



1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Üroloji Anabilim Dalı

**ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE YENİ KUŞAK
BİR ŞOK DALGA LİTOTRİPSİ CİHAZININ ETKİNLİĞİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Cevahir Özer

Ankara, 2006



1993
BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Üroloji Anabilim Dalı

**ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞININ TEDAVİSİNDE YENİ KUŞAK
BİR ŞOK DALGA LİTOTRİPSİ CİHAZININ ETKİNLİĞİ**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Cevahir Özer

Tez danışmanı: Doç. Dr. M. İlteriş Tekin

Ankara, 2006

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, yeni kuşak bir ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (*ESWL*) cihazı olan Siemens Lithostar Modularis Uro-plus kullanılarak böbrek ve üreter taşları tedavi edilen 3,024 hastanın sonuçlarını gözden geçirmek ve cihazın etkinliğini ve güvenilirliğini değerlendirmektir.

Bu çalışmada, taş lokalizasyonu, taş boyutu, kullanılan maksimum ve ortalama enerji, şok dalgası sayısı, odaklama tekniği, floroskopi zamanı, her bir taşa uygulanan *ESWL* seans sayısı ve sekonder girişim gereksinimi gözden geçirildi. *ESWL* tedavisinden 3 ay sonra yapılan değerlendirmede taşsızlık ya da erişkinlerdeki böbrek taşlarında klinik önemsiz rezidü başarı olarak kabul edildi. Genel başarı oranı %85.9 idi. Renal pelvis, üst kaliks, orta kaliks, alt kaliks, üst üreter, orta üreter ve alt üreter taşlarında başarı oranları, sırasıyla, %87.1, %85.4, %85.5, %85.1, %85.9, %84.4 ve %86.8 idi. Ortalama floroskopi süresi 5.3 dakika olarak belirlendi. Major komplikasyon olarak 5 olguda renal subkapsüler hematoma, 2 olguda akut piyelonefrit, bir olguda dalak hematomu, bir olguda perirenal ürinom ve bir olguda akut nekrotizan pankreatit gözlemlendi. Preminger, Clayman ve Denstedt'in metodolojisine göre hesaplanan cihazın genel etkinlik oranı 0.55 idi. Etkinlik oranı üreter taşlarında böbrek taşlarına göre daha yüksekti.

Siemens Lithostar Modularis Uro-Plus deneyimimiz bu üçüncü jenerasyon litotriptörün güvenli ve etkili olduğunu, %84.4-%87.1 arasında taş klirensi sağladığını göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Üriner sistem taş hastalığı, ekstrakorporeal şok dalga litotripsi, yeni kuşak şok dalga cihazı

SUMMARY

Efficacy of a new generation shockwave lithotripsy machine in the treatment of urinary system calculous disease

The aim of this study was to review the treatment results and assess the efficacy and safety of a new generation shock wave lithotripsy machine, Siemens Lithostar Modularis Uro-Plus in 3,024 patients who have been treated with this machine for renal or ureteral stones.

In this study, the stone localization, the stone size, maximum and average energy used, number of shock waves, the localization technique, fluoroscopy time, number of ESWL treatment sessions for each stone and post-ESWL secondary treatments were reviewed. The procedure was accepted successful if the patient was stone free or with clinically insignificant residual fragments for adult patients with renal calculi after 3 months following ESWL treatment. Overall success rate was 85.9%. The success rates for calculi in the renal pelvis, upper calyx, middle calyx, lower calyx, upper ureter, middle ureter and lower ureter were 87.1%, 85.4%, 85.5%, 85.1%, 85.9%, 84.4% and 86.8%, respectively. The mean fluoroscopy time was estimated as 5.3 minutes. Major complications were noted as renal subcapsular haematoma in 5 patients, acute pyelonephritis in 2 patients, splenic haematoma in one patient, perirenal urinoma in one patient and acute necrotizing pancreatitis in one patient. Overall efficacy quotient for this lithotripter according to the methodology of Preminger, Clayman and Denstedt was 0.55. The efficacy quotient of ureteral stones was higher than renal stones.

Our experience with Siemens Lithostar Modularis Uro-Plus shows that this third generation lithotripter is safe and effective and provides a 84.4% to 87.1% stone clearance.

Key words: Urinary system calculous disease, extracorporeal shockwave lithotripsy, new generation shockwave machine

İÇİNDEKİLER

	<i>sayfa</i>
Özet	<i>iii</i>
İngilizce Özet	<i>iv</i>
İçindekiler	<i>v</i>
Kısaltmalar ve Simgeler Dizini	<i>vi</i>
Şekiller Dizini	<i>vii</i>
Tablolar Dizini	<i>viii</i>
Giriş	1
Genel Bilgiler	2
2.1. Üriner Sistem Taş Hastalığının Epidemiyolojisi	2
2.2. Üriner Sistem Taş Hastalığında Epidemiyolojik Risk Faktörleri	2
2.3. Taş Oluşum Mekanizmaları	4
2.4. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Alternatifleri	5
2.5. Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi (ESWL) Tarihçesi	9
2.6. Şok Dalgalarının Fiziksel Özellikleri	11
2.7. Şok Dalga Jeneratörleri (Litotriptörler)	12
2.8. Şok Dalgalarının Etki Mekanizmaları	18
2.9. Şok Dalgalarının Biyolojik Etkileri	20
2.10. ESWL Endikasyonları	21
2.11. ESWL Kontrendikasyonları	21
2.12. Hastaların ESWL Öncesinde Değerlendirmesi	22
2.13. Anestezi Seçenekleri	23
2.14. ESWL Komplikasyonları	23
Hastalar ve Yöntem	28
Bulgular	33
Tartışma	40
Sonuç	49
Kaynaklar	50

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
cm	santimetre
dL	desilitre
EKG	elektrokardiyografi
EMLA	<i>eutectic mixture of local anaesthetic</i>
ESWL	<i>extracorporeal shock wave lithotripsy</i>
ESWT	<i>extracorporeal shock wave therapy</i>
FDA	Food and Drug Administration
Gy	Gray
iv	intravenöz
kg	kilogram
Hz	Hertz
M	mega
m ²	metrekare
mcg	mikrogram
mg	miligram
MÖ	Milattan Önce
mm	milimetre
mm ²	milimetrekare
PNL	perkütan nefrolitotomi
URS	üreterorenoskopi
US	ultrasonografi
\$	Amerikan Doları
°C	derece Celcius
>	büyük
≥	büyük eşit
<	küçük
≤	küçük eşit
%	yüzde

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<i>Sayfa</i>
Şekil 2.1 İlk ticari litotriptör Dornier HM3	10
Şekil 2.2 High Medical Therapy AG tarafından geliştirilmiş iki farklı ortopedik şok dalga cihazı	11
Şekil 2.3 Tipik şok dalgasının zaman-basınç profili	12
Şekil 2.4 Elektrohidrolik litotriptörlerde odaklama sistemi	13
Şekil 2.5 Piezoelektrik litotriptörlerde odaklama sistemi	14
Şekil 2.6 Elektromanyetik litotriptörlerde odaklama sistemleri	15
Şekil 2.7 Taş fragmentasyonunda rol oynayan mekanizmalar	20
Şekil 3.1 Taşların üriner sistemdeki dağılımı	29
Şekil 3.2 Yeni kuşak taş kırma cihazı Siemens Lithostar Modularis Uro-plus	29
Şekil 3.3 Supin pozisyonda güvenlik için önerilen maksimum enerji seviyeleri	32
Şekil 5.1 Fokal alan genişliği farklı iki cihazda taşın odaktaki hareketleri	46

TABLolar DİZİNİ

	<i>Sayfa</i>	
Tablo 2.1	Staghorn böbrek taşlarında tedavi yaklaşımı	7
Tablo 2.2	Staghorn olmayan böbrek taşlarında taş boyutuna göre tedavi yaklaşımı	7
Tablo 2.3	Üst üreter taşlarında tedavi yaklaşımı	8
Tablo 2.4	Orta üreter taşlarında tedavi yaklaşımı	8
Tablo 2.5	Alt üreter taşlarında tedavi yaklaşımı	9
Tablo 2.6	Bazı elektrohidrolik litotriptörler ve özellikleri	13
Tablo 2.7	Bazı piezoelektrik litotriptörler ve özellikleri	14
Tablo 2.8	Bazı elektromanyetik litotriptörler ve özellikleri	15
Tablo 3.1	Hasta özellikleri	28
Tablo 3.2	Güç ünitesindeki değere karşılık gelen enerji seviyeleri	30
Tablo 4.1	Tek böbrek taşı olan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri	33
Tablo 4.2	Aynı seansta birden fazla böbrek taşına ESWL uygulanan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri	34
Tablo 4.3	Tek üreter taşı olan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri	34
Tablo 4.4	Aynı seansta birden fazla üreter taşına ESWL uygulanan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri	35
Tablo 4.5	Böbrek taşlarında başarı oranları	36
Tablo 4.6	Böbrek taşlarında taşsızlık oranları	36
Tablo 4.7	Üreter taşlarında başarı oranları	37
Tablo 4.8	ESWL'nin başarısız olduğu hastalara uygulanan tedavi yöntemleri	38
Tablo 4.9	ESWL ve/veya sedoanaljeziye bağlı komplikasyonlar	39
Tablo 5.1	Üreter taşlarının tedavisinde maliyet ve taşsızlık oranları	44
Tablo 5.2	Bazı taş kırma cihazlarının etkinlik oranları	48

1. GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı yaygın olarak görülen bir hastalıktır ve endüstriyel toplumlarda yıllık insidansının %0.15-0.2 arasında olduğu düşünülmektedir (1). Üriner sistem taş hastalığı olan olguların yaklaşık %25'inde ise tedavi amaçlı bir ürolojik girişim uygulanması gerekmektedir (1). Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL) klinik uygulamaya girdikten sonra üriner sistem taşlarının tedavisini tamamen değiştirmiş ve semptomatik üriner sistem taş hastalarının çoğunda tercih edilen ilk tedavi yaklaşımı haline almıştır.

Birinci kuşak litotriptörlerin ilk örneği olan Dornier HM3 en uygun şok dalga iletimini sağlamak için geniş bir su banyosuna, floroskopik odaklama sistemine, küçük bir açıklığı olan elipsoid bir yansıtıcıya sahipti ve genel veya spinal anestezi ile uygulanabiliyordu (2). Takip eden yıllarda şok dalgası üretim kaynakları (elektromanyetik, piezoelektrik), odaklama, temas ve lokalizasyon sistemleri farklı olan ikinci kuşak litotriptörler geliştirildi. Bu litotriptörler kuru sistemleri ve intravenöz sedoanaljezi ile uygulanabilmeleri nedeniyle hasta konforunu artırdılar. Geniş bir açıklık ve dar bir odağa sahip üçüncü kuşak litotriptörler ise şok dalgalarının cilt ve barsaklar ile temasını azaltarak taşa yüksek yoğunlukta enerji ulaşmasına olanak sağlamaktadırlar. İkinci ve üçüncü kuşak litotriptörler ile taş disintegrasyon oranlarının altın standart olarak kabul edilen Dornier HM3 ile kıyaslanabilir olduğunu gösteren çalışmaların yanında bu cihazların daha az başarılı olduğunu bildiren yayınlar da mevcuttur (3).

Bu çalışmada, böbrek ve üreter taşlarını yeni kuşak bir ESWL cihazı Siemens Lithostar Modularis Uro-plus ile tedavi edilen 3,024 hastanın sonuçları gözden geçirilmiş, cihazın etkinliği ve komplikasyonları değerlendirilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

Üriner sistem taş hastalığı bilinen en eski hastalıklardan biridir. MÖ 4800'lü yıllardan kalan Mısır mumyalarında böbrek ve mesane taşları tespit edilmiştir. MÖ 12. yüzyılda Sustura'nın hastalarına perineal litotomi uyguladığına ait kanıtlar bulunmuştur. Hipokrat, MÖ 4. yüzyılda ünlü tababet yemininde üriner sistem taş hastalığından bahsetmektedir (4). Üriner sistem taş hastalığının tedavisi, cerrahi ve anesteziye paralel olarak ilerleme gösterse de, güncel tedavi son 20-25 yılda şekillenmiştir. Perkütan cerrahi girişimler, üreterorenoskopik taş manipülasyonları ve özellikle ESWL'deki gelişmeler üriner sistem taş hastalığında açık cerrahi girişim oranının %1-5.4'e kadar gerilemesine neden olmuştur (5).

2. 1. Üriner Sistem Taş Hastalığının Epidemiyolojisi

Yaygın olarak görülen üriner sistem taş hastalığının endüstriyel toplumlarda yıllık insidansının %0.15 ile %0.2 arasında olduğu düşünülmektedir (1). Epidemiyolojik çalışmalar, üriner sistem taş hastalığının bölgesel ve etnik farklılıklar gösterdiğini ve prevalansının %4-15 arasında değiştiğini göstermektedir (6). ABD'nde üriner sistem taş hastalığı prevalansının %2-3 olduğu ve beyaz bir erkeğin 70 yaşına ulaşmaya kadar bu hastalığa yakalanma olasılığının 1/8 olduğu bildirilmiştir (4). Hayat boyu böbrek taşı gelişme riski %10-15 iken bu oran Orta Doğu'da %20-25'e kadar yükselmektedir (7).

Avrupa ülkelerinde prevalans %3-11 arasında değişirken Japonya'da bu oran %7 (kadınlarda %4.5, erkeklerde %9.6) olarak bildirilmiştir (4). Sıcak iklimin hakim olduğu Arap ülkelerinde ise oran %20'lere kadar yükselebilmektedir (4). Ülkemizden Akıncı ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada ise prevalans %14.8, 1989 yılındaki insidans ise %2.2 olarak bildirilmiştir (8).

Üriner sistem taş hastalığında, önleyici tedavi almayan olgularda rekürrens, ilk atağı izleyen 5-10 yıl içerisinde %50 olarak bildirilmiştir (9, 10). Bu oran atağı izleyen 20 yıl içerisinde %75'e kadar yükselmektedir (7).

2. 2. Üriner Sistem Taş Hastalığında Epidemiyolojik Risk Faktörleri

Üriner sistem taş hastalığının epidemiyolojik risk faktörlerini 2 grupta incelemek mümkündür (4):

1. İntrensik faktörler: Bu grupta genetik faktörler, yaş ve cinsiyet sayılabilir.

Üriner sistem taş hastalığı olanların %25'inde aile hikayesi mevcuttur (4). Üriner sistem taş hastalığı olmayan kişilerde aile hikayesi diyetle ilişkili risk faktörlerinden bağımsız olarak taş hastalığı görülme riskini attırır. Aile hikayesi ile taş oluşma riski arasındaki bu ilişki 60 yaşından gençlerde daha belirgindir (11). Genetik çalışmalar hastalığın gelişiminde çok sayıda genin rol oynadığını göstermektedir (4). Amerikan yerlilerinde, yerli İsraililerde ve zencilerde hastalığın daha az görülmesi genetik faktörlerin rolünü göstermektedir (4).

Üriner sistem taş hastalığı erkeklerde 1.5-3 kat daha fazla görülmektedir (8). Bunun androjenlerin karaciğerde oksalat sentezini arttırmasına bağlı olarak idrardaki oksalat düzeyinin yükselmesine bağlı olduğu düşünülmektedir (4). Yaşam boyu risk erkeklerde yaklaşık %20 iken bu oran kadınlarda %5-10 arasındadır (9).

Üriner sistem taş hastalığının sıklığı 2. ve 4. dekatlar arasında artmaktadır (4). Stamatelou ve arkadaşları tarafından yapılan derlemede ise hastalığın prevalansının yaşla arttığı bildirilmektedir (12). Erkeklerde yaklaşık 30 yaşında ilk atak görülürken kadınlarda 35 ve 55 yaşında olmak üzere bimodal başlangıç gözlenmektedir (10).

2. Ekstrinsik faktörler: Bu grupta ise coğrafi faktörler, iklimsel ve mevsimsel faktörler, diyet ve sıvı alımı, meslek ve yaşam tarzı sayılabilir.

Üriner sistem taş hastalığının dağılımı coğrafi farklılıklar göstermektedir. Hastalık İngiliz adaları, İskandinav ülkeleri, Akdeniz ülkeleri, Kuzey Hindistan, Pakistan, Arap ülkeleri, Orta Avrupa ve Çin'de daha fazla iken Orta ve Güney Amerika ve Afrika'da daha az görülmektedir (4). Ülkemizde ise taş hastalığı Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde fazla görülmektedir (9).

Üriner sistem taş hastalığı, dağlık bölgelerde, çöl ve tropikal iklimin hakim olduğu bölgelerde daha sıktır. Sıcaklık, nem ve iklim değişiklikleri de taş oluşumuna katkıda bulunan faktörlerdir (4, 9).

Beslenme alışkanlıkları taş oluşumunda rol oynayan en önemli faktörlerdendir. Özellikle sıvı alımının taş oluşumunda ve taş hastalığının tedavisinde yeri çok önemlidir (4). Pürin, oksalat, kalsiyum, fosfat ve sodyumdan zengin, sitrattan fakir beslenme tarzının taş oluşum

riskini artırabildiği bilinmektedir (4, 9). Bu nedenle aşırı proteinli, oksalattan zengin ve tuzlu besinlerin tüketiminin kaçınılması gerektiği vurgulanmaktadır (4).

Büro hizmeti yapan veya yüksek sıcaklıkta çalışanlarda taş hastalığı daha yüksek oranda görülürken aktif görevi olanlarda ve tarım işçilerinde daha az görülmektedir (9). Yaşam tarzı da üriner sistem taş hastalığı oluşum riskini etkileyen bir diğer faktördür. Taş hastalığının sedanter yaşam sürenlerde daha sık görüldüğünü bildirenler mevcuttur (4).

2. 3. Taş Oluşum Mekanizmaları

Taş oluşumunu izah etmek için çeşitli teoriler ileri sürülmüştür ancak, aşağıda sıralanan bu teorilerin hiçbirisi taş oluşumu açıklamada tek başına yeterli olmamıştır (9):

1. Süpersatürasyon – kristalizasyon teorisi
2. İdrar inhibitörlerinin yokluğu teorisi
3. Matriks – nükleasyon teorisi
4. Epitaksi
5. Kombine teoriler

Taş oluşumunun fiziksel aşamaları satürasyon, süpersatürasyon, nükleasyon, kristal oluşumu veya agregasyonu ve kristal retansiyonu olarak sıralanabilir (13). Üriner sistem taş oluşumunda temel olay idrarın satürasyonudur. İdrarın süpersatürasyonu ise taş oluşumunu yönlendiren esas faktördür (4).

Su gibi saf bir çözücü içinde belirli bir pH ve sıcaklıkta eriyik halinde bulunabilen bir maddenin konsantrasyonu artırılırsa belirli bir seviyeden sonra bu madde artık eriyik halinde bulunamaz ve kristalize olmaya başlar. Kristalizasyonun başladığı bu satürasyon noktasına çözünürlük çarpımı (*solubility product*) adı verilir. İdrar gibi kompleks çözücülerde ise inhibitör ve kompleks oluşturan ajanlar nedeniyle kristalizasyonun başlaması için daha yüksek konsantrasyonda madde gerekmektedir (süpersatüre solüsyon). İdrarda kristalizasyonun başladığı süpersatürasyon noktasına ise oluşum çarpımı (*formation product*) adı verilmektedir (9). Kristalizasyonu nükleasyon takip eder. Tek madde içeren solüsyonlarda meydana gelen nükleasyona homojen nükleasyon adı verilmektedir. Kristallerin idrardaki hücre debrisleri, epitel hücreleri, eritrositler ve diğer kristallerin (epitaksi) yüzeyi ile birleşmesiyle heterojen nükleasyon oluşur. Bunların büyümesi ise agregasyon olarak adlandırılır (4, 9).

