

Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) pada Pasien dengan Osteoarthritis

Inggar Nastiti Aifunan
Brigita Nia Widyastuti
Sebastian Chendra
Kaesa Maximilian S
Aurellia Anggawijaya

Universitas tarumanagara
Universitas tarumanagara
Universitas tarumanagara
Universitas tarumanagara
Universitas tarumanagara

Latar Belakang: Osteoarthritis (OA) adalah bentuk tersering arthritis yang ditandai dengan degradasi dan erosi pada kartilago sendi, remodeling tulang subkondral, dan peradangan kronis pada sendi maupun sistemik, menimbulkan gejala seperti kekakuan, nyeri, dan penurunan ruang gerak sendi sehingga mengganggu kemampuan individu untuk melakukan aktivitas sehari-hari. OA dapat mengenai sendi perifer baik tunggal maupun multipel seperti lutut, pinggul dan tangan. Tatalaksana OA meliputi konservatif maupun bedah dengan berbagai manfaat serta efek samping yang mungkin timbul. Saat ini, modalitas fisik seperti ESWT mulai diminati karena sifatnya yang non invasif dengan efek klinis dapat mengurangi nyeri hingga memperbaiki fungsional sendi. **Tujuan:** Artikel ini bertujuan untuk mengetahui *Extracorporeal Shock Wave Therapy* (ESWT) sebagai salah satu modalitas fisik pada OA terkait manfaat dan efek samping yang ditimbulkan. **Metode:** Tinjauan literatur dari dua database yaitu PubMed dan Google Scholar yang diterbitkan dalam rentang waktu 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2018-2022. **Hasil:** Didapatkan 18 literatur yang membuktikan ESWT dapat dipertimbangkan sebagai salah satu terapi konservatif OA yang bersifat non invasif, dengan biaya terjangkau dan dampak klinis yang signifikan dalam mengurangi nyeri maupun memperbaiki fungsional sendi. Terkait dosis pemberian, efikasi dan efek samping dari tindakan tersebut perlu dikaji lebih dalam dengan sampel percobaan yang lebih besar untuk menetapkan tingkat rekomendasi penggunaan ESWT dalam tatalaksana OA.

PENDAHULUAN

Osteoarthritis (OA) adalah bentuk arthritis yang paling umum, dan merupakan penyebab utama disabilitas serta nyeri kronis pada orang dewasa. Osteoarthritis dapat melibatkan sendi perifer baik tunggal maupun multipel, diantaranya adalah lutut, pinggul, dan tangan, tetapi lutut adalah sendi yang paling sering terdampak pada osteoarthritis (Xu et al., 2019). Osteoarthritis ditandai dengan degradasi dan erosi pada kartilago sendi, remodeling tulang subkondral, dan peradangan kronis pada sendi maupun sistemik (Ma et al., 2020). Penipisan kartilago membuat tulang saling bergesekan, menimbulkan kekakuan, nyeri, dan penurunan ruang gerak sendi sehingga mengganggu kemampuan individu untuk melakukan aktivitas sehari-hari (Kalchovska et al., 2022; Ko et al., 2022).

Osteoarthritis menjadi peringkat kelima penyebab hilangnya tahun kehidupan karena disabilitas pada seluruh populasi di negara berpenghasilan tinggi, dan peringkat kesembilan di negara berpenghasilan rendah dan menengah (Kalchovska et al., 2022). Diperkirakan di seluruh dunia 10% pria dan 18,0% wanita di atas usia 60 tahun memiliki gejala osteoarthritis dan memiliki tingkat mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan sebayanya (Chen et al., 2020). Hasil pemeriksaan radiologi juga menunjukkan terjadinya osteoarthritis di sendi lutut pada 30% laki-laki dan perempuan usia >65 tahun. Sekitar 80% penderita osteoarthritis akan mengalami keterbatasan gerak, dan 25% tidak dapat melakukan aktivitas utama dalam kehidupan sehari-hari (Kalchovska et

al., 2022).

