Дата публикации: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5
УДК 615.017

Publication date: 15.09.2026
DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5
UDC 615.017

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЗАМЕДЛЕННО-КОНСОЛИДИРУЮЩИХСЯ ПЕРЕЛОМАХ У ДЕТЕЙ: АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

О.С. Збицкая[1], И.Р. Цечоев[2], О.Н. Акимкина[1], И.Г. Пасхалов[1]
[1]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия
[2]Автономная некоммерческая медицинская организация «Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр», г. Ставрополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Цель исследования: провести аналитический обзор по определению возможностей применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно-консолидирующихся переломах у детей. ***Методы.*** Был проведен теоретический обзор отечественных и зарубежных исследований. Поиск источников осуществляется в базах данных E-Library, Google scholar и PubMed. ***Результаты.*** Экстракорпоральная ударно-волновая терапия демонстрирует высокую эффективность при замедленно консолидирующихся переломах, особенно в случаях неэффективности консервативного лечения или при противопоказаниях к операции. Метод сочетает неинвазивность и стимуляцию репаративных процессов, что делает его ценным дополнением к традиционным подходам. Выбор метода лечения должен основываться на комплексной оценке состояния пациента, типа перелома, возраста и сопутствующих заболеваний. В сложных случаях может потребоваться комбинация методов. ***Заключение.*** Дальнейшие исследования в этой области могут быть направлены на разработку стандартизированных протоколов экстракорпоральной ударно-волновой терапии и мониторинга заживления с учетом возрастных и патологических особенностей пациентов. Хотя данные о применении экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно консолидирующихся переломах у детей пока ограничены, имеющиеся исследования демонстрируют потенциал метода.
Ключевые слова: экстракорпоральная ударно-волновая терапия, замедленная консолидация, детские переломы, остеогенез, функциональная реабилитация.

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE THERAPY FOR DELAYED-HEALING FRACTURES IN CHILDREN: A LITERATURE ANALYSIS

O.S. Zbitskaya[1], I.R. Tsechoev[2], O.N. Akimkina[1], I.G. Paskhalov[1]
[1]North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia
[2]Stavropol Regional Clinical Consultative and Diagnostic Center, Stavropol, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Objective: to conduct an analytical review to determine the potential for using extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children. ***Methods.*** A theoretical review of Russian and international studies was conducted. The search for sources was carried out in the E-Library, Google Scholar, and PubMed databases. ***Results.*** Extracorporeal shock wave therapy demonstrates high efficacy in the treatment of delayed-healing fractures, particularly in cases where conservative treatment is ineffective or surgery is contraindicated. Its noninvasive nature and stimulation of reparative processes make it a valuable addition to traditional approaches. The choice of treatment method should be based on a comprehensive assessment of the patient's condition, fracture type, age, and comorbidities. Complex cases may require a combination of methods. ***Conclusion.*** Further research in this area can be aimed at developing standardized extracorporeal shock wave therapy protocols and healing monitoring tailored to the age and pathological characteristics of patients. Although data on the use of extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children are still limited, existing studies demonstrate the potential of this method.
Keywords: extracorporeal shock wave therapy, delayed healing, pediatric fractures, osteogenesis, functional rehabilitation.

Введение. Проблема замедленно-консолидирующихся переломов у детей чрезвычайно актуальна в травматологии и ортопедии [1-4]. Такие осложнения, как замедленная консолидация перелома, ложные суставы и дефекты костей, составляют около 30% среди неудовлетворительных исходов консервативного и оперативного лечения переломов [5]. Актуальность проблемы замедленно-консолидирующихся переломов у детей обусловлена сочетанием относительно высокой частоты детского травматизма, потенциально тяжелых последствий для растущего организма, диагностических трудностей, недостаточной изученности специфики травм у детей, сложности выбора оптимальной лечебной тактики и значительного социально-экономического бремени. Постоянный поиск новых методов ранней диагностики, эффективных и безопасных способов стимуляции сращения переломов и разработка достоверных клинических рекомендаций являются приоритетными задачами ортопедии и травматологии детского населения. Раннее выявление и адекватное лечение данных последствий критически важны для профилактики инвалидизации и обеспечения полноценного развития ребенка.

