



## Ortopedi ve travmatolojide şok dalga tedavisi

### Shock wave therapy in orthopedics and traumatology

Veli Lök<sup>1</sup>, Bayram Köse<sup>2</sup>, İsmail Baloğlu<sup>3</sup>, Hasan Öztürk<sup>2</sup>, Uğur Öziç<sup>4</sup>, M. Hakan Özsoy<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Serbest Hekim, İzmir

<sup>2</sup>Özel İzmir Hastanesi, İzmir

<sup>3</sup>Serbest Hekim, Almanya

<sup>4</sup>Serbest Hekim, İzmir

<sup>5</sup>S.B. Ankara Hastanesi, Ankara

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi, kas iskelet sistemi problemlerinin tedavisinde 1991 yılından beri Ortopedi ve Travmatoloji de giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Yöntem öncelikli olarak; kırık kaynamasında, gecikmiş kaynama ve kaynamamalarda, plantar fasiit, lateral epikondilit, omuzun kalsifiye ve nonkalsifiye tendinopatisi, Aşil tendinopatisi ve patellar tendinopati, femur başı avasküler nekrozu, osteoporoz (lokal olarak kemik yoğunluğunun artırılması) ve gevşemiş çimentosuz protezler gibi rahatsızlıklarda kullanılmaktadır. Şok dalga tedavisi, cerrahi tedaviye göre daha ucuz, etkili ve kullanımı kolay bir uygulamadır. Cerrahi tedaviye göre; işe dönüş süreci daha kısa, yan ve istenmeyen etkileri daha az olan yeni bir tedavi alternatifidir. Birçok hastalıkta, cerrahi tedavi öncesi etkili bir tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir.

**Anahtar sözcükler:** ESWT; şok dalga tedavisi; tendinopati; epikondilit; plantar fasiit; kas-iskelet hastalıkları

Since 1991, extracorporeal shock wave therapy has been increasingly used in the treatment of musculoskeletal problems in orthopedics and traumatology. It is mostly used in cases such as plantar fasciitis, lateral epicondylitis, shoulder calcinosis and non-calcification tendinopathy, Achilles tendinopathy and patellar tendinopathy, avascular necrosis of the femur head, osteoporosis (local increase in bone density), loose uncemented prostheses. Shock wave therapy is cheaper, more effective and easier to use than surgical treatment. Shock wave therapy is a new treatment option with shorter turnaround time and fewer adverse effects. In many diseases, it should be considered as an effective treatment option before surgical treatment.

**Key words:** ESWT; extracorporeal shock wave therapy; tendinopathy; epicondylitis; plantar fasciitis; musculoskeletal disorders

Şok dalga tedavisi (ossa-terapi), ortopedik şok dalga tedavisi (orthotripsy), ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (*Extracorporeal Shock Wave Therapy* -ESWT), yüksek amplitüdü ses dalgalarının vücudun istenen bölgesine odaklanması ve orada tedavi sağlama esasına dayalı, yeni bir ortopedik tedavi yöntemidir. 1970'lerde şok dalgalarının ürolojide kullanılmaya başlanmasından sonra yapılan deneysel çalışmalarda, alt üreter taşların kırılması esnasında iliumda değişikliklerin görülmesi ile, kemik doku üzerine çalışmalar yapılmaya başlanmıştır.<sup>[1]</sup> Ortopedi ile ilgili ilk çalışma, 1987 yılında Karpman ve arkadaşları tarafından yapılmış ve köpek femur modelinde, şok dalgaları uygulanarak kemik çimentosu ve çimento-kemik

aralığında mikro-kırıklar oluştuğu bildirilmiştir.<sup>[2]</sup> 1991 yılında Bulgaristan'dan Valchanou ve Michailov, farklı yerleşimlerdeki 82 gecikmiş kaynama ve kaynamama serilerinde, 70 kırıkta (%85,4) başarılı kaynama elde edebilmişlerdir.<sup>[3]</sup> Psödoartrozların tedavisinde bildirdikleri başarılı sonucun ardından, ESWT ortopedi ve travmatolojide yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.<sup>[3,4]</sup> Günümüzde şok dalgaları, plantar fasciitis, lateral humeral epikondilit, kırık kaynamama ve kaynama gecikmesi, omuzun kalsifiye tendinitinin tedavisinde yoğun olarak uygulanmasının yanı sıra, femur başı avasküler nekrozu, aşil tendiniti, patellar tendinit ve osteokondritis dissekans tedavilerinde de kullanılmaktadır.

Şok dalgaları, yüksek amplitüd ve kısa dalgalı, tekli pulsatil akustik dalgalardır. Bu dalgalar, iki farklı akustik empedansı olan doku aralığında (örneğin; yumuşak dokudan kemiğe geçerken) mekanik enerjilerini dağıtır. Şok dalgaları, elektrik jeneratörleri tarafından üretilir, ve dalga oluşumu için elektroakustik konvertör ile bir eliptik odaklayıcıya ihtiyaç duyar. Sesi yaratan jeneratörün tipine göre; elektrohidrolik, elektromanyetik ve piezoelektrik olmak üzere üç farklı sistem bulunmaktadır. Şok dalgaları, su gibi sıvı bir ortam içinde yaratılır ve biyolojik dokulara geçişini kolaylaştırmak için jel kullanılır.<sup>[1,5]</sup>

Şok dalgaları, ultrason dalgalarına benzeseler de onlardan farklıdır. Ultrason dalgaları, şok dalgalarının aksine, sinüs dalgası şeklinde eşit olarak yayılmaktadır. Önemli ayrıncı bir özellik de, iki ortamı ayıran sınırdaki şok dalgasındaki akustik enerjinin, basınç ve elastik güç olarak değişmeye uğraması ve daha sonra kabarcık (kavitasyon) etkisi oluşturmasıdır. Diğer bir deyişle, sınır yüzeyinde şok dalgası ile hava kabarcığı oluşmakta ve tekrar büzülmektedir. Bu esnada, 400–1000 bara kadar ulaşan bir basınç meydana gelir ve bu basınç yüksekliği ultrasondan 1000 kat daha fazladır.<sup>[5]</sup>

Şok dalgası oluşturan cihazları ve farklı tedavileri karşılaştırmada, “enerji yoğunluğu” ve “total enerji miktarı” önem taşımaktadır. Enerji yoğunluğu (*Energy Flux Density*), her şok dalgasında 1 mm<sup>2</sup> alana iletilen maksimum akustik enerji miktarıdır. Total dalga enerjisi, uygulanan alana yayılan enerji yoğunluklarının toplamıdır. Bu terim, her şok dalgası tarafından ortaya çıkarılan total akustik enerjiyi tanımlamaktadır. Total enerji miktarı ise, her dalga tarafından ortaya çıkarılan enerjinin kullanılan şok sayısı ile çarpımı sonucu elde edilir.<sup>[1,5]</sup>

Literatürde, düşük, orta ve yüksek enerjiden bahsedilirken, bu tanımlamada kesin bir fikir birliği yoktur. Speed ve arkadaşları, enerji yoğunluk seviyelerine göre 0,10 mJ/mm<sup>2</sup>’den daha aşağı dozları “düşük enerji”, 0,10–0,20 mJ/mm<sup>2</sup> arasını “orta enerji” ve 0,20 mJ/mm<sup>2</sup> üzerini “yüksek enerji” olarak adlandırmaktadırlar.<sup>[6]</sup> Rompe ve arkadaşları ise 0,08 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğuna kadar olan enerjiyi “düşük enerji”, 0,08–0,28 mJ/mm<sup>2</sup> arasını “orta enerji” olarak değerlendirmişlerdir.<sup>[7]</sup> Mainz, enerji yoğunluklarına göre 0,08–0,27 mJ/mm<sup>2</sup> arasını “düşük enerji”, 0,28–0,59 mJ/mm<sup>2</sup> arasını “orta enerji” ve 0,60 ve üzerini ise “yüksek enerji” olarak isimlendirmektedirken, Kassel, 0,12 mJ/mm<sup>2</sup> altını düşük enerji” ve 0,12 mJ/mm<sup>2</sup> üzerini “yüksek enerji” olarak adlandırmaktadır.<sup>[8]</sup>

Şok dalga tedavisini uygulamaya başladığımız 1997 yılından itibaren, grup olarak biz hep yüksek enerjili

şok dalga tedavisi aletleriyle çalıştık. Her ne kadar birçok bilimsel araştırma, yüksek, orta ve düşük enerjili aletlerin uygulamada çok büyük bir etki farkı yaratmadığı yönünde bir sonuca ulaşmışsa da, bizim bu zamana kadar olan klinik deneyimlerimizin gösterdiği, yüksek enerjili aletlerin başarı oranının bir hayli belirgin olduğudur.

Açıklığa tam kavuşmamış bir durum; şok dalga tedavisi aletlerini üreten firmaların, aletlerini tanıtırken hep yüksek enerjili olduğunu vurgulamalarıdır. Bu firmalardan durumu açıklığa kavuşturma yönünden talepte bulduk, ancak aletin parametrelerini bir iki firma haricinde hiçbir zaman alamadık.

Bizim yüksek enerjili alet tercihinde baz aldığımız görüşler şudur: Şok dalgası dokulara girdiği andan itibaren dokunun sınırında “*Impedanz-sprung*” denilen karşı koyucu bir direnç siperi ile karşı karşıya kalır. Tipik bir şok dalgasındaki ani ve kısa sürede yükselip, azami basınç yapmasıyla oluşan asimetric darbelerin sürekli tekrarlanması, başlangıçtaki ile ilerleyen süreçteki dalga basıncı arasında değişikliklere neden olur. Bu arada, şok dalga basıncının şiddeti ve ısı değişiminin de önemli olduğunu vurgulamalıyız.

Şok dalgasının hızı, şok dalgasının geçtiği ortamın yoğunluğuyla mutlak orantılıdır. Şok dalgasında bunun önemi şudur: Şok dalgasının basınç sathı, ilerlemiş şok dalga sayısında, başlangıçtaki şok dalgalarının delici, ilerleyici, ısıyı arttırıcı, öncü vurucu durumuna göre, daha hızlı ve daha derinlere giden bir durum gösterir.<sup>[9]</sup>

Karşı koyucu direnç siperi (*Impedanz-sprung*), şok dalgasının yoğunluğunu ve geometrisini değiştirir. Şok dalgası direnç siperine geldiğinde, bir bölümü “transmisyon” denilen olayla siperin arkasında ilerlemeye devam eder; bir bölümü ise “refleksiyon” denilen olayla geri döner. Transmisyon olayında, şok dalgasının akustik enerjisi, mekanik enerjiye dönüşür. Reflekse olan dalganın döndürülmesi, transmisyon olayının arttırılıp, mekanik enerjinin yükselip, mekanik etkinin en üst düzeye çıkarılması, gönderilen enerjinin yoğunluğu ve yüksekliğiyle doğru orantılıdır.<sup>[10]</sup>

## ŞOK DALGALARININ TENDİNOPATİLER VE TENDON-KEMİK BİLEŞKESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ESWT’nin tendon-kemik bileşkesinde görülen tendinopatiler üzerinde etkisini araştıran bir çok deneysel çalışma yapılmıştır. Orhan ve arkadaşları, farelerde aşıl tendonu parsiyel rüptür modelinde, ESWT uygulanan (500 şok, 15 kV) denekler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, yeni damar oluşumunun arttığı,

daha az yapışıklık geliştiği ve mekanik olarak daha güçlü bir doku elde edildiğini bildirmişlerdir.<sup>[11]</sup> Hsu ve arkadaşları, tavşanlarda oluşturdukları tendinit modelinde, 0,29 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğunda ESWT uyguladıklarında, iyileşme dokusunda kollajen sentezinin arttığı, yeni damarlanmanın hızlandığı ve dokunun tensil gücünün arttığını bildirmişlerdir.<sup>[12]</sup> Wang ve arkadaşları da, tavşanlarda yaptıkları bir deneysel çalışmada, düşük enerjili şok dalgalarının (0,12 mJ/mm<sup>2</sup> ve 500 şok) Aşil tendon-kemik bileşkesine uygulandığında yeni damar oluşumunu hızlandırdığını ve bu etkinin 12 haftaya kadar devam ettiğini göstermişlerdir. Bu çalışmada, dokuda VEGF (*vessel endothelial growth factor*) ve ENOS (*endothelial nitric oxidesynthetase*) gibi anjiyogenetik belirteçlerin (*marker*) arttığını tespit etmişlerdir.<sup>[13]</sup>

Sonuç olarak; ESWT'nin yumuşak dokulardaki olası etki mekanizmasının, şok dalga sonrası anjiyogenez ile ilişkili büyüme faktörlerinin ortama alınması ve bunun da yeni damar oluşumunu ve ortamdaki oksijenasyonu artırarak doku iyileşmesini hızlandırılması olduğu düşünülmektedir.