Osteoarthritis memiliki etiologi yang multifaktor baik faktor risiko sistemik maupun lokal. Faktor risiko sistemik meliputi usia, jenis kelamin perempuan, dan genetik. Faktor risiko lokal meliputi cedera atau trauma, obesitas dan aktivitas fisik/ olahraga (Kalchovska et al., 2022). Selain faktor risiko yang telah disebutkan banyak komponen tubuh sistemik dan lokal turut berkontribusi dalam proses patologis terjadinya OA seperti sitokin, kemokin, mediator inflamasi, degradasi matriks, produk-produk turunan sel dan matriks yang dapat menyebabkan kerusakan pada sinovium, tulang rawan, tulang subkondral, otot periartikular, ligamen, dan struktur sendi sehingga timbul gejala kekakuan, nyeri hingga disabilitas (Chen et al., 2020).

Tatalaksana OA saat ini terbagi dalam terapi konservatif maupun bedah. Menurut pedoman *Osteoarthritis Research Society International (OARSI)*, manajemen awal OA pada lutut secara konservatif berupa kombinasi tatalaksana non-farmakologis dan farmakologis. Tatalaksana non-farmakologis berupa program latihan (*strengthening* / latihan penguatan dan latihan aerobik intensitas rendah), perawatan diri (pengurangan berat badan dan modifikasi gaya hidup serta intervensi biomekanik (penyangga lutut dan ortosis kaki) (Ko et al., 2022). Pemasangan bidai di malam hari juga dapat dilakukan pada OA yang melibatkan persendian carpometacarpal pertama (Ioppolo et al., 2018). Terapi farmakologis seperti pemberian secara oral *nonsteroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDs), analgesik, dan kondroitin, namun pada penggunaan NSAID dan analgesik sering disertai dengan efek samping (Ma et al., 2020). Efek samping yang timbul berupa perdarahan atau ulkus gastrointestinal (Arslan & Kul, 2022). Injeksi intra-artikular kortikosteroid dan sodium hyaluronat juga sering diberikan pada praktek klinis (Letizia Mauro et al., 2021). Pasien yang tidak merespons terhadap terapi konservatif dapat dipertimbangkan untuk melakukan operasi (Ko et al., 2022).

Saat ini, penggantian sendi lutut tetap menjadi tatalaksana bedah paling efektif yang ditujukan untuk OA lutut tingkat lanjut, tetapi kemungkinan terjadinya efek samping pembedahan serta kerugian ekonomi tetap akan ada (Xu et al., 2019). Oleh karena itu penting untuk mencegah progresivitas OA khususnya pada stage awal dan medium, selain itu keterbatasan untuk melakukan prosedur TKR pada pasien dengan kondisi medis tertentu mengharuskan adanya alternatif terapi selain bedah sebagai tatalaksana OA (Arslan & Kul, 2022).

Beberapa tahun terakhir ketertarikan terapi mekanik untuk tatalaksana OA mulai meningkat, seperti ultrasound atau fonoforesis (penggunaan ultrasound bersama dengan gel atau obat topikal), terapi getar dan juga *Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT)* (Oliveira et al., 2022). Pada *ESWT* efek yang didapatkan meliputi meredakan nyeri, memperbaiki pergerakan sendi dan mencegah progresivitas nekrosis avaskuler. Keunggulan lainya terapi ini termasuk terapi non-invasif dengan tingkat komplikasi rendah, tidak memerlukan rawat inap dan biaya yang lebih terjangkau dibandingkan modalitas lain (T. Li et al., 2019). *ESWT* adalah terapi dengan pemberian rangkaian impuls suara tunggal dengan karakteristik puncak bertekanan tinggi dan peningkatan tekanan yang cepat dalam durasi singkat. Ini dapat menghambat perubahan struktural pada tulang subkondral yang selanjutnya akan menghambat proses degenerasi tulang rawan (Ma et al., 2020).

Oleh karena itu, tinjauan pustaka ini dibuat untuk memaparkan *ESWT* sebagai salah satu modalitas terapi pada pasien OA yang bersifat non invasif dan dapat dikombinasikan dengan terapi konservatif lainnya, termasuk manfaat dan efek samping yang mungkin ditimbulkan dalam proses tatalaksana OA.

