

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**EKSTRAKORPOREAL ŞOK DALGA LİTOTRİPSİSİ
ÖNCESİNDE ÇEKİLEN KONTRASTSIZ BİLGİSAYARLI
TOMOGRAFİDEKİ PARAMETRELERİN BÖBREK
TAŞLARININ TEDAVİ BAŞARISINA OLAN ETKİSİ**

Dr. Adil Güçal GÜÇLÜ

**ÜROLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Sümer BALTACI**

**ANKARA
2014**

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN

Adı, Soyadı : DR.ADİL GÜÇAL GÜÇLÜ	Tarih: 23 / 06 / 2014
Anabilim/Bilim Dalı : ÜROLOJİ	
Tez Danışmanı : PROF.DR.SÜMER BALTACI	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tezin Başlığı: EKSTRAKORPOREAL ŞOK DALGA LİTOTRİPSİSİ ÖNCESİNDE ÇEKİLEN KONTRASTSIZ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDEKİ PARAMETRELERİN BÖBREK TAŞLARININ TEDAVİ BAŞARISINA OLAN ETKİSİ

Tezin Niteliği:	☒ Ana Dal Uzmanlık Tezi	☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi
Kaçıncı tez sınavı olduğu:	☒ 1	☐ 2 ☐ 3

III. KARAR

Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak

☒ Kabulüne

☐ Reddine

☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine

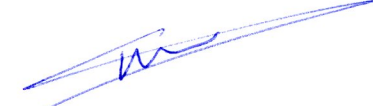
oy birliği / oy çokluğu ile karar verilmiştir.

IV. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

Jüri Başkanı

Prof.Dr.Sümer Baltacı


Üroloji Anabilim/Bilim Dalı

Jüri Üyesi

Prof.Dr.Önder Yaman


Üroloji Anabilim/Bilim Dalı

Jüri Üyesi

DoçDr.Berkan Reşorlu



T.C.Sağlık Bakanlığı Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Üroloji Kliniği

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince engin mesleki bilgi ve tecrübeleri ile sürekli yanımda bulunan ve yol gösteren, mesleki sorunlarımız ile yakından ilgilenen anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Sıddık Mut Şafak'a; tez konusu seçiminden basım aşamasına kadar bütün aşamalarda büyük katkı ve desteğini esirgemeyen tez danışmanım Prof.Dr. Sümer Baltacı'ya; eğitim sürem boyunca heyecanından hiç bir şey kaybetmeyerek bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşmaktan mutluluk duyan değerli ve saygıdeğer hocalarım Prof.Dr. Kadri Anafarta, Prof.Dr. Erol Özdiler, Prof.Dr. Yaşar Bedük, Prof.Dr. Nihat Arıkan, Prof.Dr. Kaan Aydos, Prof.Dr. Önder Yaman, Prof.Dr. Kadir Türkölmez, Prof.Dr. Tarkan Soygür, Prof.Dr. Çağatay Göğüş, Doç.Dr. Berk Burgu ve Uz. Dr. Eriz Özden'e,

Tezimin istatistiklerinin oluşturulmasında değerli katkılarını esirgemeyen Doç.Dr. Derya Öztuna'ya

Alçakgönüllü ve örnek kişiliği ile akademik gelişimime de yön veren Yrd.Doç.Dr. Ömer Gülpınar'a,

Hem asistanlık hem de uzmanlık sürecinde birlikte çalışma fırsatı bulduğum Uz.Dr. Evren Süer ve Uz.Dr. Mehmet İlker Gökçe'ye,

Berber çalışmaktan her zaman mutluluk duyduğum sevgili asistan arkadaşlarıma,

Her zaman sevgi ve destekleri ile yanımda olan ve beni bugünlere getiren annem ve aramızdan erken ayrılmasına rağmen halen desteğini ve varlığını hissettiğim babam başta olmak üzere tüm aileme,

Öğrencilik günlerimden beri hep yanımda olan, desteğini yardımını hiçbir zaman esirgemeyen ve hayata daha pozitif bakabilmemi sağlayan sevgili eşime,

Teşekkür ederim...

Dr. Adil Güçal GÜÇLÜ

Ankara 2014

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER.....	3
2.1.Taş Hastalığının Epidemiyolojisi.....	3
2.1.2. Irk ve Etnisite.....	4
2.1.3. Genetik.....	4
2.1.4. Yaş.....	5
2.1.5. Coğrafya	5
2.1.6. İklim.....	5
2.1.7. Çalışma Koşulları	6
2.1.8. Vücut Kitle İndeksi, Vücut Ağırlığı ve Diyet.....	6
2.1.9. Sıvı Alımı.....	7
2.2. Taş Hastalığının Etyolojisi.....	7
2.2.1. Satürasyonun Evreleri.....	8
2.2.2. Nükleasyon ve Kristal Büyümesi, Agregasyon, ve Retansiyon.....	9
2.2.3. Kristal Oluşumundaki İnhibitör ve Promotör Maddeler.....	10
2.2.4. Matriks	11
2.3. Sınıflandırma	11
2.3.1. İnorganik Taşlar	11
2.3.2. Organik Taşlar	12
2.4. Değerlendirme ve Tanı.....	12
2.4.1. Medikal Öykü	12
2.4.2. Klinik Bulgular.....	12

2.4.3. Görüntüleme Yöntemleri	12
2.4.3.1. Ultrasonografi (USG)	12
2.4.3.2. Direkt Üriner Sistem Grafisi (DÜSG).....	13
2.4.3.3. Kontrastsız Bilgisayarlı Tomografi.....	13
2.4.3.4. İntravenöz Piyelografi (IVP).....	13
2.4.3.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)	14
2.5. Tedavi	14
2.5.1. Böbrek Taşlarının Genel Tedavi Prensipleri	14
2.5.2. Taş Tedavisinde Kullanılan Yöntemler	16
2.6. Ekstrakorporeal Şok Dalgasıyla Litotripsi (ESWL).....	16
2.6.1. ESWL'nin Çalışma Prensipleri	17
2.6.2. Taş Kırma Mekanizması	18
2.6.2.1. Kompresyon Fraktürü (Compression).....	19
2.6.2.2. Parçalanma (Shattering).....	19
2.6.2.3. Kavitasyon.....	19
2.6.2.4. Dinamik Yorgunluk	19
2.6.3. ESWL Başarısını Etkileyen Faktörler ve Teknik Detaylar.....	20
2.6.4. ESWL Tedavisi İçin Kontrendikasyonlar	21
2.6.5. ESWL Tedavisi ve Stent Uygulaması	21
2.6.6. ESWL Endikasyonları	22
2.6.6.1. Böbrek taşlarında ESWL.....	22
2.6.6.2. Üreter taşlarında ESWL.....	24
2.6.7. ESWL Sonrası Takip ve Tedavi	25
2.6.8. ESWL Tedavisinin Komplikasyonları.....	26
3. YÖNTEM ve GEREÇ.....	28
3.1. Hasta Seçimi	28
3.2. ESWL Başarısının Değerlendirilmesi	28

4. BULGULAR	29
5. TARTIŞMA	33
6. SONUÇ.....	38
7. ÖZET.....	39
8. SUMMARY	41
9. KAYNAKLAR	43

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Böbrek taşlarında ESWL başarısını olumsuz etkileyen faktörler	23
Tablo 2.2. ESWL ve URS tedavisi sonrası taşsızlık oranları	24
Tablo 2.3. Üreter taşlarında önerilen tedavi seçenekleri	25
Tablo 2.4. ESWL ile ilişkili komplikasyonlar	27
Tablo 4.1. Hastaların demografik özellikleri	29
Tablo 4.2. Taş özelliklerine göre ESWL başarısı	31
Tablo 4.3. Alt kaliks taşlarıyla diğer grupların ESWL başarılarının karşılaştırılması.	32

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1.	Taş oluşum mekanizmaları	10
Şekil 2.2.	ESWL cihazının komponentleri.....	18
Şekil 2.3.	Taş kırma mekanizmaları.....	19
Şekil 2.4.	Alt pol dışındaki böbrek taşlarında tedavi seçenekleri.....	22
Şekil 2.5.	Alt pol taşlarında tedavi seçenekleri	23
Şekil 4.1.	960 HU değerinin %77,5 duyarlılık ve %64 özgüllük ile ESWL tedavisi sonrasında taşsızlığı saptamada anlamlı olduğunu gösteren ROC eğrisi.	30

1.GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı bilinen en eski hastalıklardandır. Taş hastalığı çok eski zamanlardan itibaren insanların genel durumunu ve sosyal yaşamını etkileyen önemli bir sorun olmuştur. Bundan dolayı hastalığın nedenlerini ve tedavisini bulma adına harcanan çabalar özellikle son 30 yılda tedavide ciddi gelişmelerin elde edilmesini sağlamıştır.

Üriner sistem taş hastalığının görülme sıklığı dünyada coğrafi bölgelere göre değişiklik göstermekle birlikte ülkemizde iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak %15 civarındadır (1).

Taş hastalığı nedeniyle yapılan tanı ve tedavi masrafları 1994-2000 yılları arasında %50 artışla yıllık 2,1 milyar dolara ulaşmış olup (2); hangi taşların yeniden oluşabileceği, hangisinin tedavi gerektirdiği, tanı konulurken hangi tetkiklerin yapılmasının mutlak gerekli olduğu gibi konular günümüzde sıklıkla tartışılmaya başlanmıştır. Bu nedenle taş hastalığının etiyoloji, epidemiyoloji ve patogenezi anlamak oldukça önemlidir (3).

Üriner sistem taş hastalığının tedavi alternatifleri arasında takip, medikal tedavi, Ekstrakorporal Şok Dalgasıyla Litotripsi (ESWL), üreterorenoskopi, Perkütan nefrolitotomi (PCNL) ve açık cerrahi yer almaktadır. ESWL tedavisinin 1980'li yıllarda geliştirilmesiyle taş hastalığının tedavisinde önemli bir mesafe kaydedilmiştir. ESWL, 10-20 mm arasındaki taşlarda eğer uygunsa birinci basamak tedavi olarak kılavuzlarda halen önerilmektedir ve erişkinlerdeki taşların yaklaşık %90'ının ESWL için uygun olduğu düşünülmektedir (4-6).

ESWL'nin başarısı, taş boyutu, taş kompozisyonu, taşın sertliği, renal anatomi, hastanın genel anatomisi ve cihazın performansı ile ilişkilidir. Öte yandan, kontrastsız bilgisayarlı tomografi (NGBT), yüksek duyarlılık ve özgüllük değerleriyle taş hastalığının tanısında birinci basamak tanı testi olarak kendisine yer

bulmuştur. NKBT ile ESWL başarısını etkileyen faktörlerin önemli bir kısmı da değerlendirilebilmektedir.

Bu çalışmada NKBT ile değerlendirilen hastaların taş dansitelerinin ESWL başarısına olan etkisini değerlendirmek amaçlanmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

Üriner sistem taş hastalığı, M.Ö. 4800 yılından beri Eski Roma, Yunan, Çin, Hint, Mezopotamya ve Mısır’ da bilinen ve tanı koyulmaya ve tedavi edilmeye çalışılan bir durumdur. İdrarın rengine, tadına ve miktarına göre taş hastalığının olup olmadığı anlaşılmaya çalışılmıştır. 1940’lı yıllardan sonra pozitif bilimin yardımıyla konu üzerine daha ayrıntılı araştırmalar yapılmaya başlanmış ve yapılan ayrıntılı fizyolojik gözlemler ve çalışmalar sonucunda taş oluşum mekanizmaları, taş oluşumuna neden olan faktörler ve taşların kimyasal ve strüktürel yapıları hakkında yeni bilgiler elde edilmiştir (7). Küreselleşme ve batılılaşmanın etkileriyle eskiden alt üriner sistemde daha fazla görülen taşlar üst üriner sisteme doğru yer değiştirmiş ve önceleri hemen hemen sadece erkeklerde görülen hastalık kadınlarda da eşit oranda görülmeye başlamıştır.

1980’de ESWL’nin uygulanmaya başlaması, böbrek taşlarının tedavisinde cerrahinin rolünü önemli ölçüde azaltmıştır (8). Uygulanan tedavi ne olursa olsun tedavi sonrası başarı değerlendirilirken asıl amaç tam taşsızlık elde edilmesidir. Bu nedenle ESWL tedavisine alınacak hastaların önceden uygunluklarının değerlendirilmesinin önemi büyüktür.

2.1.Taş Hastalığının Epidemiyolojisi

Taş hastalığının yaşam boyu prevalansı %1-15 olup bu oran yaş, cinsiyet, ırk ve yaşanılan bölgeye göre değişiklikler göstermektedir (3). Amerika Birleşik Devletleri’nde taş hastalığı prevalansı %10-15 olarak bildirilmektedir (9, 10). Stamatelou ve arkadaşlarının çalışmasında 1988-1994 yılları arasında taş hastalığının prevalansının %5,2 atmış olduğu gösterilmiştir (11). Akıncı ve arkadaşlarının ülkemizde yaptıkları bir çalışmada taş hastalığı genel prevalansı %14,8 olarak saptanmıştır. Aynı çalışmada insidans oranı %2,2 olarak bildirilmiştir (1). 1500 kişi üzerinde yapılan bu çalışmada taş hastalığı bakımından en yüksek prevalansa sahip bölgelerin güney ve güney-doğu bölgeleri olduğu ve erkek/kadın oranının 1,5 / 1 olduğu saptanmıştır (1).

2.1.1. Cinsiyet

Taş hastalığının tipik olarak erkekleri etkilediği düşünülmesine rağmen yakın tarihli çalışmalarda kadınlarda taş hastalığı görülme oranlarının arttığı bildirilmektedir (11). Enfeksiyon taşları (strüvit) kadınlarda daha sık görülürken ürik asit taşları erkeklerde daha sıktır (12).

2.1.2. Irk ve Etnisite

Amerikalı erkekler arasında yapılan bir çalışmada taş oluşumu için en riskli etnik grubun beyaz erkekler olduğu ve bunları Hispanikler, Asyalılar ve siyahi Amerikalıların izlediği belirtilmiştir (13). Amerikalı kadınlarda ise beyaz ırkta taş hastalığı yine en yüksek oranda izlenmektedir (14).

Taş hastalığının cinsiyete göre dağılımı ırklar arasında değişiklik göstermektedir. Sarmina ve arkadaşlarının çalışmasında erkek/kadın oranı beyaz ırkta 2,3 ve siyah ırkta 0,65 olarak saptanmıştır (14). Michaels ve arkadaşları da erkek/kadın oranlarını Asyalılar için 1,8, beyazlar için 1,6, Hispanikler için 0,7 ve siyahlar için 0,5 olarak bildirmişlerdir (15).

2.1.3. Genetik

Genetik bozukluklar, taş oluşumuna neden olan risk faktörlerinin artmasına ya da taş oluşumunu engelleyen faktörlerin azalmasına yol açarak taş oluşum mekanizmaları üzerine etkili olmaktadır (16).

Taş hastalığına sahip hastalarının %25'inde aile öyküsünün pozitif olması ve taş oluşum mekanizmalarında etkisi olan ailesel renal tübüler asidoz, primer hiperoksalüri, sistinüri, Lesch-Nyhan sendromu, Dent hastalığı ya da ksantinüri gibi birçok hastalığın genetik geçişinin bulunması taş hastalığında genetik faktörlerin göz ardı edilemeyeceğini göstermektedir (17). 37999 erkek hastanın yapılan takiplerinde böbrek taşı olanların ailesinde taş hastalığı öyküsü olma olasılığının 3 kat fazla olduğu saptanmıştır (18).

2.1.4. Yaş

Üriner sistemde taş oluşumu 20 yaşından önce nadir görülen bir durumdur. Yapılan çalışmalar taş oluşumunun 4.-6. dekatlar arasında arttığını göstermektedir (19-21). Kadınlarda taş oluşumu bimodal dağılım göstermektedir. Kadınlardaki ikinci pik 6. dekatta meydana gelmektedir. Bazı araştırmacılar bu durumun menopoza ilişkili olabileceğini; çünkü östrojenin renal kalsiyum emilimini artırıp kemiklerden rezorpsiyonu azaltıcı etkisinin taş oluşum riskini azalttığını düşünmektedir (22, 23).

Bunun dışında kadınlarda 50 yaşına kadar idrar kalsiyumunun daha az olduğu bilinmektedir. Post menopozal dönemde östrojen tedavisi alan kadınlarda taş oluşma riskinin ve kalsiyum oksalat saturasyonunun daha az olduğu da çalışmalarda gösterilmiştir. Bir kısım araştırmacılar ise kadınlarda taş oluşma insidansının 20’li yaşlardaki pikden sonra azaldığını ve 50’li yaşlara kadar sabit kaldığını göstermişlerdir (21, 24).

