

체외충격파를 이용한 효과적인 외측상과염 치료 방법에 대한 제언

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

이 상 철

Suggestions for Effective Extracorporeal Shock Wave Treatment Methods for Lateral Epicondylitis

Sang Chul Lee, M.D., Ph.D.

Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) is a non-invasive treatment method that uses mechanical energy to help restore biological tissue. Recently, the treatment targets have expanded to include not only musculoskeletal injuries such as plantar fasciitis and lateral epicondylitis, which are typical treatment targets, but also peripheral nerve damage, diabetic foot ulcers, and osteoarthritis. However, the therapeutic effect of ESWT has not yet been proven even for lateral epicondylitis. The purpose of this article is to review recent literature on ESWT for lateral epicondylitis and to suggest more effective treatment options. (Clinical Pain 2024;23:6-11)

Key Words: Extracorporeal shock wave therapy, ESWT, Lateral epicondylitis

서 론

지난 30년간 근골격계 질환에서 체외충격파 치료(extracorporeal shock wave therapy, ESWT)의 적용은 뚜렷한 발전을 이루어 왔다. Zhang과 Ma¹는 2000년부터 2021년까지 체외충격파 치료에 대한 1,774개의 논문을 분석하여 체외충격파 치료의 최신 경향을 알아보고자 하였다. 대부분의 연구는 미국과 중국에서 수행되었다. 이들은 키워드 클러스터링 분석을 통해 최근 활발히 연구되고 있는 체외충격파 치료의 6개 영역을 선정하였다. 이들 6개 영역 중 근골격계 질환과 관련된 것은 근육 경직에 대한 체외충격파 치료 효과, 골관절염에 대한 체외충격파 치료의 적용, 힘줄 질환에 대한 체외충격파 치료 효과, 방사형 체외충격파 치료의 가치이다. 또한 이들은 체외충격파 치료에 대한 연구가 점진적으로 증가함에 따라 근골격계 질환, 뼈 유합 지연, 신경손상, 남성학 질환, 림프부종 등에서 체외충격파 치료가 점점 더 광범위하게 사용되는 것을 발견하였고 유

합지연, 셀룰라이트, 화상, 당뇨병성 족부궤양 등이 향후 연구의 방향이 될 수 있음을 제안하였다.

체외충격파 치료는 체외충격파 쇄석술(extracorporeal shock wave lithotripsy)을 기반으로 개발된 비침습적 근골격계 질환 치료방법이다.² 체외충격파 치료가 체외충격파 쇄석술로부터 유래되긴 했지만 근골격계 치료 영역의 체외충격파 치료는 비뇨의학과와 쇄석술과는 치료기전과 목적이 완전히 다른 치료로 보아야 한다. 체외충격파 치료는 타겟조직의 “분해”를 목적으로 하지 않고 변성된 조직의 재생을 목적으로 한다. 이를 이해하려면 체외충격파 치료 과정에 대한 세포학적 기전과 분자생물학적 기전에 대한 지식이 필요하다. 체외충격파 치료기에서 생성된 충격파는 생체조직에 영향을 미친다. 물리적 에너지가 생물학적 반응으로 변환되는 과정은 cascade process와 유사하다. 먼저 세포골격부속기(cell skeletal annex)가 활성화되어 세포핵에서 mRNA가 방출된다. 그 다음에는 미토콘드리아, 소포체, 세포소포 등의 세포기관이 활성화되어 치유과정에 필요한 특정 단백질을 방출한다.³ 동물모델에서 체외충격파는 자유라디칼과 산소라디칼을 유도하여 수많은 성장인자를 유도하는 것이 증명되었다.⁴ 체외충격파의 세포에 대한 효과는 분자 수준에서 점점 더 잘 이해되고 있다. 세포 재생은 세포 활성화, 이동 및 다양한 세포 유형의 상호 작용을 포함하는 복잡한 과정이다. 이는 사이토카인에 의해 자극되어 상호 작용을 활성화하는 세포 표면 단백질(수용체)의 발현으로 이어진다.^{5,6} 이러한 과정은 체외충격파에 의해