Kristalizasyon, nükleasyon ve agregasyon aşamaları sıcaklık, pH ve ortamdaki inhibitör (magnezyum, sitrat, nefrokalsin, Tamm-Horsfall proteini, RNA fragmanları, glikozaminoglikanlar, pirofosfatlar), kompleks yapıcı (sitrat ve magnezyum) ve kolaylaştırıcı maddelerin (glikozaminoglikanlar, Tamm-Horsfall proteini) varlığından etkilenmektedirler. Glikozaminoglikanlar, Tamm-Horsfall proteini gibi bazı maddeler koşullara göre inhibitör ya da kolaylaştırıcı olarak davranmaktadırlar (4, 13). Vücut sıcaklığı ve dolayısıyla idrar sıcaklığı sabitken diğer faktörlerdeki değişimler taş oluşumunu doğrudan etkilemektedir (4).

Kristal agregasyonu ve bunun tübül lümenini tıkaçıcı taş oluşturması (serbest partikül hipotezi) bir dönem kabul görse de Finlayson ve arkadaşları 1978 yılında yaptıkları çalışmada bunun olanaksız olduğunu öne sürmüşlerdir (4). Glomerülde oluşan idrarın 5-7 dakikada renal pelvise geçip atıldığı düşünülürse serbest kristallerin 200 µm çapındaki tübül lümenini tıkayabilmesi için 90-1,500 dakikada geçmesinin olanaksız olduğunu savunmaktadırlar. Kristallerin lümeni tıkayabilmesi için mutlaka epitel hücre yüzeyine yapışarak heterojen nükleasyonun gerçekleşmesi gerektiğini belirtmişlerdir (fiks partikül hipotezi). Khan ve arkadaşları, kristal agregasyonunun mikrotaşlar (mikrolit) oluşturup tübül epitelinin hemen altına yapışarak, tübülü kısmen de olsa tıkayabileceğini ve bunun proksimalinde lokal süpersatüre bir ortam gelişerek nükleasyon ve agregasyonun artabileceğini bildirmişlerdir (4). Lieske ve arkadaşları ise kalsiyum oksalat kristallerinin tübül epitel hücre yüzeyine yapışarak heterojen nükleasyon için odak oluşturabileceğini belirtmişlerdir (4).

Lingeman ve arkadaşlarının çalışması idiyopatik kalsiyum oksalat taş hastalığının patogenezini büyük ölçüde ortaya koymuştur (14). İdiyopatik kalsiyum oksalat taşlı hastalardan perkütan nefrolitotomi sırasında Randall plakları ve çevresindeki alanlardan olacak şekilde alınan biyopsilerin elektron mikroskopisi ve immünohistokimyasal yöntemlerle yapılan incelemeleri kalsiyum oksalat kristallerinin, ince Henle kulpunun bazal membranı üzerinde birikmeye başladığını göstermiştir. Birikim tübül lümeninde değil 1937 yılında Randall'ın tarif ettiği interstisyel alanda olmaktadır.

2. 4. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Alternatifleri

1901 yılında böbrek ve damarlarının ayrıntılı anatomisinin Brodel tarafından tanımlanmasından sonra böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde önemli gelişmeler olmuştur

(4). 1960'lı yıllarda açık cerrahi teknikler detaylarıyla yayınlanmıştır ve 1967 yılında Smith ve Boyce anatofik nefrolitotomi ile ilgili tecrübelerini bildirmişlerdir (4). Üriner sistem taş hastalığının tedavisinde açık cerrahi bir süre tek tedavi seçeneği olsa da 1976 yılında Fernström ve Johanson'un perkütan yolla böbrek taşlarının çıkarılmasını tanımlamasından sonra perkütan girişimler bildirilmeye başlanmıştır (15). 1980'li yıllarda Avrupa ve Amerika'dan geniş perkütan nefrolitotomi (PNL) serileri yayımlanmıştır (4). Aynı yıllarda fiberoptik alanındaki gelişmeler ile üreterorenoskopi (URS) üriner sistemin incelenmesinde kullanıma girmiştir (4). İntrakorporeal litotriptör ve laser teknolojisinin gelişimi ile URS üriner sistem taş hastalığının tedavisindeki güncel yerini almıştır. Üriner sistem taş hastalığının tedavisini tamamen değiştiren gelişme ise 1980 yılında ESWL cihazının kullanıma girmesi olmuştur.

Üriner sistem taş hastalığının tedavisinde daha etkili ve minimal invazif tekniklerin kullanılmasıyla ayaktan tedavi edilen hasta sayısının artması ve hastanede yatış sürelerinin kısılmasına rağmen tedavi maliyetleri artmaktadır. ABD'nde 1994 yılında üriner sistem taş hastalığı tedavisine 1.37 milyar dolar harcama yapılırken bu rakamın 2000 yılında 2.1 milyar dolara yükseldiği tahmin edilmektedir (16).

Üriner sistem taş hastalığında ideal tedavi yöntemi yüksek etkinliğe sahip olmalı, minimal invazif olmalı, komplikasyon oranı düşük olmalı, hasta için konforlu olmalı, taş rekürrens olasılığında artışa neden olmamalı ve sonraki tedavi seçeneğini komplike etmemelidir.

Avrupa Üroloji Birliği staghorn böbrek taşlarında birinci tedavi seçeneği olarak PNL'yi önermektedir (17). Staghorn olmayan böbrek taşlarında tedaviyi belirleyen en önemli faktör taşın boyutudur. Ürik asit taşları dışında, her lokalizasyondaki 2 cm'den büyük böbrek taşlarına PNL önerilirken 2 cm ve altındaki böbrek taşlarında tercih edilen tedavi yöntemi ESWL'dir. Staghorn olmayan ürik asit taşlarının tedavisinde ise öncelikle oral kemoliz önerilmektedir. Staghorn böbrek taşlarına yaklaşım Tablo 2.1'de, staghorn olmayan böbrek taşlarında büyüklerine göre tedavi yaklaşımı Tablo 2.2'de özetlenmiştir (17).

Tablo 2.1. Staghorn böbrek taşlarında tedavi yaklaşımı.

Radyopak taşlar	1. PNL 2. PNL + ESWL 3. ESWL + PNL 4. Açık cerrahi
İnfeksiyon taşları (İnfeksiyonla beraber)	1. Antibiyotikler + PNL 2. Antibiyotikler + PNL + ESWL 3. Antibiyotikler + ESWL + PNL 4. Antibiyotikler + açık cerrahi 5. Antibiyotikler + ESWL + kemoliz
Ürik asit/ürat taşları	1. PNL 2. PNL + ESWL 3. PNL/ESWL + oral kemoliz 4. ESWL + PNL
Sistin taşları	1. PNL 2. PNL + ESWL 3. ESWL + PNL 4. Açık cerrahi

Tablo 2.2. Staghorn olmayan böbrek taşlarında taş boyutuna göre tedavi yaklaşımı.

	Taş boyutu ≤ 20 mm	Taş boyutu > 20 mm
Radyopak taşlar	1. ESWL 2. PNL	1. PNL 2. Stentli veya stentsiz ESWL 3. PNL + ESWL
İnfeksiyon taşları (İnfeksiyonla beraber)	1. Antibiyotikler + stent + ESWL 2. Antibiyotikler + PNL	1. Antibiyotikler + PNL 2. Antibiyotikler + stentli veya stentsiz ESWL 3. Antibiyotikler + PNL + ESWL
Ürik asit/ürat taşları	1. Oral kemoliz 2. Stent + ESWL + oral kemoliz	
Sistin taşları	1. ESWL 2. PNL 3. Retroperitoneal cerrahi (açık veya videoendoskopik)	1. PNL 2. PNL + ESWL 3. PNL + fleksibl nefroskopi 4. Retroperitoneal cerrahi (açık veya videoendoskopik)

Avrupa Üroloji Birliği'nin kılavuzuna göre, üst uç yerleşimli ürik asit taşları hariç her boyuttaki ureter taşlarının tedavisinde ESWL öncelikli tedavi seçenekleri arasındadır (17).

Üreter üst uç yerleşimli ürik asit taşlarının tedavisinde ise stent yerleştirilmesi ve oral kemoliz önerilmektedir. Üreter taşlarında taşın lokalizasyonuna göre tedavi yaklaşımı ise Tablo 2.3, 2.4 ve 2.5’te özetlenmiştir (17).

Tablo 2.3. Üst üreter taşlarında tedavi yaklaşımı.

Radyopak taşlar	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>in situ</i> ESWL 2. Retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) sonrası ESWL 3. PNL + antegrat yolla URS 4. URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
İnfeksiyon taşları (İnfeksiyonla beraber)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Antibiyotikler + <i>in situ</i> ESWL 2. Antibiyotikler + retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) sonrası ESWL 3. Antibiyotikler + PNL + antegrat yolla URS 4. Antibiyotikler + URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
Ürik asit/ürat taşları	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stent + oral kemoliz 2. <i>in situ</i> ESWL (<i>iv</i> veya retrograt kontrast madde ile) + oral kemoliz 3. Antegrat yolla perkütan URS 4. URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
Sistin taşları	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>in situ</i> ESWL 2. Retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) sonrası ESWL 3. PNL + antegrat yolla URS 4. URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu

Tablo 2.4. Orta üreter taşlarında tedavi yaklaşımı.

Radyopak taşlar	1. <i>in situ</i> ESWL (pron pozisyonunda) veya URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
	2. Üreter kateteri veya <i>iv</i> contrast + ESWL veya retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) ile üreter kateteri + ESWL
	3. Perkütan antegrat URS
İnfeksiyon taşları (İnfeksiyonla beraber)	1. Antibiyotikler + <i>in situ</i> ESWL (pron pozisyonunda) veya antibiyotikler + URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
	2. Antibiyotikler + üreter kateteri veya <i>iv</i> kontrast + ESWL veya antibiyotikler + retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) ile üreter kateteri + ESWL
	3. Antibiyotikler + perkütan antegrat URS
Ürik asit/ürat taşları	1. <i>in situ</i> ESWL (pron pozisyonunda) veya URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
	2. Üreter kateteri veya <i>iv</i> contrast + ESWL veya retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) ile üreter kateteri + ESWL veya stent + oral kemoliz
	3. Perkütan antegrat URS
Sistin taşları	1. <i>in situ</i> ESWL (pron pozisyonunda) veya URS (semirijit veya fleksibl) ile taş disintegrasyonu
	2. Üreteral kateter + ESWL veya retrograt manipülasyon (<i>push up</i>) ile üreter kateteri + ESWL

Tablo 2.5. Alt üreter taşlarında tedavi yaklaşımı.

Radyopak taşlar	1. <i>in situ</i> ESWL veya URS ile taş disintegrasyonu 2. Üreter kateteri + ESWL
İnfeksiyon taşları (İnfeksiyonla beraber)	1. Antibiyotikler + <i>in situ</i> ESWL veya antibiyotikler + URS ile taş disintegrasyonu 2. Antibiyotikler + perkütan nefrostomi + <i>in situ</i> ESWL veya antibiyotikler + üreter kateteri + ESWL
Ürik asit/üreat taşları	1. <i>in situ</i> ESWL (<i>iv</i> kontrast madde) + URS ile taş disintegrasyonu 2. Üreter kateteri (+ kontrast madde) + ESWL 3. Perkütan nefrostomi + antegrat kontrast + <i>in situ</i> ESWL
Sistin taşları	1. <i>in situ</i> ESWL veya URS (rijit veya semirijit) ile taş disintegrasyonu 2. Üreter kateteri + ESWL

2. 5. Ekstrakorporeal Şok Dalga Litotripsi (ESWL) Tarihçesi

ESWL ile üriner sistem taşlarının tedavisi tıptaki en önemli gelişmelerden birisidir. Şok dalgaları kullanılarak üriner sistem taşlarının kırılması fikri ilk olarak 1950 yılında Sovyet mühendis Yutkin tarafından ortaya atılmıştır (18). 1959 yılında Ferdinand Eisenberger tarafından bu konuyla ilgili ilk fiziksel incelemeler gerçekleştirilmiştir. 1966-69 yılları arasında Dornier'in uzay araştırmaları sırasında şok dalgalarının odaklanabileceği bulunmuş, ilk hayvan deneyleri yapılmıştır (19). 1973 yılında Haussler tarafından üriner taşların ilk *in vitro* destrüksiyonu sağlanmıştır (20). Hayvan deneylerinin tamamlanmasını takiben 7 Şubat 1980 tarihinde Christian Chaussy ve arkadaşları tarafından Münih Üniversitesi Üroloji Kliniği'nde prototip Dornier HM1 (human model 1) litotriptör kullanılarak renal pelvis taşı tedavi edilmiştir (2). İki yıl sonra ilk ESWL merkezi Münih Üniversitesi'nde kurulmuştur. İlk kullanılan cihaz Dornier HM3'tür (Şekil 2.1). Dornier litotriptörü 1984 yılında FDA onayı alarak ABD'nde uygulamaya girmiştir (9, 21). Pediyatrik olgulardaki ilk uygulamalar 1986 yılında Newman ve arkadaşları tarafından ABD'de gerçekleştirilmiştir (22).

Şok dalgalarının tedavide kullanımı yalnızca üriner sistem taş hastalığı ile kısıtlı kalmamıştır. 1985 yılının Ocak ayında safra taşlarının tedavisinde ESWL kullanılmaya başlamıştır (23). Yine 1985 yılında şok dalgalarının kemik üzerindeki etkileri ile ilgili ilk deneyler yapılmıştır (24). Bu çalışmalar, şok dalgalarının osteojenik aktiviteye sahip olduğunu ve kırık iyileşmesini stimüle ettiğini göstermektedir. 1988 yılında ise kaynamamış kemik tedavisinde ilk başarılı klinik uygulama bildirilmiştir (24). 1990'lı

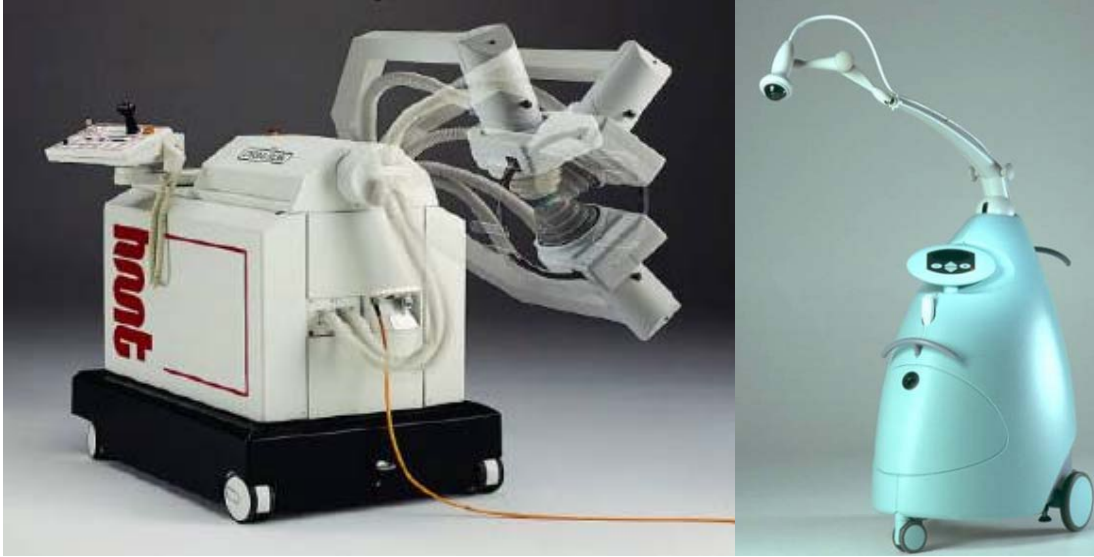
yılların başlarından itibaren ise yumuşak doku hastalıklarının (epikondilit, tendinit, bursitis, topuk dikeni gibi) tedavisinde ve gevşemiş çimentosuz protezlerdeki gevşemenin giderilmesinde şok dalgaları kullanılmaya başlamıştır (24, 25). Ortopedik hastalıklarda şok dalga tedavisinin (ossa-terapi) öneminin artması üzerine özel cihazlar tasarlanmıştır (Şekil 2.2). 1989 yılında şok dalgaları parotis kanal taşı tedavisinde (siyalolitotripsi) de kullanılmaya başlamıştır (26).



Şekil 2.1. İlk ticari litotriptör Dornier HM3.

Şok dalgalarının ürolojide kullanıldığı bir diğer alan ise Peyronie hastalığının tedavisidir. Vücut dışı şok dalga tedavisinin (ESWT) erken dönem sonuçları bu yöntemin Peyronie hastalığının tedavisinde basit ve güvenli minimal invazif bir seçenek olduğunu düşündürmektedir (27, 28).

1985 yılından bu yana çalışmalar iyice hızlandırılmış ve travma yükünü en az düzeye indiren, anestezi gerektirmeyen ve ayaktan tedavi şeklinde uygulanabilen litotriptörler geliştirilmiştir. Bu sayede hastalar günlük aktivitelerine hemen dönebilmekte, fizyolojik travma en az düzeye inmekte ve hastaların operasyon korkusu ortadan kalkmaktadır (21).



Şekil 2.2. High Medical Therapy AG tarafından geliştirilmiş iki farklı ortopedik şok dalga cihazı (solda OssaTron, sağda ReflecTron).

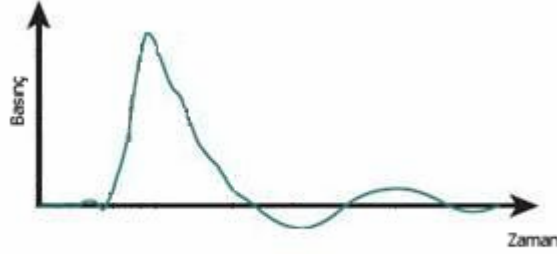
ESWL temelde vücut dışındaki bir kaynaktan elde edilen ses dalgalarının şok dalgaları haline getirilip, üriner sistem taşlarına gönderilmek suretiyle taşların parçalanması olduğundan, ses dalgalarının konuyla ilgili bir takım özelliklerine değinmek ve fiziksel prensiplerini aydınlatmaya çalışmak gerekmektedir.

2. 6. Şok Dalgalarının Fiziksel Özellikleri

Şok dalga jeneratörlerince üretilen ses dalgaları, vücut dokuları gibi maddesel ortamlarda yayılma özelliği gösteren mekanik dalgalardır. Dalga, maddesel ortamı oluşturan moleküllerin sıklaştığı (pozitif basınç) ve seyreklediği (negatif basınç) bölgelerinin birbirini izlemesi ile ortamda yayılır. Basınç dalga cephesi yayılma hızı ses dalgalarının bu ortamdaki yayılma hızını aştığında şok dalgaları oluşur (19).

Şok dalgaları, kısa sürede oluşan, dalgalar şeklinde yayılan, ortamdaki basınç, yoğunluk ve ısı unsurlarının termodinamik değişimine uyum gösteren büyük genlikli ses dalgaları veya diğer bir deyişle yüksek şiddetli ses dalgalarıdır (25). Şok dalgaları, hızlı yükselen (10 nanosaniyeden kısa) pozitif basınç pulsunu izleyen daha uzun süreli (mikrosaniye düzeyinde) negatif basınç bölümünden oluşur (Şekil 2.3) ve frekans sıklığı geniştir (16 Hz-20 MHz) (19, 25). Basınç kısa sürede sona erer, bütün olay 10 mikrosaniyede tamamlanır (25). Şok dalgasındaki akustik enerji iki ortamı ayıran sınırdaki basınç ve elastik güç olarak

değişime uğrar ve daha sonra kabarcık (kavitasyon) etkisi oluşturur. Bu esnada 400 ile 1,000 Bara kadar ulaşan bir basınç oluşur (25).



