

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA CERRAHİ TEDAVİ YÖNTEMLERİ  
SURGERY TREATMENT IN THE URINARY STONE DISEASEVücut Dışından Şok Dalgaları ile Taş Kırma  
Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL)

Selahattin Bedir, Mete Kilciler, Yaşar Özgök, Murat Dayanç

Gülhane Askeri Tıp Akademisi Üroloji Anabilim Dalı, Ankara

## Özet | Abstract

Vücut dışından şok dalgaları ile taş kırma, ya da diğer adı ile ekstracorporeal şok dalga litotripsi (ESWL)'nin kısaca prensibi bir güç kaynağından çıkan şok dalgalarının taşın üzerinde odaklanarak kırılmasını sağlamaktır. ESWL ilk olarak 1980 yılında Almanya'da insanlarda kullanılmaya başlamıştır. Bu tarihten günümüze kadar çok sayıda firma tarafından farklı modellerde ESWL cihazları piyasaya sürülmüştür. ESWL' de kullanılan şok dalgaları, elektrohidrolik, elektromanyetik ve piezoelektrik yöntemlerle üretilmektedir. Taş kırma işlemi sırasında taş lokalizasyonu ve odaklanması floroskopi ve/veya ultrason ile sağlanmaktadır. ESWL her ne kadar akut ve kronik yan etkilere sahip olsa da günümüzde daha az invazif olduğu kabul edildiğinden üriner sistem taşlarının tedavisinde ilk tedavi seçeneği olarak başarılı bir şekilde kullanılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** ESWL, Ürolitiazis, taş

The principle of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) is to provide lithotripsy by directing the shock waves, generated by a power source, onto the stones. ESWL was first used in humans in Germany in 1980. Since then, many different models of ESWL devices have been produced by several companies. Shock waves used in ESWL are generated by electrohydraulic, electromagnetic and piezoelectric methods. During lithotripsy, stone localization and focus are provided by fluoroscopy and/or ultrasound. Although it has acute and chronic side effects, ESWL is used successfully as the treatment of choice for urinary system calculus since it is currently accepted as being less invasive.

**Key words:** ESWL, Urolithiasis, Stone

## Tarihçe

Vücut dışından uygulanan şok dalgalarıyla üriner sistem taşlarının tedavi edilmesi üroloji alanında gerçekleştirilen en önemli gelişmelerden birisidir. Kullanıma girmesinden sonra açık böbrek ameliyatlarında büyük bir azalma kaydedilmiştir. Yıllar içerisinde tüm dünyada kullanımı, taş kırma cihazlarının geliştirilmesiyle de belirgin bir artış göstermiş ve en önemli tedavi seçeneklerinden birini oluşturmuştur.

Vücut dışından şok dalgaları ile taş kırma (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy=ESWL)'nin kısaca prensibi bir enerji kaynağından çıkan şok dalgalarının taşın üzerine odaklanarak kırılmasını sağlamaktır. Şok dalgalarının medikal olarak kullanılması fikri ilk olarak 1950'li yıllarda Rusya'da ortaya çıkmıştır.(1) Bir Alman uçak firması olan Dornier, yağmur damlalarının uçak kanatları üzerinde yaptığı tahrifatın nedenlerini araştırırken şok dalgalarının katı cisimleri kırabilecek bir güç olduğunu tespit etmiş ve böylece şok dalgalarıyla vücutta oluşan taşların tedavi edilmesine yönelik çalışmalara başlamıştır. 1974 yılında Dornier firması ve Alman Teknoloji Bakanlığı'nin destekleriyle Münih Üniversitesi'nde çalışmalar başlatılmıştır.(2) Hayvan deneylerindeki başarılı sonuçların

ardından 7 Şubat 1980 tarihinde Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) ile ilk insan üzerindeki deneme gerçekleştirilmiştir.(3,4) Böylece Christian Chaussy ilk olarak bir renal pelvis taşını Dornier'in ürettiği ilk prototip ESWL cihazı (HM1=Human Model 1) ile tedavi etmiştir.(4) ESWL tedavisinin prensibi ultrason diğer bir deyişle ses dalgalarıdır. Bu şok dalgaları, fizik kurallarına göre, sıvı ortam içerisinde daha şiddetli etki edeceğinden taşa çarpıp onu parçalaması esasına dayanır. Böylece bu ses dalgaları tek bir hedefe doğru yönelirler ve sapma göstermezler. 1982 yılında Münih'te daha etkili HM2 modeli üretildi.(5) Bundan sonra ESWL bütün dünyada hızla yayılarak üriner sistem taş hastalığının tedavisindeki yerini aldı.(6-10)

