

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi

Özlem Zeliha Yürük*, Nuray Kırdı**.

*Başkent Üniversitesi, Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara.

**Hacettepe Üniversitesi, Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Bölümü Ankara.

Özet

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (Extracorporeal shock wave therapy-ESWT), akustik basıncın vücuda uygulanmasına yönelik bir tedavi yöntemidir. Şok dalgaları ilk olarak 1980'lerde üroloji bölümünce üreter taşlarını kırmak için kullanılmıştır. 1990'larda ise ortopedi bölümünce kullanımı üzerine çalışmalar başlatılmıştır. Bugün değişik kliniklerde pek çok tanıda kullanılmaktadır. Bu derlemede ekstrakorporeal şok dalga tedavisinin etki mekanizması, kullanım alanları, kontraendikasyonları, komplikasyonları ve konu ile ilgili literatürde yer alan son çalışmalar özetlenmeye çalışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Ekstrakorporeal şok dalga; ağrı; fonksiyon

Abstract

Extracorporeal shock wave therapy

Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) is a therapy method which is applied acoustic pressure to the body. Shock wave was first used in urology for renal stones in 1980s. Research has been started in orthopedics in 1990s. Today it has been used for most of the diagnosis in different clinics. In this review it has summarized that the action mechanism, indications, contraindications, complications and current studies in the literature about extracorporeal shock wave therapy.

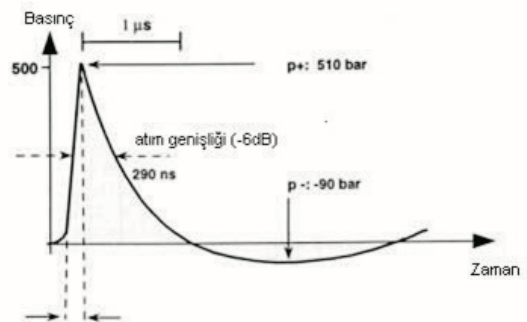
Key Words: Extracorporeal shock wave; pain; function

Giriş

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (Extracorporeal shock wave therapy-ESWT), yüksek şiddetli basınç dalgalarının vücuda uygulanmasına yönelik bir tedavi yöntemidir. Şok dalgaları ilk olarak 1980'lerde ürolojide üreter taşlarını parçalamak için kullanılmıştır. Litotripsi olarak da adlandırılan bu işlem ürolojide rutin bir tedavi şekli olarak uygulanmaktadır. Alt üreter taşlarının kırılması sırasında os ilium'da değişikliklerin görülmesi ile kemik doku üzerine çalışmalar başlatılmış ve bugün ESWT üroloji, ortopedi ve periodonti gibi birçok alanda tedavi amacıyla kullanılmaktadır (1).

Ekstrakorporeal şok dalgaları, akustik basınç dalgalarıdır. Şok dalgalarında basınç 10 nanosn gibi kısa bir sürede hızla yükselir. Bunu takiben hızlı bir düşüş ve negatif basınç oluşur. Şok dalga enerjisi ile dokuda kavitasyon oluşarak direkt veya indirekt mekanik bir güç meydana gelir. Şok dalgalarında

verilen enerji dokunun akustik empedansına göre farklı şekillerde etki etmektedir. Şok dalgaları farklı dokulardan geçerken enerjisinin bir kısmı dokuya geçer, bir kısmı ise yansır. Dokunun fiziksel özelliklerine göre mikro düzeyde değişimler görülür. Dokuya geçişi iletken jeller ile sağlanır (1). (Şekil 1)



Şekil 1. Şok Dalgalarının Fiziksel Özellikleri²

Şok dalgaları; piezoelektrik, elektromanyetik ve elektrohidrolik olmak üzere üç farklı mekanizma ile elde edilirler. Piezoelektrik sistemde, jeneratör içinde bulunan ve daralıp genişleyebilen bir kristal materyal

Yazışma Adresi: Yrd. Doç. Dr. Özlem Zeliha Yürük
Başkent Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü,
Ankara.

