



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMÎÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

**BÖBREK TAŞLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE
ULTRA-MİNİ PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. İsmail BAŞIBÜYÜK
Üroloji Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Abdulkadir TEPELER

İSTANBUL-2015

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
BEZMİÂLEM VAKIF ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
ÜROLOJİ ANABİLİM DALI

**BÖBREK TAŞLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE ULTRA-MİNİ PERKÜTAN
NEFROLİTOTOMİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. İsmail BAŞIBÜYÜK
Üroloji Anabilim Dalı

DANIŞMAN
Doç. Dr. Abdulkadir TEPELER

İstanbul, Temmuz 2015

Kurum : Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi
Programın seviyesi : Uzmanlık
Anabilim Dalı : Üroloji Anabilim Dalı
Tez Sahibi : İsmail BAŞIBÜYÜK
Tez Başlığı : Böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde ultra-mini perkütan nefrolitotomi

Jüri (Danışman) Bşk. Doç. Dr. Abdulkadir TEPELER

Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi

Üye Prof. Dr. Ali İhsan TAŞÇI

Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi

Üye Prof. Dr. Abdullah ARMAĞAN

Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi

Üye Doç. Dr. Volkan TUĞCU

Bakırköy Dr. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Bu tez, Bezmiâlem Vakıf Üniversitesi Tıpta Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıda belirtilen jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Anabilim Dalının...../...../.....tarih ve/..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ali İhsan TAŞÇI
Üroloji Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezin kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar hiçbir aşamasında etik dışı davranışımın olmadığını, tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları kaynaklar listesine aldığımı, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

İmza

İsim ve soy isim

Tarih



TEŞEKKÜR

Bezmialem Vakıf Üniversitesi Rektörü sayın Prof. Dr. Saffet TÜZGEN'e, Tıp Fakültesi Dekanı ve aynı zamanda Üroloji Anabilim Dalı Başkanı sayın hocam Prof. Dr. Ali İhsan TAŞÇI'ya bizlere sağladığı imkân ve ufuk nedeniyle çok teşekkür ederim.

Asistanlığımın ilk gününden başlayarak hiçbir bilgi ve deneyimini esirgemeyen, öğrenmenin bir yaşının olmadığını ve daima çalışılması gerektiğini gösteren, yeri geldiğinde bir hocadan çok baba şefkati ile bizlere yaklaşan sayın hocam Prof. Dr. Şinasi Yavuz ÖNOL'a, disiplin, saygı ve sevginin bir arada nasıl sergilenebileceğini bizlere gösteren ve cerrahide teknolojiyi yakalamamıza katkı sağlayan ve daima elimizden tutan sayın hocam Prof. Dr. Abdullah ARMAĞAN'a, azimle çalışılınca yapılamayacak hiçbir şeyin olmadığını sürekli ifade eden, akademik olarak bizleri sürekli çalışmaya ve okumaya sevk eden ve tezimin hazırlanmasında sağladığı katkılarından dolayı tez danışmanım Doç. Dr. Abdulkadir TEPELER'e, aslında ülke ve birey olarak bizlerin çok daha iyi işler yapabileceğimizi gösteren ve uluslararası üroloji camiasına giriş için açılması gereken kapıları bizlere sonuna kadar açan değerli abim Doç. Dr. M. Selçuk SILAY'a, aramızda bulunduğu sürece bizler için her türlü fedakârlığı yapan ve cerrahi tecrübelerini bizlere sunan abim Doç. Dr. Tolga AKMAN'a, deneyimleri ile geçmişi günümüze taşıyan değerli abim Yrd. Doç. Dr. Habib AKBULUT'a, bizlerin her türlü geleceğe en iyi şekilde hazırlanabilmesi için sürekli teşvik eden saygıdeğer abim Op. Dr. Muzaffer AKÇAY'a, asistan hoca ilişkisini, abi kardeş ilişkisi boyutuna taşıyan ve aile olabilmemiz de çok değerli katkıları olan abim Op. Dr. Senad KALKAN'a saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca asistanlık eğitimim süresince beraber çalıştığım değerli abilerim; Op. Dr. Osman KÖSE, Op. Dr. Baran ANTAR, Op. Dr. Burak ASLAN, Op. Dr. Abdulmuttalip ŞİMŞEK, Op. Dr. Mesut CİLLİ, Op. Dr. Ramazan TOPAKTAŞ, Op. Dr. Emrehan POLAT, Op. Dr. M. Remzi ERDEM, Op. Dr. Cevper ERSÖZ, Op. Dr. O. Murat İPEK ve yine çok değerli kardeşlerim Dr. Fatih ELBİR, Dr. Sina KARDAŞ, Dr. Yunus KAYALI ve çok değerli dostum Dr. Muhammed TOSUN'a, hemşire, personel, sekreter ve bütün çalışma arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Bu günlere gelmemi sağlayan canım aileme, değerli annem Hacer BAŞIBÜYÜK'e ve sıkı çalışma temposu içerisinde daima desteğini hissettiğim ve bundan sonrada desteğini esirgemeyeceğine inandığım sevgili eşim Ayşe BAŞIBÜYÜK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. İsmail BAŞIBÜYÜK

İstanbul, 2015

ÖZET

BÖBREK TAŞLARININ CERRAHİ TEDAVİSİNDE ULTRA-MİNİ PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ

Amaç: Böbrek taşlarının tedavisinde ultra-mini perkütan nefrolitotominin (UMP) etkinlik ve güvenilirliğini saptamak.

Materyal-Metod: Ekim 2014- Mayıs 2015 tarihleri arasında UMP yapılan 35 hastanın demografik verileri ve operatif verileri prospektif olarak kaydedildi. Tüm hastalarda standart olarak floroskopi altında toplayıcı sistemine giriş yapıldıktan sonra trakt tek aşamalı olarak 13Fr.'e kadar dilate edildi. 3.5 Fr. optik ile toplayıcı sisteme girilip taş bulundu ve Holmiyum lazer probu ile taş fragmantasyonu sağlandı. Kırılan taş parçaları salin infüzyon yardımıyla veya basket ile dışarı alındı. İşlem tüpsüz olarak veya 10 Fr. feeding tüp konularak sonlandırıldı.

Bulgular: Otuz beş hastanın ortalama yaşı 34.79 (2-83) yıl ve vücut kitle indeksi 26.13 (17.6-32.8) kg/m² idi. Ortalama taş boyutu 26.1 mm (10-50) idi. Çalışmaya alınan olguların üç tanesinde soliter böbrek, iki tanesinde at nalı böbrek ve 2 tanesinde de divertikül taşı mevcuttu. Otuz iki (%91.5) hastaya tek akses yapılırken 3 (%8.5) hastada ikinci aksese ihtiyaç duyuldu. Taşlar sırasıyla 10 hastada izole pelvis taşı, 10 hasta da izole alt kaliks taşı, 4 hastada pelvis + multiple kaliks taşı, 5 hastada parsiyel koraliform taş, 4 hastada pelvis + alt kaliks taşı ve 2 hastada da divertikül taşı şeklinde dağılım göstermekteydi. Ortalama operasyon süresi 82 dk.(30-180), ortalama skopi süresi 93.6 sn. (9-225), ortalama hemoglobin düşüşü 0.6 g/L olup hiçbir hastada kan transfüzyonuna gerek olmadı. Postoperatif 12. saat VAS (ağrı değerlendirme çizelgesi) değeri ise 2 (0-6) olarak tespit edildi. Postoperatif 2 hastada perkütan giriş yerinden ıslatma olması nedeniyle üreteral stent, 1 hastada da hidrotoraks gelişmesi nedeniyle toraks tüpü takıldı. Ortalama hastanede kalış süresi 2.3 gün (1-7) idi. Postoperatif birinci ay değerlendirmesinde 32 (%91.4) hastanın tamamen taşsız olduğu tespit edildi.

Sonuç: Ultra-mini PNL, yüksek taşsızlık ve düşük komplikasyon oranları ile özellikle orta boyutlu böbrek taşlarının tedavisinde güvenli, etkili ve uygulanabilir bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Ultra-mini perkütan nefrolitotomi, böbrek taşı

ABSTRACT

ULTRA-MINI PERCUTANEOUS NEPHROLITHOTOMY FOR THE TREATMENT OF RENAL STONES

Objective: To determine efficiency and reliability of the ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP) for the treatment of renal stones.

Materials and Methods: A total of 35 patients who had UMP between October 2014-May 2015 was included to study with their demographic and operative datas prospectively. All patients performed after the standard introduction to the collecting system under fluoroscopy tract was dilated up to 13F in one stage. With 3,5 Fr. optic were entered into collecting system and found the stone and provided stone fragmentation with Holmium laser probe. The broken pieces of stone taken out with saline infizyo or with the help of basket. The process was terminated by tubeless or placing 10 Fr feeding tubes.

Findings: Thirty-five patients has a mean age of 34.79 (2-83) years and body mass index 26.13 (17.6-32.8) kg /m². Mean stone size was 26.1 mm (10-50). Three of them was solitary kidney patients in the study, and there were also two diverticulum stone and two of them had horseshoe kidney. Thirty-two (91.5%) patients had a success with a single akses while 3patients (8.5%) was required in the second akses. Respectively there were 10 patients with isolated pelvic calculi, 10 patients with isolated lower calyx stones, 4 patients hade the pelvis and multiple calyx stones, 5 patients with partial choraliform stone, 4 patients with the pelvis and lower calyx stones and in two patients stones was in the diverticulum. Mean operation time was 82 min. (30-180), the average fluoroscopy time of 93.6 seconds (9-225), mean hemoglobin decrease of 0.6 g/L and blood transfusion is not necessary in any patients. (pain assessment chart) was detected 2 (0-6). Two postoperative ureteral stent was placed due to the wetting of the percutaneous access site and there was a patient with chest tube was inserted because of the development of hydrothorax. The average hospital stay was 2.3 days (1-7). In the first postoperative month assessment 32 (91.4%) patients were found completely stone free.

Results: Ultra-mini PNL is an safe, effective and feasible method especially in the treatment of mid-sized kidney stones with high stone-free and low complication rates.

Keywords: Ultra-mini percutaneous nephrolithotomy, kidney stones

İÇİNDEKİLER

SAYFA

| | |
|--|------|
| KAPAK | |
| İÇ KAPAK | |
| ONAY SAYFASI | |
| BEYAN SAYFASI | |
| TEŞEKKÜR | v |
| ÖZET | vi |
| ABSTRACT | vii |
| İÇİNDEKİLER | viii |
| SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| TABLolar DİZİNİ | xii |
| RESİMLER DİZİNİ | xiii |
| GİRİŞ VE AMAÇ | 1 |
| GENEL BİLGİLER | 2 |
| Epidemiyoloji | 2 |
| Epidemiyolojik risk faktörleri | 2 |
| Metabolik risk faktörleri | 4 |
| Taş oluşumunda süpersaturasyon, nükleasyon, kristalizasyon ve agregasyon | 7 |
| Böbrek Taşlarında Radyoloji | 11 |
| • Direkt üriner sistem grafisi | 12 |
| • İntravenöz ürografi | 13 |
| • Ultrasonografi | 13 |
| • Bilgisayarlı tomografi | 13 |
| • Manyetik rezonans görüntüleme | 15 |
| • Radyonüklid renal görüntüleme | 15 |
| Böbrek Taşlarında Tedavi Seçenekleri | 15 |
| • Beden dışı şok dalga ile taş kırma (ESWL) | 15 |
| • Açık ve laparoskopik cerrahi | 18 |
| • Endoskopik tedaviler | 18 |
| ○ Üreterorenoskopi | 18 |
| ○ Perkütan nefrolitotomi | 19 |

| | |
|---|-----------|
| EAU ÜRİNER TAŞ HASTALIĞI KILAVUZU | 33 |
| ULTRAMİNİ PERKÜTAN NEFROLİTOMİ | 35 |
| • Ultra-Mini PNL Aleti ve Kurulumu | 36 |
| • Hastanın Hazırlanması | 39 |
| • Teknik | 39 |
| HASTALAR VE YÖNTEM | 41 |
| BULGULAR | 42 |
| TARTIŞMA | 45 |
| SONUÇ | 51 |
| KAYNAKLAR | 52 |



SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|------------------|--|
| AUA | Amerika Üroloji Birliği |
| EAU | Avrupa Üroloji Birliği |
| WHO | Dünya Sağlık Örgütü |
| PNL | Perkütan Nefrolitotomi |
| ESWL | Beden Dışı Şok Dalga Tedavisi |
| URS | Üreterorenoskopi |
| fURS | Fleksibl URS |
| Mikroperk | Mikroperkütan Nefrolitotomi |
| UMP | Ultramini Perkütan Nefrolitotomi |
| BMI/VKİ | Vücut Kitle İndeksi |
| DÜSG | Direkt Üriner Sistem Grafisi |
| IVÜ | İntravenöz Ürografi |
| BT | Bilgisayarlı Tomografi |
| NKBT | Non Kontrast Bilgisayarlı Tomografi |
| US | Ultrasonografi |
| MR | Manyetik Rezonans Görüntüleme |
| Ho: YAG | Holmiyum: Yttrium-aluminium-garnet(Lazer) |
| mSv/yıl | Milisievert |
| VAS | Görsel Ağrı Skalası |
| CaP | Kalsiyum Fosfat |
| CaOx | Kalsiyum Oksalat |
| KOD | Kalsiyum Oksalat Dihidrat |
| KOM | Kalsiyum Oksalat Monohidrat |
| KOT | Kalsiyum Oksalat Trihidrat |

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1** Böbreğin Koronal Kesitte Yerleşimi
Şekil 2 Böbreğin Transvers Eksende Yerleşimi
Şekil 3 Böbreğin Kosta Altına Yerleşimi
Şekil 4 Renal Arterin Dağılımı
Şekil 5 Böbreğin Vasküler ve Fonksiyonel Anatomisi
Şekil 6 İfundibular Giriş
Şekil 7 Kalisiyel Fornikse Giriş
Şekil 8 Hastanın Ürolojik Masadaki Pozisyonu
Şekil 9 Renal Girişin Belirlenmesi

TABLolar LİSTESİ

- Tablo 1** İdrar Çözünenlerinin Artan Konsantrasyonlarına Bağlı Olarak Spontan Kristalizasyona Yol Açan İdrar Satürasyon Süreci
- Tablo 2** Taş Oluşumunu Etkileyebilen Baskılayıcı Üriner Maddeler
- Tablo 3** Taşların X-Ray Karakteristikleri
- Tablo 4** Çeşitli Graflerin Radyasyon Doz Kıyaslamaları
- Tablo 5** Laparoskopik ve Açık Cerrahi Endikasyonlar (EAU Taş Kılavuzu)
- Tablo 6** Renal Pelvis, Orta veya Üst Pol Böbrek Taşları İçin Öneriler
- Tablo 7** Alt Pol Böbrek Taşları İçin Öneriler
- Tablo 8** Hastaların Karakteristikleri
- Tablo 9** Özellikli Durumlar
- Tablo 10** Taş ve Böbrek Karakteristikleri
- Tablo 11** Hastaların Operatif ve Postoperatif Verileri

RESİMLER LİSTESİ

- Resim 1** Boğa Gözü (İğne) Girişi
Resim 2 Triangulasyon Tekniği İle Giriş
Resim 3 UMP Seti Dış Kılıflar
Resim 4 Optik (Mini-nefroskop)
Resim 5 Dış Kılıf Üzerinde Bulunan İç Kanal
Resim 6 UMP Setinin Hazırlanması
Resim 7 Prone Pozisyonda Hastanın Örtülmesi



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Böbrek taşları ülkemizde endemik olup, %11.1 görülme sıklığı ile ürolojide önemli bir yer tutmaktadır (1). Böbrek taşlarının tedavisinde günümüzde, vücut dışından şok dalga tedavisi (ESWL), perkütan nefrolitotomi (PNL), üreterorenoskopi (URS) ve daha nadir olarak da laparoskopi ve açık cerrahi yer almaktadır. Özellikle son yıllardaki teknolojik gelişmelere paralel olarak açık cerrahinin böbrek taş tedavisinde kullanım alanı iyice azalmıştır.

PNL'de oluşabilecek komplikasyonları azaltmak için perkütan giriş sonrası yapılan dilatasyon çapını azaltmak çok önemlidir (2). Bu amaçla literatürde mini-PNL ve mikro-PNL gibi çok çeşitli modifiye PNL teknikleri sunulmuştur. Bu modifikasyonlardan sonuncusu ise Janak Desai ve arkadaşlarının tanımladığı Ultra-mini PNL (UMP)'dir.

Bizim çalışmamızda orta boy böbrek taşlarında yeni bir tedavi alternatifi olan UMP tekniğinin etkinlik ve güvenilirliğini preop, perop ve postop değerlerinin analizi ile göstermeye çalıştık. Bu çalışma toplam 35 hastayı içermekte olup operasyonlar standart PNL tecrübesi olan tek cerrah tarafından yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Üriner sistem taş hastalığı, üriner enfeksiyonlar ve prostat patolojileri ile beraber üriner sistemin en sık gözlenen patolojilerindendir. Tarihi araştırmalara bakıldığında bu taşların tarihinin M.Ö 4800'lü yıllara dayandığı ve ilk olarak Mısır mumyalarında tespit edildiği görülmektedir (3).

Taş hastalığının cerrahi tedavisi, kullanılan anesteziye gelişmelerle benzer bir gelişim gösterse de son 30 yılda teknolojiye gelişmelerle beraber açık cerrahi ihtiyacı %0.7-4 gibi oranlara gerilemiştir (4).

2.1. Epidemiyoloji

Literatürde bildirilen prevalans çalışmaları yetersiz olmakla beraber gelişmiş ülkelerde taş hastalığının prevalansı %4-20 arasında değiştiği bildirilmektedir (5). Avrupa ülkelerinde üriner sistem taş hastalığı prevalansının %3-11 arasında değiştiği görülmektedir (6, 7). Yaşla beraber hastalığın görülme sıklığında bir artış bildirilmiştir (8). Japonya'da bu oran ortalama %7 olarak verilirken, erkeklerde %9.6, kadınlarda ise %4.5 olduğu bildirilmektedir (9).

Ülkemizde özellikle Akdeniz, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgesinde sık rastlanmakla beraber yapılan çalışmalarda prevalansının %11.1 olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre ülkemizin taş hastalığı için endemik olduğu kabul edilebilir (1).