Şekil 2.3. Tipik şok dalgasının zaman-basınç profili.

2. 7. Şok Dalga Jeneratörleri (Litotriptörler)

Bütün litotriptörler 4 temel bölümden oluşur (29):

1. Enerji kaynağı
2. Odaklama sistemi
3. Temas ortamı
4. Taş lokalizasyonunu sağlayan görüntüleme sistemi

2. 7.1. Enerji Kaynakları

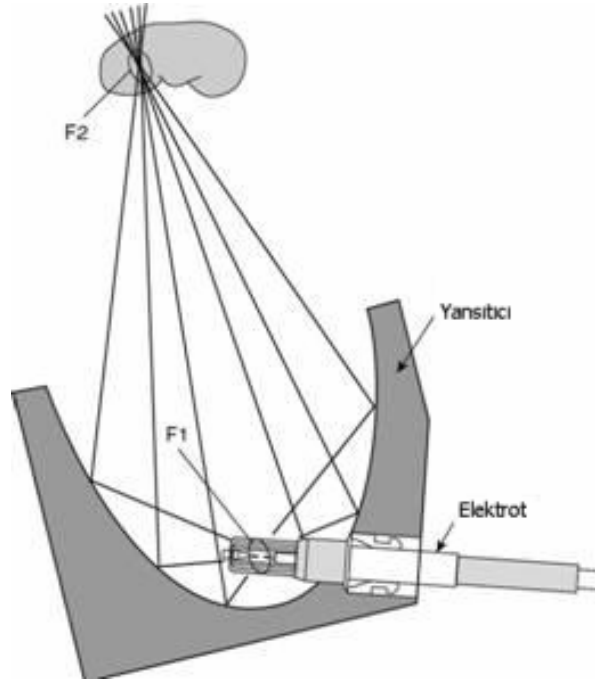
Bir litotriptörü diğerinden ayıran temel fiziksel özellik şok dalgasının üretim yöntemidir (30).

1. Elektrohidrolik (*Spark Gap*) Litotriptörler

Şok dalgası üretmek için kullanılan en eski sistemdir ve bu sistem klinik olarak kullanılan ilk litotriptörde (Dornier HM3) kullanılmıştır (31). Bu sistemde şok dalgaları, bir kapasitörde depolanan elektrik enerjisinin, bir *spark gap* elektrodunun uçları arasında çok küçük bir zaman diliminde boşaltılmasıyla elde edilir ve bu sırada bir patlama meydana gelir. Bu elektrot metal bir elipsoidal yansıtıcının odağına (f1) yerleştirildiğinde, patlama sırasında oluşan şok dalgaları elipsoidin yüzeyinden yansyarak ikincil odak (f2) noktasında odaklanır (Şekil 2.4) ve taşı kırabilecek şiddette bir basınç oluşturur (5, 9).

Bu litotriptörlerin fokal zonu oldukça geniştir, oluşan şok dalgasının tepe basıncı yüksektir ve açıklıkları esnektir (31). Bu avantajlarının yanında *spark gap* elektrodun ömrünün kısa olmasına bağlı göreceli olarak kısa fonksiyonel ömre sahip olmaları, birbirleriyle uyumlu olmayan şok dalgası üretmeleri ve odak noktalarının kayma eğiliminde olması bu

litotriptörlerinin en önemli dezavantajlarıdır (30, 31). Bu nedenle, birkaç bin şok dalgasından sonra *spark gap* elektrodun değiştirilmesi gerekmektedir. Bu sisteme sahip litotriptörler kalp siklusunun refrakter periyodundaki R dalgasını takiben boşalırlar (9). Tablo 2.6’da bazı elektrohidrolik litotriptörler ve özellikleri gösterilmiştir (32).



Şekil 2.4. Elektrohidrolik litotriptörlerde odaklama sistemi.

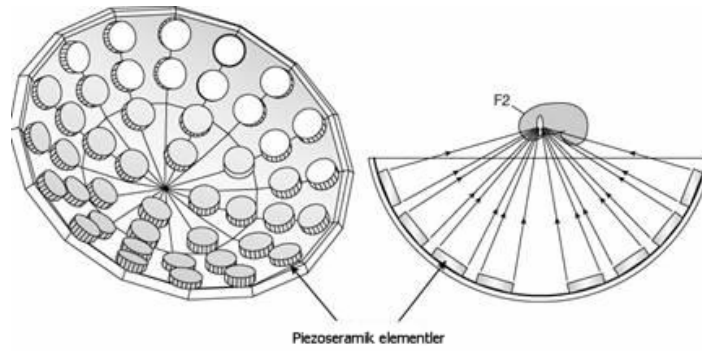
Tablo 2.6. Bazı elektrohidrolik litotriptörler ve özellikleri.

Firma	Cihaz	Cilt-odak mesafesi (cm)	Fokal zon (mm)	Jeneratör ömrü (şok)	Lokalizasyon yöntemi
Dornier	HM3	13	15x90 10x40	1 milyon	X-Ray
	MPL 9000	14	10x40 3x20	1 milyon	X-Ray + US
Medispec	Econolith	13.5	13x53	1 milyon	X-Ray
EDAP	Sonolith 3000TM	13.5	15x55	1 milyon	US
	Sonolith 4000	14	12x23	1 milyon	X-Ray + US
Medirex	Compact	15	5x17	1 milyon	X-Ray + US*

* Opsiyonel

2. Piezoelektrik (Piezoseramik) Litotriptörler

1985 yılında geliştirilen bu sistemde şok dalgaları, piezoelektrik elementlerin yüksek voltajlı enerji pulsları ile uyarılma sonucunda ani boyut değişimine uğraması ile üretilir (19, 31). Her bir piezoseramik elementin yaydığı enerji oldukça düşüktür (31). Küresel bir çerçevenin tabanına yerleştirilen çok sayıda piezoelektrik elemanın aynı anda titreşimiyle ortaya çıkan enerji kürenin merkezinde odaklanarak daha yüksek enerjiye sahip şok dalgalarını oluşturur (Şekil 2.5) (5, 31). Piezoelektrik litotriptörlerde küresel odaklama mekanizması sonucu, deri yüzeyinde çok geniş bir alana yayılan şok dalgalarının oldukça küçük çubuk şeklinde bir odak bölgesine yoğunlaşmasını sağlar (19, 31). Ağrı ve ses diğer cihazlara göre düşük olmakla birlikte taşın kırılabilmesi için daha çok seans gerekmektedir (9). Tablo 2.7’de bazı piezoelektrik litotriptörler ve özellikleri gösterilmiştir (32).



Şekil 2.5. Piezoelektrik litotriptörlerde odaklama sistemi.

Tablo 2.7. Bazı piezoelektrik litotriptörler ve özellikleri.

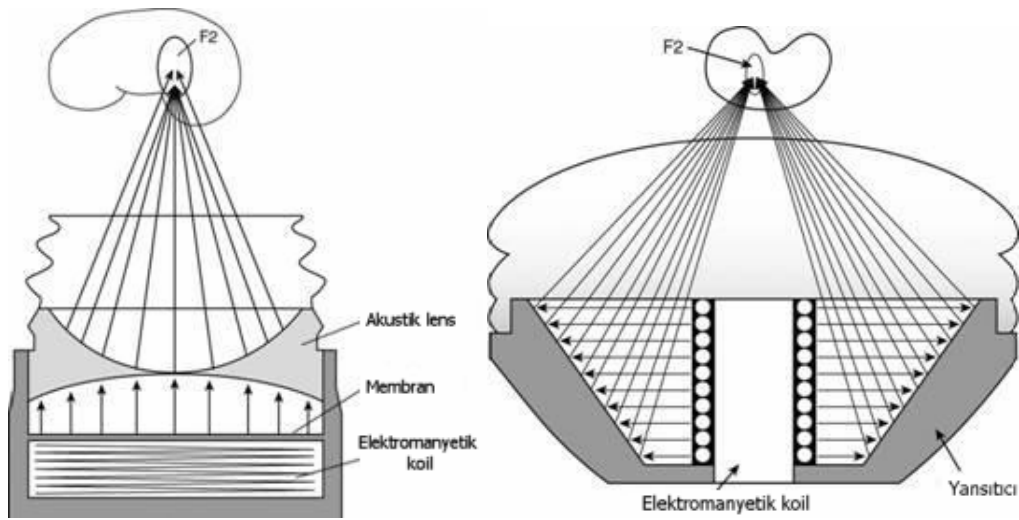
Firma	Cihaz	Cilt-odak mesafesi (cm)	Fokal zon (mm)	Jeneratör ömrü (şok)	Lokalizasyon yöntemi
EDAP	LT.01	14	5x23	*	US
	LT.02	15.5	1.8x29	*	X-Ray + US
Richard Wolf	Piezolith 2300	10-12	2.5x30	>2 milyon	US
	Piezolith 2500	10-12	1.5x11	5 milyon	X-Ray + US

* Kendine özgü kristal yerleştirilir

3. Elektromanyetik Litotriptörler

İlk defa 1987 yılında Wilbert ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir (30). Bu sistem bir elektromıknatısın su dolu şok tüpü içine yerleştirilen bir membranı çekip bırakması ile

oluşan enerjinin akustik merceklerle odaklanması esasına dayanır (Şekil 2.6) (5, 9). Şok dalgaları su yastığının deriyle birleştiği yerden vücuda girer. Membranın silindirik şeklinde olduğu ve oluşan dalgaların parabolik reflektör ile odaklandığı varyasyonu taş lokalizasyonu için *in-line* ultrason yerleştirilmesine olanak verir (Şekil 2.6) (5, 31). Bu sistemde oluşan ses ve enerji *spark gap* sistemine göre daha düşüktür (9). Bununla birlikte, bu litotriptörlerin ömrü uzundur ve 1,000,000'dan fazla şok dalgası üretebilmektedir (2, 31). Ayrıca, bu litotriptörler sabit bir odakta aynı enerji düzeyinde şok dalgaları üretebilirler (31). Tablo 2.8'de bazı elektromanyetik litotriptörler ve özellikleri gösterilmiştir (32).



Şekil 2.6. Elektromanyetik litotriptörlerde odaklama sistemleri.

Tablo 2.8. Bazı elektromanyetik litotriptörler ve özellikleri.

Firma	Cihaz	Cilt-odak mesafesi (cm)	Fokal zon (mm)	Jeneratör ömrü (şok)	Lokalizasyon yöntemi
Siemens	Lithostar	12	7x70	500,000	X-Ray
	Lithostar Plus	Değişken	4x40	200,000	X-Ray + US
	Lithostar Multiline	12	5x60	>1 milyon	X-Ray + US
Storz	Modulith SL20	16.5	6x30	>2 milyon	X-Ray + US
Dornier	Compact	13	6.4x70	600,000	US + X-Ray*
	"The" Dornier	15	2.5x58	1 milyon	X-Ray + US

* Opsiyonel

Bir diğerk tarihsel enerji kaynağı ise mikropatlayıcı enerjidir (31). Kuwahara ve arkadaşları tarafından 1986 yılında tanımlanan bu sistem için ortak bir görüş sağlanamamıştır (30). Bu sistem etkili şok dalgaları oluştursa da enerji elde edilmesinde kullanılan uçucu azit parçacıklarının temin ve depolama problemleri ve patlama riski nedeniyle ticari başarı sağlayamamıştır (30, 31). Bu sistemde şok dalgalarını odaklamak için parabolik reflektör kullanılmaktadır (30).

Çeşitli litotriptör sistemlerince üretilen şok dalga biçimleri çok az farklılıklar göstermektedir. En küçük dalga yükselme zamanı 30 ns ile *spark gap*, en büyük negatif ve pozitif basınç değerleri 56 ve 114 MPa ile piezoelektrik litotriptörlerde bulunmaktadır (19). Arka arkaya uygulanan pulslar dikkate alındığında, pozitif basınç *spark gap* litotriptörlerde büyük değişim (%50) gösterirken, piezoelektrik veya elektromanyetik litotriptörlerde puls enerjisi çok az değişir (19, 29). *Spark gap* litotriptörlerde eski ya da yeni elektrodların kullanılması odak noktasının keskinliği ve dalgaların dağılımı üzerinde etkili olmakla birlikte, elektromanyetik ve piezoelektrik litotriptörlerde böyle bir sorun yoktur (19, 29-31).

2. 7. 2. Odaklama Sistemleri

Elde edilen şok dalgalarının taşta odaklanması için elipsoid yansıtıcılar, sferik diskler, parabolik diskler, akustik lens ve parabolik yansıtıcılar kullanılmaktadır (24, 33).

2. 7. 3. Temas Ortamı

Vücut dokularının akustik yapısının suyun akustik yapısına yaklaşık olarak eşit olması nedeniyle şok dalgaları vücut dokuları içinde de yayılabilir. Bununla birlikte vücut ile litotriptör sisteminin uygun temasının sağlanması gerekir. Bu açıdan hasta şok dalgasının yayılacağı su ortamı ile temas halinde olmalıdır (19).

Enerji kaynağında meydana gelen şok dalgalarının iletimi için uygun ortam olarak hava kabarcığı olmayan serum fizyolojik kullanılmaktadır (34). İlk ESWL cihazında hasta su banyosuna sokulurken Technomed ve Wolf firmaları hastanın yalnız bel kısmının suya temas ettiği cihazları imal etmişlerdir (9). Günümüzde içinde su bulunan bir membranın vücuda temas ettiği (kuru sistem) cihazlar kullanılmaktadır (35). Bu sistemlerde enerji membran içinde bulunan su yoluyla iletilir. Membranın vücuda temas ettiği kısma ise hava kabarcığı kalmaması ve iletimin sağlanması için çeşitli ajanlar (ultrason jeli, vazelin,

EMLA krem, lokal anesteziikli jeller, kayganlaştırıcı jeller) sür÷lmektedir (36). Kuru sistem taşa ulaşan şok dalga enerjisinde azalmaya neden olabilir ancak bu dezavantajını hastaya pozisyon verilmesini kolaylaştırarak, ESWL işleminin pron pozisyonunda da uygulanabilmesine olanak vererek telafi etmektedir (30).

2. 7. 4. Taşın Lokalizasyonunu Sağlayan Gör÷nt÷leme Sistemleri

Üriner sistem taşlarının kırılabilmesi için taşların floroskopik veya ultrasonografik olarak gör÷lmesi ve odaklanması gerekir. Gör÷nt÷leme sadece uygulanan enerjinin odaklanması ve taşın lokalizasyonu için değil, hastanın gereğinden fazla şok dalga enerjisi etkisinde kalmaması açısından da önemlidir.

1. Ultrasonik Odaklama

Birçok böbrek taşının ultrasonografi (US) ile lokalizasyonu mümkün olup tedavi başarısı yeterlidir. US'de taşın disintegrasyonu için kriter, taş gölgesinin genişlemesi, taş reflesinin artması ve sonuçta taş gölgesinin kaybolmasıdır (19). US ile monitorizasyonda hava baloncukları taş fragmanlarının değerlendirilmesinde yanılmalara yol açabileceğinden her 200-300 şok dalgasından sonra kısa bir süre ara verilmelidir (19). US ile taşın lokalize edilmesinin birkaç avantajı vardır (2, 5, 19, 37):

(a) İyonize radyasyona maruz kalmadan eř zamanlı gör÷nt÷lemeye izin verir. Böylece taş hastasının solunumu da göz önünde tutulur.

(b) İyonize radyasyon maruziyetini minimize ederek çocuk ve infantların tedavisini yapmak mümkündür.

(c) Semiopak ve nonopak taşların kontrast madde enjekte edilmeksizin lokalize edilebilmesine olanak sağlar.

(d) şok dalgası tedavisi sırasında taşın veya fragmanların hareketinin gör÷lmesi ile küçük taşın tedavisinde US floroskopiden daha iyi rezolüsyon sağlar.

(e) Floroskopik sistemden daha ekonomiktir.

US ile taş lokalizasyonunun bazı dezavantajları da mevcuttur (2, 5, 19):

(a) Taş lokalizasyonu zorur ve bazı bölgelerde imkansızdır. Kraniyal yerleşimli böbreklerin üst kaliks taşlarında 12. kotun süperpoze olması nedeniyle vizüalizasyonu zor olabilir. Sonografik olarak en çok sorun olan grup üreter taşlarıdır. Sadece dilate ve üçte bir üst üreter veya intramural taş lokalize edilebilir. Bu da tüm üreter taşlarının %40-60'ını oluşturur.

(b) Çift J stent veya nefrostomi tüpü olanlarda lokalizasyon problem olabilir.

(c) Fragmanların veya artefaktların superpozisyonuna bağlı olarak taşın büyüklüğünün saptanması yeterli olmayabilir.

(d) US kullanımı esas olarak operatörün deneyimine bağlıdır. Bu da uzun süre eğitim gerektirir.

(e) Taşın fragmentasyonunun tamamlandığının değerlendirilmesi güçtür.

2. Floroskopik Odaklama

Üriner sistem taşlarının çoğu opaktır. Bu durum floroskopi için bir avantajdır. Ancak, floroskopik üniteler pahalıdır ve hastaların ve personelin iyonizan radyasyona maruz kalması söz konusudur (5).

İlk yapılan litotriptörlerde taşın odaklanması için iki floroskopi sistemi kullanılmakta, bu da cihazın maliyetini artırmaktaydı. Günümüzde bir tane hareketli floroskopi sistemi kullanılarak bu sorun aşılmıştır (21). ABD’nde floroskopik görüntüleme sistemi olmayan litotriptör pazarlanmamaktadır ve floroskopik görüntüleme için genellikle C kollu sistem kullanılmaktadır (37). Görüntülemenin hem floroskopi hem de US ile yapılması birçok avantaj sağladığından son yıllarda üretilen cihazlarda her iki görüntüleme sistemi de kullanılmaktadır (9).

Kimi litotriptörler radyasyon yayılımını en aza indiren kompüterize otopozisyon sistemine sahiptir. Bazı litotriptörler (Dornier HML4, MFL 5000, Siemens Lithostar) taşa vurulan şok sayısını artırmak için solunuma endeksli respiratuvar tetikleme sistemi ile donatılmıştır.

Şok dalgası basınç alanının pozitif ve negatif basınç maksimum değerleri, puls süresi, odak bölgesinin boyutları/biçimi gibi karakteristiklerinin çok iyi anlaşılması çevre dokuları potansiyel zararlardan korunurken taşların parçalanmasındaki etkinliği artıracaktır. Bu nedenle bu parametrelerin çok iyi belirlenmesi gerekmektedir.

2. 8. Şok Dalgalarının Etki Mekanizmaları

Şok dalgaları vücut içindeki yayılma sırasında, çeşitli dokularda hem yansımaya hem de soğrulmaya uğrarlar. Soğrulma, şok dalgası ses enerjisinin çeşitli dokularda ısıya dönüşümü sonucunda gerçekleşir. Yansıma ise dokuların farklı karakteristik özelliklere

sahip olmasına bağlı olarak sesin yansımastır (19). Oluştuğu kaynaktan çıkararak vücuda ulaşan şok dalgaları, vücudun elastisite ve kompliyans özelliklerinden dolayı organizmaya zarar vermeden etkili olabilmektedir (34).