Dornier HM3 modeli ilk olarak piyasaya pazarlanan ESWL cihazıdır. Dornier HM3 klinik uygulamaya Amerika'da 1984 yılında girmiştir.(11) Bu cihaz 1984 yılında Amerika'da FDA onayını almıştır yani ESWL'nin taş tedavisinde kullanılabileceği kabul edilmiştir. Bundan sonra Almanya'da Siemens ve Wolf, Fransa'da Technomed ve Edap, İsrail'de Direx, Türkiye'de Elmed ile PCK ve dünyada başka birçok firma taş kırma cihazları üretmeye başlamışlardır.(12) Model

HM3, hastaların içine yerleştirildiği su dolu bir havuz dışında floroskopik görüntüleme ünitesi ile 80nF jeneratörü olan bir adet elipsoit reflektöre sahiptir. Ancak Dornier HM3 modelinin bir takım eksiklikleri mevcuttur. Uygulamalar için spinal veya genel anestezi gerektirmektedir. Diğer bir dezavantajı ise çok yönlü ve multidisipliner olarak kullanılamamasıdır. Yine hastanın su havuzu içinde pron pozisyonu alması ve bu pozisyonu tedavi boyunca sürdürmesi zor olduğundan üreter alt uç taşlarında HM3 rahatlıkla kullanılamamaktadır. 1990 yılından itibaren Dornier HM3 modeli pazarlanmamıştır, ancak dünyada 300'ün üzerinde merkezde hala bu model kullanılmaktadır.(13)

Daha sonra geliştirilen ve piyasaya sürülen ikinci jenerasyon taş kırma cihazlarında şok dalga üretimi, odaklama ve taşı lokalize etme sistemlerinde yenilikler gerçekleştirilmiştir. Daha önceki cihazlardaki su havuzundan kurtularak su yastığı geliştirilmiştir. Böylece hastaların tamamen su dolu bir havuz içine girmesi önlenmiş ve özellikle prone pozisyonunda gerçekleştirilecek olan üreter alt uç taşları rahatlıkla kırılabilir hale gelmiştir. Düşük maliyet, ağrısız uygulama, çok yönlü ve kolay kullanım amaçlanmıştır. Etkili şok dalga enerjisi elektrohidrolik sistem dışında elektromanyetik ve piezoelektrik gibi diğer elementlerden de elde edilir hale gelmiştir.(14,15) Bu cihazlar arasında *Dornier*: HM4 (elektrohidrolik, 1986), MPL 9000 (elektrohidrolik, 1987), MFL 5000 (elektrohidrolik, 1988), Compact (elektromanyetik, 1989); *Tecnomed*: Sonolith 2000/3000 (elektrohidrolik, 1985/1988); *Siemens*: Lithostar (elektromanyetik, 1986); *EDAP*: LT01 (piezoelektrik, 1986); *Wolf*: Piezolith 2300 (piezoelektrik, 1987) ve *Direx*: Tripter XI (elektrohidrolik, 1987) sayılabilir.

1990-1993 yılları arası çoğu taş kırma cihazı üreten firma yeni makineler geliştirmiş yada eski makinelerini modifiye ederek üçüncü jenerasyon taş kırma cihazlarını oluşturmuşlardır. Bu taş kırma cihazlarında odaklama sistemi olarak floroskopi ve ultrasonografi kombine olarak yer almaktadır. Yine şok dalga kaynağından geniş aralıklı bir enerji çıkışına sahiptirler, anestezi gerektirmezler ve çok yönlü kullanılabilen bir masaya sahiptirler. Üçüncü jenerasyon taş kırma cihazları arasında *Storz*: Modulith SL 20 (elektromanyetik, 1989); *Siemens*: Lithostar Plus (elektromanyetik, 1989); *Wolf*: Piezolith 2500 (piezoelektrik, 1989); *EDAP*: LT02 (piezoelektrik, 1991); *Dornier*: MFL 5000-u (elektrohidrolik, 1990), Lithotriptor 30/50 (elektromanyetik, 1993) sayılabilir.

Günümüzde taş kırma cihazları başlıca iki ana gruba ayrılmaktadır: Ucuz maliyetli (ESWL-tables) ve çok amaçlı (Uro-Lithotriptors) taş kırma cihazları.(16) Ucuz maliyetli (ESWL-tables) taş kırma cihazları düşük maliyet düşünülerek planlanmıştır. Bir tedavi masası, ayrılabilir bir C kollu floroskopi cihazı ve şok dalgası üreten bir kaynaktan oluşurlar. Bunlar arasında *Dornier* Compact, Delta ve Sigma, *Siemens* Modularis, *Storz* Modulith SLK, *Wolf* Piezolith 3000, *Direx* Nova Ultima, *Medstone* STS-T ve *HMT* LithoDiamond sayılabilir. Nispeten küçük olduklarından geniş yere sahip