2.1.1. Epidemiyolojik risk faktörleri

Taş hastalığının tarihi çok eski dönemlere dayanmasına rağmen etiyoloji ve patogenezini hala tam olarak aydınlatılamamıştır. Bununla birlikte üriner sistem taş hastalığının etiyolojisinde genetik, cinsiyet, yaş, coğrafya, beslenme alışkanlığı, ırk, mevsimsel durum ve meslek olmak üzere pek çok faktörün rol oynadığı düşünülmektedir (10, 11, 12).

Üriner sistem taş hastalığının epidemiyolojik risk faktörleri iç ve dış etkenler olarak 2 grupta incelenebilir (3). İç faktörler genetik, yaş ve cinsiyet olarak sıralanabilirken, dış faktörler coğrafya, iklim ve mevsimsel etkenler, sıvı alımı, diyet, meslek ve stres olarak sınıflanabilir.

Taş hastalarında genetik geçiş tartışmalı olmakla beraber kalsiyum taşlarında bu geçiş çalışmalarla desteklenmiştir (13). Taş hastalığında poligenik gen defektleri familial renal tubüler asidoz, sistinüri, ksantinüri göze çarpan nadir kalıtsal hastalıklardır (14).

Üriner sistem taş hastalığı olanların %25'inde aile hikâyesinin olduğu, ailesinde taş hastalığı olanlarda, çevresel ve diyetle ilişkili faktörler engellense de, taş hastalığı gelişme riskinin daha fazla olduğu bildirilmektedir (15). Üriner sistem taş hastalığı yaşam boyu en fazla 3. ve 4. dekatta gözlenmektedir (16).

Birçok çalışmada üriner sistem taş hastalığının prevalansı yaş ile birlikte artmakta ve çocuk ve ergenlik döneminde nadir görüldüğü rapor edilmiştir (7, 17). Üriner sistem taş hastalığı erkeklerde 1.5-3 kat daha fazla görülmektedir (18). Buna neden olarak da androjenlerin karaciğerde okzalat üretimini arttırdığı ve idrardaki okzalat miktarını yükselttiği düşünülmektedir (19).

Üriner sistem taş hastalığı coğrafi bölge ve çevresel risk faktörlerinden de etkilenmektedir (3). Dağlık bölgeler, çöller ve tropik bölgelerde sıcak ve kuru iklim koşulları nedeniyle daha yüksek üriner sistem taş hastalığı prevalansı gözlenir. Bu açıdan hastalığın daha sık olduğu kabul edilebilecek bölgeler Akdeniz ülkeleri, Kuzey Hindistan, Pakistan, Arap ülkeleri, Orta Avrupa ve Çin olarak sıralanırken, taş hastalığının nadir olduğu bölgeler ise Orta ve Güney Amerika ve Afrika olarak gruplandırılabilir. Yaz aylarında güneş ışığı nedeniyle 1,25 dihidroksikolekalsiferol (Vit D3)'ün artması sonucu kalsiyum ekstraksiyonunun artarak hiperkalsiüriye sebep olmaktadır (20). Yine yaz aylarında aşırı sıcaklık nedeniyle oluşacak terleme sonucu kristalürinin kolaylaşması sıcak iklimlerde ve Temmuz, Ağustos, Eylül gibi yaz aylarında taş hastalığı görülme sıklığını artırmakta ve bu özellikleri taşıyan ülke ve bölgelerde bu hastalığın sık görülmesini açıklamaktadır (21).

Aşırı sıvı alımının çıkarılan idrar miktarını artırarak dilüe idrar oluşumunu ve diürezi artırması nedeniyle kristallerin üriner sistemi daha hızlı terk etmesini sağlayarak taş oluşumunu engellediği bilinmektedir. Literatürde idrar miktarının azalması sonucu idiyopatik kalsiyum taşı sıklığının arttığı belirtilmektedir (22, 23). Tek başına yeterli sıvı alımı dahi üriner sistem taş hastalığı oluşum ve tekrarlama risklerini azaltabilmektedir (22, 23).

Diyetle aşırı kalsiyum, okzalat, fosfat, pürin, alınması idrarda bu maddelerin aşırı atılımına neden olarak taş hastalığını kolaylaştırmaktadır (24). Aşırı tuz alımı nedeniyle

böbrek tubülüslerinden sodyumun reabsorbsiyonu sonucu kalsiyumun tubüler sekresyonu, hiperkalsiüriye neden olarak taş oluşum riskini artırır (25, 26).

Obezite birçok ülkede önemli bir sağlık sorunudur ve hipertansiyon, hiperlipidemi, hiperkolesterolemi, diyabet ve kalp hastalıklarıyla birlikte görülmektedir. Son yıllarda obezite ve taş hastalığı ilişkisini inceleyen çalışmaların sayısı giderek artmaktadır (27, 28). Yaşam tarzı da üriner sistemde taş oluşumunu etkileyen bir faktördür. Yapılan çalışmalar, sedanter yaşam tarzı süren büro personeline, aktif çalışan işçilere oranla üriner sistem taş hastalığının daha fazla olduğunu göstermektedir (3, 29).

2.1.2. Metabolik risk faktörleri

Böbrek taşlarının kimyasal içeriğine bakıldığı zaman %80 oranında kalsiyum (Ca) içerdiği görülmektedir (30, 31). Kalsiyum taşları ise genellikle kalsiyum okzalat monohidrat veya kalsiyum okzalat dihidrat olarak veya kalsiyum fosfatlarla kombine şekilde bulunur (32).

Kalsiyum okzalat (CaOx) taşı olan hastalarının idrar analizinde, risk faktörü olarak hiperkalsüri, hiperürükozüri, hipositratüri, hiperokzalüri ve hipomagnezüri gibi metabolik risk faktörlerinin bir veya birkaçına rastlanılmaktadır (3). Metabolik değerlendirme ve tekrarlanan 24 saatlik idrar incelemeleri ile CaOx taş hastalarında bu metabolik anomalilere rastlama oranı %97'ye ulaşabilmektedir (33). Bu risk faktörlerinden hiperkalsüri, batı ülkelerinde en sık rastlanılan metabolik faktör olarak bildirilirken, ülkemizde yapılan çalışmalarda hipositratürinin sıklığı göze çarpmaktadır (34-36).

Hiperkalsüri:

Hiperkalsüri üriner sistem taş hastalarının %60'ında görülmektedir ve idrar kalsiyum atılımının günde 4 mg/kg'dan fazla olması olarak tanımlanır (37) ve absortif, rezorptif ve renal yolla oluşabilir (35, 36).

Absorbtif Hiperkalsüri: Hiperkalsürinin en sık görülen şeklidir. Kalsiyumun barsaktan emiliminin artması böbreklerden süzülen kalsiyum yükünü artırmaktadır (38, 39). Aynı zamanda artan kalsiyum absorpsiyonu paratiroid bezinin fonksiyonunu baskılamaktadır. Böylece böbreklerden kalsiyumun tübüler absorpsiyonu da azalmaktadır.

Renal Hiperkalsüri: Böbreklerdeki kalsiyumun tübüler emiliminin bozulması nedeni ile oluşmaktadır. Renal hiperkalsüri nedeni ile oluşan sekonder hiperparatiroidizm böbreklerdeki 1, 25 (OH)₂ Vit D sentezini artırarak barsaklardan kalsiyum emilimini uyarır (40). Renal hiperkalsüride proksimal tübüllerin fonksiyonlarında bozukluk vardır. Bu hastaların taş oluşumundan önce idrar yolu enfeksiyonu geçirdikleri, bu enfeksiyonun da renal parankimal hasara neden olduğu, bunun da böbreklerden kalsiyum emilimini bozduğu ileri sürülmüştür.

Rezorbif Hiperkalsüri:

- Primer hiperparatiroidizm: Böbrek taşı olan hastaların %2'sinde görülmektedir. Burada görülen hiperkalsüri kemiklerden kalsiyum salınımına (rezorbif) ve barsaklardan kalsiyum emilimine (absorbif) bağlıdır. PTH artışı sonucu kemik resorpsiyonu, serum kalsiyumu ve böbreklerden filtre edilen kalsiyum miktarı artar. PTH aynı zamanda 1,25 (OH)₂ Vit D sentezini artırarak barsaklardan kalsiyum absorpsiyonunu da artırır.
- Renal Fosfat Kaçağı: Bu durumda oluşan hiperfosfatüri böbrekteki tübüllerden fosfat emiliminin bozuk olmasına bağlanmaktadır. Böylece 1,25 (OH)₂ Vit D sentezi artmaktadır. Artan kalsitriol barsaklardan kalsiyum emilimini ve kemik rezorpsiyonunu artırarak hiperkalsüriye neden olmaktadır.

Hiperokzalüri:

Hiperokzalüri idrarın kalsiyum okzalat ile doymasını sağlayarak taş oluşumuna neden olmaktadır. Okzalat sentezinden kaynaklanan primer hiperokzalüri çok nadir görülmektedir (41). Primer hiperokzalüri 2 tipte görülür. Tip I primer hiperokzalüride alanin-glioksilat aminotransferaz enziminde bozukluk vardır. Tip II primer hiperokzalüride ise karaciğerde D-gliserat dehidrojenaz ve glioksilat redüktaz enzim aktiviteleri eksiktir.

Bu 2 tip hiperokzalüriye kıyasla enterik hiperokzalüri daha sık görülmektedir. Enterik hiperokzalüri okzalatın barsaklardan aşırı emilimi sonucu oluşmaktadır. Emilmeyen safra asitleri ve yağ asitlerinin direkt etkisi nedeniyle barsak mukozasının okzalata geçirgenliği artmaktadır. Absorbe olmayan safra asitleri ve yağ asitleri divalan katyonlarla birleşerek serbest kalsiyum ve magnezyumu azaltmaktadır. Böylece okzalat ile bağlanacak

divalan katyon sayısı azalmakta ve absorbe olabilecek serbest okzalat miktarı artmaktadır. Gastrik by-pass cerrahisi (Bariatrik cerrahi) sonrasında görülen hiperokzalurinin nedeni budur.

Hiperürikozüri:

Kalsiyum içeren taşların metabolik incelemelerinde hiperürikozüri %15-46 oranında görülmektedir (42). Hiperürikozüri idrarda 4 mmol/gün ve üzerinde ürik asitin atılmasıdır (42). Vücuttaki ürik asit başlıca 3 kaynaktan elde edilir.

1) De novo sentez

2) Diyet

3) Doku katabolizması

De novo sentez ve doku katabolizması sonucu günde 400 mg ürik asit oluşurken diyetle günde 400 mg ürik asit alınır. Ürik asitin 1/4'ü intestinal sıvılarla kaybedilir. Ürik asitin geri kalan kısmı ise idrarla atılır. Ürik asit zayıf bir organik asittir. Ayrışma katsayısı 5.5'tir. 5.5'ten küçük pH değerlerinde çözünmez ve kristalleşmeye neden olur.

Hipositratüri:

Günlük kadınlarda 1.7 mmol, erkeklerde 1.9 mmol ve altında idrarla sitrat atılımı hipositratüri olarak ifade edilir. Hipositratüri üriner sistem taş hastalarında yaklaşık %5-29 oranında görülmektedir (42). Sitrat önemli bir inhibitördür. Sitrat kalsiyum tuzları ile kompleks oluşturarak idrarın satüre olmasını ve kalsiyum tuzlarının çökmesini önlemektedir (43). Hipositratürünün en sık sebebi ise asidozdur. Asit, sitratın renal tübüler emilimini arttırarak ve sentezini engelleyerek idrardaki konsantrasyonunu azaltmaktadır.

Hipomagnezüri:

Deneyisel modellerde Mg verilmesinin hastalığın tekrarını azalttığı gösterilmiştir. Preminger ve arkadaşlarının yayınladığı seride, CaOx taş hastalarında %7-23 oranında hipomagnezüriye (<3mmol/24saatlik idrar) rastlanıldığı bildirilmektedir (42). Hipomagnezüri, inflamatuvar barsak hastalıklarına bağlı malabsorbsiyonlarda da görülebilmektedir.

Sistinüri:

Protein metabolizmasının bir ürünü olan sistinin renal tubuler rezorbsiyonunun bozulmasına yol açan enzim transportunda otozomal resesif konjenital bir eksikliğe bağlıdır. Sistin özellikle düşük idrar pH'ında çözünür olmadığından taş oluşumuna eğilim artar.

Nanobakteriler:

Gram-negatif, sitotoksik, atipik bakteriler olan nanobakteriler, hücre duvarlarında karbonat apatit üretirler (44). Finlandiya'dan Çiftçioğlu ve arkadaşları böbrek taşlarının %97'sinde nanobakter üretebilmiş ve bu bakterilerin CaOx kristalizasyonu için çekirdek oluşturduğunu öne sürmüşlerdir (44).

2.1.3. Taş oluşumunda süpersaturasyon, nükleasyon, kristalizasyon ve agregasyon

Taş hastalığının altında yatan çok sayıda moleküler mekanizma henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Tüm taş tipleri için genel patojenik yolaktan daha çok taşın yapısı, hastanın komorbiditesi, genetik faktörler ve çevre şartlarına göre değişen ardışık olayların tümü taşın oluşumunda yer alır. Taş oluşumu kristalizasyon ile başlayan, kristal büyümesi, agregasyon ve adezyon ile taş formasyonuna giden kompleks bir süreçtir. Bu süreçler uyarıcı veya baskılayıcı etkileri olan bir takım kimyasal ve çevresel faktörlerin ilavesi ile sürer. İdrarın pH'sı ve iyonik güçler bunlara örnektir (alkali pH; kalsiyum içeren taşlar, asidik idrar; ürik asit ve sistin taşları).

İdrar sıklıkla kalsiyum okzalat, kalsiyum fosfat veya sodyum urat ile süpersatüre durumdadır. Baskılayıcı faktörlere sitrat, magnezyum, pirofosfatlar, glikozaminoglikanlar, Tamm-Harsfall proteini ve nefrokalsin örnek olarak verilebilir.

Süpersaturasyon:

Üriner sistem taş oluşumunun esas mekanizması süpersaturasyon olayıdır. Süpersaturasyon çözücünün çözünenle aşırı doyumluğudur. Spontan kristal oluşumu için gerekli olan çözünen miktarının tekrarlayan taş hastalığı olan kişilerde daha düşük olduğu gösterilmiştir (45, 46). İdrarda süpersaturasyon oluşumunun mekanizması taş bileşimine bağlı olarak değişkenlik gösterir. Kalsiyum, okzalat (%60) ya da fosfat (%20) ile birleşerek tüm böbrek taşlarının %80'nini oluşturur (47). Taşların yaklaşık %10'u ürik asit yapısındadır (48). Diabetes mellitus, obezite, metabolik sendrom ve gut hastalığı artmış ürik asit taşı riski ile

ilişkilidir (27). İdrar pH'sı <5.5 ise idrar, zayıf çözünürlüğe sahip ürik asit ile süpersatüre hale gelir ve ürik asit çöker. Bu durum ürik asit taşlarının önlenmesi ve tedavisinde idrar alkalinizasyon (potasyum sitrat) tedavisinin temelini oluşturur.

Nükleasyon (Çekirdek Oluşumu):

Taş oluşumu öncesinde doymuş idrarda kristaller oluşur ve çöker. Bu sürecin ilk basamağı nükleasyondur. Nükleasyon, stabil solid faza sahip olan daha büyük kristallere kendiliğinden büyüme yeteneği gösteren çökeltinin ilk partiküllerinin oluşumudur. Kristal çekirdekler, sistemde bulunan solid partiküller tarafından (heterojen nükleasyon) veya süpersatüre solüsyonda spontan olarak (homojen nükleasyon) oluşturulabilir. Heterojen nükleasyon, hücrel atıklar, eritrositler ve silendirler gibi yabancı yüzeylerin varlığından daha düşük süpersatürasyon seviyelerinde oluşur (49).

Homojen nükleasyon mekanizması kalsiyum okzalat kristal oluşumu mekanizmasının gerçekleşmesine yetecek düzeyde süpersatüre olmaması nedeniyle tam açıklayamamaktadır (50). Nükleasyonu sağlamak için gerekli olan süpersatürasyon miktarı “oluşum ürünü” (formation product; FP) olarak adlandırılır (**Tablo 1**). Süpersatürasyon düzeyi bu seviyenin altına düşer ancak metastabil bölgede kalırsa, önceden var olan kristallerin boyutu artabilir, fakat spontan nükleasyon artık oluşamaz.

Tablo 1. İdrar Çözünenlerinin Artan Konsantrasyonlarına Bağlı Olarak Spontan Kristalizasyona Yol Açan İdrar Satürasyon Süreci

| Kristalize olabilen maddelerin artan konsantrasyonları | | |
|---|---|-------------------------------|
| Çözülebilir Ürün (SP) | Oluşan Ürün (FP) | |
| Doygun değil | | |
| Çekirdekleşme veya büyüme yok | Kendinden kristal oluşumu mümkün | Kendinden kristal oluşumu var |
| Çözünme meydana gelebilir | Mevcut kristaller büyüyebilir | Mevcut kristaller büyüyebilir |
| Kümeleşme mümkün | Epitaksiyel (çekimsel) büyüme ve kümeleşme mümkün | Kümeleşme daha olası |

Kristalizasyon:

Nükleasyon oluştuğunda, idrar çökelen tuzlar bakımından süpersatüre kaldığı sürece, kristal gelişimi devam eder. Taş analizinde taşların yapısında birden fazla kristalin bulunduğu gösterilmiştir ve yaklaşık 2/3'ünde karma bir yapı söz konusu olup, en sık kalsiyum okzalat ve apatit bileşimi görülmektedir (51).

Farklı moleküler yapılarıdaki kristallerin hangi mekanizmalar ile etkileşime girdiği ve birbirine bağlandığı henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Belli kristallerin bir arada bulunma eğilimine bağlı olarak epitaksi kavramı öne sürülmüştür (52).

Kalsiyum okzalat taşlarında osteopontin ve albümin gibi idrar proteinlerinin, membran lipidleri ve membran yıkım ürünlerinin, metastabil bir solüsyonda heterojen nükleasyonu uyardıkları düşünülmektedir. Bu organik maddelerin kalsiyum okzalat ve fosfat kristalleri için yüksek ilgilerinin olduğu gösterilmiştir (53, 54).