Şok dalgalarının taş bütünlüğünü bozmasını açıklamayan 4 olası mekanizma tanımlanmıştır (2):

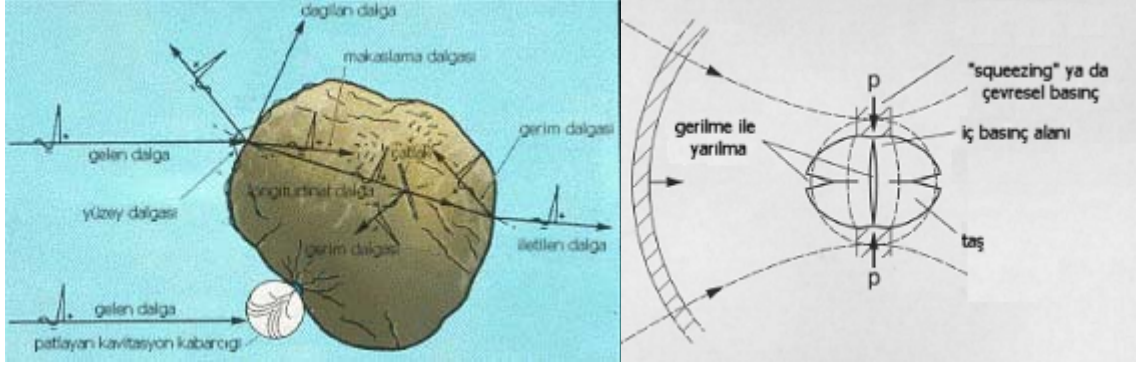
(a) Gerilme ve kesme güçleri: Fragmentasyondan sorumlu primer mekanizmadır. Şok dalgasının pozitif basıncının taş içindeki uzanımı taşın boyutundan az ise önemli gerilme etkisi ile sonuçlanır ve gerilme çatlakları ile oluşur. Bu durum özellikle odak çapının taş çapından küçük olduğu keskin odaklı şok kaynaklarında gözlenir. Bundan başka, şok dalgasının taşın arkasındaki taş-sıvı yüzeyinden yansır. Yansıyan dalganın oluşturduğu ters yöndeki basıncın gerilme etkisi taşın bölünmesine neden olur.

(b) Akustik kavitasyon: Negatif basınç dalgası taşın çevresindeki, mikroçatlakların içindeki ve taşın arayüzeyindeki yarıklardaki sıvıda kavitasyon oluşumuna neden olur. Kavitasyon, yırtma ve kesme dalgalarına dirençli materyalin (sistin ve kolesterol gibi) fragmentasyonuna neden olabilir. Taşın bütünlüğünün bozulma sürecinde önemli rol oynayan kavitasyon şok dalgalarına bağlı doku hasarından (damar hasarı ya da serbest radikal salınımı gibi) sorumlu en önemli faktör olarak görülmektedir.

(c) Kuazistatik sıkıştırma: Eisenmenger tarafından tanımlanan bu teoriye göre şok dalgasının pozitif parçası, şok dalga yayılımına paralel veya dikey olacak şekilde ilk yarıklanma yüzeyinden ikili fragmentasyonu indükler. Şok dalgasının pasajı taşın orta bölümünde yüksek dikey basınç alanı ile sonuçlanır. Zhong bunu pozitif basınçlı dalganın taşın arka yüzeyinden yansması ile oluşan parçalanma şeklinde açıklamaktadır (2).

(d) Dinamik yorgunluk: Lokhandwala ve Sturtevant tarafından 2000 yılında tanımlanan bu mekanizmaya göre ESWL işlemi süresince biriken hasar sonuçta taşın konfigürasyonunun bozulmasına neden olur (5). Taşın fragmentasyon süreci şok dalgalarına mekanik stresin oluşturduğu mikroçatlakların dönüşümü ile karakterizedir (2).

Bu teorilerin hiçbirisi şok dalgalarına bağlı taş fragmentasyonunu tam olarak açıklayamamaktadır, ancak hepsi bu kompleks süreçte önemli rol oynamaktadır. Taş fragmentasyonunda rol oynayan mekanizmalar Şekil 2.7’de gösterilmiştir (2).



Şekil 2.7. Taş fragmantasyonunda rol oynayan mekanizmalar.

2. 9. Şok Dalgalarının Biyolojik Etkileri

Yüksek enerjili şok dalgalarının biyolojik etkilerinden söz ederken dalga ve uygulama ile ilgili temel özelliklerin ve biyolojik sistemin çok iyi tanımlanmış olması gerekir. Uygulamada belirtilmesi gerekli temel parametreler toplam şok dalgası sayısı, puls frekansı, *spark gap* litotriptörler için kullanılan elektrodun niteliğidir. Biyolojik sistem dikkate alındığında ise hücre türü, hücrenin içinde bulunduğu büyüme tarzı ve ortam özellikleri (pH, sıcaklık, oksijen saturasyonu, nem, ozmolalite vb) gibi konular sonuçlar açısından önemlidir (19).

Şok dalgalarının hücresel zararları çok spesifik gözükmemektedir. Hücre organellerinden en fazla zarar gören mitokondrilerdir (19). Endoplazmik retikulumda genişleme, ikincil lizozomlarda artma, periferik hücresel süreçlerde kayıp, hücre zarı morfolojisinde değişiklikler diğer etkiler olarak sıralanabilir.

Şok dalgalarının hücresel zararlardan sorumlu fiziksel karakteristikleri çok iyi tanımlanmamıştır. Bununla birlikte, en küçük pozitif ve negatif basınç genliğine sahip elektromanyetik litotriptörler, *spark gap* ve piezoelektrik litotriptörlerden daha az hücresel zarara neden olmaktadır. Uygulanan toplam şok dalga sayısı önemli parametrelerden diğeridir ve klinik uygulamada bu sayı 2,000-2,500 dolayındadır. Uygulamanın bir defada ve yüksek dozda yapılmasının periglomerüler ve intratübüler fibröz alanını artırması yüzünden renal zararı azaltmak üzere çok sayıda küçük dozlarda yapılması önerilmektedir (19).

Sonuç olarak, çevre dokulara en az zarar vererek taşların parçalanması konusunda maksimum etkinliğe sahip uygulamanın planlanması henüz pek çok araştırmayı gerektirmektedir. Bu konuya yönelik *in vitro* çalışmalar mekanik olarak etkin fakat biyolojik açıdan daha az zararlı litotripsinin gelişmesine büyük katkıda bulunacaktır (19).

2. 10. ESWL Endikasyonları

Kuramsal olarak odaklanabilen her taşın kırılması olanaklıdır. Bununla birlikte ESWL tedavisinde başarıyı etkileyen en önemli etken hasta seçimidir. Hastaya bağlı temel faktörlerin yanında taşın boyutu, sayısı, kimyasal yapısı, böbrek içindeki yerleşimi ve üriner sistem anatomisi de önem taşımaktadır (34, 38).

ESWL'nin klinik uygulamaya girmesinden sonra taşların tedavi endikasyonları büyük ölçüde değişmiş ve bugün taşların %90'dan fazlası ESWL ile tedavi edilebilir hale gelmiştir. Bugün, 2 cm'yi geçmeyen tüm lokalizasyondaki böbrek taşlarının ve proksimal üreterdeki ürik asit taşları hariç her boyuttaki üreter taşlarının tedavisinde öncelikle ESWL önerilmektedir (17). Daha büyük taşlarda veya multipl taşlarda da ESWL uygulanabilir ancak başarı oranları düşük, komplikasyon oranları daha yüksektir.

2. 11. ESWL Kontrendikasyonları

ESWL'nin mutlak kontrendikasyonları şunlardır (38):

1. Gebelik
2. Tedavi edilememiş üriner sistem infeksiyonları
3. Tedavi edilemeyen koagülopatiler
4. Üriner sistemde darlık: Taşın distalindeki inkomplet obstrüksiyonlarda işlem öncesi çift J stent yerleştirilerek ya da endoskopik olarak darlık giderildikten sonra ESWL yapılabileceğini bildirenler mevcuttur.

Bunların dışında böbrek yetmezliği, kardiyak *pacemaker*, renal arter kalsifikasyonu ve abdominal aort anevrizması varlığında dikkatli olunmalıdır (21). Kardiyak *pacemaker*'lı hastalarda kardiyolog gözetiminde ESWL yapılabilmektedir. Uygulama esnasında *pacemaker*'ın yeniden ayarlanması ya da geçici transvenöz *pacemaker* yerleştirilmesi ESWL yapılmasına imkan sağlamaktadır (39).

Aşağıda sıralanan durumlarda ise teknik problemler nedeniyle ESWL uygulanamayabilir (21):

1. Çok şişman hastalar: Taş kırma cihazının ağırlık kapasitelerini aşabilmeleri ve vücut kalınlığına bağlı olarak enerji kaynağı ile hedef böbrek taşı arasındaki mesafenin artmasına bağlı odaklama sorunları nedeniyle çok şişman hastalara ESWL uygulanamayabilmektedir (34, 38, 40). Odak mesafesi uzun ve penetrasyon derinliği fazla olan bazı yeni litotriptörlerde bu sorun ortadan kalkıyor gibi görünmektedir (34, 38). Bunların dışında, yağ dokusunun çok dalgalarını absorbe etmesinden kaynaklanan enerji kaybı da şişman hastalarda ESWL başarısını etkilemektedir. Farsi ve arkadaşları vücut ağırlığı 90 kg'ın altında olan hastalarda %90.8 başarı elde ederken, 90 kg üzerindeki hastalarda bu oran %78.3'te kalmıştır (34). Paterson ve arkadaşları obez hastalarda (135-181 kg) %68 başarı elde ederken, bu oran şişman olmayan hastalarda %80-85 olarak bildirmişlerdir (40). Mezentsev ise vücut-kitle indeksleri 40 kg/m^2 'nin üzerinde olan 37 hastanın pelvikalsiyel yerleşimli taşlarında Siemens Lithostar Plus ile ESWL başarı oranını %73 olarak bildirmiştir (38).
2. Boyu 100 cm'den kısa çocuklar
3. Aşırı postür pozukluğu olan hastalar

2. 12. Hastaların ESWL Öncesinde Değerlendirilmesi

Tedaviye başlamadan önce hastaların çok iyi değerlendirilmesi ve hazırlanması gerekir. Hastaların tıbbi özgeçmişleri eşlik eden hastalıkları ve almakta oldukları medikal tedavileri de içerecek şekilde ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır. ESWL öncesinde hastalar rutin radyolojik incelemelerden geçirilmelidir. Direkt üriner sistem grafisine ek olarak US, intravenöz ürografi ve/veya bilgisayarlı tomografi ile üriner sistemin anatomik yapısı, böbrek fonksiyonları ve üriner sistem obstrüksiyonu hakkında bilgi edinilmelidir. İdrar analizi yapılarak enfeksiyon bulgusu olanlarda kültür sonucuna göre antibiyotik başlanmalıdır. Tam kan sayımı, kan üre ve kreatinin düzeyleri ve serum elektrolit düzeylerine bakılmalıdır (9, 34). Antikoagülan ve antiagregan kullanan hastalarda tedavi öncesi ilaçlar kesilmelidir, gerekiyorsa ilgili bölüme refere edilerek ilaç tedavisi düzenlenmelidir. Tedavi esnasında gelişebilecek komplikasyonlar göz önüne alınarak hastaların EKG'leri çekilmeli ve gerekirse kardiyolojik yönden değerlendirilmelidir (21).

Ayrıca ESWL uygulanacak yerin çok iyi düzenlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Gelişebilecek kardiyovasküler komplikasyonlara karşı gerekli malzeme bulundurulmalı ve personel bu konuda eğitilmelidir (21).

2. 13. Anestezi Seçenekleri

ESWL işlemi sırasında anestezi gereksinimi değişik şekillerde olabilir (41):

1. Anestezisiz
2. Lokal anestezi: ESWL işlemi sırasında topikal lokal anestetik kullanımının ağrının azalmasına etkisi olmadığını savunanlar mevcuttur (42, 43). Bunun yanında topikal lokal anestetik ajan kullanımı ile ağrının kutanöz komponentinin ortadan kalkmasına bağlı olarak sedatif ajan gereksiniminin azaldığını bildiren yayınlar mevcuttur (44, 45). Topikal lokal anestezi amacıyla çoğunlukla %2.5 lidokain ve %2.5 prilokain içeren EMLA (*eutectic mixture of local anaesthetic*) krem kullanılmaktadır. Lokal anestetik ajan infiltrasyonunun ise ek parenteral analjezi ihtiyacını önlediği belirtilmektedir (43).
3. İntravenöz analjezi: Diklofenak sodyum, tenoksikam ve piroksikam gibi nonsteroid anti-inflamatuar ajanların ve tramadol gibi narkotik analjezikler ESWL işlemi sırasında analjezi sağlamak için kullanılmaktadır (46).
4. İntravenöz analjezi ve sedasyon: İşlemi esnasında analjezi ve sedasyon sağlamak için midazolam, fentanil, sufetanil, ketamin ve propofol gibi birçok ajan kullanılmaktadır (47).
5. Genel anestezi
6. Rejijyonel (epidural veya spinal) anestezi
7. Hasta kontrollü anestezi

2. 14. ESWL Komplikasyonları

Her ne kadar noninvazif bir tedavi yöntemi gibi görünse de ESWL'nin kendine özgü bazı komplikasyonları vardır. Bu komplikasyonları 2 grupta toplamak mümkündür (34):

1. Erken dönem komplikasyonları

ESWL sırasında ya da ESWL'den sonra erken dönemde görülür. Tedavi ve takip sırasında şiddetli komplikasyonlar çok enderdir (<%1). Bunlardan en önemlisi tedavi sırasında ortaya çıkan kardiyak ritim bozukluklarıdır. Bildirilen önemli ritim bozuklukları ventriküler ekstrasistol, supraventriküler ekstrasistol, bradikardi ve supraventriküler taşikardidir. Bu ritim bozuklarının çoğu kendiliğinden düzelmektedir. Ritim bozukluklarının nedeni şok dalgalarının direkt miyokarda çarpmasıdır (34). Birinci kuşak

litotriptörlerde %80 gibi yüksek oranda görülürken yeni kuşak cihazlarda bu oran %1'e düşmüştür (19).

ESWL sırasında meydana gelen bir diğer komplikasyon ağrıdır. Bu ağrı, şok dalgalarının vücuda girdiği yerde hissedilen yüzeysel bir ağrı olabileceği gibi, derin organ ağrısı olarak da ortaya çıkabilir (34). ESWL'nin rutin kullanıma girdiği ilk yıllarda tedavi sırasında oluşan ağrı genel veya epidural anestezi ile kontrol edilebiliyordu. İkinci kuşak cihazların kullanıma girmesiyle ağrı komplikasyonu azalmıştır, çünkü bu makineler düşük şok dalga enerjisi oluşturmaktadır. Yeni kuşak litotriptörlerin teknik ve fizik özelliklerine bağlı olarak hastaların analjezi ihtiyacı değişmektedir (5). Hastaların bir kısmında premedikasyon ve analjezi verilmeden ESWL uygulanabilmektedir (48). Hastalar bilgilendirildikten sonra şok dalgasının uygulanması sürpriz faktörünü ortadan kaldırdığından hastanın işleme uyumunu artırarak işlem sırasındaki hareketlerini azaltmaktadır (29). Ayrıca, ESWL işlemine düşük enerji seviyesi ile başlanmalı ve enerji seviyesi kademeli olarak artırılmalıdır (29).

Makroskobik hematüri diğer bir komplikasyondur. Hastaların hemen hepsinde görülür ve çoğunlukla ilk 24 saat içinde düzelir (34). Taş fragmanlarının ürotelyum üzerine yaptığı travma etkisine ve şok dalgalarının parankimde yaptığı künt tavra bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Riehle ve arkadaşları 518 olguluk serilerinde sadece bir olguda transfüzyon gerektiren hematüri bildirmişleridir (34).

ESWL'ye bağlı subkapsüler hematom gelişebilir. Jocham ve arkadaşları, 1,836 olguluk serilerinde 15 hastada subkapsüler hematom geliştiğini ve bunlardan üçünde transfüzyonu gerektiğini bildirmişlerdir (21). Morgia ve arkadaşları ise 1,388 hastalık serilerinde yalnızca 6 olguda hemoglobin seviyesinde ciddi düşüşe (<8mg/dL) neden olan renal hematom bildirmişlerdir (34). İntrarenal veya perirenal hematom insidansı %0.5'in altındadır ve bu oran düşük basınçlı litotripsi ile düşmektedir (19, 49). Hematom oluşumu için potansiyel risk faktörleri kanama diyatezi, antitrombosit aktivitesine sahip ilaç kullanımı, hipertansiyon, obezite, diabetes mellitus ve uygulanan şok dalgalarının sayısı ve yoğunluğudur (50).

Kolik ağrısı ve ateş görülebilecek diğer komplikasyonlardır. Frabboni ve arkadaşları, üreter taşları olan hastalarda ESWL sonrasında %34 oranında kolik ağrısı ve %4.8 oranında ateş (>38°C) bildirmişlerdir. Bu komplikasyonlar taşın büyüklüğü ile ilişkilidir (34).

ESWL sonrasında görülebilecek bir diğer komplikasyon üriner sistem infeksiyonu ve sepsistir. Görülme oranları %0.1-5 arasında değişmektedir (34). Bu oran strüvit taşı olan olgularda, multipl veya kompleks taşı olan olgularda, işlem öncesi taş manipülasyonu veya ürolojik girişim uygulanan olgularda artmaktadır (34, 50). Çünkü, taş fragmanlarından çıkan bakteriler sepsis riskini artırmaktadır. Üriner sistem infeksiyonu olan hastalara infeksiyonu ortadan kaldırdıktan sonra ESWL uygulamak doğrudur. Bu olgularda ESWL öncesinde, ESWL esnasında ve sonrasında antibiyograma uygun antibiyotik tedavisi verilmeli ve gerekli olgularda çift J stent ya da perkütan nefrostomi tüpü yerleştirilmelidir (34).

Tüberküloz prevalansının yüksek olduğu bölgelerde şüpheli olgularda ESWL öncesinde idrarda tüberküloz basili araştırılmalıdır. Şüpheli renal kalsifikasyonu olan olgularda ESWL işlemine bağlı milier tüberküloz riski nedeniyle tedavi öncesinde tüberküloz ekarte edilmelidir (51).

ESWL'ye bağlı ciltte peteşiyal kanamalar ve ekimoz görülebilir. Dornier HM3 ile tedavi edilen hastaların %10'unda peteşiyal cilt kanamaları görülmüştür. Bu oran kuru sistem ve elektromanyetik litotriptörlerin kullanımı ile artmaktadır.

ESWL sonrası taş yolu (*stone street, steinstrasse*) oluşumu gözlenebilir. Taş yolu oluşumu çoğunlukla üreter alt ucunda (%64) gözlenirken, %29 oranında üreter üst uçta ve %8 oranında orta üreterde görülmektedir (52). Fedullo ve arkadaşları, 1,000 olguluk serilerinde hastaların %20'sinde taş yolu oluştuğunu ve bunların %65'inin spontan pasaja uğradığını bildirmişlerdir (53). Taş yolu böbrek hasarına, özellikle asemptomatik hastalarda sessiz böbrek kaybına neden olabileceğinden dikkatli takip önerilmektedir (52). Asemptomatik taş yolu olguları sıklıkla hidrasyonları artırılarak izlenir çünkü, bu olguların çoğunda (%60-80) taş fragmanlarının spontan pasaja gözlenir (54). Soliter fonksiyone böbrekli olgularda ise komplet obstrüksiyona müdahale edilmesi gerekir (34). Komplike taş yolu (ağrı, ateş ve hidronefroz varlığı) tedavisinde perkütan nefrostomi ve/veya üreterorenoskopi, çift J stent yerleştirilmesi ki tek başına etkili bir seçenek değildir, ESWL,

üreteral meatotomi ve üreterolitotomi gibi yöntemler kullanılmaktadır (55, 56). ESWL noninvazif olması ve çoğu olguda başarılı bulunması nedeniyle taş yolu tedavisinde ilk seçenek olarak önerilmektedir (55). Büyük böbrek taşlarında, soliter fonksiyone böbrekli hastalarda ve taş lokalizasyonuna yardımcı olması için belirsiz üreter taşlarında (özellikle pelvik kemikle süperpoze taşlarda) ESWL öncesi üretere stent yerleştirilmesi önerilmektedir (52). Üretere stent yerleştirilmesi taş yolu oluşum riskini azaltmaz ancak taş yoluna bağlı komplikasyonları önler (52). Taş boyutunun 2.5 cm üzerinde olduğu olgularda ESWL öncesinde üreteral stent kullanımının yararı vardır. 2.5 cm'nin üzerindeki taşlarda stent koyma obstrüksiyon oranını %26'dan %7'ye, yardımcı girişim oranını ise %15'ten %6'ya düşürür (19).

