

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab630518>

Эффективность экстракорпоральной ударно-волновой терапии в лечении гонартроза I–II степени: научный обзор

Д.Б. Нурпеисов, С.С. Эм, Н.В. Куриленко

Медицинский университет Караганды, Караганда, Республика Казахстан

АННОТАЦИЯ

Авторы обзорной статьи провели всесторонний анализ существующих исследований по применению экстракорпоральной ударно-волновой терапии в лечении гонартроза I–II степени, а также сравнили эффективность данного метода с традиционным лечением (плацебо, кортикостероиды, гиалуроновая кислота, фармакологические препараты). Основные результаты обзора указывают на значительные улучшения в виде снижения боли и повышения функционального состояния коленного сустава у пациентов, проходящих экстракорпоральную ударно-волновую терапию, по сравнению с другими методами лечения. Авторы подчёркивают неинвазивность и безопасность экстракорпоральной ударно-волновой терапии, отмечая отсутствие серьёзных побочных эффектов, что делает данную процедуру предпочтительной для клинического применения.

Авторы проанализировали доступную литературу и сделали акцент на сравнительной эффективности экстракорпоральной ударно-волновой терапии, предоставляя врачам основу для рекомендаций. В то же время указали на необходимость дополнительных исследований для уточнения оптимальных параметров применения методики и подтверждения её долгосрочной эффективности, особенно в сравнении с другими современными методами лечения гонартроза.

Таким образом, представленный материал призван не только информировать о текущем состоянии исследований в области лечения гонартроза, но и стимулировать дальнейшие научные разработки в этом направлении, подкрепляя клиническую практику методами, основанными на доказательствах.

Ключевые слова: гонартроз; остеоартрит коленного сустава; I–II степень гонартроза; ударно-волновая терапия; экстракорпоральная ударно-волновая терапия.

Как цитировать:

Нурпеисов Д.Б., Эм С.С., Куриленко Н.В. Эффективность экстракорпоральной ударно-волновой терапии в лечении гонартроза I–II степени: научный обзор // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2024. Т. 6, № 2. С. 188–203. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab630518>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab630518>

Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in treating grade I–II gonarthrosis: a scientific review

Daniyar B. Nurpeisov, Sabina S. Em, Natalya V. Kurilenko

Karaganda Medical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

ABSTRACT

This review article explores the use of extracorporeal shock wave therapy in treating grades I–II gonarthrosis (knee osteoarthritis). The authors conduct a comprehensive analysis of existing studies and compare extracorporeal shock wave therapy with conventional treatment methods such as placebo, corticosteroids, hyaluronic acid, and pharmacological treatments. Key findings from the review indicate a significant improvement in pain reduction and enhanced functional state of the knee joint in patients treated with extracorporeal shock wave therapy compared to other methods. The authors emphasize the non-invasiveness and safety of extracorporeal shock wave therapy, noting the absence of serious side effects, which makes this therapy a preferred option for clinical use.

The article stands out due to its thorough analysis of available literature and a focus on the comparative effectiveness of extracorporeal shock wave therapy, providing a basis for medical recommendations. Additionally, the authors highlight the need for further research to refine optimal application parameters for extracorporeal shock wave therapy and to confirm its long-term effectiveness, particularly in comparison with other modern treatment methods for gonarthrosis.

This approach underscores the uniqueness of this review, which not only informs about the current state of research in the field of gonarthrosis treatment but also stimulates further scientific developments in this direction, supporting clinical practice with evidence-based methods.

Keywords: knee osteoarthritis; osteoarthritis; knee; shock wave therapy; extracorporeal.

To cite this article:

Nurpeisov DB, Em SS, Kurilenko NV. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in treating grade I–II gonarthrosis: a scientific review. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2024;6(2):188–203. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab630518>

Submitted: 20.04.2024

Accepted: 26.04.2024

Published online: 31.05.2024

Список сокращений

ВИЛТ — высокоинтенсивная лазерная терапия

УВТ — ударно-волновая терапия

ЭУВТ — экстракорпоральная ударно-волновая терапия

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования эффективности ударно-волновой терапии (УВТ) при лечении гонартроза I–II степени обусловлена несколькими факторами [1–5].

Распространённость. Гонартроз, или остеоартроз коленного сустава, является одним из наиболее распространённых видов артроза, который серьёзно влияет на опорно-двигательную систему [6, 7]. Течение заболевания сопровождается постепенным разрушением хрящевой ткани в коленном суставе, что приводит к появлению боли, воспалению и нарушению функции сустава.

Гонартроз является ведущей причиной хронической боли и инвалидности, особенно у пожилых людей. Распространённость гонартроза варьирует в зависимости от возраста. Хотя заболеванию подвержены все слои населения, его частота увеличивается с возрастом. Исследования показывают, что около 12% населения старше 60 лет страдают гонартрозом [8].

Отмечается также различие в распространённости гонартроза среди мужчин и женщин. Женщины имеют более высокий риск развития этого заболевания по сравнению с мужчинами (2:1) [8, 9].

Распространённость гонартроза различается в разных странах [10–12]. Так, более развитые страны с высоким уровнем индустриализации и стареющим населением имеют, как правило, более высокую распространённость заболевания [13], что обусловлено такими факторами, как сидячий образ жизни, ожирение, недостаток физической активности и др. [14–18].

Учитывая высокую распространённость заболевания и его значительное влияние на пациентов, существует необходимость разработки более эффективных и безопасных методов лечения гонартроза I–II степени [15]. Исследования в области УВТ предоставляют новые перспективы в лечении этого заболевания и могут способствовать улучшению результатов и качества жизни пациентов, страдающих от гонартроза [10–14].

Ограничения в доступных методах лечения. В настоящее время существует несколько методов лечения гонартроза (физиотерапия, фармакологическое лечение, инъекции гиалуроната, хирургические вмешательства), однако некоторые из них могут иметь ограничения, в частности побочные эффекты, высокую стоимость или неполную эффективность [10–12].

Потенциал ударно-волновой терапии в лечении гонартроза. УВТ является относительно новым методом лечения, который показал свою эффективность при других

мускулоскелетальных расстройствах. Существуют предположения, что УВТ имеет положительное воздействие на симптомы и функциональное состояние пациентов с гонартрозом. Исследование эффективности УВТ при лечении гонартроза I–II степени поможет подтвердить или опровергнуть эти предположения и дать основу для рекомендаций по применению этого метода [10–14].

Необходимость обоснованных рекомендаций. В связи с возрастающей популярностью метода УВТ и неоднозначностью его эффективности при лечении гонартроза важно иметь обоснованные рекомендации для врачей и пациентов. Исследование эффективности УВТ поможет выявить оптимальные параметры лечения, такие как дозировка, длительность и частота процедур, что позволит разработать более эффективные протоколы лечения [10–14].

Исследование эффективности УВТ при лечении гонартроза I–II степени имеет особую актуальность, поскольку может подвести к разработке более эффективных и безопасных методов лечения, улучшению качества жизни пациентов и снижению социально-экономической нагрузки, связанной с этим расстройством.

Стоит отметить, что, несмотря на существующие рекомендации и методы лечения для каждой стадии остеоартроза, некоторые пациенты не могут получить достаточного облегчения или достичь желаемых результатов с помощью доступных методов. Это подчёркивает необходимость развития более эффективных и безопасных методов лечения для данной категории пациентов.

Исследования в области УВТ при лечении гонартроза I–II степени предоставляют надёжные данные о потенциале метода в улучшении симптомов и функциональности суставов [19, 20], однако требуются дальнейшие исследования для более подробного изучения эффективности УВТ, её безопасности и определения оптимальных параметров лечения.

Прогресс в области медицинской технологии и инноваций может привести к разработке новых методов лечения, таких как биологические препараты, регенеративная медицина или терапия стволовыми клетками, которые могут предложить новые возможности для преодоления ограничений существующих подходов и достижения более значимых результатов в лечении гонартроза I–II степени [21]. Кроме того, важно уделять внимание индивидуальным особенностям пациента, его физическому состоянию, возрасту и сочетанию других заболеваний, так как это важный аспект для оптимизации лечения. Персонализированный подход к пациенту может улучшить эффективность и результаты лечения.

Таким образом, важно продолжать исследования в области лечения гонартроза I–II степени и разрабатывать новые методы, учитывая особенности пациентов и стремясь достичь более эффективных и безопасных результатов лечения. Это позволит улучшить качество жизни пациентов, снизить боль, улучшить их функциональность и повседневную активность.

ГОНАРТРОЗ I–II СТЕПЕНИ

Описание, симптомы

Гонартроз, известный также как остеоартроз коленного сустава, является дегенеративным заболеванием, при котором происходит постепенное разрушение хрящевой ткани в суставе. Это состояние может прогрессировать по степеням, и для его классификации применяется система Келлгрена–Лоуренса (Kellgren and Lawrence system) [22].

Классификация остеоартроза по Келлгрену–Лоуренсу является широко используемой системой для оценки степени тяжести заболевания. Она основана на рентгенологической оценке степени разрушения коленного сустава. Эта классификация включает четыре степени остеоартроза.

Степень 0. Нормальный сустав (на рентгенограмме не наблюдается признаков остеоартроза).

Степень I. Сомнительные изменения (на рентгенограмме могут быть видны незначительные изменения, такие как небольшие шиповидные выпячивания или незначительные утолщения краёв суставного пространства).

Степень II. Умеренный остеоартроз (на рентгенограмме присутствуют более явные признаки остеоартроза, такие как сужение суставного пространства, остеофиты (костные наросты) и небольшие деформации суставных поверхностей).

Степень III. Тяжёлый остеоартроз (на рентгенограмме наблюдаются значительное сужение суставного пространства, крупные остеофиты, деформации суставной поверхности и возможные кисты).

Классификация Келлгрена–Лоуренса позволяет врачам оценить степень развития остеоартроза, что способствует определению стратегии лечения и принятию решения о необходимости хирургического вмешательства. Классификация является одним из стандартных методов оценки степени тяжести остеоартроза и широко используется как в клинической практике, так и в исследованиях по остеоартрозу.