İdrarda oluşan ufak kristaller, kimyasal ve elektriksel güçlerinin bileşimi ile toplanırlar (55). Bu işlem “agregasyon” veya “aglomerasyon” olarak adlandırılır ve kristal büyümesinden sorumlu olabilir (56).

Kristal Retansiyonu:

Tüm bireylerde distal renal tübülüs kalsiyum ve okzalat içeriği olarak süpersatüredir. Nükleasyon ve kristalizasyona rağmen kristalürü az sayıda insanda taş oluşturur (55). Oluşan kristaller kolayca atılacağından ana mekanizma renal tübüllerde kristallerin büyümesi olana kadar yeterince uzun süre kristal retansiyon (birikim) yeteneğidir (57, 58). Kristal retansiyonunda ve taş oluşumunda serbest ve sabit partikül teorilerini de kapsayan üç mekanizma ileri sürülmüştür (59, 60). Serbest partikül teorisi, süpersatüre tübüler sıvı varlığında nükleasyon ve kristal oluşumunun tübüler lümen içinde gerçekleştiğini öne sürmektedir. Kristaller daha sonra papiller toplayıcı kanallarda sıkışıp kalabilirler. Diğer yandan tübüler akımın fizyolojik çalışmaları normal koşullarda kristal oluşumu ve Bellini kanallarını tıkamaya yetecek kadar büyümesi için yeterli zamanın olmadığını göstermiştir (61).

Sabit partikül teorisinde, kristaller ile renal tübüler epitel hücreleri arasında bir etkileşim olduğu ileri sürülmektedir (62, 63). Osteopontin ve hyaluronan gibi bazı bağlayıcı moleküller üzerinde yoğun olarak çalışılmıştır. Özellikle kalsiyum okzalat taşlarında hiperokzalürinin renal epitelyal hücrelerde hasara sebep olduğu ve bunun da kristal retansiyonuna katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (64-66). Hiperokzalürinin epiteldeki etkileri oksidatif stres ve reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi ile ilişkilendirilmiştir (67, 68). Epitel hasarı varlığında kalsiyum okzalat kristallerinin yüzeye yapışmasının arttığı gösterilmiştir (69). Bu mekanizma vasküler sistemde görülen endotel hasarı ya da; aterosklerotik plak erozyonu varlığında trombositlerin agregasyonuna benzemektedir.

İdiopatik kalsiyum okzalit taşı hastalardan alınan papiller biyopsi örneklerinde suprafizyolojik düzeylerdeki okzalit varlığını destekleyici kanıtlar elde edilememiştir (62).

Papiller kalsiyum birikimi (Randall plakları) subepitelyal (tip 1) veya intratübüler (tip 2, hidroksiapatit veya karbapatit) olarak sınıflandırılır. Renal papillada interstisyel kalsiyum fosfatın (Randall plağı) kristallerine idrardaki kristaller tutunabilir. Bu teoriye göre interstisyel plaklar ile başlangıçtaki lezyonlar aynı lokalizasyondadır. Randall plakları en çok idiyopatik kalsiyum okzalit taşları ile karakterizedir. Otopsi çalışmalarında kalsiyum birikimi %20 renal papillada bulunmuş ve bu kişilerin 1/3'ünde o yerleşimde primer böbrek taşı saptanmıştır. Randall teorisine göre bu plaklar taş oluşumu için çekirdek görevi görür. Aterosklerotik inflamasyona benzer cevap ile perivasküler kalsifikasyon, Randall plak oluşumuna sebep olur. Papiller subepitelyal ve intratübüler kalsiyum fosfat (CaP) birikimleri kalsiyum okzalit (CaOx) taş oluşumunda önemlidir. Tüm taşların %70'i CaP içerir.

Taş Oluşumu ve Büyümesinin Baskılayıcı ve Uyarıcıları

Tablo 2'de böbrek taşı oluşumunu baskıladığı düşünülen çeşitli maddeler listelenmiştir (55, 70). Taş oluşumunun, idrar süpersatürasyonu ile idrardaki inhibitör maddeler arasındaki bir dengesizlikten kaynaklandığı ileri sürülmüştür (71). Kalsiyuma bağlanarak süpersatürasyonunu azaltan ve kalsiyum içeren taşların önlenmesinde potasyum sitrat şeklinde kullanılan sitrat dışında diğer inhibitör maddelerin hiçbirinin bugün için tedavi amacıyla kullanımı yoktur.

Sitrat, kalsiyum okzalit monohidratın kristal agregasyonunun önemli bir inhibitörüdür. Tamm-Horsfall proteinin fonksiyonu idrar pH'sı ve konsantrasyonuna bağlıdır. İdrar pH'sı düşük ve konsantrasyonu yüksek olduğunda Tamm-Horsfall proteinin kristallerin agregasyonunu uyardığı düşünülmektedir. Tersine konsantrasyonu düşük, alkali idrarda ise Tamm-Horsfall proteinin kristal agregasyonu ve büyümede inhibitör etkiye sahiptir (72). İnhibitör moleküllerin çoğu, anyonik bağlarla kalsiyum atomlarına bağlanır ve bu sebeple kristal büyümesini önlerler (55, 70). Glikozaminoglikanlar gibi makromoleküller kristal agregasyonu ve büyümesini baskılar, kristal nükleasyonunu ise uyarır. Nefrokalsin genellikle taş oluşumunu baskılayıcı etki göstermesine rağmen, bazı kalsiyum okzalit monohidrat taşlarında bireylerde nefrokalsin moleküllerinde γ -karboksit glutamikasidin bulunmadığı ve bunun da taş oluşumunu baskılayıcı fonksiyonların kaybı ile sonuçlandığı gösterilmiştir (73, 74).

Staz/obstrüksiyon, nörojenik mesane işlev bozukluğu, konjenital anatomik anomaliler ve kalıcı kateterler gibi yabancı cisimlerin varlığında üriner enfeksiyon gelişebilir, bu ise taş oluşumunda litojenik substrat olarak önemli rol oynar (75). Magnezyum amonyum fosfat (struvite) taşlarını oluşturan üreaz üreten bakteriyel enfeksiyonların (klebsiella, proteus, pseudomonas, stafilocok) rolü kanıtlanmıştır. Bu enfeksiyonlarda idrardaki üre, amonyak ve karbondioksite yıkılır, ardından amonyum iyonları ve bikarbonata hidrolize olur. Daha sonra katyonlara bağlanmasıyla magnezyum amonyum fosfat ve karbonat apatitin oluşması ile sonuçlanır (76). Sitrat kalsiyum gibi üriner katyonlarla kompleks oluşturabilme yeteneğine bağlı olarak koruyucu rol oynar. Üriner enfeksiyonların varlığında sitratın bakteriler tarafından metabolize edilmesiyle baskılanma daha az olur (77).

Atnalı böbrek, üreteropelvik bileşke (UPJ) obstrüksiyonu, kaliks divertikülü ve medüller sünger böbrek gibi bir dizi konjenital veya kazanılmış anatomik anomalisi böbrek taşları gelişimi bakımından üriner staz etkisiyle risk oluşturur (78, 79). Staz üriner enfeksiyona zemin hazırlar ve kristal retansiyonunu uyarır. Bazı araştırmacılar bu hastalarda daha yüksek oranlarda metabolik anomalilerinde olduğunu ileri sürmüşlerdir (80-82). Büyük olasılıkla bu faktörlerin hepsinin kombinasyonu taş oluşumuna katkı yapmaktadır.

Tablo 2. Taş Oluşumunu Etkileyebilen Baskılayıcı Üriner Maddeler

- Albumin
- Kalgranulin
- Sitrat
- Glukozaminoglikanlar
- İnter- α -inhibitör
- Magnezyum
- Nefrokalsin
- Osteopontin
- Protrombin F1 fragman
- Pirofosfat
- Renal litostatin
- RNA / DNA parçacıkları
- Tamm-Harsfall proteini

2.2. Böbrek Taşlarında Radyoloji

Son yıllarda teknoloji ve radyolojideki gelişmeler üroradyolojinin de büyük ölçüde gelişim ve değişimine neden olmuştur. Ultrasonografi, bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi kesit anatomisi sağlayan görüntüleme yöntemlerinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlaması klasik olarak nitelendirilebilecek bir çok yöntemin kullanım sıklığını azaltmış ve hatta kimi yöntemlerin bir anlamda ortadan kalkmasına yol açmıştır.

2.2.1. Direkt üriner sistem grafisi (DÜSG):

Üriner sistem taş hastalığında ilk ve en çok kullanılan tetkiktir. Kontrast madde kullanılmadan önce hastaya derin nefes aldırılır ve supin pozisyonda ön-arka film alınır. Pediatrik hasta grubunda prone pozisyonda film çekilmesi önerilir. Filmler diafragmadan simfizis pubise kadar tüm karın alanını kapsamalıdır. Direkt grafinin üriner sistem taşlarında %44-77 duyarlılığı ve %80-87 özgüllüğü mevcuttur. Renal taşların yaklaşık %90'ı radyopak olup direkt üriner sistem grafisinde saptanabilmektedir (83). **Tablo 3**'de taşların X-ray karakteristikleri belirtilmiştir.

Tablo 3. Taşların X-Ray Karakteristikleri

| Radyopak | Zayıf Radyopak(Semi) | Radyolüsent(Nonopak) |
|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Kalsiyum okzalat dihidrat | Magnezyum amonyum fosfat | Ürik asit |
| Kalsiyum okzalat monohidrat | Apatit | Amonyum urat |
| Kasiyum fosfat | Sistin | Ksantin |
| | | 2,8 dihidroksiadenin |
| | | İlaçlara bağlı oluşan taşlar |

Radyopak taşların büyük çoğunluğunu içerisinde kalsiyum içeren taşlar oluşturmaktadır. Struvit veya matriks taşları daha az opak olup tanınmaları daha zor olabilmektedir. Saf ürik asit ve sistin taşları bir miktar kalsifiye olup DÜSG'de saptanabilirler. Kalsiyum okzalat dihidrat taşları diğer saf kalsiyum taşlarına göre daha az yoğun olup “dut” veya “ pamuk topu” konfigürasyonunda olabilir. Yoğun olarak kalsiyum fosfat içeren taşlar, en yoğun taşlar olup “sert” görüntüleri vardır. Magnezyum amonyum fosfat içeren struvit taşları kalsiyum taşlarına göre daha az yoğun olup tipik “geyik boynuzu” taşlarını temsil ederler. Hem kalsiyum hem de struvit taşlarından daha az yoğun sistin taşları ise “buzlu cam” görüntüsüne sahip olmaktadır. Ürik asit taşları aslında non-opak olup ancak başka komponentler içerdiklerinde görülebilirler. **Tablo 4**'te çeşitli grafilerin radyasyon doz kıyaslamaları sunulmuştur.

Tablo 4. Çeşitli Grafilerin Radyasyon Doz Kıyaslamaları

| Radyolojik Yöntem | Radyasyon Dozu(mSv) |
|--------------------------|----------------------------|
| Akciğer Grafisi | 0.1-0.5 |
| DÜSG | 0.5-1 |
| İVP | 1.3-3.5 |
| Standart BT | 4.5-5 |
| Düşük Doz BT | 0.9-1.9 |

2.2.2. İntravenöz ürografi (İVP):

Bilgisayarlı tomografinin (BT) yaygınlaşması ile kendisine daha nadir kullanım alanı bulan İVP, böbrek toplayıcı sisteminin görüntülenmesi gerektiği zaman kullanılabilir. Her iki böbrek fonksiyonu hakkında bilgi verir. Kolay ulaşılabilir ve non opak taşları dolma defekti şeklinde tanımlayabilme özelliğine sahiptir. Bağırsak temizliğinin gerekmesi, kolik ağrılı hastada hemen sonuç alınamaması tetkikin dezavantajıdır. Kontrast madde alerjisi olanlarda, serum kreatinin değeri 2mg/dL üzerinde olanlarda, metformin kullananlarda ve myelomatozisi olanlarda kontrendikedir (84).

2.2.3. Ultrasonografi (USG):

Ultrasonografi çok yüksek ses demeti kullanarak yapılan bir görüntüleme biçimidir. X-ışını kullanılan yöntemlerde farklı olarak, enerjinin dokulardaki atenuasyonuna değil, yansımaları prensibine dayanan bir yöntemdir. Yumuşak dokular ve parankimlerin değerlendirilmesinde kullanılır. Özellikle çocuk, genç ve hamile hastalarda ve iyotlu kontrast maddelere alerjisi olanlarda kullanışlıdır (85). Birçok özelliğinden dolayı ilk kullanılacak görüntüleme yöntemidir. Non-invaziv bir yöntemdir, iyotlu kontrast madde kullanılması gerekmez ve rahatlıkla tekrarlanabilir bir yöntemdir. Düşük böbrek fonksiyonu olan hastalarda da kullanılabilir. USG’de taşlar posteriorunda gölgelenme olan parlak ekojeniteler olarak görülür. Matriks ve indinavir taşlarında gölge olmaksızın yumuşak doku ekojenitesi olur. USG ile renal pelvis ve kaliks taşları kolayca görülebilir. Üreteropelvik ve üreterovezikal bileşke taşlarında da fayda sağlar. Yalnız bu iki bileşke arası taşlarda spesifite ve sensitivitesi düşmektedir.

USG’nin 2 mm’nin altındaki taşları saptaması zordur. Bir diğer dezavantajı, taş boyutunu tam verememesidir. Her ne kadar duyarlılığı düşükse de USG ile saptanan taşın özgüllüğü %90’lardadır (86).

2.2.4. Bilgisayarlı tomografi (BT):

Tanısal radyolojideki en önemli gelişmelerden birisi de tomografinin icat edilmesidir. Sistem 1971 yılında İngiliz Godfrey Hounsfield tarafından geliştirilmiştir. İlk yıllarda sadece kranial inceleme amacıyla kullanılırken 1976 yılından sonra torakal ve abdominal kullanımı sağlanmıştır. Günümüzde kontrastsız spiral BT, üriner traktta taş şüphesi olan hastaların değerlendirilmesinde ilk seçenek araştırma olarak yaygın kabul görmüştür (87, 88).

İlk kez 1995 yılında Smith ve arkadaşları (89) tarafından yararının belirtilmesinden bu yana, BT kullanılarak yapılan çalışmalarda üriner taşların tanısında yüksek duyarlılık (%95-98) ve özgüllük (%96-100) oranları bulunmuştur (90-92). Çok dedektörlü cihazların geliştirilmesi ile bu oranlar neredeyse %100'e yaklaşmış ve taş tanısının konmasında ve tedavinin yönlendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemi haline gelmiştir (93).

Taşların saptanmasında, lokalize edilmesinde, komplikasyonların değerlendirilmesinde, klinik tablonun taşla ilgili olmadığı durumlarda karın ağrısının etyolojisine katkı vermede BT, USG ve İVP'den daha faydalıdır (94-96).

Bilgisayarlı tomografide indinavir taşları haricinde tüm taşlar opak görünürler (97). Taşın kendisinin görülmesi primer bulgudur. Taşın direkt görüntülenemediği durumlarda sekonder bulgulara bakılabilir. Bunlar, hesaplanmış sensitivite ve spesifite oranları ile genişlemiş böbrek, hidronefroz (%83, %94), perirenal sıvı (%82,%93), üreteral dilatasyon (%90, %93) ve yumuşak doku kenar işareti (pozitif prediktif bulgu) bulgularıdır (98, 99). Kontrastsız BT'de kafa karıştıracak bir durum üreter duvarına komşu flebolitlerdir. BT'de flebolitler, DÜSG'dekinin aksine, ortasında radyolusent alan göstermezler, homojendirler ve kuyruklu yıldız işareti verirler (100-102).

Taş tanısını koymak için kontrast gerekmez. Lakin taşın primer ya da sekonder işaretlerinin görülmediği klinik tablolarda ve nadiren üreter duvarına komşu flebolitleri ayırmak için kontrast madde verilmesi gerekebilir. Bu tip flebolitler BT'de taş tanısının yalancı pozitif sebepleridir. İndinavir taşları da yalancı negatif sebepleridir. Bu iki durumun haricinde hem sensitivitesi hem de spesifitesi oldukça yüksektir. Diğer üriner sistem patolojilerini ve üriner sistem dışı patolojileri yakalama fırsatı verdiği gibi akut kolikğin ayırıcı tanısında bulunan pelvik inflamatuvar hastalıklar, tubo-ovaryan abseler, ovaryan kist ve kitleler, pankreatit, safra yolları patolojileri, umulmadık malignansileri tespit edebilmesi büyük avantajdır. Üç film çekilen İVP'deki dozun 2-3 katı kadar radyasyona maruz kalmak ise dezavantajlarından birisidir (103). Bir kere bu dozda radyasyon almanın yaşam boyu malignansi riskine 1/4000 ilave yapacağı bildirilmiştir (104). Standart doz BT teknikleri yanında düşük doz (%50) ve ultra düşük doz (%95) teknikleri ile taş araştırması yapılabildiği ve sadece taş ile ilgili neticelere bakıldığında standart doz BT sonuçları ile karşılaştırılabilir olduğu görülmüştür (105-107). Diğer dezavantajlar; maliyet, sadece hastane gibi büyük merkezlerde bir radyoloğa bağımlı yapılabilmesi, hasta yatağında uygulanamamasıdır.

Dezavantajlarından dolayı takip aşamasındaki görüntülemelerde yerini taşların opasitesine bağlı olarak DÜSG ve USG'ye bırakır.

2.2.5. Manyetik rezonans görüntüleme (MR):

Günümüzde MR, üriner sistem taşlarının ve obstruksiyonun tanısında NKBT ve İVP'ye alternatif yaratmak için araştırılmaktadır. MR ile iyonizan radyasyon ve iyonizan kontrast madde verilmediği için bu durum özellikle gebelerde, çocuklarda ve adolosanlarda önem kazanır. T2 ağırlıklı MR görüntüleri ile üreteral obstrüksiyon ve taş tanısı konulabilmektedir (108). Manyetik Rezonans Ürografi (MRU) son zamanlarda özellikle gebelerde önem kazanan obstruktif üropati tanısında oldukça önemli bir tekniktir (109).