olmayan klinikler için oldukça uygundur. Çok amaçlı (Uro-Lithotriptors) taş kırma cihazları ise çeşitli ürolojik uygulamaları (DÜSG, IVP, retrograd piyelografi vb.) gerçekleştirecek bir floroskopik lokalizasyon sistemine sahiptirler. Çoğunda ultrasonografi (USG) odaklaması da mevcuttur. Endoürolojik uygulamalara müsait yapıdadırlar. Bu tip taş kırma cihazları geniş alana sahip büyük merkezler için uygundur. Bunlar arasında *Philips* LithoDiagnost, *Siemens* Lithostar multiline, *Storz* Modulith SLX, *Dornier* Lithotriptor ve *Siemens* Lithoskop sayılabilir.

### ESWL Çalışma Prensipleri

ESWL'de temel işlem; vücut dışında üretilen şok dalgalarının, iletken bir ortam (su) kullanılarak, vücut içinde bir hedefe yönlendirilmesidir. Çok sayıda litotriptörlere rağmen bu cihazların hepsi aynı akustik fizik kurallarına dayanır. Pozitif dalgadaki keskin pik ve bunu izleyen negatif çekilme dalgasından oluşan şok dalgası vücut dışında üretilir ve taşları parçalamak üzere vücut içerisinden geçirilir. (17) Ses dalgaları su banyosu veya su ortamından insan vücuduna kolayca geçirilir, çünkü su ve insan vücudu benzer dansitelerdedirler. Fakat sudan taşa geçerken meydana gelen dansite değişimi taş parçalanmasına neden olur.

Bütün litotriptörler 4 ana özelliği paylaşır:

1. Şok dalgası üreten bir enerji kaynağı (elektrohidrolik, elektromanyetik, piezoelektrik)
2. Fokal bir noktaya şok dalgalarını odaklayan bir cihaz (elipsoid reflektör, akustik lens)
3. Ara ortam (küvet, su yastığı, jel)
4. Taş lokalizasyon sistemi (floroskopi, ultrason).

Litotriptörler bu 4 ana özelliği taşımalarına rağmen şok dalga üreten enerji kaynaklarındaki farklılıklar değişik tip litotriptörleri meydana getirmiştir. Şok dalgaları, elektrohidrolik, elektromanyetik ve piezoelektrik yöntemlerle üretilmektedir. Enerji üretimi için elektrohidrolik makineler nokta kaynaklarını kullanırken genişletilmiş kaynaklar piezoelektrik ve elektromanyetik makinelerde kullanılır. Değişik litotriptörlerin akustik alanları birbirinden; pik amplitüdü, puls süresi, dalga büyüklüğü, total akustik enerji bakımından farklıdır.

**ELEKTROHİDROLİK JENERATÖR (Dornier HM-3, Sonolith Tecnomed, Direx, Elmed, PCK):** Şok dalgalarını bir spark-gap aracılığı ile mikrosaniyede 15.000-25.000 volt olacak şekilde üretir. Bu yüksek voltaj ateşleme suda hızlı buharlaşma yaratıp çevresindeki sıvıyı genişleterek şok dalgası oluşumuna yol açar. Jeneratör, reflekte olan şok dalgalarını ikinci bir fokal odakta konsantrasyon eden bir elipsoidal reflektörün içinde lokalizedir. Dornier HM3 taş kırma litotriptörleri içinde altın standart olmaya devam ederken, elektrotlarının yarı ömrünün kısa olması şoklar arasında değişken basınçlara neden olmaktadır.(17) Buna ek olarak, elektrotun minimal yer değiştirmesi taşın üzerinde hatalı fokus yapılan şok dalgasına neden olur. Sık elektrot değişimi elektrohidrolik litotripsisi maliyetinde artışa neden olmaktadır. Elektrohidrolik litotriptörlerde elektrot aralıklarının ayarlan-

ması ve yedek tanktaki suyun değişimi zaman almaktadır. Elektrotlar su yastığının içinde yerleştiğinden işlem esnasında birbirleri arasındaki mesafe gözle görülememektedir. Bu nedenle aralığının yeterince ayarlanamaması başarı oranlarını düşürebilmektedir. Son zamanlarda elektrohidrolik litotripsi için yeni piyasaya sürülen elektrotlar daha dayanıklıdır.