METODE

Penulis melakukan pencarian, seleksi, dan peninjauan literatur-literatur dengan metode tinjauan pustaka terkait *ESWT* pada pasien OA dengan kata kunci *Extracorporeal Shock Wave Therapy* dan *Osteoarthritis*. Sumber literatur yang digunakan yaitu PubMed dan Google Scholar. Penulis memilih literatur yang diterbitkan dalam rentang waktu 5 tahun terakhir yaitu dari tahun

2018-2023. Dari hasil pencarian tersebut didapatkan total jurnal dari Pubmed sebanyak 13 jurnal, Google Scholar sebanyak 30 jurnal. Setelah itu, dilakukan seleksi jurnal dengan kriteria akses terbuka dan berbahasa Inggris didapatkan literatur yang memenuhi kriteria sebanyak 18 jurnal. Penulisan dimulai dengan melakukan peninjauan isi dari setiap literatur yang memenuhi kriteria penulis, melakukan tukar pikiran, dan pemeriksaan silang dengan sumber-sumber primer lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam praktik klinis, modalitas fisik banyak digunakan sendiri atau dalam kombinasi dengan perawatan konservatif lainnya di semua stadium OA. Namun, beberapa penelitian yang mendukung masih memiliki keterbatasan dalam metodologi, terutama dalam informasi dosis dan efeknya biasanya hanya meredakan nyeri jangka pendek. Selain itu, untuk beberapa modalitas fisik seperti TENS, pedoman internasional baru-baru ini telah merekomendasikan untuk tidak menggunakannya pada pasien dengan OA lutut atau pinggul. Meskipun sedikit bukti yang tersedia, terapi fisik secara luas digunakan sebagai intervensi tambahan untuk OA dengan tetap mempertimbangkan profil keamanan pada pasien (Letizia Mauro et al., 2021).

Definisi

ESWT adalah metode non-invasif yang telah banyak digunakan untuk mengobati penyakit muskuloskeletal seperti *frozen shoulder*, *low back pain*, *tennis elbow*, *Carpel Tunnel Syndrome*, *Plantar fasciitis* dan OA lutut (SHARMA et al., 2023). OA lutut dalam beberapa tahun terakhir (Ma et al., 2020). ESWT adalah metode perawatan non-operatif yang terletak di antara terapi fisik tradisional dan perawatan bedah (FENG et al., 2023). Gelombang kejut ekstrakorporeal adalah pulsasi gelombang akustik yang berurutan dengan tekanan puncak setinggi 100 MPa, diikuti oleh tekanan negatif sekitar 5-10 MPa, dengan densitas energi antara 0,003 dan 0,89 mJ/mm² (Zhang et al., 2021). Bertujuan untuk menghasilkan fluktuasi tekanan jangka pendek & turbulensi di pusat (fase kompresi dan dekompresi alternatif).

Secara umum, ada dua jenis ESWT yaitu *focused extracorporeal shockwave therapy* (f-ESWT) dan *radial extracorporeal shockwave therapy* (r-ESWT), perbedaan ada pada karakteristik fisik dan pola perambatan gelombang. Pada f-ESWT umumnya menunjukkan peningkatan tekanan yang tajam dalam waktu yang sangat singkat. Gelombang f-ESWT lebih terkonsentrasi di mana tekanan akan berfokus pada kedalaman yang dipilih di jaringan tubuh. Tidak seperti f-ESWT, r-ESWT memiliki tekanan linier yang berbeda, kecepatan propagasi yang relatif rendah, dan durasi peningkatan yang lama. Tekanan maksimal r-ESWT ada di permukaan kulit dan kemudian menyebar saat menembus lebih dalam. Perbedaan ini dapat menyebabkan efek terapeutik yang berbeda antara f-ESWT dan r-ESWT. Meskipun terapi gelombang kejut saat ini tidak disetujui oleh *International Society for Medical Shockwave Treatment (ISMST)* untuk mengobati OA, studi terbaru menunjukkan bahwa f-ESWT atau r-ESWT dapat efektif mengurangi rasa sakit dan meningkatkan status fungsional pasien OA lutut (Ko et al., 2022).

Manfaat

Disebutkan dalam sebuah meta analisis, ESWT terbukti mengurangi nyeri pada penderita OA ditinjau dari skor *Visual Analog Scale/VAS* dan *WOMAC* dibandingkan dengan kontrol atau terapi konservatif lainnya dengan rekomendasi sedang berdasarkan GRADE. Dosis dengan densitas fluks energi sedang (0,08-0,25 mJ/mm² atau 1,5-2,5 bar) menunjukkan efek yang lebih superior daripada densitas yang rendah maupun tinggi (<0,08 dan >0,25 mJ/mm² atau <1,5 dan >2,5 bar). Selain itu ESWT juga meningkatkan ruang gerak sendi lutut (Avendaño-Coy et al., 2020). Sama halnya dengan penelitian sebelumnya, berdasarkan penelitian oleh Zhang et al., 2021 intensitas sedang direkomendasikan dalam manajemen klinis OA lutut, mulai dari 0,12 hingga 0,25 mJ/mm², lebih lanjut, densitas yang lebih tinggi dapat diberikan jika pasien dapat mentoleransi tanpa pemberian anestesi lokal. Baik 2.000 atau 4.000 impuls gelombang kejut dapat diberikan dalam pengobatan OA lutut dengan hasil yang mungkin serupa.