Telephone : +90 312 246 6666 - 1635

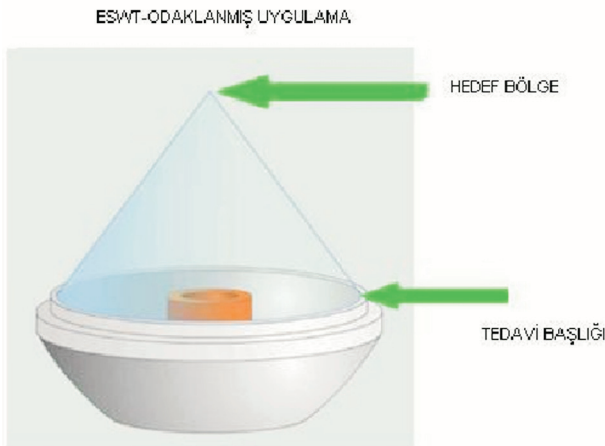
E-mail: bastug@baskent.edu.tr

Müracaat tarihi: 17.04.2012

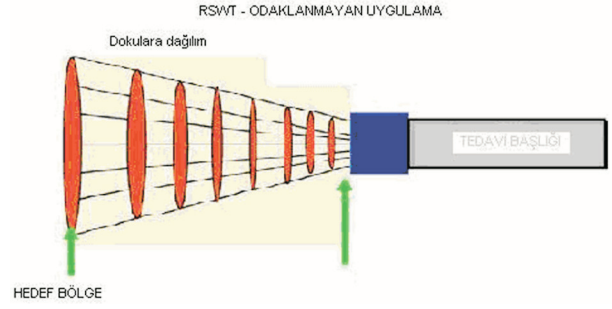
Kabul tarihi: 16.05.2012

kullanılır. Elektriksel yüklenme kristalde daralma ve genişlemeye yol açarak şok dalgalarını oluşturur. Elektromanyetik mekanizmada ise, alüminyum plaka üzerinde hızlı kuvvetli bir manyetik alan ve hareket oluşturan bir elektromıknatis kullanılır. Bu hareket ile oluşan şok dalgaları bir mercekte toplanarak tedavi bölgesine yönlendirilir. Elektrohidrolik sistemde, elektriksel deşarj yapan yüksek voltajlı elektrotlar ile su içinde kabarcıklar meydana gelir. Oluşan kabarcıklar kavitasyon meydana getirerek tedavi başlığındaki oval yüzeyden yansır ve şok dalgasını oluşturur (1).

Radyal ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (RSWT) ise, son yıllarda geliştirilen şok dalga teknolojisinin kolay ve etkili bir uygulama şeklidir. Radyal dalgaların elde edilmesinde basınç dalgalarını oluşturmak için bir pnömomatik roket mekanizması kullanılır. Roket mekanizmasında, hızlandırılan basınçlı hava tedavi başlığına iletilir. Böylece kinetik enerji şok dalgasına dönüştürülür. Tedavi boyunca bu başlık, hastanın cildi ile temas halindedir ve bu yolla hastanın cilt ve cilt altı derin dokularına basınç dalgalarını iletir (3,4). ESWT odaklanma yoluyla derin dokulara iner ve tek bir noktaya yoğunlaşır. RSWT ise, tek noktaya odaklanmadığından geniş vücut bölgelerinin tedavisinde kolaylıkla kullanılır, özellikle tendinopatiler gibi yüzeysel dokularda daha etkili olduğu belirtilmiştir (3,4). (Şekil 2, Şekil 3)



Şekil 2. Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisinde Dalga Yayılımı⁵



Şekil 3. Radyal Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisinde Dalga Yayılımı⁵

ESWT “enerji yoğunluğu” ile ölçülür ve birimi mJ/mm^2 ’dir. Enerji yoğunluğu her şok dalgasında mm^2 başına düşen enerji miktarını tanımlar. Literatürde düşük, orta ve yüksek enerji yoğunluğundan söz edilmektedir. Düşük enerji yoğunluğu $0.08 \text{ mJ}/\text{mm}^2$; orta enerji $0.28 \text{ mJ}/\text{mm}^2$, yüksek enerji yoğunluğu ise $>0.60 \text{ mJ}/\text{mm}^2$ olarak kabul edilir.³ Düşük ve orta enerji yoğunluğu, hafif bir rahatsızlık hissi oluşturduğundan kolay tolere edilirken, yüksek enerji yoğunluğu şiddetli ağrıya yol açacağından lokal anestezi altında uygulanır. Total enerji ise, şok dalgalarının sayısı ile her dalgada verilen enerji miktarının çarpımıdır. Saniyede geçen dalga sayısı şok dalgalarının frekansıdır ve tedavinin dozajını belirleyen diğer önemli bir parametredir (1). ESWT’de uygulama bölgesini belirlemek önemlidir. Üç farklı şekilde uygulama yapılabilir. Bunlar; anatomik odaklanma, görüntüleme yöntemleri ile birlikte odaklanma ve klinik odaklanmadır. Anatomik odaklanmada, tedavi edilecek bölgenin palpasyonu ile uygulama alanı saptanır. Görüntüleme yöntemleri ile birlikte odaklanmada ultrason, fluoroskopi veya bilgisayarlı tomografi ile problemlı bölge belirlenerek uygulama yapılır. Ancak ağrı her zaman patolojinin görüldüğü bölgeden kaynaklanmayabilir. Bu nedenle tedavide ağırlı bölgeler de ele alınmalıdır. Üçüncü yöntem ise, klinik odaklanmadır. Bu yöntemde hastaya ağırlı bölgeleri sorularak uygulama yapılır. Güvenilir bir yoldur, ancak anestezi kullanılmamalıdır. Şok dalgalarının kullanım alanları ve kontrendikasyonları Tablo 1’de gösterilmiştir (6,7). ESWT kompleks bölgesel ağrı sendromu, spinal füzyon, gen tedavisi ve malign hücreler üzerinde de kullanılmaktadır. Ancak bu konuda çalışmalar henüz deneysel aşamadır (6).