**Elektromanyetik Jeneratör (Siemens Lithostar, Dornier, Storz):** Elektromanyetik cihazlarda şok dalgaları bir elektrik impulsunun silindirik şok tüpünün ortasına konumlu ince sirkuler metalik membranı hareket etmesiyle oluşur. Şok dalgası bir akustik lensin içinden geçer ve ilk fokal noktaya yönelir. Şok dalgası hareketli su yastığı ve jel aracılığıyla vücut yüzeyine ulaşır. Alternatif olarak, enerji silindirik bobininden geçerken oluşan manyetik alan, parabolik reflektöre odaklanabilen şok dalgası oluşturmak üzere silindirik membranı iter. Bu cihazlar yüksek basınç ile güvenilir şok dalgası oluştururken ve taşta odaklanırken, aynı zamanda daha yüksek böbrek dokusu hasarı yapan küçük fokal bölge ortaya çıkarabilir.

Halen kliniğimizde elektromanyetik yapıda Siemens Lithoskop marka ESWL taş kırma cihazı bulunmaktadır (Resim 1).

**Piezoelektrik Jeneratör (Wolf ve EDAP):** Piezoelektrik şok dalgaları yüksek frekanslı yüksek voltajlı pulslarla uyarılmış seramik elementinin genişlemesiyle üretilir. Bu elementler hafifçe bir elektrik enerjisi pulsu oluşturmak için bir araya gelirken, birçok elementin simultane genişlemesinin toplamı kürenin ortasındaki fokal merkeze yönelmiş bir yüksek enerjili şok dalgası halinde toplanır. Şok dalgası fokal odak noktasındaki küçük su havuzuna veya su dolu keseye doğru yayılır. Piezoelektrik litotriptörlerin sferik fokus mekanizması cilt yüzeyi üzerinde hastaların minimal bir rahatsızlık duyabilecekleri fakat diğer enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında en küçük enerjiyle dar bir fokal nokta oluşturan, geniş bir şok dalgası giriş noktası oluşturur.(18)

**Şok Dalgası İletimi ve Odaklama:** Orijinal HM3 makineleri şok dalgalarını hastaya iletmek için 1000 litre su banyosu kullanır. İkinci ve üçüncü kuşak litotriptörler geniş su banyosunun fizyolojik, fonksiyonel ve ekonomik sorunları hafifletmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu amaçla şok dalgalarını iletmek için su yastığı ve jel kullanılmaktadır. Bu nedenle bu son kuşak cihazlara "kuru litotriptör" ismi de verilmektedir.(19)

Litotripsi işlemi sırasında taş lokalizasyonu ve odaklanması floroskopi ve/veya ultrason ile sağlanmaktadır. Floroskopi üroloğun alışkın olduğu bir yöntemdir ve efektif üretral taş lokalizasyonunda artı faydalar sağlamaktadır. Ayrıca floroskopi toplayıcı sistemin anatomisini tanımlamak için kontrast madde kullanımını kolaylaştırmaktadır. Buna rağmen, floroskopi daha geniş alan gerektirir, hasta ve sağlık ekibi için doğasında var olan iyonizan radyasyon riskini taşır ve radyolüsent taşlar için uygun değildir.

Sonografiyi kullanan litotriptörler devamlı monitorizasyon ile taş lokalizasyonu avantajını sunar ve radyolüsent taşları radyasyon riski olmadan gösterirler. Ayrıca ultrasonun 2-3 milimetrelilik taş parçalarını lokalize etmede efektif olduğu gösterilmiştir ve taş kırma sonrası böbrekler, üreterler ve mesaneyi gösterme de en az sıradan bir film kadar iyidir, hatta bazen daha iyidir.(17,20) Ultrasonla yapılan taş lokalizasyonunun en önemli dezavantajı bu işlemi yapan ürologların ultrason görüntülerine floroskopi kadar hakim olmamaları ve üreter taşlarını göstermede ultrasonun yetersiz kalmasıdır. Buna rağmen son zamanlarda ürologların taş kırma işleminde ultrasonu uygun şekilde kullanmaya başladığı bildirilmektedir.(21) Ultrasonu ve floroskopiyi kullanan makineler varken, hali hazırda kullanılan makineler genellikle üroloğun aşinalığı nedeniyle floroskopik olanlardır. Piyasada çeşitli tasarımlarda litotriptör bulunmaktadır. Tamamen kompakt yani ayrılmayan sabit cihazlar bulunduğu gibi modüler yapıda C kollu floroskopi ve diğer sistemleri ayrılan cihazlar da mevcuttur. Bu şekilde depolama



Resim 1a. Siemens Lithoskop marka taş kırma cihazı.



Resim 1b. Taş kırma cihazının kontrol paneli.

alanı azaltılmakta ve floroskopiye diğer prosedürlerde kullanılmaya olanak sağlanmaktadır. Ultrason başlığı ayrı bir kolla sisteme bağlanabildiği gibi halen kliniğimizde mevcut bulunan cihazda olduğu gibi şok başlığı içine de yerleştirilebilir (Resim 2).