Sejalan dengan penelitian lain menyebutkan *radial extracorporeal shockwave therapy* sebagai alat yang aman, non-invasif untuk pengobatan konservatif osteoarthritis lutut. Efek terapeutik dari penerapannya bertahan selama 3 bulan, terutama dalam pengurangan nyeri dan peningkatan kemampuan fungsional pasien osteoarthritis lutut (Kalchovska et al., 2022).

Selain itu ESWT juga dapat dikombinasikan dengan modalitas lain, dalam penelitian menurut W. Li et al., 2020, ESWT yang dikombinasikan dengan terapi rehabilitasi dan injeksi sodium hyaluronat menunjukkan hasil yang lebih baik dalam mengurangi nyeri baik dari skor VAS dan WOMAC yang membaik, juga memperbaiki fungsi lutut diukur dari Index Lhysom serta menunjukkan kadar Coll2-1 dan COMP yang lebih rendah, yaitu biomarker degradasi kolagen dan matriks yang diambil dari cairan sinovial pasien, apabila dibandingkan pemberian injeksi sodium hyaluronat tanpa ESWT maupun latihan rehabilitasi. Hasil penelitian lain, menunjukkan bahwa latihan rehabilitasi dikombinasikan dengan ESWT dapat lebih baik mengurangi gejala klinis pasien OA lutut, meningkatkan mobilitas sendi, dan meningkatkan kualitas hidup pasien (Yi et al., 2020).

Baik f-ESWT dan r-ESWT efektif dalam mengurangi rasa sakit dan meningkatkan fungsional, ruang gerak sendi lutut, dan jarak dalam uji jalan kaki 6 menit pada pasien dengan OA lutut. F-ESWT menghasilkan pengurangan rasa sakit yang lebih besar dan peningkatan fungsional dan jarak selama 6 menit berjalan dibandingkan dengan r-ESWT (Ko et al., 2022).

Mekanisme Kerja

Hingga saat ini mekanisme ESWT secara pasti pada OA belum sepenuhnya diungkapkan dalam literatur, beberapa hipotesis telah diajukan mengenai hal ini. ESWT diduga mampu menciptakan efek analgesik melalui mekanisme refleks dengan menginduksi rangsangan akson dan menghambat serabut saraf sensorik non-mielin. Selain itu dalam beberapa penelitian pada hewan, efek analgesik mungkin timbul karena pengurangan peptida dan substansi P terkait gen kalsitonin, yang merupakan neuropeptida penting pada jalur nosiseptif di jaringan target dan ganglion akar dorsal (Arslan & Kul, 2022).

Selain itu, ESWT diduga berkontribusi pada perbaikan OA dengan mengurangi progresivitas penyakit, kerusakan tulang rawan, dan apoptosis kondrosit melalui pengurangan kadar oksida nitrat, yang mana dapat menyebabkan pelepasan endorfin lokal hingga reformasi tulang subkondral (Arslan & Kul, 2022).

Dalam penelitian terbaru, ESWT disinyalir memicu faktor-faktor yang bersifat angiogenik seperti *endothelial nitric oxide synthase* (eNOS) dan *vessel endothelial growth factor* (VEGF), yang bermanfaat untuk neovaskularisasi. Terapi gelombang dapat meningkatkan aliran darah dan getah bening, yang mempercepat perbaikan kartilago dan remodeling tulang subkartilago. Perubahan peredaran darah ini juga dapat menghasilkan peningkatan fungsi otot dan peningkatan rentang gerak aktif (Chen et al., 2020; Ma et al., 2020).