ESWL tedavisi sırasında geçici ve semptom vermeyen böbrek fonksiyon bozuklukları oluşmaktadır. Bu durum geçirilmiş böbrek hastalığı olanlar, soliter böbrekli olgular, mükerrer ESWL tedavisi uygulanan olgularda önemli olabilir. Ancak, lizozomal ve hücre membran stabilizatörü olan nifedipin ve allopürinolün yüksek enerjili şok dalgalarına bağlı oluşan böbrek fonksiyon bozukluğunu önlediği gösterilmiştir (34).

Yine ESWL uygulamasından sonra geçici hipertansiyon görülebilir. Bunun endotelin seviyesinde yükselme olmaksızın renin seviyesindeki artışa bağlı olduğu düşünülmektedir (34).

ESWL'ye bağlı gastrointestinal sistem hasarı görülme insidansı %1.81'dir (50). Gastrointestinal perforasyonların çoğu pron pozisyonunda ve önerilenden fazla sayıda şok dalgası uygulanan ESWL işlemi sonrasında görülmektedir (57).

ESWL işlemine bağlı pulmoner kontüzyon gelişebilir. Şok dalgasına bağlı akciğer hasarını önlemek için şok dalgalarının akciğerlerin şok dalgalarını absorbe edici materyalle örtülmesi, hastaya uygun pozisyon verilmesi ve işlem genel anestezi ile uygulanıyorsa mekanik ventilasyon ayarının yapılması gerekmektedir (34, 58).

Diğer bir problem ise uzamış gürültü maruziyetine bağlı işitme kaybıdır. Bir veya birkaç seans tedavi alan hastalardan çok tedavi ekibinde yer alan bireyler daha fazla etki altındadır. Etkiyi azaltmak için kulaklıklar ve koruyucular kullanılması önerilmektedir (59).

ESWL sonrası akut pankreatit oldukça ender görülen bir komplikasyondur (29, 60). Ayrıca, renal pelvis rüptürüne sekonder ürinom, pnömoni, serebrovasküler atak, brakial palsy, torasik sinir felci ve retroperitoneal abse de ender komplikasyonlardır (34). Hipotonik senkoplar ve epidural anestezi durumunda bulantı görülebilecek diğer komplikasyonlardandır (19). ESWL işlemi sonrasında hastaların yaklaşık %3-8'inde hospitalizasyon gereksinimi ortaya çıkmaktadır (19).

ESWL'ye bağlı mortalite çok ender görülür. Kelley 62,793 hastada ESWL'ye bağlı mortalite oranını %0.02 olarak bildirmiştir (61).

2. Geç dönem komplikasyonları

ESWL'ye bağlı hipertansiyon gelişimi tartışmalı bir konudur (29). %5-8 oranında hipertansiyon geliştiği gösterilmiştir. ESWL'nin oluşturduğu travma sonucunda oluşan intraparankimal kan ve idrar ekstravazasyonuna bağlı kronik fibrozise sekonder olduğu düşünülmektedir. Ancak, uzun dönemde yapılan çalışmalarda ESWL tedavisi gören ve görmeyen hasta gruplarının karşılaştırılmasında yeni hipertansiyon saptanması açısından fark bulunmamıştır. Krambeck ve arkadaşları ise böbrek taşı ve üreter üst uç taşı nedeniyle ESWL uygulanan hastalarda hipertansiyon ve diabetes mellitus gelişme insidansının yüksek olduğunu bildirmişlerdir (62).

ESWL sonrası gelişen asemptomatik obstrüksiyonlara kalıcı renal fonksiyon bozukluğu gelişme riski nedeniyle dikkat edilmelidir (52).

ESWL işlemi sırasındaki radyasyon maruziyetine bağlı genetik hasar ve kanser gelişme riski ise tartışmalıdır (63).

3. HASTALAR ve YÖNTEM

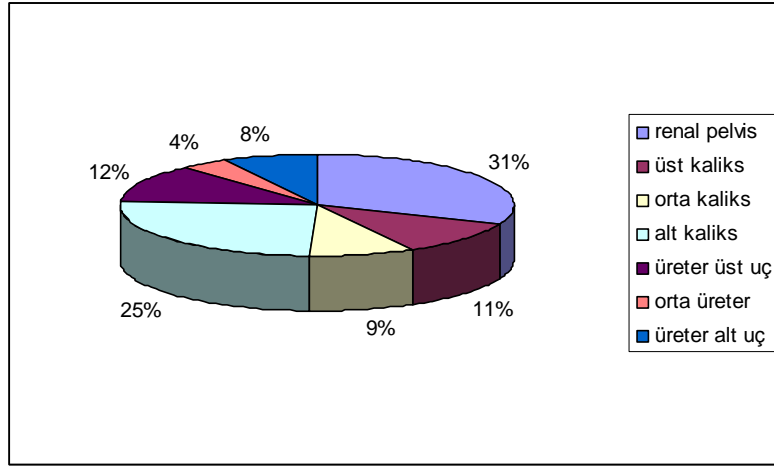
Haziran 2003 ile Nisan 2006 tarihleri arasında üniversitemize bağlı üç merkezde böbrek ve üreter taşları nedeniyle ESWL uygulanan 1,071'i kadın (%35.4), 1,953'ü erkek (%64.6) toplam 3,024 hastaya ait veriler retrospektif olarak değerlendirildi. Hastalar üriner sistem taş hastalığının tedavi seçenekleri hakkında bilgilendirilmiş ve ESWL kararı hasta ve doktor tercihi ile belirlenmiş idi. İşlem öncesi tüm hastalar rutin kan ve idrar analizleri, US, intravenöz ürografi ve/veya spiral bilgisayarlı tomografi ile değerlendirildi. Gebelik, aort anevrizması, morbid obezite, kanama diyatezi ve taşın olduğu tarafta nonfonksiyone böbrek varlığında ESWL uygulanmadı.

2,409 hastada tek, 615 hastada ise birden fazla olmak üzere toplam 3,898 adet taş mevcuttu. Taşlardan 1,209'u renal pelvis, 423'ü üst kaliks, 340'ı orta kaliks, 990'ı alt kaliks, 483'ü üreter üst ucu, 155'i orta üreter ve 298'i üreter alt ucu yerleşimli idi. Taşların yerleşim bölgelerine dağılımı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Hastaların yaş ortalaması 45.6 yıl (1-92) idi. Tablo 3.1'da hasta özellikleri özetlenmiştir.

Taş boyutu tek taşı olan hastalarda taşın uzun çapı kullanılarak, aynı seansta birden fazla taşın kırıldığı hastalarda ise her bir taşın uzun çapının toplamı kullanılarak hesaplandı. Ortalama taş boyutu 13.2 mm (2-80) olarak tespit edildi.

Tablo 3.1. Hasta özellikleri.

		Ortalama		Taş sayısı	
	<i>n</i>	Taş boyutu (mm)	Yaş (yıl)	1	≥2
Erkek	1,953	13.1 (2-50)	45.6 (1-92)	1,566	930
Kadın	1,071	13.5 (3-80)	45.6 (1-90)	843	559
Toplam	3,024	13.2 (2-80)	45.6 (1-92)	2,409	1,489



Şekil 3.1. Taşların üriner sistemdeki dağılımı.

ESWL işlemi için üç merkezde de Lithostar Modularis Uro-plus (Siemens Medical Systems, Erlangen, Almanya) kullanıldı (Şekil 3.2). Lithostar Modularis Uro-plus, şok dalgası parametreleri artırılmış, endoskopik tedavi masasına sahip yeni (üçüncü) kuşak bir elektromanyetik litotriptördür. Lithostar Modularis Uro-plus'da penetrasyon derinliği 14 cm'ye artırılmış ve yeni şok dalga başlığı kullanılmıştır. Cihazın elektrik devresindeki geleneksel kıvılcım aralığı yarı iletken bir anahtarla değiştirilmiştir. Lithostar Modularis Uro-plus 5x80 mm boyutunda eliptik bir fokal alana sahiptir. Cihazın güç ayarları ve bu ayarlara uyan güç değerleri Tablo 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Yeni kuşak taş kırma cihazı Siemens Lithostar Modularis Uro-plus.

Tablo 3.2. Güç ünitesindeki değere karşılık gelen enerji seviyeleri.

Güç ünitesi	Kv	Enerji (mJ)
0.1 (minimum)	9.506	4.76
0.5	11.025	10.76
1.0	12.270	18.13
1.5	12.887	22.67
2.0	13.495	27.73
2.5	14.225	34.57
3.0	14.837	40.93
3.5	15.432	47.65
4.0	15.798	52.03
4.5	16.260	57.80
5.0	16.611	62.36
5.5	17.094	68.86
6.0	17.575	75.56
6.5	17.921	80.51
7.0	18.382	87.23
7.5	18.832	93.90
8.0 (maksimum)	19.305	101.00

İşlem tüm hastalara sedoanaljezi altında uygulandı. İşlem öncesinde tüm hastaların oral alımı yaşlarına uygun olarak 2-8 saat önce kesildi. Sedoanaljezi için 0.03-0.07 mg/kg'dan midazolam ve 1-5 mcg/kg'dan fentanil veya ketamin 0.5-1 mg/kg intravenöz (*iv*) olarak anestezi eşliğinde verildi. Midazolam ile sedasyonun ilaç dozunun yavaş titrasyonu ile sağlanmasına, ilacın en az 2 dakikada bolus yapılmaksızın verilmesine dikkat edildi. Sedatif etkinin değerlendirilmesi için ise en az 2 dakika beklendi. Narkotik bir analjezik olan fentanil bolus yapılmadan çok yavaş verildi ve etkisinin değerlendirilmesi için en az bir dakika beklendi. Ketaminin 30-60 saniyede uygulanmasına dikkat edildi. İlacın etkisini değerlendirmek için en az 30 saniye beklendi. Gerekli olgularda sedoanaljezinin devamı için 5-15 dakikalık aralıklarla 5-10 mg'lık ilave dozlar uygulandı. Sedoanaljezi öncesi tüm hastalar oksijen saturasyonu, kalp hızı, solunum sayısı, kan basıncı ve EKG için monitorize edildi. Oksijen saturasyonu %90'ın altına düşen olgularda öncelikle sözel ve taktik uyarı uygulandı, gereken olgularda ise 4-5 L/dakika olacak şekilde nazal oksijen desteği sağlandı. Acil durumlarda müdahale için kullanılabileceğinden hastanın damar yolu

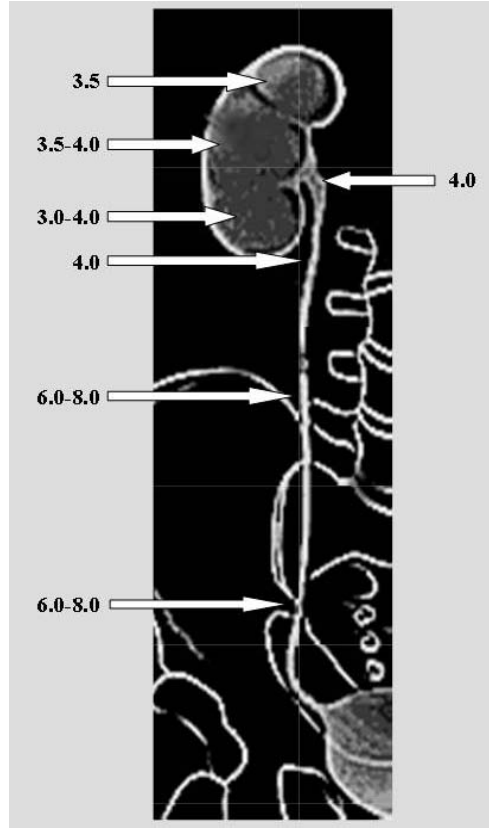
açıklığı işlem boyunca sürdürüldü ve müdahale kolaylığını sağlamak için damar yolunun ESWL uygulanacak taşın karşı tarafına açılmasına özen gösterildi. İşlemin uygulandığı odada resüsitasyon için gerekli ekipman eksiksiz olarak mevcuttu. İşlem sonrası hastalar bilinçleri normale dönünceye kadar solunum ve dolaşimleri monitorize edilerek gözlendi ve bir yakınının refakatinde hastaneden çıkışlarına izin verildi.

İşlem sırasında opak taşlarda floroskopi eşliğinde, nonopak taşlarda ise US kullanılarak ve nefrostomiden veya *iv* opak madde verilerek odaklama yapıldı. İşlem orta üreter yerleşimli taşlar, supin pozisyonunda floroskopi ile tanımlanamayan taşlar ve işlem sırasında siyatik sinirin tetiklendiği alt uç taşları dışında genellikle daha fazla güç vermeye imkan tanıyan supin pozisyonda uygulandı. Böbrek ve üreterde farklı lokalizasyonlar için supin pozisyonda önerilen maksimum güç Şekil 3.3’de görülmektedir. Taşın lokalizasyonu, taşın boyutu, maksimum ve ortalama enerji düzeyi, şok dalgası sayısı, tedavi sırasında kullanılan lokalizasyon tekniği (US veya floroskopi), floroskopi süresi, ESWL seans sayısı kaydedildi. Böbrek, üst ve orta üreter taşlarında dakikada 90, alt üreter taşlarında dakikada 90 veya 120, pediatrik hastalarda ise dakikada 60 şok dalgası uygulandı.

Tedaviler çocuk hastalar dışındaki tüm hastalarda ayaktan işlem olarak uygulandı ve hastalara işlem sonrası analjezi amacı ile oral 100-150 mg/24 saat diklofenak sodyum önerildi. Tüm hastalar her seanstan 24-48 saat sonra direkt üriner sistem grafisi (DÜSG) ve US ile değerlendirildi. Taşların kırılma durumuna göre 1-2 haftada bir DÜSG ve/veya US ile değerlendirmeler devam etti. Ek seans girişimleri her seanstan en az 3 gün sonra yapılacak şekilde planlandı. Tedavi sonuçları opak taşlarda DÜSG, nonopak taşlarda US veya kontrastsız BT ile değerlendirildi. ESWL tedavisinden 3 ay sonra yapılan değerlendirmede taşsızlık veya erişkinlerdeki böbrek taşlarında klinik olarak önemsiz rezidü (4 mm’den küçük) taş varlığı başarı olarak kabul edildi.

Taş kırma cihazlarının klinik etkinliğini tanımlamakta kullanılan spesifik bir değer olan etkinlik oranının hesaplanabilmesi için hastalara ESWL sonrası uygulanan ek girişimler de gözden geçirildi. Etkinlik oranı Preminger, Clayman ve Denstedt tarafından tanımlanan aşağıdaki formüle göre hesaplandı (2):

$$\text{Etkinlik oranı} = \frac{\text{Taşsız hasta oranı (\%)}}{\%100 + \text{Ek seans gereksinimi (\%)} + \text{ESWL sonrası girişim oranı (\%)}}$$



Şekil 3.3. Supin pozisyonda güvenlik için önerilen maksimum enerji düzeyleri.

4. BULGULAR

Üriner sistem taş hastalığı olan toplam 3,024 hastaya uygulanan 3,936 seansta ortalama 2.8 (0.5-6.2) enerji birimi güç, ortalama 3,239 (250-10,500) şok, ortalama 5.2 dakika (0.2-24.2) skopi süresi kullanıldı. 2,337 hastada (%77.3) bir seans ESWL uygulanırken 687 hastada (%22.7) birden fazla ESWL seansı gerekti. Ortalama seans sayısı 1.3 (1-7) olarak tespit edildi.

Böbrek taşı olan 1,906 hastanın ortalama taş boyutu 13.8 mm (5-50) olan toplam 2,248 taşına 2,490 seansta ortalama 2.7 (1-6.2) enerji birimi güç, ortalama 3,089 (400-8,000) şok, ortalama 5.1 dakika (0.2-24.2) skopi süresi uygulandı. Ortalama seans sayısı 1.3 (1-7) olarak hesaplandı. Tek taşı olan hastalarda işleme ait özellikler Tablo 4.1’de, aynı seansta birden fazla taşına ESWL uygulanan hastalarda işleme ait özellikler ise Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Tek böbrek taşı olan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri.

		Renal pelvis	Üst kaliks	Orta kaliks	Alt kaliks	Genel
Sayı		826	205	192	437	1,660
Cinsiyet (E/K)		519/307	115/90	128/64	259/178	1,021/639
Taraf (sağ/sol)		421/405	103/102	93/99	186/251	803/857
Boyut (mm)		13.2 (5-50)	10.9 (5-35)	9.8 (5-25)	11 (5-30)	11.9 (5-50)
Ortalama	Seans sayısı	1.2 (1-7)	1.3 (1-5)	1.2 (1-3)	1.2 (1-4)	1.2 (1-7)
	Enerji	2.8 (1-6.2)	2.6 (1-5)	2.5 (1.2-6)	2.6 (1-6)	2.7 (1-6.2)
	Şok sayısı	3,093 (400-6,000)	2,956 (625-5,000)	2,984 (750-5,000)	3,069 (500-5,000)	3,057 (400-6,000)
	Skopi süresi (dakika)	5.3 (0.2-24.2)	5.1 (0.9-15.4)	4.6 (0.5-13.8)	4.7 (0.3-14.3)	5.0 (0.2-24.2)

Tablo 4.2. Aynı seansta birden fazla böbrek taşına ESWL uygulanan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri.

	Renal pelvis	Üst kaliks	Orta kaliks	Alt kaliks	Genel	
Sayı	173	103	46	266	588	
Cinsiyet (E/K)	49/25	24/16	11/11	77/33	161/85	
Taraf (sağ/sol)	104/69	55/48	34/12	115/151	308/280	
Boyut (mm)	22.5 (9-45)	24.1 (8-47)	17.6 (7-40)	19.2 (8-44)	20.9 (7-47)	
Ortalama	Seans sayısı	1.6 (1-3)	1.4 (1-3)	1.6 (1-3)	1.3 (1-4)	1.4 (1-4)
	Enerji	2.8 (1.2-6)	2.7 (2.5-5.4)	2.5 (1.7-4.5)	2.7 (1.5-4.7)	2.7 (1.2-6)
	Şok sayısı	3,269 (1,000-6,500)	3,239 (900-5,500)	3,403 (1,500-5,000)	3,274 (1,500-8,000)	3,280 (900-8,000)
	Skopi süresi (dakika)	6.1 (1.6-13.7)	5.4 (1.2-14.3)	6.0 (1.6-20.1)	5.2 (0.9-12.8)	5.6 (0.9-20.1)

Ortalama taş boyutu 10.1 mm (3-29) olan 803 üreter taşı hastanın toplam 869 taşına 1,016 seansta ortalama 3.2 (1.2-8) enerji birimi güç, ortalama 3,537 (300-7,000) şok, ortalama 5.2 dakika (1.3-16.1) skopi süresi uygulandı. Ortalama seans sayısı 1.2 (1-4) idi. Tek üreter taşı olan hastalarda işleme ait özellikler Tablo 4.3’de, aynı seansta birden fazla taşına ESWL uygulanan hastalarda işleme ait özellikler ise Tablo 4.4’de gösterilmiştir.

Tablo 4.3. Tek üreter taşı olan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri.