2.2.6. Radyonüklid renal görüntüleme (Renal Sintigrafi):

Genitoüriner sistemin radyoizotopik görüntülemesi fizyolojik prosesi engellemede anatomik ve fonksiyonel değerlendirmeye olanak sağlar. Bazı araştırmacılar tarafından radyonüklid renal görüntüleme şüpheli renal koliği olan hastalarda başlangıç değerlendirme tekniği olarak önerilmiştir (110).

2.3. Böbrek Taşlarında Tedavi Seçenekleri

2.3.1. Beden dışı şok dalgaları ile taş kırma (ESWL)

ESWL'nin çalışma prensibi; bir enerji kaynağından çıkan şok dalgasının taşın üzerine odaklanarak kırılmasını sağlamaktır. Şok dalgalarının medikal olarak kullanılması fikri ilk olarak 1950'li yıllarda Rusya'da ortaya çıkmıştır. Bir Alman uçak firması olan Dornier, yağmur damlalarının uçak kanatları üzerinde yaptığı tahribatın nedenlerini araştırırken şok dalgalarının katı cisimleri kırabilecek bir güç olduğunu tespit etmiş ve böylece şok dalgalarıyla vücutta oluşan taşların tedavi edilmesine yönelik çalışmalara başlanmıştır. Hayvan deneylerindeki başarılı sonuçların ardından 7 Şubat 1980 tarihinde ESWL'nin ilk defa insan üzerindeki denemesi gerçekleştirilmiştir (111).

ESWL tedavisinin çalışma prensibi ultrasonografi diğer bir deyişle ses dalgalarına dayanır. Bu şok dalgaları, fizik kurallarına göre, sıvı ortam içerisinde daha şiddetli etki edeceğinden taşa çarpar ve parçalar. Böylece bu ses dalgaları tek bir hedefe doğru yönelirler ve sapma göstermezler.

Dornier HM3 modeli ilk olarak piyasaya pazarlanan ESWL cihazıdır. Dornier HM3 klinik uygulamaya Amerika'da 1984 yılında girmiştir (112). Bu cihaz 1984 yılında Amerika'da FDA onayını almıştır ve ESWL'nin taş tedavisinde kullanılabileceği kabul edilmiştir.

ESWL Çalışma Prensipleri

ESWL'de temel işlem; vücut dışında üretilen şok dalgalarının, iletken bir ortam (su) kullanılarak, vücut içinde bir hedefe yönlendirilmesidir. Çok sayıdaki litotriptörlere rağmen bu cihazların hepsi aynı akustik fizik kurallarına dayanır. Pozitif dalgadaki keskin pik ve bunu izleyen negatif çekilme dalgasından oluşan şok dalgası vücut dışında üretilir ve taşları parçalamak üzere vücut içerisinden geçirilir (113). Ses dalgaları su banyosu veya su ortamından insan vücuduna kolayca geçirilir, çünkü su ve insan vücudu benzer dansitelerdedirler. Fakat sudan taşa geçerken meydana gelen dansite değişimi taş parçalanmasına neden olur.

Bütün litotriptörler 4 ana özelliği paylaşır:

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

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

Şok Dalgası İletimi ve Odaklama:

Orijinal HM3 makineleri şok dalgalarını hastaya iletmek için 1000 litre su banyosu kullanır. İkinci ve üçüncü kuşak litotriptörler geniş su banyosunun fizyolojik, fonksiyonel ve

ekonomik sorunları hafifletmek amacıyla tasarlanmıştır. Bu amaçla şok dalgalarını iletmek için su yastığı ve jel kullanılmaktadır.

Litotripsi işlemi sırasında taş lokalizasyonu ve odaklanması floroskopi ve/veya ultrasonografi ile sağlanmaktadır. Floroskopi üroloğun alışkın olduğu bir yöntemdir ve efektif üretral taş lokalizasyonunda artı faydalar sağlamaktadır.

Taş Kırma Mekanizması:

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

Klinik Sonuçlar:

Orijinal HM3 ile yapılan erken dönem 5 geniş seri sonuçları değerlendirildiğinde ESWL'nin taşsızlık oranları renal pelvis, üst kaliks, orta kaliks ve alt kaliks için sırasıyla %76 (48-85), %69 (46-82), %68 (52-76) ve %59 (42-73)'dur. Bu serilerde en iyi taşsızlık oranları 1 cm altındaki taşlarda ve renal pelviste lokalize taşlarda tespit edilirken en zayıf taşsızlık oranları alt kaliks taşlarında tespit edilmiştir (113). Son zamanlarda yayınlanan bir çalışmada 3241 hastada tüm taş lokalizasyonlarında ESWL'nin etkinliği değerlendirilmiş ve taşsızlık oranı %71.5 ve başarı oranı %79.8 olarak bildirilmiştir (114).

Komplikasyonlar:

Geniş serili çalışmalar her ne kadar ESWL'nin güvenilir, etkili bir yöntem olduğunu gösterse de ciddi yan etki ve komplikasyon potansiyeline sahip olduğu da bir gerçektir (115). ESWL'ye bağlı komplikasyonlar akut olarak ortaya çıkabildiği gibi geç komplikasyonlar olarak da görülebilmektedir. ESWL'nin akut veya kronik böbrek hasarına neden olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir (113).

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

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

2.3.2. Açık ve laparoskopik cerrahi

Gelişen teknolojik imkânlarla birlikte böbrek taşlarında ESWL, PNL, fleksible üreterorenoskopi ilk tercih olarak kullanılmalıdır. Bu tedavilerin başarısız veya yetersiz olduğu hasta grubunda, at nalı, ektopik veya rotasyone böbreklerdeki büyük taşlarda, kompleks taşlarda ve hastanın da diğer yöntemleri istemediği durumlarda ve son olarak yeterli endoürolojik tesislerin olmadığı gelişmekte olan ülkelerde açık ve laparoskopik böbrek taşı cerrahisi bir alternatiftir. Laparoskopik ve cerrahi endikasyonları **Tablo 5**'te sıralanmıştır.

Tablo 5. Laparoskopik ve Açık Cerrahi Endikasyonlar (43)

| |
|---|
| Kompleks taş yükü |
| ESWL ya da Endoürolojik girişimlerin başarısızlığı |
| Anatomik anomaliler |
| Morbid obezite |
| Afonksiyone böbrek nedeniyle nefrektomi planlanan olgular |

2.3.3. Endoskopik tedaviler

Arthur Smith ve arkadaşlarının ilk defa 1979 yılında endoüroloji terimini kullanmalarından günümüze kadar geçen süre içerisinde teknolojideki gelişmelere paralel olarak endoskopik tedaviler açık cerrahi tedavinin yerini almıştır (3).

2.3.3.1. Üreterorenoskopi (URS)

Günümüzde çapı ince ve çalışma kanalı geniş olan üreterorenoskopların kullanılmasının yanı sıra teknolojideki gelişimle beraber optik kalitesinin artması ve lazer kullanımının yaygınlaşması ile özellikle üreter taşlarında %100'e varan başarı oranları bildirilmektedir.

Üreterorenoskoplar rijid, semirijid ve fleksibl olmak üzere üç grupta toplanmaktadırlar. Distal üreter taşlarına rijid üreterorenoskop ile kolaylıkla ulaşılabilirken, proksimal üreter

taşlarında yine rijid, semirijid ve fleksibl üreterorenoskoplar kullanılabilir. Rijid ve semirijid üreterorenoskoplarda hem görüş daha iyi ve kolay olmakta, hem de geniş çalışma kanalı sayesinde yardımcı aletlerin kontrolü daha kolay olmaktadır. Eğer proksimal üreterde rijid veya semirijid üreterorenoskoplar güvenle kullanılamıyorsa ya da taş intrarenal toplayıcı sisteme kaçış göstermişse fleksibl üreterorenoskoplar tercih edilmelidir.

Üreterorenoskopide ana enstrüman olan optik dışında bazı yardımcı enstrümanlara da ihtiyaç vardır. Bunlar özellikle taşın üst üriner sisteme retropozisyonunu engellemeye yönelik enstrümanlardır. Bunlardan biri “stone cone” adı verilen ve uç kısmı spiral şekilde kıvrılabilen kateterdir (116, 117). Bunun haricinde “BackStop Gel” veya “NTrap” basket kateterlerde taşın yukarı kaçmasını engellemek için kullanılabilir.

Son dönemde teknolojiye gelişmeler doğrultusunda özellikle proksimal üreter ve intrarenal taş cerrahisinde fleksibl üreterorenoskopların kullanımında belirgin artış olmuştur. Fleksibl üreterorenoskopide ise en önemli yardımcı enstrümanlardan birisi akses kılıflardır. İşlem esnasında akses kılıf kullanılması hem işlemi kolaylaştırmakta hem de operasyon süresini kısaltmaktadır.

Üreterorenoskopi komplikasyonlarını erken ve geç dönem komplikasyonlar olarak sınıflamak mümkündür. Erken dönem komplikasyonlar; üreteral perforasyon, avulsiyon, sepsis, kanama, taşın proksimale kaçması sayılabilir. Geç komplikasyonlar ise üreteral darlık ve rezidüel taş fragmanlarının kalması (118-120).

Anterograd URS, bir sebepten ötürü retrograd girişim sağlanamadığında böbreğe perkütan olarak girilip buradan üreteral kalküle ulaşılmasıdır. Özellikle büyük üreter taşlarında retrograd yolun başarısız olduğu durumlarda uygulanır.

2.3.3.2. Perkütan nefrolitotomi

İlk olarak 1955 yılında Casey ve Goodwin (121), hidronefrozu böbreklerde perkütan iğne aracılığıyla yapılan aspirasyon tedavi deneyimlerini ve anterograd piyelografi uygulamalarını sunduktan sonra, perkütan trakt oluşturma yöntemi başlamış oldu. Perkütan nefrostomi, üst üriner sisteme ait tüm perkütan yöntemlerin uygulanabilirliği açısından kılavuz oluşturmuştur.

Böbrek taşlarının tedavisinde PNL ilk kez 1976 yılında Fernström ve Johansson tarafından tanımlanmıştır (122). Bunu takiben 1979 yılında PNL ile tedavi edilen ve 5 olgudan oluşan ilk seri yayınlanmıştır. Bu gelişmelere rağmen 1982 yılında Chaussy'nin

ekstrakorporeal şok dalga litotripsisi (ESWL) ile ilgili deneyimlerini bildirmesi (111), böbrek taşlarının tedavisinde PNL'nin bir süre daha geri planda kalmasına neden olmuştur. Daha sonraki yıllarda ise ESWL'nin bazı taşlar için düşük taştan arınma oranları sağladığı ve yüksek oranda ek tedaviler gerektirdiğinin bildirilmesi, PNL'yi yeniden gündeme getirmiştir. Bu gün PNL, >2 cm taşların tedavisinde ilk seçenek olarak kılavuzlar tarafından önerilmektedir (42).

Hastanın hazırlanması

PNL öncesi taşların sayısını, pozisyonunu belirlemek ve böbreğin anatomik detaylarını ortaya koymak için preoperatif dönemde İVP ve BT gibi radyolojik incelemeler yapılır.

BT; özellikle füzyon ya da malrotasyon anomalilerin, renal ektopinin, ortopedik deformitelerin ve obez olguların değerlendirilmesinde yararlıdır. BT ayrıca nadiren görülen retrorenal kolon olgularını da belirleyebilir. Renal sintigrafi, özellikle bilateral koraliform taşları olan hastalarda renal fonksiyonun dağılımını değerlendirmek için kullanılabilir (123). Tüm hastaların operasyon öncesi tam idrar tahlili (TİT), idrar kültürü veya idrar mikroskopisi, tam kan sayımı, serumda; kalsiyum, sodyum, potasyum, kreatinin, ürik asit, CRP ve koagülasyon parametreleri (PTT ve INR) değerlerine bakılmalıdır (42). Antikoagülan içeren ürünler ve non-steroidal antiinflamatuar ilaçlar işlemden 7 gün önce kesilmelidir (124). Hastalara operasyon sonrası kanama, ateş, organ yaralanmaları gibi komplikasyonların olabileceği anlatılmalı ve bilgilendirilmiş onam formu imzalatılmalıdır.

Antibiyotik kullanımı

PNL veya URS sonrası enfeksiyon riskini öngerebilen hiçbir kanıt bulunmamaktadır (125). PNL olgularının incelendiği bir derlemede preoperatif idrar kültürünün negatif olması ve antibiyotik profilaksisi postoperatif dönemde ateş ve diğer komplikasyon oranlarını anlamlı derecede azalttığını göstermektedir (126). Bu amaçla tek doz antibiyotik profilaksisi yeterlidir (127, 128). Avrupa Üroloji Kılavuzu PNL öncesi tüm hastalara antibiyotik profilaksisini önermektedir (42). İdrar kültürünün negatif olmasına ve antibiyotik profilaksisi verilmesine rağmen hastalarda bazen peroperatif ateş olabilmektedir. Çünkü böbrek taşlarının kendileri de enfeksiyon kaynağı olabilmektedir. Bu yüzden intraoperatif alınacak taş kültürü postoperatif gelişebilecek enfeksiyon da antibiyotik seçiminde faydalı olabilir (129, 130).

Taş nedeniyle operasyon planlan tüm hastalarda idrarın steril olması sağlanmalıdır. Bir obstrüksiyon mevcut ise ve bu durumun enfeksiyon kaynağı olduğu düşünülüyorsa mutlaka üreteral stent yada nefrostomi yardımıyla drenaj sağlanmalıdır (42).

Radyasyon

Floroskopinin yaygın kullanımı ile radyasyonun ürologların hayatındaki önemi daha da belirgin hale gelmiştir. Değişik faktörlere bağlı olarak yıllık alınan radyasyon dozu 0.5 mSv/yıl (mSv: milisievert, bir radyasyaon birimi) ile 1.5 mSv/yıl'dır. ABD kendi vatandaşları için bu oranı 1.8mSv/yıl olarak belirlemiştir (131). Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise bu dozun üst limitini 5 mSv/yıl olarak belirlemiştir.

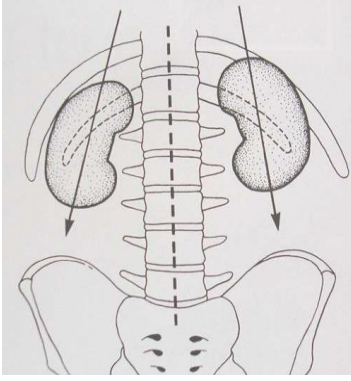
Endoürolojik girişimlerde floroskopinin kullanımı ile beraber cerrahın maruz kaldığı radyasyon dozu da artmaktadır ve bu noktada en önemli kaynak hastanın aldığı radyasyonu yaymasıdır. Floroskopi ile sağlık personelinin arasındaki mesafe arttıkça maruz kalınan radyasyon dozu da azalmaktadır. Aradaki mesafe <70 cm ise maruz kalınan radyasyon dozu artış gösterirken bu mesafe >90 cm ise maruz kalınan radyasyon belirgin düzeyde azalmaktadır (132).

Sonuç olarak sağlık çalışanının radyasyondan korunmak için; kurşun önlük ve tiroid koruyucusu giymelidir. Ayrıca koruyucu gözlük ve eldiven takılması da önerilmektedir (131).

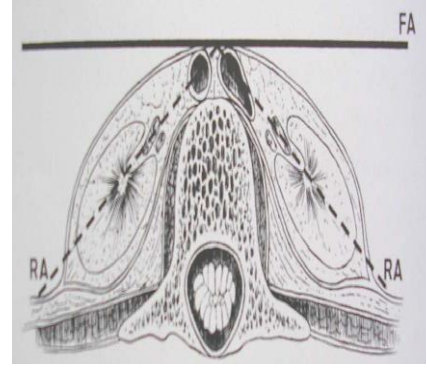
Böbreğin fonksiyonel anatomisi

Renal toplayıcı sisteme emniyetli ve başarılı bir şekilde girebilmek için böbreğin anatomik komşuluklarının iyi bilinmesi gerekmektedir.

Böbrek insan vücudunda en iyi korunmuş organlardandır. Arkasında kalın sırt kasları, üstte ve yanda 11. ve 12. kostalar, önde ve yanda karın duvarı kasları ile çevrelenmiştir. Böbrekler T12-L3 vertebralar arasında retroperitoneal olarak yer alır. Posterior abdominal duvarda M. psoas major üzerinde ve longitudinal aksına paralel, oblik olarak yer alır (**Şekil 1**). Hiler bölgenin anteriora doğru rotasyonu nedeniyle her iki böbreğin de lateral kenarları posterior yerleşimlidir. Bu rotasyon sonucu böbreğin frontal ekseni ile vücudun frontal ekseni 30-50° 'lik açı yapar (133) (**Şekil 2**).



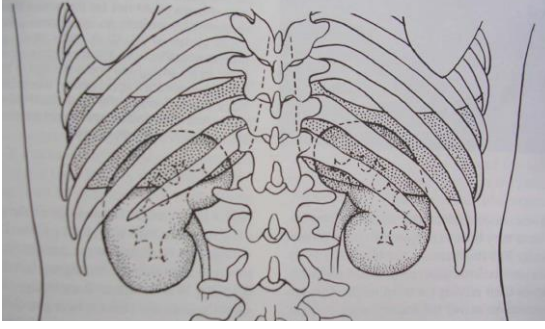
Sekil 1. Böbreğin Koronal Kesitte Yerleşimi



Sekil 2. Böbreğin Transvers Kesitte Yerleşimi

Sol böbrek sağa göre daha superiorda yer alır. Sağ böbreğin posterior yüzeyini 12. kot çaprazlarken, sol böbreğin posterior yüzeyini 11 ve 12. kot çaprazlar. Diaframın posterior yüzü 11 ve 12. kotlara yapışır (**Sekil 3**). İnterkostal girişim uygulayan endourologlar bu anatomiye akılda tutmalıdır. Plevra 12. kote yapışırken, akciğerler genellikle 11. kotun üzerinde yer alır (133). 11. ve 12. kotlar arasından yapılan girişimler çoğu kez komplikasyon gelişmeden uygulanabilmektedir. 10 veya daha üst interkostal aralıklardan perkütan girişim yapılmamalıdır. Bu girişler, interkostal damarları yaralamamak için interkostal aralığın alt yarısından yapılmalıdır (134). Karaciğer sağ, dalak ise solda böbreğin suprahiler bölgesinin posterolateralinde yer alır. Yüksek seviyelerden yapılan girişim esnasında, hastanın yaptığı inspirasyon düzeyine göre karaciğer ve dalak yaralanma riski artar. Bu anatomik komşuluk daha çok splenomegalili ve hepatomegalili hastalarda önem kazanır. Hastaların operasyon öncesi BT ile değerlendirilmeleri bu komplikasyonları azaltmaktadır (133, 134).