ESWT juga ditemukan berkaitan dengan faktor transkripsi osteogenik VEGF-A dan *hypoxia inducible factor-1 α* (HIF-1 α), yang dapat mempengaruhi pertumbuhan osteoblas. Sementara itu, ESWT dapat meningkatkan kadar *nitric oxide* (NO), *bone morphogenetic protein-2* (BMP-2), *protein kinase B* (PKB), dan *transforming growth factor-beta 1* (TGF- β 1), yang berperan dalam diferensiasi dan proliferasi osteoblas. ESWT juga disinyalir dapat meningkatkan ekspresi Pdia-3, poin kunci dari kaskade *1 α ,25-dihidroksivitamin D3* (1 α ,25(OH)2D3). Kaskade ini sangat penting dalam transkripsi gen dan homeostasis kalsium dan dianggap bermanfaat untuk osteogenesis. Selain itu, ESWT juga ditemukan memiliki efek pada metabolisme sel induk mesenkimal bergantung dengan dosis yang diberikan, hal ini bermanfaat untuk meningkatkan regenerasi tulang dan kondrogenesis (Chen et al., 2020). Efek anti peradangan selanjutnya dapat memperbaiki ekstensibilitas dan fleksibilitas, sehingga dapat meningkatkan rentang gerak sendi (Ma et al., 2020).

Komplikasi dan Efek Samping

ESWT tampaknya menjadi alternatif yang dapat dipertimbangkan dan telah terbukti bermanfaat dalam beberapa penyakit muskuloskeletal selain OA seperti enthesopathies, termasuk plantar fasciitis, epikondilitis siku, tendinitis patela, dan tendinitis achilles (Xie et al., 2020). Namun efek samping tetap menjadi perhatian utama saat mengevaluasi dampak klinis ESWT. Penggunaan ESWT akan memiliki nilai klinis yang lebih rendah jika terdapat risiko efek samping yang lebih tinggi. Reaksi lokal seperti kulit memerah dan bengkak sering terjadi (Ma et al., 2020).

Pada penelitian lain, disebutkan efek samping atau komplikasi yang timbul tergolong minor seperti nyeri pada area aplikasi selama intervensi, memar ringan, pembengkakan jaringan lunak, kemerahan, sensasi terbakar, dan efusi (Avendaño-Coy et al., 2020). Gelombang kejut juga memiliki efek negatif pada kartilago, tetapi ahli radiologi tidak menemukan adanya kerusakan pada tulang rawan pasien selama masa follow up. Oleh karena itu risiko yang ditimbulkan adalah minimal sehingga ESWT yang merupakan terapi konservatif non-invasif, memiliki manfaat yang lebih besar daripada risikonya (Zhong et al., 2019).

KESIMPULAN

ESWT dapat dipertimbangkan sebagai salah satu terapi konservatif OA yang dapat dikombinasikan dengan modalitas lain maupun sebagai alternatif pada pasien yang tidak disarankan menjalankan operasi, mengingat ESWT adalah terapi yang bersifat non invasif, dengan biaya terjangkau dan dampak klinis yang signifikan dalam mengurangi nyeri maupun memperbaiki fungsional sendi. Terkait dosis pemberian, efikasi dan efek samping dari tindakan tersebut perlu dikaji lebih dalam dengan sampel percobaan yang lebih besar untuk menetapkan tingkat rekomendasi ESWT dalam tatalaksana OA.

DAFTAR PUSTAKA

Arslan, Y., & Kul, A. (2022). Effectiveness Comparison of Extracorporeal Shock Wave Therapy and Conventional Physical Therapy Modalities in Primary Knee Osteoarthritis. *Turk Osteoporoz Dergisi*, 28(2), 83-90. <https://doi.org/10.4274/tod.galenos.2021.04764>

Avendaño-Coy, J., Comino-Suárez, N., Grande-Muñoz, J., Avendaño-López, C., & Gómez-Soriano, J. (2020). Extracorporeal shockwave therapy improves pain and function in subjects with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *International Journal of Surgery*, 82(April), 64-75. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.07.055>

Chen, L., Ye, L., Liu, H., Yang, P., & Yang, B. (2020). Extracorporeal Shock Wave Therapy for the Treatment of Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BioMed Research International*, 2020, 1907821. <https://doi.org/10.1155/2020/1907821>

FENG, S., YU, L., & LU, P. (2023). *Analysis of randomized clinical trials on extracorporeal shock wave therapy to improve pain and function in subjects with knee osteoarthritis.pdf*. Minerva Pediatrics. <https://doi.org/https://doi.org/10.23736/s2724-5276.23.07321-4>