ESWT’nin etki mekanizması tam olarak bilinmemektedir. Yapılan çalışmalarda damarlardan sitokinin difüzyonunu artırarak anjiyogenezi uyardığı, tendon-kemik bölgesinde neovaskularizasyon sağladığı belirtilmiştir. Beyin sakını dorsal kökten

Tablo 1. Şok dalgalarının kullanım alanları ve kontrendikasyonları

| Kullanım Alanları |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ortopedi: Gecikmiş kırık kaynaması, stres kırıkları, avasküler kemik nekrozu, tendinopatiler, osteokondritis dissekans, osteoartrit, trokanterik sendrom ● Yara iyileşmesi ● Spastisite ● Miyokardial iskemi ● Periodontal hastalıklar ● Üroloji: Litotripsi, Peyroni hastalığı, Kronik pelvik ağrı sendromu |
| Kontrendikasyonları |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Malign durumlar ● Kan koagülasyon bozukluğu ● Patolojik nörolojik bulguları olan olgular ● Hamilelik ● Aktif enfeksiyon olan olgular ● Kalp pili kullananlar ● Akciğer gibi alveolar yapıdaki organlar üzerine ● Kranium ve vertebral kolon üzerine |

seratonerjik aktivasyon ile uyararak, inen yolların inhibitör kontrolünü arttırdığı ve hiperstimülasyon analjezisi sağladığı düşünülmektedir. Yine dorsal kökten “Calcitonin gene-related protein” üretimini azaltarak da ağrıya etki etmektedir. Eklem kartilajında değişime yol açmadığı ve termal bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Etki dokuya uygulanan enerjinin miktarına da bağlıdır. Tavşanlarda yüksek enerjili şok dalgalarının tendon hasarına yol açarak inflamatuvar reaksiyonu başlattığı saptanmıştır. Düşük enerjili şok dalgaları ise, uygulama bölgesinde böyle bir hasar oluşturmaz (1).

Kemik doku üzerine ESWT

ESWT'nin ortopedide ilk kullanımı kemik doku üzerinde başlatılmıştır. Özellikle kaynaması geciken kırıklarda ve avasküler kemik nekrozunda kullanılmaktadır. ESWT'nin “Bone Morphogenic Protein 2 (BMP-2)” adı verilen kemik sentezi ve onarımını sağlayan mediatörü, nitrik oksit sentezini ve angiogenezde önemli rol oynayan “Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF)” adı verilen mitojenik faktörü artırdığı gösterilmiştir. Gecikmiş kırık kaynamasında genel olarak; 2000-6000 atım, 0.3-0.6 mJ/mm² dozajında, 1-4 seans, diagnostik ultrason kullanılarak uygulamalar yapılmıştır. Çalışmaların sonuçları, ESWT'nin gecikmiş kaynama üzerinde etkili olduğu ve yan etkilerinin de az olduğunu göstermektedir. Kronik stres kırıklarında ise ESWT ile ilgili randomize kontrollü çalışmalar bulunmamaktadır. Ancak vaka raporları ESWT'nin etkili olduğunu ifade etmektedir

(8).

Avasküler kemik nekrozu en sık kalça eklemine femur başında görülmektedir. Sebebi bilinmemekte, ancak ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açmaktadır. Erken dönemde medikal tedavi, manyetik alan tedavisi ve ESWT kullanılırken; geç dönemde ise cerrahi uygulanmaktadır. Wang ve arkadaşları, ESWT'nin rejenerasyonu arttırarak, cerrahiye göre daha etkili olduğunu savunmaktadır (9).

Van der Jagt ve arkadaşları, ratlarda deneysel olarak oluşturulan osteoporozda 1 seans, 0,16 mJ/mm², 2000 atım uygulanan ESWT'nin osteopeni ve osteoporoz için etkili olabileceğini belirtmişlerdir (10).

Tendinopatiler

Tendinopatiler; inflamatuvar olmayan, dejeneratif değişikliklerin görüldüğü, ağrı ve fonksiyonel yetersizliğe yol açan durumlardır. Kollajen diziliminin bozulması, hücre sayısında artış ve anjiyofibroblastik dejenerasyon görülmektedir. Tedavide, ağrıyı azaltmak ve fonksiyonu arttırmak amacıyla konservatif, medikal veya cerrahi yaklaşımlar kullanılmaktadır. Son yıllarda ise ESWT'nin etki mekanizmaları göz önüne alınarak tedavide kullanılmaya başlanmış olup konu ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır (11).

Patellar Tendinopati ve Aşıl Tendinopatisi

Patellar tendinopati, aşırı zorlayıcı kullanıma bağlı olarak patella alt ucunun ağrıya yol açan dejenerasyonudur. 2009 yılında yayınlanan bir meta analizde ESWT'nin ağrı ve fonksiyon üzerinde etkili olduğu ve yan etki görülmediği belirtilmiştir. ESWT'nin uygulama protokolü hakkında fikir birliği bulunmamaktadır (12).

Aşıl tendinopatisi, sporcularda sık görülen problemlerden biridir. Rompe ve arkadaşları, düşük enerjili ESWT (2000 atım, 0.12mJ/mm²) ve eksentrik egzersizin etkinliğini karşılaştırdıkları çalışmada ESWT'nin iyileşme sürecini hızlandırdığını kaydetmişlerdir (13). Randomize kontrollü diğer bir çalışmada ESWT'nin ağrıyı önemli ölçüde azalttığı bildirilmiştir (14). 2011 yılında yayınlanan bir derlemede ESWT'nin aşıl tendinopatisinde etkili olduğu ancak yüksek ve düşük enerjili tedavi protokollerinin karşılaştırılması gerektiği belirtilmiştir (15).