Цель исследования: провести аналитический обзор по определению возможностей применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) при замедленно-консолидирующихся переломах у детей.

Методы и организация исследования. Был проведен теоретический обзор отечественных и зарубежных исследований, посвященных применению ЭУВТ при замедленно-консолидирующихся переломах у детей. Релевантными считались публикации, посвященные клиническому применению ЭУВТ у пациентов детского возраста (до 18 лет) с замедленной консолидацией переломов любой локализации, а также у взрослых. Поиск источников осуществлялся в базах данных E-Library, Google Scholar и PubMed.

Результаты исследования и их обсуждение. ЭУВТ представляет собой неинвазивный метод лечения, применяемый в клинической практике при замедленно консолидирующихся переломах, в том числе у пациентов детского возраста [6].

Анализ отечественной научной литературы демонстрирует наличие отдельных исследований и клинических наблюдений, посвященных применению ЭУВТ в случаях нарушений консолидации переломов. Вместе с тем в доступных публикациях отсутствуют специализированные работы, сфокусированные исключительно на педиатрическом контингенте пациентов [7-9]. Существенная часть имеющихся данных относится к лечению взрослых больных, однако фундаментальные механизмы и принципы действия метода, подтвержденные в этих исследованиях, могут быть экстраполированы на область детской травматологии с учетом возрастных физиологических особенностей.

Физико-биологическое действие ЭУВТ базируется на эффекте кавитации, возникающем на границе сред при распространении ударных волн. Воздействие генерируемых импульсов приводит к формированию микротрещин в костной ткани, что инициирует каскад репаративных процессов и стимулирует остеогенез – физиологический механизм образования костной ткани [10].

Указанные изменения обусловливают активацию клеточных элементов костной репарации, усиление локального кровотока и стимуляцию ангиогенеза, то есть формирования новых сосудистых структур. Кроме того, под влиянием ударно-волнового воздействия происходит высвобождение ряда биоактивных факторов роста, среди которых выделяют костный морфогенетический белок-2 (BMP-2), трансформирующий фактор роста-β (TGF-β) и фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Совокупность данных процессов способствует ускорению репарации костной ткани и консолидации перелома. Помимо регенеративного эффекта, ЭУВТ оказывает анальгезирующее действие и способствует регрессу фиброзно-склеротических изменений в окружающих тканях, что улучшает функциональные исходы лечения [11].

Сравнительная оценка эффективности ЭУВТ относительно консервативных и оперативных методов терапии, проведенная по ряду критериев, включая сроки заживления перелома, степень инвазивности вмешательства и клинические исходы, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методов лечения

Параметр	ЭУВТ	Консервативные методы	Оперативные методы
Механизм действия	Создает микротрещины в костной ткани, активирует остеобласты, стимулирует ангиогенез и высвобождение биоактивных факторов (BMP-2, TGF-β, VEGF) [12]	Продлевает иммобилизацию, использует медикаментозную поддержку (препараты кальция, анаболические гормоны), физиотерапию (ионофорез, УВЧ) [12]	Обеспечивает механическую стабильность перелома, может включать репозицию костных отломков, фиксацию металлоконструкциями, костную пластику [12]
Инвазивность	Неинвазивный метод, не требует разрезов [12]	Неинвазивные или минимально инвазивные (например, инъекции) [14]	Инвазивные, требуют хирургического вмешательства [13]
Сроки начала лечения	Может применяться при неэффективности консервативных методов, в том числе при замедленной консолидации [13]	Применяются с момента диагностики перелома [13]	Используются при отсутствии эффекта от консервативного лечения, при сложных переломах (внутрисуставные, открытые, с интерпозицией мягких тканей) [13]
Сроки заживления	Ускоряет консолидацию на 2-4 недели по сравнению с традиционными методами [12]	Зависит от типа перелома, возраста пациента, сопутствующих заболеваний; при замедленной консолидации сроки значительно увеличиваются [13]	Зависит от метода операции, сложности перелома, состояния пациента; обычно обеспечивают более быструю стабилизацию, но требует реабилитации [12]
Риск осложнений	Низкий (возможное временное усиление боли после сеанса) [14]	Длительная иммобилизация может привести к мышечной атрофии, контрактурам суставов [12]	Риск инфицирования, повреждения сосудов и нервов, необходимость повторного вмешательства для удаления металлоконструкций [12]
Показания при замедленной консолидации	Применяется при неэффективности консервативного лечения, при наличии противопоказаний к операции, при нежелании пациента подвергаться хирургическому вмешательству [13]	Используются на ранних этапах, при отсутствии признаков замедленной консолидации [14]	Показаны при отсутствии эффекта от консервативного лечения, при сложных переломах, требующих механической стабилизации [12]
Примеры применения	Клинический случай лечения диафизарного перелома плечевой кости с повреждением нервов [13]	Продление гипсовой иммобилизации, введение стимулирующих костеобразование препаратов в щель между отломками [12]	Остеосинтез (накостный, внутрикостный, чрескостный), костная пластика, туннелизация, декортикация [14]