	Üst üreter	Orta üreter	Alt üreter	Genel	
Sayı	404	113	232	749	
Cinsiyet (E/K)	307/97	79/34	160/72	546/203	
Taraf (sağ/sol)	188/216	63/50	103/129	354/395	
Boyut (mm)	10.2 (3-27)	9.1 (4-20)	8.9(3-20)	9.7 (3-27)	
Ortalama	Seans sayısı	1.2 (1-4)	1.3 (1-4)	1.2 (1-4)	1.2 (1-4)
	Enerji	3.2 (1.5-8)	3.3 (2-7.2)	3.2 (1.2-7)	3.2 (1.2-8)
	Şok sayısı	3,399 (300-7,000)	3,554 (1,500-5,500)	3,691 (1,500-7,000)	3,515 (300-7,000)
	Skopi süresi (dakika)	5.5 (1.3-16.1)	5.3 (1.6-12)	4.8 (1.5-12.1)	5.2 (1.3-16.1)

Tablo 4.4. Aynı seansta birden fazla üreter taşına ESWL uygulanan hastalarda lokalizasyonuna göre taşların özellikleri.

	Üreter üst uç	Orta üreter	Üreter alt uç	Genel
Sayı	47	28	45	120
Cinsiyet (E/K)	15/6	14/0	11/8	40/14
Taraf (sağ/sol)	19/28	12/16	20/25	51/69
Boyut (mm)	15.0 (5-29)	15.0 (6-26)	16.3 (9-29)	15.4 (5-29)
Ortalama	Seans sayısı	1.2 (1-3)	1.4 (1-3)	1.3 (1-2)
	Enerji	3.0 (2.9-6)	3.6 (2.5-6)	3.1 (2.2-6)
	Şok sayısı	3,532 (2,315-5,000)	3,625 (2,500-5,000)	3,884 (2,000-5,500)
	Skopi süresi (dakika)	5.9 (2.1-8.9)	5.1 (2.4-14)	4.7 (2-10.2)

Bu hastaların dışında aynı seansta böbrek ve/veya üreterde farklı lokalizasyonlarda yerleşik taşlarına ESWL uygulanan 315 hasta (185 erkek, 130 kadın) mevcuttu. Bu 315 hastanın toplam 781 adet taşına 429 seansta ortalama 3.4 (1-7.9) enerji birimi güç, ortalama 3,429 (250-10,500) şok, ortalama 5.9 dakika (0.3-17.4) skopi süresi uygulandı.

Üriner sistem taş hastalığı nedeniyle ESWL uygulanan 3,024 hastadan 285'inde tedavi sonuçlarına ait verilere ulaşılamadı. Tedavi sonuçlarına ait verilere ulaşılabilen 2,739 hastanın 2,355'inde (%85.9) tedaviden 3 ay sonra yapılan değerlendirmede taşsızlık ya da erişkinlerdeki böbrek taşlarında klinik önemsiz rezidü gözlemlendi.

Böbrek taşlarında genel başarı oranı %86.2 (1,493/1,732), genel taşsızlık oranı ise %64.8 (1,124/1,732) idi. Tek böbrek taşı olan 1,508 hastanın 1,305'inde (%86.5) başarı sağlanırken aynı lokalizasyonunda birden fazla böbrek taşı olan 230 hastanın 188'inde (%81.7) başarı elde edildi. Boyutu 10 mm ve altındaki böbrek taşlarında %87.9 (695/790), 10-20 mm boyutundaki böbrek taşlarında %85.3 (650/762), boyutu 20 mm'nin üstünde olan taşlarda ise %79.5 (148/186) oranında başarı sağlandı. Renal pelvis, üst kaliks, orta kaliks ve alt kaliks yerleşimli böbrek taşlarında başarı oranları, sırasıyla, %87.1 (720/826); %85.4 (188/220); %85.5 (166/194) ve %85.1 (419/492) iken tam taşsızlık oranları, sırasıyla, %66.8 (552/826); %65.4 (144/220); %59.2 (115/194) ve %63.6 (313/492) idi. Böbrek taşlarında taş sayısı, taş boyutu ve lokalizasyonuna göre başarı oranları Tablo 4.5'de ve taşsızlık oranları ise Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Böbrek taşlarında başarı oranları.

Lokalizasyon	Boyut (mm)	Başarı oranı (%)		
		Taş sayısı		Genel
		1	≥ 2	
Renal pelvis	1-10	88.7 (276/311)	100 (4/4)	88.8 (280/315)
	11-20	86.7 (339/391)	85.1 (23/27)	86.6 (362/418)
	≥ 21	84.2 (48/57)	83.3 (30/36)	83.8 (78/93)
	Genel	87.3 (663/759)	85.0 (57/67)	87.1 (720/826)
Üst kaliks	1-10	87.2 (96/110)	100 (4/4)	87.7 (100/114)
	11-20	85.4 (53/62)	85.7 (12/14)	85.5 (65/76)
	≥ 21	70 (7/10)	80.0 (16/20)	76.6 (23/30)
	Genel	85.7 (156/182)	84.2 (32/38)	85.4 (188/220)
Orta kaliks	1-10	87.3 (104/119)	80 (4/5)	87.0 (108/124)
	11-20	86.0 (43/50)	81.8 (9/11)	85.2 (52/61)
	≥ 21	66.6 (2/3)	66.6 (4/6)	66.6 (6/9)
	Genel	86.6 (149/172)	77.2 (17/22)	85.5 (166/194)
Alt kaliks	1-10	87.5 (197/225)	83.3 (10/12)	87.3 (207/237)
	11-20	86.0 (130/151)	82 (41/50)	85.0 (171/201)
	≥ 21	76.9 (10/13)	75.6 (31/41)	75.9 (41/54)
	Genel	86.6 (337/389)	79.6 (82/103)	85.1 (419/492)

Tablo 4.6. Böbrek taşlarında taşsızlık oranları.

Lokalizasyon	Boyut (mm)	Taşsızlık oranı (%)		
		Taş sayısı		Genel
		1	≥ 2	
Renal pelvis	1-10	76.5 (238/311)	75.0 (3/4)	76.5 (241/315)
	11-20	63.4 (248/391)	77.7 (21/27)	64.3 (269/418)
	≥ 21	54.3 (31/57)	30.5 (11/36)	45.1 (42/93)
	Genel	68.1 (517/759)	52.2 (35/67)	66.8 (552/826)
Üst kaliks	1-10	74.5 (82/110)	75 (3/4)	74.5 (85/114)
	11-20	54.8 (34/62)	71.4 (10/14)	57.8 (44/76)
	≥ 21	50.0 (5/10)	50.0 (10/20)	50.0 (15/30)
	Genel	66.4 (121/182)	60.5 (23/38)	65.4 (144/220)
Orta kaliks	1-10	63.8 (76/119)	40.0 (2/5)	62.9 (78/124)
	11-20	48.0 (24/50)	72.7 (8/11)	52.4 (32/61)
	≥ 21	66.6 (2/3)	50.0 (3/6)	55.5 (5/9)
	Genel	59.3 (102/172)	59.0 (13/22)	59.2 (115/194)
Alt kaliks	1-10	68.0 (153/225)	75.0 (9/12)	68.3 (162/237)
	11-20	66.8 (101/151)	52.0 (26/50)	63.1 (127/201)
	≥ 21	30.7 (4/13)	48.7 (20/41)	44.4 (24/54)
	Genel	66.3 (258/389)	53.3 (55/103)	63.6 (313/492)

Üreter taşlarında genel başarı oranı %86.0 (633/736) olarak hesaplandı. Boyutu 10 mm ve altındaki üreter taşlarında başarı oranı %87.1 (426/489) iken bu oran 10 mm'den büyük üreter taşlarında %83.8 (207/247) idi. Lokalizasyonlarına göre üst uç yerleşimli üreter taşlarında ESWL başarısı %85.9 (336/391) iken bu oran orta üreter ve alt uç yerleşimli taşlarda, sırasıyla, %84.4 (98/116) ve %86.8 (119/229) olarak hesaplandı. Üreter taşlarında taş sayısı, taş boyutu ve taş lokalizasyonuna göre başarı oranları Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Üreter taşlarında başarı oranları.

Lokalizasyon	Boyut (mm)	Başarı oranı (%)		
		Taş sayısı		Genel
		1	≥ 2	
Üreter üst uç	1-10	86.8 (205/236)	83.3 (5/6)	86.7 (210/242)
	11-15	85.2 (87/102)	85.7 (6/7)	85.3 (93/109)
	≥ 16	84.3 (27/32)	75.0 (6/8)	82.5 (33/40)
	Genel	86.2 (319/370)	80.9 (17/21)	85.9 (336/391)
Orta üreter	1-10	84.9 (62/73)	75 (3/4)	84.4 (65/77)
	11-15	85.7 (24/28)	66.6 (2/3)	83.8 (26/31)
	≥ 16	%100 (2/2)	83.3 (5/6)	87.5 (7/8)
	Genel	85.4 (88/103)	76.9 (10/13)	84.4 (98/116)
Üreter alt uç	1-10	88.6 (149/168)	100 (2/2)	88.8 (151/170)
	11-15	82.2 (29/35)	85.7 (6/7)	83.3 (35/42)
	≥ 16	77.7 (7/9)	75 (6/8)	76.4 (13/17)
	Genel	87.2 (185/212)	82.3 (14/17)	86.8 (199/229)

Aynı seansta böbrek ve/veya üreterde farklı lokalizasyonlarda yerleşik taşlarına ESWL uygulanan hastalardan tedavi sonuçlarına ulaşılabilen 271 hastanın 229'unda (%84.5) başarı elde edildi.

ESWL öncesi 20 hastaya yüksek taş yükü, 39 hastaya hidroüreteronefroz, 4 hastaya soliter böbrek, 2 hastaya soliter fonksiyone böbrek, bir hastaya ise pelvik yerleşimli böbrek nedeniyle çift J stent yerleştirildi. ESWL öncesi PNL yapılan 3 hastanın ve URS yapılan 2 hastanın çift J stenti, retrograt endopiyelotomi yapılan bir hastanın ise endopiyelotomi stenti mevcuttu. On üç hastada ise ileri derecede toplayıcı sistem dilatasyonu nedeniyle yerleştirilmiş nefrostomi kateteri mevcuttu.

ESWL, non opak taşı olan 6 hastaya hidroüreteronefroz nedeniyle daha önceden yerleştirilmiş olan nefrostomi kateterinden opak verilerek, 19 hastaya *iv* opak madde verilerek, 16 hastaya ise US ile odaklanarak uygulandı.

ESWL ile başarısız olunan böbrek taşı 21 hasta PNL, 5 hasta fleksibl URS, 1 hasta ise PNL ve URS, 1 hasta piyelolitotomi ile tedavi edildi. Klinik olarak önemli rezidü taşları olan 31 hasta konservatif izleme alındı. PNL önerilen 7 hasta ise operasyonu kabul etmedi. ESWL'nin başarısız olduğu üreter taşı 78 hasta URS, 2 hasta ise üreterolitotomi ile tedavi edildi. Başarısız ESWL sonrası hastalara uygulanan tedavi yöntemleri Tablo 4.8'de özetlenmiştir.

Tablo 4.8. ESWL'nin başarısız olduğu hastalara uygulanan tedavi yöntemleri.

Lokalizasyon	n	Tedavi
Böbrek	21	PNL
	5	Fleksibl URS
	31	Konservatif izlem
	1	PNL+URS
	1	Piyelolitotomi
Üreter	78	URS
	2	Üreterolitotomi

Cihazın etkinlik oranı böbrek taşları için 0.52, üreter taşları için 0.64 olarak hesaplandı. Cihazın genel etkinlik oranı ise 0.55 idi.

Hiçbir hastada ESWL işlemine bağlı mortalite gözlenmedi. ESWL uygulanan hastaların çoğunda ciltte değişik derecelerde peteşiyal kanama ve geçici hematüri oluştu. Sadece bir hastada uzamış hematüri görüldü. Yirmi sekiz hastada konservatif izleme ile tedavi edilemeyen taş yolu gözlemlendi. ESWL'ye bağlı organ hasarı sadece 7 hastada gözlenirken 2 hastada piyelonefrit, bir hastada ise perirenal ürinom gelişti. İşlem 2 hastada kardiyak aritmi, bir hastada ise solunum depresyonu geliştiğinden sonlandırıldı. Üç hasta ise şiddetli ağrı nedeniyle hospitalize edildi. ESWL ve/veya sedoanaljeziye bağlı gelişen komplikasyonlar ve uygulanan tedaviler Tablo 4.9'da özetlenmiştir.

Tablo 4.9. ESWL ve/veya sedoanaljeziye bağlı komplikasyonlar.

Komplikasyon	n	Tedavi
Girişim gerektiren taş yolu	20	ESWL
	8	URS
Renal subkapsüler hematoma	5	Konservatif izlem
Dalak hematoma	1	Konservatif izlem
Akut nekrotizan pankreatit	1	Medikal tedavi + peripankreatik kolleksiyona dren
Perirenal ürinoma	1	<i>iv</i> antibiyoterapi + çift J stent + ürinoma dren
Kardiyak aritmi	2	İşlem sonlandırıldı
Solunum depresyonu	1	İşlem sonlandırıldı
şiddetli ağrı	3	Medikal tedavi
Piyelonefrit	1	<i>iv</i> antibiyoterapi
	1	<i>iv</i> antibiyoterapi + perkütan nefrostomi
Uzamiş hematüri	1	Konservatif izlem

5. TARTIŞMA

1980'lerin başlarından itibaren ESWL'nin Dornier HM3 cihazı ile birlikte kullanıma girmesi ve perkütan nefrolitotominin popülerize olması ile üriner sistem taş hastalığının tedavisinde dramatik değişiklikler meydana gelmiştir. Fleksibl ve rijit üreteroskopların minyatürleştirilmesi ve etkili intrakorporeal litotriptörlerin geliştirilmesi, hatta ürolojik laparoskopik cerrahide ilerlemeler açık taş cerrahisini hemen hemen ortadan kaldırmıştır (21). Üriner sistem taşlarının cerrahi tedavisinde uzman, deneyimli ve donanımlı merkezlerin çoğu olgularının sadece %1-5.4'ünde açık cerrahi gereksinimi bildirmektedirler (5).

Başlangıçta 2 cm'den küçük, radyopak renal pelvis veya kaliks taşları gibi dar bir sınır içinde tutulan ESWL endikasyonları yöntemin etkili, güvenli ve kolay uygulama özelliklerinin geliştirilmesine bağlı olarak genişlemiştir. ESWL'nin etkinliğinin yanı sıra, diğer yöntemlere göre noninvazif olması, uygulama kolaylığı ve genellikle hospitalizasyona gerek olmaması tedavide ilk seçilecek yöntem olmasını sağlamıştır (34).

Üriner sistem taşlarının en fazla lokalize olduğu yer böbreklerdir. Talati ve arkadaşları, ESWL uyguladıkları 464 hastaya ait 513 taşın dağılımını %87.1 böbrek, %12.5 üreter ve %0.4 mesane olarak bildirmişlerdir (64). Odabaş ve arkadaşları, 637 hastanın 816 taşına ait serilerinde ise taş dağılımının %56.9 böbrek (%21.9 renal pelvis, %7.8 üst kaliks, %7.7 orta kaliks, %19.5 alt kaliks); %42.1 üreter (%27.9 üreter üst uç, %3.8 orta üreter, %10.4 üreter alt uç); ve %0.1 mesane şeklinde olduğunu bildirmişlerdir (65). Maggio ve arkadaşları, 646 olguyu içeren ESWL serilerinde, 722 üriner sistem taşının lokalizasyonuna göre dağılımını %78.4 böbrek (%13.5 renal pelvis, %17 üst kaliks, %13 orta kaliks, %34.9 alt kaliks) ve %21.6 üreter (%11.8 üreter üst uç, %2.4 orta üreter, %7.4 üreter alt uç) olarak tespit etmişlerdir (34). White ve Klein ise 4,621 olgunun 7,347 taşına ESWL uyguladıkları geniş serilerinde taş dağılımını %74.38 böbrek (%17 renal pelvis, %12.2 üst kaliks, %17.3 orta kaliks, %28 alt kaliks) ve %25.62 üreter (%18.5 üreter üst uç, %3.6 orta üreter, %3.4 üreter alt uç) olarak bildirmişlerdir (3). Bizim çalışmamızda ise taşların %76'sı (2962/3898) böbrek ve %24'ü (936/3898) üreter yerleşimli olarak bulundu.

Böbrek taşlarının ESWL ile tedavi başarısını etkileyen faktörlerin başında taş büyüklüğü, taş lokalizasyonu, taş sayısı, taşın kimyasal yapısı ile böbrek toplayıcı sisteminin anatomik

yapısının etkili olduğu bilinmektedir (34). Bu faktörlerin dışında yaş, vücut-kitle indeksi ve serum kalsiyum düzeyi ile idrar sitrat düzeyinin de ESWL başarısını etkilediğini bildiren yayınlar mevcuttur (66, 67).

Taş büyüklüğüne paralel olarak uygulanan seans sayısı ve şok sayısı da artmakta ancak başarı oranı azalmaktadır. Chaussy ve arkadaşları, 2 cm'den küçük çaplı taşlarda %91 oranında taşsızlık bildirirken, 2-3 cm boyutundaki taşlarda bu oranın %50-70 arasında değiştiğini belirtmişlerdir (50). Al-Ansari ve arkadaşları ise boyutu 1 cm ve altındaki böbrek taşlarında %90 başarı bildirirken, 1 cm'den büyük böbrek taşlarında bu oranın %70'e düştüğünü saptamışlardır (49). Abdel-Khalek ve arkadaşları, 2,954 olguluk geniş serilerinde 15 mm ve altındaki böbrek taşlarında %89.7 oranında taşsızlık bildirirken, bu oranın 15 mm üstündeki taşlarda %78'e düştüğünü gözlemişlerdir (66). Lalak ve arkadaşları ise ESWL sonrası üçüncü ayda yaptıkları değerlendirmede 10 mm'den küçük böbrek taşlarında %76, 10-20 mm boyutundaki böbrek taşlarında %66, 20 mm'den büyük böbrek taşlarında ise %47 oranında taşsızlık bildirmişlerdir (49). Drach ve arkadaşlarının 2-3 cm arasında çapa sahip taşlardaki başarı oranı %52.5 olarak gerçekleşmiştir (34).

Lingeman ve arkadaşları, 1 cm'den küçük çaplı taşlarda başarı oranlarını %82 bulurken 1 cm'den büyük taşlarda bu oranı %69 olarak tespit etmişlerdir. İkinci seans tedavi oranını ise, sırasıyla, %2.8 ve %16.5 olarak saptamışlardır (34). Odabaş ve arkadaşları, 2 cm²'den küçük taşlarda %95 oranında taşsızlık bildirirken daha büyük taşlarda bu oranı %75 olarak tespit etmişlerdir. Birden fazla seans uygulama oranını ise, sırasıyla, %35.2 ve %78.8 olarak bildirmişlerdir (65).

Politis ve Griffith, 15 mm ve altındaki renal pelvis, üst kaliks, orta kaliks ve alt kaliks yerleşimli böbrek taşlarında taşsızlık oranlarını, sırasıyla, %87, %88, %73 ve %69 (genel taşsızlık oranı %78); 15 mm'nin üzerindeki böbrek taşlarında ise taşsızlık oranlarını, sırasıyla, %72, %70, %64 ve %53 (genel taşsızlık oranı %66) olarak bildirmişlerdir (68). Bizim çalışmamızda 10 mm ve altındaki böbrek taşlarında ESWL sonrası taşsızlık oranı renal pelviste %76.5, üst kalikte %74.5, orta kalikte %62.9, alt kalikte %68.3 iken bu oran 10-20 mm boyutundaki taşlarda, sırasıyla, %64.3, %57.8, %52.4, %63.1 idi. Boyutu 20 mm'nin üzerindeki böbrek taşlarında taşsızlık oranını ise renal pelviste %45.1, üst kalikte %50.0, orta kalikte %55.5, alt kalikte %44.4 olarak saptandı.