Omuz Tendiniti

Kalsifiye omuz tendiniti, rotator cuff tendonlarında kalsiyum hidroksiapatit kristallerinin birikimiyle, dejenerasyon ve kalsifikasyona bağlı ağrı ve hareket kaybının ortaya çıktığı bir durumdur. Tedavisinde

konservatif yöntemler, ileri vakalarda ise cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Konservatif yöntemlerin etkinliğine yönelik kanıtlar yetersizdir, ancak ESWT son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. ESWT'nin kaviteasyon etkisiyle kalsifiye dokuda parçalanma sağladığı, mekanik irritasyon ile inflamatuvar süreci başlattığı ve neovaskülarizasyon ile iyileşme sağladığı düşünülmektedir (16). Çalışmalarda yüksek enerjili ESWT, düşük enerjili ESWT'ye göre daha etkin bulunmuştur. Hem yüksek hem düşük enerjili ESWT ise kontrol gruplarına oranla daha etkili olduğu kaydedilmiştir. ESWT ile kalsiyum birikiminde azalma, ağrı, kuvvet, fonksiyonellik ve günlük yaşam aktivitelerinde gelişme saptanmıştır. Özellikle yüksek enerjili ESWT'nin anestezi ile uygulanması gerektiği ve cerrahiye alternatif olabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde RSWT'nin de etkili olduğu, ayrıca uygulama kolaylığı açısından avantajlı olduğu belirtilmiştir. Pan ve arkadaşlarının çalışmasında 2 seans ESWT, 12 seans Transkutaneal elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) uygulamasından çok daha etkili bulunmuştur (17). Kalsifiye olmayan omuz tendinitlerinde ise, ESWT'nin plasebo uygulamadan farkı olmadığı ancak fazla sayıda çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir (1).

Plantar Fasiit

Plantar fasiitin patogenezi tam olarak bilinmemekle birlikte, aşırı yüklenmeye bağlı dejenerasyon ve mikroyırtıklar gözlenir.¹ ESWT'nin etkinliği ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Ancak uygulama etkinliği ve uygulama parametreleri konusunda farklı görüşler vardır (18,19). Gollwitzer ve arkadaşları, kronik plantar fasiit olan ve konservatif tedavilerden fayda göremeyen olgularda orta enerjili ESWT ve plasebo uygulamaları karşılaştırdıkları çalışmalarında ESWT'nin 12 hafta boyunca ağrıyı azaltmada etkili olduğunu göstermişlerdir (20). Kronik kalsifiye plantar fasiitte RSWT'nin (0.16 mJ/mm², 2000 atım) ağrı, fonksiyon ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkileri olduğu kaydedilmiştir (4). Marks ve Jackievicz ise randomize kontrollü çalışmalarında ESWT'nin plasebo uygulamaya göre üstünlüğü olmadığını belirtmişlerdir (21). Porter ve Shadbolt ise, kortikosteroid enjeksiyonunun ESWT'ye göre daha etkili ve maliyetinin de düşük olduğunu savunmuşlardır (22). Genel olarak çalışmalarda uygulamalar ultrason eşliğinde plantar fasyanın kalınlaştığı veya hastanın en fazla ağrısının olduğu bölgeye yapılmıştır. Lokal anestezi yapılmadan uygulanan tedavinin daha etkili olduğu ifade

edilmektedir. Çalışmalarda hem yüksek hem de düşük enerjili şok dalgaları kullanılmıştır (18).

Lateral Epikondilit

Lateral epikondilitte, literatürdeki çalışmaların bazılarında, ESWT'nin etkili olduğu savunulurken, bazı çalışmalarda ise etkinliğinin şüpheli olduğu belirtilmektedir (17).

ESWT'nin etkinliğini belirlemek amacıyla tedavi öncesi ve sonrasında manyetik rezonans görüntüleme yöntemi kullanılan bir çalışmada, olguların tendon kalınlığında azalma ve enine kesitinde gelişme olduğu görülmüştür (23). Pettrone ve McCall randomize, çok merkezli, çift kör, plasebo kontrollü çalışmalarında 1 yıllık izlemde ESWT grubunda ağrı şiddetinde %50-61; plasebo grubunda ise %29 iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçta ESWT'nin güvenli ve etkili bir tedavi olduğunu savunmuşlardır (24). Radwan ve arkadaşları, kalsifiye lateral epikondilitte tenotomi ve yüksek enerjili ESWT'yi karşılaştırdıkları çalışmalarında, ESWT'nin cerrahiye alternatif olabilecek faydalı bir tedavi olduğunu bildirmişlerdir (25). Özturan ve arkadaşları ise kısa dönemde kortikosteroid enjeksiyonunun, uzun dönemde ise ESWT ve otolog kan enjeksiyonunun etkili olduğunu belirtmişlerdir (26).

Chung ve Wiley, daha önce hiç tedavi görmemiş lateral epikondilitli olgularda, ESWT ve egzersiz tedavisi ile plasebo ESWT ve egzersiz tedavisi uyguladıkları çalışmalarında 8 haftalık izlem sonunda her iki grupta ağrı ve kavrama kuvvetinde gelişme olduğunu, ancak ESWT ve egzersizin, plasebo uygulamaya göre farkı olmadığını belirtmişlerdir (7). Buchbinder ve arkadaşlarının 2005 yılında yayınladıkları sistematik derlemede, ESWT ve plasebo uygulamalarını karşılaştıran 9 çalışma, steroid enjeksiyonu ve ESWT'yi karşılaştıran 1 çalışma incelemişlerdir. Sonuçta, ESWT'nin lateral epikondilit tedavisindeki etkisine yönelik kanıtların zayıf olduğu, steroid enjeksiyonunun ise ESWT'den daha etkili bulunduğu ifade edilmiştir (27).