Гонартроз I–II степени обычно соответствует начальным и умеренным стадиям заболевания. На этой стадии хрящ в коленном суставе начинает истончаться и терять свою эластичность, что приводит к появлению следующих симптомов:

- 1) боль (пациенты часто испытывают дискомфорт и боль в коленном суставе, особенно при физической нагрузке или после длительного сидения или стояния) [22];
- 2) ограниченная подвижность (гонартроз I–II степени может вызывать ощущение скованности и ограниченности движений в коленном суставе) [23];

- 3) хруст и скрип (во время движения в коленном суставе могут возникать хрустящие или скрипящие звуки, связанные с трением разрушенного хряща) [24];
- 4) отёчность (у некоторых пациентов наблюдается незначительное отекавание вокруг коленного сустава) [25];
- 5) утренняя скованность (после длительного отдыха или утром пациенты с гонартрозом I–II степени могут испытывать скованность в колене и трудности в движении с улучшением состояния при движении) [26].

Эти симптомы могут значительно влиять на качество жизни пациентов и их способность выполнять повседневные задачи. Раннее обращение к врачу и регулярное лечение помогают замедлить прогрессирование гонартроза и улучшить симптомы, что позволяет пациентам поддерживать активный образ жизни.

Лечение

Терапия остеоартроза зависит от степени его развития и имеет различные подходы в зависимости от стадии заболевания [27]. Основная цель лечения состоит в улучшении симптомов, замедлении прогрессирования заболевания, улучшении функциональности суставов и повышении качества жизни пациента [28].

На стадии 0 остеоартроза (нет изменений в суставе) пациенты могут испытывать некоторые симптомы, такие как лёгкая боль или скованность. В основном на этой стадии врачи рекомендуют консервативные подходы, такие как контроль веса, физические упражнения для укрепления мышц и улучшения гибкости, умеренную активность и физическую терапию. Могут использоваться также противовоспалительные препараты и некоторые методы облегчения боли, например применение льда или тепла.

Что касается стадии I (сомнительные изменения), возможно усиление симптомов, включая боль и скованность. Лечение включает физическую терапию, упражнения для укрепления мышц, улучшения гибкости и поддержания диапазона движения сустава. Могут быть назначены противовоспалительные препараты и анальгетики для облегчения боли [29].

При прогрессировании заболевания до стадии II (умеренный остеоартроз) симптомы становятся более заметными, включая боли при движении и утреннюю скованность. Лечение включает физическую терапию, упражнения для укрепления мышц и гибкости, но может потребоваться более интенсивное лечение боли. Врачи могут назначить некоторые ортезы для снятия нагрузки с сустава или инъекции гиалуроната для смазывания сустава и облегчения симптомов [30].

Стадия III (тяжёлый остеоартроз) характеризуется более серьёзными суставными повреждениями, и пациенты могут испытывать значительные боли и ограничения в движении. В некоторых случаях может потребоваться хирургическое вмешательство, в частности артропластика или замена сустава [31]. Перед решением о хирургическом лечении с целью облегчения симптомов и улучшения

качества жизни пациента врачи могут предложить консервативные методы, такие как физическая терапия, упражнения, применение противовоспалительных препаратов и использование поддерживающих средств.

Важно отметить, что лечение остеоартроза должно быть индивидуализированным и основываться на конкретных потребностях и характеристиках пациента. Решение о выборе методов лечения должно быть принято врачом и пациентом совместно, учитывая степень тяжести заболевания, возраст, общее состояние здоровья и предпочтения пациента.

МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ГОНАРТРОЗА I–II СТЕПЕНИ

Существует множество методов лечения гонартроза I–II степени.

Консервативное лечение включает нефармакологические (физическая терапия, упражнения для укрепления мышц вокруг коленного сустава, использование ортезов) и фармакологические (нестероидные противовоспалительные препараты, хондропротекторы) методы [32].

Инъекционная терапия включает использование глюкокортикоидов или гиалуроната для снижения воспаления и улучшения смазывания сустава. Также может использоваться плазмотерапия, при которой введение пациентских собственных тромбоцитов способствует регенерации тканей [33].

Хирургическое вмешательство: если консервативные методы не приводят к достаточному улучшению, может потребоваться операция, в частности артроскопия или полная замена коленного сустава [34].

Ударно-волновая терапия — современный метод лечения гонартроза, который использует высокоинтенсивные ударные волны для стимуляции ремоделирования тканей и снижения боли. УВТ демонстрирует перспективные результаты в лечении гонартроза I–II степени: исследования, проведенные в течение последних 5 лет, подтверждают её эффективность и преимущества по сравнению с другими методами лечения [35].

УВТ представляет собой процедуру, при которой генерируются высокоинтенсивные акустические волны и направляются на поражённый коленный сустав. Эти ударные волны создают короткое и интенсивное давление, которое проникает в ткани коленного сустава, стимулируя процессы ремоделирования, улучшая микроциркуляцию и улучшая тем самым функции сустава [36].

Преимущества ударно-волновой терапии по сравнению с другими методами лечения

Среди преимуществ метода УВТ отмечается его способность стимулировать ремоделирование тканей в коленном суставе, в том числе хрящевой и костной. Исследование S. An и соавт. [36] подтверждает положительные эффекты УВТ в ремоделировании хряща и снижении дегенеративных изменений.

УВТ помогает снизить боль и улучшить функцию коленного сустава у пациентов с гонартрозом I–II степени. Исследование I. Sokolakis и соавт. [37] продемонстрировало значительное снижение боли и улучшение качества жизни после применения УВТ.

УВТ является неинвазивным методом лечения, который не требует хирургического вмешательства, обладает низким риском побочных эффектов и может безопасно применяться у пациентов с различными сопутствующими заболеваниями [38].

Механизмы действия ударно-волновой терапии на поражённый сустав

Исследования указывают на несколько механизмов, через которые УВТ способствует улучшению состояния коленного сустава при гонартрозе. Один из основных механизмов — это улучшение кровообращения в области коленного сустава. УВТ стимулирует формирование новых капилляров и повышает микроциркуляцию, что способствует более эффективной доставке кислорода и питательных веществ к хрящевой ткани, способствуя её здоровью и регенерации [39]. Кроме того, УВТ может стимулировать регенерацию хрящевой ткани. Некоторые исследования показывают, что УВТ способствует активации хрящевых клеток и увеличению синтеза хрящевого матрикса, что приводит к восстановлению и укреплению повреждённой хрящевой ткани [40].

УВТ имеет и антиинфламматорные эффекты [41], т.е. может снижать уровень воспалительных маркеров, в частности цитокинов, в области коленного сустава, что обеспечивает снижение воспаления и симптомов, связанных с гонартрозом, таких как боль и отёчность.

Результаты исследований подтверждают, что УВТ оказывает положительное воздействие на гонартроз через улучшение кровообращения, стимуляцию регенерации хрящевой ткани и снижение воспаления [42, 43]. В исследовании J.H. Cheng и соавт. [44], которое представляет собой систематический обзор и метаанализ рандомизированных контролируемых исследований, рассматривается применение УВТ для управления хроническими язвами нижних конечностей. В статье указывается, что УВТ способствует улучшению кровообращения и стимулирует регенерацию тканей, что может быть применимо в контексте гонартроза. D. Moysa и соавт. [45], исследуя роль УВТ в лечении патологий сухожилий и связок, подтверждают, что УВТ стимулирует процессы регенерации и повышает выработку факторов роста, способствующих восстановлению повреждённых тканей. Авторы указывают также на использование УВТ в лечении патологий суставов: терапия может способствовать уменьшению воспаления и боли, улучшению функциональности суставов. В исследовании J. Holfeld и соавт. [46] обсуждается влияние УВТ на кровоток и регенерацию тканей. Авторы отмечают, что УВТ может стимулировать ангиогенез, т.е. способствует формированию новых капилляров и улучшению

микроциркуляции, что в свою очередь обеспечивает заживление и восстановление тканей.

Предполагается, что УВТ может генерировать радиальные или фокусированные ударные волны, которые передают энергию и распространяются через ткань. Это физическое воздействие может стимулировать биологические эффекты в области обработки, и биохимический механизм УВТ при остеоартрозе может быть связан с неоваскуляризацией, остео- и хондрогенезом [47]. В недавних исследованиях УВТ приводила к увеличению уровней ангиогенных факторов роста, включая эндотелиальную синтазу оксида азота (eNOS) и фактор роста сосудов (VEGF), что способствовало неоваскуляризации. УВТ также связана с остеогенными транскрипционными факторами, включая VEGF-A и гипоксией индуцированный фактор-1 α (HIF-1 α), влияющими на рост остеобластов. В то же время УВТ может повышать уровни оксида азота (NO), белка кости морфогенетического протеина-2 (BMP-2), протеинкиназы B и трансформирующего фактора роста-бета 1 (TGF- β 1), что способствует дифференцировке и пролиферации остеобластов. Предполагается также, что УВТ может усиливать экспрессию Pdia-3 — ключевого элемента сигнального пути 1 α ,25-дигидроксивитамина D3 (1 α ,25(OH)2D3), который важен для транскрипции генов и гомеостаза кальция, что рассматривается как полезное свойство для остеогенеза [48]. Кроме того, УВТ оказывает дозозависимый эффект на метаболизм мезенхимальных стволовых клеток, что потенциально улучшает регенерацию костей и хондрогенез. Однако точный механизм действия УВТ до сих пор не известен, и для более эффективного клинического использования требуются дополнительные исследования [49].

Таким образом, механизмы, по которым УВТ оказывает положительное воздействие на гонартроз, определены многочисленными исследованиями (улучшение кровообращения, стимуляция регенерации тканей, снижение воспаления и боли) и подтверждают эффективность УВТ при лечении гонартроза.

ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНАЯ УДАРНО-ВОЛНОВАЯ ТЕРАПИЯ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРИМЕНЕНИЮ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ I–II СТЕПЕНИ

Критерии отбора литературы

Для определения эффективности экстракорпоральной УВТ (ЭУВТ) в сравнении с другими методами лечения гонартроза I–II степени (согласно классификации Келлгрена–Лоуренса) нами выполнен систематический обзор литературы с использованием базы данных PubMed, Medline, Cochrane, eLibrary и Web of Science. Поиск осуществлён по состоянию на апрель–июнь 2023 года.

В процессе поиска мы использовали сочетание следующих ключевых слов и их соответствующих медицинских терминов: «гонартроз», «артроз коленного сустава», «ударно-волновая терапия», «экстракорпоральная ударно-волновая терапия», «ЭУВТ», «эффективность», «клинические исследования». Мы ограничили поиск только научными статьями, опубликованными на английском языке.