Yumuşak doku patolojilerinde, uygulama dozları ve kullanılan enerji miktarlarında çalışmalar arasında farklılıklar görülmektedir. Genel kabul gören fikir, yüksek dozların hasara yol açtığı ve uygulanmaması gerektiği şeklindedir. Rompe ve arkadaşları, tavşan Aşil tendonunda şok dalgalarının doza bağımlı bir etki gösterdiklerini tespit etmiştir. Enerji yoğunluğu 0,60 mJ/mm<sup>2</sup> olan uygulamada; tendonda kalınlaşma, fibrinoid nekroz ve inflamatuvar peritendinöz reaksiyonlar görüldüğü ve bu etkinin uygulamadan dört hafta sonra bile devam ettiği, bunun da tendonun mekanik gücünü azaltarak parsiyel ya da total rüptür riskini getirdiği bildirmiş ve tendon hastalıklarının tedavisinde 0,28 mJ/mm<sup>2</sup>'nin üzerindeki dozların klinikte kullanılmaması gerektiği yorumuna varmışlardır.<sup>[7]</sup> Orhan ve arkadaşları, farelerde yaptıkları çalışmalarda, ESWT'nin Aşil tendonu üzerinde doza bağımlı bir etki gösterdiğini ve 0,20 mJ/mm<sup>2</sup> dozda belirgin histolojik değişiklikler görüldüğünü bildirmişlerdir.<sup>[14]</sup> Benzer şekilde Perlick ve arkadaşları, 0,2–0,54 mJ/mm<sup>2</sup> arası yüksek enerji kullanıldığında tendon lezyonlarının geliştiği, 0,23 mJ/mm<sup>2</sup> altındaki dozlarda ise düşük oranda yan etkiler görüldüğü ve başarılı klinik sonuçlar elde edilebildiğini bildirmişlerdir.<sup>[15]</sup> Maier ve arkadaşları da, ESWT'de kullanılan enerjinin tavşan kuadriseps tendonuna olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, 0,5 mJ/mm<sup>2</sup> üzerindeki enerjilerde tendon ve paratenonda morfolojik değişiklikler başladığını göstermişler ve insan kuadriseps tendonunda da bu dozun üzerine çıkılmaması gerektiği sonucuna varmışlardır.<sup>[16]</sup>

Şok dalgalarının kullanılmasında, damar-sinir dokularının üzerine odaklanmamasına dikkat edilmelidir. Wang ve arkadaşları, köpeklerde 0,47 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğundaki şok dalgaları femoral damarlar ve sinire uygulandığında; femoral arterde orta katın adventisyadan ayrıldığını, femoral sinirde ise ödem ve çevre dokularda inflamatuvar reaksiyon geliştiğini bildirmişlerdir.<sup>[17]</sup> Bolt ve arkadaşları, atlarda palmar dijital sinir bölgesine ESWT uygulandığında, sinir iletim hızlarının bozulduğu ve elektron mikroskopisinde miyelin kılıfında parçalanmalar görüldüğünü rapor etmişlerdir.<sup>[18]</sup>

## ŞOK DALGALARININ KIRIK İYİLEŞMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ESWT'nin, kırık iyileşmesi, kemik ve kırık dokular üzerinde etkileri ile ilgili çok sayıda deneysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Haupt ve arkadaşları, farelerde yaptıkları bir çalışmada, şok dalga tedavisinin kırık üzerinde etkili olduğunu göstermişlerdir.<sup>[19]</sup> Johannes ve arkadaşları, köpeklerde oluşturdukları hipertrofik kaynamama modelinde, 4000 şok dalgasını 14,5 kV enerji seviyesinde uyguladıklarında, 12 haftada tüm deneklerde başarılı kaynama elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[20]</sup> Wang ve arkadaşları, şok dalga tedavisi köpeklerde akut tibia kırıklarına uygulandığında, 12. haftadan sonra kallus oluşumu ve kortikal kemik oluşumunun arttığını göstermişlerdir.<sup>[21]</sup> Uslu ve arkadaşları da, osteotomi hattına ESWT uygulanan tavşanlarda daha fazla kallus oluştuğunu tespit etmişlerdir.<sup>[22]</sup> Wang ve arkadaşları, 24 tavşanda oluşturdukları kapalı femur kırığı modelinde, yüksek doz (0,47 mJ/mm<sup>2</sup>, 4000 şok) ESWT uygulananlarda, düşük doz (0,18 mJ/mm<sup>2</sup>, 2000 şok) uygulama ve kontrol grubuna göre kemik kitlesi ve dayanıklılığı anlamında daha başarılı yeni kemik oluşumu elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[23]</sup> Hsu ve arkadaşları, 42 tavşan tibia diyafiz kırığı üzerine yaptıkları çalışmada, ESWT uygulananlarda iyileşme dokusunun mekanik gücünün kontrol grubuna göre hem erken hem de geç dönemde daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[24]</sup>

Hayvan deneylerinde şok dalgalarının kemik iyileşmesi üzerindeki olumlu etkilerini gösteren birçok çalışmaya karşılık, bu uygulamanın mekanik stabilizeyi azalttığı, osteosit ölümüne, kemik iliği nekrozuna ve kırık iyileşmesinde gecikmeye neden olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur.<sup>[5,25,26]</sup> Koyunlarda tibia osteotomisi sonrası ESWT'nin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Forriol ve arkadaşları, ESWT'den üç hafta sonra kortikal kemikte ve periost yüzeyinde herhangi bir değişiklik saptamamış ve kemik iyileşmesinin de geciktiğini bildirmişlerdir.<sup>[25]</sup> Augat ve

arkadaşları, koyun tibialarında yaptıkları çalışmada, ESWT'nin kırık iyileşmesi üzerinde olumlu etkisinin olmadığını saptamışlar ve istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, dalga gücünün artırılmasının kırık iyileşmesinde olumsuz etki gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>[26]</sup>

Kırık iyileşmesinde kullanılan enerji miktarı, klinik çalışmalarda farklılık göstermektedir. Bu konudaki deneysel çalışmalarda, Chen ve arkadaşları, sıçanlarda kaynamama modelinde farklı enerji seviyelerini araştırdıklarında, optimal enerji seviyesinin 0,16 mJ/mm<sup>2</sup> ve 500 şok dalgası olduğu, 0,28 mJ/mm<sup>2</sup> üzeri dozların ise hem kaynama üzerinde ilave etkisi olmadığı hem de artmış yan etkileri nedeniyle sıçanlarda kullanılmaması gerektiğini bildirmişlerdir. Yazarlar, insanlarda da 0,42 mJ/mm<sup>2</sup> dozunun aşılması gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>[27]</sup> Maier ve arkadaşları, 0,50 mJ/mm<sup>2</sup> üzerindeki dozların, yan etkilerinden dolayı kullanılmaması gerektiği sonucuna varmışlardır.<sup>[28]</sup> Martini ve arkadaşları, 21 kV (0,3 mJ/mm<sup>2</sup>) üzerindeki dozların, osteoblastlar üzerinde sitotoksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.<sup>[29]</sup> Haake ve arkadaşları da, enerji miktarı arttıkça hücrelerin içerisinde defektler geliştiği ve hücrelerin kendini onarma kabiliyetinin de azaldığını belirtmişlerdir.<sup>[30]</sup> Bu sonuçlara karşın, klinik çalışmalarda 0,84 mJ/mm<sup>2</sup>'ye ulaşan enerji yoğunluklarında bile başarılı sonuçlara ulaşıldığı bildirilmiştir (Tablo 1).

ESWT'nin kırık iyileşmesindeki etki mekanizması tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir. Bazı çalışmalarda, ESWT'nin mikro-kırıklar ve hematoma oluşturarak kemik yapımını uyarıcı etki gösterdiği iddia edilmektedir.<sup>[3,31,32]</sup> Buna karşın, son yıllarda yapılan deneysel çalışmalarda, etkinin mikro-kırık oluşumu ile ilgili olmadığı ve kırık kaynamasını hızlandıran nedenin osteojenik uyarı olduğu iddia edilmiştir.<sup>[27,33]</sup> ESWT'nin ortamdaki TGF-B1 ve BMP-2 üretimini arttırdığı ve bu mediyatörler aracılığıyla, mezenkimal kök hücrelerinin kemik iliğinden ortama çağrılmasını (*recruitment*) ve osteoprogenitor hücrelere farklılaşmasını hızlandırdığı iddia edilmektedir.<sup>[27,34,35]</sup> Aynı zamanda, hücre membranı hiperpolarizasyonu ve membrana bağlı proteinlerin aktivasyonu ile osteoblastik proliferasyonu ve farklılaşmayı arttırdığı gösterilmiştir.<sup>[27,35]</sup> Martini ve arkadaşları, osteoblast hücre kültürüne şok dalgası uygulandığında, osteoblastlarda nitrik oksit, osteokalsin ve TGF-B1 üretiminin arttığı ve osteoblastik farklılaşmanın hızlandığını bildirmişlerdir.<sup>[29]</sup> Maier ve arkadaşları, tavşanlarda yaptıkları deneysel çalışmada, normal femura ESWT uygulandığında, erken dönemde (10. günde) kanlanmada azalma ve ardından 28. günde kanlanmada artış tespit etmişlerdir. ESWT'nin etkisinin, kanlanması azalmış ya da avasküler dokuların mikro-destrüksiyonu ile revaskülarizasyon ivmelenmesi, lokal büyüme faktörlerinin salınımı

**Tablo 1.** Kaynama gecikmesi ve kaynamama olgularında ESWT uygulamaları ile ilgili klinik seriler

| Yazar                      | Olgu sayısı          | İzlem süresi (ay) | Başarı (%) | Vuruş sayısı | Enerji yoğunluğu (mJ/mm <sup>2</sup> ) | Bölge  |
|----------------------------|----------------------|-------------------|------------|--------------|--|--|
| Wang <sup>[49]</sup>       | 72                   | 12                | 80         | 6000         | 0,62                                   | Femur - tibia                                |
|                            |                      |                   |            | 3000         | 0,56                                   | Humerus                                      |
|                            |                      |                   |            | 2000         | 0,56                                   | Radius - ulna                                |
|                            |                      |                   |            | 1000         | 0,47                                   | Metatars                                     |
| Rompe <sup>[36]</sup>      | 43                   | 4                 | 72         | 3000         | 0,60                                   | Femur - tibia                                |
| Vogel <sup>[40]</sup>      | 52                   | 3,4               | 60,4       | 3000         | 0,60                                   | Femur - tibia - diz - ayak bileği - metatars |
| Schaden <sup>[41]</sup>    | 115                  | 3 ay - 4 yıl      | 75,7       | 12000        | 0,40                                   | Femur - tibia - skafoid                      |
|                            |                      |                   |            | 2500         | 0,35                                   |  |
| Schoellner <sup>[42]</sup> | 43                   | 4                 | 72,1       | 3000         | 0,60                                   |  |
| Wirsching <sup>[43]</sup>  | 115                  | 36                | 81         |              | 0,84                                   |  |
| Biedermann <sup>[37]</sup> | 16 kaynama gecikmesi |                   | 93         | 2900         | 0,70                                   |  |
|                            | 57 kaynamama         |                   | 56         |              |  |  |

ve onarım için gerekli kök hücrelerinin ortama çağrılması ile ilgili olduğunu iddia etmişlerdir.<sup>[28]</sup>

## GEÇİKMİŞ KAYNAMA VE KAYNAMAMALARDA ŞOK DALGASI UYGULAMALARI

Günümüzdeki osteosentez ameliyatlarının mükemmelliğine rağmen psödoartrozların rastlanma sıklığı %5'e kadar varmaktadır.<sup>[36]</sup> Psödoartrozların tedavisinde bazı konservatif yöntemler (fonksiyonel breys, yürüme alçısı) başarı ile kullanılabilmeyle beraber, büyük çoğunlukla cerrahi tedaviye gereksinim doğmaktadır.<sup>[37]</sup> Daha önceki tedavisi başarısızlıkla sonuçlanmış bir hastada yeni bir ameliyatın kabulü, onun komplikasyonlarının üstlenilmesi, zorluk yaratmakta ve çoğunlukla hastanın hekiminden uzaklaşmasına neden olmaktadır. Cerrahinin yerine, komplikasyonu az olan, konservatif ve ucuz bir yöntemin uygulanabilirliği, hekimi ve hastayı önemli derecede rahatlatır. Bu bakımdan, şok dalga tedavisinin (ESWT) başarılı bir yöntem olarak ortaya çıkması, ortopedi ve travmatolojide büyük önem kazanmıştır.

Şok dalga tedavisinin kullanımı ile, ilk olarak Valchanou ve Michailov, farklı yerleşimlerdeki 82 gecikmiş kaynama ve kaynamama serilerinde, 70 kırıkta (%85,4) başarılı kaynama elde edebilmişlerdir.<sup>[3]</sup> Bu başarı, ortopedi camiasında büyük ilgi toplamış ve sonra yapılan çalışmalar ile, kırık kaynamalarında %41-81 başarılı sonuçlar bildirilmiştir (Tablo 1).

Wang ve arkadaşları, 72 hastalık kronik kaynamama olgu serilerinde, hipertrofik kaynamamalarda sonuçlar daha iyi bildirilirken, atrofik tipte sadece %27,3 oranında başarılı sonuç bildirmişlerdir.<sup>[38]</sup> Rompe ve arkadaşları, kırığa bağlı kaynamamalarda femurda %66, tibiada %50 oranında başarıya ulaşabilmişken, osteotomi ve sonrası kaynamamalarda femurda %80 ve tibiada %81 kaynama elde edebilmişlerdir.<sup>[36]</sup> Vogel ve arkadaşları, atrofik psödoartroz, nörofibromatozis, fibröz displazi veya osteogenesis inperfekta gibi konjenital bozukluklarda başarının daha düşük olduğunu belirtmişler ve bu olgular değerlendirme dışı bırakılırsa başarı oranının %67 olduğunu söylemişlerdir.<sup>[39]</sup> Wirsching ve arkadaşlarının serisinde, hipertrofik psödoartrozların tamamı kaynarken, avasküler psödoartrozlarda %57 oranında başarılı sonuç bildirilmiştir. Yazarlar, avasküler tipteki kaynamamalarda spongiyöz otogreftleme ve beraberinde ESWT uygulamasını önermişlerdir.<sup>[42]</sup> Biedermann ve arkadaşları da, kaynamama olgularında ortalama %56 başarı elde etmiş ve hipertrofik kaynamamalarda bu oranın %62 ve atrofik tipte ise %50 olduğunu bildirmişlerdir. Fakat, elde edilen başarının kırık kaynamasının doğal süreci sonucunda mı yoksa ESWT'nin etkisi ile

mi olduğunun ayrımının yapılamadığı ve bu nedenle, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.<sup>[37]</sup>

Beutler ve arkadaşları ise 2x2000 şok dalgası ve 18 kV seviyesinde ESWT uyguladıkları 27 psödoartrozda, sadece %41 oranında başarılı sonuca ulaşabildiklerini bildirmişlerdir. Başarı, hipertrofik tipte %53, atrofik tipte ise %25 oranındadır. Yazarlar, eğer uygulamadan üç ay sonra kırıkta kaynama adına değişiklikler görülmediyse, cerrahinin gündeme gelmesi gerektiği yorumunu yapmışlardır.<sup>[43]</sup>

Tüm bu çalışmalarda, hasta grupları heterojen olup hasta seçim kriterleri farklılıklar göstermektedir. ESWT öncesi ve sonrası uygulamalar, çalışmalar arasında ve hatta çalışmaların kendi içerisinde farklıdır. Literatürde bulunan en büyük sorunlardan biri de, enerji şekillerinin birbirine çevrilmesindeki (kV'nin mJ/mm<sup>2</sup>'ye çevrilmesi ya da tersi gibi) farklılıklardır. Bunun yanında, şok dalgası üretim metodu, uygulanan doz ve şok sayısı, tekrar sıklığı, takip kriterleri ve takip süreleri benzer olmadığı için, çalışmaları karşılaştırmak mümkün olmamaktadır.