#### Taş Kırma Mekanizması

Taş kırılmasında başlıca 4 mekanizma tanımlanmıştır; basınca bağlı kırılma, parçalanma, boşluk oluşumu (kavitasyon) ve dinamik yorgunluk.

**Basınca bağlı kırılma (kompresyon fraktürü):** Oluşan taşın yapısı homojen değildir. Taş tabakası oluşunca üzerine yeni defektler eklenir. Farklı kristalleri içine alma ve sıvı dolu kaviteleler gibi sayısız diğer defektler homojen olmayan bir yapı içinde bir böbrek taşı oluşturmak üzere kombine olur. Şok dalgası taşla karşılaştığında, şok dalgalarının yüzeye ulaştığında ortaya çıkan stresin oluşturduğu kuvvet



Resim 2a. Siemens Lithoskop marka taş kırma cihazına ait ultrason sistemi ve probu.



Resim 2b. Ultrason probunun şok başlığı içine yerleştirilmesi (inline ultrasound imaging).

bu kusurlu yapıda gerilme kırılmalarına neden olur. Eisenmenger'e göre şok dalgaları taşta çevredeki idrara göre daha hızlı yol alır, basınç farkı pozitif basınç cephesi yaratır, taş odağı (F2) daha genişse yaratılan cephe dairesel kompresyon yapar.(22) Sonuç olarak bu mekanizma taşın içindeki düzensiz alanlara basınç uygulayarak taş yarıklarına neden olan şok dalgalarının pozitif basınç komponentlerine dayanır.

**Parçalanma:** Ses dalgaları taşın arka yüzeyine doğru geçtiğinde, taş idrar geçiş yüzeyinde dansite değişikliği ile karşılaşılır. Bu etki taş üzerinde geri dönüş dalgasının refleksiyon (yansıma) ve inversiyon etkileri ile sonuçlanır. Eğer negatif basınç taş üzerine geri dönerse taş üzerinde ve merkezinde mikro-çatlaklar oluşumuna yol açar. Ayrılma olarak bilinen bu süreç aynı zamanda taş içinde sıvı dolu çatlaklar ve boşluklar bulunduğu zaman da oluşabilir.

**Boşluk oluşumu (kavitasyon):** Şok dalgaları sıvıya doğru geçtiğinde, gerilim ya da izleyen negatif basınç dalgaları, taşın yüzeyinde ya da içi sıvı dolu çatlakların yüzeyinde olabilen, taş ve sıvı arasındaki yüzeylerde kabarcıklar yaratır. Basıncıdaki bu değişim kabarcıkların oluşmasına ve büyümesine neden olur. Basınç düşerken kabarcıklar genişler. Bununla birlikte, şok dalgaları geçerken, basınç artışı kabarcıkların şiddetli şekilde enerjilerini salarak çöküşüne neden olur. Kabarcıkların bu oluşumu ve hareketleri kavitasyon olarak bilinir. Bu mekanizmanın taş parçalanmasında ve ortaya çıkabilen doku hasarında majör rol aldığı kabul edilir. (17, 23, 24)

**Dinamik yorgunluk:** Taş parçalanmalarındaki son mekanizmadır. Aslında, tüm bu hasarlar taş parçalanması ve sonuçta taşın yıkımını sağlamak üzere bir araya gelirler.

#### Klinik Sonuçlar

Orijinal HM3 ile yapılan erken dönem 5 geniş seri sonuçları değerlendirildiğinde ESWL'nin taşsızlık oranları renal pelvis, üst kalıs, orta kalıs ve alt kalıs için sırasıyla %76 (48-85), %69 (46-82), %68 (52-76) ve %59 (42-73)'dur. Bu serilerde en iyi taşsızlık oranları 1 cm altındaki taşlarda ve renal pelviste lokalize taşlarda tespit edilirken en zayıf taşsızlık oranları alt kalıs taşlarında tespit edilmiştir.(17) Yapılan çalışmalarda HM3 modeli halen diğer yeni jenerasyon taş kırma cihazlarından daha iyi sonuçlara sahiptir. Daha düşük güce sahip Siemens Lithostar® marka taş kırma cihazı ile yapılan 5 geniş seri değerlendirildiğinde ise taşsızlık oranları renal pelvis, üst kalıs, orta kalıs ve alt kalıs için sırasıyla %69 (55-80), %67 (46-90), %63 (43-82) ve %60 (46-73) olarak tespit edilmiştir.(17) Taş kırma işleminin zorunlu olarak yapılması gerektiği pilot, komando, jandarma gibi mesleklerle sahip hasta grubunda ESWL'nin milimetrik alt kalıs taşlarında etkili olduğu gösterilmiştir.(25)