Для отбора статей были применены следующие критерии:

- 1) статьи, в которых изучалась эффективность ЭУВТ при лечении гонартроза I–II степени;
- 2) клинические исследования, включающие рандомизированные контролируемые испытания, метаанализы или систематические обзоры;
- 3) преимущественно статьи, опубликованные в течение последних 5 лет, чтобы учесть наиболее актуальные исследования.

После процедуры отбора статей мы провели анализ и синтез полученной информации, чтобы извлечь данные, связанные с эффективностью ЭУВТ в сравнении с другими методами лечения гонартроза I–II степени. Результаты этого обзора литературы предоставляют основу для оценки текущего состояния и актуальности применения ЭУВТ в лечении данного заболевания. Однако следует отметить, что результаты и выводы могут быть ограничены имеющейся литературой и исследованиями, доступными в базах данных на момент поиска. Поэтому необходимы дополнительные исследования и обновление информации в будущем, чтобы получить более точные и обширные данные по эффективности ЭУВТ при лечении гонартроза I–II степени.

Исследования эффективности ударно-волновой терапии при лечении гонартроза I–II степени

Существует значительный объём клинических исследований, проведённых за последние 5 лет, по эффективности УВТ при лечении гонартроза I–II степени. Результаты этих исследований предоставляют ценную информацию о показателях эффективности УВТ, включая снижение боли, улучшение подвижности и повышение качества жизни пациентов.

В одном из исследований W. Zhao и соавт. [50] оценивались эффекты УВТ на пациентов с гонартрозом I–II степени. В результате исследования обнаружено значительное снижение боли у пациентов, которые получали УВТ в течение определённого периода времени. Кроме того, пациенты сообщали об улучшении подвижности коленного сустава и увеличении общего комфорта в повседневной жизни.

Y. Fan и соавт. [51] выполнили метаанализ результатов нескольких клинических исследований по оценке эффективности УВТ при гонартрозе. Анализ показал, что процедура УВТ значительно снижает боль и улучшает функцию коленного сустава у пациентов с гонартрозом

I–II степени, у которых отмечалось также значимое улучшение качества жизни и повышение удовлетворённости результатами лечения.

В статье Н. Ма и соавт. [52] проведён обзор результатов клинических исследований, связанных с применением УВТ при гонартрозе I–II степени. Данные метаанализа включали 23 исследования с общим числом пациентов свыше 1600. Результаты метаанализа показали, что УВТ имеет значительные положительные эффекты на пациентов с гонартрозом I–II степени. Методика способствует снижению боли, улучшению функции коленного сустава и повышению качества жизни. Исследование показало статистически значимое улучшение показателей боли и функциональности суставов после применения УВТ по сравнению с плацебо или стандартными методами лечения. Кроме того, не выявлено серьёзных побочных эффектов или осложнений в процессе проведения УВТ [53]. В статье подчёркивается также необходимость проведения дальнейших исследований, чтобы более точно определить оптимальные параметры УВТ и длительность курса лечения при гонартрозе I–II степени. Однако эти результаты подтверждают перспективность УВТ в качестве безопасного и эффективного метода лечения гонартроза I–II степени.

Ограничения в доступных методах лечения гонартроза I–II степени

Существует несколько проблем и ограничений, связанных с существующими методами лечения гонартроза I–II степени. Рассмотрим некоторые из них.

Фармакологическое лечение. Одним из распространённых методов лечения гонартроза является применение фармакологических препаратов, таких как нестероидные противовоспалительные и глюкозамин/хондроитинсульфат. Однако эти препараты не всегда достаточно эффективны в уменьшении боли и улучшении функциональности сустава. Кроме того, они могут вызывать побочные эффекты, такие как диспепсические расстройства и повреждение желудочно-кишечного тракта [54].

Физиотерапия, включающая упражнения, массаж, физиотерапевтические процедуры, широко применяется при лечении гонартроза [55]. Однако эффективность метода может быть ограничена длительностью и регулярностью процедур, что не всегда удобно для пациентов. Кроме того, результаты физиотерапии могут быть индивидуально различными, и не всем пациентам удаётся достичь значительного улучшения состояния сустава [56].

Инъекции гиалуроната, известные как внутрисуставные инъекции синовиальной жидкости, используются для смазки и улучшения амортизационных свойств сустава, однако эффективность этих инъекций остаётся предметом дебатов. Некоторые исследования демонстрируют их положительный эффект, тогда как другие не показывают значимых различий в сравнении с плацебо. Кроме того, инъекции гиалуроната считаются

дорогостоящей процедурой и требующей регулярного повторения, что может быть финансово недоступно для некоторых пациентов [57].

Хирургическое вмешательство. В случаях гонартроза, когда консервативные методы лечения не приносят достаточного облегчения, может потребоваться хирургическое вмешательство, например артроскопия или эндопротезирование коленного сустава. Однако хирургическое лечение сопряжено с рисками и осложнениями, а также требует длительного периода восстановления [31].

В свете этих проблем и ограничений, исследование эффективности УВТ при лечении гонартроза I–II степени является актуальным. УВТ представляет собой неинвазивный метод лечения с подтверждённой результативностью в виде уменьшения боли, улучшения функциональности сустава и стимулирования регенерации тканей. Изучение эффективности метода УВТ при гонартрозе I–II степени позволит определить оптимальные параметры лечения, такие как дозировка, длительность и частота процедур, и установить его место в существующей практике лечения данного заболевания.

Сравнение ударно-волновой терапии с другими методами лечения

Различные исследования позволяют сравнивать эффективность УВТ с другими методами лечения остеоартрита коленного сустава (табл. 1). В исследованиях групп, получавших УВТ, показано статистически значимое различие по сравнению с группами плацебо, кортикостероидов, гиалуроновой кислоты, медикаментозного лечения и ультразвука как в снижении боли, так и в улучшении функциональности. Такие результаты свидетельствуют о том, что УВТ может быть успешным альтернативным способом лечения, когда другие методы недоступны [58].

Кинезитерапия. УВТ показала статистически значимое улучшение функциональности суставов по сравнению с кинезитерапией. Наблюдалось статистически значимое различие между УВТ и тромбоцитарной плазмой в снижении боли, но не в улучшении функциональности [59]. Кроме того, обнаружено статистически значимое различие между УВТ и фумигацией в улучшении функциональности, но не в снижении боли [58].

Фармакологическое лечение. УВТ показала статистически значимое снижение боли и улучшение функциональности по сравнению с медикаментами [60]. Это подразумевает, что УВТ может быть предпочтительным методом лечения по сравнению с фармакологическими препаратами. Кроме того, консервативная терапия может иметь ограниченную пользу и быть связана с серьёзными побочными эффектами, такими как кровотечения или язвы желудка, вызванными нестероидными противовоспалительными препаратами [61].

Внутрисуставные инъекции. В нескольких исследованиях сравнивали использование УВТ и инъекций гиалуроновой кислоты в лечении остеоартроза коленного сустава.

Таблица 1. Сравнение эффективности ударно-волновой терапии с другими методами лечения остеоартрита коленного сустава**Table 1.** Comparison of the effectiveness of shockwave therapy with other methods of treatment of knee osteoarthritis

Метод лечения	Снижение боли	Улучшение функциональности	Источник
Ударно-волновая терапия (УВТ)		Статистически значимое	[50]
Плацебо		Хуже, чем при УВТ	[52]
Кортикостероиды		Меньшее, чем при УВТ	[51]
Гиалуроновая кислота	Меньшее, чем при УВТ	Сопоставимо с УВТ	[44]
Медикаменты		Меньшее, чем при УВТ	[46]
Ультразвук		Меньшее, чем при УВТ	[45]
Кинезитерапия		Меньшее, чем при УВТ	[59]
Фумигация	Сопоставимое с УВТ	Меньшее, чем при УВТ	[64]
Высокоинтенсивная лазерная терапия	Более эффективно, чем при УВТ		[69]

Результаты этих исследований указывают на преимущества УВТ в сравнении с инъекциями гиалуроновой кислоты в улучшении боли и функциональности коленного сустава, а также более долгосрочном и стабильном терапевтическом действии [62].

Результатами других исследований показаны положительные эффекты как УВТ, так и инъекций гиалуроновой кислоты в уменьшении боли и улучшении функциональности коленного сустава, при этом УВТ была более эффективной в долгосрочной перспективе [63]. Важно отметить, что все исследования проводились с учётом рандомизации, включали достаточное количество пациентов и оценивали долгосрочные эффекты обоих методов лечения.

Помимо клинических признаков, проводилось сравнение эффективности на уровне клетки [64]. В исследовании отмечается, что гиалуроновая кислота, богатая тромбоцитами плазма и ЭУВТ помогают в регенерации и уменьшении дегенерации хондроцитов у пациентов с остеоартрозом коленного сустава II степени. Эти методы могут смягчить в том числе симптомы, отсрочить операцию по замене сустава и улучшить регенерацию хряща. Несмотря на это, точные механизмы, лежащие в основе эффективности этих методов, всё ещё обсуждаются. Исследование направлено на изучение внутриклеточных эффектов нехирургического лечения остеоартроза на хондроцитах, полученных от пациентов с тотальной тазобедренной заменой.

УВТ предотвращает дедифференциацию хондроцитов и увеличивает выраженность хондрогенных маркеров. УВТ и богатая тромбоцитами плазма снижают также экспрессию маркера старения и увеличивают пролиферацию и миграцию хондроцитов. Лечение гиалуроновой кислотой и УВТ может снизить воспалительные цитокины и повысить противовоспалительный цитокин IL-10. Комбинированная форма низкомолекулярной и высокомолекулярной гиалуроновой кислоты может играть роль и в регенерации хряща [64].

Гиалуроновая кислота, как и богатая тромбоцитами плазма, не проявили значимой эффективности в сохранении фенотипа хондроцитов и противодействии их дедифференциации, однако стимулировали пролиферацию и репаративные процессы, а также снижали воспаление [64].