Gerçek kontrendikasyonlar olarak; çevrede akut enfeksiyonlar, akut osteomyelit, hemorajik diyatezler, habis tümörler ve gebelik kabul edilmektedir. Patolojik kırıklarda, kapanmamış epifiz büyüme bölgelerinde, kalp pili olan hastalarda, büyük sinirlerin bulunduğu bölgelerde veya omurilik bölgesinde, immünsupresif ve antikoagülan ilaç kullanan hastalarda, ESWT uygulanması önerilmemektedir.<sup>[36,40,44]</sup> Fragmanlar arasında 5 mm'den fazla aralık veya atrofik psödoartroz varlığının önceden belirlenmesi gerekir. Atrofik ve sintigrafide reaktif bulgu göstermeyen psödoartrozlarda iyileşme oranı daha düşüktür.<sup>[38,39,42]</sup> Osteosentezin tekniğe uygun yapılması durumunda, ESWT başarılı olumlu etkilenmektedir. İnstabilite durumunda, şok dalgası tedavisi ile birlikte eksternal immobilizasyon kullanımı gerekmektedir.<sup>[38,40,44,45]</sup> Hastada osteosentez materyali bulunması kontrendikasyon yaratmaz; ancak, intramedüller çivileme yapılmış olgularda sonuçlar, plaklı osteosentezlere göre daha başarılıdır (Şekil 1 ve 2).

Psödoartroz tedavisinde ESWT minimal invaziv bir yöntem olup ciddi komplikasyonlara rastlanmamıştır. Yüzeysel peteşiler, doku ödemi ve dermal erozyon, en sık bildirilen komplikasyonlardır.<sup>[36,40,45]</sup> Wang ve arkadaşları, 72 olgunun 58'inde (%80,6) yüzeysel peteşi ve 27'sinde de (%37,5) hematoma oluştuğunu, fakat bunların kendiliğinden düzeldiğini bildirmişlerdir.<sup>[38]</sup> Minimal invaziv bir girişim olarak değerlendirilmesine karşın, uygulama ağrılı olduğu için rejyonel ya da genel anestezi gerekmektedir.<sup>[40]</sup> Düşük



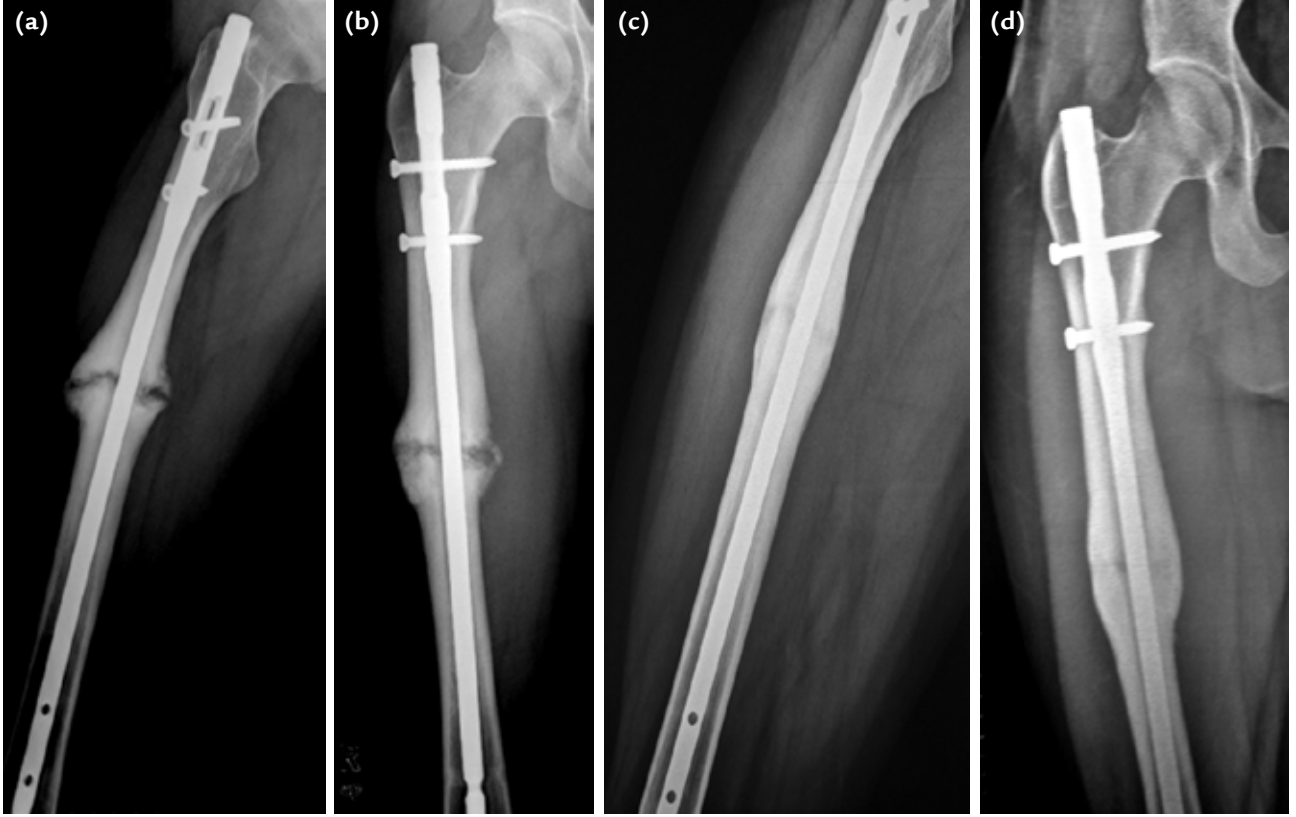
**Şekil 1. a-f.** İntramedüller çivi ile osteosentez (a); Femurda kaynamama, cerrahi sonrası 1. yıl. Plakla osteosentez eklenmiş. 1. ESWT uygulaması (b); 2. ESWT'den üç ay, 1. ESWT'den altı ay sonra kaynama oluşumu (c, d); iki kez ESWT uygulandıktan dokuz ay sonra kaynama (e, f).

orandaki komplikasyonların yanı sıra, ESWT cerrahi yöntemlere göre daha ucuzdur ve ayakta tedavi olarak da uygulanabilir.

Biz, küçük kemiklerde 22–24 kV ve 1500–2000 şok dalgası kullanmaktayız. Femur, tibia, humerus gibi büyük kemiklerde ise 28 kV ve 6000 şok dalgası uygulamaktayız. Bu 6000 şok dalgasını, 3–4 farklı odağa ve her birine 1500–2000 vuruş gelecek şekilde uygulamaktayız. Kaynamayı üç aylık dönemlerde takip ederek, en fazla dört uygulama yapmaktayız. 2000 yılına

kadar olan 25 olgumuzda, tek uygulama ile %78 oranında kaynama elde edebildik (Şekil 3–5).<sup>[46,47]</sup>

Bu konuda, randomize, plasebo kontrollü çalışmaların bulunmaması kesin bir yargıya varmayı olanaklı kılmamasına rağmen, ESWT'nin kaynamamış kırıklarda kullanımı, bildirilen başarılı sonuçlar bulunması ve komplikasyonların göz ardı edilebilecek kadar az olması nedeniyle, cerrahi tedaviye baş vurmada önce denebilecek önemli bir tedavi alternatifidir. Hipertrofik tipte kaynamamalar, atrofik tipe göre daha başarılı



**Şekil 2. a-d.** İntramedüller çivi ile osteosentez sonucunda femurda kaynamama (a, b); 3. ESWT'den bir yıl iki ay sonra kaynama oluşumu (c, d).

sonuçlar vermektedir ve tedavinin etkisine karar vermek, daha farklı tedavilere geçmek için en az üç aylık bir süre beklenmesi gerekmektedir.

## OMUZUN KALSİFİYE TENDİNİTİNDE ŞOK DALGA TEDAVİSİ

Omuzun kalsifiye tendiniti, çoğunlukla 30-60 yaşlarında görülen ve günlük ortopedi pratiğinde sık olarak rastlanan bir sorundur. Asemptomatik hastalarda %2,5-20 kalsifikasyon görüldüğü ve omuz şikayetleri ile başvuran hastalarda %54 oranına varan miktarda kalsifikasyon görülebildiği bildirilmiştir.<sup>[48]</sup> Bu hastalığın etiyojisi tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir; ancak, rotator manşette hipovaskülerizasyon ve dejeneratif değişiklikler sonucunda kondroid metaplazi ve tendonda kalsifikasyon gelişimi, öne sürülen nedenlerdir.<sup>[49]</sup> Kalsifiye tendinitin kronik veya subakut evresinde, fizik tedavi, lokal anestetik veya kortikosteroid enjeksiyonu ya da her ikisi birlikte uygulanabilmektedir. İğne ile lavaj uygulamaları da önerilen tedaviler arasındadır. Konservatif tedavinin başarısı %30-85 arasında

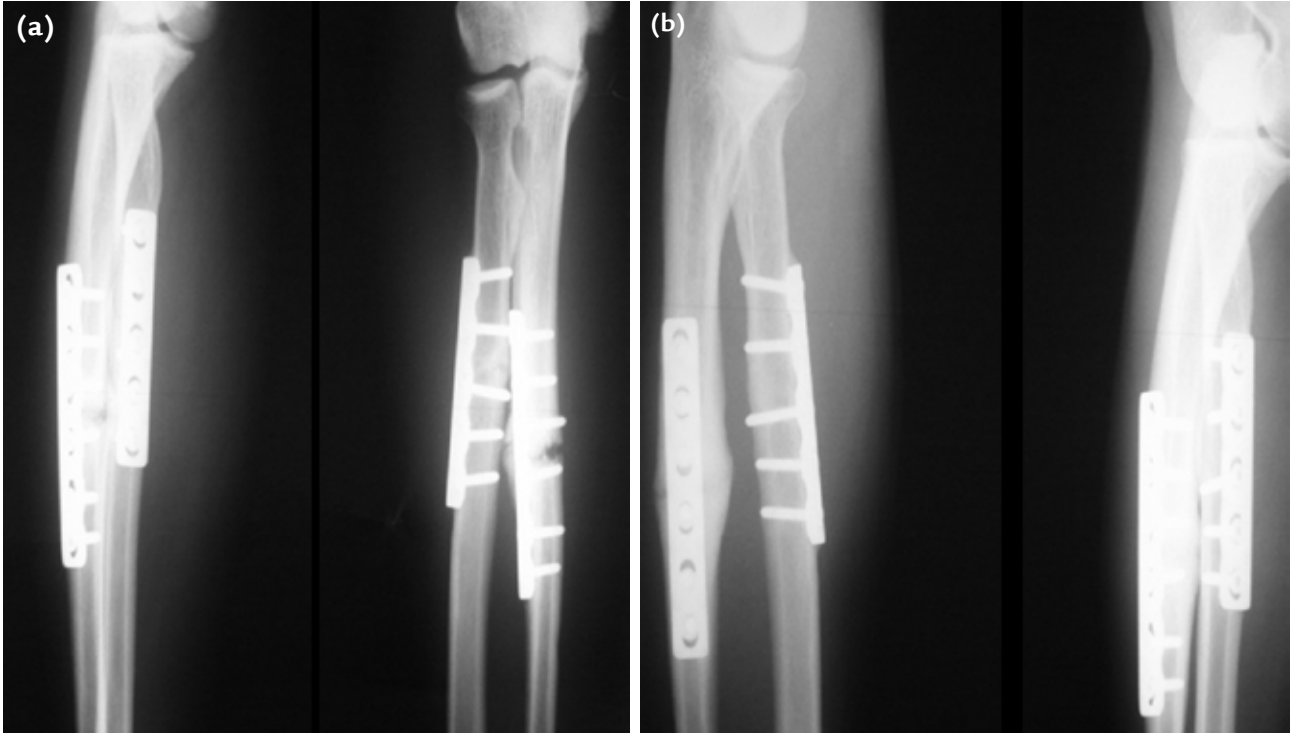
değişmektedir.<sup>[50]</sup> Açık cerrahi ile %79-89 arasında başarılı sonuçlar bildirilmiştir.<sup>[51]</sup>

ESWT, 1993 yılından beri omuzun kalsifiye tendinitinde kullanmakta olan bir alternatif tedavidir. Literatürde, omuzda kalsifik tendinit olgularında şok dalga tedavisinin klinik başarısı %36-85 iken, radyolojik olarak kalsifikasyonların kaybolması %19-77 olarak bildirilmiştir (Tablo 2).<sup>[48,52,53]</sup>

Kalsifik tendinitte ESWT'nin etki mekanizması ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Loew ve arkadaşları, etki mekanizmasını; şok dalgası odağında basıncın artması ve bunun da kalsifikasyonda fragmantasyon ve kavitasyon meydana getirerek kalsifik birikintilerin çözülmesi ve çevre dokular tarafından absorbe edilmesi olduğunu düşünmektedirler.<sup>[53]</sup> Perlick ve arkadaşları ise, etki mekanizmasının kalsifikasyonun fiziksel parçalanma ve erimesine değil, şok dalgalarının dokuda yarattığı mekanik irritasyon sonucunda inflamatuvar değişikliklerin tetiklenmesine bağlı olduğunu düşünmektedirler.<sup>[54]</sup> Wang ve arkadaşları da, kalsifikasyondaki çözülmenin mekanik irritasyona



**Şekil 3. a-c.** Türkiye’de ilk kez bir kaynamama tedavisinde şok dalgası tedavisi uyguladığımız hastamız. Kubbe tipi yüksek tibia osteotomisinden sonra kaynamama (a); şok dalga tedavisinden yedi hafta sonra kaynama başlamış (b); Dört ay sonra kaynama tamamlanmış (c).



**Şekil 4. a, b.** Plak vida ile osteosentez, ulnada psödoartroz. ESWT (6000 vuruş) uygulaması (a); ESWT uygulamasından beş ay sonra kaynama (b).