<https://doi.org/10.35827/cp.2024.23.1.6>

접수일: 2024년 5월 25일, 수정일: 2024년 6월 8일,

게재승인일: 2024년 6월 10일

책임저자: 이상철, 서울특별시 서대문구 연세로 50-1

☎ 03722, 연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학연구소

Tel: 02-2228-3711, Fax: 02-2227-8341

E-mail: bettertomo@yuhs.ac

축발, 유도 및 증폭된다.⁷

일반적으로 체외충격파 치료는 임상적으로 치료를 요하는 부작용이나 합병증이 거의 없는 매우 안전한 치료이다. 다만 Rompe 등⁸은 이미 1997년에 뼈 치료에 사용되는 시중의 체외충격파 치료 기기를 사용하여 힘줄이 영구적으로 손상될 수 있다는 것을 보여주었다. 실제로 출혈 또는 기흉이 발생할 수 있으므로 폐 주변에 다켓영역이 있다면 폐가 충격파가 미치는 곳에 있지 않은지 확인하는 것이 중요하다. 체외충격파 치료를 시행하는 동안 통증이 심할 수 있다. 조직에 대한 장치의 높은 에너지 또는 높은 접촉 압력에서는 피부가 약간 붉어지는 것 외에도 피부에 점상출혈이 발생할 수 있다.⁹ 환자는 미주신경 반응을 일으키고 현기증을 느낄 수 있으나 피부의 더 깊은 손상은 알려져 있지 않다. 치료 과정이 불쾌하거나 고통스러운 점은 합병증(complication)이 아닌 부작용(side effect)으로 간주한다. 체외충격파 치료 이후에 발생한 합병증은 이론적으로 있을 수 있으나 체외충격파가 권장 에너지 수준에서 그러한 변화를 초래한다는 것은 실제로 입증되지 않았다.¹⁰ 체외충격파 수행 방법에 대해서는 국제의료충격파치료학회(the international society for medical shockwave treatment, ISMST) 홈페이지에 게시된 가이드라인을 참고할 만하다.¹¹

국내에서 외측상과염 환자의 통증 감소 및 기능 호전을 목적으로 체외충격파 치료는 매우 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 의사들이 체외충격파 치료에 대한 믿음과는 달리 외측상과염에 대한 체외충격파 치료 효과가 명확히 증명되지 못하였다. 물론 자가 혈소판풍부혈장(platelet-rich plasma, PRP), 프롤로주사, 콜라겐주사 등의 외측상과염에 대한 치료효과도 충분히 증명되지 않았기는 마찬가지이다. 저자는 본고에서 현재까지 문헌상 보고된 외측상과염에 대한 체외충격파치료의 객관적인 효과와 실제 우리가 기대한 치료효과를 얻기 위해서는 어떤 점을 고려하는 것이 좋은지 다루려 한다. 체외충격파 치료의 여러 장점들을 고려하면 외측상과염에 대한 체외충격파 치료는 현재 증명된 것보다 더 나은 성적을 보일 수 있다고 생각한다.

본 론

외측상과염은 병명과는 달리 상완골 외측상과에 있는 손목신전 근육의 기시점에서 힘줄의 퇴행을 특징으로 하는 건병증이다.^{12,13} 외측상과염은 손목신전근 힘줄과 관련된 과다사용증후군으로 인구의 1~3%에 영향을 미친다.¹⁴ 외측상과염의 예후는 자가제한적인 것으로 간주되며 일반적으로 치료 없이 12~18개월 내에 해결된다.¹⁵ 휴식, 냉찜질, 소염진통제, 보조기, 초음파, 경피전기신경자극, 편심성 근력운동, 체외충격파 치료를 포함한 비수술적 치료가 외측