Medial Epikondilit

Medial epikondilitin etyolojisi ve tedavisi lateral epikondilit ile benzerdir. Ancak ESWT başarı oranı lateral epikondilitli olgularda daha yüksektir (28). Grala ve Dadej, 4 olguda 3 seans, 3000 atım, 0,09 mJ/mm² ESWT uyguladıkları çalışmada, tedaviden 6 ay sonraki kontrollerde semptomlarda azalma olmadığını ve olguların tedaviden memnun olmadıklarını belirtmişlerdir (29).

Osteokondritis Dissekans

Artiküler kartilajın ve subkondral kemiğin eklem yüzeyinden kısmen veya tamamen ayrılarak avasküler hale gelmesi durumu osteokondritis dissekans'tır. Moretti ve arkadaşları, osteokondritis dissekans tanısı alan 14 yaşındaki bir olguda düşük enerjili ESWT'nin kartilaj ve subkondral kemik iyileşmesini hızlandırdığını ve cerrahiye alternatif olabileceğini bildirmişlerdir (30).

Osteoartrit (OA)

Dorsal kök ganglionlarında bulunan nöropeptid yapıdaki "Calcitonin gene-related peptide (CGRP)"in düzeyindeki artışın ağrı iletiminde ve artrit patogeneğinde rol oynadığı düşünülmektedir. Bir çalışmada ESWT uygulanan diz OA'lı sıçanlarda CGRP düzeylerinde kısa süreli azalma olduğu gösterilmiştir (31). Atlarda deneysel olarak oluşturulan OA'da ESWT, plasebo ESWT ve polisülfat glikozaminoglikan tedavilerini karşılaştıran bir çalışmada, ESWT uygulanan grupta klinik bulgularda gelişme görülmüştür (32). Mueller ve arkadaşları, kalça OA'sı olan 18 köpekte RSWT uygulamışlardır. Tedavi öncesi, tedaviden 4 hafta ve 6 ay sonrasında koşu bandında kuvvet plağında analiz yapılmıştır. Tedavi grubunda vertikal güç, simetri ve yer çekimine karşı koyma kuvvetlerinde gelişme görülürken, hiçbir uygulama yapılmayan 8 kontrolde yalnızca vertikal güçte gelişme olmuştur (33). Osteoartrit tedavisinde ESWT henüz deneysel aşamadır.

Trokanterik ağrı sendromu

Trokanterik ağrı sendromu(TAS)'nda konvansiyonel tedaviler etkili olmakla birlikte, tekrarlayıcı kronik durumlarda cerrahi tedavi tercih edilmektedir. ESWT'nin son yıllarda bazı durumlarda cerrahiye alternatif olmasıyla birlikte, kronik TAS tedavisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Furia ve arkadaşları, kronik TAS tanısı alan 33 olguya 1 seans, 2000 atım, 0.18 mJ/mm² yoğunlukta, anestezi kullanılmadan RSWT uyguladıkları çalışmalarında, konvansiyonel tedavi gören kontrol grubuna göre ağrı ve semptomlarda 1 yıl süresince önemli düzeyde azalma olduğunu belirtmişlerdir (34).

Yara İyileşmesi

ESWT'nin hücrel bölünmeyi, savunma hücrelerini ve nitrik oksit üretimini arttırdığı, vaskülarizasyonu hızlandırdığı ve antibakteriyel etkisi olduğuna yönelik kanıtlar mevcuttur. Diyabetik ayak yaralarında ESWT'nin hiperbarik oksijen tedavisine göre daha

etkili olduğu görülmüştür (35). Zins ve arkadaşları ise, sıçanlarda iyileşmesi gecikmiş diyabetik yaraların tedavisinde 200 atım, 0.1 mJ/mm² şiddetinde ESWT ve plasebo uygulamayı karşılaştırdıkları çalışmalarında ESWT'nin etkili olmadığını belirtmişlerdir (36). Dekübit ülserinde yapılan bir çalışmada 4 seans, yara üzerine iletken jel ile tam temasla, 300 atım, 0.1mJ/mm² yoğunlukta uygulanan ESWT'nin plasebo uygulamaya göre etkili olduğu görülmüştür (37). Vücut yüzeyi %5'in altındaki akut derin yanık yaralarında 2 seans, düşük enerjili (500 atım, 0.15mJ/mm²) ESWT'nin etkili olduğu ve cerrahiye alternatif olabileceği gösterilmiştir (38).