2.1.5. Coğrafya

Taş hastalıkları, dağlar, çöller ya da tropikal bölgeler gibi genellikle sıcak ve kuru iklime sahip bölgelerde daha sık oluşma eğilimindedirler. Bu tür bölgelerin taş oluşumundaki etkileri yadsınamasa da genetik ve diyetel faktörleri de akıldan çıkarmamak gerekir. Finlayson’a göre Amerika Birleşik Devletleri, İngiliz Adaları, İskandinav ve Akdeniz ülkeleri, kuzey Hindistan ve Pakistan, kuzey Avustralya, Orta Avrupa, Malezya ve Çin taş oluşumu için riskli bölgelerdir (25). Soucie ve arkadaşlarına göre taş hastalığı prevalansı Amerika’ da güneye ve doğuya doğru artmaktadır (13). Diğer risk faktörleri sabit tutulduğunda, sıcaklık ve güneş ışığının taş prevalansı için bağımsız risk faktörleri olduğu saptanmıştır (26).

2.1.6. İklim

Taş hastalığında mevsimsel değişim güneş ışığına bağı vitamin D sentezi ve sıcaklığa bağı su kaybı ile ilişkili olarak düşünülmektedir. Prince ve Scardino’ ya

göre taş hastalığı insidansının en yüksek olduğu aylar, ortalama sıcaklık değerlerinin en yüksek olduğu Haziran ve Eylül ayları arasındır (27). Benzer şekilde Bateson da Avustralya’da taş hastalığı insidansının en yüksek olduğu zaman diliminin yaz aylarına denk gelen dönem olan Aralık ve Mart ayları arasında olduğunu bildirmiştir (28). Daha yakın zamanda Tayvan’da yapılan bir çalışmada da taş ve renal kolik şikayetiyle hastaneye yapılan başvuruların Haziran ile Eylül ayı arasında pik yaptığı ve Ekim ayından itibaren keskin bir düşüş gösterdiği saptanmıştır (29). Ortam sıcaklığı, atmosfer basıncı ve güneşlenme zamanı parametrelerinin hepsi taş oluşumuyla ilişkili olarak bulunmuştur. Mevsim ve ay sabit tutulduğunda ise ortam sıcaklığı taşla ilişkili olaylardaki en önemli belirleyici olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.1.7. Çalışma Koşulları

Uzun süreli yüksek sıcaklığa maruz kalınan ve dehidratasyon riski yüksek olan iş kollarında çalışanlar, taş oluşumu açısından daha fazla risk altındadırlar. Atan ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada, normal sıcaklığa sahip bir ortamda çalışanlarda taş oluşma insidansı %0,9’ken çelik endüstrisinde çalışan işçilerde bu oran %8 olarak bulunmuştur (30).

Yüksek sıcaklık dışında taş oluşum insidansını artırabilecek diğer bir durum olarak sedanter iş ya da yaşam tarzına sahip bireyler gösterilebilir. Robertson ve arkadaşları, yönetici pozisyonundaki çalışanlar ile varlıklı bireylerin ve varlıklı ülkelerde yaşayanların taş hastalığına yakalanma risklerinin daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (31).

2.1.8. Vücut Kitle İndeksi, Vücut Ağırlığı ve Diyet

Üriner sistem taş hastalığı oluşumunda en önemli iki faktör; idrarın bileşimi ve hastanın anatomik yapısıdır. Anatomik yapı dışarıdan müdahalelerle değiştirilemezken; idrar bileşimi dışarıdan müdahale ile değiştirilebilir. Bunun en önemli nedeni idrar bileşiminin diyetle doğrudan ilişkili olmasıdır (16, 32). Diyetlerinde proteinden zengin beslenen hastalarda taş oluşma insidansının arttığı bilinen bir durumdur (24, 33-35).

Diyetsel faktörlerin yanında, vücut ağırlığı ve taş oluşumu arasındaki ilişki de literatürde sıkça incelenen bir durumdur. Yapılan geniş kapsamlı prospektif çalışmalarda; taş oluşumu prevalans ve insidansının her iki cinsde de vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi (VKİ) ile yakından ilişkili olduğu ve bu ilişkinin kadınlarda daha fazla olduğu saptanmıştır (32, 36). Siener ve arkadaşları da VKİ’nde artışın taş oluşum insidansını artırdığını bildirmişler ancak bu ilişkinin önceki bilgilerin aksine erkeklerde kadınlardan daha fazla olduğunu vurgulamışlardır (37). VKİ’nin erkeklerde idrardaki kalsiyum, kadınlarda ise idrardaki okzalat miktarını artırarak kalsiyum okzalat taşı oluşum riskini; idrar pH’sını düşürerek de ürik asit taşlarının oluşum riskini artırdığı öne sürülmektedir (37, 38).

2.1.9. Sıvı Alımı

Erişkin bir bireyin günlük en az 2-2,5 litre idrar çıkartacak kadar sıvı alması gerektiği konusunda genel bir fikir birliği sağlanmıştır. Yapılan fiziksel aktiviteler ve sıcaklık nedeniyle oluşan sıvı kayıplarını da karşılayacak şekilde günlük sıvı gereksinimi ayarlanmalıdır (39). Günlük yeterli miktarda sıvı alımının taş oluşumunu azalttığı uzun zamandır bilinmektedir.

Toplumda genel olarak suyun sertliğinin taş hastalığıyla ilişkili olduğu şeklinde bir kanı mevcuttur. Eski tarihli çalışmalarda sert su kaynaklarına sahip bölgelerde taş hastalığı insidansının yumuşak sertlikte suya sahip bölgelere göre daha düşük olduğundan bahsedilse de (40, 41); güncel çalışmalarda su sertliği ile taş oluşum insidansı arasında herhangi bir ilişki saptanmamıştır. Ancak su sertliği ile idrarda atılan magnezyum, kalsiyum ve sitrat düzeyleri arasında bir ilişki gösterilmiştir (42).

2.2. Taş Hastalığının Etyolojisi

Taş oluşumu, glomerüler filtratın nefron boyunca ilerlemesi sırasında meydana gelen kompleks fizyolojik bir süreçtir. İdrarın süpersatüre hale gelmesiyle başlar ve taş oluşturan tuzların presipitasyonu ile kristaller ve nükleuslar oluşur. Kristaller

oluştuktan sonra idrarla atılabilir ya da toplayıcı sistem içerisinde kalarak taş formasyonu oluşturacak şekilde büyümeye devam edebilirler (43). Bu kompleks sürecin evrelerini incelemek taş oluşum mekanizmalarının daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

2.2.1. Satürasyonun Evreleri

İçerisinde çözünabilen tuz iyonları ya da molekülleri içeren çözeltilere konsantre ürün (concentration product / solubility product/SP) adı verilir. Daha fazla tuzun çözünemeyeceği noktadaki bir solüsyon da satüre olarak adlandırılır. Satüre durumda bulunan bu konsantre ürün de termodinamik çözünabilir ürün (thermodynamic solubility product) olarak adlandırılır.

İdrarda ise konsantre ürünlerin satürasyon ve kristalizasyonu, idrarın içeriğinde bulunan inhibitör maddelerin etkileriyle yukarıda anlatılan şekilde olmayabilir. Örneğin kalsiyum okzalat, inhibitör maddelerin yardımıyla çok daha yüksek konsantrasyonlara ulaşabilir ve presipite ya da kristalize olmadan idrarda bulunabilir (44). Bu durumda idrar yarı kararlı (metastable) olarak adlandırılır. Bu noktadan sonra tuz konsantrasyonu daha fazla artırılırsa süpersatürasyon durumu da sonlanır ve kristaller oluşmaya başlar. Konsantre ürün bu noktadan itibaren oluşum ürünü (formation product / FP) olarak adlandırılır (43).

SP ve FP, idrardaki üç ana satürasyon evresini birbirinden ayırır. SP'nin altındaki konsantrasyonlarda hiçbir durumda kristalizasyon olmaz ve eğer oluşsalar dahi çözünmeleri teorik olarak mümkündür. FP'nin üzerindeki konsantrasyonlarda ise çözelti dengesiz bir durumdadır ve kristal oluşumlar gözlenir (45). SP ve FP arasındaki bölge ise yarı kararlı alan olarak adlandırılır. Bu alanda yeni presipitasyon ya da nükleasyon oluşmaz çünkü idrar mesaneye ulaşmaya kadar geçen süre bunun için yeterli değildir ancak; daha önceden oluşmuş kristaller büyüyebilir(46). Bu evrede yeni kristallerin oluşabilmesi için belirli koşulların oluşması gereklidir. Bu kümeleşme tek bir molekül tarafından oluşturulursa homojen; farklı moleküllerin birlikte oluşturması durumundaysa heterojen nükleasyon olarak adlandırılır.

2.2.2. Nükleasyon ve Kristal Büyümesi, Agregasyon, ve Retansiyon

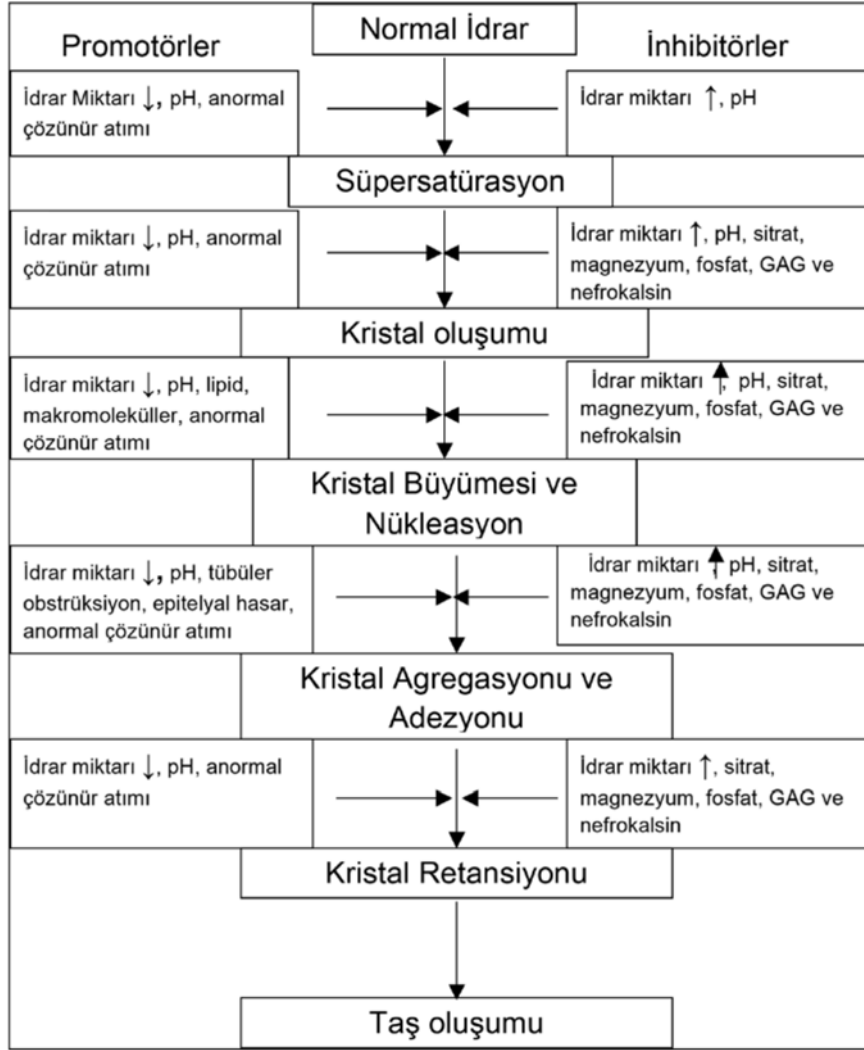
İnsan idrarında kalsiyum okzalat kristalleri suda çözünebileceğinden dört kat daha fazla çözünür. Eğer kalsiyum okzalat konsantrasyonu SP düzeyini aşarsa potansiyel olarak kristalizasyon riski başlar. Ancak bu durum inhibitör maddeler sayesinde süpersatürasyon normal çözünürlüğün 7-11 katını aştıktan sonra meydana gelir.

Nükleus, oluşan en erken kristal formasyonudur ve çözülebilme şansı yoktur. Bu aşamada inhibitör maddeler nükleusu destabilize hale getirirken, promotör maddeler nükleusu stabilize hale getirerek kristal yapıyı destekler. Kristal mükleusları genellikle heterojen nükleasyonla oluşurlar ve önceden var olan epitel hücreleri, debris ya da diğer kristallere tutunarak büyürler (47-49).

İdrarın nefrondan geçiş süresi ortalama 5-7 dakikadır. Genelde bu süre içerisinde kristaller tübüler lümeni tıkayacak kadar büyüyemezler. Ancak yeterli nükleus formu ve büyümesi sağlanırsa kristaller daha büyük parçalar halinde birleşerek lümeni tıkayabilirler. Buna serbest kristal partikül büyüme teorisi denir (50).

Diğer bir teori de sabit partikül büyüme teorisidir. Bu teoride kristallerin bağlanacağı bir ana bağlanma noktasının olduğu varsayılmaktadır. Bu nokta kristallerin süpersatüre idrarla daha uzun süre temas etmesini sağlayarak kristal formasyonunun büyümesini sağlar.

Kristal fiksasyonu içinse önerilen birkaç teori bulunmaktadır. Bu konuda en çok desteklenen teoriye göre; renal tübül hücrelerinde okzalatın indüklediği bir hasar sonucunda kalsiyum okzalat kristalleri birleşir (51). Renal papilladaki subepitelyal plaklar olan bu hasarlı alanlar 1937'de Randall tarafından tarif edilmiştir (52).



Şekil 2.1. Taş oluşum mekanizmaları

(Narter F., Sarıca K.;Endoüroloji Bülteni 2013;6:135-142'den alınmıştır.)

2.2.3. Kristal Oluşumundaki İnhibitör ve Promotör Maddeler

Bilinen inhibitör maddelerden en önemlisi sitrattır. Sitrata, primer olarak kalsiyumun okzalat ya da fosfat ile kompleks oluşumunu engeller. Sekonder olarak kalsiyum okzalatın presipitasyonunu ve bu kompleksin urat ile heterojen nükleasyon oluşturmasını engeller (53, 54).

Magnezyum, okzalat ile kompleks oluşturarak kalsiyumun bağlanmasını önler. Aynı zamanda in vitro olarak kalsiyum okzalat kristallerinin büyümesini engellediği gösterilmiştir (55).

Glikozaminoglikanlar ve mukopolisakkaridlerin de kristal nüveleşmesini önlediği gösterilmiştir. Özellikle heparin sülfatın kalsiyum okzalat monohidrat kristalleriyle güçlü bir ilişkisi olduğu saptanmıştır (56).

Proksimal tübül kaynaklı bir protein olan nefrokalsin, dört izoforma sahiptir ve gama karboksilik asidi daha az içeren iki izoformu taş hastalarında daha fazla saptanır (57). Tamm - Horsfall proteinleri ise distal tübül kaynaklıdır ve kalsiyum okzalat monohidrat kristallerinin çökmesini engeller (58).

Henle lupundaki distal tübül epitelyal hücreleri ile kemik matriksinden sentezlenen ve glikoprotein yapıda molekül olan osteopontin (üropontin), kalsiyum okzalat kristallerinin gelişip büyümelerini önler (59).

Diğer bilinen inhibitör maddeler ise albümin, kalgranulin, glukozaminoglikanlar, inter- α -inhibitör, protrombin F1 fragmanı, pirofosfat, renallitostatin ve RNA / DNA parçacıkları olarak sayılabilir (60).

2.2.4. Matriks

Taşların kristallerden oluşmayan kısmı matriks olarak adlandırılır. %65 protein, %10 su, %9 şeker, %12 organik komponent ve %5 glukozaminden oluşur (61). Taş oluşumundaki kesin rolü henüz tam olarak anlaşılmamıştır.

2.3. Sınıflandırma

2.3.1. İnorganik Taşlar

1. Kalsiyum oksalat
2. Kalsiyum fosfat
3. Kalsiyum oksalat-fosfat, karbonat ve magnezyum amonyum fosfatın değişik kombinasyonları (mikst)
4. Sulfonamid ve fenezopridin taşları gibi çok nadir rastlanan taşlar.

2.3.2.Organik Taşlar

1. Magnezyum amonyum fosfat (strüvit)
2. Ürik asit
3. Sistin
4. Ksantin

2.4. Değerlendirme ve Tanı

2.4.1. Medikal Öykü

Sıvı alım miktarı, diyet, ilaç kullanımı, predispozan hastalık varlığı, aile öyküsü, hematüri ve dizüri sorgulanmalıdır.