상과염 치료에 주로 사용되고 있다. 논란의 여지에도 불구하고 스테로이드 국소주사는 외측상과염 치료로 여전히 사용되고 있다.¹⁶ 문헌 근거에 따르면 외측상과염에 대한 수술은 비수술적 치료보다 효과적이지 않음에도 소수의 환자는 결국 수술을 받는다.¹⁷ 일반적으로 외측상과염 환자가 수술이 필요한 경우는 2% 미만에 불과하다.¹⁸ 외측상과염의 관리에서 체외충격파 치료효과는 이전 무작위 대조시험에서 평가되었으며 성공률은 43%에서 75%로 보고되었다.^{8,19} 미국 식품의약국(Food and Drug Administration, FDA)은 외측상과염의 팔꿈치 통증을 치료하기 위해 두 개의 체외충격파 치료 장비를 승인하였다.²⁰ 그러나 외측상과염에 대한 체외충격파 치료의 효능에 대해서는 엇갈린 연구 결과를 보인다.²¹ 이는 부분적으로 연구 설계 및 연구 모집단 뿐 아니라 충격파 시스템 및 치료 프로토콜, 사용되는 충격파 형태의 기본적인 차이에 기인한다.²² 2005년에 수행된 10개의 무작위 대조시험을 포함한 Cochrane 체계적 분석에서는 체외충격파 치료가 외측상과염 환자의 통증 및 기능 개선 측면에서 전혀 이점을 제공하지 못하거나 최소한의 이익만 보였다고 보고하였다.²³ 상기 메타분석 이후 외측상과염에 대한 체외충격파 치료효과에 대한 추가 무작위 대조시험들이 발표되었다. 이후 2020년에 아래와 같은 질문을 해결하고자 메타분석이 새로 수행되었다.²⁴ 체외충격파 치료가 외측상과염 환자의 통증을 줄이고 악력을 향상시키는가? 방사형 또는 집중형 체외충격파 중 어떤 유형의 치료기가 더 효과적인가? 외측상과염에 대한 체외충격파의 효능과 증상의 지속기간이 연관되어 있는가? 장기간 추적 관찰한 환자에서도 통증 점수의 개선이 유지되는 가이다. 이 연구에서 2005년 이후 수행된 무작위 대조시험 5개가 추가로 분석에 포함되었다. 그 중 3개의 연구에서는 체외충격파가 긍정적인 효과가 있다고 보고한 반면, 2개 연구에서는 부정적인 결과를 보였다.^{19,20,25-27} 부정적인 결과를 보고한 연구 중 Haake 등¹⁹의 다기관 무작위 대조시험은 272명의 다수의 참가자가 포함되었는데 이 연구결과 체외충격파 치료가 효과가 없다고 보고하여 메타 분석 전체에 부정적 영향을 주었으리라 생각된다.²⁴ 이 연구는 잘 설계된 무작위 대조시험이지만 국소마취제의 사용, 다양한 적용 변수를 가진 다양한 충격파 장치, 치료 기간 중 동시에 투여된 항염증제라는 세 가지 주요 문제가 있었기 때문에 치료 결과에 부정적인 결과를 초래하였을 가능성도 있다. 결론적으로 이 메타분석에서도 체외충격파 치료는 외측상과염 환자의 통증 감소 및 악력 측면에서 임상적으로 중요한 개선을 보여주지 못했다. 예측과는 달리 방사형 체외충격파가 6개월 이상의 증상 지속기간 환자에서 24주 미만의 짧은 추적기간 동안 집중형 체외충격파 보다 더 나은 효과를 보였다. 다만, 방사형 체외충격파 치료의 경우도 치료

전후 통증 감소 정도는 임상적으로 중요한 최소 차이 임계값(임상적으로 의미 있는 통증의 감소 정도)을 넘지 못하여 그 치료효과에 한계가 있음을 보여주었다.