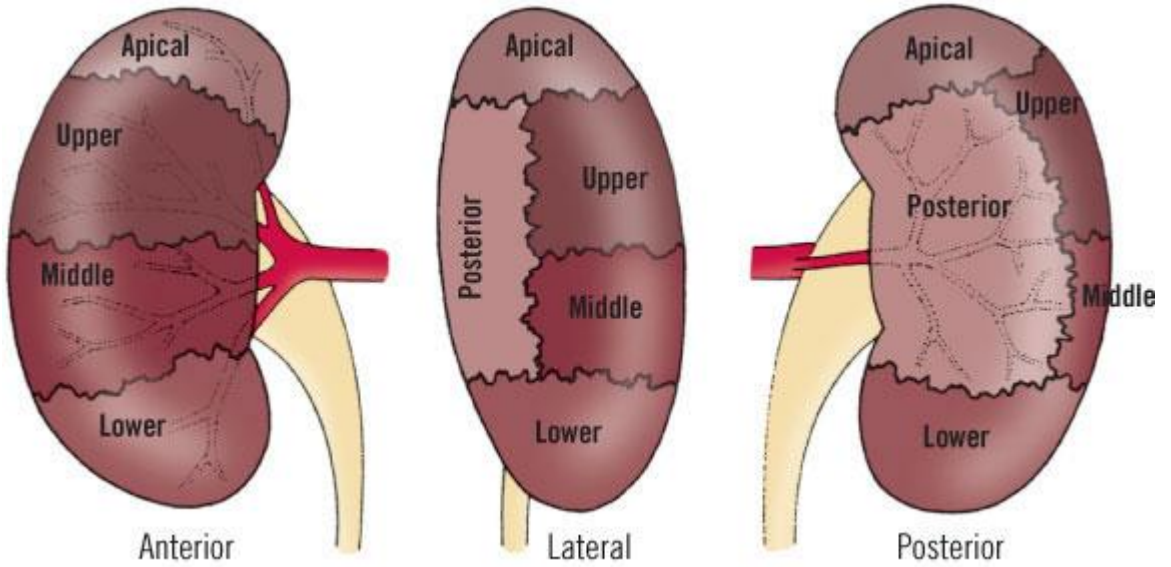
Sağ kolik fleksura (hepatik fleksura) sağ böbreğin inferior kısmının anteriorunda yer alır. Sol kolik fleksura ise sol böbreğin anterolateralinde yer alır. Operasyon öncesi BT ile değerlendirilen hastalarda nadiren de olsa böbreğin posteroinferiorunda retrorenal kolon saptanabilir. Bu vakalara yapılan perkütan girişim esnasında barsak yaralanma riski artmıştır. Yapılan bir çalışmada supin pozisyonda BT ile değerlendirilen hastaların %1.9'unda retrokolon mevcutken, pron pozisyonda bu oran %10'lara ulaşmaktadır. Perkütan girişim öncesi hastalar retrorenal kolon açısından BT ile dikkatlice değerlendirilmelidir (135).



Sekil 3. Böbreğin Kostalar Altına Yerleşimi

Böbreğin vasküler anatomisi:

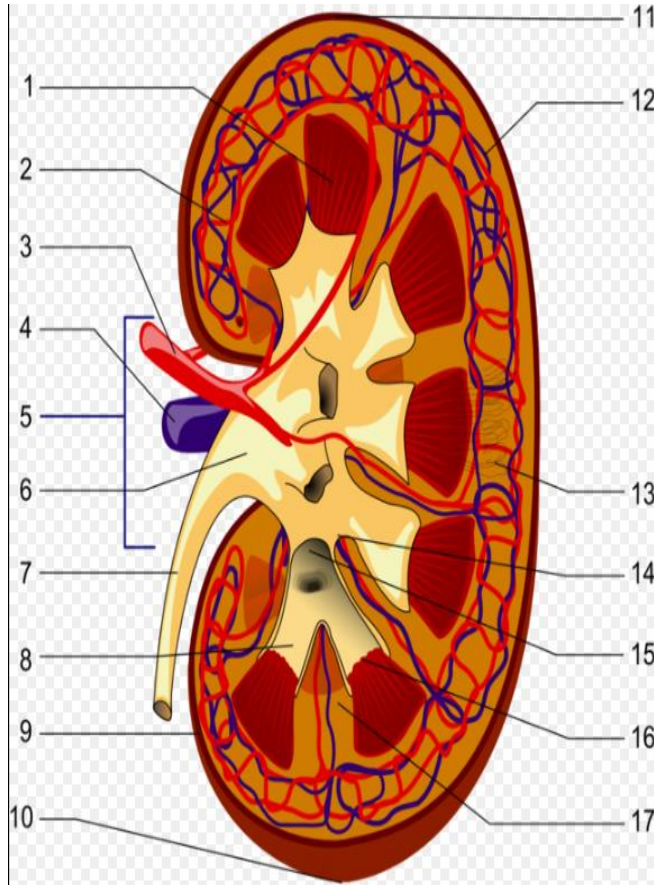
Böbreğin arterleri end-arter yapısındadır. Ana renal arter, A. Suprarenalis inferior dalını verdikten sonra, anterior ve posterior dallarına ayrılır. Anterior dal apikal, üst, orta ve alt olmak üzere 4 segmental artere ayrılır; böbreğin anterior ve polar alanının kanlanmasından sorumludur. Posterior dal ise böbreğin posteriorunda kalan bölgeleri kanlandırır. (Şekil 4)



Sekil 4. Renal Arter Dağılımı

Böbreklerin yarısından çoğunda, posterior segmental arter böbreğin posterior yüzünün üst yarısını kanlandırır, bu yüzden üst kalikslere medialden yapılan girişlerde bu arter zarar görebilir (136). Segmental arterler parankime girmeden hemen önce interlobar arterlere ayrılırlar. Interlobar arterler, kortiko-medullar bileşkede arkuat arterleri oluşturular. Arkuat arterler interlobular arterlere ayrılır ve devamında afferent arterioller ile glomerül yapısına katılırlar (136). Arterlerden farklı olarak intrarenal venlerin segmental bir yapısı yoktur.

Böbreğin venleri arasındaki sıkı anastomozlar sayesinde, venöz yaralanma sonrası böbrekte parankimal konjesyon ve ödem gözlenmez. Korteksin küçük venleri interlobular venlere drene olur ve bir ark oluşturur. Bu arklar böbreğin longitudinal ekseninde uzanırlar. Üç adet ana anastomoz arki vardır ve bunlar genellikle değişik seviyelerdedir. Anastomozlar sıklıkla satelit venler arasında (periferik), arkuat venler arasında (piramidlerin tabanında), interlobar venler arasında (infundibular, renal sinüse yakın) bulunur (136) (Şekil 5).



Şekil 5. Böbreğin Vasküler ve Fonksiyonel Anatomisi

Böbreğin yapısı:

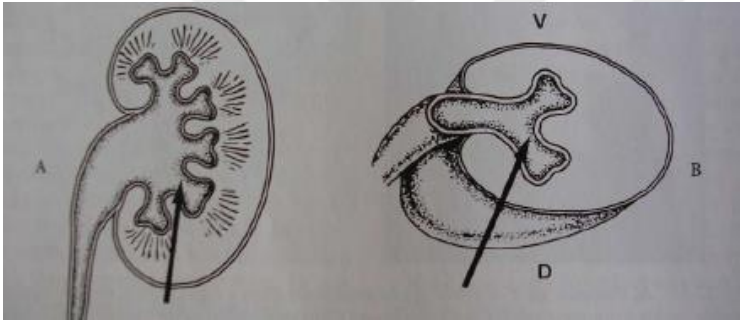
1. Renal piramit (pyramides renales, Malpighi piramitleri)
2. Interlobar arter (a. interlobaris)
3. Renal arter (a. renalis)
4. Renal ven (v. renalis)
5. Renal hilus (böbrek hilusu, hilum renale)
6. Renal pelvis (pelvis renalis)
7. Üreter
8. Minör kaliks (calices minores renales)
9. Renal kapsül (capsula fibrosa renalis)
10. Alt pol (inferior pol, extremitas inferior)
11. Üst pol (superior pol, extremitas superior)
12. Interlobar ven (v. interlobaris)
13. Nefron, 14. Renal sinüs (sinus renalis)
15. Majör kaliks (calices majores renales)
16. Renal papilla (papilla renalis)
17. Renal column (columna renalis, Bertin sütunları)

Böbreğe Giriş Ve Traktın Oluşturulması

İfundibular giriş:

Renovasküler yaralanma açısından en tehlikeli giriş üst pol infundibulumundan yapılan girişlerdir. İfundibular arter ve venler, üst pol infundibulumunun ön ve arka yüzüne paralel seyrederek. Üst pol infundibulumundan yapılan girişte, interlobar damar yaralanma riski %67 olarak saptanmıştır (%26'sı arter yaralanması). Bu girişlerde en ciddi tehlike,

posterior segmental arterin yaralanmasıdır. Posterior segmental arter, renal parankimin %50'sinin beslenmesinden sorumludur ve yaralanması sonrası böbrekte ciddi fonksiyon kaybı meydana gelebilir (137). Orta pol infundibular girişlerin %23'ünde damar yaralanması meydana gelir ve posterior segmental arterin orta dalı diğer arterlerden daha fazla yaralanır (137). Alt pol pelvikalisiyel sisteme girmek için böbreğin en güvenli kısmı olduğundan, endoürologların ve girişimsel radyologların girişlerde sıklıkla tercih ettiği bölgedir. Alt pol infundibulumdan yapılan girişlerin %13'ünde damar yaralanma riski vardır. Bu bölgeden yapılan girişlerde venöz arkın yaralanma riski de vardır fakat bunlar spontan olarak kontrol altına alınır (137). Sonuç olarak pelvikalisiyel sisteme infundibulumdan girilmesi, interlobar arterlerden ciddi kanama riski nedeniyle güvenli değildir. İnfundibular girişlerde ayrıca posterior kaliksleri geçip, anterior kalikslere girme ihtimali de artmıştır (Şekil 6).



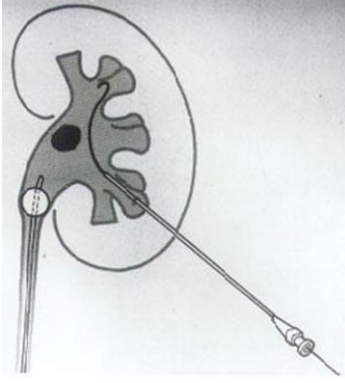
Şekil 6. İnfundibular Giriş

Pelvik giriş:

Renal pelvise direkt olarak giriş yapılmamalıdır. Bu bölgeye yapılan girişlerde retropelvik damarlarda yaralanma meydana gelebilir, operasyon esnasındaki manevralarda kolaylıkla pelvikalisiyel sistem dışına çıkılabilir ve bu esnada böbreğe tekrar giriş zordur. Ayrıca bu bölgeye bırakılan nefrostomi tüpü kolaylıkla çıkabilir (136).

Kalisiyel fornixe yapılan giriş:

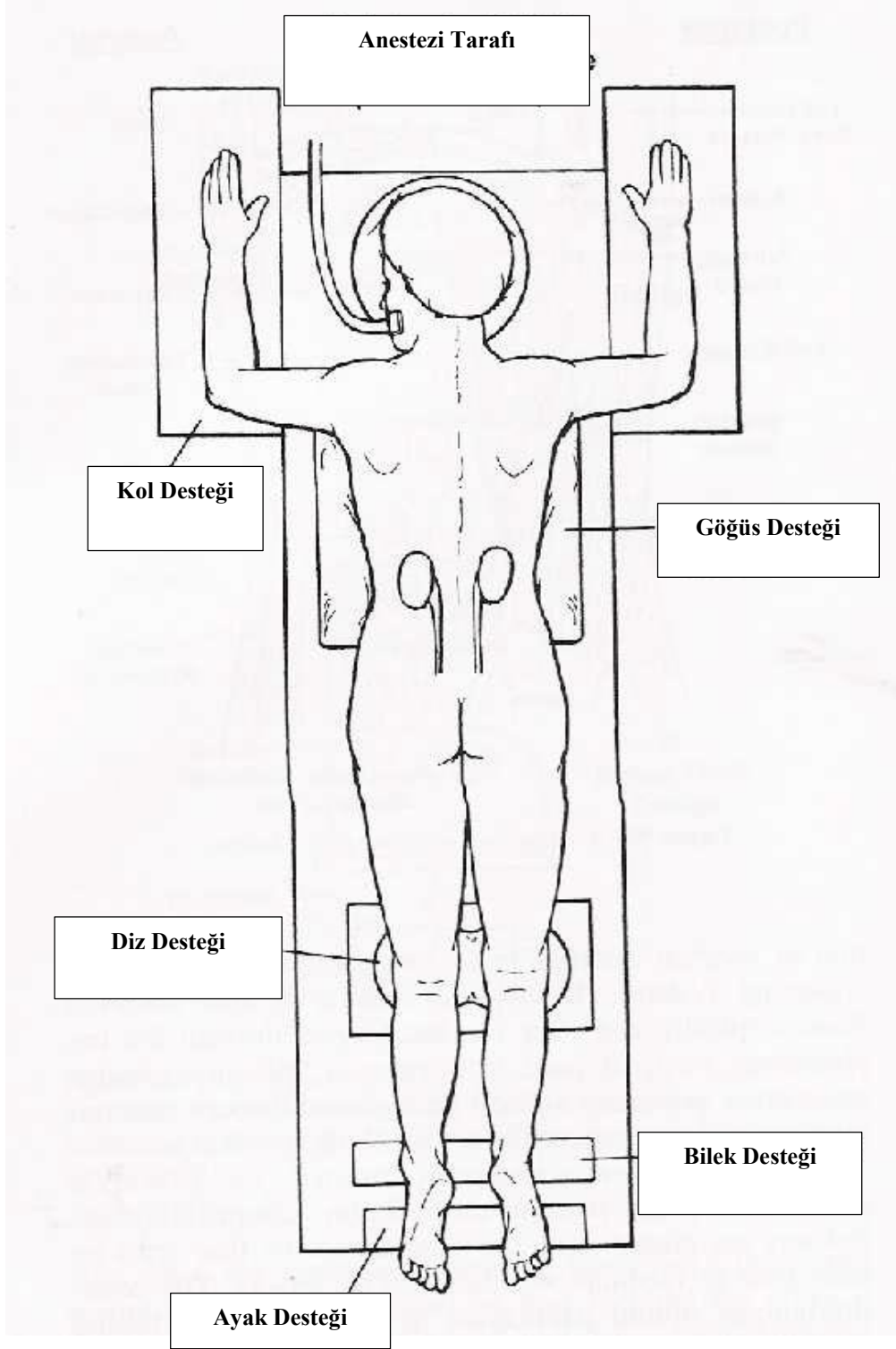
Böbrek pelvikalisiyel sistemine girmek için en güvenli yol, forniks içinden yapılan girişimlerdir. Kalisiyel forniks içinden yapılan girişlerde venöz yaralanma %8 oranında saptanırken, arter yaralanmasına rastlanılmamaktadır. Nefrostomi tüpünün yerleştirilmesi açısından da forniks girişleri en güvenli yoldur (138) (Şekil 7).



Şekil 7. Kalisiel Fornikse Giriş

Floroskopik antegrad yaklaşım

Ucu açık olan 6 Fr. üreteral kateter opere edilecek böbreğin pelvisine yerleştirilir ve bir Foley katetere tespit edilir. Bu üreter kateteri kullanılarak anatomik boşlukların kontrast madde ya da hava ile opaklaşması ve genişlemesi sağlanır. Üreteral kateter konulduktan sonra hasta floroskopik görüntülemeye olanak sağlayan masada pron pozisyonda yatırılır. Ventilasyonu kolaylaştırmak amacıyla her iki tarafa omuzdan krista iliakaya kadar yastıklar yerleştirilir (**Şekil 8**). Bu esnada anestezi doktoru endotrakeal tübü emniyete alarak, çıkmamasına dikkat etmelidir. Dizler, bilekler ve ayakların altına yastık konular, desteklenir ve emniyete alınır. Cildin povidon-iod ile temizlenmesinden sonra girişin yapılması planlanan bölge steril cerrahi örtüler ile kaplanır. C-kollu floroskopi cihazı 90°'nin üzerinde hareket yeteneğine sahip olmalıdır. Radyasyon kaynağı hastanın altına yerleştirilerek cerrahın maruz kalacağı radyasyon yansıması minimale indirilmiş olur. Yöntem için oluşturulacak traktın seçimi çok önemlidir. Tercih edilen yaklaşım, posterior kaliks yoludur. Bazı taşlar için ya da kaliks divertiküllerinde anterior kaliks girişi gerekebilirse de, sadece posterior kaliksten girişin mümkün olmadığı durumlarda kullanılmalıdır. Renal pelvise doğrudan girişte renal arterin posterior dalının yaralanma riskinden dolayı, bu girişten kaçınılmalıdır. İğne girişi ne kadar medialden yapılırsa, renal arterin büyük kollarının yaralanma riski de o kadar artmaktadır (139).



Sekil 8. Hastanın Ürolojik Masadaki Pozisyonu

Üreter kateterinden kontrast maddenin enjeksiyonu toplayıcı sistemin opak ile dolmasına ve tüm sistemin görüntülenmesine imkan verir. Alternatif olarak hava piyelogramı sağlamak için hava da enjekte edilebilir. Havanın avantajı, idrar ve kontrast maddeden hafif olmasıdır ve bu nedenle hasta prone pozisyondayken hava enjekte edildiğinde, ilk önce posterior kaliksler belirginleşir. Renal pelviste tek bir taş varsa ya da anatomi tam olarak anlaşılamiyorsa, pelvikalisijel sistemi tam anlamıyla ortaya koymak için kontrast madde kullanılması önerilir. Ancak çok sayıda radyopak kaliks taşları veya komplet koraliform taş varlığında hava piyelogramı toplayıcı sistemi yeterli derecede belirginleştirir ve kontrast maddenin ekstravaze olması veya kalmasına bağlı olarak, rezidü taşların ya da fragmanların değerlendirilmelerini etkilemez.