2.4.2. Klinik Bulgular

Hasta nonspesifik semptomlara sahip veya asemptomatik olabilir. En sık bulgu ağrıdır ve sıklıkla kolik tarzdadır. Ağrı künt vasıflı da olabilir. Kolik ağrı toplayıcı sistem ya da üreterin obstrüksiyonuna bağlı oluşurken; künt ağrı renal kapsülün gerilimine bağlıdır. Makroskopik ya da mikroskobik hematüri sıklıkla ağrıya eşlik edebilir. Bulantı ve kusma gibi gastroenterolojik semptomlar görülebilir.

Fizik muayenede kostovertebral açı hassasiyetine mutlaka bakılmalıdır. Ateşin olup olmadığı sorgulanmalı ve ateşin olması durumunda piyelonefrit lehine değerlendirilmelidir. İleri derecede hidronefroz varsa fizik muayenede böbrek ele gelebilir.

2.4.3. Görüntüleme Yöntemleri

2.4.3.1. Ultrasonografi (USG)

Taş şüphesi olan hastalarda primer görüntüleme yöntemi USG olabilir. Radyasyon içermemesi ve ucuz bir yöntem olması nedeniyle sıklıkla kullanılır. Gebelerde kullanılabilmesi diğer bir avantajıdır. 5 mm'den büyük taşlarda USG'nin sensitivitesi %96, spesifitesi %100'dür (62).

2.4.3.2. Direk Üriner Sistem Grafisi (DÜSG)

Üriner sistem taşlarında sensitivitesi %44-77, spesifitesi %80-87'dir (63). Eğer hastadan kontrastsız bilgisayarlı tomografi (NKBT) istenecekse DÜSG istemek gereksizdir. Taşların radyo – opak olup olmadığının değerlendirilmesi ve tedavi sonrası takip amaçlı kullanılabilir.

2.4.3.3. Kontrastsız Bilgisayarlı Tomografi

NKBT, son zamanlarda akut yan ağrısı araştırılmasında standart görüntüleme yöntemi haline gelmiş ve yıllardan beri yapılan intravenöz piyelografinin (IVP) yerini almıştır. NKBT ile hem aksiyel hem de koronal planda görüntü alınabilmesi sayesinde taşın vücuttaki 3 boyutlu konumu ve renal anatomi rahatlıkla anlaşılabilir.

NKBT ile DÜSG'de radyolüsen olarak görülen ürik asit ve ksantin taşları da tespit edilmektedir. Taş boyutu, dansitesi ve cilt-taş mesafesi hakkında bilgi sahibi olunabilmektedir. Taş dansitesi ölçümüyle taşın kırılabilirlik olasılığı ve sertliği hakkında bilgi sahibi olunabilir. Bu sayede ESWL başarısı öngörülebilir (64-67).

NKBT'nin dezavantajları olarak renal fonksiyonlar ve toplayıcı sistem anatomisi hakkında yeterli bilgi sağlayamaması gösterilebilir. Bir diğer dezavantajı indinavir taşlarını gösterememesidir (68). NKBT sırasında alınan radyasyon dozunun yüksek olması da dezavantajlarından bir diğeridir. Ancak düşük doz ve ultra düşük doz NKBT'lerin uygulamaya girmesiyle radyasyon riski azaltılabilmektedir (69).

NKBT'nin spesifitesi %94-100, sensitivitesi %92-100 arasında değişmektedir (70-72). Düşük doz NKBT'nin ise yapılan bir meta-analizde sensitivitesi %96,6, spesifitesi %94,9 olarak bildirilmiştir (73).

2.4.3.4. İntravenöz Piyelografi (IVP)

Toplayıcı sistem anatomisi hakkında bilgi sahibi olunmak istediğinde kullanılabilir. Non-opak taşları dolma defekti halinde gösterebilir. NKBT'nin kullanıma girmesiyle standart yöntem olma özelliğini kaybetmiştir.

2.4.3.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Çocuk ve hamileler gibi diğer yöntemlerin kullanılmadığı hastalarda uygulanması düşünülse de taş belirlemede kesin sonuç vermemesi nedeniyle kullanımı önerilmemektedir.

2.5. Tedavi

2.5.1. Böbrek Taşlarının Genel Tedavi Prensipleri

Sanayi devriminden önce taş hastalığı insidansı az olmasına rağmen Hipokrat tarafından ‘**Böbreklerin İlk Hastalığı**’ adı altında nefrolitiazis semptomları bilinmekteydi (74).

Üriner sistem taş hastalığının tanısı konulduktan sonra ilk değerlendirilmesi gereken konu hastalığın ciddiyet derecesidir. Akut renal kolikli hastaların yaklaşık %20-40’ı hastaneye yatmaktadır. Anlamlı bir tıkanıklık, dirençli ve rekürren piyelonefrit atakları, ilerleyici renal fonksiyon bozukluğu ya da geçmeyen ağrı gibi durumlarda bu semptomlara neden olan etkenin ortadan kaldırılması gereklidir.

Taş hastalığı olanların 3 durumda hastaneye yatırılıp takip edilmeleri gerekir. Bunlar; oral tedavi ile semptomları geçmeyen hastalar, soliter böbrekli hastalar ve taş hastalığına enfeksiyon ve yüksek ateşin eşlik ettiği hastalardır.

Taş hastalığı nedeniyle girişim yapılmadan önce taşın boyutuna, kompozisyonuna ve kimyasal yapısına bağlı olarak izlem, medikal ekspulsif tedavi ya da kemoliz tedavisi uygulanabilmektedir (75).

İzlem, asemptomatik kaliks taşlarında önerilmektedir fakat tartışmalı bir konudur (75). İzlem sırasında taşa bağlı obstrüksiyon, enfeksiyon ve ağrı gelişirse ya da taş boyutlarında artış saptanırsa girişim planlanması önerilmektedir (75).

Taşa acil müdahalenin bir avantaj sağlamayacağı ve bu yaklaşımın hasta tarafından da kabul edilmesi durumunda medikal ekspulsif tedavi hastalara önerilebilen bir seçenektir (75). Tedavide genellikle α -blokörler ve kalsiyum kanal blokörleri

kullanılmaktadır (76-80). Yapılan alışmalar genellikle 5 mm'den küçük ve distal üreter yerleşimli taşların spontan düşme oranlarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (81, 82).

Kemoliz tedavisi, genellikle diğer tedavilere yardımcı olarak önerilmekle birlikte bazı durumlarda tek başına da kullanılabilir. Perkütan kemoliz, enfeksiyon ve ürik asit taşlarında bir tedavi seçeneği olarak önerilebilir (83, 84). Oral kemoliz ise yalnızca ürik asit taşlarının tedavisinde önerilen bir yöntem olup idrar alkalizasyonunu sağlamak amaçlanmaktadır (85, 86).

Böbrek taşının çıkarılması amacıyla yapıldığı bilinen ilk operasyonun, 1550 yılında genç bir kızın lomber absesini aan ve 18 adet taş çıkartan Milano'lu Cardan tarafından yapıldığı söylenmektedir. İlk planlı nefrolitotominin ise 1872 yılında Boston şehir Hastanesi'nden William Ingalls tarafından yapıldığına inanılmaktadır. 1967 yılında Smith ve Boyce tarafından anatrofik nefrolitotomi tanımlandı ve staghorn taşların tedavisinde uzun süre altın standart yöntem olarak kabul gördü (87).

1970'lerin başlarına kadar çoğu doktor böbrek taşlarının tedavi edilmeden bırakılmalarının en iyi seçenek olduğuna inanmaktaydılar. Blandy ve Singh'in yaptıkları çalışmada, tedavisiz bırakılan olgularda 10 yıllık mortalitenin %28 olduğunu bildirmeleriyle, bu düşünce de değişti (88).

1900'l yılların başında böbreğe peruktan girişim tanımlanmasına rağmen taş çıkartılması için ilk perkütan girişim 1976 yılında Fernstrm ve Johansson tarafından tanımlandı (89). Açık cerrahiye göre düşük morbidite, maliyet ve kısa hastanede kalış süresi sayesinde kısa zamanda birçok merkezde staghorn taşlarda standart tedavi yöntemi haline geldi.

Son yıllarda fiberoptik ve lazer teknolojisindeki gelişmeler sayesinde reterorenoskopi (URS) ve retrograd intrarenal cerrahi (RIRS) taş hastalığının cerrahi tedavisinde ön plana çıkmaya başladı (75).

1980’li yıllarda Chaussy tarafından ekstrakorporeal şok dalgasıyla litotripsinin (ESWL) bir tedavi seçeneği olarak tanımlanmasıyla taş hastalığında tedavi yaklaşımı tamamen değişti ve 1980-2000 yılları arasında ESWL tedavisi üriner sistem taşlarının çoğunda ilk tedavi seçeneği haline geldi (90).

Mart 2013’te güncellenen Avrupa Üroloji Birliği (EAU) kılavuzlarında proksimal üreter taşlarında ESWL ve URS eşit etkinlikteyken, distal üreter taşlarına URS ilk basamakta önerilmektedir (75). Böbrek taşlarında ise ESWL tedavisi 10 mm’den küçük ve 10-20 mm arasındaki böbrek taşlarında ilk basamak tedavi yöntemi olarak RIRS ile birlikte önerilmektedir (75). Açık cerrahi girişim ise aşağıdaki durumlar hariç artık önerilmemektedir (75):

- Kompleks taşlar
- Başarısız endoskopik girişim
- Morbid obezite
- İntrarenal anatomik anomaliler
- İskelet sistemi deformiteleri
- Geçirilmiş açık cerrahi öyküsü
- Afonksiyone böbrek (nfrektomi) ya da afonksiyone alt pol (parsiyel nefrektomi)
- Hasta isteği
- Endoskopik girişime izin vermeyen ektopik böbrek

2.5.2. Taş Tedavisinde Kullanılan Yöntemler

1. Üreterorenoskopi
2. ESWL
3. Perkütan nefrolitotripsi
4. Açık cerrahi

2.6. Ekstrakorporeal Şok Dalgasıyla Litotripsi (ESWL)

ESWL, 1980 yılında Chaussy ve arkadaşları tarafından ilk defa üroloji pratiğine eklenmiştir(90) ve zaman içerisinde üriner sistem taş hastalığında ilk tedavi seçeneği

haline gelmiştir. Endoürolojik ekipmanlardaki gelişmelere rağmen taşların %90'ının halen ESWL tedavisi için uygun olduğu belirtilmektedir (4-6). Düşük mortalite ve morbidite riski, kolay ulaşılabilir olması ve hasta uyumu ESWL tedavisinin avantajları olarak öne çıkmaktadır.

ESWL; vücut dışından gönderilen ses dalgalarıyla taşın kırılması demektir. Şok dalgalarının medikal olarak kullanılması fikri 1950'li yıllarda ilk defa Rusya'da ortaya çıkmıştır (91). 1974 yılında Dornier firmasının Alman Teknoloji Bakanlığı'nın desteğiyle başlattığı çalışmaları takiben hayvan deneylerinde alınan başarılı sonuçlarla 1980'de Dornier HM-1 cihazıyla insan üzerinde ilk başarılı deneme renal pelvis taşında gerçekleştirilmiştir (90).

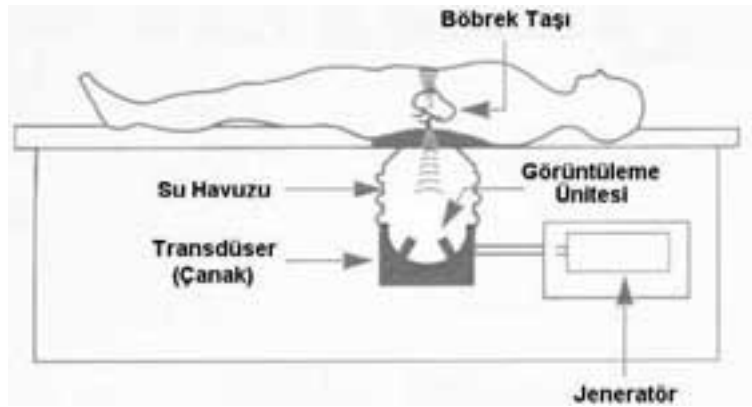
1984 yılında geliştirilen Dornier HM-3 (Dornier Med Tech, Wessling, Almanya), piyasaya pazarlanan ilk ESWL cihazıdır ve yine aynı yıl Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA onayı alarak kullanıma girmiştir (92). Bu cihazda hastanın içine yerleştirildiği bir adet su dolu tank, floroskopi ünitesi ve reflektör bulunmaktaydı. Hastalara ESWL öncesi anestezi verilmesi gerekliliği ve hastanın su tankı içerisinde uzun süre pron pozisyonunda durmasının zorluğu, alt uç taşlarında rahat kullanılamaması, cihazın en büyük dezavantajlarıydı (93).

Daha sonra geliştirilen ikinci kuşak taş kırma cihazlarında teknolojik ilerlemeler ve hasta konforunu artıran yenilikler sağlanmıştır. Tüm teknolojik gelişmelere rağmen yeni geliştirilen litotriptörler ilk kuşak Dornier HM-3'ün başarısını yakalayamamıştır.

2.6.1. ESWL'nin Çalışma Prensibi

ESWL'de temel prensip, vücut dışında oluşturulan şok dalgalarının iletken bir ortam kullanılarak (genellikle su) vücuda yönlendirilmesidir (93). Ses dalgaları, su ve insan vücudu benzer dansitelerde olduğundan kolayca iletilir fakat taş dansitesinin yüksek olması nedeniyle oluşan değişim taşın parçalanmasını sağlar (93). Tüm litotriptörlerde aşağıdaki 4 ana özellik mevcuttur:

1. Şok dalgası üreten enerji kaynağı (elektrohidrolik, elektromanyetik, piezoelektrik)
2. Şok dalgalarının odaklanmasını sağlayan cihaz (elipsoid reflektör, akustik lens)
3. Ara ortam (küvet, su yastığı, jel)
4. Taş lokalizasyon sistemi (floroskopi, ultrasonografi)



Şekil 2.2. ESWL cihazının komponentleri

İşlem esnasında taş lokalizasyonu USG ya da floroskopi ile sağlanmaktadır. Floroskopinin avantajları; üroloğun alışkın olduğu bir yöntem olması ve toplayıcı sistem anatomisini göstermek için kontrast madde kullanımına olanak sağlamasıdır (93).

Dezavantajları ise daha geniş alan gerektirmesi, radyasyon riski ve radyolüsen taşlar için uygun olmamasıdır (93). USG'nin avantajları ise devamlı monitörizasyonla taş lokalizasyonu sağlanması ve radyolüsen taşları radyasyona ihtiyaç olmadan göstermesiyken; dezavantajları ise ürologların USG tecrübelerinin yetersiz oluşu ve USG'nin üreter taşlarını göstermedeki yetersizliğidir (93).

2.6.2. Taş Kırma Mekanizması

Taşın kırılmasını açıklayacak başlıca 4 mekanizma tanımlanmıştır.

2.6.2.1. Kompresyon Fraktürü (Compression)

Şok dalgaları taşta çevredeki idrara göre daha hızlı yol alır ve pozitif bir basınç cephesi yaratılır. Taş odağı, daha genişse yaratılan basınç cephesi taşta dairesel olarak kompresyon yapar ve taş içerisindeki düzensiz alanlar basınçtan etkilenecek taş kırılır (94).

2.6.2.2. Parçalanma (Shattering)

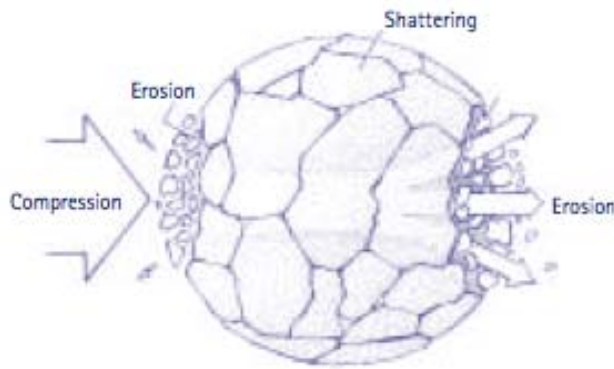
Ses dalgaları taşın arka yüzüne geçince taş-idrar geçiş yüzeyinde bir dansite değişikliği ile karşılaşır. Bunun sonucunda taş üzerinde refleksiyon ve inversiyon etkisi yaratır. Eğer negatif basınç taşta geri dönerse taş üzerinde ve merkezinde mikro-çatlaklar oluşturur (93).

2.6.2.3. Kavitasyon

Şok dalgaları sıvıya doğru geçtiğinde oluşan gerilim ya da negatif basınç dalgaları taş ve sıvı arasındaki yüzeyde kabarcıklar oluşmasına neden olur. Oluşan basınç değişimleri sırasında bu kabarcıklar genişleyip enerjilerini salarak çöker. Bu mekanizma kavitasyon olarak adlandırılır ve taş parçalanması ve oluşan doku hasarında majör rol aldığı kabul edilir (95, 96).