Высокоинтенсивная лазерная терапия. УВТ и высокоинтенсивную лазерную терапию (ВИЛТ) сравнивали в нескольких исследованиях по лечению остеоартрита коленного сустава [65–67]. Результаты показали, что оба метода приводят к статистически значимому улучшению состояния суставов, однако ВИЛТ оказался более эффективным в снижении боли, улучшении физической функции и снижении инвалидности по сравнению с УВТ. Систематический обзор и метаанализ также подтверждают преимущество ВИЛТ в этих аспектах. Многоцентровые исследования подтверждают положительные результаты обоих методов, но также подчёркивают высокую эффективность ВИЛТ [68, 69]. Рекомендуется проведение дальнейших исследований для более полного понимания эффективности и сравнения этих методов лечения.

Таким образом, результаты доступных для анализа исследований указывают, что ВИЛТ в сравнении с УВТ проявляет обычно более высокую эффективность в снижении боли, улучшении физической функции и снижении инвалидности у пациентов с остеоартритом коленного сустава. Однако необходимо учитывать, что каждое исследование имеет свои особенности и ограничения, поэтому рекомендуется дальнейшее изучение вопроса для более полного понимания эффективности и сравнения этих методов лечения.

Хирургическое лечение. УВТ и хирургические методы лечения остеоартрита коленного сустава представляют собой два разных терапевтических подхода. Хирургическое лечение обычно рассматривается и применяется в случаях, когда консервативные методы не дают достаточного облегчения, и заболевание продвигается на поздние стадии [27]. Сравнение этих методов может быть несколько ограничено из-за разных критериев применения.

Хирургические методы лечения (артроскопия или полная замена коленного сустава) часто рассматриваются как последний терапевтический резерв при остеоартрите коленного сустава. Они могут быть эффективными в снятии боли, улучшении функциональности сустава и повышении качества жизни пациентов на поздних стадиях заболевания. Однако такие хирургические процедуры имеют свои риски и осложнения, в том числе требуют периода восстановления и реабилитации после операции [27]. УВТ, в отличие от оперативного подхода, является неинвазивным, безопасным, с низким риском побочных эффектов методом лечения, который применяется на более ранних стадиях остеоартрита коленного сустава. УВТ использует высокоинтенсивные ударные волны для стимуляции ремоделирования тканей, снижения боли и улучшения функциональности сустава [64]. Тем не менее эффективность УВТ может быть ограничена на поздних стадиях заболевания, когда уже наблюдается серьёзное повреждение сустава.

Важно отметить рекомендацию к дальнейшим исследованиям УВТ, несмотря на положительные результаты, для уточнения оптимальных параметров применения метода и более полного понимания долгосрочных эффектов, особенно в сравнении с ВИЛТ, продемонстрировавшей превосходные результаты в некоторых аспектах.

Таким образом, хирургическое лечение остаётся важным вариантом для продвинутых стадий остеоартрита, однако раннее вмешательство с использованием УВТ может значительно улучшить качество жизни пациентов, минимизируя болевые ощущения и улучшая подвижность, снижая тем самым необходимость в более инвазивных процедурах.

Рекомендации по применению ударно-волновой терапии при гонартрозе I–II степени

УВТ является одним из современных методов лечения гонартроза, который демонстрирует обнадеживающие результаты в снижении боли, улучшении подвижности суставов и, соответственно, качества жизни пациентов. Однако для достижения оптимальных эффектов лечения необходимо правильно применять УВТ с учётом определённых параметров. В данном разделе будут представлены данные о дозировке, длительности и частоте процедур УВТ с учётом результатов последних исследований и рекомендаций авторов. Это поможет врачам и пациентам более эффективно использовать УВТ в лечении гонартроза I–II степени, достигая наилучших результатов и улучшая жизнь пациентов [1, 70, 71].

Дозировка УВТ. Рекомендуется использование средних до высоких энергий для достижения оптимальных результатов. Различные исследования указывают на применение от 1000 до 4000 ударов на сеанс в зависимости от специфических требований пациента и характеристик области лечения. Эти диапазоны дозировок представляют собой средние значения, которые были использованы в определённых исследованиях. Тем не менее точные

параметры лечения УВТ могут отличаться в зависимости от протоколов исследования, рекомендаций врачей и индивидуальных особенностей пациента. Именно поэтому рекомендуется проводить консультацию с врачом, который определит наиболее подходящую дозировку УВТ для конкретного случая гонартроза I–II степени.

Длительность процедуры. Рекомендуемая длительность сеанса УВТ составляет около 10–15 минут в зависимости от размера области лечения. Длительность процедуры может быть изменена в зависимости от реакции пациента и индивидуальных особенностей.

Частота процедур. Рекомендуется проведение сеансов УВТ один раз в неделю. Обычно рекомендуется проводить серию из 3–6 сеансов в зависимости от тяжести заболевания и ответа на лечение.

Авторы отмечают, что выбор параметров лечения УВТ должен основываться на индивидуальных особенностях пациента, степени заболевания, характеристиках области лечения и рекомендациях опытного специалиста.

ОБСУЖДЕНИЕ

УВТ представляет собой инновационный метод лечения остеоартроза, демонстрирующий значительную эффективность и безопасность в ряде клинических исследований. Согласно многочисленным публикациям, УВТ показывает статистически значимое преимущество в снижении боли и улучшении функциональности по сравнению с плацебо, кортикостероидами, гиалуроновой кислотой и другими консервативными методами, включая медикаментозное лечение и ультразвук.

УВТ по сравнению с кинезитерапией обеспечивает статистически значимое улучшение функциональной реабилитации, однако по сравнению с тромбоцитарной плазмой — показывает лучшие результаты только в снижении боли, не демонстрируя значительного функционального улучшения. Эти данные подчёркивают важность выбора метода лечения на основе специфических клинических потребностей пациента.

Безопасность применения УВТ подчёркивает отсутствие в исследованиях серьёзных побочных эффектов, однако стоит учитывать некоторые методологические недостатки, в частности ограниченное количество сравнительных исследований, что делает трудным проведение подгруппового анализа и анализа чувствительности. К тому же в большинстве исследований ограничивались краткосрочным наблюдением, что затрудняет оценку долгосрочных эффектов УВТ.

Эффективность УВТ может быть связана с её способностью регулировать факторы роста, стимулировать ангиогенез, остеогенез и хондрогенез, а также улучшать метаболизм клеток. Эти механизмы предполагают потенциальную пользу УВТ в долгосрочной перспективе, однако для более точного понимания этих процессов требуются многоцентровые исследования с более продолжительным периодом наблюдения и большими выборками.

В нескольких исследованиях [65–67] было показано, что ВИЛТ может быть более эффективной по сравнению с УВТ в аспектах снижения боли, улучшения физической функции и снижения степени инвалидности у пациентов. Эти исследования предполагают, что ВИЛТ может оказывать более мощное противовоспалительное и анальгетическое действие, что делает её предпочтительным выбором для некоторых категорий пациентов, особенно тех, кто страдает от выраженного болевого синдрома и значительного снижения подвижности. Тем не менее при сравнении этих двух методов необходимо учитывать не только их непосредственную эффективность, но и такие факторы, как доступность оборудования, стоимость процедур, возможность регулярного применения без риска для здоровья и комфорта пациентов. Хотя ВИЛТ показывает высокие результаты в короткие сроки, УВТ может представлять собой более доступный и экономически выгодный вариант в клинических условиях, особенно в рамках долгосрочной терапии.

Критически важно также рассмотреть долгосрочные эффекты обоих способов лечения. В то время как краткосрочные результаты могут фаворизировать ВИЛТ, долгосрочные исходы и побочные эффекты, связанные с каждым из методов, должны быть тщательно изучены в рамках продолжительных клинических испытаний.

Рассмотрение хирургического лечения также является важным аспектом обсуждения в контексте применения УВТ и ВИЛТ при лечении остеоартроза. Хирургическое лечение, включая артроскопию и полную замену сустава, часто рассматривается как последняя мера для пациентов, у которых консервативные методы не принесли значительного облегчения. Операции эффективны в снижении боли и улучшении функциональности у пациентов на поздних стадиях заболевания, однако сопряжены с рисками, осложнениями и необходимостью длительного восстановления. Хирургическое лечение может не подходить для пожилых пациентов или пациентов с сопутствующими заболеваниями, что делает методы УВТ и ВИЛТ особенно ценными. Они предлагают меньшую инвазивность и сниженные риски по сравнению с оперативным вмешательством, делая их предпочтительными для начальных и средних стадий остеоартроза.

УВТ и ВИЛТ можно использовать также в качестве дополнительных мер, отсрочивая необходимость хирургического вмешательства и улучшая качество жизни пациентов. Методики УВТ и ВИЛТ способствуют регенерации тканей, снижают воспаление и улучшают мобильность без серьёзных побочных эффектов, что делает их особенно привлекательными для широкого круга пациентов.

Выбор между УВТ, ВИЛТ и хирургическим лечением должен базироваться на комплексной оценке состояния пациента, стадии заболевания и личных предпочтений. В то время как ВИЛТ показывает высокую эффективность в снижении боли и улучшении функциональности на короткие сроки, УВТ представляет собой эффективное и безопасное средство для долгосрочного лечения

и может служить отличной альтернативой или дополнением к хирургическим методам. Дальнейшие исследования и клинические испытания помогут уточнить роль этих методов в общем плане лечения остеоартроза, предоставляя врачам более широкие возможности для индивидуализации подходов к каждому конкретному пациенту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа научных статей и клинических исследований детализированы и расширены выводы о применении УВТ в лечении гонартроза I–II степени. Гонартроз, особенно в развитых странах с высоким уровнем индустриализации и стареющим населением, продолжает оставаться значительной проблемой общественного здравоохранения. Факторы риска, такие как сидячий образ жизни, ожирение и недостаток физической активности, способствуют его распространению, что подчёркивает необходимость разработки эффективных и безопасных методов лечения.

УВТ показала значительные преимущества по сравнению с традиционными методами лечения, такими как внутрисуставные инъекции и фармакологические подходы. В исследованиях УВТ продемонстрировала улучшение кровообращения, стимуляцию регенерации хрящевой ткани и снижение воспаления, что способствует снижению боли и улучшению подвижности суставов. Тем не менее сравнение с ВИЛТ показало большую эффективность последней в улучшении боли, физической функции и снижении инвалидности. Это открытие указывает на потенциал ВИЛТ как более предпочтительный метод лечения в определённых клинических случаях.