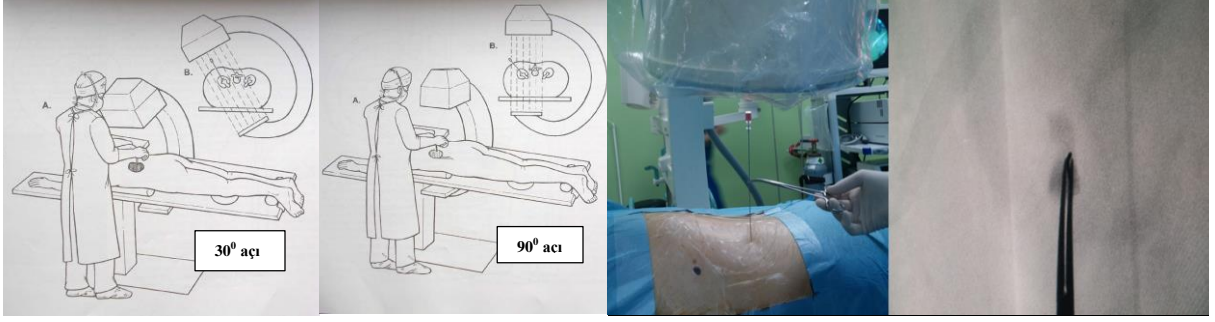
Floroskopik renal akses yöntemleri

Başarılı bir PNL ameliyatının en önemli basamaklarından birisi doğru yerden ve uygun bir şekilde giriş işleminin gerçekleştirilmesidir. Böbreğe girişte çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu amaçla en çok tercih edilen iki yöntem floroskopi kılavuzluğunda “İğne (Boğa) gözü” ve “Triangulasyon” yöntemleridir (140-142).

Perkütan trakt oluşturulurken radyolojik görüntüleme yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Genellikle bu amaçla floroskopi kullanılmaktadır. Uygun vakalarda BT ve manyetik rezonans (MR) eşliğinde PNL de uygulanabilmektedir. Ancak son zamanlarda radyasyondan korunmak amacıyla ultrasonografi ya da endoskopik yöntemler de kullanılmaktadır (143).

İğne (Boğa) gözü girişi:

C-kollu dik pozisyonda iken kollektör sistem gözlenir ve uygun kaliks tespit edilir. İdeal bölge kalikse 12 kot altından ulaşan en kısa traktır. C-kollu floroskopi cihazı 90° de iken kalikse giriş için medial dik düzlem belirlenir. C-kollu floroskopi cihazına daha sonra cerraha doğru takriben 30° eğim verilir (**Şekil 9**) ve (**Resim 1**). Bu ekseninin, böbreğin posterior kaliksleriyle aynı düzleme gelmesini sağlayarak, posterior kalikslerin doğrudan dikine görünümünü verir. Giriş yapılacak kaliks belirlendikten sonra, cilt bölgesi bir hemostatla işaretlenir.



Şekil 9. Renal Girişin Belirlenmesi

Resim 1. Boğa (İğne) Gözü Girişi

18 numara translumbar anjiyografi iğnesi ile C-kollu floroskopi cihazı 30° pozisyonda iken giriş yapılır. Floroskopi ekranında "İğne (Boğa) gözü işareti" elde edilmesiyle iğnenin uygun yönü belirlenmiş olur (**Resim 1**). Bu görüntü iğneye ait düzlemle X-ışınına ait düzlemin aynı olduğu durumda iğnenin giriş kısmının iğnenin gövdesi üzerine yerleşmesiyle gözlenebilir. Eğer iğnenin giriş eksenini C-kollu floroskopi cihazının giriş eksenine paralel değilse, iğne gövdesinin bir parçası görülebilir. Posterior kalisiyel sisteme girişte Brödel hattından yaklaşılmalıdır. İğne girişinin derinliği C-kollu floroskopi cihazının tekrar vertikal pozisyona getirilmesiyle belirlenir. C-kollu floroskopi cihazı vertikal pozisyonda iken iğnenin ucu önceden belirlenmiş kalikse yaklaştırılır ve bu floroskopik olarak görülerek yönlendirilir. İğnenin kaliks içine girmesiyle, stile çıkarılır ve iğnenin pozisyonunun doğruluğu idrar, hava ya da her ikisinin birlikte aspire edilmesi ile kanıtlanır. Taş bulunan kalikslerde direkt taş teması ile de giriş teyit edilir.

Triangulasyon tekniği:

C- kollu floroskopi cihazı altında sistem opak ile doldurulduktan sonra skopi 30°'de iken optimal giriş için istenilen kaliks belirlenir. Giriş hattının yönü C-kollu floroskopi cihazı oblik ve vertikal pozisyonda iken belirlenir. 18 G iğne C-kollu floroskopi cihazı vertikal konumda iken istenilen kalikse doğru ilerletilir (**Resim 2**). İğnenin uygun derinliği için C-kollu floroskopi cihazı kraniyo-kaudal yönde hareket ettirilir. İğnenin kaliks içerisine girmesi ile stile dışarı alınır ve idrar akışının görülmesi veya direkt taş teması ile teyit edilmiş olur (144).



Resim 2. Triangulasyon Tekniği İle Giriş

Dilatasyon

Perkütan trakt oluşturmak için metalik (Alken) teleskopik dilatatörler, Amplatz dilatatörler, balon dilatatörler ve tel aşamalı dilatatörler kullanılabilir. Bunlardan balon dilatatör ve tek aşamalı dilatatör tek seferde dilatasyon sağladıkları için sıralı dilatasyon sağlayan metal teleskopik dilatatör ve amplatz dilatatörden daha fazla skopi sürelerine sahiptir. Ayrıca sıralı girişler esnasında kılavuz telin çıkması, doğru plandan farklı alanlara sapılması, toplayıcı sistem perforasyonu ve kanamaya sebep olması mümkündür (145). Literatürde genel görüş balon dilatatörün metalik ve plastik dilatatörlerden daha etkili ve güvenli olduğu yönünde olmasına rağmen bunun aksini belirten çalışmalar da mevcuttur. Yamaguchi ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada metal ve amplatz dilatatörlere göre balon dilatatörlerde daha yüksek operasyon zamanı, kanama miktarı ve transfüzyon oranları tespit edilmiştir (146).

Aynı zamanda balon dilatatörler diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında yüksek maliyetlidir ve daha önce böbrek ameliyatı geçiren hastalarda başarı oranı düşüktür. Ancak yeni geliştirilen X-Force N30 dilatasyon balonu (Bard Medical, Covington, GA, USA), 17 atmosfer basınca sahip standart balonlardan farklı olarak 30 atmosfer basınca kadar şişebilmektedir (147). Balon dilatasyon iki aşamada gerçekleştirilir. Önce kılavuz tel üzerinden balon yerleştirilerek şişen balonun üzerinden de akses kılıfı yerleştirilir. Yeni geliştirilen bir balon bu işi tek aşamada gerçekleştirmektedir. Pathway Balon (Onset Medical, Irvine, CA, USA) ismi verilen bu genişleyebilen PNL kılıfı polyesterden yapılan balonun üstündeki genişleyebilen teflon akses kılıfından oluşmaktadır. Böylece bu alet aynı anda hem trakt dilatasyonunu hem de kılıf yerleşimini tek seansta sağlamaktadır (148). Ancak bu tek aşamalı sistemin kılıfının Amplatz kılıfa göre daha yumuşak olduğu ve şeklinin de hafif

dikdörtgeni andırdığı bunun da özellikle yuvarlak taşların çıkartılmasında sorun olabileceği bildirilmiştir (149).

PNL’de taş kırma cihazları

Başarılı ve etkili bir PNL doğal olarak işlem esnasında kullanılan taş kırma sisteminin başarısına bağlıdır. Günümüzde PNL esnasında genellikle taş kırmak için ultrasonografiik, pnömotik, lazer ya da kombine sistemler kullanılır. Bunlardan yaygın olarak kullanılan ultrasonografiik taş kırma sistemi çoğu taşı kırması ve kırılan taşları aspire etmesi nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Avantajları arasında taşı büyük parçalara ayırmadan kırması ve böylece kırılan büyük parçaların dışarı alınması ya da diğer kalıklara kaçan taşların aranması gibi sorunları olmaması nedeniyle işlem daha kısa sürede tamamlanır. Dezavantajları arasında sert taşlarda etkisinin azalması ve ultrasonografiik probun uzun kullanımlarda ısınmasıdır. Pnömotik taş kırma sistemi özellikle sert taşlarda ultrasonografiik sistemlerden daha etkilidir. Ancak aspirasyon sistemleri yoktur ve ana taştan büyük parçaların kopmasına ve diğer kalıklara kaçmasına neden olabilir. Bu parçaları bulmak ve dışarı almak için geçen süre toplam ameliyat süresini uzatabilir. Ayrıca ultrasonografiik ve pnömotik sistemlerin kombine olduğu cihazlar da vardır (Vibrolith Plus, Elmed, Türkiye; Swiss LithoClast Ultra, Boston Scientific Corporation, USA).

Lazerin üriner sistem taş hastalığının tedavisinde kullanımı ilk kez 1968 yılında Mulvaney ve Beck tarafından ruby lazer ile gerçekleştirilmiştir (150). “Pulsed dye” lazer coumarin yeşil boyadan kaynaklanan kısa, 1µs enerji pulsasyonlarını 5-10 Hz arasında iletir. Ani sıvı buharlaşması taş yüzeyinde plazma oluşumuna ve bölgesel bir alanda güçlü şok dalgasına neden olur. “Pulsed dye” lazer tarafından oluşturulan 504 nm dalga boyu selektif olarak taş tarafından emilir fakat etrafındaki doku tarafından emilmez. Enerji kısa vuruşlar şeklinde iletildiği için minimal düzeyde ısı oluşur ve böylece mukoza korunur. Coumarin lazerde taş parçalanma başarısı, taş bileşimi ile birebir ilişkili bulunmuştur (151). “Pulsed dye lazerin en önemli dezavantajı yüksek prob bakım maliyetidir. Ayrıca sistin taşlarının tedavisinde etkinliğinin olmaması da önemli bir dezavantajdır.

“Alexandrite lazer” 755 nm dalga boyunda, 150-1000 ns duraklamalı, 30-120 mJ gücünde kullanılmaktadır (152, 153). Taş kırma başarısı %67-97 arasında bildirilmektedir. Özellikle kalsiyum okzalat-mono hidrat taşlarında etkinliğinin olduğu belirtilmiştir.

“Holmiyum lazer” taş tedavisinde en son kullanılanıdır. Holmiyum lazer 2140 nm dalga boyunda, duraklamalı tiptedir. Duraklama süresi 250-350 μ sn’dir. Duraklama aralığının daha uzun olması sonucu oluşan su kabarcığı daha büyük olmakta, bu da şok dalgasının zayıf olmasına yol açmaktadır. Proben 90⁰’lik dik açı ile taşa dokundurulmaması durumunda parçalanmanın da olmadığı tespit edilmiştir (151). Holmiyum lazerin taş yüzeyinde buharlaşmaya neden olan fototermal mekanizma ile etki oluşturduğu anlaşılmıştır (151). Holmiyum lazer enerjisi taşın rengine veya bileşimine bağımlı olmaksızın tüm taşlara etki göstermektedir (154, 155). Çocuk yaş grubu hastalarında da oldukça güvenilir ve etkin bir tedavi seçeneği olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (156). Holmiyum lazer suda çok iyi emilmektedir.



3. AVRUPA ÜROLOJİ BİRLİĞİ (EAU) ÜRİNER TAŞ HASTALIĞI KILAVUZU

Avrupa üroloji kılavuzunun taş bölümü son olarak 2015 yılında güncellendi ve genel olarak şu öneriler belirlendi.

Renal kolik nedeniyle başvuran hastalarda kontrastsız bilgisayarlı tomografi İVP'ye üstündür.

Vücut kitle indeksi (BMI)<30 olan hastalarda düşük doz BT kullanılmalıdır. Eğer hastaya cerrahi planlanıyorsa İVP ya da kontrastlı BT çekilmesi önerilir.

Yan ağrısı ile başvuran hastalarda tam idrar tahlili, mikroskopik idrar incelemesi, idrar kültürü, serum kreatinin, ürik asit, potasyum, sodyum, kalsiyum hemogram ve CRP gibi laboratuvar incelemeleri yapılmalıdır.

Renal kolik nedeniyle başvuran hastalarda analjezik olarak NSAİİ (diklofenak, indometazin, ibuprofen) kullanılmalıdır.

Taşa sekonder oluşan obstruksiyon ve buna bağlı meydana gelen septik tablolarda girişim öncesi acil nefrostomi veya DJ stent ile drenaj gerçekleştirilmeli ve örnekten kültür yapıp ampirik antibiyotik başlanmalıdır. Sonrasında kültür sonucuna göre gerekirse antibiyotik değiştirilmelidir.

Bir santimetreden küçük semptom vermeyen taşlarda girişim uygulanmadan yakın takip önerilmektedir. Böbrek taşlarında tedavi kriterleri obstruksiyon, ağrı, enfeksiyon ve büyüklüktür.

Medikal ekspulsif tedavi için alfa blokerler, kalsiyum kanal blokerleri(nifedipin) ve NSAİİ önerilmektedir. Tedaviye yanıtı değerlendirmek için 1. ve 14. gün yeniden görüntüleme yapılması gerekmektedir

Böbrek taşı için kemolizis planlanıyorsa 2 adet nefrotomi konulması böylece hem mesanenin kullanılacak kemolitik ajandan korunması hem de intrapelvik basınç (<25-30cm H₂O) düşürülerek parankimal hasarın önlenmesi sağlanmış olur.

ESWL öncesi DJ stent uygulanması önerilmemekte olup işlem etkinliğini artırmak için ESWL uygulanan alandaki cilt bölgesine jel sürülmesi önerilmektedir. İşlem öncesi mevcut enfeksiyonun tedavi edilmesi ve sonrasında işlemin uygulanması önerilmektedir.

PNL esnasında taş kırma işleminin ultrasonografik, pnömotik litotriptörler yardımıyla ya da lazer yardımıyla kırılması önerilmektedir. Komplikasyonların azaltılması amacıyla perop pelvikalisiyel sistemin değerlendirilmesi önerilmektedir.

URS planlanacak hastalarda güvenlik tellerinin mutlaka uygulanması ve kırılan parçaların dışarı alınması sırasında basketin mutlaka endoskopik olarak görülerek çekilmesi önerilmektedir.

Açık ya da laparoskopik piyolitotomi işlemlerinin uygulanımı çok nadir olup genelde anatomik problemleri olanlarda ya da diğer girişimlerin başarısız olduğu olgularda uygulanmaktadır.

Böbrek taşlarında Avrupa Üroloji Kılavuzunun yaklaşımı **Tablo 6** ve **7**'de özetlenmiştir.

Tablo 6. Renal Pelvis, Orta veya Üst Pol Böbrek Taşları İçin Öneriler

| | |
|--------|-----------------------------------|
| >2 cm | 1.PNL 2.ESWL 3.Laparoskopi |
| 1-2 cm | ESWL/Fleksibl URS |
| <1 | 1.ESWL 2.Fleksibl URS 3.PNL |

Tablo 7. Alt Pol Böbrek Taşları İçin Öneriler

| | |
|---|--|
| >2 cm | 1.PNL/Fleksibl URS 2.ESWL |
| 1-2 cm ESWL uygunluğuna bak 1. Dar infundibulo-pelvik açısı 2. Uzun alt pol kaliksi(>10 mm) 3. Dar infundibulum(<5 mm) 4. ESWL dirençli taşlar(Kalsiyum okzalat monohidrat, brüshit, sistin) | 1.ESWL uygun ESWL/Fleksibl URS 2.ESWL uygun değil Fleksibl URS/ESWL |
| <1 cm | 1.ESWL 2.Fleksibl URS 3.PNL |

4. ULTRA-MİNİ PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ (UMP)

Böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde son yıllarda çok önemli yenilikler olmuş olup açık cerrahi, sınırlı endikasyonlar haricinde yerini minimal invaziv tedavi yöntemlerine bırakmıştır. Günümüzde Amerikan Üroloji Derneği (AUA) ve Avrupa Üroloji Derneği (EAU) tarafından hazırlanan Ürolitiazis Kılavuzlarında perkütan nefrolitotomi (PNL) özellikle artmış taş yükü olan hastalar için ilk basamak tedavi yöntemi olarak önerilmektedir (42, 157). İlk defa 1976 yılında Fernström ve Johanson tarafından tanımlanan bu yöntemde, perkütan olarak oluşturulan bir trakt ile renal toplayıcı sisteme girilerek pelvis taşları temizlenmiştir (122). Bu tarihten sonra teknolojinin de gelişmesine paralel olarak PNL böbrek taşlarının temizlenmesinde birinci tedavi seçeneği olmuştur. PNL her ne kadar etkinliği gösterilmiş olsa da bazı serilerde yüksek komplikasyon oranlarına sahip olduğu bildirilmiştir (158-161). Bu komplikasyonlardan en önemlisi ise kanamadır. Literatürde, transfüzyon gerektirecek düzeyde kanama oranları %0.4 ile %23 arasında bildirilmektedir (2, 158-163).

Taş boyutu, dilatasyon derecesi, akses sayısı, ameliyat süresi ve mevcut komorbiditeler kanamaya neden olabilecek faktörler olarak belirtilmiştir (2, 162-164). Dilatasyon derecesi ve kullanılan enstrümanların boyutunun kanama miktarı ile orantılı olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (2, 162-164). Özellikle trakt çapının küçültülmesi ile dilate olmayan kalikslerde ve dar infundibulumlarda daha az parankimal ve vasküler hasar meydana geleceği öngörülmektedir.

İlk defa Jackman ve ardından Helal ve arkadaşları tarafından, çocuk hastalarda standart PNL'nin komplikasyonlarını azaltmak amacıyla daha küçük çaplı aletlerin kullanıldığı mini-PNL tekniği geliştirilmiştir (165, 166). Avrupa Ürolitiazis Kılavuzu mini-PNL işlemini ≤ 24 Fr. renal parankimal trakt oluşturularak yapılan işlem olarak tanımlamaktadır (42). Bu yöntemle yapılan ameliyatlarda postoperatif ağrı ve kanama oranları daha düşük, başarı oranları ise standart yöntemle benzerdir (165, 166).