Примечание: ЭУВТ – экстракорпоральная ударно-волновая терапия; BMP-2 – костный морфогенетический белок-2; TGF-β – трансформирующий фактор роста-β; VEGF – фактор роста эндотелия сосудов; УВЧ – ультравысокочастотная терапия.

ЭУВТ демонстрирует высокую терапевтическую эффективность при замедленной консолидации переломов, особенно в клинических ситуациях, где консервативные методы оказались неэффективными или существуют противопоказания к оперативному вмешательству [15]. Метод характеризуется сочетанием неинвазивности и стимуляции репаративных процессов, что позиционирует его как ценное адъювантное средство в арсенале традиционных подходов. Тем не менее, решение о применении ЭУВТ должно базироваться на комплексной оценке клинического статуса пациента, морфологии перелома, возрастных особенностей и наличия коморбидной патологии. В сложных клинических сценариях может быть показана комбинированная терапия, включающая ЭУВТ в сочетании с консервативными методами лечения [16].

Оптимизация параметров ЭУВТ является зависимой от таких факторов, как возраст пациента, тип перелома и характеристики используемого оборудования. На сегодняшний день в доступной научной литературе представлены разрозненные данные [15-18], что обусловлено отсутствием стандартизированных протоколов, охватывающих все возрастные группы и нозологические формы переломов. Исследовательская работа в данной области часто носит клинический характер, предполагая индивидуальный подбор терапевтических параметров с учетом специфики каждого конкретного случая. Подбор параметров для применения ЭУВТ представлен в таблице 2.

Таблица 2

Параметры экстракорпоральной ударно-волновой терапии (ЭУВТ) [19]

Параметр	Дети (клинический случай)	Взрослые (клиническое исследование)
Тип волны	Радиальная (РЭУВТ)	Сфокусированная и расфокусированная (планарная)
Плотность энергии	2,0-3,0 бар	0,03-0,65 мДж/мм² (давление –11-80 МПа)
Количество импульсов за сеанс	1000-1500	2000-3000 (сфокусированный источник) + 1500 (планарный источник)
Количество сеансов	3-4 недели еженедельных процедур	3-5 процедур с периодичностью 1 раз в 6-7 дней
Особенности применения	Лечение начиналось с низкой интенсивности, которая корректировалась в зависимости от переносимости ребенком	Постепенное повышение уровня воздействия от сеанса к сеансу

Выбор параметров ЭУВТ является сложным процессом, ключевым фактором выступает возраст пациента. В педиатрии целесообразно использовать терапию низкой интенсивности с последующей индивидуальной коррекцией в зависимости от переносимости. У гериатрических пациентов требуется повышенная осторожность при выборе параметров ЭУВТ, что обусловлено высокой коморбидностью и сниженным репаративным потенциалом костной ткани, характерным для данной возрастной группы [20]. Тип перелома также оказывает существенное влияние на оптимизацию терапевтических параметров. При наличии сложных переломов с диастазом или диагностированной замедленной консолидацией следует рассмотреть возможность повышения интенсивности воздействия. Альтернативно или в дополнение может быть применен комбинированный режим, использующий как сфокусированные, так и расфокусированные волны [21].