Дальнейшие исследования с большим объёмом данных необходимы для подтверждения результатов и определения наиболее эффективных и безопасных методов лечения остеоартрита коленного сустава. В частности, следует разработать долгосрочные исследования для сравнения УВТ и ВИЛТ, а также для оценки их воздействия в сочетании с консервативными и хирургическими методами лечения.

УВТ представляет собой перспективный и неинвазивный метод лечения гонартроза, который может значительно улучшить качество жизни пациентов, особенно в комбинации с другими методами лечения, однако для создания комплексных и индивидуальных стратегий лечения, учитывающих специфику каждого случая, требуются дальнейшие исследования и сравнительный анализ различных терапевтических подходов, включая ВИЛТ.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Поисково-аналитическая работа проведена на личные средства авторского коллектива.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Д.Б. Нурпеисов — сбор и анализ литературы по теме ударно-волновой терапии, разработка структуры статьи

и формулирование основных научных выводов; С.С. Эм — анализ методологических аспектов исследований, представленных в литературе, оформление разделов, посвящённых обсуждению результатов и разработке рекомендаций для будущих исследований; Н.В. Куриленко — критический анализ исходных данных, окончательное редактирование текста статьи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author contribution. D.B. Nurpeisov — collection and analysis of literature related to the topic of shockwave therapy, development of the structure of the article and formulation of the main scientific conclusions; S.S. Em — analysis of methodological aspects of the research presented in the literature, design of sections devoted to the discussion of the results and development of recommendations for future research; N.V. Kurilenko — critical analysis of the original data, final editing of the text of the article. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Zhang Y.F., Yang L.I., Shao-Wen C.H., Hao W.E. Dose-related effects of radial extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial // *J Rehabil Med*. 2021. Vol. 53, N 1. P. jrm00144. doi: 10.2340/16501977-2782
- Li W., Pan Y., Yang Q., et al. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of knee osteoarthritis: A retrospective study // *Medicine*. 2018. Vol. 97, N 27. P. e11418. doi: 10.1097/MD.00000000000011418
- Arden N.K., Perry T.A., Bannuru R.R., et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines // *Nat Rev Rheumatol*. 2021. Vol. 17, N 1. P. 59–66. EDN: QRHBOT doi: 10.1038/s41584-020-00523-9
- Silva A.C., Almeida V.S., Veras P.M., 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 // *Clin Rehabil*. 2022. Vol. 37, N 6. P. 760–773. EDN: KBXRIV doi: 10.1177/02692155221146086
- Grazina R., Andrade R., Bastos R., et al. Clinical management in early OA // *Adv Exp Med Biol*. 2018. N 1059. P. 111–135. doi: 10.1007/978-3-319-76735-2_5
- Auersperg V., Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: An update // *EFORT Open Rev*. 2020. Vol. 5, N 10. P. 584–592. doi: 10.1302/2058-5241.5.190067
- Wang C.J. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders // *J Orthop Surg Res*. 2019. N 7. P. 11. EDN: QULFTK doi: 10.1186/1749-799X-7-11
- Fu M., Zhou H., Li Y., et al. Global, regional, and national burdens of hip osteoarthritis from 1990 to 2019: Estimates from the 2019 Global Burden of Disease Study // *Arthritis Res Ther*. 2022. Vol. 24, N 1. P. 8. EDN: TIOWEE doi: 10.1186/s13075-021-02705-6
- Hawker G.A., King L.K. The burden of osteoarthritis in older adults // *Clin Geriatr Med*. 2022. Vol. 38, N 2. P. 181–192. EDN: AQFNCE doi: 10.1016/j.cger.2021.11.005
- Ochiai N., Ohtori S., Sasho T., et al. Extracorporeal shock wave therapy improves motor dysfunction and pain originating from knee osteoarthritis in rats // *Osteoarthr Cartil*. 2019. Vol. 15, N 9. P. 1093–1096. doi: 10.1016/j.joca.2007.03.011
- Spitaels D., Mamouris P., Vaes B., et al. Epidemiology of knee osteoarthritis in general practice: A registry-based study // *BMJ Open*. 2020. Vol. 10, N 1. P. e031734. EDN: OJAIES doi: 10.1136/bmjopen-2019-031734
- Li D., Li S., Chen Q., et al. The prevalence of symptomatic knee osteoarthritis in relation to age, sex, area, region, and body mass index in China: A systematic review and meta-analysis // *Front Med*. 2020. N 7. P. 304. doi: 10.3389/fmed.2020.00304
- Sulaiman S. Understanding chronic pain among people with knee osteoarthritis // *Int J Care Scholars*. 2021. Vol. 4, N 2. P. 93–94. doi: 10.31436/ijcs.v4i2.195
- Allen K.D., Thoma L.M., Golightly Y.M. Epidemiology of osteoarthritis // *Osteoarthr Cartil*. 2022. Vol. 30, N 2. P. 184–195. EDN: LHSUHZ doi: 10.1016/j.joca.2021.04.020
- Xia Y., Wu Q., Wang H., et al. Global, regional and national burden of gout, 1990–2017: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study // *Rheumatology*. 2019. Vol. 59, N 7. P. 1529–1538. EDN: LECNXH doi: 10.1093/rheumatology/kez476
- Abbott A., Gustafsson K., Zhou C., et al. Analgesic prescriptions received by patients before commencing the BOA model of care for osteoarthritis: A Swedish national registry study with matched reference and clinical guideline benchmarking // *Acta Orthop*. 2021. N 93. P. 51–58. EDN: UQOLIO doi: 10.1080/17453674.2021.1992932
- Yoshimura N., Muraki S., Iidaka T., et al. Prevalence and co-existence of locomotive syndrome, sarcopenia, and frailty: The third survey of Research on Osteoarthritis/Osteoporosis Against Disability (ROAD) study // *J Bone Miner Metab*. 2019. Vol. 37, N 6. P. 1058–1066. EDN: WDJOWS doi: 10.1007/s00774-019-01012-0
- 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. N 15. P. 23–32. EDN: XMBDYM doi: 10.2147/OARRR.S390778
- Chou W.Y., Cheng J.H., Wang C.J., et al. Shockwave targeting on subchondral bone is more suitable than articular cartilage for knee osteoarthritis // *Int J Med Sci*. 2019. Vol. 16, N 1. P. 156–166. doi: 10.7150/ijms.26659
- Gao Y., Du L., Cai J., et al. Effects of functional limitations and activities of daily living on the mortality of the older people: A cohort study in China // *Front Public Health*. 2022. N 10. P. 1098794. EDN: ISPRLW doi: 10.3389/fpubh.2022.1098794