2.6.2.4. Dinamik Yorgunluk

Taş parçalanmasındaki son mekanizmadır ve tüm mekanizmaların bir birleşimi olarak kabul edilir (93).



Şekil 2.3. Taş kırma mekanizmaları

2.6.3. ESWL Başarısını Etkileyen Faktörler ve Teknik Detaylar

Üriner sistem taşlarının %90'ı ESWL ile tedavi edilebilir (4-6). Sağlık hizmetlerinin kolay ulaşılabilir olması ve eğitim seviyesinin artması sayesinde taş hastalıklarının tanısı daha erken konmaya başlamıştır. Bu durum ESWL tedavisine imkan sağlamaktadır. ESWL'nin başarısı çok çeşitli faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler sırasıyla; taşın büyüklüğü, taşın içeriği (sertliği), taşın yerleşim yeri, hastanın genel fiziki durumu, hasta uyumu ve cihazın gücü olarak sayılabilir (75).

ESWL tedavisi öncesinde mevcut radyolojik tetkiklerle taşın büyüklüğü, yerleşim yeri, sertliği ve yerleşim yerinin anatomik özellikleri iyice belirlenmelidir. Bu amaçla çoğu zaman IVP ve NKBT'ye ihtiyaç duyulur. NKBT ile taşın sertliği Hounsfield ünitesi (HU) ölçülerek belirlenir. Ortalama yoğunluğu 1000 HU'nin üzerinde olan hastaların ESWL tedavisinden fayda görme şansları düşüktür (64). Bruşit, kalsiyum okzalat monohidrat ve sistin taşları gibi sert taşlar ESWL ile kırılmayabilir ve cerrahi tedavi gereksinimi ortaya çıkabilir (97).

Hasta uyumunu sağlamak ESWL tedavisinin başarısını arttırmak için önemli bir faktördür. Tedavi sırasında oluşan ağrı, hastanın hareket etmesine neden olarak odaklanmada sorun yaratır. Bu durum tedavi başarısızlığına yol açabileceği gibi hastanın tedaviyi yarıda bırakmasına da neden olabilir. ESWL öncesi uygun analjezik tedavi verilerek ya da hastanın ağrı eşiğinin çok düşük olduğu durumlarda anestezi uygulanarak tedavi başarısı artırılabilir (98).

ESWL tedavisi sırasında ortalama 14-21 kV güç uygulanmaktadır. Tedaviye düşük enerjiyle başlayıp zamanla gücü artırmanın tedavi başarısı oranlarını %72'den %96'ya yükselttiği (99)ve aynı zamanda vazokonstrüksiyona neden olarak böbrek hasarı ihtimalini azalttığı gösterilmiştir (100).

ESWL tedavisinde kullanılan şok dalgalarının sayısının alt ve üst sınırları hakkında genel bir fikir birliği olmamakla birlikte (101); dalga frekansı 120'den 60-90 aralığına düşürüldüğünde tedavi başarısının arttığını gösteren çalışmalar mevcuttur (102).

2.6.4. ESWL Tedavisi İçin Kontrendikasyonlar

ESWL tedavisinin kontrendike olduğu bazı durumlar vardır. Bunlar:

- Gebelik (fetüs üzerindeki potansiyel etkileri nedeniyle) (103),
- Kanama diyatezleri (işlemden 24saat önce ve 48 saat sonrasını kapsayacak şekilde düzeltilmelidir) (104),
- Üriner sistem enfeksiyonları (75),
- Odaklanmayı güçleştirmesi nedeniyle ciddi iskelet deformiteleri (75),
- Taşa yakın bölgelerde anevrizma olması (105),
- Taşın distalinde olan üriner sistem obstrüksiyonları (75).

Koagülopatisi olan hastalarda (altta yatan hastalık ya da ilaç kullanımı) ESWL tedavisi, koagülopatiyeye neden olan durum düzeltildikten sonra uygulanabilir (106).

2.6.5. ESWL Tedavisi ve Stent Uygulaması

ESWL tedavisi öncesinde rutin olarak stent takılmasının taşsızlık oranlarını artırmadığı bilinmektedir (107). JJ stentler, renal kolik ve obstrüksiyon riskini azaltırlar fakat taş yolu ve enfektif komplikasyonlar üzerine herhangi bir etkileri yoktur (108).

Stentler her ne kadar obstrüksiyonu engelleseler de mukoid ya da pürülan materyaller stenti tıkayabilir ve bu durum piyelonefrit riskini artırmaktadır. Eğer stentli bir hastada ateş oluyor ve stentin doğru yerde olduğu gösterilebiliyorsa geç kalınmadan stentin yenisiyle değiştirilmesi önerilmektedir (75).

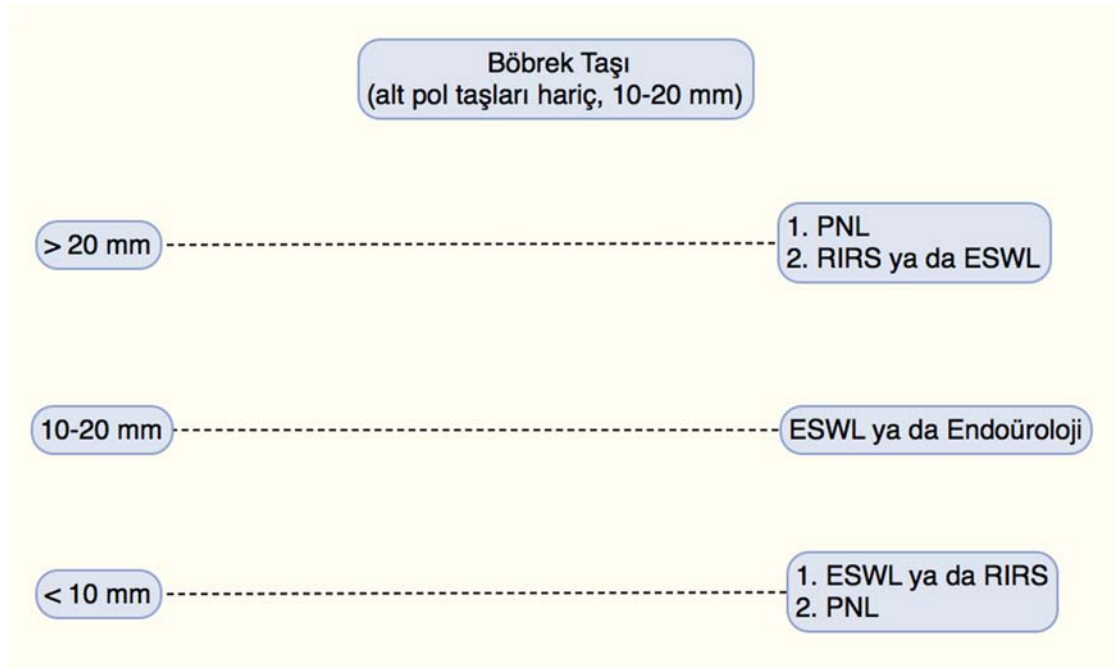
Stent konulması cerrahi bir işlem olduğundan olası komplikasyonlar da göz ardı edilmemelidir. Ayrıca stent takılan hastalarda pollaküri, dizüri, ani idrar sıkışmaları ve suprapubik ağrı şikayetleriyle sıklıkla karşılaşmaktadır (109).

2.6.6. ESWL Endikasyonları

2.6.6.1. Böbrek taşlarında ESWL

Teorik olarak görülebilen bütün böbrek taşlarının ESWL ile kırılması mümkündür. Ancak her taşın tedavisinde aynı başarı elde edilememektedir. ESWL tedavisinde genel başarı oranları %80 olarak bildirilse de bu oran klinikler arasında farklılıklar göstermektedir (110). ESWL tedavisinin başarı oranlarını yüksek tutabilmek için tedaviye uygun hasta seçimine dikkat etmek önemlidir.

Alt pol taşları dışında 2 cm'den küçük taşlar için ESWL tedavisi çok başarılı sonuçlar vermektedir (111-113) ve bu grup taşlarda ESWL ilk seçenek tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir (75).



Şekil 2.4. Alt pol dışındaki böbrek taşlarında tedavi seçenekleri

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 48'den uyarlanmıştır.

Alt pol taşlarında ise ESWL'nin başarısı %25-85 arasında değişmektedir (75). Bunun sebebi olarak kırılan taş parçalarının dökülememesi nedeniyle kaliks içinde kalması ve rekürren taş olarak görülmesidir. Bu nedenle özellikle 1,5 cm'den büyük alt kaliks

taşlarında ESWL'den önce endoskopik girişimlerin uygulanması tartışılmaktadır (114).

Alt pol taşları ESWL tedavisi için değerlendirilirken aşağıdaki faktörler göz önünde bulundurulmalıdır (115):

- İfundibulopelvik açının dik olması,
- İfundibulumun dar olması (<5 mm),
- Alt kaliksin uzun olması (>10 mm).



Şekil 2.5. Alt pol taşlarında tedavi seçenekleri

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 48'den uyarlanmıştır.

2 cm'den büyük taşlara ESWL yerine PNL uygulanması önerilmektedir. Çünkü bu taşlarda çoklu ESWL tedavisi, ESWL sonrası obstrüksiyon ve ek tedavi gereksinim riski fazladır (114).

Tablo 2.1. Böbrek taşlarında ESWL başarısını olumsuz etkileyen faktörler

ESWL rezistan taşlar (kalsiyum okzalat monohidrat, bruşit, sistin)
Dik infundibulopelvik açısı
Uzun alt pol kaliksi (>10 mm)
Dar infundibulum (<5 mm)

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 47'den uyarlanmıştır.

2.6.6.2. Üreter taşlarında ESWL

Üreter taşlarında tedavi seçimi yaparken dikkat edilecek en önemli faktörler taşın yeri ve büyüklüğüdür. Üreter taşları için ESWL başarısı değerlendirildiğinde üst uç taşlarında başarı oranı %85’ken alt uca inildiğinde başarı oranı da %70’e düşmektedir (75).

Tablo 2.2. ESWL ve URS tedavisi sonrası taşsızlık oranları

Taş yerleşimi ve boyutu	ESWL		URS	
	Hasta sayısı	SFR / %95 CI	Hasta sayısı	SFR / %95 CI
Distal üreter	7217	%74 (73-75)	10372	%93 (93-94)
≤ 10 mm	1684	%86 (80-91)	2013	%97 (96-98)
> 10 mm	966	%74 (57-87)	668	%93 (91-95)
Orta üreter	1697	%73 (71-75)	1140	%87 (85-89)
≤ 10 mm	44	%84 (65-95)	116	%93 (88-98)
> 10 mm	15	%76 (36-97)	110	%79 (71-87)
Proksimal üreter	6682	%82 (81-83)	2448	%82 (81-84)
≤ 10 mm	967	%89 (87-91)	318	%84 (80-88)
> 10 mm	481	%70 (66-74)	338	%81 (77-85)

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 50’den uyarlanmıştır.

CI: Güven aralığı SFR: Taşsızlık oranı

10 mm’den küçük proksimal üreter taşlarında URS ve ESWL başarısı benzer olarak bildirilmektedir (116). Ancak taş boyutu arttıkça ve distale doğru gidildikçe bu oran URS lehine dönmektedir. Bu nedenle EAU kılavuzlarında da 10 mm’den küçük proksimal üreter taşları için birinci tercih tedavi olarak ESWL önerilirken; distal üreter taşlarında birinci basamak tedavi olarak URS önerilmektedir (75).

Tablo 2.3. Üreter taşlarında önerilen tedavi seçenekleri

Taş yerleşimi ve boyutu	Birinci tercih	İkinci tercih
Proksimal üreter < 10 mm	ESWL	URS
Proksimal üreter > 10 mm	URS (retrograd ya da antegrad) ya da ESWL	
Distal üreter < 10 mm	URS ya da ESWL	
Distal üreter > 10 mm	URS	ESWL

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 51'den uyarlanmıştır.

2.6.7. ESWL Sonrası Takip ve Tedavi

ESWL tedavisi sonrasında fragmente olan taş parçalarının dökülmesi zaman alacağından kontrolün 2-3 hafta sonra yapılması önerilmektedir. Tedavi sonrası USG ya da DÜSG ile yapılan kontrollerde taş görülmemesi tedavinin başarılı olduğunun belirtecidir.

Tedavi sonrasında görülebilen rezidüel fragmanlar, anatomik yapıdan dolayı ve yer çekiminin etkisiyle en çok alt kalikte birikirler (75). ESWL sonrası oluşan rezidüel fragmanlar klinik olarak önem taşıyabilirler. Bunun nedeni; bu fragmanların temelinde heterojen nükleasyonla yeni taşların oluşabilmesi, persistan idrar yolu enfeksiyonlarının gelişebilmesi ve bu fragmanların yer değiştirmesiyle obstrüksiyona neden olmaları ya da hareketlere bağlı semptomların gelişmesidir (117, 118). Özellikle enfeksiyon taşları için rezidüel fragmanlar nedeniyle yeni taş oluşma ihtimali daha fazladır (119).

Kırılan bu taş parçalarının dökülmesini kolaylaştırmak için hastalara bol sıvı alımı, hareket, sıcak su banyoları ve taş alt kaliksteysse aralıklarla baş aşağı durma egzersizleri önerilebilir (120). Medikal ekspulsif tedavi kullanımının faydalı olduğu bildirilmiştir (98). Eğer hasta semptomatikse ek girişimler gerekebilir (75). Kortikosteroidlerin kullanımının da faydalı olabileceği düşünülmese de rağmen bu konuda henüz yeterli veri bulunmamaktadır (121).

2.6.8. ESWL Tedavisinin Komplikasyonları

ESWL tedavisi ülkemizde yaygın şekilde kullanılan ve kolay ulaşılabilir hale gelmiş bir tedavi yöntemidir ve her tedavi yönteminde olduğu gibi ESWL tedavisinin de komplikasyonları bulunmaktadır. PNL ve URS ile karşılaştırıldığında, ESWL'nin komplikasyonlarının sayısı ve sıklığı azdır (114, 122).

Tedavi süresince hastanın ağrı eşiğine bağlı olarak şiddeti değişmekle birlikte renal kolik sık görülen bir durumdur ve basit ağrı kesicilerle tedavi edilebilir (123) ve fragmanların düşürülmesi için medikal ekspulsif tedavi verilebilir (75).

Tedavide amaç hastayı taşsız hale getirmek olduğundan rezidüel fragmanlara yaklaşım önemlidir. 5 mm'nin altındaki parçalar spontan düşme olasılıkları yüksek olduğu için medikal tedavi ile takip edilebilirler (75). Eğer kalan parçalar 5 mm'den büyükse bu fragmanların temelinde pediatrik grupta %23-33, erişkinlerde ise %22 oranında yeniden taş oluşma riski vardır (124) ve bu grupta taşsızlığın sağlanması için ikinci bir girişim yapılması (ESWL, RIRS) önerilmektedir (75).

Taş yolu, ESWL tedavisi sonrasında %4-7 oranında görülmektedir (125) ve oluşumundaki ana faktör taş boyutudur (126). 15 mm'den büyük taşlarda ESWL tedavisi öncesinde JJ stent takılmasının taş yolu oluşumunu azalttığına dair veriler mevcuttur (127). Asemptomatik olgular medikal tedavi ile takibe alınmalıdırlar. Eğer hastalar semptomatik duruma geçerlerse ikinci bir girişim (ESWL, RIRS, URS) idrar yolu enfeksiyonu varlığına dikkat edilerek uygulanmalıdır.

ESWL tedavisi öncesinde antibiyotik profilaksisi rutin bir uygulama değildir. Ancak işlem öncesinde idrar tetkiki ve kültürü mutlaka yapılmalı ve enfeksiyon varlığında uygun antibiyoterapi verilmelidir. Bu sayede ESWL sonrası enfeksiyon riski (%7-23) azaltılmış olup sepsis (%1) neredeyse hiç görülmemektedir (124, 128).

Deride morarma ve hematüri, görülen geçici komplikasyonlardandır. Bu bulgular ESWL'ye bağlı doku travması nedeniyle oluşurlar ve nadiren transfüzyon gerektirirler (124). Renal hasarı önlemek amacıyla toplam vuruş sayısı ile frekansı azaltmak ve gücü kademeli olarak artırmak fayda sağlayabilir (102). Renal hematom

oluşması durumunda genellikle konservatif tedavilerle takip yeterlidir fakat bazı durumlarda girişim gerekebilir (4, 129).