Literatürde alt kaliks taşlarında taşsızlık oranı %50-70 arasında iken üst ve orta kaliks yerleşimli taşlarda bu oran daha yüksektir ve %70 ile %90 arasında değişmektedir (49). Lingeman ve arkadaşları tarafından yapılan metaanalizde alt kaliks taşları için genel taşsızlık oranı %59 olarak tespit edilmiştir (69). Küpeli ve arkadaşları, alt kaliks taşlarına Siemens Lithostar Plus kullanarak ESWL uyguladıkları 165 hastada taşsızlık oranını %53.3 olarak bildirmişlerdir (70). Aynı çalışmada boyutu 10 mm ve altında olan taşlarda taşsızlık oranı %61.8, boyutu 10-20 mm olan taşlarda %48.3, 20 mm’de büyük taşlarda ise %27.3 olarak tespit edilmiştir. Alt infundibuler çap ve uzunluk ile infundibulopelvik açının alt kaliks taşlarında ESWL başarısını etkilediği bilinmektedir (67). Genel olarak, ESWL tedavisi alt infundibuler çapı geniş, uzunluğu az ve infundibulopelvik açısı geniş olan hastalarda tercih edilmektedir. Diğer hastalarda PNL de bir tedavi alternatifi olarak akılda tutulmalıdır. Bizim alt kaliks yerleşimli taşlardaki taşsızlık oranımız (%63.6) literatürle uyumludur.

Avrupa Üroloji Birliği staghorn olmayan, 20 mm ve altındaki böbrek taşlarının tedavisinde ürik asit taşları hariç ESWL’yi birinci tedavi seçeneği olarak önermektedir (17). Boyutu 20 mm ve altında olan ürik asit taşlarının tedavisinde ise öncelikle oral kemoliz önerilmektedir. Rassweiler ve arkadaşları ise 14,000’den fazla hastanın uzun dönem sonuçlarını değerlendirmişler ve boyutu 30 mm üzerindeki böbrek taşları hariç böbrek taşlarının tedavisinde ESWL’nin birinci tedavi seçeneği olarak önermişlerdir (71).

Abdel-Khalek ve arkadaşları, ESWL ile böbrek taşlarının tedavisinde taşsızlığa ulaşma olasılığının soliter taşlarda multipl taşlara göre 1.9 kat fazla olduğunu bildirmişler ve soliter böbrek taşlarında %90.2, multipl böbrek taşlarında ise %73.7 taşsızlık tespit etmişlerdir (50). Al-Ansari ve arkadaşları, soliter böbrek taşlarında ESWL başarısını %78.3 bulurken multipl böbrek taşlarında bu oranı %62.8 olarak bildirmişlerdir (49). Ackermann ve arkadaşları, küçük ve orta büyüklükteki taşlarda ESWL başarısını belirlemede taş sayısının taş yükünden daha önemli bir faktör olduğunu belirtmişlerdir (66). Bizim çalışmamızda ise soliter böbrek taşlarında ESWL başarısı %86.8 iken multipl taşlarda bu oran %81.7 idi.

Üriner sistem taşlarının en sık lokalize olduğu ikinci yer ureterlerdir. Üreter taşlarının tedavisinde en uygun yöntemin ne olduğu konusunda henüz fikir birliği mevcut değildir. Küçük ureter taşlarının tedavisinde izlem bir seçenek olarak akılda tutulmalıdır. Spontan

eliminasyon insidansı esas olarak taşın büyüklüğüne ve üreterdeki lokalizasyonuna, daha az ihtimalle taşın şekline veya klinik gözlemin zamanına bağlıdır. Büyüklüğü 5 mm veya daha küçük olan soliter üreter taşları için spontan eliminasyon oranı %98'e kadar çıkmaktadır (72). Bu büyüklüğün üstündeki taşlarda spontan eliminasyon insidansı azalmaktadır. Ayrıca, 6 haftadan uzun süren parsiyel obstrüksiyon veya devam eden ağrı ya da üriner infeksiyon varlığında izlem uygun bir tedavi yaklaşımı değildir (73).

Literatürde üreter taşlarının tedavisinde birinci seçenek olarak hem URS'yi hem de ESWL'yi öneren çalışmalar mevcuttur. Modern cihazlar sayesinde her iki tedavi seçeneği de her seviyedeki üreter taşlarının tedavisinde etkili bir şekilde kullanılmaktadır (74). Pearle ve arkadaşları, URS ile ESWL'yi karşılaştırdıkları prospektif çalışmalarında, ESWL ile URS'ye yakın başarı bildirmişler ve ESWL'yi daha konforlu ve hasta memnuniyetinin daha iyi olması nedeni ile birinci basamak tedavi olarak önermişlerdir (75). ESWL'yi savunan yazarlar etkili, non-invazif ve sedasyonla ayaktan uygulanabilen bir yöntem olduğunu vurgulamaktadırlar (73). ESWL işlemi, URS kadar yüksek başarı oranına sahip olmaması ve görüntüleme sorunları nedeniyle eleştirilmektedir (76). URS yüksek başarı oranı ile beraber gelişmiş endoskopik cihazlara ve litotriptörlere ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca, işlem sonrasında üretere stent yerleştirilmesi gerekebilmektedir. Anestezi gereksinimi nedeniyle ameliyathane şartlarında uygulanabilmesi ve hastaneye yatış gerektirmesi de URS'nin bir diğer dezavantajıdır. ESWL ise sedasyon altında uygulanabilirliği, hastaneye yatış ve stent gerektirmemesi özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. ESWL sonrasında uygun analjezi ile hastalar günlük aktivitelerini rahatça yapabilmektedirler. ESWL'nin bu avantajları hastaların tedavi tercihini etkilemektedir (77). Bazı yazarlar bu iki tedavi seçeneğinden hangisinin uygulanacağına üroloğun deneyimine ve gerekli ekipmana ulaşılabilirliğine göre karar verilmesi gerektiğini belirtmektedirler (76).

Maliyet-etkinlik açısından değerlendirildiğinde ise URS her seviyedeki üreter taşlarının tedavisinde ESWL'ye üstün görünmektedir (16). Üreter taşlarının tedavisinde taşın lokalizasyonuna ve uygulanan tedavi yöntemine göre tedavi maliyeti ve başarı oranları Tablo 5.1'de gösterilmiştir.

Taşın lokalizasyonu ve boyutu üreter taşlarının tedavisinde ESWL başarısını etkileyen faktörlerdendir. Orta üreter taşlarında ESWL'nin başarısı üreter üst uç ve alt uç taşlarına

göre daha düşüktür (66, 78, 79). Bizim çalışmamızda orta üreter taşlarında ESWL başarısı %84.4 iken üreter üst ve alt uç yerleşimli taşlarda başarı oranı sırasıyla %85.9 ve %86.8 idi. Bu anlamda sonuçlarımız literatürle uyumludur.

Tablo 5.1. Üreter taşlarının tedavisinde maliyet ve taşsızlık oranları.

Taşın lokalizasyonu	Tedavi seçeneği	Taşsızlık oranı (%)	Tedavi maliyeti (\$)	Toplam maliyet (\$)
Üreter üst uç	İzlem	12 (6-22)	0	2,943
	URS	80 (66-99)	2,645	3,344
	ESWL (HM3)	83 (73-96)	4,225	4,819
	ESWL (diğer)	84 (59-96)	4,225	4,784
Orta üreter	İzlem	22 (0-46)	0	2,245
	URS	92 (75-100)	2,645	2,878
	ESWL (HM3)	89 (53-97)	4,225	4,545
	ESWL (diğer)	78 (51-92)	4,225	4,865
Üreter alt uç	İzlem	45 (36-71)	0	1,532
	URS	95 (86-100)	2,645	2,785
	ESWL (HM3)	89 (78-97)	4,225	4,533
	ESWL (diğer)	82 (59-97)	4,225	4,729

On mm ve üzerindeki üreter taşlarında ESWL başarısının azaldığını bildiren yayınlar mevcuttur (72, 80). Bununla birlikte, Fetner ve arkadaşları taş boyutu ile ESWL başarısı arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki olmadığını bildirmişlerdir (81). Abdel-Khalek ve arkadaşları ise taşın transvers uzunluğunun ESWL başarısını etkilediğini bildirmişlerdir (66). Amerikan Üroloji Birliği'nin Üreter Taşları Klinik Kılavuz Paneli'nde 10 mm ve üzerindeki üreter üst uç ve alt uç taşlarında ESWL tedavisinin başarısı %76 olarak bildirilmiştir (72). Boyutu 10 mm'nin üzerindeki üreter taşlarında bizim başarı oranımız %83.4 olarak saptanmıştır.

ESWL başarısını etkileyen bir diğer faktör ise litotriptsi cihazıdır. Günümüzde kullanılan üçüncü kuşak litotriptörler önceki cihazlara göre daha kaliteli görüntüleme yöntemine sahiptirler (82). Siemens Lithostar Modularis'ten önce kullanılan Siemens Lithostar C'nin üreter taşlarını parçalama Dornier HM3 kadar etkin bulunmuştur (82). Günümüz ESWL cihazları URS'ye yakın oranda ve zamanda taşsızlık sağlamaktadır. Avrupa kılavuzu üreter

üst uç lokalizasyonlu ürik asit taşları hariç her boyuttaki ve lokalizasyondaki üreter taşlarının tedavisinde ESWL'yi birinci tedavi seçeneği olarak önermektedir (17).

Üreter taşlarının tedavisinde başarıyı etkileyen diğer faktörler ise taşın impakte olması, taşın kimyasal yapısı, taşın lokalizasyonu etkileyen faktörlerin (obezite ve stent varlığı) olması, anatomik bozuklukların varlığıdır (83).

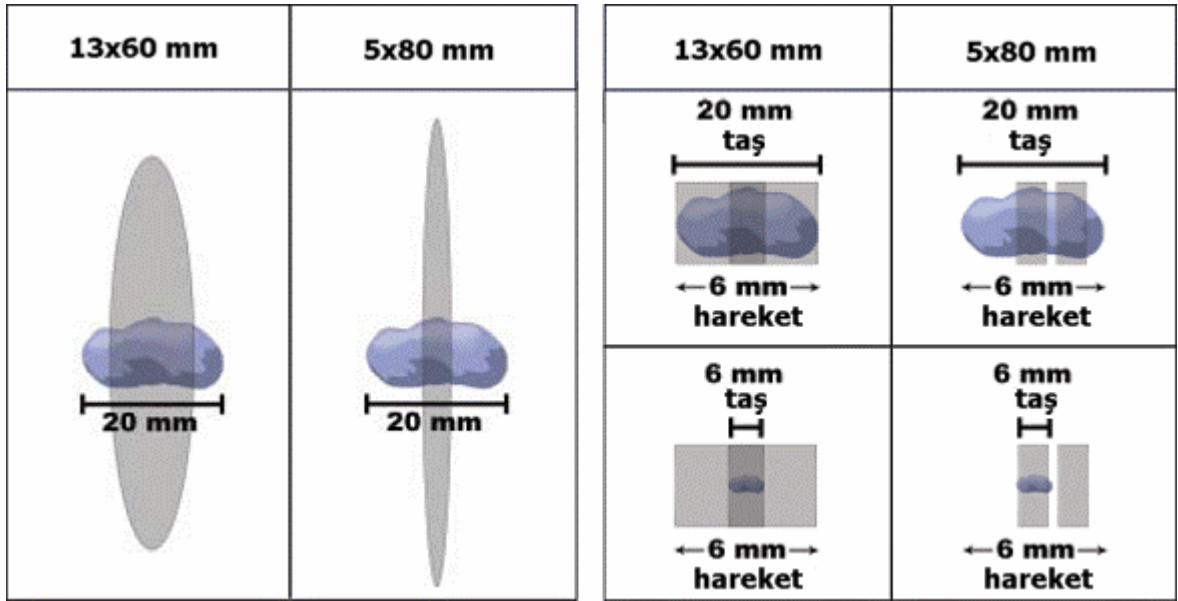
Üreterde stent varlığı taş lokalizasyonunu güçleştirerek ve şok dalgalarını etkileyerek ESWL başarısını olumsuz yönde etkilediğinden üreter taşlarının tedavisinde ESWL öncesi stent yerleştirilmesi sadece persistan ağrı, ateş ve obstrüksiyona bağlı böbrek yetmezliği varlığında önerilmektedir (83).

Özellikle eski kuşak taş kırma cihazlarındaki üreter taşlarının odaklanmasındaki güçlükler nedeniyle üreter üst uç taşlarının böbreğe geri itilerek (*push back*) ESWL uygulanmasını önerenler vardır (83). Bununla birlikte, litotriptör teknolojisindeki gelişmeye paralel olarak üreter taşlarında başarılı ESWL tedavisi bildiren seriler de bulunmaktadır.

Taş kompozisyonu ile taş fragilitesi ve fragmantasyonu arasındaki ilişki ilk defa 1988 yılında Dretler tarafından tanımlanmıştır (84). Kimyasal yapıları dirençli taşlarda (kalsiyum oksalat monohidrat, sistin ve *brushite*) ESWL işlemi esnasında daha yüksek enerji düzeyleri ve daha fazla seans gerekmektedir. Bizim çalışma grubumuzdaki hastaların taşların kimyasal yapısına ait bilgiler bu konuda yorum yapmamızı sağlayacak düzeyde değildir.

Modifiye edilmemiş Dornier HM3 kullanılarak *iv* sedasyon ile tedavi edilen hastalarda genel anestezi altında tedavi edilen hastalarınkine benzer sonuçlar elde edilmiştir (37). Sorensen ve arkadaşları, Dornier Doli 50 kullanarak yaptıkları çalışmada 2 cm'den küçük tek böbrek veya üreter üst uç taşlarında taşsızlık oranının genel anestezi altında %87 bulurken *iv* sedasyonda bu oranın %55'e düştüğünü tespit etmişlerdir (85). Bu farklılığın Dornier Doli 50'nin fokal alanının Dornier HM3'e göre dar olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Doli 50'nin fokal alanı 6.4x70 mm boyutunda iken HM3'ün fokal alanı 15x90 mm boyutundadır (5). ESWL sırasında sedoanaljezinin düzeyindeki değişiklikler hastanın solunum ritmini ve derinliğini etkileyerek taşın fokal alanda tutulmasını güçleştirmektedir. Bu durum özellikle küçük boyutlu taşlarda belirginleşmektedir (Şekil

5.1) (86). Özgür ve İlker, PCK Stonelith-V5 kullanarak *iv* sedasyon ile ESWL uygulanan seride ESWL başarısını 10 mm ve altındaki taşlarda %35 bulurken 10 mm'den büyük taşlarda %62.2 olarak tespit etmişlerdir (87). Sonuçlarındaki bu farklılığı kullandıkları cihazın fokal alanının dar (7.7x30 mm) olması nedeniyle 10 mm'den küçük taşların odakta tutulmasındaki güçlüğü bağlamışlar ve küçük taşların tedavisinde genel anestezinin tercih edilebileceğini bildirmişlerdir. ESWL öncesinde hastayı işlemin aşamaları hakkında ayrıntılı bilgilendirerek ve ilk şok dalgasından önce hastaya haber vererek sürpriz faktörünün ortadan kaldırarak hasta uyumunun artırılmasıyla, işleme düşük enerji seviyesinden başlanıp enerji düzeyinin dereceli olarak yükseltilmesiyle, taşın lokalizasyonun sık kontrolüyle ve hastanın yakın monitorizasyonu ile sedoanaljezi düzeyinin manipüle edilmesiyle taşın fokal alanda tutulmasındaki güçlüğü en aza indirilebileceğini düşünmekteyiz.



Şekil 5.1. Fokal alan genişliği farklı iki cihazda solunumla taşın odakta hareketleri.

Buradaki seride ortalama floroskopi süresinin (5.3 dakika) literatüre göre uzun olduğunu gözledik. Literatürde ortalama floroskopi süresi 1.5 ile 4.5 dakika arasında değişmektedir (88). Floroskopi süresinin uzun olması Lithostar Modularis Uro-Plus'ın eliptik fokal alanının dar olmasına bağlıdır. ESWL işlemi sırasında sedoanaljezi düzeyindeki değişikliğe bağlı olarak solunumun derinliği ve ritmi de değişim göstermektedir. Bu durum ise taşı dar fokal alanda tutmayı güçleştirmektedir ve sık floroskopik kontrol gerektirmektedir. ESWL radyasyon maruziyeti açısından riskli tanısal ve girişimsel

radyolojik tetkikler arasında kabul edilmemektedir (88). ESWL işlemi sırasındaki radyasyon maruziyetine bağlı fatal kanser ve genetik hasar gelişme riski milyonda 5 ile 11 arasındadır (63). Literatürde ESWL işlemi sırasında cilt yüzeyinde ulaşılan maksimum radyasyon dozu (530 mGy) eşik değerin (2 Gy) oldukça altındadır (88). Bununla birlikte, ESWL işlemi öncesinde ve sonrasında tanı ve takip için yapılan radyolojik görüntüleme yöntemlerine bağlı radyasyon maruziyeti de göz önünde bulundurulmalıdır.

Yeni taş kırma cihazlarıyla *iv* analjezi eşliğinde yapılan ESWL işleminde ek seans gereksinimi %20-30 civarındadır. Ek seans gereksiniminin en düşük olduğu Dornier HM3 ise bu oranı (%5-14) epidural anestezi altında sağlayabilmiştir (2). Bizim çalışmamızda ek seans gereksinimi %22.7 idi.

Dornier HM3'ün etkinlik oranı 0.64-0.67'dir. Tedavi yaklaşımındaki ve taş dağılımındaki değişimlere rağmen yeni taş kırma cihazlarının Dornier HM3'e yakın genel etkinlik oranlarına ulaşabildiği görülmektedir (Tablo 5.2). Bizim hastalarımızda cihazın genel etkinlik oranı 0.55 olarak belirlenmektedir. Taş kırma cihazlarının klinik etkinliklerini karşılaştırmak için kullanılan etkinlik oranı ilk Dornier HM3'ün tedavi felsefesine göre tasarlanmıştır (2). Günümüzde ise tedavi anlayışı tamamen değişmiştir. Genel veya epidural anestezi altında yapılan ESWL işlemi yeni kuşak taş kırma cihazları ile anestezisiz veya *iv* analjezi eşliğinde uygulanmaya başlanmıştır. Bu değişim hasta konforunu arttırmış ve işlemin ayaktan uygulanabilir hale gelmesini sağlamıştır ancak ek seans gereksinimini de fazlalaştırmıştır. Ayrıca, ESWL uygulanan hastalardaki taş dağılımı da değişmiştir. Başlangıçta ESWL tedavisi uygulanan hastaların en fazla %15'inde üreter taşı mevcutken günümüzde üreter taşlarının oranı %40'a kadar yükselmiştir (89). Buna bağlı olarak ESWL öncesi stent yerleştirilme oranları da artmıştır. Bu durum ise ESWL öncesi yapılan girişimleri de göz önünde bulundurarak hesaplanan modifiye etkinlik oranlarını etkilemektedir. Bu faktörlerin dışında cihazın klinik etkinliğini etkileyen operatörün deneyimi ve tedavi stratejisi, sedoanaljezi rejimi ve uygulayan anestezistin deneyimi, taş odaklamada kullanılan görüntüleme yöntemi gibi birçok gizli faktör mevcuttur. Aynı cihazla yapılan farklı klinik çalışmalarda farklı etkinlik oranlarının bulunması gizli faktörlerin rolünü desteklemektedir (Tablo 5.2). Bu nedenle taş kırma cihazlarının klinik etkinliklerinin karşılaştırılması için etkinlik oranı yerine taş dağılımının ve tedavi yaklaşımının benzer olduğu prospektif çalışmalar gerektiğini düşünmekteyiz.