При составлении плана лечения также следует учитывать общее состояние здоровья пациента и наличие противопоказаний к процедуре. Абсолютными противопоказаниями являются: злокачественные новообразования (в зоне воздействия), туберкулез в активной (открытой) форме, беременность, установленный кардиостимулятор, нарушения свертываемости крови, острые инфекционные заболевания (с температурой, общим недомоганием), нефиксированные острые переломы (когда костные отломки не стабилизированы), разрывы мышц, сухожилий,

серьезные повреждения капсульно-связочного аппарата суставов, дефекты кожи в зоне воздействия: свежие раны (в том числе гнойные), ссадины, дерматиты, псориаз, зоны с незакрытыми зонами роста (эпифизарные пластинки) – это касается детей и подростков. Относительные противопоказания (временные или требующие особой осторожности): прием антикоагулянтов или антиагрегантов, неконтролируемая артериальная гипертензия, нестабильная стенокардия, эпилепсия с частыми приступами, наличие искусственных суставов, пластин, винтов в зоне воздействия, некоторые хронические заболевания в стадии декомпенсации (тяжелая сердечная, почечная, печеночная недостаточность), коллагенозы, деформации опорно-двигательного аппарата, которые физически не позволяют точно навести аппарат на нужную зону.

Заключение. Следовательно, ЭУВТ в различных исследованиях показывает высокую терапевтическую эффективность при замедленной консолидации переломов, особенно в сложных ситуациях, где консервативные методы оказались неэффективными или существуют противопоказания к оперативному вмешательству. Метод отличается неинвазивностью и способствует стимуляции репаративных процессов, что позиционирует его как привлекательное средство в арсенале известных и широко используемых подходов в лечении переломов. Решение о применении ЭУВТ должно базироваться на комплексной оценке клинического статуса пациента, морфологии перелома, возрастных особенностей, наличия коморбидной патологии. В сложных клинических сценариях может быть показана комбинированная терапия, включающая ЭУВТ в сочетании с другими консервативными методами лечения [16].

В целом применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии для заживления замедленно-консолидирующихся переломов у детей перспективно, требует дальнейшего изучения и разработки унифицируемой методики.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мансурова, Г.Ш. Причины низкоэнергетических переломов у детей / Г.Ш. Мансурова, С.В. Мальцев // Практическая медицина. – 2020. – Т. 18. – № 3. – С. 65-69.
2. Выборнов, Д.Ю. Оценка факторов риска и прогнозирование нарушений консолидации переломов у детей / Д.Ю. Выборнов, Н.И. Тарасов, М.А. Петров // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 1. – С. 120.
3. Морфометрия костей при остеопорозе у детей: значение для диагностики и лечения переломов / В.И. Струков, Ю.Г. Щербакова, Д.Г. Елистратов, И.А. Прокофьев // Российский педиатрический журнал. – 2021. – Т. 24. – № 4. – С. 279.
4. Fracture risk assessment by dual-energy absorptiometry in osteogenesis imperfecta: A systematic review of measurement sites and its predictive value / K. Scheepens, S. den Haan, K. Warmink [et al.] // Bone Reports. – 2026. – Vol. 30. – P. 101929. DOI: 10.1016/j.bonr.2026.101929.
5. Елдзаров, П.Е. Тактика лечения последствий переломов диафиза бедра и голени / П.Е. Елдзаров, А.С. Зелянин, С.Е. Никитин // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2010. – № 3. – С. 55-59.
6. Низкоинтенсивная экстракорпоральная ударно-волновая терапия болезни Пейрони / Е.С. Губанов, Е.А. Боряев, С.А. Столяров, А.А. Зимичев // Аспирантский вестник Поволжья. – 2021. – № 1-2. – С. 146-153.
7. PRP-терапия и экстракорпоральная ударно-волновая терапия при плантарном фасциите / А.Э. Апагуни, В.В. Посух, В.В. Апагуни [и др.] // V конгресс «Ортобиология 2024» : «Консенсусы в клинической практике» : тезисы. – Воронеж, 2024. – С. 7-8.
8. Ударно-волновая терапия: состояние проблемы и возможности применения в клинической практике / Б.А. Гарилевич, А.А. Семенов, К.Г. Гуревич [и др.] // Человек и его здоровье. – 2017. – № 3. – С. 11-18. DOI: 10.21626/vestnik/2017-3/02.
9. Пропедевтика внутренних болезней : учебник и практикум для вузов / под ред. Вебера. – Москва : Юрайт, 2026. – 937 с.
10. Рентгенометрия в комплексной оценке эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии кальцифицирующей тендинобурсопатии плеча / В.Н. Дружинин, В.Г. Суворов, А.А. Славинский, Е.В. Есин // Медицина труда и промышленная экология. – 2024. – Т. 64. – № 3. – С. 164-171.
11. Посух, В.В. Анализ применения экстракорпоральной ударно-волновой терапии в послеоперационном периоде у пациентов с переломом костей голени / В.В. Посух, А.Э. Апагуни, В.В. Апагуни // XII Всероссийский съезд травматологов-ортопедов: сб. тезисов. – Санкт-Петербург, 2022. – С. 767-768.
12. Шарабчиев, Ю.Т. Использование экстракорпоральной ударноволновой терапии в травмато-