ESWL tedavisi sonrası bazı hastalarda kardiyak ritim bozuklukları bildirilmiş olsa da hayati tehlike yaratan durumlarla oldukça nadir olarak karşılaşılmaktadır (124, 130). ESWL sonrası erken dönemde hastaların %8’inde hipertansiyon bildirilmesine rağmen uzun dönemde bu durumun kalıcı hale gelmediği görülmüştür (124).

Bağırsak yaralanmaları, karaciğer ya da dalak yaralanmaları; mide, duodenum ya da kolon mukozasında erozyon; pankreatit ve özellikle pediatrik grupta akciğer yaralanmaları oldukça nadir görülen komplikasyonlardır (131-135).

Tablo 2.4. ESWL ile ilişkili komplikasyonlar

Komplikasyonlar		%
Taş fragmanlarına bağlı	Taş yolu	4- 7 (125, 136, 137)
	Rezidüel fragmanların yeniden büyümesi	21 – 59 (124)
	Renal kolik	2- 4 (123)
Enfeksiyöz	Enfeksiyon dışı taşlarda bakteriüri	7.7 – 23 (124, 128)
	Sepsis	1 - 2.7 (124, 128)
Doku etkisi	Renal	
	Hematom, semptomatik	<1 (4, 129)
	Hematom, asemptomatik	4 – 19 (4, 129)
	Kardiyovasküler	
	Disritmi	11 – 59 (124, 130)
	Morbid kardiyak olaylar	Olgu bildirimi (124, 130)
	Gastrointestinal	
	Bağırsak perforasyonu	Olgu bildirimi (132, 134, 135)
	Karaciğer/dalak hematomu	Olgu bildirimi (131, 133, 134)

EAU Guidelines on Urolithiasis 2013 sf. 27’den uyarlanmıştır.

3. YÖNTEM ve GEREÇ

3.1. Hasta Seçimi

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı Kliniği'nde Kasım 2009 – Mart 2014 tarihleri arasında 7 mm ile 20 mm arasındaki böbrek taşları nedeniyle ESWL uygulanan 296 hastanın verileri retrospektif olarak incelendi. 18 yaşından küçük olanlar, kanama diyatezi olanlar ve ESWL öncesi BT ile taş dansitesi değerlendirilmeyen hastalar çalışma dışında bırakıldı. 120 hasta çalışmaya uygun bulundu.

Tüm hastalara işlem öncesinde ayrıntılı bilgi verildi ve onamları alındı. ESWL öncesi ayrıntılı fizik muayene yapıldı ve sistemik hastalıkları sorgulandı. NKBT'leri incelendi ve taş boyutu, yerleşimi ve dansitesi ile cilt taş mesafesi kaydedildi. Tüm hastalara tek seans ESWL uygulandı ve hastalar 1 ay sonra değerlendirilmek üzere kontrole çağrıldı.

3.2. ESWL Başarısının Değerlendirilmesi

Hastalar ESWL sonrası 1. ayda NKBT ve USG ile değerlendirildi. NKBT, üriner sistem radyolojisinde uzman tek bir radyolog tarafından değerlendirildi. NKBT'ler 1 mm kesit aralığında ve kontrast madde kullanılmadan çekildi. ESWL sonrası görüntüleme yöntemlerinde 4 mm'den küçük rezidü taş görülmesi (klinik önemsiz rezidüel fragman) ya da taş görülmemesi; taşsızlık ve ESWL tedavisinde başarı olarak kabul edildi. Sonuçların değerlendirilmesinde, ESWL tedavisi başarılı olan grup ile olmayan gruplar arasındaki taşların dansiteleri, yerleşimleri, boyutları ve cilt-taş mesafeleri karşılaştırıldı. Taş dansitesinin, yerleşiminin, boyutunun ve cilt-taş mesafesinin ESWL başarısına olan etkileri değerlendirildi ve ESWL başarısının taş dansitesi için bir eşik değer ile ilişkili olup olmadığı incelendi.

İstatistikler için 'SPSS for Windows v.15.0' programı kullanıldı. Analizlerde; Mann-Whitney U, Wilcoxon W, Pearson Ki - Kare testleri ve lojistik regresyon analizleri ile ROC analizleri kullanıldı güven aralığı %95 ve $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen 120 olgunun yaş aralığı 19-72, ortalama yaş 42,65 ($\pm 14,3$) ve ortanca yaş 42 (19 – 72) olarak saptandı. Hastaların 65'i (%54,2) erkek, 55'i (%45,8) kadındı. Hastaların ortalama VKİ değerleri 23,32 kg/m² ($\pm 3,66$) ve ortanca VKİ 22,45 kg/m² (18,1 – 31,3); taş boyutu ortalama 11,95 mm ($\pm 2,66$), ortanca 12 mm (7 – 20); taş dansitesi ortalama 898,75 HU ($\pm 240,53$), ortanca 960,5 HU (402 – 1425) ve cilt – taş mesafesi ortalama 96,23 mm ($\pm 23,86$), ortanca 90,5 mm (54 – 175) olarak hesaplandı (Tablo 5). Hastalardaki taşların yerleşimleri ve hangi tarafta oldukları da Tablo 5'de gösterilmiştir.

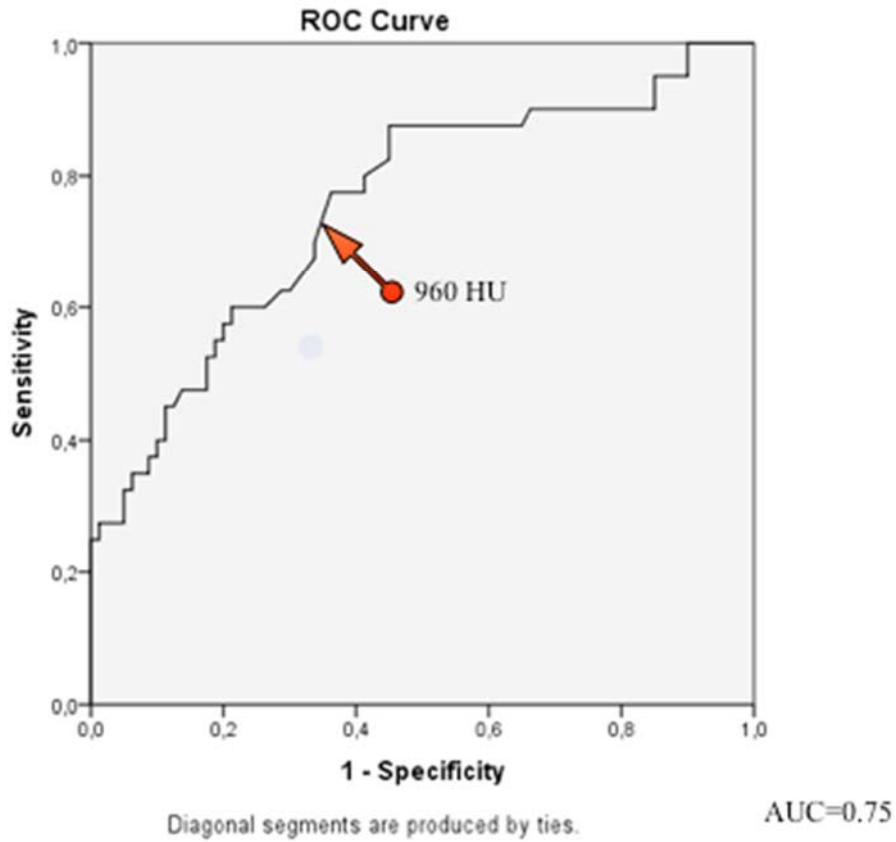
Tablo 4.1. Hastaların demografik özellikleri

N=120		
Yaş (mean $\pm$ SD)		42,65 ($\pm 14,3$)
VKİ (mean $\pm$ SD)		23,32 kg/m ² ($\pm 3,66$)
Taş Boyutu (mean $\pm$ SD)		11,95 mm ($\pm 2,66$)
Taş Dansitesi (mean $\pm$ SD)		898,75 HU ($\pm 240,53$)
Cilt-taş mesafesi(mean $\pm$ SD)		96,23 mm ($\pm 23,86$)
Cinsiyet	Erkek	65 (%54,2)
	Kadın	55 (%45,8)
Taraf	Sağ	69 (%57,5)
	Sol	51 (%42,5)
	Üst	33 (%27,5)
	Orta	22 (%18,3)
Yerleşim	Alt	20 (%16,7)
	Pelvis	45 (%37,5)

Çalışma sonunda 80 hastada (%66,7) taşsızlık sağlanırken 40 hastada (%33,7) rezidü taş saptandı. Taşsızlık sağlanan hastaların 28'inde (%23,3) klinik önemsiz rezidüel fragman (KÖRF) mevcuttu.

Taş dansitesi ile ESWL başarısı arasındaki ilişki incelendiğinde taşsızlık sağlanan grubun ortalama taş dansitesi 826,8 HU ($\pm 212,71$) ve ortanca taş dansitesi 869,5 HU

(402 – 1187); rezidü taşı kalan grubun ise ortalama taş dansitesi 1042,67 HU ($\pm$ 230,25) ve ortanca taş dansitesi 1024 HU (498 – 1425) olarak saptandı. Taş dansitesi ile ESWL başarısı arasındaki ilişki için bu değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü ($p<0,001$) (Tablo 6). Taş dansitesi için yapılan ROC analizinde eğri altında kalan alan (AUC) 0.75 olarak bulundu. Bu analizde, ESWL tedavisi sonrasında taşsızlığı öngörmeye 960 HU değerinin %77,5 duyarlılık ve %64 özgüllük değerlerine sahip olduğu saptandı (Şekil 6).



Şekil 4.1. 960 HU değerinin %77,5 duyarlılık ve %64 özgüllük ile ESWL tedavisi sonrasında taşsızlığı saptamada anlamlı olduğunu gösteren ROC eğrisi.

Cilt – taş mesafesi ile ESWL başarısı arasındaki ilişki incelendiğinde taşsızlık sağlanan grupta ortalama mesafe 89,34 mm ($\pm$ 17,42) ölçülürken; rezidü taşları kalanlarda mesafe 110,02 mm ($\pm$ 28,81) olarak bulundu. İstatistiksel olarak, cilt- taş mesafesinin ESWL başarısı üzerine anlamlı etkisi olduğu görüldü ($p<0,001$) (Tablo 6).

Taş boyutu ile ESWL başarısı arasındaki ilişki incelendiğinde taşsızlık sağlanan grupta ortalama taş boyutu 11,6 mm ($\pm 2,52$) ve ortanca taş boyutu 11 mm (7 – 17); rezidü taşları kalan grupta ise ortalama taş boyutu 12,65 mm ($\pm 2,84$) ve ortanca taş boyutu 12 mm (8 – 20) olarak saptandı. İki grup karşılaştırıldığında taşsızlık sağlanan grupta taş boyutu daha küçük olmasına rağmen aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($p=0,053$) (Tablo 6).

Hastalar ESWL başarısını değerlendirmek için taş yerleşimlerine göre de değerlendirildi. Alt kaliks yerleşimli taşı olan 20 hastadan 9’unda (%45), orta kaliks yerleşimli taşı olan 22 hastadan 15’inde (%68,2), üst kaliks yerleşimli taşı olan 33 hastadan 21’inde (%63,6) ve renal pelvis yerleşimli taşı olan 45 hastadan 35’inde (%77,8) ESWL tedavisi sonrasında taşsızlık sağlandığı görüldü (Tablo 6).

Tablo 4.2. Taş özelliklerine göre ESWL başarısı.

	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>	<i>P</i>
Dansite (mean $\pm$ SD)	826,8 HU ($\pm 212,71$)	1042,67 HU ($\pm 230,25$)	<0,001
Cilt-taş mesafesi (mean $\pm$ SD)	89,34 mm ($\pm 17,42$)	110,02 mm ($\pm 28,81$)	<0,001
Boyut (mean $\pm$ SD)	11,6 mm ($\pm 2,52$)	12,65 mm ($\pm 2,84$)	0,053
Yerleşim	Üst	21 (%63,6)	12 (%36,4)
	Orta	15 (%68,2)	7 (%31,8)
	Alt	9 (% 45)	11 (% 55)
	Pelvis	35 (% 77,8)	10 (% 22,2)

Taş yerleşimleri (bulunduğu yerler) tek başlarına ESWL başarısı için değerlendirildi. Alt kaliks yerleşimli taşlardaki ESWL başarısı, üst kaliks ve orta kaliks taşlarındaki ESWL başarısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermezken (sırasıyla $p=0,185$, $p=0,129$), alt kaliks taşları ile pelvis taşları arasındaki ESWL başarısı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,009$) (Tablo 7). Ayrıca, pelvis taşları, üst ve orta kaliks taşları bir grup olarak değerlendirildiğinde ve bu grup alt kaliks taşlarıyla karşılaştırıldığında; ESWL başarısının yine istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (%71 vs. %45; $p=0,024$) (Tablo 7).

Tablo 4.3. Alt kaliks taşlarıyla diğer grupların ESWL başarılarının karşılaştırılması.

	<i>Başarılı</i>	<i>Başarısız</i>	<i>p değeri</i>
Alt Kaliks	9 (%45)	11 (%55)	0,129
Orta Kaliks	15 (%68,2)	7 (%31,8)	
Alt Kaliks	9 (%45)	11 (%55)	0,185
Üst Kaliks	21 (%63,6)	12 (%36,4)	
Alt Kaliks	9 (%45)	11 (%55)	0,009
Pelvis	35 (77,8)	10 (%22,2)	
Alt Kaliks	9 (%45)	11 (%55)	0,024
Orta Kaliks + Üst Kaliks + Pelvis	71 (%71)	29 (%29)	

Yapılan çok değişkenli analizlerde taş dansitesi ($p=0,002$; OR:1,004 [1,001-1,006]), cilt – taş mesafesi ($p=0,005$; OR:1,030 [1,009-1,051]) ve taşın alt kaliks yerleşimli olmasının ($p=0,047$; OR:3,193 [1,018-10,018]) taşsızlık sağlamada anlamlı olduğu saptandı. Taş boyutu ise taşsızlığı göstermede istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,151$). Taş dansitesi, taş yerleşimi ve cilt – taş mesafesi birlikte değerlendirildiklerinde, bu hasta grubunda, ESWL sonrası taşsızlığı %92,5 oranında öngördükleri saptandı.

5. TARTIŞMA

Böbrek taşı insanlık tarihinde bilinen en eski hastalıklardan biri olup bu rahatsızlığı tedavi etmek için eski çağlardan beri çok çeşitli yöntemler denenmiştir. 1550 yılında yapıldığı düşünülen açık nefrolitotomiden itibaren taş hastalığı için çok çeşitli tedavi yöntemleri geliştirilmiştir. İkinci Dünya Savaşı sırasında ses dalgaları üzerine yapılan çalışmalar sayesinde 1980'li yıllarda ESWL tedavisi üroloji pratiğine girmiş ve kısa zaman içerisinde kendisine taş hastalığının tedavisinde önemli bir yer edinmiştir.

Avrupa Üroloji Birliği (EAU) ve Amerikan Üroloji Birliği (AUA) tarafından yayınlanan taş hastalığı kılavuzlarında 2 cm'den küçük böbrek taşları için ilk basamak tedavi seçeneği olarak ESWL önerilmektedir. Bazı istisnai durumlar ve yeni kullanıma giren teknikler (retrograd intrarenal cerrahi gibi) dışında ESWL'nin birinci basamak tedavideki yeri hemen hemen hiç değişmemiştir.

Zaman içerisinde daha sık ve daha başarılı şekilde uygulanan ESWL tedavisi için başarının değerlendirilmesi ve başarıyı öngörebilecek faktörlerin tanımlanması; cevap verilmesi gereken bir soru olarak ortaya çıkmıştır. Her ne kadar ESWL tedavisi, taş hastalığında kullanılan diğer tedaviler kadar invaziv bir tedavi yöntemi olmasa da gerek işlem öncesi hastalara anestezi uygulanabilmesi, gerekse de ESWL tedavisi sonrasında ek girişimlere ihtiyaç duyulabilme ihtimali nedeniyle hangi hastaların bu işlemten fayda görebileceklerini öngörmek ve tedavi planını buna göre çizmek önemlidir.

Literatürde ESWL başarısını öngörmeye kullanılabilecek çeşitli faktörler araştırılmıştır. Cilt – taş mesafesi, taş boyutu, taşın yerleşimi ve taş dansitesi gibi faktörlerin üzerine yapılmış çalışmalar mevcuttur (65, 138-141). Bu çalışmalar ışığında tedavi başarısını öngörmeye hangi faktörlerin kullanılabileceği konusu hala netleşmemiştir.