Daha yeni tarihli yayınlanan bir çalışmada 3,241 hastada tüm taş lokalizasyonlarında ESWL'nin etkinliği değerlendirilmiş ve taşsızlık oranı %71,5 ve başarı oranı %79,8 olarak bildirilmiştir.(26) ESWL, çocuk yaş grubunda da erişkindekilere benzer oranlardaki başarıyla kullanılmaktadır.(27-32)

Tartışmalı konulardan birisi de üreter taşlarının tedavisinde ESWL ile üreterorenoskopik girişim arasındaki tercihtir. Üreter taşlarında ESWL'nin en önemli dezavantajları taşın hedeflenmesindeki ve şok dalgalarının bu taşlara ulaşmasındaki zorluklardır. Buna rağmen üst üreter taşlarının tedavisinde ESWL'nin %100'e yakın taşsızlık oranına sahip olduğu bildirilmektedir.(33) İzamin ve arkadaşları üst üreter taşlarının tedavisinde ESWL ve üreteroskopiye karşılaştırmışlar ve başarı oranlarını ESWL için %81,8, üreterorenoskopi için %84,6 bulmuşlardır.(34) Bununla birlikte orta üreter taşlarında ESWL'nin başarı oranı %70'lere düşmektedir. (35-37) Yapılan çalışmalarda üreter alt uç taşlarında üreterorenoskopi, ESWL'ye göre daha başarılı bulunmasına rağmen, ESWL daha az invazif olduğundan ilk tercih olarak önerilmektedir.(38,39)

### Komplikasyonlar:

Geniş serili çalışmalar her ne kadar ESWL'nin güvenilir, etkili bir yöntem olduğunu gösterse de ciddi yan etki ve komplikasyon potansiyeline sahip olduğu da bir gerçektir. (40, 41) ESWL'ye bağlı komplikasyonlar akut olarak ortaya çıkabildiği gibi geç komplikasyonlar olarak da görülebilmektedir. ESWL'nin akut veya kronik böbrek hasarına neden olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.(17) ESWL'nin komplikasyonları; direkt olarak şok dalgalarına, taş fragmentasyonuna ve taş parçalarının üriner sistemden geçerken yapmış olduğu etkilere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır.

ESWL'nin akut yan etkileri arasında; hematüri, ciltte ekimoz-eritem-ödem, hidronefroz, subkapsüler veya perirenal hematomlar, parsiyel veya total üreteral obstrüksiyon, şok dalgasına bağlı aritmiler, perirenal veya kapsüler sıvı birikimi, kistik hemoraji, böbrek konjesyonu, perirenal kapillerin konjesyonu veya rüptürü, ürotelyumda ödem ve hasar, bazı metabolik bozukluklar ile üriner sistem dışındaki organlarda (karaciğer, akciğer, dalak, pankreas, gastrointestinal organlar vb.) yaralanmalar sayılabilir.

ESWL'nin kronik etkileri arasında ise hipertansiyon, böbrek fonksiyonlarında azalma, böbrekte skar gelişimi, perirenal fibrozis, üreterde fibrozis ile üreterokolik fistül yer almaktadır.

Komplikasyonlara neden olabilecek risk faktörleri işlem öncesi değerlendirilmeli, ESWL'nin kısa ve uzun dönemdeki yan etkileri iyi bir şekilde araştırılmalı ve gerektiğinde zamanında tedavi edilmelidir.

### ESWL Teknolojisinde Yenilikler

İlk ESWL cihazının kullanıma sunulmasından bu güne kadar hasta konforunu artırmak ve doku hasarını en aza indirmek amacıyla çeşitli yenilikler ve modifikasyonlar geliştirilmiştir. Bu amaçla şok dalga yapısında değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Bunlar arasında; "Modified Reflector, Piezoelectric Annular Array, Tandem Shock Waves, Acoustic Diode, Direct Wave Suppression" yer almaktadır.(17) Diğer bir yenilik Dual Pulse Lithotripsy'dir. Burada iki ayrı şok

başlığı hasta üzerinde aynı noktaya hedeflenir. Uzun dönem sonuçları belli olmamasına rağmen çift başlı ESWL ile artmış doku hasarı olmadan başarılı sonuçlar bildirilmiştir.(42-45)

Nomikos ve arkadaşları 4. jenerasyon olduğunu iddia ettikleri ESWL cihazı ile başarılı sonuçlar bildirmiştir.(46) Bu ESWL cihazının üretiminde elektrokondaktif bir jeneratör ve oldukça yüksek iletken bir sıvı kullanılmıştır. Ancak bu cihaz elektrohidrolik tip ESWL'nin bir modifikasyonu gibi görüldüğünden 4. jenerasyon olarak yaygın kabul görmemiştir.