**Tablo 2.** Omuz kalsifiye tendinitine ESWT uygulamaları ile ilgili klinik seriler

| Yazar                     | Olgu sayısı           | İzlem süresi (ay) | Başarı (%) ESWT | Başarı (%) plasebo | Radyolojik kalsifikasyon kaybılması (%) ESWT       | Radyolojik kalsifikasyon kaybılması (%) plasebo | Vuruş sayısı | Uygulama sayısı | Enerji yoğunluğu                 |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--|---|--------------|-----------------|----------------------------------|
| Wang <sup>[49]</sup>      | 29                    | 3                 | 61,9            | -                  | 28,6 Tam<br>9,5 Parsiyel                           | -   | 1000         | 1-3             | 14 kV (0,18 mJ/mm <sup>2</sup> ) |
| Wang <sup>[55]</sup>      | 37 ESWT<br>6 Plasebo  | 24                | 90,9            | Yok                | 57,6 Tam<br>15,1 Parsiyel                          | 16,7 Parsiyel                                   | 1000         | 1-3             | 14 kV (0,18 mJ/mm <sup>2</sup> ) |
| Cosentino <sup>[58]</sup> | 35 ESWT<br>35 Plasebo | 6                 | 69              | Yok                | 40 Tam<br>31 Parsiyel                              | Yok   | 1200         | 4               | 0,28 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Rompe <sup>[48]</sup>     | 40                    | 1,5<br>6          | -<br>72,5       | -                  | 10 Tam<br>42,5 Parsiyel<br>15 Tam<br>47,5 Parsiyel | -   | 1500         | 1               | 0,28 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Rompe <sup>[50]</sup>     | 50                    | 12<br>24          | 60<br>64        | -                  | 47 Tam<br>33 Parsiyel                              | -   | 3000         | 1               | 0,60 mJ/mm <sup>2</sup>          |

değil, ortamdaki artmış kan dolaşımına bağlı olduğu yorumuna varmışlardır.<sup>[55]</sup>

Omuzun kalsifiye tendinitinde genel kabul gören şok dalgası uygulanma endikasyonları; hastanın erişkin olması, en az altı aylık konservatif tedaviye yanıt vermeyen semptomların bulunması, radyolojik olarak en az 10 mm ve homojen ya da heterojen fakat keskin sınırları olan (Gartner Tip I ya da II) kalsifikasyonların bulunması şeklindedir. Omuzun adheziv kapsülünde, rotator manşet lezyonu varlığında, omuz bölgesinde osteoartrit, tümöral, inflamatuvar veya enfeksiyöz hastalıkların varlığında, çocuklarda, hamilelerde ve oral antikoagülan kullananlarda ESWT önerilmemektedir.<sup>[4,56,57]</sup>

Rompe ve arkadaşları, kalsifikasyonu tamamen kaybolan hastaların fonksiyonel sonuçlarının parsiyel kaybolanlara göre daha başarılı olduğunu tespit etmişler ve iyi klinik sonuca ulaşabilmek için kalsifikasyonların tamamen giderilmesinin tedavinin temel amacı olması gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>[59]</sup> Yine Rompe ve arkadaşları, kalsifiye tendinitte cerrahi ve yüksek enerjili ESWT'nin sonuçlarını karşılaştırdıkları bir başka çalışmalarında, bir yıllık izlemde cerrahi (%75 başarılı) ve ESWT (%60 başarılı) arasında anlamlı farklılık olmadığını, fakat iki

yıllık takipte cerrahinin (%90 başarılı) ESWT'ye (%64 başarılı) oranla daha başarılı olduğunu tespit etmişlerdir. Homojen ve keskin sınırlı kalsifikasyonu olanlarda (Gartner Tip I) cerrahi daha iyi sonuçlara varırken, Gartner Tip II kalsifikasyonu olanlarda (keskin sınırlı, homojen olmayan kalsifikasyon ya da sınırları belli olmayan homojen kalsifikasyon) iki tedavi şekli arasında fark bulunamamıştır. Yazarlar, cerrahi tedavinin uzun dönem izlemde -çok farklı olmamakla birlikte- daha iyi sonuç vermesine karşın, hastanede kalış süresinin uzun olduğu, hasta işine dönene kadar olan toplam maliyetin cerrahi tedavide yaklaşık \$12,000 daha pahalı olduğunu belirterek; özellikle omuzda homojen olmayan kalsifikasyonu olanlarda (Gartner Tip II), cerrahi tedaviden önce ESWT'nin denenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.<sup>[50]</sup> Yakın zamanda yayımlanan bir çalışmada da, Krasny ve arkadaşları, ESWT'ye ek olarak iğne ile kalsifikasyonun boşaltılmasıyla, daha başarılı sonuçlara ulaşılabilirdiğini bildirmişlerdir.<sup>[60]</sup>

Uygulanan tedavilerde kullanılan enerji miktarı ve şok dalga sayısı farklılık göstermektedir. Genel yaklaşım, yüksek enerjili tedavinin (0,28 mJ/mm<sup>2</sup> ve üstü) etkinliğinin hem klinik hem de radyolojik olarak daha başarılı olduğu şeklindedir. Gerdsmeyer

ve arkadaşları, randomize, plasebo kontrollü ve çok merkezli çalışmalarında, kronik kalsifiye omuz tendiniti olan hastalara yüksek enerjili (0,32 mJ/mm<sup>2</sup> ve 1500 şok), düşük enerjili (0,08 mJ/mm<sup>2</sup> ve 6000 şok) ESWT veya plasebo tedavi uygulamışlar ve yüksek enerji uygulananlardaki sonuçların düşük enerji grubuna göre daha iyi olduğu bildirmişlerdir.<sup>[61]</sup> Loew ve arkadaşları, ileriye dönük, kontrollü çalışmalarında, düşük enerjili (0,1 mJ/mm<sup>2</sup>) ve yüksek enerjili (0,3 mJ/mm<sup>2</sup>) ESWT'nin etkisini araştırmışlardır. Düşük enerjili ESWT'nin herhangi bir tedavi yapılmayan hastalarla benzer etki yarattığını, fakat yüksek enerjili ESWT'nin anlamlı subjektif ve fonksiyonel (%70) iyileşme sağladığını belirtmişlerdir.<sup>[53]</sup> Rompe ve arkadaşları da, randomize, kontrollü çalışmalarında, düşük enerjili (0,06 mJ/mm<sup>2</sup>) ve yüksek enerjili (0,28 mJ/mm<sup>2</sup>) ESWT'nin kalsifiye omuz tendiniti üzerine etkileri araştırmışlardır. Düşük enerjili grupta %50, yüksek enerjili grupta %64 oranında kalsifikasyonların kaybolduğunu, her iki grupta da fonksiyonel skorların altı ve 24 haftalık izlemde anlamlı şekilde düzeldiğini, fakat bu düzelmelerin yüksek enerji grubunda daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[62]</sup>

Bunlara karşın, Pleiner ve arkadaşları, 0,28 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğunda ESWT uyguladıkları hastalarda 0,07 mJ/mm<sup>2</sup> uygulananlara göre fonksiyonel olarak anlamlı farklılık tespit ettiklerini, fakat ağrı azalmasında kısa dönem hariç gruplar arasında fark görülmediğini bildirmişlerdir.<sup>[63]</sup> Benzer şekilde, Perlick ve arkadaşları, yüksek enerjili (0,42 mJ/mm<sup>2</sup>) şok dalga tedavisinin orta enerjili (0,23 mJ/mm<sup>2</sup>) tedaviye göre kalsifikasyonların çözülmesi anlamında daha başarılı olduğunu, iki grupta da fonksiyonel ve ağrı skorlarında belirgin düzelmeye görülmesine rağmen, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli olmadığını bildirmişlerdir.<sup>[54]</sup>

ESWT'nin kalsifiye tendinit tedavisinde bildirilen olumlu sonuçlara karşılık, Charrin ve Noel, 0,32 mJ/mm<sup>2</sup> enerji kullanarak tedavi ettikleri hastalarda, 12 haftada %36,6 ve 24 haftada %55,1 subjektif düzelmeye elde etmişler ve radyolojik olarak kalsifikasyonda kaybolma sadece %17,7 olguda tespit edebilmişlerdir.<sup>[56]</sup>

ESWT uygulamasında şok dalgalarının kalsifikasyonun merkezine odaklanması önemlidir ve klinik sonuçları olumlu etkiler.<sup>[52,64]</sup>

Omuzda ESWT uygulamasından sonra görülen komplikasyon oranları oldukça düşüktür.<sup>[50,56,57,62,65]</sup> En sık görülen ciltte peteşiyal kanamalar olup, daha az sıklıkla da subdermal hematoma oluşabilmektedir. ESWT sonrası ameliyat edilen olgularda rotator manşet ya da kıkırdak sorunlarına rastlanmamıştır.<sup>[57]</sup> İki farklı çalışmada, kalsifiye tendinit nedeniyle ESWT

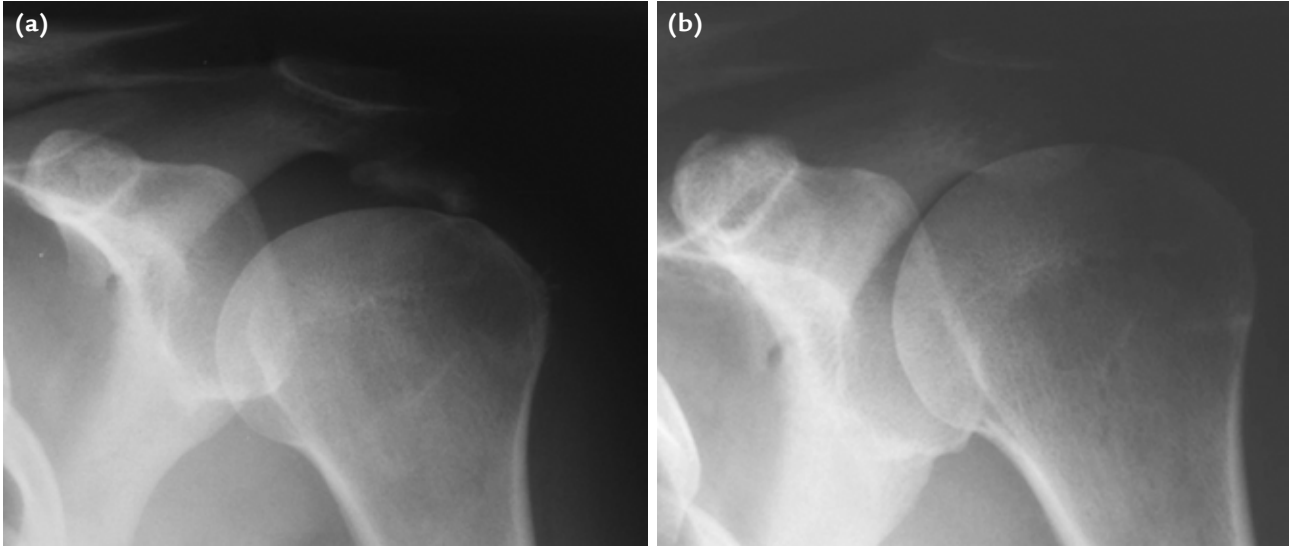
uygulanan 24 hastanın hiçbirinin manyetik rezonans (MR) kontrolünde, omuzda belirgin kas, tendon, kemik ya da kıkırdak lezyonu saptanmamıştır.<sup>[66,67]</sup> Önemli bir komplikasyon sayılabilecek humerus başı osteonekrozu, Durst ve arkadaşları tarafından bir olguda bildirilmiş ve etkenin anterior humeral sirkumfleks arterin şok dalgaları nedeniyle yaralanması olduğu düşünülmüştür.<sup>[68]</sup>

Kalsifiye olmayan omuz tendinitlerinde de şok dalgası uygulaması denenmiş, fakat başarılı sonuca ulaşamamıştır.<sup>[65,69]</sup>

Sonuç olarak; omuzun kalsifiye tendinitinde şok dalga tedavisi, klinik çalışmalarda elde edilen ortalama %50-70 arasındaki başarılı sonuçlar ve görülen yan etkilerin azlığı göz önüne alındığında, konservatif tedavilerde başarı elde edilememiş hastalarda, cerrahi tedaviye baş vurulmadan önce denemesi uygun olabilecek bir tedavi alternatifidir. ESWT'nin cerrahi tedaviye göre toplam maliyet açısından daha ucuz olması ve daha hızlı işe geri dönebilmeyi sağlaması da bu fikri desteklemektedir.<sup>[4]</sup> Bizim de klinikte ESWT uyguladığımız ve başarılı sonuçlar aldığımız olgularımız mevcuttur (Şekil 6).

## LATERAL EPİKONDİLİT TEDAVİSİNDE ŞOK DALGA UYGULAMALARI

Lateral epikondilit (tenisçi dirseği), toplumun %1-3'ünü etkileyen ve etiyolojisi tam anlaşılammış bir hastalıktır.<sup>[70]</sup> Temel semptomu, ortak ekstansör orijinde olan ve distale doğru yayılan ve bu kasların kullanımını gerektiren aktivitelerle artan ağrıdır. Genellikle spor ya da işe bağlı bir aşırı kullanma hastalığı olup, güçlü kavrama ve eksentrik kontraksiyonlar esnasında el bileğinin tekrarlayıcı, hızlı hareketleri ile ortak ekstansör orijinde ve özellikle de ekstansör karpi radyalis brevis tendonunda makroskopik ve mikroskopik yırtıklar ile oluşur. Etiyolojide, yaşlanma ya da kimyasal, vasküler, hormonal ve herediter faktörlerin de rol alabileceği bildirilmiştir.<sup>[71]</sup> Histolojik olarak yoğun fibroblast grupları, vasküler hiperplazi ve dağınık kollajen lifleriyle karakterize bir dejeneratif süreç olarak değerlendirilir.<sup>[70]</sup> Tanısı kolay olmasına rağmen tedavisi zorluklar içerir. Hastalığın, doğal süreçte bir yılda %70-80 oranında düzelebildiği bildirilmektedir. Konservatif tedavide non-steroid anti-inflamatuvar ilaçlar, ultrasonografi tedavisi, steroid enjeksiyonları, fonksiyonel breysleme, fizik tedavi ve lazer tedavisi kullanılmakta olmasına rağmen, hiçbirinin gerçek anlamda etkin olduğuna ait kanıtı dayalı veriler bulunmamaktadır.<sup>[70,72]</sup> Açık, perkütan ya da artroskopik tekniklerle başarılı sonuçlar bildirilmiş olmasına rağmen, bu tedavilerin de sonuçları uyumsuzluklar ve



**Şekil 6. a, b.** Omuzun kalsifiye tendiniti, 2500 vuruşluk ESWT uygulaması (a); ESWT uygulamasından 3. hafta sonra (b).

farklılıklar içermektedir.<sup>[72,73]</sup> Şok dalga tedavisi ile lateral epikondilit tedavisinde de %90,9'a varan başarılı sonuçlar bildirilmiştir. İnvaziv bir girişim olmaması ve bildirilen düşük komplikasyon oranları kullanım sıklığını arttırmıştır.