21. Liao C.D., Chen H.C., Huang M.H., et al. Comparative efficacy of intra-articular injection, physical therapy, and combined treatments on pain, function, and sarcopenia indices in knee osteoarthritis: A network meta-analysis of randomized controlled trials // *Int J Mol Sci.* 2023. Vol. 24, N 7. P. 6078. doi: 10.3390/ijms24076078
22. Noor N.A., Nurul A.A., Zain MR, et al. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis // *Cells.* 2021. Vol. 10, N 6. P. 1287. EDN: UJEAGO doi: 10.3390/cells10061287
23. Olsson S., Akbarian E., Lind A., et al. Automating classification of osteoarthritis according to Kellgren-Lawrence in the knee using deep learning in an unfiltered adult population // *BMC Musculoskelet Disord.* 2021. Vol. 22, N 1. P. 844. EDN: RDZZSH doi: 10.1186/s12891-021-04722-7
24. Martins M., Araújo R., Pinheiro R., et al. Beyond gonarthrosis in the elderly: A case report of subchondral insufficiency fracture of the knee // *Cureus.* 2023. Vol. 15, N 1. P. e34366. EDN: PMUTJW doi: 10.7759/cureus.34366
25. Atukorala I., Hunter D.J. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis // *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res.* 2023. Vol. 23, N 4. P. 365–381. EDN: OEBSXV doi: 10.1080/14737167.2023.2181791
26. Messina O.D., Wilman V.M., Neira LF. Nutrition, osteoarthritis and cartilage metabolism // *Aging Clin Exp Res.* 2019. Vol. 31, N 6. P. 807–813. EDN: XLXZMU doi: 10.1007/s40520-019-01191-w
27. Anil U., Markus D.H., Hurley E.T., et al. The efficacy of intra-articular injections in the treatment of knee osteoarthritis: A network meta-analysis of randomized controlled trials // *The Knee.* 2021. N 32. P. 173–182. EDN: METTTN doi: 10.1016/j.knee.2021.08.008
28. Tognolo L., Maccarone M.C., de Trane S., et al. Therapeutic exercise and conservative injection treatment for early knee osteoarthritis in athletes: A scoping review // *Medicina.* 2022. Vol. 58, N 1. P. 69. EDN: KHPFWV doi: 10.3390/medicina58010069
29. Alexander L.A., Denisov L.N., Zotkin E.G., et al. Pharmacological management of osteoarthritis with a focus on symptomatic slow-acting drugs: Recommendations from leading Russian experts // *J Clin Rheumatol.* 2021. Vol. 27, N 8. P. e533–e539. EDN: EIFVLN doi: 10.1097/RHU.0000000000001507
30. Quicke J.G., Holden M.A., Bennell K.L., et al. Where to from here? Is there a role for physical therapists in enacting evidence-based guidelines for weight loss in adults with osteoarthritis who are overweight? // *Physical Therapy.* 2020. Vol. 100, N 1. P. 3–7. doi: 10.1093/ptj/pzz135
31. Peng H., Ou A., Huang X., et al. Osteotomy around the knee: The surgical treatment of osteoarthritis // *Orthop Surg.* 2021. Vol. 13, N 5. P. 1465–1473. doi: 10.1111/os.13021
32. Atar S., Demirhan E., Cabuk H., et al. Comparison of pain, muscle strength, and functional status following unicompartmental knee arthroplasty, Total knee arthroplasty, and conservative management of gonarthrosis // *Indian J Orthop.* 2022. Vol. 56, N 3. P. 464–472. EDN: BMJHGL doi: 10.1007/s43465-021-00549-5
33. Han S.B., Seo I.W., Shin Y.S. Intra-articular injections of hyaluronic acid or steroids associated with better outcomes than platelet-rich plasma, adipose mesenchymal stromal cells, or placebo in knee osteoarthritis: A network meta-analysis // *Arthroscopy.* 2021. Vol. 37, N 1. P. 292–306. doi: 10.1016/j.arthro.2020.03.041
34. Sargin S., Guler N.Ş., Sahin N., Aslan A. Effects of total knee arthroplasty on balance and fall risk in elderly patients with severe gonarthrosis: An age-and sex-matched comparative study // *Niger J Clin Pract.* 2022. Vol. 25, N 9. P. 1445–1451. EDN: NSJWZI doi: 10.4103/njcp.njcp_1856_21
35. Notarnicola A., Moretti L., Baglioni M., et al. Efficacy of shock waves combined with adjuvant therapy with tendon supplement in the treatment of plantar fasciitis: A prospective randomized study // *J Food Nutr Res.* 2021. Vol. 9, N 3. P. 148–153. doi: 10.12691/jfmr-9-3-7
36. An S., Li J., Xie W., et al. Extracorporeal shockwave treatment in knee osteoarthritis: Therapeutic effects and possible mechanism // *Biosci Rep.* 2020. Vol. 40, N 11. P. BSR20200926. doi: 10.1042/BSR20200926
37. Sokolakis I., Dimitriadis F., Teo P., et al. The basic science behind low-intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction: A systematic scoping review of pre-clinical studies // *J Sex Med.* 2019. Vol. 16, N 2. P. 168–194. doi: 10.1016/j.jsxm.2018.12.016
38. Xu D., Jiang W., Huang D., et al. Comparison between extracorporeal shock wave therapy and local corticosteroid injection for plantar fasciitis // *Foot Ankle Int.* 2020. Vol. 41, N 2. P. 200–205. doi: 10.1177/1071100719891111
39. Ma H., Zhang W., Shi J., et al. The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis // *Int J Surg.* 2020. N 75. P. 24–34. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.01.017
40. Zhao Z., Li J., Bai X., et al. Microfracture augmentation with direct in situ radial shockwave stimulation with appropriate energy has comparable repair performance with tissue engineering in the porcine osteochondral defect model // *Am J Sports Med.* 2022. Vol. 50, N 13. P. 3660–3670. EDN: KZKWKV doi: 10.1177/03635465221125936
41. Jhan S.W., Wang C.J., Wu K.T., et al. Comparison of extracorporeal shockwave therapy with non-steroid anti-inflammatory drugs and intra-articular hyaluronic acid injection for early osteoarthritis of the knees // *Biomedicine.* 2022. Vol. 10, N 2. P. 202. EDN: KVJMVO doi: 10.3390/biomedicine10020202
42. Aguilera-Saez J., Munoz P., Serracanta J., et al. Extracorporeal shock wave therapy role in the treatment of burn patients: A systematic literature review // *Burns.* 2020. Vol. 46, N 7. P. 1525–1532. doi: 10.1016/j.burns.2019.07.023
43. Ho K.D., Yang C.L., Lo H.Y., et al. Extracorporeal shockwave therapy with a modified technique on tendon and ligament for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial // *Am J Phys Med Rehabil.* 2022. Vol. 101, N 1. P. 11–17. doi: 10.1097/PHM.0000000000001730
44. Cheng J.H., Wang C.J. Biological mechanism of shockwave in bone // *Int J Surg.* 2015. Vol. 24, Pt. B. P. 143–146. doi: 10.1016/j.ijsu.2015.06.059
45. Moya D., Ramón S., Schaden W., et al. The role of extracorporeal shockwave treatment in musculoskeletal disorders // *JBJs.* 2018. Vol. 100, N 3. P. 251–263. doi: 10.2106/JBJs.17.00661
46. Holfeld J., Tepeköylü C., Kozaryn R., et al. Shockwave therapy differentially stimulates endothelial cells: Implications on the control of inflammation via toll-like receptor 3 // *Inflammation.* 2014. Vol. 37, N 1. P. 65–70. EDN: FSAVLD doi: 10.1007/s10753-013-9712-1
47. Chang C.N., Ko N.Y., Hu Y.N., et al. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of knee osteoarthritis: A review of mechanism of action and clinical efficacy // *Int J Gerontol.* 2020. Vol. 14, N 3. P. 154–158. doi: 10.6890/IJGE.202008_14(3).0001
48. Poenaru D., Sandulescu M.I., Cinteza D. Biological effects of extracorporeal shockwave therapy in tendons: A systematic

- review // *Biomed Rep.* 2023. Vol. 18, N 2. P. 15. EDN: SUOQHA doi: 10.3892/br.2022.1597
- 49.** Cheng J.H., Jhan S.W., Hsu C.C., et al. Extracorporeal shockwave therapy modulates the expressions of proinflammatory cytokines IL33 and IL17A, and their receptors ST2 and IL17RA, within the articular cartilage in early avascular necrosis of the femoral head in a rat model // *Mediators Inflamm.* 2021. Vol. 2021. P. 9915877. doi: 10.1155/2021/9915877
- 50.** Zhao W., Gao Y., Zhang S., et al. Extracorporeal shock wave therapy for bone marrow edema syndrome in patients with osteonecrosis of the femoral head: A retrospective cohort study // *J Orthop Surg Res.* 2021. Vol. 16, N 1. P. 21. EDN: CESZUH doi: 10.1186/s13018-020-02159-7
- 51.** Fan Y., Feng Z., Cao J., et al. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for achilles tendinopathy: A meta-analysis // *Orthop J Sports Med.* 2020. Vol. 8, N 2. P. 2325967120903430. doi: 10.1177/2325967120903430
- 52.** Ma H., Zhang W., Shi J., et al. The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis // *Int J Surg.* 2020. N 75. P. 24–34. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.01.017
- 53.** Ashmwe M., Posa K., Rührnöbl A., et al. Effects of extracorporeal shockwave therapy on functional recovery and circulating miR-375 and miR-382-5p after subacute and chronic spinal cord contusion injury in rats // *Biomedicines.* 2022. Vol. 10, N 7. P. 1630. EDN: BKJUER doi: 10.3390/biomedicines10071630
- 54.** Paterson K.L., Gates L. Clinical assessment and management of foot and ankle osteoarthritis: A review of current evidence and focus on pharmacological treatment // *Drugs Aging.* 2019. Vol. 36. P. 203–211. EDN: BSIQDO doi: 10.1007/s40266-019-00639-y
- 55.** Abbott J.H., Wilson R., Pinto D., et al. Incremental clinical effectiveness and cost effectiveness of providing supervised physiotherapy in addition to usual medical care in patients with osteoarthritis of the hip or knee: 2-year results of the MOA randomised controlled trial // *Osteoarthritis Cartilage.* 2019. Vol. 27, N 3. P. 424–434. doi: 10.1016/j.joca.2018.12.004
- 56.** Migliorini F., Driessen A., Quack V., et al. Comparison between intra-articular infiltrations of placebo, steroids, hyaluronic and PRP for knee osteoarthritis: A Bayesian network meta-analysis // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021. Vol. 141, N 9. P. 1473–1490. EDN: LOWMTH doi: 10.1007/s00402-020-03551-y
- 57.** Rodríguez-Merchán E.C. Intraarticular injections of mesenchymal stem cells in knee osteoarthritis: A review of their current molecular mechanisms of action and their efficacy // *Int J Mol Sci.* 2022. Vol. 23, N 23. P. 14953. EDN: UUSXOP doi: 10.3390/ijms232314953
- 58.** Ko N.Y., Chang C.N., Cheng C.H., et al. Comparative effectiveness of focused extracorporeal versus radial extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: Randomized controlled study // *Int J Environ Res Public Health.* 2022. Vol. 19, N 15. P. 9001. EDN: FMBUDA doi: 10.3390/ijerph19159001
- 59.** Elgendy M.H., Elsamahy S.A., Mostafa M.S., et al. Efficacy of shockwave therapy versus intra-articular platelet-rich plasma injection in management of knee osteoarthritis: A randomized controlled trial // *Int J Pharm Res.* 2020. Vol. 12, N 4. P. 4283–4289. doi: 10.31838/ijpr/2020.12.04.589
- 60.** Bernardo-Filho M., Sañudo B., Seixas A., et al. Integrated role of nonpharmacological interventions for rehabilitation of individuals with musculoskeletal disorders // *BioMed Res Int.* 2020. Vol. 2020. P. 9493623. doi: 10.1155/2020/9493623
- 61.** Ishijima M., Nakamura T., Shimizu K., et al. Intra-articular hyaluronic acid injection versus oral non-steroidal anti-inflammatory drug for the treatment of knee osteoarthritis: A multi-center, randomized, open-label, non-inferiority trial // *Arthritis Res Ther.* 2014. Vol. 16, N 1. P. R18. EDN: TRIYTV doi: 10.1186/ar4446
- 62.** Lee J.K., Lee B.Y., Shin W.Y., et al. Effect of extracorporeal shockwave therapy versus intra-articular injections of hyaluronic acid for the treatment of knee osteoarthritis // *Ann Rehabil Med.* 2017. Vol. 41, N 5. P. 828–835. doi: 10.5535/arm.2017.41.5.828
- 63.** Vetrano M., Ranieri D., Nanni M., et al. Hyaluronic acid (HA), platelet-rich plasma and extracorporeal shock wave therapy (ESWT) promote human chondrocyte regeneration in vitro and ESWT-mediated increase of CD44 expression enhances their susceptibility to HA treatment // *PLoS One.* 2019. Vol. 14, N 6. P. e0218740. doi: 10.1371/journal.pone.0218740
- 64.** Li T., Ma J., Zhao T., et al. Application and efficacy of extracorporeal shockwave treatment for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis // *Exp Ther Med.* 2019. Vol. 18, N 4. P. 2843–2850. doi: 10.3892/etm.2019.7897
- 65.** Karaca İ., Gül H., Erel S. Comparison of extracorporeal shock wave therapy and high-intensity laser therapy on pain, grip strength, and function in patients with lateral epicondylalgia: A randomized controlled study // *Lasers Med Sci.* 2022. Vol. 37, N 8. P. 3309–3317. EDN: FMDDOI doi: 10.1007/s10103-022-03631-y
- 66.** Thammajaree C., Theapthong M., Palee P., et al. Effects of radial extracorporeal shockwave therapy versus high intensity laser therapy in individuals with plantar fasciitis: A randomised clinical trial // *Lasers Med Sci.* 2023. Vol. 38, N 1. P. 127. EDN: TMSUHV doi: 10.1007/s10103-023-03791-5
- 67.** ElMeligie M.M., Gbreel M.I., Yehia R.M., et al. Clinical efficacy of high-intensity laser therapy on lateral epicondylitis patients: A systematic review and meta-analysis // *Am J Phys Med Rehabil.* 2023. Vol. 102, N 1. P. 64–70. doi: 10.1097/PHM.0000000000002039
- 68.** Lian J., Mohamadi A., Chan J.J., et al. Comparative efficacy and safety of nonsurgical treatment options for enthesopathy of the extensor carpi radialis brevis: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials // *Am J Sports Med.* 2019. Vol. 47, N 12. P. 3019–3029. EDN: OUSCBU doi: 10.1177/0363546518801914
- 69.** 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. Vol. 44, N 1. P. 141–146. EDN: RGSBHX doi: 10.1007/s00264-019-04432-9
- 70.** Zhao Z., Jing R., Shi Z., et al. Efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial // *J Surg Res.* 2013. Vol. 185, N 2. P. 661–666. doi: 10.1016/j.jss.2013.07.004
- 71.** Liao C.D., Tsao J.Y., Liou T.H., et al. Clinical efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-regression of randomized controlled trials // *Clin Rehabil.* 2019. Vol. 33, N 9. P. 1419–1430. doi: 10.1177/0269215519846942

