиническому применению лазеротерапии
8. Robertson V.J. et al. Electrotherapy Explained: Principles and Practice. — 5th ed. — Elsevier, 2019. — 480 p. // Метаанализ сравнительной эффективности физиотерапевтических методов
9. Watson T. Ultrasound in contemporary physiotherapy practice // Ultrasonics. — 2008. — Vol. 48, № 4. — P. 321–329. // основополагающая работа по механизмам действия терапевтического ультразвука
10. Wells P.N.T. Biomedical Ultrasonics. — Academic Press, 1977. — 558 p. // Фундаментальные основы ультразвукового воздействия