Spastisite

ESWT son yıllarda spastisite tedavisinde yeni bir yaklaşım olarak denenmektedir. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte şok dalgalarının nörotransmisyon, hafıza ve sinaptik plastisite gibi merkezi sinir sistemi fonksiyonlarında etkin olan nitrik oksit sentezini arttırarak etki ettiği düşünülmektedir. Ayrıca spastik kaslar üzerinde mekanik bir uyarın oluşturmaktadır. Şok dalgalarının etkilerini meydana getirirken periferik sinir denervasyonuna yol açmadığı da gösterilmiştir (39). Çalışmalar serebral palsy ve inneli olgular üzerinde yürütülmüştür ve sonuçları genellikle olumludur. Vidal ve arkadaşları RSWT'nin spastisiteyi azaltma ve eklem hareket açıklığını arttırmada plaseboya göre çok etkili olduğunu ve etkilerin tedavi sonrası 2 ay daha devam ettiğini bildirmişlerdir (40). Yoo ve arkadaşları üst ekstremitede spastisitesi olan 21 inneli olguda 3 seans ESWT uygulamasının etkili olduğunu bildirmişlerdir (41). Serebral paralizili olgularda yapılan çalışmalar ise, çoğunlukla vaka raporları şeklinde olup ve sonuçları da olumludur (42).

Miyokardial İskemi

Ekstrakorporeal kardiyak şok dalga tedavisinin anjina pektorisite kullanımı ilk olarak hayvanlar üzerindeki deneysel çalışmalarla başlamıştır. Bu çalışmalarda alınan olumlu sonuçlar ile 2003 yılında insanlarda uygulamaya geçilmiştir. Çalışmalar perkutanöz koroner girişim veya koroner arter bypass grefti endikasyonu olmayan olgularda, 9 seans, 200 atım, 0.09 mJ/mm² şiddetinde, anestezi kullanılmadan, göğüs duvarına ekokardiyogram ile birlikte yapılmıştır. Ventriküler aritmi oluşturmamak için atımlar end-diastol fazında verilmiştir. Şok dalga tedavisinin 12 ay süreyle semptomlarda ve miyokardial iskemide azalma meydana getirdiği ve

yan etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Akut miyokard enfarktüsünde, hayvan deneylerinde şok dalga tedavisi ile ejeksiyon fraksiyonu ve end-diastolik volümde gelişme görülmüş; insanlarda ise şok dalga tedavisinin perkutanöz koroner girişim ile birlikte uygulanmasının önemi üzerinde durulmuştur. Tüm bu etkilerin anjiyogenezis ile ilişkili olduğu ve araştırmaların ilerletilmesi gerektiği düşünülmektedir (43).

Periodontal Hastalıklar

Periodontal inflamasyon, diş ve diş etini destekleyen dokuların enflamasyonudur. Periodontal ligamanın hasarına ve alveolar kemik kaybına yol açabilir (44). Bazı çalışmalarda yüksek enerjili ESWT'nin planktonik mikroorganizmalar üzerinde antibakteriyel etkisi olduğu gösterilmiştir. Düşük enerjili şok dalgaların, oral bakterilerin tümü üzerinde etkili olmadığı yalnızca bir kısmının çoğalmasını engellediği belirtilmiştir (45). Ayrıca ESWT ile periodontal dokuların ve alveolar kemiğin rejenerasyonun sağlanabileceği düşünülmektedir. Ancak bu konuda detaylı çalışmalara gerek duyulduğu ifade edilmektedir (44).

Peyroni Hastalığı

Peyroni tedavisinde akut dönemde medikal tedavi ve enjeksiyon, kronik dönemde ise cerrahi önerilmektedir. Son yıllarda ise ESWT'nin etkinliği araştırılmaktadır. Palmieri ve arkadaşları, peyroni tanısı alan 100 olguda düşük enerjili ESWT'nin plasebo uygulamaya göre ağrı, erektil fonksiyon ve yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğunu, plak sayısı ve eğrilik oranında ise artış gözlenmediğini belirtmişlerdir (46). Chitale ise 6 seans, 12 dakikalık ESWT uygulamasının plaseboya göre farkı olmadığını belirtmiştir (47).

Poulakis ve arkadaşları ise ESWT ile tedavi uygulanmayan kontrol grubunu karşılaştırdıkları çalışmalarında gruplar arasında ağrı, plak sayısı ve seksüel fonksiyonlarda belirgin fark olmadığını belirtmişlerdir (48).

Kronik pelvik ağrı sendromu

Prostatite bağlı olarak gelişen kronik pelvik ağrı sendromu, ağrı, üriner ve erektil fonksiyon bozukluğuna yol açarak yaşam kalitesini etkilemektedir. Medikal tedavi, fizyoterapi, tetik nokta masajı, elektromanyetik alan tedavisi genellikle tercih edilmekle birlikte şok dalgalarının ağrı ve anormal prostat kas tonusuna etki edebileceği düşünülmektedir. Bu konuda yürütülen ilk randomize plasebo kontrollü çalışmada 60 olguya 3000 atım,

0,25 mJ/mm², 3 Hz, anestezi kullanmadan, toplam 4 seans ESWT uygulaması yapılmıştır. ESWT'nin plaseboya ağrı ve yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğu görülmüştür. ESWT'nin yan etkisiz, kolay bir tedavi olduğu savunulmuştur (49).

Komplikasyonlar

ESWT uygulamasında ortaya çıkabilecek komplikasyonlara dikkat edilmelidir. Genel olarak yüksek dozajlı tedavilerde komplikasyon fazla görülürken; düşük dozajlı tedavilerin daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Tablo 2'de ESWT'nin olası komplikasyonları gösterilmektedir (50).