### Kaynaklar

1. Soller ML, Çeviren: Kazancı G. Taş Hastalığı, In: Smith Genel Üroloji, Eds: Tanagho EA, McAninch JW, Çeviri Ed: Kazancı G. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2004. p. 256-90.
2. Sağlam R, Adsan Ö. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL), In: Temel Üroloji, Eds: Anafarta K, Göğüs O, Bedük Y, Arıkan N. Ankara: Güneş Kitapevi, 1998;259-68.
3. Eisenger F, Chaussy C, Wanner K. Extrakorporale anwendung von hochenergetischen stosswellen. Ein neuer aspekt in der harnsteinleidens. Akt Urol 1977;8:3-15.
4. Chaussy C, Brendel W, Schimiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. Lancet 1980;2:1265-8.
5. Chaussy C, Schimiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walther V. First clinical experience with extracorporeally induced destruction of stones by shock waves. J Urol 1982;127:417-20.
6. Fuchs GJ, Miller K, Rassweiler JJ, Eisenberger F. Extracorporeal shock wave lithotripsy: one year's experience with the Dornier lithotripter. Eur Urol 1985;11:145-9.
7. Chaussy C, Fuchs GJ. World experience with extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for the treatment of urinary stones: An assessment of its role after 5 years of clinical use. J Endourol 1986;1:7-8.
8. Sağlam R, Adsan Ö. Türk litotriptörü Multimed ile ESWL yapılan 1200 hastanın sonuçları. Endouro 96 II. ESWL ve Endouroloji Kongresi Özet Kitabı, Mersin 1996. p.75.
9. Özgök Y, Seçkin B, Göktaş S, Erduran D, Harmankaya Ç. 1000 Olguda ESWL Sonuçlarımız. ESWL Endo Uroloji Dergisi 1993;2:24-8.
10. Özgök Y, Göktaş S, Seçkin B, Harmankaya Ç, Erduran D, Peker AF. Üreter Alt Bölüm Taşlarında ESWL Monoterapisi. ESWL Endouroloji Dergisi 1993;2:76-9.
11. Putman SS, Hamilton BD, Jhonson DB. The use of shock wave lithotripsy for renal calculi. Curr Opin Urol 2004;14:117-21.
12. Bedir S, Özgök Y. ESWL'nin tarihçesi. In: Üriner Sistem Taş Hastalığı, Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli AH (Eds). İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri, 2007. p.221-2.
13. Rassweiler JJ, Tailly GG, Chaussy C. Progress in lithotripter technology. EAU Update Series 3,2005;17-36.
14. Wilbert DM, Reichenberger H, Hutschenreiter G, Alken P, Hohenfellner R. Second generation shock wave lithotripsy: Experience with the Lithostar. World J Urol 1987;5:255-9.
15. Vallancien G, Aviles J, Munoz R, Thibault P. Piezoelectric extracorporeal lithotripsy by ultrashort waves with the EDAP LT01 device. J Urol 1988;139:689-94.
16. Rassweiler JJ, Renner C, Chaussy C, Thüroff S. Treatment of renal stones by extracorporeal shock wave lithotripsy. Eur Urol 2001;39:187-99.