Gelişen teknolojinin de yardımı ile mini-PNL'nin ardından daha yeni bir terminoloji olan "mikro-perkütan nefrolitotomi" (mikroperk) terimi ortaya atılmıştır. Mikroperk yönteminde standart ve mini PNL'den farklı olarak direkt görüş altında tek aşamalı giriş yapılmakta, taşlar dışarı alınmadan kırılarak spontan pasaja bırakılmaktadır. Bu metod ilk defa 2010 yılında Bader ve arkadaşları tarafından AUA toplantısında sunulmuştur (167). Mikroperk yönteminin en büyük avantajı herhangi bir dilatasyon ya da çoklu manevra gerektirmeden tek aşamada aksesin gerçekleştirilebilmesidir. Bu sayede ameliyat süresi

kısalmakta, daha az radyasyona maruz kalınmakta, trakt dilatasyonu sırasında meydana gelen kanama ve perforasyon gibi komplikasyonlar engellenmektedir (168). Bu işlemin önemli dezavantajlarından birisi taş çıkarma şansının olmamasıdır. Taşların ESWL’de olduğu gibi kırılarak kendiliğinden dökülmesi beklenmektedir. Ancak taşın kompozisyonuna bakılmaksızın, tam odaklayarak fragmentasyon sağlaması ESWL’ye olan üstünlüğüdür. Diğer bir dezavantajı ise işlemin oldukça zaman alıcı olmasıdır. Özellikle 2 cm’den büyük taşlarda çok uzun fragmentasyon süreleri gerekmektedir. Yine çoklu kalisiyel taşlar ancak çoklu mikroperk girişlerle tedavi edilebilmektedir.

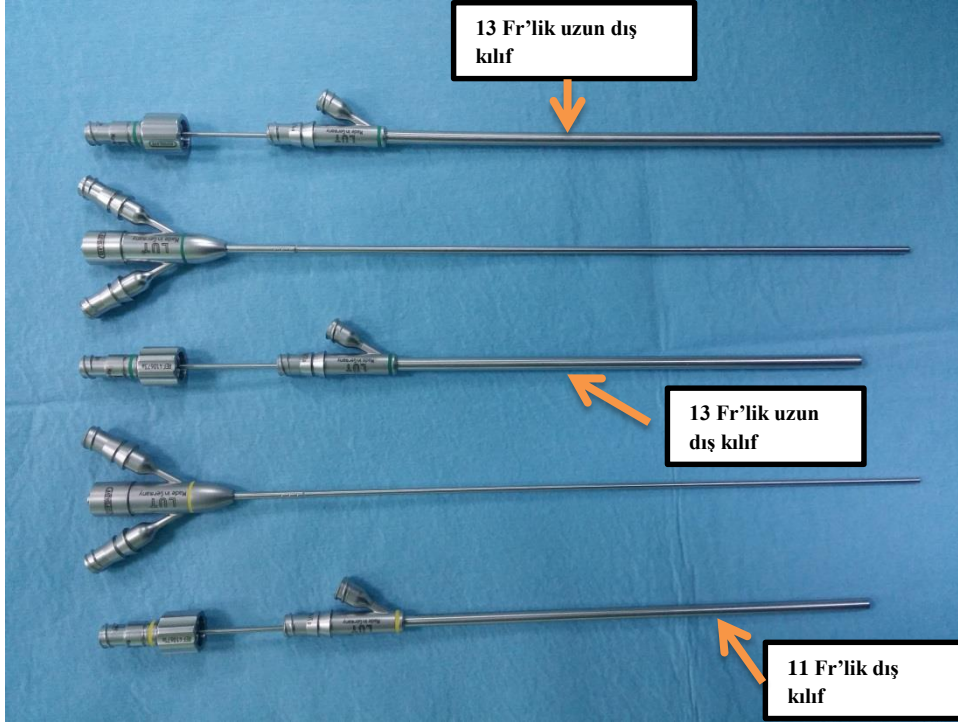
Bu dezavantajlarından ötürü etkinliği çok düşürmeden komplikasyon oranlarını azaltmak için yeni arayışlar içerisine girilmiş ve 2013 yılında Janeck Desai ve arkadaşları literatüre yeni bir terminoloji getirmişlerdir (169). 2 cm’den küçük taşları olan 36 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada 11-13 Fr. metal kılıf içerisinden 6 Fr.’lik bir mini nefroskop kullanarak böbrek taşlarını tedavi etmişler ve yaptıkları bu tedavi şekline de Ultra-Mini Perkütan Nefrolitotomi (UMP) adını vermişlerdir. Bu teknikte 11-13 Fr. metal kılıf içerisinden 6 Fr nefroskop yardımıyla sisteme girilmiş ve lazer yardımıyla taşlar fragmente edilip dışarı alınmış ve birinci ay kontrollerde %97.2 başarı oranı sağlamışlardır. Biz de çalışmamızda UMP uyguladığımız ilk 35 olgunun sonuçlarını sunmayı ve bu yeni yöntemin etkinlik ve güvenilirliğini araştırmayı amaçladık.

4.1. Ultra-Mini PNL Aleti ve Kurulumu:

Avrupa Üroloji Derneği (EAU) 24-30 Fr. aralığında kılıf çapına sahip olan tüm PNL tekniklerini standart PNL olarak tanımlanmaktadır. Kılavuzun son güncellenmiş haline bakıldığı zaman ise mini-PNL için bir boyut belirtmemiştir. Bu konuya ilişkin çok fazla tartışma mevcut olsada 24Fr’den daha küçük kılıf çapına sahip olan PNL teknikleri için mini-PNL terimini kullanmak yanlış olmayacaktır. UMP’de ise sınırlar daha net olarak ifade edilmiştir. 10-14 Fr. trakt çapına sahip olan tüm yöntemler UMP başlığı altında toplanabilir. Burada görüntüyü sağlamak amaçlı sistoskop, üreterorenoskop ya da Desai’nin tanımladığı gibi özel geliştirilmiş optikler kullanılabilir. Desai’nin tanımladığı UMP seti içerisinde bir adet 11 Fr.’lik pediatrik metal dış kılıf, biri kısa ve diğeri uzun olmak üzere iki adet 13 Fr.’lik erişkin dış metal kılıf yer almaktadır (**Resim 3**). Bunun yanında bir adet 6-7.5 Fr.’lik 17000 piksel çözünürlüğü olan 0° optik (mini-nefroskop) ve ara bağlantılar bulunmaktadır (**Resim 4**). Ayrıca dış kılıfın içerisinde 3 Fr. çapa sahip bir iç kanal bulunmaktadır (**Resim 5**). Bu iç kanal

fazladan irrigasyon sağlamak amaçlı kullanılmaktadır. Nefroskop ile akses metal kılıf arasında 5-5.5 Fr.'lik bir boşluk olup bu boşluktan sıvı drenajı sağlanıp intrapelvik basıncın yükselmesi önlenmektedir (169). Biz de kendi kliniğimizde Desai'nin tanımladığı seti kullanarak UMP işlemini gerçekleştirdik.

Resim 3. UMP Seti Dış Kılıflar



Resim 4. Optik (Mini-nefroskop)

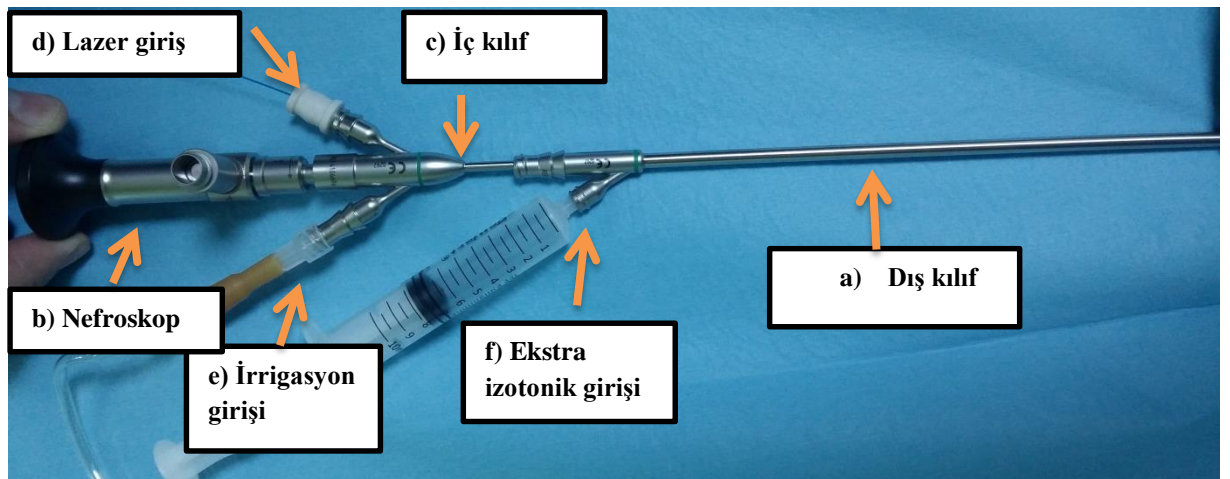


Resim 5. Dış Kılıf Üzerinde Bulunan İç Kanal



İşlem basamaklarına bakıldığı zaman standart PNL hazırlığı sonrası hasta prone pozisyona çevrilir ve 18 G iğne yardımı ile pelvikalisijel sisteme girilir, kılavuz tel iğne içerisinden sisteme yerleştirilir ve sistem dilate edilir. Dilatasyon sonrası kılavuz tel üzerinden UMP'nin metal kılıfı ve obturatuoru ile sisteme girilir ardından kılavuz tel ve obturatuoru alındıktan sonra akses kılıf içeride bırakılır (**Resim 6 (a)**). Nefroskop akses kılıftan içeri gönderilir (**Resim 6 (b)**, (**4c**)). Lazer, kanalına yerleştirilir (**Resim 6 (d)**). İrrigasyon, giriş yerine takılır (**Resim 6 (e)**). Ekstra izotonik akışı istendiğinde bir enjektör yardımıyla dış kılıf üzerinde bulunan giriş yerinden bu akış sağlanabilir (**Resim 6 (f)**). İşlem 11-13 Fr. Metal kılıf içerisinden 6-7.5 Fr. nefroskopa gerçekleştirilir. Taşlar çalışma kanalından ilerletilen lazer yardımıyla fragmente edilir.

Resim 6. UMP Setinin Hazırlanması



4.2. Hastanın Hazırlanması

4.2.1. Teknik

Tüm hastalara genel anestezi altında litotomi pozisyonunda 5-6 Fr. düz üreter kateteri (Geotek, Ankara, Türkiye) takıldı. Üreter kateterinin böbrek pelvisine ulaştığı skopi ile değerlendirildi. 16 Fr. Foley üretral kateter takıldı ve üreter kateteri, Foley katetere tespit edildi. Hasta yardımcı personel yardımıyla prone pozisyonuna çevrildi. Prone pozisyonunda yatan hastanın basınca maruz kalan noktaları yastıklarla desteklendi. Operasyon bölgesi antiseptik solüsyon ile temizlendikten sonra steril perkütan örtü seti ile hasta, kamera ve C-kollu floroskopi aleti örtüldü (**Resim 7**).



Resim 7. Pron Pozisyonunda Hastanın Örtülmesi

Pelvikalisiyel sisteme giriş

C-kollu floroskopi eşliğinde üreter kateterinden radyo-opak madde verilerek pelvikalisiyel sistem opaklaştırıldı. En fazla taşın temizlenebileceği ve renal pelvise ulaşılabilecek rota belirlendi ve uygun posterior kaliks işaretlendi. Girişin planlandığı lokalizasyonda cilt bisturi ile insize edildi. Floroskopi altında, 18 G perkütan giriş iğnesi (18 G Percutaneous Access Needle, Plastimed, İstanbul, Türkiye) kullanılarak triangulasyon tekniği ile hedeflenen kalikse girildi. İğnenin pelvikalisiyel sistemde olduğunu doğrulamak için, iğneden idrar aspire edildi ve/veya kılavuz tel (Sensor TM Guide Wire, Boston Scientific)

iğne içinden pelvikalisiyel sisteme gönderildi. Ardından kılavuz tel üzerinden obturatoru ile beraber 13 Fr.'lik metal kılıf pelvikalisiyel sisteme floroskopi eşliğinde yerleştirildi ve obturator dışarı alındı. Bu sayede sistemde sadece metal kılıfın kalması sağlandı ve sonrasında bunun içerisinden nefroskopa sisteme girildi.

Taşın fragmentasyonu ve dışarı alınması

Salin irrigasyonu altında, 6 Fr. mini-nefroskop ile çalışma kılıfından pelvikalisiyel sisteme girildi. Pelvikalisiyel sistemde saptanan taşlar lazer litotriptör (LitHO Holmiyum: Yag Lazer) ile fragmente edilerek parçalar yabancı cisim penseti, basket ve izotonik akışı ile dışarı alındı. İşlem esnasında 365 mikronluk lazer cihazı 1.2 J enerji ve 10 Hz frekans ayarları ile kullanıldı.

Ameliyat sonrası drenaj

PNL ameliyatından sonra drenaj ve PNL traktını tampon etmek amacıyla nefrostomi tüpü konulmaktadır. Bu amaçla Foley ya da Councilll tip kateterler, reentry Malecot kateter, Nelaton kateter kullanılabilir ve/veya üreteral stent yerleştirilebilir. Çalışmamızda cerrahın deneyimine bağlı olarak amplatz kılıf içerisinden 10 Fr. feeding tüp nefrostomi tüpü olarak yerleştirildi

Operasyon sonrası skopi ve endoskopik görüntülemeye rezidü taşı olmayan, toplayıcı sistemde ve trakt yerinde ciddi kanaması ve toplayıcı sistem perforasyonu olmayan hastalar ise daha az analjezik ihtiyacı ve daha kısa hastanede kalış süresi sağlaması nedeniyle PNL işlemi nefrostomi yerleştirilmeden (tüpsüz) olarak sonlandırılabilir (172). Benzer şekilde bizim uygulamalarımızda da bu kriterleri sağlayan hastalara tüpsüz PNL yapıldı.

5. HASTALAR VE YÖNTEM

Ekim 2014 ile Mayıs 2015 tarihleri arasında böbrek taşı olan 35 hastaya deneyimli tek cerrah (AT) tarafından UMP işlemi yapıldı. Gebeler, antikoagülan kullanan veya kanama diyatezi olan hastalar, piyonefrozu ve taş yükü çok (Staghorn) olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya başlamadan önce Bezmialem Vakıf Üniversitesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulu Başkanlığından 71306642-050.01.04 sayılı etik kurul onayı alındı. Tüm hastalardan aydınlatılmış onam alındı. Çalışmanın temel amacı böbrek taşlarının tedavisinde UMP'nin etkinlik ve güvenilirliğini belirlemek oldu.

Tüm hastaların detaylı bir anamnez sonrasında yapılan fizik muayene bulguları, yaşları, vücut kitle indeksleri (VKİ), tam kan sayımı, böbrek fonksiyon değerleri, serum elektrolitleri (sodyum, potasyum, kalsiyum, ürik asit), tam idrar tahlili, idrar kültürü, taş düşürme hikâyesi, aile de taş hikâyesi, ESWL hikâyesi, geçirilmiş cerrahisi, ek hastalıkları kaydedildi. Görüntüleme yöntemleri olarak hastalarda DÜSG, üriner sistem USG, İVP ve/veya BT kullanıldı. Hastaların peroperatif ve postoperatif değerlerinden akses yapıldıktan sonraki operasyon süresi, skopi süresi, tam kan sayımı, kan biyokimyası, pelvikalisiyel anatomiye ulaşım şekli, girilen kaliks, klinik önemsiz ya da rest kalkül varlığı, postoperatif 6., 12., 24. ve 48. saatlerde VAS (görsel ağrı değerlendirmesi) sonuçları kaydedildi. VAS'da hastalardan ağrılarının seviyelerini 0-10 arası sayısal bir değer ile belirtmeleri istendi. Değerlendirmede 0 hiç ağrı olmadığını 10 ise ağrısının çok şiddetli olduğunu ifade etmekteydi (173).

Taşsızlık postoperatif birinci gün ve birinci ayda yapılan X-ray ve USG ile değerlendirildi (168). Taş boyutu preoperatif görüntülemeye en uzun boyut ölçülerek hesaplandı. Tüm hastaların taş bileşimleri X-ışını kırınımı spektropisi ile belirlendi. Tüm hastaların peroperatif komplikasyonları kaydedildi (161).

6. BULGULAR

Çalışmaya böbrek taşı nedeniyle UMP yapılan 35 (18 erkek/ 17 kadın) hasta dâhil edildi. Opere edilen hastaların ortalama yaşı 34.79 (2-83) yıl idi. VKİ değerleri 26.13 (17.6-32.8) kg/m² olarak hesaplandı. On beş hastada ailede taş düşürme hikâyesi, 16 hastada ise spontan taş düşürme hikâyesi mevcuttu. Geçirilmiş cerrahlere bakıldığı zaman 2 hastada açık nefrolitotomi, 1 hastada laparoskopik nefropiyolitotomi, 11 hastada PNL ve 9 hastada fleksibl URS hikâyesi mevcuttu. Olguların 3 tanesi soliter böbrekliydi. Ek hastalık olarak iki hastada diabetes mellitus, 3 hastada hipertansiyon, 1 hastada koroner arter hastalığı ve bir hastada ise artrial fibrilasyon mevcuttu. Hastaların karakteristikleri ve özellikli durumlar **Tablo 8'**de ve **Tablo 9'**da sunulmuştur.