Ioppolo, F., Saracino, F., Rizzo, R. S., Monacelli, G., Lanni, D., Sante, L. Di, Cacchio, A., Santilli, V., & Venditto, T. (2018). Comparison between extracorporeal shock wave therapy and intra-articular hyaluronic acid injections in the treatment of first carpometacarpal joint osteoarthritis. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 42(1), 92-100. <https://doi.org/10.5535/arm.2018.42.1.92>

Kalchovska, B., Gocevska, M., Manoleva, M., Koevska, V., Mitrevska, B., Savevska Gerakaroska, C., Dimitrova, E., & Saveski, A. (2022). Early Results of Treatment With Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Compared To Conventional Physical Therapy in Patients With Knee Osteoarthritis. *Academic Medical Journal*, 2(2), 85-91. <https://doi.org/10.53582/amj2222085k>

Ko, N. Y., Chang, C. N., Cheng, C. H., Yu, H. K., & Hu, G. C. (2022). Comparative Effectiveness of



Focused Extracorporeal versus Radial Extracorporeal Shockwave Therapy for Knee Osteoarthritis—Randomized Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15). <https://doi.org/10.3390/ijerph19159001>

Letizia Mauro, G., Scaturro, D., Gimigliano, F., Paoletta, M., Liguori, S., Toro, G., Iolascon, G., & Moretti, A. (2021). Physical agent modalities in early osteoarthritis: A scoping review. *Medicina (Lithuania)*, 57(11), 1–13. <https://doi.org/10.3390/medicina57111165>

Li, T., Ma, J., Zhao, T., Gao, F., & Sun, W. (2019). Application and efficacy of extracorporeal shockwave treatment for knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2843–2850. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7897>

Li, W., Chen, X., Tang, C., Wen, C., & Wu, X. (2020). Effect of extracorporeal shock wave treatment combined with rehabilitation therapy on early and middle stage knee osteoarthritis. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 13(10), 8086–8094.

Ma, H., Zhang, W., Shi, J., Zhou, D., & Wang, J. (2020). The efficacy and safety of extracorporeal shockwave therapy in knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*, 75(January), 24–34. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.01.017>

Oliveira, S., Andrade, R., Valente, C., Espregueira-Mendes, J., Silva, F., Hinckel, B. B., Carvalho, Ó., & Leal, A. (2022). Mechanical-based therapies may reduce pain and disability in some patients with knee osteoarthritis: A systematic review with meta-analysis. *Knee*, 37, 28–46. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2022.05.005>

SHARMA, N., SHARMA, R., & SHARMA, V. (2023). Efficacy of Extracorporeal Shock Wave Therapy in Patients Suffering From Knee Osteoarthritis. *SALT Journal of Scientific Research in Healthcare*, 3(1), 11–13. <https://doi.org/10.56735/saltjsrh.ms2303011113>

Xie, X., Zhu, J., & Zhang, H. (2020). Effects of extracorporeal shock wave therapy in patients with knee osteoarthritis: A cohort study protocol. *Medicine*, 99(35), e21749. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021749>

Xu, Y., Wu, K., Liu, Y., Geng, H., Zhang, H., Liu, S., Qu, H., & Xing, G. (2019). The effect of extracorporeal shock wave therapy on the treatment of moderate to severe knee osteoarthritis and cartilage lesion. *Medicine (United States)*, 98(20). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000015523>

Yi, S., Jiang, H., Zhou, J., Li, Q., Wang, M., & Peng, Q. (2020). Retrospective study of rehabilitation exercise combined with extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis. *Medical Science Monitor*, 26, 1–6. <https://doi.org/10.12659/MSM.927722>

Zhang, Y. F., Liu, Y., Chou, S. W., & Weng, H. (2021). Dose-related effects of radial extracorporeal shock wave therapy for knee osteoarthritis: A randomized controlled trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 53(1). <https://doi.org/10.2340/16501977-2782>

Zhong, Z., Liu, B., Liu, G., Chen, J., Li, Y., Chen, J., Liu, X., & Hu, Y. (2019). A Randomized Controlled Trial on the Effects of Low-Dose Extracorporeal Shockwave Therapy in Patients With Knee Osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(9), 1695–1702. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.04.020>