17. Weizer AZ, Zhong P, Glenn M, Preminger. Shock Wave Lithotripsy: Current Technology and Evolving Concepts. AUA Update Series. Lesson 36, Volume 24, 2005.
18. Wang R, Faerber GJ, Roberts WW, Morris DS, Wolf JS Jr. Single-center North American experience with wolf Piezolith 3000 in management of urinary calculi. *Urology* 2009;73:958-63.
19. Cartledge JJ, Cross WR, Lloyd SN, Joyce AD. The efficacy of a range of contact media as coupling agents in extracorporeal shockwave lithotripsy. *BJU Int* 2001;88:321-4.
20. Karlin G, Marino C, Badlani G, Smith AD. Benefits of an ultrasound-guided ESWL unit. *Arch Esp Urol* 1990;43:579-81.
21. Kiely EA, Madigan D, Ryan PC, Butler MR. Ultrasonic imaging for extracorporeal shockwave lithotripsy: analysis of factors in successful treatment. *Br J Urol* 1990;66:127-31.
22. Eisenmenger W. The mechanisms of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound Med Biol* 2001;27:683-93.
23. Zhong P and Chuong CJ. Propagation of shock waves in elastic solids caused by cavitation microjet impact. I: theoretical formulation. *J Acoust Soc Am* 1993;94:19-28.
24. Zhong P, Chuong CJ and Preminger GM. Propagation of shock waves in elastic solids caused by cavitation microjet impact. II: application in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Acoust Soc Am* 1993;94:29-36.
25. Bedir S, Goktas S, Akay O, Sumer F, Seckin B, Dayanc M. The role of extracorporeal shockwave lithotripsy in an asymptomatic special patient group with small renal calculi. *J Endourol* 2008;22:627-30.
26. Salem S, Mehrsai A, Zartab H, Shahdadi N, Pourmand G. Complications and outcomes following extracorporeal shock wave lithotripsy: a prospective study of 3,241 patients. *Urol Res* 2010;38:135-42.
27. Hammad FT, Kaya M, Kazim E. Pediatric extracorporeal shockwave lithotripsy: its efficiency at various locations in the upper tract. *J Endourol*. 2009;23:229-35.
28. Shouman AM, Ziada AM, Ghoneim IA, Morsi HA. Extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy for renal stones >25 mm in children. *Urology* 2009;74:109-11.
29. Smaldone MC, Corcoran AT, Docimo SG and Ost MC. Endourological Management of Pediatric Stone Disease: Present Status. 2009;181:17-28.
30. Straub M, Gschwend J, Zorn C. Pediatric urolithiasis: the current surgical management. *Pediatr Nephrol* 2010;25:1239-44.
31. Muslumanoglu AY, Tefekli A, Sarilar O, Binbay M, Altunrende F and Ozkuvanci U. Extracorporeal shock wave lithotripsy as first line treatment alternative for urinary tract stones in children: a large scale retrospective analysis. *J Urol* 2003;170:2405-8.
32. Muslumanoglu AY, Tefekli AH, Altunrende F, Karadag MA, Baykal M, Akcay M. Efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteric stones in children. *Int Urol Nephrol* 2006;38:225-9.
33. Robert M, A'Ch S, Lanfrey P, Guiter J, Navratil H. Piezoelectric shockwave lithotripsy of urinary calculi: comparative study of stone depth in kidney and ureter treatments. *J Endourol* 1999;13:699-703.
34. Izamin I, Aniza I, Rizal AM, Aljunid SM. Comparing extracorporeal shock wave lithotripsy and ureteroscopy for treatment of proximal ureteric calculi: a cost-effectiveness study. *Med J Malaysia* 2009;64:12-21.
35. Obek C, Onal B, Kantay K, Kalkan M, Yalçin V, Oner A, et al. The efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy for isolated lower pole calculi compared with isolated middle and upper caliceal calculi. *J Urol* 2001;166:2081-4.
36. Marguet CG, Springhart WP, Auge BK, Preminger GM. Advances in the surgical management of nephrolithiasis. *Minerva Urol Nefrol* 2004;56:33-48.
37. Tiselius HG, Pettersson B and Andersson A: Extracorporeal shock wave lithotripsy of stones in the mid ureter. *J Urol* 1989;141:280-2.
38. Park H, Park M, Park T. Two-year experience with ureteral stones: extracorporeal shockwave lithotripsy vs ureteroscopic manipulation. *J Endourol* 1998;12:501-4.
39. Anderson KR, Keetch DW, Albala DM, Chandhoke PS, McClennan BL, Clayman RV. Optimal therapy for the distal ureteral stone: extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy. *J Urol* 1994;152:62-5.
40. Bedir S, Kilciler M, Cincik M, Ozgok Y. Relationship between extracorporeal shock wave lithotripsy and semen parameters in patients with lower ureteral stones. *Fertil Steril* 2004;82:1687-8.
41. Bedir S, Kilciler M, Ozgok Y, Cincik M, Erbil M, Tuncel M. Ultrastructural changes on sperm after extracorporeal shock wave lithotripsy in patients with distal ureteral stone. *Arch Androl* 2006;52:139-43.
42. Sheir KZ, El-Sheikh AM and Ghoneim MA. Synchronous twin-pulse technique to improve efficacy of SWL: preliminary results of an experimental study. *J Endourol* 2001;15:965-74.
43. Sheir KZ, Zabih N, Lee D, Teichman JM, Rehman J, Sundaram CP, et al. Evaluation of synchronous twin pulse technique for shock wave lithotripsy: determination of optimal parameters for in vitro stone fragmentation. *J Urol* 2003;170:2190-4.
44. Sokolov DL, BaileyMRand Crum LA. Dual-pulse lithotripter accelerates stone fragmentation and reduces cell lysis in vitro. *Ultrasound Med Biol* 2003;29:1045-52.
45. Handa RK, McAteer JA, Willis LR, Pishchalnikov YA, Connors BA, Ying J, et al. Dual-head lithotripsy in synchronous mode: acute effect on renal function and morphology in the pig. *BJU Int* 2007;99:1134-42.
46. Nomikos MS, Sowter SJ, Tolley DA. Outcomes using a fourth generation lithotripter: a new benchmark for comparison? *BJU Int* 2007;100:1356-60.