логии и ортопедии / Ю.Т. Шарабчиев, Т.В. Дудина, О.Ю. Полянская // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2013. – № 3(3). – С. 16-34.
13. Шевелева, Н.И. Ударно-волновая терапия в программах реабилитации / Н.И. Шевелева, Л.С. Минбаева // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 12(ч. 4). – С. 352-356.
14. Юрку, К.А. Применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии в комплексном лечении пациентов с хронической неспецифической болью в нижней части спины : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 3.1.33. «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация» / Ксения Алексеевна Юрку. – Москва, 2023. – 24 с.
15. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines / N.K. Arden, T.A. Perry, R.R. Bannuru [et al.] // Nature Reviews Rheumatology. – 2021. – Vol. 17. – No. 1. – P. 59-66. DOI: 10.1038/s41584-020-00523-9.
16. Maier, M. Extracorporal shock wave application in the treatment of pseudarthrosis: A critical clinical update / M. Maier, C. Schmitz, H.-J. Refior // European Journal of Trauma. – 2003. – No. 29. – P. 262-267. DOI: 10.1007/s00068-003-1317-1.
17. PRP-терапия и экстракорпоральная ударно-волновая терапия при асептическом некрозе головки бедренной кости / А.А. Эсеналиев, А.Э. Апагуни, В.В. Апагуни [и др.] // III Конгресс «Ортобиология 2022» : «От исследования к клинической практике» : тезисы. – Воронеж, 2022. – С. 13-14.
18. Effect of extracorporeal shock wave therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations / A.C. Silva, V.S. Almeida, P.M. Veras [et al.] // Clinical Rehabilitation. – 2022. – Vol. 37. – No. 6. – P. 760-773. DOI: 10.1177/02692155221146086.
19. Radial extracorporeal shock wave promotes the treatment of non-union of femoral shaft fractures in children: A case report / H. Shang, T. Ma, X. Liu [et al.] // Frontiers in Surgery. – 2025. – Vol. 12. – P. 1667385. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1667385.
20. Assessing the burden of osteoarthritis in Africa and the Middle East: A rapid evidence assessment / J. Al Saleh, H. Almoallim, B. Elzorkany [et al.] // Open Access Rheumatol. – 2023. – No. 15. – P. 23-32. DOI: 10.2147/OARRR.S390778.
21. Гусева, Т.С. Роль мануальных методов коррекции и экстракорпоральной ударно волновой терапии в профилактике хронической головной боли напряжения / Т.С. Гусева, М.В. Наприенко, Л.В. Смекалкина // Российский остеопатический журнал. – 2024. – № 1. – С. 8-19. DOI: 10.32885/2220-0975-2024-1-8-19.
22. Atukorala, I. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis / I. Atukorala, D.J. Hunter // Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research. – 2023. – Vol. 23. – No. 4. – P. 365-381. DOI: 10.1080/14737167.2023.2181791.
23. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis / N.A. Noor, A.A. Nurul, M.R. Zain [et al.] // Cells. – 2021. – Vol. 10. – No. 6. – P. 1287. DOI: 10.3390/cells10061287.