Tablo 2. Şok dalga tedavisinde görülebilecek komplikasyonlar

| Komplikasyonlar |
|-----------------------------|
| ● Deride kızarıklık |
| ● Ağrı ve rahatsızlık hissi |
| ● Hassasiyet |
| ● Peteşi, hematoma, kanama |
| ● Ödem |
| ● Migren atağı |
| ● Senkop |
| ● Mide bulantısı |

Şok dalga tedavisi, pek çok alanda uygulanmakta ve kliniklerde kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Literatürdeki çalışmalarda farklı uygulama yöntemleri ve parametreleri kullanılmıştır. Bu nedenle çalışmaların sonuçları farklılık göstermekte ve şok dalgalarının etkinliği konusunda kesin bir sonuç verilememektedir. Literatürdeki araştırmalara paralel olarak ülkemizde de bu konuda çalışmaların ilerletilmesi gereklidir.

Kaynaklar

1. Sems A, Dimeff R, Ianotti JP. Extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic tendinopathies. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:195-204.
2. International Society for Medical Shockwave Treatment. Erişim tarihi: 10 Nisan 2012. Available from: <http://www.ismst.com>
3. 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.
4. Gerdesmeyer L, Frey C, Vester J, Maier M, Weil L Jr, Weil L Sr, et al. Radial extracorporeal shock wave therapy is safe and effective in the treatment of chronic recalcitrant plantar fasciitis: results of a confirmatory randomized placebo-controlled multicenter study. *Am J Sports Med* 2008;36:2100-9.
5. Storz Medical. Erişim tarihi: 10 Nisan 2012. Available

- from: <http://www.eswtr.com>
6. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg Res* 2012;7:11.
 7. Chung B, Wiley P. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy in the treatment of previously untreated lateral epicondylitis. *Am J of Sports Med* 2004;32:1160-1167.
 8. Furia JP, Rompe JD, Cacchio A, Maffuli N. Shock wave therapy as a treatment of nonunions, avascular necrosis and delayed healing of stress fractures. *Foot Ankle Clin N Am* 2010;15:651-662.
 9. Alves EM, Angrisani AT, Santiago MB. The use of extracorporeal shock waves in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review. *Clin Rheumatol* 2009;28:1247-1251.
 10. van der Jagt OP, van der Linden JC, Schaden W, van Schie HT, Piscaer TM, Verhaar JA. Unfocused extracorporeal shock wave therapy as potential treatment for osteoporosis. *J Orthop Res* 2009;27(11):1528-33.
 11. Murphy KP, Giuliani JR, Freedman BA. The diagnosis and management of lateral epicondylitis. *Curr Opin Orthop* 2006;17:134-138.
 12. Van Leeuwen MT, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Extracorporeal shockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature. *Br J Sports Med* 2009;43:163-168.
 13. Rompe JD, Furia J, Maffuli N. Eccentric loading compared with shock wave treatment for chronic insertional achilles tendinopathy, a randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am* 2008;90:52-61.
 14. Rasmussen S, Christensen M, Mathiesen I, Simonson O. Shockwave therapy for chronic achilles tendinopathy: a doubleblind, randomized clinical trial of efficacy. *Acta Orthop* 2008;79(2):249-56.
 15. Shock wave therapy for achilles tendinopathy. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2010;26;4(1):6-10.
 16. Mouzopoulos G, Stamatakos M, Mouzopoulos D, Tzurbakis M. Extracorporeal shock wave treatment for shoulder calcific tendonitis: a systematic review. *Skeletal Radiol* 2007;36:803-811.
 17. Valen PA, Foxworth J. Evidence supporting the use of physical modalities in the treatment of upper extremity musculoskeletal conditions. *Curr Opin Rheumatol* 2010;22:194-204.
 18. Crawford F, Thomson CE. Interventions for treating plantar heel pain. *The Cochrane Database Syst rev* 2010;1:CD000416.
 19. Höfling I, Joukainen A, Venesmaa P, Kröger H. Preliminary experience of a single session of low energy extracorporeal shock wave treatment for chronic plantar fasciitis. *Foot Ankle Int* 2008;29:150-154.
 20. Gollwitzer H, Diehl P, Von Korff A, Rahlfs VW, Gerdesmeyer L. Extracorporeal shock wave therapy for chronic painful heel syndrome: A prospective, double blind, randomized trial assessing the efficacy of a new electromagnetic shock wave device. *J Foot Ankle Surg* 2007;46:348-357.
 21. Marks W, Jackiewicz A, Witkowski Z, Kot J, Deja W, Lasek J. Extracorporeal shock-wave therapy (ESWT) with a new-generation pneumatic device in the treatment of heel pain. A double blind randomised controlled trial. *Acta Orthop Belg* 2008;74:98-101.
 22. Porter MD, Shadbolt B. Intralesional corticosteroid injection versus extracorporeal shock wave therapy for plantar fasciopathy. *Clin J Sport Med* 2005;15:119-24.
 23. Maier M, Steinborn M, Schmitz C, Stabler A, Köhler S, Veihelmann A, et al. Extracorporeal shock wave therapy for chronic lateral tennis elbow-prediction of outcome by imaging. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121:379-384.
 24. Pettrone A, McCall BR. Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. *J Bone Joint Surg* 2005;87A:1297-1304.
 25. Radwan YA, ElSobhi G, Badawy W, Reda A, Khalid S. Resistant tennis elbow: shock wave therapy versus percutaneous tenotomy. *Int Orthop* 2008;32:671-677.
 26. 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(2):84-91.
 27. Buchbinder R, Green SE, Youd JM, Assendelft WJ, Barnsley L, Smidt N. Systematic review of efficacy and safety of shock wave therapy for lateral elbow pain. *J Rheumatol* 2006;33:1351-63.
 28. Kriscsek 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;119:62-66.
 29. Grala P, Dadej R. Extracorporeal shock wave therapy unsuccessful for chronic medial epicondylitis. *J Orthop Traumatol* 2007;8:195-198.
 30. Moretti B, Noternicola A, Moretti L, Giordano P, Patella V. A volleyball player with bilateral knee osteochondritis dissecans treated with extracorporeal shock wave therapy. *Musculoskelet Surg* 2009;93:37-41.
 31. Ochiai N, Ohtori S, Sasho T, Nakagawa K, Takahashi K, Takahashi N, et al. Osteoarthritis Cartilage 2007;15:1093-6.
 32. Frisbie DD, Kawcak CE, Mellwraith CW. Evaluation of the effect of extracorporeal shock wave treatment on experimentally induced osteoarthritis in middle carpal joints of horses. *Am J Vet Res* 2009;70:449-54.
 33. Mueller M, Bockstahler B, Skalicky M, Mlacnik E, Lorinson D. Effects of radial shock wave therapy on the limb function of dogs with hip osteoarthritis. *Vet Res* 2007;160:762-5.
 34. Furia JP, Rompe JD, Maffuli N. Low-energy