집중형 체외충격과를 생성하는 발생기는 전기유압식, 전자기식 또는 압전 원리를 기반으로 한다. 이 중 가장 많이 사용되는 방식은 전자기식 집중형 체외충격과 기기이다. 방사형 체외충격과 기기는 공기총과 같은 공압원리를 기반으로 충격과가 생성된다.^{28,29} 이는 충격과가 방사형으로 전파되므로 에너지의 초점이 조직으로 최대 1.5~3 cm까지 침투하는 데 그치게 된다. 이는 에너지의 초점이 목표 영역의 중심으로 수렴하는 집중형 체외충격과와 대조적이다.^{5,28} 체외충격과 유형에 따른 다양한 메커니즘을 기반으로 방사형 체외충격과가 집중형 체외충격과에 비해 외측상과염에 더 나은 효과를 가질 수 있는 이유에 대한 한 가지 가설은 방사형 체외충격과가 외측상과와 인접 근육을 포함하여 훨씬 더 넓은 조직 영역을 자극한다는 것이다. 이는 체외충격과 치료의 타겟을 설정하는 데 매우 큰 시사점을 준다고 생각한다. 집중형 체외충격과와 방사형 충격과 중 어느 것이 더 근골격 질환의 치료에 효과적인지는 아직도 많은 연구가 필요할 것이다. 저자가 아는 한 외측상과염에서 집중형 체외충격과와 방사형 충격과 치료 효과를 비교한 무작위 대조시험은 1개뿐이다.³⁰ 집중형 체외충격과와 방사형 충격과 치료 모두 타겟부위는 가장 압통이 심한 부분에 2~4일 간격으로 3회 시행하였고, 치료 종료 후 1개월(5주차), 3개월(13주차)에 통증 및 기능을 평가하였다. 치료 1개월 및 3개월 후 통증 및 기능 측면에서 집중형 체외충격과와 방사형 충격과 치료 모두 대조군에 비해 유의하게 개선 효과를 보였다. 통증점수의 변화는 치료 1개월 후(18.8 ± 13.9 vs. 11.8 ± 9.1 ; $p=0.026$) 및 3개월 후(17.8 ± 13.1 vs. 11.7 ± 10.5 , $p=0.084$)에 집중형 체외충격과 치료가 방사형 체외충격과 치료보다 더 효과적이었다. 기능점수의 변화도 치료 1개월 후(17.9 ± 12.5 vs. 11.2 ± 9.5 ; $p=0.025$) 및 3개월 후(16.9 ± 11.6 vs. 10.7 ± 10.1 ; $p=0.032$)에 역시 집중형 체외충격과 치료가 방사형 체외충격과 치료보다 더 효과적이었다.³⁰ 대상질환은 다르지만 다른 연구에서 집중형 체외충격과는 족저근막염 치료에 있어서 방사형 체외충격과보다 더 효과적이었으며, 슬개건염 치료에서는 두 방법 사이에 차이가 없었다.^{31,32} 방사형 체외충격과는 집중형 체외충격과 치료와 비교 시 관리하기 쉽고, 비용이 저렴하며, 환자가 치료과정을 더 잘 견딜 수 있고, 부작용이 더 적다.²⁹ 하지만 협의의 의미로 방사형 체외충격과를 체외충격과 기기로 볼 수 없다는 의견도 있어 체외충격과 기전에 대한 연구 결과를 방사형에도 똑같이 적용할 수 있는 지에 대한 의문이 있어 여전히 많은 연구를 필요로 한다.

추가로 외측상과염에 체외충격과 치료 및 주사치료의 효

과를 분석한 네트워크 메타분석 결과를 소개하고자 한다.¹⁵ 이 연구의 분석대상에는 체외충격과 치료와 스테로이드 국소주사, 보툴리눔독소-A 주사, 자가전혈 주사, 자가 혈소판 풍부혈장, 포도당을 이용한 프롤로주사가 포함되었다.³³ 보툴리눔독소-A 주사는 진통효과를 기반으로 외측상과염에 사용되며 손목신전근 기시부에 미치는 근긴장을 줄여주어 힘줄 치유 과정을 촉진시키는 목적이 있다.³⁴ 바이오 기반 치료제인 자가 전혈주사 및 자가 혈소판풍부혈장은 다양한 농도의 세포 매개체와 성장인자를 포함하여 힘줄세포 분화와 조직 치유를 촉진한다.³⁵ 프롤로주사는 자극성(증식제) 용액을 연조직에 주입하는 치료기술로 고삼투압(예: 포도당)을 사용하여 의인성 염증을 유도하고 힘줄 복구를 촉진시킨다.³⁶ 연구결과, 모든 치료법 중에서 체외충격과 치료가 통증 감소 및 악력 회복 부문에서 가장 높은 순위를 차지하였다. 체외충격과 치료는 위약을 사용한 경우보다 통계적으로 유의미하게 단기 및 중기 통증 조절이 더 나은 것으로 나타났다. 그러나 체외충격과 치료는 기능적 측면에서 프롤로주사보다 높은 순위를 차지하지 않았다.¹⁵