Şok dalgalarının lateral epikondilite nasıl semptomatik iyileşme sağladığı tam olarak aydınlatılabilmemiş değildir. Yaygın kabul edilen bir görüşe göre, ağrılı noktadaki sinir uçlarının aşırı stimülasyonunun refleks ağrı inhibisyonuna (hiperstimülasyon analjezisi) neden olduğu düşünülmektedir.<sup>[74-76]</sup> Bunun yanında, anjiyogenez ile ilişkili büyüme faktörlerinin ortama salınması ve bunun da doku iyileşmesini hızlandırması, diğer öngörülen etki mekanizmasıdır.<sup>[11-13]</sup>

Literatürde, ESWT'nin etkin olduğunu iddia eden, plasebo kontrollü olmayan klinik serilerde %48-84 başarı bildirilmiştir (Tablo 3). Bu serilerde, iyileşmenin 24 haftaya kadar sürebileceği ve gerektiğinde tedavinin tekrar yapılabileceği ileri sürülmektedir. Maier ve arkadaşları, erkek hastalarda %84 başarı elde ederken, kadınlarda bu oran %52 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, MR görüntüleme bulgularında sıvı kolleksiyonu ve fibrovasküler proliferasyon bulunan hastaların (yani vital ve inflamasyonlu dokuların) skatris dokusu olarak değerlendirilen hastalara göre daha iyi cevap verdiği tespit edilmiştir.<sup>[79]</sup> Krisek ve arkadaşları, tenisçi dirseği olgularında %60 başarı sağlarken, bu oran golfçü dirseği olgularında %27'ye düşmüştür.<sup>[76]</sup> Steroid enjeksiyonu ile düşük doz ESWT'nin karşılaştırıldığı, ileriye dönük, randomize

çalışmada, Crowther ve arkadaşları, 48 olguya ESWT ve 25 olguya da tek doz steroid enjeksiyonu uygulamışlardır. ESWT uygulamasında 3x2000 vuruş ve 0,1 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğunda şok dalgaları kullanılmıştır. Üç aylık izlemde, steroid enjekte edilen hastaların %84'ünde başarılı sonuç elde edilmişken, ESWT uygulananlarda başarı %60 olarak tespit edilmiştir.<sup>[81]</sup>

ESWT'nin başarılı olduğunu iddia eden plasebo kontrollü çalışmalarda ise; aktif tedavi edilen olgularda %65-90,9 oranında başarı elde edilmişken, plasebo grubunda başarı %0-28 oranındadır (Tablo 3).<sup>[83-85]</sup>

Literatürde bildirilen başarılı sonuçlara karşın, ESWT'nin etkinliğinin yetersiz olduğu ve plasebo dan farksız olduğunu gösteren klinik olgu serileri ve randomize kontrollü çalışmalar da bulunmaktadır (Tablo 4).<sup>[6,86-91]</sup> Richter ve arkadaşları, ESWT uyguladıkları 16 hastanın üç aylık izleminde, 13 hastada şikayetlerin gerilediği fakat daha sonraki izlemlerde sadece iki hastanın asemptomatik olarak kaldığını bildirmişlerdir.<sup>[86]</sup> Melegati ve arkadaşları da, 3x1800 impuls ve 0,16 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğunda ESWT uyguladıkları 41 hastanın altı aylık izleminde, ağrı ve fonksiyon durumunda anlamlı iyileşme bildirirken hiçbir hastada ağrının tam olarak ortadan kalkmadığını belirtmişlerdir.<sup>[87]</sup> Perlick ve arkadaşları, kronik lateral epikondilitli hastalarda, Mittelmaier işlemi (lateral epikondilden tanjansiyel kemik rezeksiyonu) yapılan 30 hasta ile ESWT uygulanan (2x2000 şok ve 0,23 mJ/mm<sup>2</sup> enerji yoğunluğunda) 30 hastayı karşılaştırmışlardır. Bir yıllık izlemde, cerrahi uygulanan

**Tablo 3.** Tenisçi dirseğinin tedavisinde ESWT'nin etkili olduğunu iddia eden çalışmalar

| Yazar                    | Olgu sayısı           | İzlem süresi (ay) | Başarı (%) ESWT          | Başarı (%) plasebo | Vuruş sayısı | Uygulama | Enerji yoğunluğu                 |
|--------------------------|-----------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|--------------|----------|----------------------------------|
| Ko <sup>[77]</sup>       | 53                    | 6                 | 73                       | -                  | 1000         | 1-2      | 14 kV (0,18 mJ/mm <sup>2</sup> ) |
| Decker <sup>[78]</sup>   | 78                    | 30,7              | 73                       | -                  |              | 3        | 0,05-0,18 mJ/mm <sup>2</sup>     |
| Maier <sup>[79]</sup>    | 42                    | 19                | 84 (erkek)<br>52 (kadın) | -                  | 2000         | 3-5      | 0,15 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Krischek <sup>[76]</sup> | 29                    | 12                | 62                       | -                  | 500          | 3        | 0,08 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Furia <sup>[80]</sup>    | 36                    | 3                 | 78                       | -                  |              |          |                                  |
| Rompe <sup>[82]</sup>    | 25<br>25              | 3<br>6            | 56<br>20                 | -                  | 1000<br>10   | 3<br>3   | 0,08 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Rompe <sup>[74]</sup>    | 50<br>50              | 6                 | 48<br>6                  | -                  | 1000<br>10   | 3<br>3   | 0,08 mJ/mm <sup>2</sup>          |
| Wang <sup>[83]</sup>     | 43 ESWT<br>6 Plasebo  | 12                | 90,9                     | Başarı yok         | 1000         | 1-3      | 14 kV (0,18 mJ/mm <sup>2</sup> ) |
| Mehra <sup>[84]</sup>    | 13 ESWT<br>11 Plasebo | 6                 | 78                       | 9                  | 2000         | 1        | 2,5 bar                          |
| Rompe <sup>[85]</sup>    | 37 ESWT<br>40 Plasebo | 3                 | 65                       | 28                 | 2000         | 3        | 0,09 mJ/mm <sup>2</sup>          |

**Tablo 4.** Tenisçi dirseğinin tedavisinde ESWT'nin etkili olmadığını iddia eden çalışmalar

| Yazar                 | Olgu sayısı             | İzlem süresi (ay) | Başarı (%) ESWT | Başarı (%) plasebo | Vuruş sayısı | Uygulama | Enerji yoğunluğu             |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------|----------|------------------------------|
| Haake <sup>[90]</sup> | 134 ESWT<br>137 Plasebo | 3                 | 25,8            | 25,4               | 2000         | 3        | 0,09 mJ/mm <sup>2</sup>      |
| Chung <sup>[91]</sup> | 31 ESWT<br>29 Plasebo   | 2                 | 39              | 31                 | 2000         | 1        | 0,03-0,17 mJ/mm <sup>2</sup> |
| Speed <sup>[6]</sup>  | 40 ESWT<br>35 Plasebo   | 3                 | 35              | 34                 | 1500         | 3        | 0,12 mJ/mm <sup>2</sup>      |

hastalarda %73 oranında başarılı sonuca ulaşabilmişken, ESWT uygulananlarda sadece %43 oranında başarılı sonuç elde edebilmişlerdir.<sup>[88]</sup> Melikyan ve arkadaşları, kronik lateral epikondilit nedeniyle cerrahi sırası bekleyen 74 hasta üzerinde randomize, plasebo kontrollü bir çalışma yapmışlardır. Düşük enerjili ESWT uygulanan tedavi grubunda %46 ve plasebo grubunda %43 olguya bir yıl sonunda cerrahi tedavi gerekli olmuş ve gruplar arasında farklılık tespit edilememiştir.<sup>[89]</sup>

Lateral epikondilit tedavisinde, çoğunlukla ek tedavi gerektirmeyen yüzeysel komplikasyonlar bildirilmiştir. Tedavide düşük enerjili şok dalgaları kullanıldığı için komplikasyon oranları yüksek değildir. Richter ve arkadaşları, ESWT uyguladıkları 16 hastanın 10'unda lokal kızarıklık ve küçük hematomlar oluştuğunu bildirmişlerdir.<sup>[86]</sup> Haake ve arkadaşları, lateral epikondilit nedeniyle düşük enerjili ESWT uyguladıkları 272 hastada %21,1 oranında ciltte kızarıklık, %4,8 oranında ağrı, %4,5 oranında peteşi ve hematom bildirmişlerdir.<sup>[92]</sup>

Tenisçi dirseği için uygulanan tüm tedavilerin değerlendirildiği bir derlemede, 2004 yılına kadar yapılan çalışmalar ele alındığında, akut ve kronik tenisçi dirseği tedavisinde kanıta dayalı bir tedavi şeması yapmanın mümkün olmadığı bildirilmiştir.<sup>[72]</sup> Stasinopoulos ve Johnson da yakın zamanda yayımladıkları meta-analizde, ESWT'nin tenisçi dirseği tedavisindeki etkisi hakkında olumlu ya da olumsuz bir kaniya varmanın mümkün olmadığı ve bu konuda iyi düzenlenmiş randomize, plasebo kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulduğu yorumunu yapmışlardır.<sup>[93]</sup> Wild ve arkadaşları ise, lateral epikondilit tedavisinde ESWT'nin, cerrahiye ve hatta altı haftayı geçen fizyoterapi ve enjeksiyon tedavilerine göre daha ucuz, az invaziv ve işgücü kaybına neden olmayan bir tedavi olduğunu belirtmişlerdir.<sup>[4]</sup>

Sonuç olarak; cerrahi tedavilerin plasebo ile karşılaştırıldığı randomize, kontrollü çalışmaların bulunmaması ve ESWT'nin etkili olabileceğini bildiren çalışmaların da mevcut olması ve komplikasyon oranlarının düşük olması nedeniyle, konservatif tedavilere yanıt vermeyen olgularda, cerrahi uygulamalara geçmeden önce, ESWT uygulanabilecek bir tedavi alternatifidir.

## PLANTAR FASCIİTİSTE ŞOK DALGA UYGULAMALARI

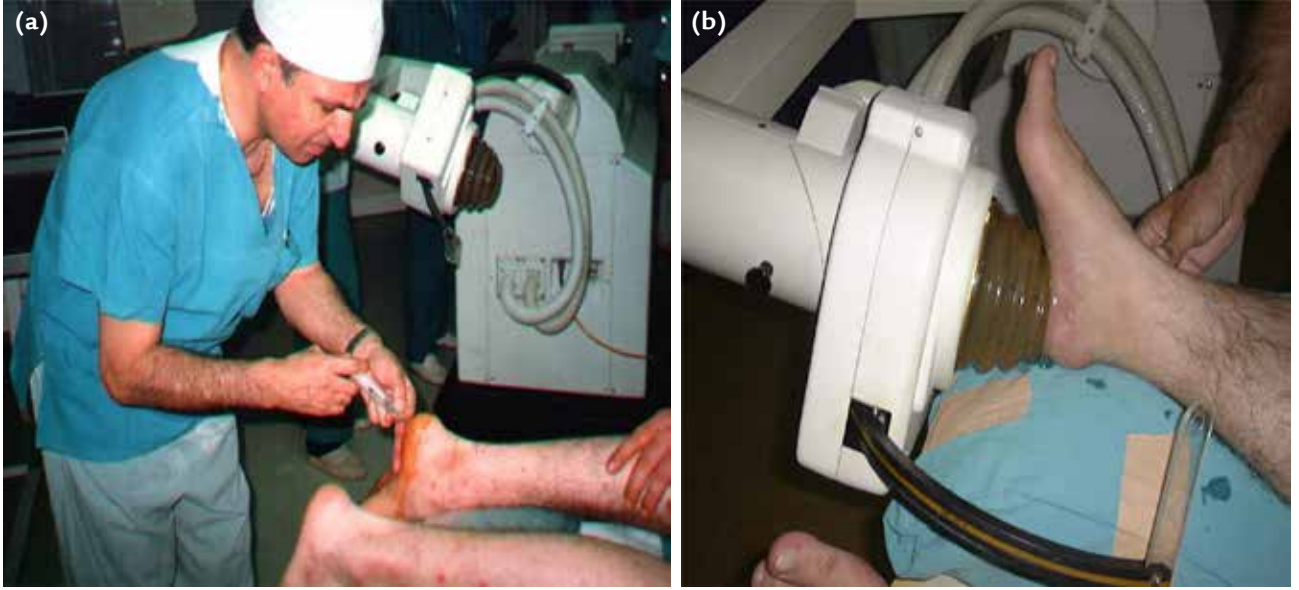
Plantar fasciitis, topuk ağrısının önde gelen nedenlerindedir ve genel toplumun yaklaşık %10'unda görüldüğü bildirilmektedir.<sup>[94]</sup> Bu hastalık, plantar fascianın orijininin yaralanması sonucu oluşabileceği gibi, ayağın biyomekanik anomalilerinde de görülebilmektedir. Kemik çıkıntısı radyolojik olarak görülebilmekle birlikte, bu radyolojik görüntünün herhangi bir semptomu bulunmayan kişilerde de görülebildiği, çıkıntının varlığı ve büyüklüğü ile klinik bulguların ilişkili olmadığı bildirilmiştir.<sup>[95,96]</sup>

Plantar fasciitisin klinik tanısı genellikle kolaydır, fakat ayırıcı tanıda seronegatif artropatiler ve sinir-sinir sıkışması sendromları göz önüne alınmalıdır. Plantar fasciitisin genel tedavi yaklaşımı konservatif olup, bu hastaların yaklaşık %10'unda konservatif tedavi yetersiz kalmakta ve daha ileri ve agresif tedavi yöntemleri kullanılmasını gerektirebilmektedir.<sup>[97]</sup> Sık kullanılan steroid enjeksiyonlarında, plantar fascia rüptürleri ve semptomlarda rekürrens bildirilmiştir.<sup>[98]</sup> Konservatif tedavi yöntemlerinden yarar görmeyen hastalarda, açık ya da endoskopik cerrahi teknikler kullanılmıştır. Ancak, cerrahi yöntemlerde iyileşmenin uzun sürmesi, operasyon sonrası alçı immobilizasyonu ve rehabilitasyon ihtiyacı, ayak biyomekaniklerinin bozulması ve düşük oranda da olsa komplikasyonlar ve rekürrens olguları bildirilmiştir.<sup>[99,100]</sup>

Tüm bu bahsi geçen tedavilerdeki yetersizlik ve komplikasyonlar, daha az riskli ve etkili alternatif tedavilerin araştırılmasını gerektirmiştir. Şok dalga tedavisi ile, özellikle kaynamayan kırıklarda elde edilen başarılı sonuçlar, bu uygulamanın ortopedi pratiğine girmesini sağlamış ve alternatif tedavi yöntemlerinin araştırıldığı yumuşak doku sorunlarında da kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle Avrupa'dan bildirilen başarılı sonuçlardan sonra bu yöntemin ABD'de de kullanımı için girişimler olmuş ve Amerikan FDA kurumu, Ogden ve arkadaşları ile Buch ve arkadaşlarının yaptığı ileriye dönük, randomize, plasebo kontrollü çalışmalarda başarılı sonuçlar doğrultusunda, plantar fasciitis tedavisinde elektro-hidrolik yüksek enerjili şok dalgası kullanımını 2000 yılında onaylamıştır (Şekil 7).<sup>[101,102]</sup>