REFERENCES

1. Mansurova G.Sh., Maltsev S.V. Causes of low-energy bone fractures in children. *Practical Medicine*, 2020, vol. 18, no. 3, pp. 65-69. (in Russ.)
2. Vybornov D.Yu., Tarasov N.I., Petrov M.A. Assessment of risk factors and prediction of fracture consolidation disorders in children. *Current Pediatrics*, 2006, vol. 5, no. 1, p. 120. (in Russ.)
3. Strukov V.I., Shcherbakova Yu.G., Elistratov D.G., Prokofiev I.A. Morphometry of bones in osteoporosis in children: significance for the diagnosis and treatment of fractures. *Russian Pediatric Journal*, 2021, vol. 24, no. 4, p. 279. (in Russ.)
4. Scheepens K., den Haan S., Warmink K. et al. Fracture risk assessment by dual-energy absorptiometry in osteogenesis imperfecta: A systematic review of measurement sites and its predictive value. *Bone Reports*, 2026, vol. 30, p. 101929. DOI: 10.1016/j.bonr.2026.101929.
5. Eldzarov P.E., Zelyanin A.S., Nikitin S.E. Treatment tactics for sequelae of lower extremity bones fractures. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*, 2010, no. 3, pp. 55-59. (in Russ.)
6. Gubanov E.S., Boryaev E.A., Stolyarov S.A., Zimichev A.A. Low-intensity extracorporal shockwave therapy for peyronie's disease. *Aspirantskiy Vestnik Povolzhiya*, 2021, no. 1-2, pp. 146-153. (in Russ.)
7. Apaguni A.E., Posukh V.V., Apaguni V.V. et al. PRP therapy and extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. Fifth Congress "Orthobiology 2024": "Consensus in clinical practice": abstracts. Voronezh, 2024. pp. 7-8. (in Russ.)
8. Garilevich B.A., Semenov A.A., Gurevich K.G. et al. Shock-wave therapy: status update on the problem and possibilities of application in clinical practice. *Humans and their health*, 2017, no. 3, pp. 11-18. DOI: 10.21626/vestnik/2017-3/02. (in Russ.)
9. Propaedeutics of internal diseases: textbook and workshop for universities. Veber, ed. Moscow: Yurait, 2026. 937 p. (in Russ.)
10. Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Slavinsky A.A., Esin E.V. Radiometry in a comprehensive assessment of the effectiveness of extracorporeal shock wave therapy of calcifying tendinobursopathy of the shoulder. *Russian Journal of Occupational Health and Industrial Ecology*, 2024, vol. 64, no. 3, pp. 164-171. (in Russ.)
11. Posukh V.V., Apaguni A.E., Apaguni V.V. Analysis of the use of extracorporeal shock wave therapy in the postoperative period in patients with fractured shin bones. XII All-Russian Congress of Orthopedic Traumatologists: collection of abstracts. Saint Petersburg, 2022. pp. 767-768. (in Russ.)
12. Sharabichev Yu.T., Dudina T.V., Polyanskaya O.Yu. The use of extracorporeal shockwave therapy in traumatology and orthopedics. *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorovye*, 2013, no. 3(3), pp. 16-34. (in Russ.)