지금까지 외측상과염에 대한 체외충격과 치료의 근거와 효과에 대한 문헌들을 소개하였다. 개별 논문에서 체외충격과 치료의 긍정적인 효과는 많이 보고되었지만 상위 메타분석에서는 명확한 치료효과가 증명되지 않았다. 특히 방사형 체외충격과 치료가 집중형 체외충격과 치료보다 더 효과적이었다는 메타분석의 결과가 보고되었는데 저자는 방사형 체외충격과가 외측상과와 인접 근육을 포함하여 집중형 체외충격과 보다 더 넓은 조직 영역을 자극한 것이 이유일 수 있다고 주장하였다.²⁴ 초창기 체외충격과 치료는 초음파 영상으로 팔꿈치신전근의 힘줄의 병변을 확인하고 확인된 병변에 최대한 집중하여 치료가 이루어졌다. 이런 관점에서는 당연히 집중형 체외충격과 치료가 더 유리할 것이다. 하지만 최근에는 최대 압통을 확인하고 이를 치료의 타겟으로 정하는 방법을 사용하는 데 체외충격과 치료 기기를 환자의 호소 부위에 보다 광범위하게 적용하면 환자가 통증을 호소하는 부위가 한 곳이 아닌 여러 곳인 경우가 더 많다. 이렇게 되면 외측상과염에 대한 체외충격과 치료는 타겟을 한 곳만 정할 수 없고 이학적 검사에서 확인된 통증 부위를 모두 치료에 포함하는 것이 훨씬 더 효과적일 수 있다. 치료 타겟에는 손목신전근 힘줄뿐 아니라 근육의 근위부, 주변인대, 팔꿈치 후방 부위가 모두 포함되어야 한다. 둘째는 1회 치료 시 충격과 pulse 수와 전체 치료 횟수가 적정하지 다시 생각해 볼 필요가 있다. 국제외충격과 치료학회의 가이드라인에 의하면 치료 부위는 환자가 호소하는 압통 부위(여기서 압통은 이학적 검사를 통해서 확인할 수 있을 뿐 아니라 체외충격과로도 확인할 수 있다.¹¹ 치료 전 체외충격과를 외측상과 주변에 폭넓게 적용해 보면

환자가 통증을 많이 호소하는 부분을 찾을 수 있다)와 유착 및 긴장이 증가된 근육 조직을 모두 치료할 것을 권장한다. 가이드라인은 전자기 집중형 체외충격파 기기를 기준으로 0.09/0.14~1.2 mJ/mm²의 강도로 1회 치료 시 2,000 pulse, 주파수는 4~5 Hz, 권장 횟수는 1~2주 간격으로 3회에서 최대 5회까지를 권장한다. 그러나 이 치료 가이드라인이 충분한 문헌 검토와 전문가 의견을 반영하여 만들어 진 것인지 확인하기 어렵다. 기존 외측상과염에 대한 체외충격파 치료 연구들을 보면 1회 치료 시 1,500~2,000 pulse, 전체 치료 횟수는 1~3회인 경우가 대부분으로 가이드라인에서 제시한 1회 치료 시 2,000 pulse, 치료횟수 3~5회는 이에 대한 직접적인 연구에 기반한 것이 아닌 기존의 논문에서 사용한 프로토콜을 반복했을 가능성이 높다. 저자가 아는 한 정확한 1회 치료 시 pulse, 전체 치료 횟수에 대한 연구는 지금까지 없었다.^{20,25,27,37-41} 저자의 경험으로는 치료 횟수는 주 1회 간격으로 시행하되 추가 이득이 있다면 6~10 회를 반복하는 것이 더 효과적인 사례들이 있었으며 한 명의 외측상과염 환자에서도 외측상과 부위 주변으로 여러 압통이 존재할 경우 한 부위당 2,000 pulse를 넘지 않는 범위에서 압통이 심한 모든 부위에 체외충격파 치료를 동시에 행하는 것이 더 바람직해 보인다. 이렇게 되면 1회 치료 시 총 pulse는 수천 pulse까지 올라 갈 수 있다. 물론 이는 추가 연구가 필요한 사항으로 저자의 주관적인 제안이지만 이에 대한 부작용, 합병증은 지금까지 경험하지 못하였다. 마지막으로 임상연구를 위한 것이 아니라 실제 외측상과염 환자에 체외충격파 치료를 시행할 때는 필요한 운동 및 생활 습관의 변화에 대한 세심한 케어가 매우 중요하며 이는 전체 치료효과에 미치는 영향이 지대하다고 생각한다.