ESWT'nin plantar fasciitiste başarılı sonuçlarını bildiren çok sayıda klinik çalışma yayımlanmıştır. Bu çalışmalardan, plasebo kontrollü olmayan klinik serilere baktığımızda; %75 ile %94 arasında başarılı sonuçlar bildirilmiştir (Tablo 5). Rompe ve arkadaşları, uygulanan şok sayısının tedaviye olan etkisini araştırdıkları 112 hastalık randomize, kontrollü çalışmalarında, üç kez 1000 impulsluk ve 0,08 mJ/mm<sup>2</sup>lik uygulama ile aynı güçte fakat üç kez 10 impulsluk düşük enerjili uygulamayı karşılaştırdıklarında; 1000 impulsluk tedavi grubunda altı aylık değerlendirmede 10 impulsluk uygulamaya göre %47 oranında daha başarılı sonuca ulaşıldığını; bu başarının beş yıllık izlemde de, aradaki farkın azalmasına rağmen, istatistiksel anlamlı olarak devam ettiğini bildirmişlerdir. Beş yıllık takipte 3x1000 şok ile tedavi edilen hastaların %79'unda başarılı sonuca ulaşılabilmiştir.<sup>[111]</sup> Krischek ve arkadaşları da, 3x500 impuls ile 3x100 impulsun 0,08 mJ/mm<sup>2</sup>li enerji yoğunluğuyla uygulanmasını karşılaştırmışlar ve tedavinin etkili olabilmesi için düşük enerjili şok dalgalarının en az 3x500 impuls şeklinde uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir.<sup>[106]</sup> Weil ve arkadaşları, ortalama 8,4 aylık takipte ESWT (%82 başarı) ve plantar fascia gevşetilmesi (%83 başarı) uygulanan olgular arasında farklılık tespit edememişler ve ESWT'nin cerrahi tedaviye geçmeden önce uygulanabileceği yorumunu yapmışlardır.<sup>[119]</sup> Plasebo kontrollü bazı çalışmalarda da, %94'e kadar başarılı sonuçlar ve aradaki farkın ESWT lehine anlamlı olarak farklı olduğu bildirilmiştir (Tablo 5).<sup>[84,96,101,102,109,110,112-114]</sup> Ogden ve arkadaşları, plasebo kontrollü çalışmalarında, ESWT'nin konservatif tedaviye yanıt vermeyen plantar fasciitis hastalarında cerrahiden önce ve hatta kortizon enjeksiyonundan da önce düşünülmesi gerektiğini söylemişlerdir.<sup>[101]</sup>

Tüm bu başarılı sonuçlara karşın, Haake ve arkadaşları, plasebo kontrollü çalışmalarında, bir yıllık izlemde



Şekil 7. a, b. Plantar fasciitiste ESWT uygulama.

ESWT grubunda %81 ve plasebo grubunda %76 başarılı sonuca ulaşılmasının, hastalığın spontan remisyona girebilmesine, ek uygulanmış olan konservatif metodlara ya da uzamış plasebo etkisine bağlı olabileceğini bildirmişlerdir (Tablo 5).<sup>[114]</sup> Speed ve arkadaşları ile Buchbinder ve arkadaşları da, ileriye dönük, randomize, çift-kör ve plasebo kontrollü çalışmalarında, ESWT'nin plantar fasciitis tedavisinde plasebodan farksız bir etki gösterdiğini belirtmişlerdir.<sup>[116,117]</sup>

Biz, kronik plantar fasciitis tanısıyla tedavi ettiğimiz hastalarda 16–18 kV gücünde ve 4–6 hafta ara ile üç kez 1000–2000 impulsluk elektrohidrolik şok dalgalarını kullanmaktayız. Uygulama sırasında analjezi amaçlı N.tibialis posterior bloğu ve/veya lokal infiltrasyon anestezisi uygulamaktayız. Tedavi ettiğimiz 224 hastanın altı aylık izleminde, 154 (%68,7) hastada tam düzelme, 50 (%22,3) hastada ise ağrı şiddetinde azalma (parsiyel düzelme) tespit ettik.<sup>[120]</sup>

Plantar fasciitiste şok dalgası uygulamasında görülen komplikasyonlar az sayıda olup, en sık görülenler; uygulama sırasında ağrı, ciltte hafif kızarıklık ve topuk ağrısının birkaç gün geçici artmasıdır. Ayak tabanında ve topukta yanma hissi ve iğnelenme, topukta ödem ve hematoma gelişiminin daha az sıklıkta görüldüğü ve ileri tedaviye gerek duyulmadan kısa sürede düzeldiği bildirilmiştir.<sup>[96,101,112,115,117]</sup>

Literatürde yayımlanan çalışmaların bir kısmı, kontrol grubunun bulunmaması, hasta sayısının yeterli olmaması ve kör değerlendirme yapılmaması nedeniyle

yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı, her ne kadar bu çalışmalar başarılı sonuçlar bildirirse de; çalışmaların kanıt gücünün (*level of evidence*) düşük olması ESWT'nin tedavi etkinliği hakkında net bir fikre varılmasını engellemektedir.<sup>[121]</sup> Literatürde yapılan çalışmalar arasında karşılaştırma yapmak; hasta seçim kriterlerinin farklılığı, beraberinde fizik tedavi metodlarının kullanılıp kullanılmaması, uygulanan enerji miktarı, şok dalgalarının lokalizasyon metod farklılıkları, uygulanan şok ve tekrar sayısı açısından farklılıklar nedeniyle de zor olmaktadır. Ayrıca, cihazların şok dalgası üretim ve odaklama metodları da farklıdır.

Kullanılan enerji miktarı ve enerji üretim metodları da farklılıklar içermektedir. Düşük enerjili (elektromanyetik, piezoelektrik) ESWT'nin ardışık seanslarda ve anestezi kullanılmadan uygulanması ile yüksek enerjili (elektrohidrolik) ESWT'nin lokal ya da rejyonel anestezi altında yapılması konusunda fikir birliği yoktur. Her iki grupta da başarılı ve başarısız sonuçlar bildirilmiştir. Düşük enerjiyi savunanlar kullanılan enerji arttıkça daha fazla yan etki görüldüğünü iddia ederken, yüksek enerjili şok dalgasını savunanlar düşük enerji kullanımının başarısız sonuçların temel nedeni olduğunu söylemektedirler.<sup>[101,110,115,116]</sup>

ESWT ile yumuşak doku sorunlarının tedavisinde fikir birliği olmayan bir diğer nokta da, hastalık semptomlarının süresi ile ESWT'nin etkinliği arasındaki ilişkidir. Heilbig ve arkadaşları, plantar fasciitis, radyal ve ulnar humeral epikondilit nedeniyle

**Tablo 5.** Plantar fasciitis tedavisinde ESWT uygulamaları

| Yazar                       | Olgu sayısı             | İzlem süresi (ay) | Başarı (%) ESWT  | Başarı (%) plasebo                    | Vuruş sayısı | Uygulama | Enerji yoğunluğu (mj/mm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------|--|---------------------------------------|--------------|----------|--|
| Perlick <sup>[103]</sup>    | 83                      | 12                | 61 tam iyileşme<br>24 daha az ağrı                       | -                                     | 3000         | 1        | 0,30                                   |
| Maier <sup>[104]</sup>      | 43                      | 19,3              | 75   | -                                     | 2000         | 3-5      | 0,15                                   |
| Chen <sup>[105]</sup>       | 80                      | 6                 | 87   | -                                     | 1000         | 1-2      | 14 kV (0,18 mj/mm <sup>2</sup> )       |
| Hammer <sup>[107]</sup>     | 25                      | 24                | 94   | -                                     | 3000         | 1        | 0,2                                    |
| Hammer <sup>[118]</sup>     | 22                      | 6                 | 79   | -                                     | 3000         | 3        | 0,2                                    |
| Hyer <sup>[108]</sup>       | 30                      | 4,1               | 83   | -                                     | 3800         |          |  |
| Weil <sup>[119]</sup>       | 36                      | 8,4               | 82   | -                                     | 2500         | 1        | 20,6 kV (yüksek enerji)                |
| Ogden <sup>[101]</sup>      | 186 ESWT<br>116 Plasebo | 3                 | 56   | -                                     | 1500         |          | 18 kV (yüksek enerji)                  |
| Ogden <sup>[109]</sup>      | 148 ESWT<br>145 Plasebo | 3<br>12           | 47<br>93   | 30<br>18                              | 1500         | 1-2      | 0,22 (yüksek enerji)                   |
| Rompe <sup>[110]</sup>      | 15 ESWT<br>15 Plasebo   | 1,5               | 72,9   | 8,5                                   | 1000         | 3        | 0,06                                   |
| Rompe <sup>[112]</sup>      | 16 ESWT<br>13 Plasebo   | 12                | 72   | 35                                    | 2100         | 3        | 0,16                                   |
| Buch <sup>[102]</sup>       | 75 ESWT<br>72 Plasebo   | 3                 | 61,6   | 39,7                                  | 3800         | 1        | 0,03-0,36 (yüksek enerji)              |
| Theodore <sup>[113]</sup>   | 76 ESWT<br>74 Plasebo   | 3<br>12           | 56<br>94   | 47<br>Çoğu hastada ek tedavi ihtiyacı | 3800         | 1        | 0,36                                   |
| Mehra <sup>[84]</sup>       | 13 ESWT<br>10 Plasebo   | 6                 | 93   | Başarı yok                            | 2000         | 1        | 2,5 bar                                |
| Abt <sup>[114]</sup>        | 17 ESWT<br>15 Plasebo   | 12                | 88   | 33,3                                  | 1000         | 2        | 0,08 (düşük enerji)                    |
| Cosentino <sup>[96]</sup>   | 30 ESWT<br>30 Plasebo   | 3                 | Oran bildirilmemiş<br>Ağrıda anlamlı düzelme<br>p<0,0001 | Ağrıda anlamlı düzelme yok<br>p=0,47  | 1200         | 6        | 0,03-0,4                               |
| Haake <sup>[115]</sup>      | 135 ESWT<br>137 Plasebo | 12                | 81   | 76                                    | 4000         | 3        | 0,08                                   |
| Buchbinder <sup>[116]</sup> | 81 ESWT<br>85 Plasebo   | 3                 | 63,2   | 62,5                                  | 2500         | 3        | 0,02-0,33 arası                        |
| Speed <sup>[117]</sup>      | 46 ESWT<br>42 Plasebo   | 3                 | 37   | 24                                    | 1500         | 3        | 0,12 (orta enerji)                     |



tedavi ettikleri hastaların değerlendirilmesi sonucunda, kronik semptomları (35 ay ve üstü) olan hastaların ESWT'den daha çok yarar gördüğünü bildirmişlerdir. Buna neden olarak; kronik hastalığı olan kişilerin, çoğunlukla avasküler, sklerotik ve biyomekanik olarak anormal olan iyileşme dokusunun fragmantasyonu (parçalanması) ile iyileşmenin hızlandığı; buna karşılık, akut sorunları olanlarda interstisyel doku değişimi çok fazla olmadığından, bu dokuların şok dalgalarının geçirgenliğinin ya da şok dalgalarına karşı olan cevabının azlığını ileri sürmüşlerdir.<sup>[122]</sup> Diğer taraftan, Ogden ve arkadaşları, kısa süreli semptomları olan hastaların tedaviden daha çok yarar gördüğünü bildirmişlerdir.<sup>[101]</sup> Maier ve arkadaşları da, MR görüntülerinde kalkaneusta kemik iliği ödemi olanların, yani daha çok enflamasyon ve vaskülitin, ESWT'ye daha iyi yanıt verdiğini bildirmişlerdir.<sup>[104]</sup>

2000 yılında yayımlanan bir literatür taramasında, Crawford ve arkadaşları, plantar fasciitis tedavisi ile ilgili 1966–1997 yılları arasında 11 randomize kontrollü çalışma bulabilmiş ve bu çalışmaların değerlendirilmesinde, topikal kortikosteroidlerin iyontofrez tekniği ile uygulanması, dorsifleksiyon gece splinti ve düşük enerjili ESWT'nin etkili olduğuna ait düşük kanıt seviyeli bir yoruma ulaşabilmişlerdir.<sup>[123]</sup> Aynı çalışmalar üzerinde 2003 yılında tekrar ettikleri tarama sonucunda ise, 19 çalışma değerlendirmeye alınabilecek kalitede bulunmuş ve genel olarak kanıt seviyelerinin düşük olduğu yorumu yapılmış ve ESWT'nin etkisinin ise tartışmalı olduğu görüşüne varılmıştır.<sup>[124]</sup> Yakın zamanda yayımlanan bir diğer meta-analizde ise, ESWT'nin plantar fasciitis tedavisinde plaseboya göre üstün olarak bulunduğu, fakat bu verinin istatistiksel gücünün –anamlı olmakla beraber– düşük olduğu bildirilmiştir.<sup>[125]</sup> Son 3–4 yılda yapılan randomize, plasebo kontrollü çalışmalarda elde edilen hem başarılı hem de yetersiz sonuçlar, plantar fasciitiste ESWT'nin etkinliği konusundaki tartışmayı devam ettirmektedir. Sonuç olarak; ESWT, kronik plantar fasciitis tedavisinde etkili olabilecek ve komplikasyon oranı düşük olan ve bu nedenle cerrahi tedavilere geçmeden önce uygulanması önerilebilecek bir tedavi şeklidir.

## ŞOK DALGALARININ DİĞER KULLANIM ALANLARI

Şok dalgalarının ortopedik cerrahideki diğer bir kullanım alanı, çimentolu protez revizyonlarında çimentonun ve protezin çıkarılmasını kolaylaştırmasıdır. Cerrahi öncesi veya cerrahi esnasında kullanılmasının kemik-çimento aralığında ayrılma yapabileceği ve çimentonun kolaylıkla çıkarılabileceğini gösteren deneysel çalışmalar olmasına rağmen, bu konuda yapılmış

bir klinik çalışma bulunmamaktadır.<sup>[2]</sup> Diğer bir alanı kullanım alanı da gevşemiş çimentosuz protezlerin stabilizasyonunda uygulanmasıdır.<sup>[126]</sup> Shaden, aktif enfeksiyon görülmeyen, çimentosuz femoral protez gevşemesinde, 4000–12000 vuruş ve 28 kV enerjide, şok dalgaları ile %80 oranında başarılı sonuca ulaşabildiğini bildirmiştir.<sup>[127]</sup>

Femur başı avasküler nekrozunun tedavisinde, Ludvig ve arkadaşları, erken evrede (Evre I ve II) yüksek enerjili şok dalgaları uyguladıklarında, bir yıllık izlemde ağrıda azalma ve kalça skorunda düzelmeye tespit etmişlerdir.<sup>[128]</sup> Wang ve arkadaşları da, 18 hastanın 22 kalçasında erken dönemde başarılı sonuçlara ulaştıklarını bildirmişlerdir.<sup>[5]</sup> Biz de, tedavi ettiğimiz ve erken dönem takipleri bulunan altı erken evre femur başı (AVN) hastasında, ağrının azaldığını ve hastalık ilerlemesinin durduğunu izledik.