Miller ve arkadaşlarına göre ESWL, erişkindeki taşların tedavisinde %90 gibi yüksek bir oranda başarılı olmaktadır (5). Ancak bu başarıyı çeşitli faktörler etkilemektedir. Taş boyutu, yeri ve kompozisyonu, hastanın yapısal özellikleri ve litotriptörün

özellikleri bu başarıyı etkileyen faktörler arasında yer alır. Bu faktörlere bağlı olarak ESWL tedavisinin sonucu ve tekrar tedavi oranları değişmektedir (75).

Taş yerleşiminin ESWL başarısı üzerine etkisi literatürde sıklıkla incelenen bir konudur. Renal pelvis yerleşimli taşların, kaliks taşlarına oranla ESWL tedavisinden daha fazla fayda gördükleri bildirilmektedir (142). Aynı zamanda üst kalikte yerleşen taşlar da diğer kalikslerdeki taşlara göre ESWL tedavisine daha iyi cevap vermektedirler (142, 143). Çalışmamızda, pelvis taşlarında ESWL başarısı özellikle alt kaliks taşlarındaki ESWL başarısından anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p=0.009$). Yine, pelvis taşları ile orta ve üst kaliks taşları bir grup olarak alındığında da, bu grupta ESWL başarısı alt kaliks taşlarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p=0.024$). Ayrıca taş yerleşiminin alt kalikte olmasının, ESWL sonrası taşsızlık açısından çok değişkenli analizde de anlamlı parametre olduğu çalışmamızda tespit edildi. Bu verilerimiz literatürle genel anlamda uyumluluk göstermektedir. Öte yandan, çalışmamızda alt kaliks taşlarında ESWL başarısı, üst veya orta kaliks taşlarından sayısal değer olarak daha düşük bulunsada, aradaki fark istatistiksel anlamlılık göstermemektedir. Bu bulgu gruplardaki hasta sayılarının nispeten az olmasına bağlanabilir.

Son zamanlarda taş hastalığı tanısında NKBT'nin yeri oldukça artmış ve IVP'nin yerine geçerek tanı için ilk basamakta kullanılan görüntüleme yöntemi olmuştur. Bunda NKBT'nin taşları göstermedeki yüksek sensitivite ve spesifitesinin önemi büyüktür (64, 69, 72). Ayrıca NKBT, üriner sistem ve abdominal organları ve bunların anomalilerini de oldukça iyi bir şekilde gösterdiği için günümüzde IVP'den daha sık tercih edilmeye başlanmıştır. NKBT'nin bu yaygın kullanımı yalnızca taş tanısı koymayı kolaylaştırmakla kalmamış; taş hastalığı tedavisinin seçiminde ve seçilen tedavi yönteminin başarısını öngörmeye de kullanılmaya başlanılmıştır. Bu sayede ESWL tedavisi için NKBT'deki taş boyutu, cilt – taş mesafesi ve taş dansitesi ölçümü gibi parametreler tedavi başarısını öngörebilecek faktörler olarak düşünülmüştür (64, 138, 144).

Genel anlamda taş boyutu, ESWL başarısını öngörmenin yanı sıra, tedavi yönteminin seçiminde önemlidir. AUA ve EAU kılavuzlarında önceleri 2 cm'ye

kadar olan taşlarda ESWL ilk basamak tedavi yöntemi olarak önerilirken, son zamanlarda ön plana çıkmaya başlayan retrograd intrarenal cerrahi, 10 – 20 mm arası boyuttaki taşlarda ESWL ile beraber önerilen bir tedavi seçeneği haline gelmiştir (75).

Literatürde ESWL başarısı ile taş boyutu arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır (64, 138, 141, 142, 144-148). Bu çalışmalarda taş boyutu ile ESWL başarısı arasındaki ilişki net bir şekilde ortaya konmuştur. Çalışmamızda taş boyutu ile ESWL başarısı arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlı görünmese de ($p=0.053$); taşsızlık sağlanan grubun ortalama taş boyutu diğer gruptan daha küçüktür. Ancak, çok değişkenli analizde de taş boyutu ESWL sonrası başarıyı öngörmeye anlamlı bulunmamıştır. Bu duruma, literatürdeki benzer çalışmalarda da rastlanılmakta olup, çalışmaya dahil edilen hastaların taş boyutlarının genel anlamda homojen olmasının (çalışmamızda 7-20 mm arası taşlar), bunun nedeni olduğu düşünülmektedir (142, 149).

NKBT'nin yaygın kullanımıyla literatürde araştırma konusu olan bir başka faktör de cilt – taş mesafesidir. Cilt – taş mesafesi düşük olan hastalarda ESWL tedavisi sonrası taşsızlık sağlanma oranlarının daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (138, 141, 149). Özellikle; Pareek ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada cilt – taş mesafesi 10 cm'nin üzerine çıktığında ESWL başarısının belirgin şekilde azaldığını göstermişlerdir ($p<0.01$) (138). Çalışmamızda da, cilt – taş mesafesi uzun olan grupta kısa olanlara göre ESWL başarısı istatistiksel olarak anlamlı olacak şekilde daha düşüktür (110,02 vs. 89,34; $p<0.001$). Çok değişkenli analizde de cilt-taş mesafesi ESWL başarısı için, anlamlı parametre olma özelliğini devam ettirmiştir. Bunun nedeni; şok dalgasının odaklanmasının cilt-taş mesafesi uzun olanlarda daha zor yapılabilmesi ve şok dalgasının taşa ulaştığındaki gücünün daha zayıf olması olarak açıklanabilir.

ESWL başarısını öngörmeye üzerinde durulan faktörlerden biri de taş dansitesidir. NKBT ile ölçülen taş dansitesinin ESWL başarısıyla korele olduğu bildirilmiştir (64). 1000 HU değerinin üzerinde dansiteye sahip taşların diğerlerine oranla ESWL tedavisine daha kötü yanıt verdiği EAU kılavuzlarında bildirilmektedir (64, 75).

Gupta ve arkadaşları; çalışmalarında, 750 HU değerinin ESWL başarısı için bir eşik değeri olduğunu bildirmişlerdir (144). Ouzaid ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada başarılı bir ESWL tedavisini öngörmeye yardımcı olacak taş dansitesi eşik değerinin 970 HU olduğunu bildirmişlerdir (142). Biz de çalışmamızda ESWL başarısını öngörmeye 960 HU değerinin %77,5 duyarlılık ve %64 özgüllükle başarılı olduğunu gösterdik. Çok değişkenli analizde de taş dansitesi EWSL başarısı için anlamlı parametre olma özelliğini devam ettirdi.

Çalışmamızdaki kısıtlamalardan birisi ESWL tedavisi sonrası kontrolün 4 hafta sonra yapılması olarak görünmektedir. 4 – 6 mm arasındaki rezidüel fragmanlar 3 aya kadar kendiliğinden ya da medikal ekspulsif tedavi ile düşebileceklerinden (75), çalışmamızda ESWL başarısızlığı, olduğundan daha yüksek çıkmış olabilir. Osman ve arkadaşları, yaptıkları çalışmada rezidüel fragmanların %78,6'sının spontan olarak düştüğünü göstermişlerdir (118). EAU kılavuzlarında da ESWL tedavisi sonrasında verilecek medikal ekspulsif tedavinin rezidüel fragmanların düşüşünü kolaylaştırdığı bildirilmektedir (75).

960 HU değeri ESWL başarısını öngörmeye anlamlı bir faktör olsa da çalışmamızdaki 12 hastanın ESWL tedavisi, taş dansiteleri 960 HU değerinden fazla olmasına rağmen başarılı olmuştur. Bu durum ESWL başarısını öngörmeye tek bir faktörden çok; taş yerleşimi, taş boyutu, cilt – taş mesafesi ve taş dansitesi gibi belirli birkaç parametrenin beraber kullanılmasının daha akılcı olabileceğini göstermektedir. Nitekim bizim çalışmamızda incelediğimiz parametrelerden 3'ünü (taş dansitesi, cilt-taş mesafesi, taş lokalizasyonu) birlikte kullandığımızda, ESWL sonrası başarılı sonucu öngörme olasılığımızın arttığını ve % 92,5'lik bir orana ulaştığını belirledik. Bu nedenle, ESWL başarısını öngörmek için tek bir parametreyle değerlendirme yapmaktansa, bu başarıyı öngörmeye kullanılabilecek nomogramlar oluşturulması ve bunların kullanılması daha faydalı olabilir (150).

NKBT kullanımı; direkt üriner sistem grafisi, IVP ya da USG'ye göre daha fazla radyasyon içeren ve daha pahalı bir yöntemdir. Ancak ESWL başarısını öngörmeye kullanılabilecek birçok parametre de NKBT ile diğer yöntemlerin aksine kolaylıkla elde edilebilmektedir. Özellikle taş dansitesinin ölçümüyle ESWL tedavisine

alınacak hastaların sonuçları daha iyi öngörüleabilmekte ve tedavi sonrası başarı daha iyi değerdendirilebilmektedir (151). Ayrıca, son yıllarda NKBT çekiminde düşük radyasyon dozu içeren teknikler kullanılması ile taş görüntülemesinde aynı başarı yakalanabilmekte ve hastaların aldığı radyasyon dozu yaklaşık %55 oranında azaltılabilmekte ve sekonder malignensilerin önüne geçilebilmektedir (69). Bütün bunları göz önüne aldığımızda, her ne kadar ESWL tedavisinde NKBT kullanımı maliyeti artıran bir durum olarak düşünölse bile; gereksiz ve tekrarlayan tedavileri önleyerek aslında tedavi maliyetini düşürmektedir (142).

6. SONUÇ

ESWL, taş hastalığının tedavisinde üroloji pratiğinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Gelişen teknolojiler sayesinde ESWL cihazlarının performansı artmış ve tedavi başarı oranları da yükselmiştir. Her ne kadar cihazın gelişmesi ile tedavi başarısı yükselmiş olsa da tedaviye alınacak hastaların seçimi tedavi başarısını etkileyen önemli bir faktördür.

Literatürde ESWL tedavisini öngörmede kullanılacak faktörler hakkında uzun zamandır yapılmış çalışmalar mevcuttur. Özellikle NKBT kullanımıyla taşların daha başarılı bir şekilde görüntülenmesi sayesinde, taş ile ilişkili çeşitli faktörler daha ayrıntılı şekilde incelenmeye başlanmıştır. Bu çalışmaların sonucunda özellikle taş yerleşimi ve taş boyutunun ESWL başarısını etkileyen önemli faktörler olduğu kabul görmüş ve tedavi kılavuzlarında taşların bu özelliklerine yönelik tedavi yaklaşımları önerilmiştir. Son zamanlarda özellikle cilt – taş mesafesi ve taş dansitesi üzerine yapılan az sayıdaki çalışmalar sonucunda, ESWL başarısını öngörmede bu parametrelerde üroloji kılavuzlarında yer almaya başlamışlardır.

Bizim çalışmamızdaki bulgular da literatürle uyumlu olacak şekilde taş dansitesinin ve cilt – taş mesafesinin ESWL başarısını önemli derecede etkileyen faktörler olduğunu göstermiştir. Özellikle 960 HU ve üzerindeki değerlerde taş dansitesine sahip olan hastaların ESWL tedavisinden daha az fayda görecekları belirlenmiştir. Ayrıca, taş lokalizasyonunun da ESWL başarısı adına diğer önemli bir parametre olduğu, çalışmamızda bir kez daha tespit edilmiştir.

ESWL tedavisine uygun hastaları seçerken bu kriterleri göz önünde bulundurmak tedavi başarısını öngörmede önemli faktörler olarak ön plana çıkmaktadır. Her ne kadar tedavi öncesi bu faktörleri değerlendirmek için NKBT çekilmesi maliyeti artıran bir faktör olarak görülebilse de, hastaların daha iyi değerlendirilmesi sayesinde doğru tedavi yaklaşımı benimsenerek, tekrarlayan ya da gereksiz tedavilerden kaçınılmakta ve tedavi masrafları düşürülebilmektedir.

7. ÖZET

EKSTRAKORPOREAL ŞOK DALGA LİTOTRİPSİSİ ÖNCESİNDE ÇEKİLEN KONTRASTSIZ BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİDEKİ PARAMETRELERİN BÖBREK TAŞLARININ TEDAVİ BAŞARISINA OLAN ETKİSİ

AMAÇ: Bu çalışmada, kliniğimizde Kasım 2009 – Mart 2014 tarihleri arasında 7 mm ile 20 mm arasındaki böbrek taşları nedeniyle ESWL uygulanan 120 hastanın verileri incelenerek, NKBT ile ölçülen taş özelliklerinin ESWL başarısına olan etkisi incelendi.

YÖNTEM ve GEREÇ: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı'nda Kasım 2009 – Mart 2014 tarihleri arasında 7 mm ile 20 mm arasındaki böbrek taşları nedeniyle ESWL uygulanan 120 hasta çalışmaya dahil edildi. Tüm hastalar ESWL öncesi NKBT ile değerlendirilerek taş dansitesi, cilt – taş mesafesi, taş yerleşimi ve taş boyutu değerleri kaydedildi. ESWL tedavisi sonrası 1. ayda hastalar NKBT ve USG ile değerlendirildi ve taş özelliklerinin ESWL tedavisinin başarısına olan etkileri incelendi.

BULGULAR: Çalışmaya dahil edilen 120 olgunun yaş aralığı 19-72, ortalama yaş 42,65 ($\pm 14,3$), ortalama VKİ değerleri 23,32 kg/m² ($\pm 3,66$), taş boyutu ortalama 11,95 mm ($\pm 2,66$), taş dansitesi ortalama 898,75 HU ($\pm 240,53$), ve cilt – taş mesafesi ortalama 96,23 mm ($\pm 23,86$), olarak hesaplandı. Çalışma sonunda 80 hastada (%66,7) taşsızlık sağlanırken 40 hastada (%33,7) rezidü taş saptandı. Taşsızlık sağlanan hastaların 28'inde (%23,3) klinik önemsiz rezidüel fragman (KÖRF) mevcuttu. Taşsızlık sağlanan grubun ortalama taş dansitesi 826,8 HU ($\pm 212,71$), rezidü taşı kalan grubunsa ortalama taş dansitesi 1042,67 HU ($\pm 230,25$) olarak bulundu ($p<0,001$). Cilt – taş mesafesi taşsızlık sağlanan grupta ortalama 89,34 mm ($\pm 17,42$) ölçülürken; rezidü taşları kalanlarda ortalama 110,02 mm ($\pm 28,81$) olarak saptandı ($p<0,001$). Alt kaliks taşları ile pelvis taşlarının ESWL başarısı arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,009$). Ayrıca, pelvis

taşları, üst ve orta kaliks taşları bir grup olarak değerlendirildiğinde ve bu grup alt kaliks taşlarıyla karşılaştırıldığında; ESWL başarısının yine istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (%71 vs. %45; $p=0,024$). Taş boyutu, taşsızlık sağlanan grupta ortalama 11,6 mm ($\pm 2,52$) iken, rezidü taşları kalan grupta ortalama 12,65 mm ($\pm 2,84$) idi ($p=0,053$). Yapılan çok değişkenli analizlerde taş dansitesi ($p=0,002$; OR:1,004 [1,001-1,006]), cilt – taş mesafesi ($p=0,005$; OR:1,030 [1,009-1,051]) ve taşın alt kaliks yerleşimli olmasının ($p=0,047$; OR:3,193 [1,018-10,018]) taşsızlık sağlamada anlamlı olduğu saptandı. Taş boyutu ise taşsızlığı göstermede istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p=0,151$). Yapılan ROC analizinde 960 HU değerinin %77,5 duyarlılık ve %64 özgüllük ile ESWL tedavisi sonrasında taşsızlığı göstermede anlamlı olabileceği gösterildi.

SONUÇ: Literatürde ESWL tedavisini öngörmeye kullanılacak faktörlerle ilgili yapılmış çalışmalar mevcuttur. Çalışmamızda 960 HU ve üzerindeki değerlerde taş dansitesine sahip ve cilt – taş mesafesi uzun olan hastaların ESWL tedavisinden daha az fayda görecekları belirlenmiştir. Bu nedenle ESWL tedavisine uygun hastaları seçerken, NKBT çekerek bu kriterleri göz önünde bulundurmak faydalı olacaktır.

Anahtar Sözcükler: Böbrek taşı, hounsfield ünitesi, kontrastsız bilgisayarlı tomografi, taş dansitesi, taş kırma

8. SUMMARY

EFFECTS OF PARAMETERS IN NON-CONTRAST COMPUTED TOMOGRAPHY BEFORE EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY ON TREATMENT OUTCOME OF KIDNEY STONES

PURPOSE: Between November 2009 and March 2014, 120 patients with kidney stones ranging between 7 – 20 mm were treated in our department with ESWL. The effect of stone characteristics in non-contrast CT on treatment outcome was evaluated.