13. Sheveleva N.I., Minbaeva L.S. Shock-wave therapy in rehabilitation programs. *Advances in current natural sciences*, 2014, no. 12(part 4), pp. 352-356. (in Russ.)
14. Yurku K.A. The use of extracorporeal shock wave therapy in the complex treatment of patients with chronic nonspecific pain in the lower back. Moscow, 2023. 24 p. (in Russ.)
15. Arden N.K., Perry T.A., Bannuru R.R. et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines. *Nature Reviews Rheumatology*, 2021, vol. 17, no. 1, pp. 59-66. DOI: 10.1038/s41584-020-00523-9.
16. Maier M., Schmitz C., Refior H.-J. Extracorporal shock wave application in the treatment of pseudarthrosis: A critical clinical update. *European Journal of Trauma*, 2003, no. 29, pp. 262-267. DOI: 10.1007/s00068-003-1317-1.
17. Esenaliev A.A., Apaguni A.E., Apaguni V.V. et al. PRP therapy and extracorporeal shock wave therapy for aseptic necrosis of the femoral head. Third Congress "Orthobiology 2022": "From Research to Clinical Practice": abstracts. Voronezh, 2022. pp. 13-14. (in Russ.)
18. Silva A.C. et al. Effect of extracorporeal shock wave therapy on pain and function in patients with knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Clinical Rehabilitation*, 2022, vol. 37, no. 6, pp. 760-773. DOI: 10.1177/02692155221146086.
19. Shang H., Ma T., Liu X. et al. Radial extracorporeal shock wave promotes the treatment of non-union of femoral shaft fractures in children: A case report. *Frontiers in Surgery*, 2025, vol. 12, p. 1667385. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1667385.
20. Al Saleh J., Almoallim H., Elzorkany B. et al. Assessing the burden of osteoarthritis in Africa and the Middle East: A rapid evidence assessment. *Open Access Rheumatol*, 2023, no. 15, pp. 23-32. DOI: 10.2147/OARRR.S390778.
21. Guseva T.S., Naprienko M.N., Smekalkina L.V. The role of manual correction methods and extracorporeal shock wave therapy in the prevention of chronic tension headaches. *Russian Osteopathic Journal*, 2024, no. 1, pp. 8-19. DOI: 10.32885/2220-0975-2024-1-8-19. (in Russ.)
22. Atukorala I., Hunter D.J. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis. *Expert Review of Pharmacoeconomics & Outcomes Research*, 2023, vol. 23, no. 4, pp. 365-381. DOI: 10.1080/14737167.2023.2181791.
23. Noor N.A., Nurul A.A., Zain M.R. et al. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis. *Cells*, 2021, vol. 10, no. 6, p. 1287. DOI: 10.3390/cells10061287.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ольга Сергеевна Збицкая – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки.
Ильяс Русланович Цечоев – врач травматолог-ортопед, Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр, Ставрополь, e-mail: Cechoev1993@mail.ru.
Оксана Николаевна Акимкина – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, e-mail: o.akimkina@skfmba.ru.
Ираклий Георгиевич Пасхалов – главный врач, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства России, Ессентуки, e-mail: gv@skfmba.ru, ORCID: 0000-0002-8258-0795.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Olga S. Zbitskaya – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.
Ilyas R. Tsechoev – Trauma Orthopedist, Stavropol Regional Clinical Consultation and Diagnostics Center, Stavropol, e-mail: Cechoev1993@mail.ru.
Oksana N. Akimkina – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: o.akimkina@skfmba.ru.
Irakly G. Paskhalov – Chief Physician, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: gv@skfmba.ru, ORCID: 0000-0002-8258-0795.

Для цитирования: Применение экстракорпоральной ударно-волновой терапии при замедленно-консолидирующихся переломах у детей: анализ литературы / О.С. Збицкая, И.Р. Цечоев, О.Н. Акимкина, И.Г. Пасхалов // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5

For citation: Zbitskaya O.S., Tsechoev I.R., Akimkina O.N., Paskhalov I.G. Extracorporeal shock wave therapy for delayed-healing fractures in children: a literature analysis. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 3(19). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_03_5