Yakın dönemde yapılan çalışmalarda, patellar tendinit tedavisinde başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Peers ve arkadaşları, cerrahi tedavi uyguladıkları 14 hasta ile ESWT uyguladıkları (1000 şok ve 0,08 mJ/mm<sup>2</sup>) 13 hastanın sonuçlarını karşılaştırdıklarında, ESWT grubunda %66 iyi ve çok iyi sonuca ulaştıklarını ve bunun cerrahi tedavi sonuçlarından (%58 iyi ve çok iyi) farklı bulunmadığını bildirmişlerdir.<sup>[129]</sup> Wang ve arkadaşları, şok dalgaları ile, patellar tendinite ek olarak, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası kemik-patellar tendon-kemik donör sahasındaki kronik ağrılarda da %80 başarılı sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.<sup>[5]</sup>

## KAS-İSKELET ŞOK DALGA TEDAVİSİNİN ULUSLARARASI ÖRGÜTLENMESİ (ISMST)

Kas iskelet sistemi hastalıklarında ESWT'nin klinik kullanımı ile ilgili çalışmalara yön verilmesi ve bu teknolojinin standardize edilerek yaygınlaştırılabilmesi için, 14 Haziran 1997'de Viyana'da, Avrupa Kas-İskelet Şok Dalga Tedavisi Derneği (ESMST) kuruldu. Kuruluşu gerçekleştiren hekimlerin büyük çoğunluğu ortopedi uzmanlarından, daha azı da genel cerrah ve travma cerrahlarından oluşmaktaydı. Almanya, Avusturya, İtalya, İspanya, İsviçre ve Slovakya'dan doktorların yanı sıra, Türkiye'yi temsilen Prof. Dr. Veli Lök ve Almanya'da mesleğini sürdüren Ortopedi Uzmanı Op. Dr. İsmail Baloğlu kurucu üye olarak yer aldılar. Derneğin 1. Uluslararası Kongresi 30 Mayıs – 1 Haziran 1998'de İzmir'de yapıldı ve bir uygulamalı kursla birleştirildi. ESMST'nin ikinci uluslararası kongresi 1999'da Londra'da yapıldı. Derneğe Avrupa dışından ülkelerin de katılması sonucunda, derneğin adı "Uluslararası Kas-İskelet Şok Dalga Tedavisi Derneği" (ISMST) olarak değiştirildi. Ülkemiz, şok

dalga tedavisinin uluslararası örgütlenmesine baştan itibaren aktif olarak katılmış ve birinci uluslararası kongreyi İzmir’de organize ederek önemli bir öncülük yapmıştır. Bugün dernek, 56 farklı ülkeden 371’ten fazla resmi üyeye sahiptir.

## SONUÇ

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (*Extracorporeal Shock Wave Therapy* –ESWT), yüksek amplitüdümlü ses dalgalarının vücudun istenen bölgesine odaklanması ve orada tedavi sağlaması esasına dayalı, yeni bir ortopedik tedavi yöntemidir. Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi, 1991 yılından beri ortopedi ve travmatolojide giderek artan bir şekilde kas iskelet sistemi problemlerinin tedavisinde kullanılmaktadır. Şok dalga tedavisi, cerrahi tedaviye göre; daha ucuz, etkili ve kullanımı kolaydır. Cerrahi tedaviye göre işe dönüş süreci daha kısa, yan ve istenmeyen etkileri daha az olan yeni bir tedavi alternatifidir. Birçok hastalıkta cerrahi tedavi öncesi etkili bir tedavi seçeneği olarak düşünülmelidir.

## KAYNAKLAR

- Ogden JA, Toth-Kischkat A, Schultheiss R. Principles of shock wave therapy. Clin Orthop 2001;(387):8-17.
- Karpman RR, Magee FP, Gruen TW, Mobley T. The lithotripter and its potential use in the revision of total hip arthroplasty. Clin Orthop 2001;(387):4-7.
- Valchanou VD, Michailov P. High energy shock waves in the treatment of delayed and nonunion of fractures. Int Orthop 1991;15(3):181-4.
- Wild C, Khene M, Wanke S. Extracorporeal shock wave therapy in orthopedics. Assessment of an emerging health technology. Int J Technol Assess Health Care 2000;16(1):199-209.
- Wang CJ. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. Chang Gung Med J 2003;26(4):220-32.
- Speed CA, Nichols D, Richards C, Humphreys H, Wies JT, Burnet S, Hazleman BL. Extracorporeal shock wave therapy for lateral epicondylitis –a double blind randomised controlled trial. J Orthop Res 2002;20(5):895-8. [Crossref](#)
- Rompe JD, Kirkpatrick CJ, Küllmer K, Schwitalle M, Krischek O. Dose-related effects of shock waves on rabbit tendo Achillis: a sonographic and histological study. J Bone Joint Surg 1998;80(3):546-52.
- Speed CA. Extracorporeal shock-wave therapy in the management of chronic soft-tissue conditions. J Bone Joint Surg 2004;86(2):165-71.
- Maier M, Ueberle F, Rupprecht G. Physical parameters of extracorporeal shock waves. Biomed Tech (Berl) 1998;43(10):269-74.
- Gerdesmeyer L, Maier M, Haake M, Schmitz CJ. Physical-technical principles of extracorporeal shockwave therapy (ESWT). Orthopade 2002;31(7):610-7.
- Orhan Z, Ozturan K, Guven A, Cam K. The effect of extracorporeal shock waves on a rat model of injury to tendo Achillis. A histological and biomechanical study. J Bone Joint Surg Br 2004;86(4):613-8.
- Hsu RW, Hsu WH, Tai CL, Lee KF. Effect of shock-wave therapy on patellar tendinopathy in a rabbit model. J Orthop Res 2004;22(1):221-7. [Crossref](#)
- Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Hsu CC, Huang CS, Yang LC. Shock wave therapy induces neovascularization at the tendon-bone junction. A study in rabbits. J Orthop Res 2003;21(6):984-9. [Crossref](#)
- Orhan Z, Cam K, Alper M, Ozturan K. The effects of extracorporeal shock waves on the rat Achilles tendon: is there a critical dose for tissue injury? Arch Orthop Trauma Surg 2004;124(9):631-5. [Crossref](#)
- Perlick L, Schiffmann R, Kraft CN, Wallny T, Diedrich O. Extracorporeal shock wave treatment of the achilles tendinitis: Experimental and preliminary clinical results. Z Orthop Ihre Grenzgeb 2002;140(3):275-80. [Crossref](#)
- Maier M, Tischer T, Milz S, Weiler C, Nerlich A, Pellengahr C, Schmitz C, Refior HJ. Dose-related effects of extracorporeal shock waves on rabbit quadriceps tendon integrity. Arch Orthop Trauma Surg 2002;122(8):436-41. [Crossref](#)
- Wang CJ, Huang HY, Yang K, Wang FS, Wong M. Pathomechanism of shock wave injuries on femoral artery, vein and nerve. An experimental study in dogs. Injury 2002;33(5):439-46.
- Bolt DM, Burba DJ, Hubert JD, Strain GM, Hosgood GL, Henk WG, Cho DY. Determination of functional and morphologic changes in palmar digital nerves after nonfocused extracorporeal shock wave treatment in horses. Am J Vet Res 2004;65(12):1714-8.
- Haupt G, Haupt A, Ekkernkamp A, Gerety B, Chvapil M. Influence of shockwave on fracture healing. J Urol 1992;39(6):529-32.
- Johannes EJ, Kaulesar Sukul DM, Matura E. High-energy shock waves for the treatment of nonunions: an experiment on dogs. J Surg Res 1994;57(2):246-52.
- Wang CJ, Huang HY, Chen HH, Pai CH, Yang KD. Effect of shock wave therapy on acute fractures of the tibia: a study in a dog model. Clin Orthop Relat Res 2001;(387):112-8.
- Uslu MM, Bozdogan O, Guney S, Bilgili H, Kaya U, Olcay B, Korkusuz F. The effect of extracorporeal shock wave treatment (ESWT) on bone defects. An experimental study. Bull Hosp Jt Dis 1999;58(2):114-8.
- Wang CJ, Yang KD, Wang FS, Hsu CC, Chen HH. Shock wave treatment shows dose-dependent enhancement of bone mass and bone strength after fracture of the femur. Bone 2004;34(1):225-30.
- Hsu RW, Tai CL, Chen CY, Hsu WH, Hsueh S. Enhancing mechanical strength during early fracture healing via shockwave treatment: an animal study. Clin Biomech (Bristol, Avon) 2003;18(6):S33-9.
- Ferriol F, Solchaga L, Moreno JL, Canadell J. The effect of shockwaves on mature and healing cortical bone. Int Orthop 1994;18(5):325-9.
- Augat P, Claes L, Suger G. In vivo effect of shock-waves on the healing of fractured bone. Clin Biomech (Bristol, Avon) 1995;10(7):374-8.
- Chen YJ, Kuo YR, Yang KD, Wang CJ, Huang HC, Wang FS. Shock wave application enhances pertussis toxin protein-sensitive bone formation of segmental femoral defect in rats. J Bone Miner Res 2003;18(12):2169-79. [Crossref](#)
- Maier M, Milz S, Tischer T, Munzing W, Manthey N, Stabler A, Holzknecht N, Weiler C, Nerlich A, Refior HJ, Schmitz C. Influence of extracorporeal shock-wave application on normal bone in an animal model in vivo. Scintigraphy, MRI and histopathology. J Bone Joint Surg Br 2002;84(4):592-9.

29. Martini L, Giavaresi G, Fini M, Torricelli P, de Pretto M, Schaden W, Giardino R. Effect of extracorporeal shock wave therapy on osteoblastlike cells. *Clin Orthop Relat Res* 2003;(413):269–80. **Crossref**
230. Haake M, Wessel C, Wilke A. Effects of extracorporeal shock waves (ESW) on human bone marrow cell cultures. *Biomed Tech (Berl)* 1999;44(10):278–82.
31. Kalesar Sukul DM, Johannes EJ, Pierik EG, van Eijck GJ, Kristelijn MJ. The effect of high energy shock waves focused on cortical bone: an in vitro study. *J Surg Res* 1993;54(1):46–51.
32. Ikeda K, Tomita K, Takayama K. Application of extracorporeal shock wave on bone: preliminary report. *J Trauma* 1999;47(5):946–50.
33. Maier M, Hausdorf J, Tischer T, Milz S, Weiler C, Refior HJ, Schmitz C. New bone formation by extracorporeal shock waves. Dependence of induction on energy flux density. *Orthopade* 2004;33(12):1401–10. **Crossref**
34. Wang FS, Yang KD, Chen RF, Wang CJ, Sheen-Chen SM. Extracorporeal shock wave promotes growth and differentiation of bone-marrow stromal cells towards osteoprogenitors associated with induction of TGF-beta1. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84(3):457–61.
35. Chen YJ, Wurtz T, Wang CJ, Kuo YR, Yang KD, Huang HC, Wang FS. Recruitment of mesenchymal stem cells and expression of TGF-beta 1 and VEGF in the early stage of shock wave-promoted bone regeneration of segmental defect in rats. *J Orthop Res* 2004;22(3):526–34. **Crossref**
36. Rompe JD, Rosendahl T, Schöllner C, Theis C. High-energy extracorporeal shock wave treatment of nonunions. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):102–11.
37. Biedermann R, Martin A, Handle G, Auckenthaler T, Bach C, Krismar M. Extracorporeal shock waves in the treatment of nonunions. *J Trauma* 2003;54(5):936–42. **Crossref**
38. Wang CJ, Chen HS, Chen CE, Yang KD. Treatment of nonunions of long bone fractures with shock waves. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):95–101.
39. Vogel J, Rompe JD, Hopf C, Heine J, Burger R. High-energy extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) in the treatment of pseudarthrosis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135(2):145–9. **Crossref**
40. Schaden W, Fischer A, Sailler A. Extracorporeal shock wave therapy of nonunion or delayed osseous union. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):90–4.
41. Schoellner C, Rompe JD, Decking J, Heine J. High energy extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in pseudarthrosis. *Orthopade* 2002;31(7):658–62.
42. Wirsching RP, Eich W, Misselbeck E. Long-term results of extracorporeal shock wave treatment in pseudoarthroses. *Stosswelle* 1998;1:22–6.
43. Beutler S, Regel G, Pape HC, Machtens S, Weinberg AM, Kreimeke I, Jonas U, Tschern H. Extracorporeal shock wave therapy for delayed union of long bone fractures –preliminary results of a prospective cohort study. *Unfallchirurg* 1999;102(11):839–47.
44. Birnbaum K, Wirtz DC, Siebert CH, Heller KD. Use of extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) in the treatment of non-unions. A review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122(6):324–30. **Crossref**
45. Schleberger R, Senge T. Non-invasive treatment of longbone pseudarthrosis by shock waves (ESWL). *Arch Orthop Trauma Surg* 1992;111(4):224–7.
46. Lök V, Baloğlu İ, Aydınok H. Experience of shock wave for non-unions in İzmir. In: Coombs R, Schaden W, Zhou S, editors. *Musculoskeletal Shockwave Therapy*. London: Greenwich Medical Media Ltd; 2000. p.185–6.
47. Baloglu I, Aydınok H, Lök V. Our results of the ossatherapy for treatment of pseudoarthrosis. Naples: 3rd Congress of the ISMST; 2000. Abstract 56.
48. Rompe JD, Rumler F, Hopf C, Nafe B, Heine J. Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 1995;(321):196–201.
49. Wang CJ, Ko JY, Chen HS. Treatment of calcifying tendinitis of the shoulder with shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):83–9.
50. Rompe JD, Zoellner J, Nafe B. Shock wave therapy versus conventional surgery in the treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):72–82.
51. Rubenthaler F, Wittenberg RH. Intermediate-term follow-up of surgically managed tendinosis calcarea (calcifying subacromion syndrome--SAS) of the shoulder joint. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135(4):354–9. **Crossref**
52. Jakobeit C, Winiarski B, Jakobeit S, Welp L, Spelsberg G. Ultrasound-guided, high-energy extracorporeal-shock-wave treatment of symptomatic calcareous tendinopathy of the shoulder. *ANZ J Surg* 2002;72(7):496–500.
53. Loew M, Daecke W, Kusnierczak D, Rahmanzadeh M, Ewerbeck V. Shock-wave therapy is effective for chronic calcifying tendinitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81(5):863–7.
54. Perlick L, Luring C, Bathis H, Perlick C, Kraft C, Diedrich O. Efficacy of extracorporeal shock-wave treatment for calcific tendinitis of the shoulder: experimental and clinical results. *J Orthop Sci* 2003;8(6):777–83. **Crossref**
55. Wang CJ, Yang KD, Wang FS, Chen HH, Wang JW. Shock wave therapy for calcific tendinitis of the shoulder: a prospective clinical study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2003;31(3):425–30. **Crossref**
56. Charrin JE, Noel ER. Shockwave therapy under ultrasonographic guidance in rotator cuff calcific tendinitis. *Joint Bone Spine* 2001;68(3):241–4.
57. Daecke W, Kusnierczak D, Loew M. Long-term effects of extracorporeal shockwave therapy in chronic calcific tendinitis of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11(5):476–80.
58. Cosentino R, De Stefano R, Selvi E, Frati E, Manca S, Frediani B, Marcolongo R. Extracorporeal shock wave therapy for chronic calcific tendinitis of the shoulder: single blind study. *Ann Rheum Dis* 2003;62(3):248–50.
59. Rompe JD, Zöllner J, Nafe B, Freitag C. Significance of calcium deposit elimination in tendinosis calcarea of the shoulder. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2000;138(4):335–9. **Crossref**
60. Krasny C, Enenkel M, Aigner N, Wilk M, Landsiedl F. Ultrasound-guided needling combined with shock-wave therapy for the treatment of calcifying tendonitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87(4):501–7. **Crossref**
61. Gerdesmeyer L, Wagenpfeil S, Haake M, Maier M, Loew M, Wortler K, Lampe R, Seil R, Handle G, Gassel S, Rompe JD. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic calcifying tendonitis of the rotator cuff: a randomized controlled trial. *JAMA* 2003;290(19):2573–80. **Crossref**
62. Rompe JD, Burger R, Hopf C, Eysel P. Shoulder function after extracorporeal shock wave therapy for calcific tendinitis. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7(5):505–9.