결 론

저자는 본고에서 문헌상 외측상과염에 대한 체외충격파 치료효과는 객관적으로 어떻게 평가되고 있으며 우리가 기대한 치료효과를 얻기 위해서는 어떤 점을 고려하는 것이 좋은지 다루었다. 현재까지 출간된 연구에서 외측상과염에 대한 체외충격파 치료의 효과는 명확히 밝혀지지 않은 상태이다. 하지만, 체외충격파 치료의 여러 장점들을 고려하면 외측상과염에 대한 체외충격파 치료는 현재 증명된 것보다 더 나은 성적을 보일 수 있다고 생각한다. 동일한 외측상과염 환자에서도 외측 상과 주변에 병변이 하나가 아님을 확인하고, 필요시 1회 치료 pulse 증가, 전체 치료 횟수의 증가도 고려해 볼만 하다. 특히 외측상과 주변 병변을 확인 시 이학적 검사로 압통을 확인하기 번거롭거나 어려운 경우에는 체외충격파 치료 이전 타겟영역 주변에 넓게 체외충격파를 적용에 보고 환자의 통증 반응을 확인한다면

타겟영역 설정에 도움을 받을 수 있으리라 생각한다.

REFERENCES

- Zhang X, Ma Y. Global trends in research on extracorporeal shock wave therapy (ESWT) from 2000 to 2021. *BMC Musculoskelet Disord* 2023;24:312.
- Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: an update. *EFORT Open Rev* 2020;5:584-92.
- Wang FS, Yang KD, Kuo YR, Wang CJ, Sheen-Chen SM, Huang HC, et al. Temporal and spatial expression of bone morphogenetic proteins in extracorporeal shock wave-promoted healing of segmental defect. *Bone* 2003;32:387-96.
- Wang FS, Wang CJ, Chen YJ, Chang PR, Huang YT, Sun YC, et al. Ras induction of superoxide activates ERK-dependent angiogenic transcription factor HIF-1 and VEGF-A expression in shock wave-stimulated osteoblasts. *J Biol Chem* 2004;279:10331-7.
- Ogden JA, Tóth-Kischkat A, Schultheiss R. Principles of shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res* 2001;387:8-17.
- Cheng JH, Wang CJ. Biological mechanism of shockwave in bone. *Int J Surg* 2015;24:143-6.
- Fu M, Sun CK, Lin YC, Wang CJ, Wu CJ, Ko SF, et al. Extracorporeal shock wave therapy reverses ischemia-related left ventricular dysfunction and remodeling: molecular-cellular and functional assessment. *PLoS One* 2011;6:e24342.
- Rompe JD, Küllmer K, Vogel J, Eckardt A, Wahlmann U, Eysel P, et al. Extracorporeal shock-wave therapy. Experimental basis, clinical application. *Orthopade* 1997;26:215-28.
- Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Küllmer K, Schwitalle M, Kricshek O. Dose-related effects of shock waves on rabbit tendon Achilles. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:546-52.
- Durst HB, Blatter G, Kuster MS. Osteonecrosis of the humeral head after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:744-6.
- The International Society for Medical Shockwave Treatment. Updated ISMST ESWT guidelines [Internet]. Linz (Austria): The International Society for Medical Shockwave Treatment; 2023 [cited 2023 Jul 20]. Available from: <https://shockwavetherapy.org/ismst-guidelines>.
- Kraushaar BS, Nirschl RP. Tendinosis of the elbow (tennis elbow). Clinical features and findings of histological, immunohistochemical, and electron microscopy studies. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:259-78.
- Roetert EP, Brody H, Dillman CJ, Groppe JL, Schultheiss JM. The biomechanics of tennis elbow. An integrated approach. *Clin Sports Med* 1995;14:47-57.
- Sims SE, Miller K, Elfar JC, Hammert WC. Non-surgical