MATERIALS and METHODS: Between November 2009 and March 2014, 120 patients who undergone to ESWL treatment at Department of Urology, School of Medicine, Ankara University were included in this study. All patients had a NCCT before ESWL treatment and stone density, distance from skin to stone, stone location and stone size were recorded. Patients were re-evaluated with NCCT and USG 1 month after ESWL and the effect of stone parameters on treatment outcome was evaluated. Mann – Whitney U, Wilcoxon W and Pearson Chi – Square tests and ROC analysis were used for statistical analysis and $p < 0,05$ were accepted for statistical significance.

RESULTS: Mean age of the patients was 42,65 ($\pm 14,3$), mean BMI was 23,32 kg/m² ($\pm 3,66$), mean stone size was 11,95 mm ($\pm 2,66$), mean stone density was 898,75 HU ($\pm 240,53$) and mean distance from skin to stone was 96,23 mm ($\pm 23,86$). At the end of study; 80 patients (%66,7) were stone free and ESWL treatment was not successful for 40 patients (%33,7). Of those 80 stone free patients 28 (%28,3) had clinically insignificant residual stone fragments. In the stone free group mean stone density was 826,8 HU ($\pm 212,71$) whereas in patients with unsuccessful treatment it was found to be 1042,67 HU ($\pm 230,25$) ($p < 0,001$). Mean distance from skin to stone was 89,34 mm ($\pm 17,42$) and 110,02 mm ($\pm 28,81$) in stone free group and in patients with unsuccessful treatment, respectively ($p < 0,001$). The difference of ESWL success between lower calyceal and pelvis located stones

was statistically significant ($p=0,009$). Also; pelvis, middle calyceal and upper calyceal stones grouped together and compared with lower calyceal stones, ESWL success rates was higher and this finding was also statistically significant (%71 vs. %45; $p=0,024$). There were no statistically significant difference for stone size between stone free and unsuccessful treatment groups ($p=0,053$). In multivariate analysis, stone density ($p=0,002$; OR: 1,004 [1,001-1,006]), distance from skin to stone ($p=0,005$; OR: 1,030 [1,009-1,051]) and lower calyceal stones ($p=0,047$; OR: 3,193 [1,018-10,018]) were found to be statistically significant predictors for being stone free. On the other hand, stone size was not found to be a statistically significant factor for being stone free ($p=0.151$). In the ROC analysis, 960 HU was found to be the threshold value with %77,5 sensitivity and %64 specificity for determining ESWL success.

CONCLUSION: In the literature, many studies took place for determining factors affecting ESWL success. In our study we detected stone density ≥ 960 HU and longer skin to stone distance values as strong predictors of unsuccessful treatment. Thus, these factors should have to be taken into account for selecting patients for ESWL treatment.

Key Words: Hounsfield unit, non-contrast computed tomography, shockwave lithotripsy, stone density, urolithiasis

9. KAYNAKLAR

1. Akinci M, Esen T, Tellaloglu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *European urology*. 1991;20(3):200-3.
2. Lotan Y, Cadeddu JA, Pearle MS. International comparison of cost effectiveness of medical management strategies for nephrolithiasis. *Urological research*. 2005;33(3):223-30.
3. McDougal WS, Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, et al. *Campbell-Walsh Urology 10th Edition Review*: Elsevier Health Sciences; 2011. 1257 p.
4. Wen CC, Nakada SY. Treatment selection and outcomes: renal calculi. *The Urologic clinics of North America*. 2007;34(3):409-19.
5. Miller NL, Lingeman JE. Management of kidney stones. *Bmj*. 2007;334(7591):468-72.
6. Galvin DJ, Pearle MS. The contemporary management of renal and ureteric calculi. *BJU international*. 2006;98(6):1283-8.
7. Anafarta K, Bedük Y, Arıkan N. *Temel üroloji: Güneş Kitabevi*; 2007. 621 p.
8. Strohmaier WL. Course of calcium stone disease without treatment. What can we expect? *European urology*. 2000;37(3):339-44.
9. Norlin A, Lindell B, Granberg PO, Lindvall N. Urolithiasis. A study of its frequency. *Scandinavian journal of urology and nephrology*. 1976;10(2):150-3.
10. Sierakowski R, Finlayson B, Landes RR, Finlayson CD, Sierakowski N. The frequency of urolithiasis in hospital discharge diagnoses in the United States. *Investigative urology*. 1978;15(6):438-41.
11. 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 international*. 2003;63(5):1817-23.
12. Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A, Akbay E, Aksoy Y. Üriner sistem taş hastalığı: *Nobel Tıp Kitabevi*; 2007. 9-18 p.
13. Soucie JM, Thun MJ, Coates RJ, McClellan W, Austin H. Demographic and geographic variability of kidney stones in the United States. *Kidney international*. 1994;46(3):893-9.
14. Sarmina I, Spirnak JP, Resnick MI. Urinary lithiasis in the black population: an epidemiological study and review of the literature. *The Journal of urology*. 1987;138(1):14-7.
15. Michaels EK, Nakagawa Y, Miura N, Pursell S, Ito H. Racial variation in gender frequency of calcium urolithiasis. *The Journal of urology*. 1994;152(6 Pt 2):2228-31.
16. Demirel A, Adanur Ş. Üriner Sistem Taş Hastalığı Epidemiyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Urology-Special Topics*. 2009;2(3):1-5.
17. Danpure CJ. Genetic disorders and urolithiasis. *The Urologic clinics of North America*. 2000;27(2):287-99, viii.
18. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Stampfer MJ. Family history and risk of kidney stones. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 1997;8(10):1568-73.

19. Marshall V, White RH, De Saintonge MC, Tresidder GC, Blandy JP. The natural history of renal and ureteric calculi. *British journal of urology*. 1975;47(2):117-24.
20. Johnson CM, Wilson DM, O'Fallon WM, Malek RS, Kurland LT. Renal stone epidemiology: a 25-year study in Rochester, Minnesota. *Kidney international*. 1979;16(5):624-31.
21. Hiatt RA, Dales LG, Friedman GD, Hunkeler EM. Frequency of urolithiasis in a prepaid medical care program. *American journal of epidemiology*. 1982;115(2):255-65.
22. McKane WR, Khosla S, Burritt MF, Kao PC, Wilson DM, Ory SJ, et al. Mechanism of renal calcium conservation with estrogen replacement therapy in women in early postmenopause--a clinical research center study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. 1995;80(12):3458-64.
23. Heller HJ, Sakhaee K, Moe OW, Pak CY. Etiological role of estrogen status in renal stone formation. *The Journal of urology*. 2002;168(5):1923-7.
24. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Stampfer MJ. A prospective study of dietary calcium and other nutrients and the risk of symptomatic kidney stones. *The New England journal of medicine*. 1993;328(12):833-8.
25. Finlayson B. Symposium on renal lithiasis. Renal lithiasis in review. *The Urologic clinics of North America*. 1974;1(2):181-212.
26. Soucie JM, Coates RJ, McClellan W, Austin H, Thun M. Relation between geographic variability in kidney stones prevalence and risk factors for stones. *American journal of epidemiology*. 1996;143(5):487-95.
27. Prince CL, Scardino PL. A statistical analysis of ureteral calculi. *The Journal of urology*. 1960;83:561-5.
28. Bateson EM. Renal tract calculi and climate. *The Medical journal of Australia*. 1973;2(3):111-3.
29. Chen YK, Lin HC, Chen CS, Yeh SD. Seasonal variations in urinary calculi attacks and their association with climate: a population based study. *The Journal of urology*. 2008;179(2):564-9.
30. Atan L, Andreoni C, Ortiz V, Silva EK, Pitta R, Atan F, et al. High kidney stone risk in men working in steel industry at hot temperatures. *Urology*. 2005;65(5):858-61.
31. Robertson WG, Peacock M, Heyburn PJ, Hanes FA. Epidemiological risk factors in calcium stone disease. *Scandinavian journal of urology and nephrology Supplementum*. 1980;53:15-30.
32. Taylor EN, Stampfer MJ, Curhan GC. Obesity, weight gain, and the risk of kidney stones. *JAMA : the journal of the American Medical Association*. 2005;293(4):455-62.
33. Robertson WG, Heyburn PJ, Peacock M, Hanes FA, Swaminathan R. The effect of high animal protein intake on the risk of calcium stone-formation in the urinary tract. *Clinical science*. 1979;57(3):285-8.
34. Iguchi M, Umekawa T, Ishikawa Y, Katayama Y, Kodama M, Takada M, et al. Dietary intake and habits of Japanese renal stone patients. *The Journal of urology*. 1990;143(6):1093-5.

35. Nomura K, Ito H, Masai M, Akakura K, Shimazaki J. Reduction of urinary stone recurrence by dietary counseling after SWL. *Journal of endourology / Endourological Society*. 1995;9(4):305-12.
36. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB, Speizer FE, Stampfer MJ. Body size and risk of kidney stones. *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 1998;9(9):1645-52.
37. Siener R, Glatz S, Nicolay C, Hesse A. The role of overweight and obesity in calcium oxalate stone formation. *Obesity research*. 2004;12(1):106-13.
38. Negri AL, Spivacow R, Del Valle E, Pinduli I, Marino A, Fradinger E, et al. Clinical and biochemical profile of patients with "pure" uric acid nephrolithiasis compared with "pure" calcium oxalate stone formers. *Urological research*. 2007;35(5):247-51.
39. Hesse A, Tiselius H, Jahn A. *Urinary Stones—Diagnosis, Treatment, and Prevention of Recurrence*(2nd ed) Karger, Basel, 228pp. 2002.
40. Churchill D, Bryant D, Fodor G, Gault MH. Drinking water hardness and urolithiasis. *Annals of internal medicine*. 1978;88(4):513-4.
41. Sierakowski R, Finlayson B, Landes R. Stone incidence as related to water hardness in different geographical regions of the United States. *Urological research*. 1979;7(3):157-60.
42. Schwartz BF, Schenkman NS, Bruce JE, Leslie SW, Stoller ML. Calcium nephrolithiasis: effect of water hardness on urinary electrolytes. *Urology*. 2002;60(1):23-7.
43. McDougal WS, Wein AJ, Kavoussi LR, Novick AC, Partin AW, Peters CA, et al. *Campbell-Walsh Urology 10th Edition Review: Elsevier Health Sciences*; 2011. 1260 p.
44. Pak CY, Maalouf NM, Rodgers K, Poindexter JR. Comparison of semi-empirical and computer derived methods for estimating urinary saturation of calcium oxalate. *The Journal of urology*. 2009;182(6):2951-6.
45. Pak CY, Rodgers K, Poindexter JR, Sakhaee K. New methods of assessing crystal growth and saturation of brushite in whole urine: effect of pH, calcium and citrate. *The Journal of urology*. 2008;180(4):1532-7.
46. Anafarta K, Bedük Y, Arıkan N. *Temel üroloji: Güneş Kitabevi*; 2007. 624-5 p.
47. Umekawa T, Iguchi M, Kurita T. The effect of osteopontin immobilized collagen granules in the seed crystal method. *Urological research*. 2001;29(4):282-6.
48. Fasano JM, Khan SR. Intratubular crystallization of calcium oxalate in the presence of membrane vesicles: an in vitro study. *Kidney international*. 2001;59(1):169-78.
49. Kok DJ. Intratubular crystallization events. *World journal of urology*. 1997;15(4):219-28.
50. Kok DJ, Khan SR. Calcium oxalate nephrolithiasis, a free or fixed particle disease. *Kidney international*. 1994;46(3):847-54.
51. Miller C, Kennington L, Cooney R, Kohjimoto Y, Cao LC, Honeyman T, et al. Oxalate toxicity in renal epithelial cells: characteristics of apoptosis and necrosis. *Toxicology and applied pharmacology*. 2000;162(2):132-41.

52. Randall A. The Origin and Growth of Renal Calculi. *Annals of surgery*. 1937;105(6):1009-27.
53. Pak CY. Medical management of nephrolithiasis. *The Journal of urology*. 1982;128(6):1157-64.
54. Nicar MJ, Hill K, Pak CY. Inhibition by citrate of spontaneous precipitation of calcium oxalate in vitro. *Journal of bone and mineral research : the official journal of the American Society for Bone and Mineral Research*. 1987;2(3):215-20.
55. Desmars JF, Tawashi R. Dissolution and growth of calcium oxalate monohydrate. I. Effect of magnesium and pH. *Biochimica et biophysica acta*. 1973;313(2):256-67.
56. Yamaguchi S, Yoshioka T, Utsunomiya M, Koide T, Osafune M, Okuyama A, et al. Heparin sulfate in the stone matrix and its inhibitory effect on calcium oxalate crystallization. *Urological research*. 1993;21(3):187-92.
57. Nakagawa Y, Ahmed M, Hall SL, Deganello S, Coe FL. Isolation from human calcium oxalate renal stones of nephrocalcin, a glycoprotein inhibitor of calcium oxalate crystal growth. Evidence that nephrocalcin from patients with calcium oxalate nephrolithiasis is deficient in gamma-carboxyglutamic acid. *The Journal of clinical investigation*. 1987;79(6):1782-7.
58. Mo L, Huang HY, Zhu XH, Shapiro E, Hasty DL, Wu XR. Tamm-Horsfall protein is a critical renal defense factor protecting against calcium oxalate crystal formation. *Kidney international*. 2004;66(3):1159-66.
59. Asplin JR, Arsenault D, Parks JH, Coe FL, Hoyer JR. Contribution of human uropontin to inhibition of calcium oxalate crystallization. *Kidney international*. 1998;53(1):194-9.
60. Narter F, Sarıca K. Üriner Sistem Taş Hastalığının Biyomoleküler Mekanizması. *Endoüroloji Bülteni*. 2013;6:135-42.
61. Boyce WH. Organic matrix of human urinary concretions. *The American journal of medicine*. 1968;45(5):673-83.
62. Varma G, Nair N, Salim A, Marickar YM. Investigations for recognizing urinary stone. *Urological research*. 2009;37(6):349-52.
63. Heidenreich A, Desgrandschamps F, Terrier F. Modern approach of diagnosis and management of acute flank pain: review of all imaging modalities. *European urology*. 2002;41(4):351-62.
64. El-Nahas AR, El-Assmy AM, Mansour O, Sheir KZ. A prospective multivariate analysis of factors predicting stone disintegration by extracorporeal shock wave lithotripsy: the value of high-resolution noncontrast computed tomography. *European urology*. 2007;51(6):1688-93; discussion 93-4.
65. Patel T, Kozakowski K, Hruby G, Gupta M. Skin to stone distance is an independent predictor of stone-free status following shockwave lithotripsy. *Journal of endourology / Endourological Society*. 2009;23(9):1383-5.
66. Kim SC, Burns EK, Lingeman JE, Paterson RF, McAteer JA, Williams JC, Jr. Cystine calculi: correlation of CT-visible structure, CT number, and stone morphology with fragmentation by shock wave lithotripsy. *Urological research*. 2007;35(6):319-24.