63. Pleiner J, Crevenna R, Langenberger H, Keilani M, Nuhr M, Kainberger F, Wolzt M, Wiesinger G, Quittan M. Extracorporeal shockwave treatment is effective in calcific tendonitis of the shoulder. A randomized controlled trial. *Wien Klin Wochenschr* 2004;116(15-16):536-41.
64. Haake M, Deike B, Thon A, Schmitt J. Exact focusing of extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinopathy. *Clin Orthop Relat Res* 2002;(397):323-31.
65. Speed CA, Richards C, Nichols D, Burnet S, Wies JT, Humphreys H, Hazleman BL. Extracorporeal shock-wave therapy for tendonitis of the rotator cuff. A double-blind, randomised, controlled trial. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84(4):509-12.
66. Maier M, Lienemann A, Refior HJ. Are there magnetic resonance tomographic changes following shock-wave treatment of tendinitis calcarea? *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1997;135(2):Oa20-1.
67. Loew M, Jurgowski W, Mau HC, Thomsen M. Treatment of calcifying tendinitis of rotator cuff by extracorporeal shock waves: a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg* 1995;4(2):101-6.
68. Durst HB, Blatter G, Kuster MS. Osteonecrosis of the humeral head after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84(5):744-6.
69. Schmitt J, Haake M, Tosch A, Hildebrand R, Deike B, Griss P. Low-energy extracorporeal shock-wave treatment (ESWT) for tendinitis of the supraspinatus. A prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83(6):873-6.
70. Boyer MI, Hastings H 2nd. Lateral tennis elbow: "Is there any science out there?". *J Shoulder Elbow Surg* 1999;8(5):481-91.
71. Nirschl RP, Pettrone FA. Tennis elbow. The surgical treatment of lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61(6A):832-9.
72. Theis C, Herber S, Meurer A, Lehr HA, Rompe JD. Evidence-based evaluation of present guidelines for the treatment of tennis elbow –a review. *Zentralbl Chir* 2004;129(4):252-60. **Crossref**
73. Dunkow PD, Jatti M, Muddu BN. A comparison of open and percutaneous techniques in the surgical treatment of tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(5):701-4.
74. 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(2):233-7.
75. Melzack R. Prolonged relief of pain by brief, intense transcutaneous somatic stimulation. *Pain* 1975;1(4):357-73.
76. Krischek O, Hopf C, Nafe B, Rompe JD. Shock-wave therapy for tennis and golfer's elbow –1 year follow-up. *Arch Orthop Trauma Surg* 1999;119(1-2):62-6.
77. Ko JY, HS, Chen LM. Treatment of lateral epicondylitis of the elbow with shock waves. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):60-7.
78. Decker T, Kuhne B, Gobel F. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in epicondylitis humeri radialis. Short-term and intermediate-term results. *Orthopade* 2002;31(7):633-6.
79. Maier M, Steinborn M, Schmitz C, Stäbler A, Köhler S, Veihelmann A, Pfahler M, Refior HJ. Extracorporeal shock-wave therapy for chronic lateral tennis elbow-prediction of outcome by imaging. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121(7):379-84.
80. Furia JP. Safety and efficacy of extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral epicondylitis. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* 2005;34(1):13-9.
81. Crowther MA, Bannister GC, Huma H, Rooker GD. A prospective, randomised study to compare extracorporeal shock-wave therapy and injection of steroid for the treatment of tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84(5):678-9.
82. Rompe JD, Hopf C, Kullmer K, Heine J, Burger R, Nafe B. Low-energy extracorporeal shock wave therapy for persistent tennis elbow. *Int Orthop* 1996;20(1):23-7.
83. Wang CJ, Chen HS. Shock wave therapy for patients with lateral epicondylitis of the elbow: a one- to two-year followup study. *Am J Sports Med* 2002;30(3):422-5. **Crossref**
84. Mehra A, Zaman T, Jenkin AI. The use of a mobile lithotripter in the treatment of tennis elbow and plantar fasciitis. *Surgeon* 2003;1(5):290-2.
85. 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(3):734-43. **Crossref**
86. Richter D, Ekkernkamp A, Muhr G. Extracorporeal shock wave therapy –an alternative concept for the treatment of epicondylitis of the humerus and radius? *Orthopade* 1995;24(3):303-6.
87. Melegati G, Tornese D, Bandi M, Rubini M. Comparison of two ultrasonographic localization techniques for the treatment of lateral epicondylitis with extracorporeal shock wave therapy: a randomized study. *Clin Rehabil* 2004;18(4):366-70. **Crossref**
88. Perlick L, Gassel F, Zander D, Schmitt O, Wallny T. Comparison of results of results of medium energy ESWT and Mittelmeier surgical therapy refractory epicondylitis humeri radialis. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1999;137(4):316-21. **Crossref**
89. Melikyan EY, Shahin E, Miles J, Bainbridge LC. Extracorporeal shock-wave treatment for tennis elbow. A randomised double-blind study. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85(6):852-5.
90. Haake M, König IR, Decker T, Riedel C, Buch M, Müller HH; Extracorporeal Shock Wave Therapy Clinical Trial Group. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of lateral epicondylitis: a randomized multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(11):1982-91.
91. 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(7):1660-7. **Crossref**
92. Haake M, Böddeker IR, Decker T, Buch M, Vogel M, Label G, Maier M, Loew M, Maier-Boerries O, Fischer J, Betthausen A, Rehack HC, Kanovsky W, Müller I, Gerdsmeyer L, Rompe JD. Side-effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. *Arch Orthop Trauma Surg* 2002;122(4):222-8. **Crossref**
93. Stasinopoulos D, Johnson MI. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy for tennis elbow (lateral epicondylitis). *Br J Sports Med* 2005;39(3):132-6. **Crossref**
94. DeMaio M, Paine R, Mangine RE, Drez D Jr. Plantar fasciitis. *Orthopedics* 1993;16(10):1153-63.
95. Prichasuk S, Subhadrabandhu T. The relationship of pes planus and calcaneal spur to plantar heel pain. *Clin Orthop Relat Res* 1994;(306):192-6.
96. Cosentino R, Falsetti P, Manca S, DeStefano R, Frati E, Frediani B, Baldi F, Selvi E, Marcolongo R. Efficacy of extracorporeal shock wave treatment in calcaneal enthesophytosis. *Ann Rheum Dis* 2001;60(11):1064-7.
97. Davis PF, Severud E, Baxter DE. Painful heel syndrome: results of nonoperative treatment. *Foot Ankle Int* 1994;15(10):531-5. **Crossref**

98. Acevedo JI, Beskin JL. Complications of plantar fascia rupture associated with corticosteroid injection. *Foot Ankle Int* 1998;19(2):91-7. [Crossref](#)
99. Conflitti JM, Tarquinio TA. Operative outcome of partial plantar fasciectomy and neurolysis to the nerve of the abductor digiti minimi muscle for recalcitrant plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2004;25(7):482-7. [Crossref](#)
100. Jerosch J, Schunck J, Liebsch D, Filler T. Indication, surgical technique and results of endoscopic fascial release in plantar fasciitis (E FRPF). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(5):471-7. [Crossref](#)
101. Ogden JA, Alvarez R, Levitt R, Cross GL, Marlow M. Shock wave therapy for chronic proximal plantar fasciitis. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):47-59.
102. Buch M, Knorr U, Fleming L, Theodore G, Amendola A, Bachmann C, Zingas C, Siebert WE. Extracorporeal shockwave therapy in symptomatic heel spurs. An overview. *Orthopade* 2002;31(7):637-44.
103. Perlick L, Boxberg W, Giebel G. High energy shock wave treatment of the painful heel spur. *Unfallchirurg* 1998;101(12):914-8.
104. Maier M, Steinborn M, Schmitz C, Stabler A, Kohler S, Pfahler M, Durr HR, Refior HJ. Extracorporeal shock wave application for chronic plantar fasciitis associated with heel spurs: prediction of outcome by magnetic resonance imaging. *J Rheumatol* 2000;27(10):2455-62.
105. Chen HS, Chen LM, Huang TW. Treatment of painful heel syndrome with shock waves. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):41-6.
106. Krischek O, Rompe JD, Herbsthofner B, Nafe B. Symptomatic low-energy shockwave therapy in heel pain and radiologically detected plantar heel spur. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1998;136(2):169-74. [Crossref](#)
107. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Kohn D, Seil R. Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in patients with chronic proximal plantar fasciitis: a 2-year follow-up. *Foot Ankle Int* 2003;24(11):823-8. [Crossref](#)
108. Hyer CF, Vancourt R, Block A. Evaluation of ultrasound-guided Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) in the treatment of chronic plantar fasciitis. *J Foot Ankle Surg* 2005;44(2):137-43. [Crossref](#)
109. Ogden JA, Alvarez RG, Levitt RL, Johnson JE, Marlow ME. Electrohydraulic high-energy shock-wave treatment for chronic plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A(10):2216-28.
110. Rompe JD, Hopf C, Nafe B, Burger R. Low-energy extracorporeal shock wave therapy for painful heel: a prospective controlled single-blind study. *Arch Orthop Trauma Surg* 1996;115(2):75-9.
111. Rompe JD, Schoellner C, Nafe B. Evaluation of low-energy extracorporeal shock-wave application for treatment of chronic plantar fasciitis. *J Bone Joint Surg Am* 2002;84-A(3):335-41.
112. Rompe JD, Decking J, Schoellner C, Nafe B. Shock wave application for chronic plantar fasciitis in running athletes. A prospective, randomized, placebo-controlled trial. *Am J Sports Med* 2003;31(2):268-75. [Crossref](#)
113. Theodore GH, Buch M, Amendola A, Bachmann C, Fleming LL, Zingas C. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2004;25(5):290-7. [Crossref](#)
114. Abt T, Hopfenmüller W, Mellerowicz H. Shock wave therapy for recalcitrant plantar fasciitis with heel spur: a prospective randomized placebo-controlled double-blind study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2002;140(5):548-54. [Crossref](#)
115. Haake M, Buch M, Schoellner C, Goebel F, Vogel M, Mueller I, Hausdorf J, Zamzow K, Schade-Brittinger C, Mueller HH. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: randomised controlled multicentre trial. *BMJ* 2003;327(7406):75-9. [Crossref](#)
116. Buchbinder R, Ptasznik R, Gordon J, Buchanan J, Prabaharan V, Forbes A. Ultrasound-guided extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis: a randomized controlled trial. *JAMA* 2002;288(11):1364-72.
117. Speed CA, Nichols D, Wies J, Humphreys H, Richards C, Burnet S, Hazleman BL. Extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciitis. A double blind randomised controlled trial. *J Orthop Res* 2003;21(5):937-40. [Crossref](#)
118. Hammer DS, Adam F, Kreutz A, Rupp S, Kohn D, Seil R. Ultrasonographic evaluation at 6-month follow-up of plantar fasciitis after extracorporeal shock wave therapy. *Arch Orthop Trauma Surg* 2005;125(1):6-9. [Crossref](#)
119. Weil LS Jr, Roukis TS, Weil LS, Borrelli AH. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: indications, protocol, intermediate results, and a comparison of results to fasciotomy. *J Foot Ankle Surg* 2002;41(3):166-72.
120. Baloğlu İ, Aydınok H, Lök V. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in plantar fasciitis. *Ankara: 3. Asya-Pasifik Diz Cerrahisi Kongresi; 1-4 Kasım 2004.*
121. Böddeker R, Schafer H, Haake M. Extracorporeal shockwave therapy (ESWT) in the treatment of plantar fasciitis - a biometrical review. *Clin Rheumatol* 2001;20(5):324-30.
122. Helbig K, Herbert C, Schostok T, Brown M, Thiele R. Correlations between the duration of pain and the success of shock wave therapy. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):68-71.
123. Crawford F, Atkins D, Edwards J. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2000;(3):CD000416. [Crossref](#)
124. Crawford F, Thomson C. Interventions for treating plantar heel pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2003;(3):CD000416. [Crossref](#)
125. Thomson CE, Crawford F, Murray GD. The effectiveness of extra corporeal shock wave therapy for plantar heel pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2005;22;6:19. [Crossref](#)
126. Haupt G. Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases. *J Urol* 1997;158(1):4-11. [Crossref](#)
127. Shaden W. Stoßwellentherapie bei Hüftendoprothesenlockkerungen. In: Siebert W, Buck W, (Hrsg). *Extracorporale Stoßwellentherapie in der Orthopädie, Grundlagen und Anwendung.* Germany: Ecomed Verlagsgesellschaft; 2001. p.201-4.
128. Ludwig J, Lauber S, Lauber HJ, Dreisilker U, Raedel R, Hotzinger H. High-energy shock wave treatment of femoral head necrosis in adults. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(387):119-26.
129. Peers KH, Lysens RJ, Brys P, Bellemans J. Cross-sectional outcome analysis of athletes with chronic patellar tendinopathy treated surgically and by extracorporeal shock wave therapy. *Clin J Sport Med* 2003;13(2):79-83.