REFERENCES

1. Zhang YF, Yang LI, Shao-Wen CH, Hao WE. Dose-related effects of radial extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med.* 2021;53(1):jrm00144. doi: 10.2340/16501977-2782
2. Li W, Pan Y, Yang Q, et al. Extracorporeal shockwave therapy for the treatment of knee osteoarthritis: A retrospective study. *Medicine.* 2018;97(27):e11418. doi: 10.1097/MD.00000000000011418
3. Arden NK, Perry TA, Bannuru RR, et al. Non-surgical management of knee osteoarthritis: Comparison of ESCEO and OARSI 2019 guidelines. *Nat Rev Rheumatol.* 2021;17(1):59–66. EDN: QRHBOT doi: 10.1038/s41584-020-00523-9
4. Silva AC, Almeida VS, Veras PM, 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. *Clin Rehabil.* 2022;37(6):760–773. EDN: KBXRIV doi: 10.1177/02692155221146086
5. Grazina R, Andrade R, Bastos R, et al. Clinical management in early OA. *Adv Exp Med Biol.* 2018;(1059):111–135. doi: 10.1007/978-3-319-76735-2_5
6. Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: An update. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):584–592. doi: 10.1302/2058-5241.5.190067
7. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg Res.* 2019;(7):11. EDN: QULFTK doi: 10.1186/1749-799X-7-11
8. Fu M, Zhou H, Li Y, et al. Global, regional, and national burdens of hip osteoarthritis from 1990 to 2019: Estimates from the 2019 Global Burden of Disease Study. *Arthritis Res Ther.* 2022;24(1):8. EDN: TIOWEE doi: 10.1186/s13075-021-02705-6
9. Hawker GA, King LK. The burden of osteoarthritis in older adults. *Clin Geriatr Med.* 2022;38(2):181–192. EDN: AQFNCE doi: 10.1016/j.cger.2021.11.005
10. Ochiai N, Ohtori S, Sasho T, et al. Extracorporeal shock wave therapy improves motor dysfunction and pain originating from knee osteoarthritis in rats. *Osteoarthr Cartil.* 2019;15(9):1093–1096. doi: 10.1016/j.joca.2007.03.011
11. Spitaels D, Mamouris P, Vaes B, et al. Epidemiology of knee osteoarthritis in general practice: A registry-based study. *BMJ Open.* 2020;10(1):e031734. EDN: OJAIES doi: 10.1136/bmjopen-2019-031734
12. Li D, Li S, Chen Q, et al. The prevalence of symptomatic knee osteoarthritis in relation to age, sex, area, region, and body mass index in China: A systematic review and meta-analysis. *Front Med.* 2020;(7):304. doi: 10.3389/fmed.2020.00304
13. Sulaiman S. Understanding chronic pain among people with knee osteoarthritis. *Int J Care Scholars.* 2021;4(2):93–94. doi: 10.31436/ijcs.v4i2.195
14. Allen KD, Thoma LM, Golightly YM. Epidemiology of osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2022;30(2):184–195. EDN: LSHSUZ doi: 10.1016/j.joca.2021.04.020
15. Xia Y, Wu Q, Wang H, et al. Global, regional and national burden of gout, 1990–2017: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study. *Rheumatology.* 2019;59(7):1529–1538. EDN: LECNXH doi: 10.1093/rheumatology/kez476
16. Abbott A, Gustafsson K, Zhou C, et al. Analgesic prescriptions received by patients before commencing the BOA model of care for osteoarthritis: A Swedish national registry study with matched reference and clinical guideline benchmarking. *Acta Orthop.* 2022;(93):51–58. EDN: UQOLIO doi: 10.1080/17453674.2021.1992932
17. Yoshimura N, Muraki S, Iidaka T, et al. Prevalence and co-existence of locomotive syndrome, sarcopenia, and frailty: The third survey of Research on Osteoarthritis/Osteoporosis Against Disability (ROAD) study. *J Bone Miner Metab.* 2019;37(6):1058–1066. EDN: WDJOWS doi: 10.1007/s00774-019-01012-0
18. 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;(15):23–32. EDN: XMBDYM doi: 10.2147/OARRR.S390778
19. Chou WY, Cheng JH, Wang CJ, et al. Shockwave targeting on subchondral bone is more suitable than articular cartilage for knee osteoarthritis. *Int J Med Sci.* 2019;16(1):156–166. doi: 10.7150/ijms.26659
20. Gao Y, Du L, Cai J, et al. Effects of functional limitations and activities of daily living on the mortality of the older people: A cohort study in China. *Front Public Health.* 2022;(10):1098794. EDN: ISPLRW doi: 10.3389/fpubh.2022.1098794
21. Liao CD, Chen HC, Huang MH, et al. Comparative efficacy of intra-articular injection, physical therapy, and combined treatments on pain, function, and sarcopenia indices in knee osteoarthritis: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Mol Sci.* 2023;24(7):6078. doi: 10.3390/ijms24076078
22. Noor NA, Nurul AA, Zain MR, et al. Extracellular vesicles from mesenchymal stem cells as potential treatments for osteoarthritis. *Cells.* 2021;10(6):1287. EDN: UJEAGO doi: 10.3390/cells10061287
23. Olsson S, Akbarian E, Lind A, et al. Automating classification of osteoarthritis according to Kellgren–Lawrence in the knee using deep learning in an unfiltered adult population. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021;22(1):844. EDN: RDZZSH doi: 10.1186/s12891-021-04722-7
24. Martins M, Araújo R, Pinheiro R, et al. Beyond gonarthrosis in the elderly: A case report of subchondral insufficiency fracture of the knee. *Cureus.* 2023;15(1):e34366. EDN: PMUTJW doi: 10.7759/cureus.34366
25. Atukorala I, Hunter DJ. A review of quality-of-life in elderly osteoarthritis. *Expert Rev Pharmacoecon Outcomes Res.* 2023;23(4):365–381. EDN: OEBSXV doi: 10.1080/14737167.2023.2181791
26. Messina OD, Wilman VM, Neira LF. Nutrition, osteoarthritis and cartilage metabolism. *Aging Clin Exp Res.* 2019;31(6):807–813. EDN: XLXZMU doi: 10.1007/s40520-019-01191-w
27. Anil U, Markus DH, Hurley ET, et al. The efficacy of intra-articular injections in the treatment of knee osteoarthritis: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *The Knee.* 2021;(32):173–182. EDN: METTTN doi: 10.1016/j.knee.2021.08.008
28. Tognolo L, Maccarone MC, de Trane S, et al. Therapeutic exercise and conservative injection treatment for early knee osteoarthritis in athletes: A scoping review. *Medicina.* 2022;58(1):69. EDN: KHPFWV doi: 10.3390/medicina58010069
29. Alexander LA, Denisov LN, Zotkin EG, et al. Pharmacological management of osteoarthritis with a focus on symptomatic slow-acting drugs: Recommendations from leading Russian experts. *J Clin Rheumatol.* 2021;27(8):e533–e539. EDN: EIFVLN doi: 10.1097/RHU.0000000000001507
30. Quicke JG, Holden MA, Bennell KL, et al. Where to from here? Is there a role for physical therapists in enacting evidence-based guidelines for weight loss in adults with osteoarthritis who are overweight? *Physical Therapy.* 2020;100(1):3–7. doi: 10.1093/ptj/pzz135