67. Zarse CA, Hameed TA, Jackson ME, Pishchalnikov YA, Lingeman JE, McAteer JA, et al. CT visible internal stone structure, but not Hounsfield unit value, of calcium oxalate monohydrate (COM) calculi predicts lithotripsy fragility in vitro. *Urological research*. 2007;35(4):201-6.
68. Wu DS, Stoller ML. Indinavir urolithiasis. *Current opinion in urology*. 2000;10(6):557-61.
69. Jellison FC, Smith JC, Heldt JP, Spengler NM, Nicolay LI, Ruckle HC, et al. Effect of low dose radiation computerized tomography protocols on distal ureteral calculus detection. *The Journal of urology*. 2009;182(6):2762-7.
70. Sourtzis S, Thibeu JF, Damry N, Raslan A, Vandendris M, Bellemans M. Radiologic investigation of renal colic: unenhanced helical CT compared with excretory urography. *AJR American journal of roentgenology*. 1999;172(6):1491-4.
71. Yilmaz S, Sindel T, Arslan G, Ozkaynak C, Karaali K, Kabaalioglu A, et al. Renal colic: comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. *European radiology*. 1998;8(2):212-7.
72. Niall O, Russell J, MacGregor R, Duncan H, Mullins J. A comparison of noncontrast computerized tomography with excretory urography in the assessment of acute flank pain. *The Journal of urology*. 1999;161(2):534-7.
73. Niemann T, Kollmann T, Bongartz G. Diagnostic performance of low-dose CT for the detection of urolithiasis: a meta-analysis. *AJR American journal of roentgenology*. 2008;191(2):396-401.
74. Menon M, Resnick MI. Campbell's Urology 8th Edition. Urinary Lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management. 2002;Chapter 96.
75. Türk C, Knoll T, Petrik A, Sarica K, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Urolithiasis. 2013.
76. Borghi L, Meschi T, Amato F, Novarini A, Giannini A, Quarantelli C, et al. Nifedipine and methylprednisolone in facilitating ureteral stone passage: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *The Journal of urology*. 1994;152(4):1095-8.
77. Seitz C, Liatsikos E, Porpiglia F, Tiselius HG, Zwergel U. Medical therapy to facilitate the passage of stones: what is the evidence? *European urology*. 2009;56(3):455-71.
78. Tsuzaka Y, Matsushima H, Kaneko T, Yamaguchi T, Homma Y. Naftopidil vs silodosin in medical expulsive therapy for ureteral stones: a randomized controlled study in Japanese male patients. *International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association*. 2011;18(11):792-5.
79. Ye Z, Yang H, Li H, Zhang X, Deng Y, Zeng G, et al. A multicentre, prospective, randomized trial: comparative efficacy of tamsulosin and nifedipine in medical expulsive therapy for distal ureteric stones with renal colic. *BJU international*. 2011;108(2):276-9.
80. Yilmaz E, Batislam E, Basar MM, Tuglu D, Ferhat M, Basar H. The comparison and efficacy of 3 different alpha1-adrenergic blockers for distal ureteral stones. *The Journal of urology*. 2005;173(6):2010-2.
81. Hermanns T, Sauermann P, Rufibach K, Frauenfelder T, Sulser T, Strebel RT. Is there a role for tamsulosin in the treatment of distal ureteral stones of 7 mm

- or less? Results of a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *European urology*. 2009;56(3):407-12.
82. Ochoa-Gomez R, Prieto-Diaz-Chavez E, Trujillo-Hernandez B, Vasquez C. Tamsulosin does not have greater efficacy than conventional treatment for distal ureteral stone expulsion in Mexican patients. *Urological research*. 2011;39(6):491-5.
 83. Bernardo NO, Smith AD. Chemolysis of urinary calculi. *The Urologic clinics of North America*. 2000;27(2):355-65.
 84. Tiselius HG, Hellgren E, Andersson A, Borrud-Ohlsson A, Eriksson I. Minimally invasive treatment of infection staghorn stones with shock wave lithotripsy and chemolysis. *Scandinavian journal of urology and nephrology*. 1999;33(5):286-90.
 85. Honda M, Yamamoto K, Momohara C, Komori K, Takada T, Fujioka H. [Oral chemolysis of uric acid stones]. *Hinyokika kiyo Acta urologica Japonica*. 2003;49(6):307-10.
 86. Rodman JS. Intermittent versus continuous alkaline therapy for uric acid stones and ureteral stones of uncertain composition. *Urology*. 2002;60(3):378-82.
 87. Smith MJ, Boyce WH. Anatomic nephrotomy and plastic calyrrhaphy. *Transactions of the American Association of Genito-Urinary Surgeons*. 1967;59:18-24.
 88. Blandy JP, Singh M. The case for a more aggressive approach to staghorn stones. *The Journal of urology*. 1976;115(5):505-6.
 89. Fernstrom I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scandinavian journal of urology and nephrology*. 1976;10(3):257-9.
 90. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet*. 1980;2(8207):1265-8.
 91. Tanagho EA, McAninch JW. *Smith's general urology*. 2004:256-90.
 92. Putman SS, Hamilton BD, Johnson DB. The use of shock wave lithotripsy for renal calculi. *Current opinion in urology*. 2004;14(2):117-21.
 93. Bedir S, Kilciler M, Ozgok Y, Dayanc M. Vücut Dışından Şok Dalgalarıyla Taş Kırma. *Türk Urol Sem*. 2011;2:55-60.
 94. Eisenmenger W. The mechanisms of stone fragmentation in ESWL. *Ultrasound in medicine & biology*. 2001;27(5):683-93.
 95. Zhong P, Chuong CJ. Propagation of shock waves in elastic solids caused by cavitation microjet impact. I: Theoretical formulation. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1993;94(1):19-28.
 96. Zhong P, Chuong CJ, Preminger GM. Propagation of shock waves in elastic solids caused by cavitation microjet impact. II: Application in extracorporeal shock wave lithotripsy. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 1993;94(1):29-36.
 97. Kijvikai K, de la Rosette JJ. Assessment of stone composition in the management of urinary stones. *Nature reviews Urology*. 2011;8(2):81-5.
 98. Tekgül S, İnci K, Aslan G, B. B, Doğan HS. *Üroloji Masaüstü Başvuru Kitabı. Üriner Sistem Taş Hastalığı Bölüm 8*. 2013.
 99. Demirci D, Sofikerim M, Yalcin E, Ekmekcioglu O, Gulmez I, Karacagil M. Comparison of conventional and step-wise shockwave lithotripsy in

- management of urinary calculi. *Journal of endourology / Endourological Society*. 2007;21(12):1407-10.
100. Handa RK, Bailey MR, Paun M, Gao S, Connors BA, Willis LR, et al. Pretreatment with low-energy shock waves induces renal vasoconstriction during standard shock wave lithotripsy (SWL): a treatment protocol known to reduce SWL-induced renal injury. *BJU international*. 2009;103(9):1270-4.
 101. Semins MJ, Trock BJ, Matlaga BR. The effect of shock wave rate on the outcome of shock wave lithotripsy: a meta-analysis. *The Journal of urology*. 2008;179(1):194-7; discussion 7.
 102. Yilmaz E, Batislam E, Basar M, Tuglu D, Mert C, Basar H. Optimal frequency in extracorporeal shock wave lithotripsy: prospective randomized study. *Urology*. 2005;66(6):1160-4.
 103. Ohmori K, Matsuda T, Horii Y, Yoshida O. Effects of shock waves on the mouse fetus. *The Journal of urology*. 1994;151(1):255-8.
 104. Streem SB. Contemporary clinical practice of shock wave lithotripsy: a reevaluation of contraindications. *The Journal of urology*. 1997;157(4):1197-203.
 105. Carey SW, Streem SB. Extracorporeal shock wave lithotripsy for patients with calcified ipsilateral renal arterial or abdominal aortic aneurysms. *The Journal of urology*. 1992;148(1):18-20.
 106. Klingler HC, Kramer G, Lodde M, Dorfinger K, Hofbauer J, Marberger M. Stone treatment and coagulopathy. *European urology*. 2003;43(1):75-9.
 107. Musa AA. Use of double-J stents prior to extracorporeal shock wave lithotripsy is not beneficial: results of a prospective randomized study. *International urology and nephrology*. 2008;40(1):19-22.
 108. Mohayuddin N, Malik HA, Hussain M, Tipu SA, Shehzad A, Hashmi A, et al. The outcome of extracorporeal shockwave lithotripsy for renal pelvic stone with and without JJ stent--a comparative study. *JPMA The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2009;59(3):143-6.
 109. Ghoneim IA, El-Ghoneimy MN, El-Naggar AE, Hammoud KM, El-Gammal MY, Morsi AA. Extracorporeal shock wave lithotripsy in impacted upper ureteral stones: a prospective randomized comparison between stented and non-stented techniques. *Urology*. 2010;75(1):45-50.
 110. Argyropoulos AN, Tolley DA. Evaluation of outcome following lithotripsy. *Current opinion in urology*. 2010;20(2):154-8.
 111. Danuser H, Muller R, Descoeudres B, Dobry E, Studer UE. Extracorporeal shock wave lithotripsy of lower calyx calculi: how much is treatment outcome influenced by the anatomy of the collecting system? *European urology*. 2007;52(2):539-46.
 112. Preminger GM. Management of lower pole renal calculi: shock wave lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopy. *Urological research*. 2006;34(2):108-11.
 113. Sahinkanat T, Ekerbicer H, Onal B, Tansu N, Resim S, Citgez S, et al. Evaluation of the effects of relationships between main spatial lower pole calyceal anatomic factors on the success of shock-wave lithotripsy in patients with lower pole kidney stones. *Urology*. 2008;71(5):801-5.

114. Pearle MS, Lingeman JE, Leveillee R, Kuo R, Preminger GM, Nadler RB, et al. Prospective, randomized trial comparing shock wave lithotripsy and ureteroscopy for lower pole caliceal calculi 1 cm or less. *The Journal of urology*. 2005;173(6):2005-9.
115. Juan YS, Chuang SM, Wu WJ, Shen JT, Wang CJ, Huang CH. Impact of lower pole anatomy on stone clearance after shock wave lithotripsy. *The Kaohsiung journal of medical sciences*. 2005;21(8):358-64.
116. Tiselius HG. How efficient is extracorporeal shockwave lithotripsy with modern lithotripters for removal of ureteral stones? *Journal of endourology / Endourological Society*. 2008;22(2):249-55.
117. El-Nahas AR, El-Assmy AM, Madbouly K, Sheir KZ. Predictors of clinical significance of residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy for renal stones. *Journal of endourology / Endourological Society*. 2006;20(11):870-4.
118. Osman MM, Alfano Y, Kamp S, Haecker A, Alken P, Michel MS, et al. 5-year-follow-up of patients with clinically insignificant residual fragments after extracorporeal shockwave lithotripsy. *European urology*. 2005;47(6):860-4.
119. Fine JK, Pak CY, Preminger GM. Effect of medical management and residual fragments on recurrent stone formation following shock wave lithotripsy. *The Journal of urology*. 1995;153(1):27-32; discussion -3.
120. Shigeta M, Kasaoka Y, Yasumoto H, Inoue K, Usui T, Hayashi M, et al. Fate of residual fragments after successful extracorporeal shock wave lithotripsy. *International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association*. 1999;6(4):169-72.
121. Porpiglia F, Vaccino D, Billia M, Renard J, Cracco C, Ghignone G, et al. Corticosteroids and tamsulosin in the medical expulsive therapy for symptomatic distal ureter stones: single drug or association? *European urology*. 2006;50(2):339-44.
122. Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, Kahnoski RJ, Mertz JH, Mosbaugh PG, et al. Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *The Journal of urology*. 1987;138(3):485-90.
123. Tan YM, Yip SK, Chong TW, Wong MY, Cheng C, Foo KT. Clinical experience and results of ESWL treatment for 3,093 urinary calculi with the Storz Modulith SL 20 lithotripter at the Singapore general hospital. *Scandinavian journal of urology and nephrology*. 2002;36(5):363-7.
124. Skolarikos A, Alivizatos G, de la Rosette J. Extracorporeal shock wave lithotripsy 25 years later: complications and their prevention. *European urology*. 2006;50(5):981-90; discussion 90.
125. Ather MH, Shrestha B, Mehmood A. Does ureteral stenting prior to shock wave lithotripsy influence the need for intervention in steinstrasse and related complications? *Urologia internationalis*. 2009;83(2):222-5.
126. Lucio J, 2nd, Korkes F, Lopes-Neto AC, Silva EG, Mattos MH, Pompeo AC. Steinstrasse predictive factors and outcomes after extracorporeal shockwave lithotripsy. *International braz j urol : official journal of the Brazilian Society of Urology*. 2011;37(4):477-82.

127. Al-Awadi KA, Abdul Halim H, Kehinde EO, Al-Tawheed A. Steinstrasse: a comparison of incidence with and without J stenting and the effect of J stenting on subsequent management. *BJU international*. 1999;84(6):618-21.
128. Muller-Mattheis VG, Schmale D, Seewald M, Rosin H, Ackermann R. Bacteremia during extracorporeal shock wave lithotripsy of renal calculi. *The Journal of urology*. 1991;146(3):733-6.
129. Dhar NB, Thornton J, Karafa MT, Streem SB. A multivariate analysis of risk factors associated with subcapsular hematoma formation following electromagnetic shock wave lithotripsy. *The Journal of urology*. 2004;172(6 Pt 1):2271-4.
130. Zanetti G, Ostini F, Montanari E, Russo R, Elena A, Trinchieri A, et al. Cardiac dysrhythmias induced by extracorporeal shockwave lithotripsy. *Journal of endourology / Endourological Society*. 1999;13(6):409-12.
131. Chen CS, Lai MK, Hsieh ML, Chu SH, Huang MH, Chen SJ. Subcapsular hematoma of spleen--a complication following extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculus. *Changgeng yi xue za zhi / Changgeng ji nian yi yuan = Chang Gung medical journal / Chang Gung Memorial Hospital*. 1992;15(4):215-9.
132. Holmberg G, Spinnell S, Sjodin JG. Perforation of the bowel during SWL in prone position. *Journal of endourology / Endourological Society*. 1997;11(5):313-4.
133. Kim TB, Park HK, Lee KY, Kim KH, Jung H, Yoon SJ. Life-threatening complication after extracorporeal shock wave lithotripsy for a renal stone: a hepatic subcapsular hematoma. *Korean journal of urology*. 2010;51(3):212-5.
134. Maker V, Layke J. Gastrointestinal injury secondary to extracorporeal shock wave lithotripsy: a review of the literature since its inception. *Journal of the American College of Surgeons*. 2004;198(1):128-35.
135. Rodrigues Netto N, Jr., Ikonmidis JA, Longo JA, Rodrigues Netto M. Small-bowel perforation after shockwave lithotripsy. *Journal of endourology / Endourological Society*. 2003;17(9):719-20.
136. Madbouly K, Sheir KZ, Elsobky E, Eraky I, Kenawy M. Risk factors for the formation of a steinstrasse after extracorporeal shock wave lithotripsy: a statistical model. *The Journal of urology*. 2002;167(3):1239-42.
137. Sayed MA, el-Taher AM, Aboul-Ella HA, Shaker SE. Steinstrasse after extracorporeal shockwave lithotripsy: aetiology, prevention and management. *BJU international*. 2001;88(7):675-8.
138. Pareek G, Hedican SP, Lee FT, Jr., Nakada SY. Shock wave lithotripsy success determined by skin-to-stone distance on computed tomography. *Urology*. 2005;66(5):941-4.
139. Jacobs BL, Smaldone MC, Smaldone AM, Ricchiuti DJ, Averch TD. Effect of skin-to-stone distance on shockwave lithotripsy success. *Journal of endourology / Endourological Society*. 2008;22(8):1623-7.
140. Perks AE, Schuler TD, Lee J, Ghiculete D, Chung DG, RJ DAH, et al. Stone attenuation and skin-to-stone distance on computed tomography predicts for stone fragmentation by shock wave lithotripsy. *Urology*. 2008;72(4):765-9.

141. Weld KJ, Montiglio C, Morris MS, Bush AC, Cespedes RD. Shock wave lithotripsy success for renal stones based on patient and stone computed tomography characteristics. *Urology*. 2007;70(6):1043-6; discussion 6-7.
142. Ouzaid I, Al-qahtani S, Dominique S, Hupertan V, Fernandez P, Hermieu JF, et al. A 970 Hounsfield units (HU) threshold of kidney stone density on non-contrast computed tomography (NCCT) improves patients' selection for extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL): evidence from a prospective study. *BJU international*. 2012;110(11 Pt B):E438-42.
143. Shao ZQ, Liu CS, Qi H, Zheng SB. [Analysis of the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculia]. *Nan fang yi ke da xue xue bao = Journal of Southern Medical University*. 2008;28(12):2239-40.
144. Gupta NP, Ansari MS, Kesarvani P, Kapoor A, Mukhopadhyay S. Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi. *BJU international*. 2005;95(9):1285-8.
145. 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. *International urology and nephrology*. 2006;38(1):63-7.
146. Chongruksut W, Lojanapiwat B, Ayudhya VC, Tawichasri C, Patumanond J, Paichitvichean S. Prognostic factors for success in treating kidney stones by extracorporeal shock wave lithotripsy. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet*. 2011;94(3):331-6.
147. Madaan S, Joyce AD. Limitations of extracorporeal shock wave lithotripsy. *Current opinion in urology*. 2007;17(2):109-13.
148. Elkoushy MA, Hassan JA, Morehouse DD, Anidjar M, Andonian S. Factors determining stone-free rate in shock wave lithotripsy using standard focus of Storz Modulith SLX-F2 lithotripter. *Urology*. 2011;78(4):759-63.
149. Park BH, Choi H, Kim JB, Chang YS. Analyzing the effect of distance from skin to stone by computed tomography scan on the extracorporeal shock wave lithotripsy stone-free rate of renal stones. *Korean journal of urology*. 2012;53(1):40-3.
150. Wiesenthal JD, Ghiculete D, Ray AA, Honey RJ, Pace KT. A clinical nomogram to predict the successful shock wave lithotripsy of renal and ureteral calculi. *The Journal of urology*. 2011;186(2):556-62.
151. Osman Y, El-Tabey N, Refai H, Elnahas A, Shoma A, Eraky I, et al. Detection of residual stones after percutaneous nephrolithotomy: role of nonenhanced spiral computerized tomography. *The Journal of urology*. 2008;179(1):198-200; discussion