- treatment of lateral epicondylitis: A systematic review of randomized controlled trials. *Hand (N Y)* 2014;9:419-46.
15. Liu WC, Chen CT, Lu CC, Tsai YC, Liu YC, Hsu CW, et al. Extracorporeal Shock Wave Therapy Shows Superiority Over Injections for Pain Relief and Grip Strength Recovery in Lateral Epicondylitis: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arthroscopy* 2022;38:2018-34.e12.
 16. Claessen F, Heesters BA, Chan JJ, Kachooei AR, Ring D. A meta-analysis of the effect of corticosteroid injection for enthesopathy of the extensor carpi radialis brevis origin. *J Hand Surg Am* 2016;41:988-98.e2.
 17. Bateman M, Littlewood C, Rawson B, Tambe AA. Surgery for tennis elbow: a systematic review. *Shoulder Elbow* 2019;11:35-44.
 18. Sanders Jr. TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Ransom JE, Smith J, Morrey BF. The epidemiology and health care burden of tennis elbow: A population-based study. *Am J Sports Med* 2015;43:1066-71.
 19. Haake M, Boddeker IR, Decker T, Buch M, Vogel M, Labek G, et al. Side-effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122:222-8.
 20. Petrone FA, McCall BR. Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1297-304.
 21. Thiele S, Thiele R, Gerdesmeyer L. Lateral epicondylitis: This is still a main indication for extracorporeal shockwave therapy. *Int J Surg* 2015;24:165-70.
 22. Speed C. A systematic review of shockwave therapies in soft tissue conditions: focusing on the evidence. *Br J Sports Med* 2014;48:1538-42.
 23. Buchbinder R, Green SE, Youd JM, Assendelft WJ, Barnsley L, Smidt N. Shock wave therapy for lateral elbow pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;2005:Cd003524.
 24. Yoon SY, Kim YW, Shin IS, Moon HI, Lee SC. Does the Type of Extracorporeal Shock Therapy Influence Treatment Effectiveness in Lateral Epicondylitis? A Systematic Review and Meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res* 2020;478:2324-39.
 25. Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Theis C. Repetitive low-energy shock wave treatment for chronic lateral epicondylitis in tennis players. *Am J Sports Med* 2004;32:734-43.
 26. Rompe JD, Hope C, Kullmer K, Heine J, Burger R. Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br* 1996;78:233-7.
 27. Speed CA, Nichols D, Richards C, Humphreys H, Wies JT, Burnet S, et al. Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis--a double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res* 2002;20:895-8.
 28. Foldager CB, Kearney C, Spector M. Clinical application of extracorporeal shock wave therapy in orthopedics: focused versus unfocused shock waves. *Ultrasound Med Biol* 2012;38:1673-80.
 29. Ilieva EM, Minchev RM, Petrova NS. Radial shock wave therapy in patients with lateral epicondylitis. *Folia Med (Plovdiv)* 2012;54:35-41.
 30. Kaplan S, Sah V, Ozkan S, Adanas C, Delen V. Comparative Effects of Focused and Radial Extracorporeal Shock Wave Therapies on Lateral Epicondylitis: A Randomised Sham-controlled Trial. *J Coll Physicians Surg Pak* 2023;33:554-9.
 31. Lohrer H, Nauck T, Dorn-Lange NV, Scholl J, Vester JC. Comparison of radial versus focused extracorporeal shock waves in plantar fasciitis using functional measures. *Foot Ankle Int* 2010;31:1-9.
 32. van der Worp H, Zwerver J, Hamstra M, van den Akker-Scheek I, Diercks RL. No difference in effectiveness between focused and radial shockwave therapy for treating patellar tendinopathy: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:2026-32.
 33. Lai WC, Erickson BJ, Mlynarek RA, Wang D. Chronic lateral epicondylitis: Challenges and solutions. *Open Access J Sports Med* 2018;9:243-51.
 34. Creuzé A, Petit H, de Seze M. Short-term effect of low-dose, electromyography-guided botulinum toxin A injection in the treatment of chronic lateral epicondylar tendinopathy: A randomized, double-blinded study. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100:818-26.
 35. Chou LC, Liou TH, Kuan YC, Huang YH, Chen HC. Autologous blood injection for treatment of lateral epicondylitis: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Ther Sport* 2016;18:68-73.
 36. Reeves KD, Sit RW, Rabago DP. Dextrose prolotherapy: A narrative review of basic science, clinical research, and best treatment recommendations. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2016;27:783-823.
 37. Beyazal MS, Devrimsel GJ. Comparison of the effectiveness of local corticosteroid injection and extracorporeal shock wave therapy in patients with lateral epicondylitis. *Phys Ther Sci* 2015;27:3755-8.
 38. Capan N, Esmacilzadeh S, Oral A, Basoglu C, Karan A, Sindel D. Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Is Not More Effective Than Placebo in the Management of Lateral Epicondylitis: A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2016;95:495-506.
 39. Chung B, Wiley JP. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis: A randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2004;32:1660-7.

40. Ozturan KE, Yucel I, Cakici H, Guven M, Sungur I. Autologous blood and corticosteroid injection and extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis. *Orthopedics* 2010;33:84-91.
41. Spacca G, Necozone S, Cacchio A. Radial shock wave therapy for lateral epicondylitis: a prospective randomised controlled single-blind study. *Eura Medicophys* 2005;41: 17-25.