- extracorporeal shock wave therapy as a treatment for greater trochanteric pain syndrome. *Am J Sports Med* 2009;37:1806-1813.
35. Wang CJ, Wu RW, Yang YJ. Treatment of diabetic foot ulcers: a comparative study of extracorporeal shockwave therapy and hyperbaric oxygen therapy. *Diabetes Res Clin Pract* 2011;92(2):187-93.
 36. Zins SR, Amare MF, Tadaki DK, Elster EA, Davis TA. Comparative analysis of angiogenic gene expression in normal and impaired wound healing in diabetic mice: effects of extracorporeal shock wave therapy. *Angiogenesis* 2010;13:293-204.
 37. Larking AM, Dupont S, Clinton M, Hardy M, Andrews K. Randomized control of extracorporeal shock wave therapy versus placebo for chronic decubitus ulceration. *Clin Rehabil* 2010;24:222-229.
 38. Arno A, Garcia O, Hernan I, Sancho J, Acosta A, Barret JP. Extracorporeal shock waves, a new non-surgical method to treat severe burns. *Burns* 2010;6:844-849.
 39. Effect of shock wave stimulation on hypertonic plantar flexor muscles in patients with cerebral palsy: a placebo-controlled study. *J Rehabil Med* 2010;42(4):339-43.
 40. Vidal X, Morral A, Costa L, Tur M. Radial extracorporeal shock wave therapy (RSWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *NeuroRehabilitation* 2011;29(4):413-9.
 41. Yoo SD, Kim HS, Jung PK. The effect of shock wave therapy on upper limb spasticity in the patients with stroke. *J Korean Acad Rehabil Med* 2008;32:406-410.
 42. Amelio E, Manganotti P. Effect of shock-wave therapy on spastic equinus foot in patients affected by cerebral palsy. *J Neurol* 2006;253(Suppl 2):152.
 43. Ito K, Fukumoto Y, Shimokava H. Extracorporeal shock wave therapy as a new and non-invasive angiogenic strategy. *Tohoku J Exp Med* 2009;219:1-9.
 44. Sathishkumar S, Meka A, Dawson D, House N, Schaden W, Novak MJ, et al. Extracorporeal shock wave therapy induces alveolar bone regeneration. *J Dent Res* 2008;87:687-691.
 45. Novak KF, Govindaswami M, Ebersole JL. Effects of low energy shock waves on oral bacteria. *J Dent Res* 2008;87:928-931.
 46. Palmieri A, Imbimbo C, Longo N, Fusco F, Verze P, Mangiapia F, et al. A first prospective, randomized, double blind placebo controlled clinical trial evaluating extracorporeal shock wave therapy for the treatment of peyronie's disease. *Eur Urol* 2009;56:363-370.
 47. Chitale S, Morse M, Swift L, Sethia K. Limited shock wave therapy vs sham treatment in men with Peyronie's disease: results of a prospective randomized controlled double-blind trial. *BJU Int* 2010;106(9):1352-6.
 48. Poulakis V, Skriapas K, de Vries R, Dillenburg W, Ferakis N, Witzsch U, et al. Extracorporeal shockwave therapy for peyronie's disease: an alternative treatment? *Asian J Androl* 2006;8:361-366.
 49. Zimmermann R, Cumanas A, Miclea F, Janetschek G. Extracorporeal shock wave therapy for the treatment of chronic pelvic pain syndrome in males: A randomized, double-blind, placebo controlled study. *Eur Urol* 2009;56:418-424.
 50. Haake M, Böddeker 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;122:222-228.