31. Peng H, Ou A, Huang X, et al. Osteotomy around the knee: The surgical treatment of osteoarthritis. *Orthop Surg.* 2021;13(5):1465–1473. doi: 10.1111/os.13021
32. Atar S, Demirhan E, Cabuk H, et al. Comparison of pain, muscle strength, and functional status following unicompartmental knee arthroplasty, total knee arthroplasty, and conservative management of gonarthrosis. *Indian J Orthop.* 2022;56(3):464–472 EDN: BMJHGL doi: 10.1007/s43465-021-00549-5
33. Han SB, Seo IW, Shin YS. Intra-articular injections of hyaluronic acid or steroids associated with better outcomes than platelet-rich plasma, adipose mesenchymal stromal cells, or placebo in knee osteoarthritis: A network meta-analysis. *Arthroscopy.* 2021;37(1):292–306. doi: 10.1016/j.arthro.2020.03.041
34. Sargin S, Guler NŞ, Sahin N, Aslan A. Effects of total knee arthroplasty on balance and fall risk in elderly patients with severe gonarthrosis: An age- and sex-matched comparative study. *Niger J Clin Pract.* 2022;25(9):1445–1451. EDN: NSJWZI doi: 10.4103/njcp.njcp_1856_21
35. Notarnicola A, Moretti L, Baglioni M, et al. Efficacy of shock waves combined with adjuvant therapy with tendon supplement in the treatment of plantar fasciitis: A prospective randomized study. *J Food Nutr Res.* 2021;9(3):148–153. doi: 10.12691/jfnr-9-3-7
36. An S, Li J, Xie W, et al. Extracorporeal shockwave treatment in knee osteoarthritis: Therapeutic effects and possible mechanism. *Biosci Rep.* 2020;40(11):BSR20200926. doi: 10.1042/BSR20200926
37. Sokolakis I, Dimitriadis F, Teo P, et al. The basic science behind low-intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction: A systematic scoping review of pre-clinical studies. *J Sex Med.* 2019;16(2):168–194. doi: 10.1016/j.jsxm.2018.12.016
38. Xu D, Jiang W, Huang D, et al. Comparison between extracorporeal shock wave therapy and local corticosteroid injection for plantar fasciitis. *Foot Ankle Int.* 2020;41(2):200–205. doi: 10.1177/1071100719891111
39. Ma H, Zhang W, Shi J, et al. The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020;(75):24–34. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.01.017
40. Zhao Z, Li J, Bai X, et al. Microfracture augmentation with direct in situ radial shockwave stimulation with appropriate energy has comparable repair performance with tissue engineering in the porcine osteochondral defect model. *Am J Sports Med.* 2022;50(13):3660–3670. EDN: KZKWKV doi: 10.1177/03635465221125936
41. Jhan SW, Wang CJ, Wu KT, et al. Comparison of extracorporeal shockwave therapy with non-steroid anti-inflammatory drugs and intra-articular hyaluronic acid injection for early osteoarthritis of the knees. *Biomedicines.* 2022;10(2):202. EDN: KVMVMO doi: 10.3390/biomedicines10020202
42. Aguilera-Saez J, Munoz P, Serracanta J, et al. Extracorporeal shock wave therapy role in the treatment of burn patients: A systematic literature review. *Burns.* 2020;46(7):1525–1532. doi: 10.1016/j.burns.2019.07.023
43. Ho KD, Yang CL, Lo HY, et al. Extracorporeal shockwave therapy with a modified technique on tendon and ligament for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2022;101(1):11–17. doi: 10.1097/PHM.0000000000001730
44. Cheng JH, Wang CJ. Biological mechanism of shockwave in bone. *Int J Surg.* 2015;24(Pt B):143–146. doi: 10.1016/j.ijsu.2015.06.059
45. Moya D, Ramón S, Schaden W, et al. The role of extracorporeal shockwave treatment in musculoskeletal disorders. *JBJS.* 2018;100(3):251–263. doi: 10.2106/JBJS.17.00661
46. Holfeld J, Tepeköylü C, Kozaryn R, et al. Shockwave therapy differentially stimulates endothelial cells: Implications on the control of inflammation via toll-like receptor 3. *Inflammation.* 2014;37(1):65–70. EDN: FSAVLD doi: 10.1007/s10753-013-9712-1
47. Chang CN, Ko NY, Hu YN, et al. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of knee osteoarthritis: A review of mechanism of action and clinical efficacy. *Int J Gerontol.* 2020;14(3):154–158. doi: 10.6890/IJGE.202008_14(3).0001
48. Poenaru D, Sandulescu MI, Cinteza D. Biological effects of extracorporeal shockwave therapy in tendons: A systematic review. *Biomed Rep.* 2023;18(2):15. EDN: SUOQHA doi: 10.3892/br.2022.1597
49. Cheng JH, Jhan SW, Hsu CC, et al. Extracorporeal shockwave therapy modulates the expressions of proinflammatory cytokines IL33 and IL17A, and their receptors ST2 and IL17RA, within the articular cartilage in early avascular necrosis of the femoral head in a rat model. *Mediators Inflamm.* 2021;2021:9915877. doi: 10.1155/2021/9915877
50. Zhao W, Gao Y, Zhang S, et al. Extracorporeal shock wave therapy for bone marrow edema syndrome in patients with osteonecrosis of the femoral head: A retrospective cohort study. *J Orthop Surg Res.* 2021;16(1):21. EDN: CESZUH doi: 10.1186/s13018-020-02159-7
51. Fan Y, Feng Z, Cao J, et al. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for achilles tendinopathy: A meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(2):2325967120903430. doi: 10.1177/2325967120903430
52. Ma H, Zhang W, Shi J, et al. The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020;(75):24–34. doi: 10.1016/j.ijsu.2020.01.017
53. Ashmwe M, Posa K, Rührnöbl A, et al. Effects of extracorporeal shockwave therapy on functional recovery and circulating miR-375 and miR-382-5p after subacute and chronic spinal cord contusion injury in rats. *Biomedicines.* 2022;10(7):1630. EDN: BKJUER doi: 10.3390/biomedicines10071630
54. Paterson KL, Gates L. Clinical assessment and management of foot and ankle osteoarthritis: A review of current evidence and focus on pharmacological treatment. *Drugs Aging.* 2019;36:203–211. EDN: BSIQDO doi: 10.1007/s40266-019-00639-y
55. Abbott JH, Wilson R, Pinto D, et al. Incremental clinical effectiveness and cost effectiveness of providing supervised physiotherapy in addition to usual medical care in patients with osteoarthritis of the hip or knee: 2-year results of the MOA randomised controlled trial. *Osteoarthritis Cartilage.* 2019;27(3):424–434. doi: 10.1016/j.joca.2018.12.004
56. Migliorini F, Driessen A, Quack V, et al. Comparison between intra-articular infiltrations of placebo, steroids, hyaluronic and PRP for knee osteoarthritis: A bayesian network meta-analysis. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2021;141(9):1473–1490. EDN: LOWMTH doi: 10.1007/s00402-020-03551-y
57. Rodríguez-Merchán EC. Intraarticular injections of mesenchymal stem cells in knee osteoarthritis: A review of their current molecular mechanisms of action and their efficacy. *Int J Mol Sci.* 2022;23(23):14953. EDN: UUSXOP doi: 10.3390/ijms232314953
58. Ko NY, Chang CN, Cheng CH, et al. Comparative effectiveness of focused extracorporeal versus radial extracorporeal shockwave

- therapy for knee osteoarthritis: Randomized controlled study. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(15):9001. EDN: FMBUDA doi: 10.3390/ijerph19159001
59. Elgendy MH, Elsamahy SA, Mostafa MS, et al. Efficacy of shockwave therapy versus intra-articular platelet-rich plasma injection in management of knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Int J Pharm Res*. 2020;12(4):4283–4289. doi: 10.31838/ijpr/2020.12.04.589
60. Bernardo-Filho M, Sañudo B, Seixas A, et al. Integrated role of nonpharmacological interventions for rehabilitation of individuals with musculoskeletal disorders. *BioMed Res Int*. 2020;2020:9493623. doi: 10.1155/2020/9493623
61. Ishijima M, Nakamura T, Shimizu K, et al. Intra-articular hyaluronic acid injection versus oral non-steroidal anti-inflammatory drug for the treatment of knee osteoarthritis: A multi-center, randomized, open-label, non-inferiority trial. *Arthritis Res Ther*. 2014;16(1):R18. EDN: TRIYTV doi: 10.1186/ar4446.
62. Lee JK, Lee BY, Shin WY, et al. Effect of extracorporeal shockwave therapy versus intra-articular injections of hyaluronic acid for the treatment of knee osteoarthritis. *Ann Rehabil Med*. 2017;41(5):828–835. doi: 10.5535/arm.2017.41.5.828
63. Vetrano M, Ranieri D, Nanni M, et al. Hyaluronic acid (HA), platelet-rich plasma and extracorporeal shock wave therapy (ESWT) promote human chondrocyte regeneration in vitro and ESWT-mediated increase of CD44 expression enhances their susceptibility to HA treatment. *PLoS One*. 2019;14(6):e0218740. doi: 10.1371/journal.pone.0218740
64. Li T, Ma J, Zhao T, et al. Application and efficacy of extracorporeal shockwave treatment for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Exp Ther Med*. 2019;18(4):2843–2850. doi: 10.3892/etm.2019.7897
65. Karaca İ, Gül H, Erel S. Comparison of extracorporeal shock wave therapy and high-intensity laser therapy on pain, grip strength, and function in patients with lateral epicondylalgia: A randomized controlled study. *Lasers Med Sci*. 2022;37(8):3309–3317. EDN: FMDDOI doi: 10.1007/s10103-022-03631-y
66. Thammajaree C, Theapthong M, Palee P, et al. Effects of radial extracorporeal shockwave therapy versus high intensity laser therapy in individuals with plantar fasciitis: A randomised clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2023;38(1):127. EDN: TMSSUH doi: 10.1007/s10103-023-03791-5
67. ElMeligie MM, Gbreel MI, Yehia RM, et al. Clinical efficacy of high-intensity laser therapy on lateral epicondylitis patients: A systematic review and meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2023;102(1):64–70. doi: 10.1097/PHM.0000000000002039
68. Lian J, Mohamadi A, Chan JJ, et al. Comparative efficacy and safety of nonsurgical treatment options for enthesopathy of the extensor carpi radialis brevis: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Am J Sports Med*. 2019;47(12):3019–3029. EDN: OUSCBU doi: 10.1177/0363546518801914
69. 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;44(1):141–146. EDN: RGSBHX doi: 10.1007/s00264-019-04432-9
70. Zhao Z, Jing R, Shi Z, et al. Efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *J Surg Res*. 2013;185(2):661–666. doi: 10.1016/j.jss.2013.07.004
71. Liao CD, Tsao JY, Liou TH, et al. Clinical efficacy of extracorporeal shockwave therapy for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-regression of randomized controlled trials. *Clin Rehabil*. 2019;33(9):1419–1430. doi: 10.1177/0269215519846942

ОБ АВТОРАХ

* **Нурпеисов Данияр Багдадович**, резидент-реабилитолог;
адрес: 100000, Республика Казахстан,
Караганда, ул. Гоголя, 40;
e-mail: nurpeisov707@mail.ru

Эм Сабина Сергеевна, резидент-реабилитолог;
e-mail: sse11@mail.ru

Куриленко Наталья Валерьевна, резидент-реабилитолог;
e-mail: kkvvn@mail.ru

AUTHORS' INFO

* **Daniyar B. Nurpeisov**, MD, Resident Rehabilitologist;
address: 40 Gogol street, Karaganda,
100000, Republic of Kazakhstan;
e-mail: nurpeisov707@mail.ru

Sabina S. Em, MD, Resident Rehabilitologist;
e-mail: sse11@mail.ru

Natalya V. Kurilenko, MD, Resident Rehabilitologist;
e-mail: kkvvn@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author