Tablo 5.2. Bazı taş kırma cihazlarının etkinlik oranları.

Taş kırma cihazı	Referans çalışma	Hasta sayısı	Taşsızlık oranı (%)	Etkinlik oranı
Dornier HM3	Drach ve arkadaşları	1,840	77	0.67
	Caas	2,402	70	0.64
Modulith SL20	Liston ve arkadaşları	500	78	0.57
	Kohrmann ve arkadaşları	549	91	0.67
Lithostar C	Elabbady ve arkadaşları	319	63	0.56
	El-Damanhoury ve arkadaşları	3,278	64	0.57
	Mobley ve arkadaşları	19,962	76	0.64
Medstone 1050ST	Lipson ve arkadaşları	50	46	0.40
Medstone STS	Thomas ve Cass	81	68	0.60
	Cass	2,934	72	0.67
Econolith	Simon	500	75	0.56
Dornier Doli	Lippert ve Koser	103	57	0.36
Dornier Doli S	Nakada ve arkadaşları	270	74	0.65
Dornier Delta	White ve Klein	4,621	59	0.51

Üriner sistem taş hastalığının tedavisinde minimal invazif bir seçenek olan ESWL'ye bağlı komplikasyonların çoğu hafif, geçici ve klinik önemleri azdır (90). 3024 hastalık serimizde hiçbir hastada mortalite gözlemedik. Şok dalgalarına bağlı organ hasarı sadece 7 hastada (%0.02) gözlenirken 2 hastada işlemin sonlandırılmasını gerektiren kardiyak ritm bozukluğu gözlemlendi. Sedoanaljeziye bağlı komplikasyon olarak sadece 2 hastada solunum depresyonu gelişti.

6. SONUÇ

Siemens Lithostar Modularis Uro-Plus ile olan deneyimimiz bu yeni kuşak taş kırma cihazının güvenli ve etkili olduğunu, %85.9 oranında başarılı taş klirensi sağladığını göstermektedir. Siemens Lithostar Modularis Uro-Plus anestezi ihtiyacı, güvenlik ve taş fragmantasyonu arasında iyi bir denge sağlamış gözükmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Tiselius HG. Epidemiology and medical management of stone disease. *BJU Int*, 91: 758-67, 2003.
2. Rassweiler JJ, Geert GT, Chaussy C. Progress in lithotripter technology. *EAU Update Series*, 3: 17-36, 2005.
3. White W, Klein F. Five-year clinical experience with the Dornier Delta lithotripter. *Urology*, 68: 28-32, 2006.
4. Binbay M. Perkütan nefrolitotomide başarıyı ve komplikasyonları etkileyen faktörler. Uzmanlık tezi, Sağlık Bakanlığı Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Üroloji Kliniği, İstanbul, 2005.
5. Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan PA. Surgical management of urinary lithiasis. *Campbell's Urology* (Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ). 8th edition. Philadelphia, Saunders. 3361-451, 2002.
6. Kim HH, Jo MK, Kwak C, Park SK, Yoo KY, Kang D, Lee C. Prevalence and epidemiologic characteristics of urolithiasis in Seoul, Korea. *Urology*, 59: 517-21, 2002.
7. Moe OW. Kidney stones: pathophysiology and medical management. *Lancet*, 367: 333-44, 2006.
8. Akinci M, Esen T, Tellaloglu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *Eur Urol*, 20: 200-3, 1991.
9. Mut Ş, Bedük Y, Soygür T, Bilgiç S, Türkyılmaz R, Sağlam R, Adsan Ö. Endoüroloji ve girişimsel üroradyoloji. *Temel üroloji* (Anafarta K, Göğüş O, Bedük Y, Arıkan N). Birinci baskı. Ankara, Güneş Kitabevi. 206-68, 1998.
10. Pietrow PK, Karellas ME. Medical management of common urinary calculi. *Am Fam Physician*, 74: 86-94, 2006.
11. Curhan GC, Willet WC, Rimm EB, Stampfer MJ. Family history and risk of kidney stones. *J Am Soc Nephrol*, 8: 1568-73, 1997.
12. Stamatelou KK, Francis ME, Jones CA, Nyberg LM, Curhan GC. Time trends in reported prevalence of kidney stones in the United States: 1976-1994. *Kidney Int*, 63: 1817-23, 2003.
13. Balaji KC, Menon M. Mechanism of stone formation. *Urol Clin North Am*, 24: 1-11, 1997.
14. Evan PA, Lingeman JE, Coe FL, Parks JH, Bledsoe SB, Shao Y, Sommer AJ, Paterson RF, Kuo RL, Grynypas M. Randall's plaque of patients with nephrolithiasis begins basement membranes of thin loops of Henle. *J Clin Invest*, 111: 607-16, 2003.
15. Kahn RI. Percutaneous renal stone manipulation – a nonoperative alternative. *West J Med*, 138: 681-5, 1983.
16. Lotan Y, Pearle MS. Economics of stone management. *EAU Update Series*, 3: 51-60, 2005.
17. Tiselius HG, Ackermann D, Alken P, Buck C, Conort P, Gallucci M. Guidelines on urolithiasis. *EAU guidelines*. Edition presented at the 16th EAU Congress, Geneva, Switzerland, 2001.
18. Grocela JA, Dretler SP. Intracorporeal lithotripsy. Instrumentation and development. *Urol Clin North Am*, 24: 13-23, 1997.
19. Delibaş M. Anomalili böbreklerde ESWL tedavisinin etkinliği. Uzmanlık tezi, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, İzmir, 2000.
20. Shah J, Whitfield HN. Urolithiasis through the ages. *BJU Int*, 89: 801-10, 2002.
21. Öner A, Arar O, Çitçi A: Böbrek taşlarında ESWL (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy) tedavisinin yeri. *Ürolojide İkilemler* (Solok V, Erözenci NA). Birinci baskı. İstanbul, Doyuran Matbaası. 43-55, 1997.

22. Aksoy Y, Ozbey I, Atmaca AF, Polat O. Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: experience using a mpl-9000 lithotripter. *World J Urol*, 22: 115-9, 2004.
23. Paumgartner G, Sauter GH. Extracorporeal shock wave lithotripsy of gallstones: 20th anniversary of the first treatment. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 17: 525-7, 2005.
24. Shrivastava SK, Kailash. Shock wave treatment in medicine. *J Biosci*, 30: 269-75, 2005.
25. Baloğlu İ, Lök V, Aydınok H. Ortopedi ve travmatolojide şok dalga tedavisi (ossa-terapi). *Artroplasti Artroskopik Cerrahi*, 14: 45-50, 2003.
26. Eggers G, Chilla R. Ultrasound guided lithotripsy of salivary calculi using an electromagnetic lithotripter. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 34: 890-4, 2005.
27. Groth T, Monga M. Extracorporeal shockwave therapy for Peyronie disease. *Arch Androl*, 49: 205-13, 2003.
28. Poulakis V, Skriapas K, de Vries R, Dillenburg W, Ferakis N, Witzsch U, Melekos M, Becht E. Extracorporeal shockwave therapy for Peyronie's disease: an alternative treatment? *Asian J Androl*, 8: 361-6, 2006.
29. Stoller ML. Extracorporeal shock wave lithotripsy. *Smith's General Urology* (Tanagho EA, McAninch JW). 15th edition. San Francisco, The McGraw-Hill Companies. 321-29, 2000.
30. Chow GK, Strem SB. Extracorporeal lithotripsy. Update on technology. *Urol Clin North Am*, 27: 315-22, 2000.
31. Wilbert DM. A comparative review of extracorporeal shock wave generation. *BJU Int*, 90: 507-11, 2002.
32. Lingeman JE. Extracorporeal shock wave lithotripsy. Development, instrumentation and current status. *Urol Clin North Am*, 24: 185-211, 1997.
33. Auge BK, Preminger GM. Update on shock wave lithotripsy technology. *Curr Opin Urol*, 12: 287-90, 2002.
34. Keçelioğlu M. Üriner sistem taşlarının kimyasal yapılarına göre ESWL'ye duyarlılıkları. Uzmanlık tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Isparta, 1999.
35. Şahinli S. Koralliform böbrek taşlarında perkütan nefrolitotomi (PCNL) ve ESWL kombinasyon 'Sandwich' tedavinin etkinliği. Uzmanlık tezi, Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı, Ankara, 2002.
36. Cartledge JJ, Cross WR, Llyod SN, Joyce AD. The efficacy of a range of contact media as coupling agents in extracorporeal shockwave lithotripsy. *BJU Int*, 88: 321-4, 2001.
37. Lingeman JE, Kim SC, Kuo RL, McAteer JA, Evan AP. Shockwave lithotripsy: Anecdotes and insights. *J Endourol*, 17: 687-93, 2003.
38. Mezentsev VA. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of renal pelvicalyceal stones in morbidly obese patients. *Int Braz J Urol*, 31: 105-10, 2005.
39. Strem SB. Contemporary clinical practice of shock wave lithotripsy: a reevaluation of contraindications. *J Urol*, 157: 1197-203, 1997.
40. Paterson RF, Lifshitz DA, Kuo RL. Shock wave lithotripsy monotherapy for renal calculi. *Int Braz J Urol*, 28: 291-301, 2002.
41. Tokumine J, Iha H, Okuda Y, Shimabukuro T, Shimabukuro T, Ishigaki H, Nakamura S, Takara I. Appropriate method of administration of propofol, fentanyl, and ketamine for patient-controlled sedation and analgesia during extracorporeal shock-wave lithotripsy. *J Anesth*, 14: 68-72, 2000.
42. Ganapathy S, Razvi H, Moote C, Parkin J, Yee I, Gverzdys S, Dain S, Denstedt JD. Eutectic mixture of local anaesthetics is not effective for extracorporeal shock wave lithotripsy. *Can J Anaesth*, 43: 1030-4, 1996.

43. Parkin J, Keeley FX, Timoney AG. Analgesia for shock wave lithotripsy. *J Urol*, 167: 1613-5, 2002.
44. Bierkens AF, Maes RM, Hendriks JM, Erdos AF, de Vries JD, Debruyne FM. The use of local anesthesia in second generation extracorporeal shock wave lithotripsy: eutectic mixture of local anesthetics. *J Urol*, 146: 287-9, 1991.
45. Yilmaz E, Batislam E, Basar MM, Tuglu D, Ozcan S, Basar H. Effectiveness of eutectic mixture of local anesthetic cream and occlusive dressing with low dosage of fentanyl for pain control during shockwave lithotripsy. *J Endourol*, 19: 589-94, 2005.
46. Resim S, Gumusalan Y, Ekerbicer HC, Sahin MA, Sahinkanat T. Effectiveness of electro-acupuncture compared to sedo-analgesics in relieving pain during shockwave lithotripsy. *Urol Res*, 33: 285-90, 2005.
47. Medina HJ, Galvin EM, Dirckx M, Banwarie P, Ubben JF, Zijlstra FJ, Klein J, Verbrugge SJ. Remifentanyl as a single drug for extracorporeal shock wave lithotripsy: a comparison of infusion doses in terms of analgesic potency and side effects. *Anesth Analg*, 101: 365-70, 2005.
48. Alivizatos G, Skolarikos A. Is there still a role for open surgery in the management of renal stones? *Curr Opin Urol*, 16: 106-11, 2006.
49. Al-Ansari A, As-Sadiq K, Al-Said S, Younis N, Jaleel OA, Shokeir AA. Prognostic Factors of Success of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) in the Treatment of Renal Stones. *Int Urol Nephrol*, 38: 63-7, 2006.
50. Skolarikos A, Alivizatos G, de la Rosette J. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy 25 Years Later: Complications and Their Prevention. *Eur Urol*, 50: 981-90, 2006.
51. Morano Amado LE, Amador Barciela L, Rodriguez Fernandez A, Martinez-Sapine Llamas I, Vazquez Alvarez O, Fernandez Martin J. Extracorporeal shock wave lithotripsy complicated with miliary tuberculosis. *J Urol*, 149: 1532-4, 1993.
52. Sayed MA, el-Taher AM, Aboul-Ella HA, Shaker SE. Steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU Int*, 88: 675-8, 2001.
53. Fedullo LM, Pollack HM, Banner MP, Amendola MA, Van Arsdalen KN. The development of steinstrassen after ESWL: frequency, natural history, and radiological management. *AJR*, 151: 1145-7, 1988.
54. Resim S, Ekerbicer HC, Ciftci A. Role of tamsulosin in treatment of patients with steinstrasse developing after extracorporeal shock wave lithotripsy. *Urology*, 66: 945-8, 2005.
55. İsen K, Küpeli B, Sımk Z, Deniz N, Tuncel A, Karaoğlan Ü, Bozkırlı İ. Ekstrakorporeal şok dalga litotripsi sonrasında taş yolu oluşumu ve tedavisi. *Üroloji Bülteni*, 10: 48-52, 1999.
56. Puppo P. Steintrasse 20 years later: still a problem after EWSL? *Eur Urol*, 50: 643-7, 2006.
57. Maker V, Layke J. Gastrointestinal injury secondary to extracorporeal shock wave lithotripsy: a review of the literature since its inception. *J Am Coll Surg*, 198: 128-35, 2004.
58. Tiede JM, Lumpkin EN, Wass CT, Long TR. Hemoptysis following extracorporeal shock wave lithotripsy: a case of lithotripsy-induced pulmonary contusion in a pediatric patient. *J Clin Anesth*, 15: 530-3, 2003.
59. Kraus S, Weidner W. Prolonged exposure to extracorporeal shock wave lithotripsy and noise induced hearing damage. *J Urol*, 165: 1984, 2001.
60. Karakayali F, Sevmis S, Ayvaz I, Tekin I, Boyvat F, Moray G. Acute necrotizing pancreatitis as a rare complication of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Int J Urol*, 13: 613-5, 2006.

61. Kelley JM. Extracorporeal shock wave lithotripsy of urinary calculi. *West J Med*, 153: 65-9, 1990.
62. Krambeck AE, Gettman MT, Rohlinger AL, Lohse CM, Patterson DE, Segura JW. Diabetes Mellitus and Hypertension Associated With Shock Wave Lithotripsy of Renal and Proximal Ureteral Stones at 19 Years of Followup. *J Urol*, 175: 1742-7, 2006.
63. Huda W, Bews J, Saydak AP. Radiation doses in extracorporeal shock wave lithotripsy. *Br J Radiol*, 62: 921-6, 1989.
64. Talati J, Shah T, Memon A, Memon R, Sidhwa M, Adil S, Omair A. Extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary tract stones using MPL 9000 spark gap technology and ultrasound monitoring. *J Urol*, 146: 1482-6, 1991.
65. Odabaş O, Yılmaz Y, Aydın S, Akyol C, Atilla MK, Doğdu GA. İki merkezli ekstracorporeal şok dalga litotripsi (*ESWL*) sonuçları. *Üroloji Bülteni*, 8: 87-92, 1997.
66. Abdel-Khalek M, Sheir K, Elsobky E, Showkey S, Kenawy M. Prognostic factors for extracorporeal shock-wave lithotripsy of ureteric stones. *Scand J Urol Nephrol*, 37: 413-8, 2003.
67. Ruffer JH, Prikler L, Ackermann DK. Factors of fragment retention after extracorporeal shockwave lithotripsy (*ESWL*). *Braz J Urol*, 28: 3-9, 2002.
68. Politis G, Griffith DP. *ESWL*: stone-free efficacy based upon stone size and location. *World J Urol*, 5: 255-8, 1987.
69. Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR. Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J Urol*, 151: 663-7, 1994.
70. Kupeli B, Biri H, Sinik Z, Karaca K, Tuncayengin A, Karaoglan U, Bozkirli I. Extracorporeal shock wave lithotripsy for lower caliceal calculi. *Eur Urol*, 34: 203-6, 1998.
71. Rassweiler JJ, Renner C, Chaussy C, Thuroff S. Treatment of renal stones by extracorporeal shockwave lithotripsy: an update. *Eur Urol*, 39: 187-99, 2001.
72. Segura JW, Preminger GM, Assimos DG, Dretler SP, Kahn RI, Lingeman JE, Macaluso JN Jr. Ureteral stones clinical guidelines panel summary report on the management of ureteral calculi. *J Urol*, 158: 1915-21, 1997.
73. Anagnostou T, Tolley D. Management of ureteric stones. *Eur Urol*, 45: 714-21, 2004.
74. Tiselius HG. Removal of ureteral stones with extracorporeal shock wave lithotripsy and ureteroscopic procedures. What can we learn from literature in terms of results and treatment efforts? *Urol Res*, 33: 185-90, 2005.
75. Pearle MS, Nadler R, Bercowsky E, Chen C, Dunn M, Figenshau RS, Hoenig DM, McDougall EM, Mutz J, Nakada SY, Shalhav AL, Sundaram C, Wolf JS Jr, Clayman RV. Prospective randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for management of distal ureteral calculi. *J Urol*, 166: 1255-60, 2001.
76. Turk TM, Jenkins AD. A comparison of ureteroscopy to in situ extracorporeal shock wave lithotripsy for the treatment of distal ureteral calculi. *J Urol*, 161: 45-6, 1999.
77. Nabi G, Baldo O, Cartledge J, Cross W, Joyce AD, Llyod SN. The impact of the Dornier Compact Delta lithotripter on the management of primary ureteric calculi. *Eur Urol*, 44: 482-6, 2003.
78. Mogensen P, Andersen JT. Primary in situ extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculi. *Scand J Urol Nephrol*, 157 (Suppl): 159-63, 1994.
79. Gnanaprasagam VJ, Ramsden PD, Murthy LS, Thomas DJ. Primary in situ extracorporeal shock wave lithotripsy in management of ureteric calculi: results with a third generation lithotripter. *BJU Int*, 84: 770-4, 1999.
80. Pace KT, Weir MJ, Tariq N, Honey RJ. Low success rate of repeat shock wave lithotripsy for ureteral stones after failed initial treatment. *J Urol*, 164: 1905-7, 2000.
81. Fetner CD, Preminger GM, Seger J, Lea TA. Treatment of ureteric calculi by extracorporeal shock wave lithotripsy multi-user center. *J Urol*, 139: 1192-4, 1988.

82. Teichman JM, Portis AJ, Cecconi PP, Bub WL, Endicott RC, Denes B, Pearle MS, Clayman RV. In vitro comparison of shock wave lithotripsy machines. *J Urol*, 169: 1259-64, 2000.
83. Knoll T, Alken P, Michel MS. Progress in management of ureteric stones. *EAU Update Series*, 3: 44-50, 2005.
84. Kim FJ, Rice KR. Prediction of shockwave failure in patients with urinary tract stones. *Curr Opin Urol*, 16: 88-92, 2006.
85. Sorensen C, Chandhoke P, Moore M, Wolf C, Sarram A. Comparison of intravenous sedation versus general anesthesia on the efficacy of the Doli 50 lithotripter. *J Urol*, 168: 35-7, 2002.
86. Pahira J. How focal zone size may effect lithotripsy outcomes. *Making Waves*, 3: 3, 2003.
87. Ozgur A, Ilker NY. Extracorporeal shock wave lithotripsy of renal pelvis stones with PCK stonelith lithotripter. *Int Urol Nephrol*, 37: 9-11, 2005.
88. Sandilos P, Tsalafautas I, Koutsokalis G, Karaiskos P, Georgiou E, Yakoumakis E, Vlahos L. Radiation doses to patients from extracorporeal shock wave lithotripsy. *Health Phys*, 90: 583-7, 2006.
89. Rassweiler JJ, Renner C, Eisenberger F. The management of complex renal stones. *BJU Int*, 86: 919-28, 2000.
90. Gayer G, Hertz M, Stav K, Zissin R. Minimally invasive management of urolithiasis. *Semin Ultrasound CT MRI*, 27: 139-51, 2006.