Tablo 8. Hastaların Karakteristikleri

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| <u>Yaş</u> | <u>34.79 (2-83)</u> |
| <u>Cinsiyet(E/K)</u> | <u>18 (%51.4)/17 (%48.6)</u> |
| <u>BMI(kg/m²)</u> | <u>26.1 (17.6-32.8)</u> |
| <u>Spontan taş düşürme</u> | <u>17</u> |
| <u>Ailede taş hikâyesi</u> | <u>15</u> |

Tablo 9. Özellikli Durumlar

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| <u>ESWL dirençli</u> | <u>7 (%20)</u> |
| <u>RİRC başarısız olgular</u> | <u>5 (%16.6)</u> |
| <u>Açık nefrolitotomi geçiren</u> | <u>2 (%6.6)</u> |
| <u>Laparoskopik nefropiyolitotomi</u> | <u>1 (%3.3)</u> |
| <u>Perkütan nefrolitotomi</u> | <u>11 (%31.4)</u> |

Hastaların 18'inde tek taş mevcutken, 17 hasta da ise multiple taşlar mevcuttu. Ortalama taş boyutu ise 26.1 mm (10-50) idi. Taş yerleşimine bakıldığı zaman sırasıyla 10 hastada izole pelvis taşı, 10 hastada izole alt kaliks taşı, 4 hastada pelvis + multiple kaliks taşı, 5 hastada parsiyel koraliform taş, 4 hastada pelvis + alt kaliks taşı ve 2 hastadada divertikül taşı şeklinde dağılım göstermekteydi. Tüm hastaların taşları radyografik olarak opaktı. On bir (%31.4) hastada hidronefroz saptanmazken, 10 (%28.5) hasta da grade 1 hidronefroz, 12 (%34.2) hastada grade 2 hidronefroz, 1 (%2.8) hastada grade 3 hidronefroz ve 1 (2.8) hastada da grade 4 hidronefroz saptandı. Çalışmaya alınan olguların 3 tanesinde soliter böbrek, 2

tanesinde at nalı böbrek ve 2 tanesinde de divertikül taşı mevcuttu. Taş ve böbrek karakteristikleri **Tablo 10**'da sunulmuştur.

Tablo 10. Taş ve Böbrek Karakteristikleri

| | |
|--------------------------------|------------------------|
| <u>Ortalama taş boyutu(mm)</u> | <u>26.1 mm (10-50)</u> |
| <u>Taş yerleşimi</u> | |
| İzole Pelvis | 10 (%28.5) |
| Alt Kaliks | 10 (%28.5) |
| Pelvis+Multiple Kaliks | 4 (%11.4) |
| Parsiyel Koraliform | 5 (%14.2) |
| Pelvis+Alt Kaliks | 4 (%11.4) |
| Divertikül Taşı | 2 (%5) |
| <u>Opak</u> | <u>35 (%100)</u> |
| <u>Hidronefroz Derecesi</u> | |
| Grade 0 | 11 (%31.4) |
| Grade 1 | 10 (%28.5) |
| Grade 2 | 12 (%34.2) |
| Grade 3 | 1 (%2.8) |
| Grade 4 | 1 (%2.8) |
| <u>Özellikli Böbrek</u> | |
| Soliter Böbrek | 3 (%8.5) |
| At nalı Böbrek | 2 (%5.7) |
| Divertiküler Taş | 2 (%5.7) |

Hastaların operatif ve postoperatif verileri **Tablo 11**'de sunulmuştur. Hastaların ortalama operasyon süresi 82 (30-180) dakika ve skopi süresi 93.6 (9-225) saniye olarak ölçüldü. Otuz iki (%91.5) hastada tek akses yapılırken, 3 (%8.5) hastada birden fazla girişe ihtiyaç duyuldu. Giriş yapılan kaliksler sırası ile üst kaliks, orta kaliks, alt kaliks ve alt+orta kaliks 5 (%14.2), 3 (%8.5), 24 (%68.5), 3 (%8.5) idi. Hastaların ortalama hastanede kalış süreleri 2.3 (1-7) gün olarak kayıt edildi. Taş yolu ve ödem nedeniyle ağrısı olabilecek 10 (%28.5) hastaya peroperatif DJ stent uygulanırken 26 (%74.2) hastaya nefrostomi takıldı. Ortalama hemoglobin düşüşü 0,6 gr/L hesaplandı. Taşsızlık postop 1. gün ve 1. ay çekilen DÜSG ile değerlendirildi. Postop 1. gün başarı 30 (%85.7) ve postop 1. ay başarı ise 32

(%91.4) olarak saptandı. Komplikasyon olarak 2 (%5.7) hastada nefrostomi çekildikten sonra yara yerinde ıslatma olması üzerine DJ stent takıldı ve 1 (%2.8) hastada ise üst pol giriş sonrası hidrotoraks geliştiğinin saptanması üzerine peroperatif toraks tüpü takıldı.

Tablo 11. Hastaların Operatif ve Postoperatif Verileri

| | |
|--|--------------|
| <u>Prone pozisyona çevrilene kadar geçen süre (dakika)</u> | 40 |
| <u>Operasyon Süresi (dakika)</u> | 82 (30-180) |
| <u>Skopi Süresi (saniye)</u> | 93.6 (9-225) |
| <u>Yapılan giriş sayısı</u> | |
| Tek akses | 32 (%91.5) |
| Multiple akses | 3 (%8.5) |
| <u>Giriş yapılan kaliks</u> | |
| Üst | 5 (%14.2) |
| Orta | 3 (% 8.5) |
| Alt | 24 (%68.5) |
| Orta ve Alt | 3(%8.5) |
| <u>Hastanede Yatış Süresi (gün)</u> | 2.3 (1-7) |
| <u>Hemoglobin Düşüşü (gr/L)</u> | 0,6 |
| <u>Başarı</u> | |
| Taşsızlık (1. gün) | 30 (%85.7) |
| Taşsızlık (1. ay) | 32 (%91.4) |
| REST | 3 (%8.5) |
| <u>Komplikasyon</u> | |
| Ekstravazasyon (Stent Takılması) | 2 (%5.7) |
| Hidrotoraks (Göğüs Tüpü Takılması) | 1 (%2.8) |
| <u>Dj Stent Uygulaması</u> | 10 (%28.5) |
| <u>Nefrostomi Uygulaması</u> | 26 (%85.7) |
| <u>VAS (Postop 12. saat)</u> | 2 (0-6) |

7. TARTIŞMA

Üriner sistem taş hastalığı yaygın görülme sıklığı (%11.1) ve yüksek tekrarlama riski nedeniyle özellikle ülkemiz için önemli bir sağlık sorunudur (1, 175). Bu kadar yaygın görülen taş hastalığının tedavisinde teknolojiye paralel olarak ilk taş cerrahisinden günümüze kadar birçok değişiklik olmuştur. Önceki yıllarda sıkça uygulanan açık cerrahi yerini minimal invaziv olan yöntemlere bırakmıştır.

Uygulanan minimal invaziv yöntemlerden perkütan nefrolitotominin amacı renal parankimal pencereden toplayıcı sisteme girip taşa ulaşip ve fragmente ederek dışarı çıkarmaktır. Bunun da temelleri 1955 yılında Willard Goodwin'in ilk kez perkütan renal aksesi yapmasıyla atılmıştır (121). Takip eden yıllarda Fernstrom ve Johansson'ın 1976 yılında perkütan renal trakt oluşturarak toplayıcı sisteme girip böbrek taşlarını tedavi etmeleri renal taş cerrahisinde yeni bir dönemin kapısını aralamıştır (122). Perkütan nefrolitotomi, tanımlandığı ilk tarihten itibaren kullanılan enstrümanlarda yaşanan gelişmeler, teknik üzerinde yapılan değişiklikler ile endikasyonlarını giderek genişletmiş ve günümüzde üriner sistem taş cerrahisinde önemli bir yer edinmiştir.

Perkütan nefrolitotomi gelişim sürecinin ilk basamağını standart PNL oluşturmakta olup bu teknikte renal parankimde açılan 24-30 Fr.'lik bir trakt içerisinden işlem yapılmaktadır. Son yıllarda ise teknolojik gelişmelerin de bir sonucu olarak kullanılan optik ve çalışma elemanlarında bir takım modifikasyonlara gidilmiştir. Böylece daha minyatür aletler ile daha küçük renal trakt içerisinden işlemin güvenle yapılmasına imkân sağlanmıştır. Günümüzde mini-PNL (Miniperk), mikro-PNL (mikroperk), minimal invaziv PNL (MPNL) ve son olarak ultramini-PNL (UMP) adı verilen yöntemler üst üriner sistem taşlarının tedavisinde daha düşük morbidite ile başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Yapılan tüm bu modifikasyonların temel amacı en az standart PNL kadar başarılı bir taşsızlık oranı sağlamak ve standart PNL'de karşılaşılan komplikasyon oranlarını azaltmaktır.

Değişik literatür verileri olmasına rağmen PNL operasyonunun başarısı yayınlanmış geniş serilerde %72-98 arasında değişmektedir (176, 177). Bu yüksek başarı oranlarına rağmen PNL operasyonunda % 83'e varan komplikasyonların gelişebileceği, hatta bunların hayatı tehdit edecek boyutlara ulaşabileceği unutulmamalıdır (178.) Bu komplikasyonlardan en önemlisi ameliyatın yarıda bırakılması, organ kayıpları ve hatta ölümlerle sonuçlanabilen kanamalardır. Literatürde, transfüzyon gerektirecek düzeyde kanama oranları %0.4-23 arasında bildirilmektedir (2, 158-163).

Renal parankimal trakt çapının kanama miktarı ile orantılı olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (2, 162-164). Daha küçük çaplı trakt oluşturulması ile dilate olmayan kalikslerde ve dar infundibulumlarda daha az parankimal ve vasküler hasar meydana geleceği öngörülmektedir. Bu amaçla ilk defa Jackman ve ardından Helal ve arkadaşları tarafından, çocuk hastalarda standart PNL'nin komplikasyonlarını azaltmak amacıyla daha küçük çaplı aletlerin kullanıldığı mini-PNL tekniği geliştirilmiştir (165, 166). Bu yöntemle yapılan ameliyatlarda postoperatif ağrı ve kanama oranlarının daha düşük, başarı oranlarının ise standart yöntemle benzer olduğu gösterilmiştir (165, 166).

Gelişen teknolojinin de yardımı ile mini-PNL'nin ardından daha yeni bir terminoloji olan "mikro-perkütan nefrolitotomi" (mikroperk) terimi ortaya atılmıştır. Aslında yöntem ilk olarak Bader ve arkadaşları tarafından 2010 yılında ortaya atılmış ve renal aksesin tam görüş altında sağlanması esas olarak ifade edilmiştir (179). Daha sonra ise Desai ve arkadaşları mikroperk'in güvenli akses sağlama ve lazer fiberi kullanarak taş fragmentasyonunu geliştirdiği sonuçlarını bildirmişlerdir (168). Azalmış trakt boyutu ve dilatasyona gerek olmaması bu tekniğin diğer PNL tekniklerine göre başlıca üstünlükleri olarak gösterilmiştir. Yüz kırk renal üniteyi içeren en geniş çok merkezli mikroperk serisinin yayınlandığı bir çalışmada, bu tekniğin seçilmiş küçük ve orta boyutlu böbrek taşlarının cerrahi tedavisinde kullanılabileceği belirtilmiştir (180). Bu serilerde toplam taşsızlık ve komplikasyon oranları sırasıyla %82.1 ve %14.3 olarak bildirilmiştir.

Düşük komplikasyon oranı ve yüksek başarı amaçlı yapılan modifikasyonlardan sonuncusu ise ultramini PNL'dir. Burada işlem esas olarak 10-14 Fr.'lik bir traktan toplayıcı sistem içerisine girilerek yapılmaktadır. Desai ve arkadaşları tarafından bildirilen seride özel bir nefroskop (6Fr) kullanılarak işlem 13 Fr.'lik bir metal shaft içerisinden yapılmıştır (169). Bu çalışmada 20 mm'den küçük böbrek taşı olan 36 vaka üzerinde ultramini PNL yöntemi uygulanmıştır (181). Çalışmada cerrahi sonrası 1. ay kontrollerde olguların %97.2 sinde taşsızlık sağlanmış, 6 vakada (%16.7) komplikasyon gözlenmiştir. Ortalama 5.4 g/L hemoglobin düşüşü olmasına rağmen hiçbir hastaya kan transfüzyonu gerekmemiştir. Bu sonuçlar Jackman ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışma ile karşılaştırıldığında daha az kanama ve komplikasyon olduğunu göstermektedir (166). Bizim serimizde ortalama taş boyutu 26.1 mm olan 35 hastaya UMP uygulanmış olup literatürle benzer şekilde daha yüksek başarı (%91.4) ve daha az kanama (Hb düşüşü 0.6 gr/L) ve daha düşük komplikasyon oranları (%8) gözlenmiştir.

Mikro-PNL taşa akses ve fragmentasyon sağlamada kullanılan en küçük boyutlu (4.85Fr–1.6mm) renal erişime sahip sistem olarak tanıtılmıştır (168). Yapılan çalışmalarda toplam taşsızlık ve komplikasyon oranlarını sırasıyla %82.1 ve %14.3 olarak bildirilmiştir (180). Komplikasyonların çoğunlukla tekniğin kısıtlamaları olan taş çıkarımına izin vermemesidir. Oysaki Desai ve arkadaşlarının tanımladığı UMP tekniğinde dış metal shaftın küçük lümeninden yapılan salin enjeksiyonun oluşturduğu türbülans ile küçük taş fragmanlarının büyük lümeden tahliyesine izin vermektedir (169). Yine Desai ve arkadaşlarının 36 hasta üzerinde yapmış oldukları UMP çalışmasında %97.2 taşsızlık ve %16.7 komplikasyon oranları rapor edilmiştir (181). Bizim çalışmamızda da literatürle benzer şekilde yüksek taşsızlık (%91.4) ve düşük komplikasyon (%8) oranlarına ulaşılmıştır. Yalnızca 2 (%5.7) olguda rest kalküllere ikincil olarak üriner ekstravazasyon gelişmiştir. Bu hastalara JJ stent takılmış ve medikal ekspulsif tedavi verilmiştir.

Ayrıca mikroperkin özellikle irrigasyon sırasında artmış pelvik basınca yol açabileceği açıkça gösterilmiştir (182). Bu çalışmanın bir sonucu olarak yazarlar, artmış intrapelvik basınç ve kötü renal drenajlı vakalarda bakteriyemi ve sepsise gidişi kolaylaştırabileceği için mikroperk kullanılmaması konusunda uyarıda bulunmuşlardır. Guohua ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada ise 14 Fr., 16 Fr. ve 18 Fr. kılıf kullanılarak yapılan mini-PNL esnasında intrapelvik basınçlar sırası ile 24.85 mmHg, 16.23 mmHg ve 11.68 mmHg olup hepsinde de geri akımı sağlayacak seviyeye ulaşamamıştır (30 mmHg) (177). Yine benzer bir şekilde Desai ve arkadaşlarının UMP yaptıkları 36 olgunun hiç birisinde intrapelvik basınç geri akım sağlayacak seviyelere ulaşmamıştır. Bunun sebebi olarak da dış metal kılıf ve nefroskop arasında bulunan yaklaşık 5-5.5 Fr.'lik boşluğun intrapelvik basıncın düşmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir (168). Çalışmamızda intrarenal basınç ölçümü yapılmamış olmakla birlikte bu basınç artışının neden olduğu enfeksiyon tablosuna rastlanmamıştır.

PNL ameliyatının son basamağında klasik olarak, trakt boyunca hemostazı sağlamak, üriner ekstravazasyonu engellemek ve böbreğin yeterli drenajını sağlamak amaçlı nefrostomi kateteri yerleştirilmektedir (172, 187). Nefrostomi kateteri aynı zamanda planlanan ikincil perkütan cerrahiler, ciddi kanama kontrolü ve toplayıcı sistem hasarlarının izleminde de yeterli üriner drenajı sağlamak için tercih edilmektedir (188). Tüm bu avantajlarına rağmen nefrostomi kateterinin hastanede kalış süresini uzatması, erken dönemde oluşturduğu ağrı ve buna bağlı analjezik kullanımı ve kateter etrafından idrar kaçağının izlenmesi gibi durumlar, günümüzde tüpsüz PNL'nin yapılma sıklığını artırmaktadır (189-192). Aghamir ve

arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada özellikle böbrek yetmezliği, üreter obstrüksiyonu, belirgin toplayıcı sistem perforasyonu, belirgin kanama, rezidüel taşı olmayan ve ikiden fazla giriş yapılmayan hastalarda yapılan tüpsüz PNL, hastanede kalış süresini ve analjezik ihtiyacını anlamlı derecede azaltmaktadır (191). Yine İstanbulluoğlu ve arkadaşlarının 176 hasta üzerinde yapmış oldukları çalışmada tüpsüz PNL ve standart PNL karşılaştırılmış ve tüpsüz PNL grubunda hastanede kalış süresi (1.7 gün) ve narkotik analjezik ihtiyacı standart yaklaşıma göre daha düşük olduğu saptanmıştır (193). Bizim çalışmamızda da üreteral obstrüksiyonu, toplayıcı sistem perforasyonu ve belirgin kanaması olmayan 9 hastaya tüpsüz PNL yapılmış olup bu grupta ortalama hastanede kalış süresi 1.4 (1-3) gün ve ortalama VAS ise 2 (1-4) olarak saptanmıştır. Bu verilere bakıldığı zaman literatür ile benzerlik göstermektedir.

PNL, ESWL ve açık cerrahi ile kıyaslandığında daha yüksek taşsızlık ve daha iyi maliyet etkinliği sağlamaktadır. PNL'nin maliyet etkinliği ise hastanede yatış süresi, taşsızlık ve komplikasyon oranları ile ilişkilidir (194). Matlaga ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada nörojenik mesane, DM ve hipotroidi gibi endokrin patolojiler ve preoperatif üriner sistem enfeksiyonu uzamış hastanede yatış ile ilişki olduğunu göstermişlerdir (195). Yine Akman ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada DM varlığının, taş boyutunun (<10 cm / >10 cm), taş tipinin (satghorn taş varlığı), interkostal akses yapılmasının, akses sayısının ve nefrostomi kateteri takmanın uzamış hospitalizasyonla ilişkili olduğu belirtilmiştir (196). Benzer şekilde bizim çalışmamızda DM hikayesi olan iki hastanın hastanede yatış süreleri sırası ile 4 ve 14 gün olup preop üriner enfeksiyonu olan iki hastanın ise sırası ile 7 ve 20 gün idi. Yine tüm hastaların ortalama hastanede kalış süreleri 2.3 gün iken tüpsüz PNL yapılan grupta ortalama hastanede kalış süresi 1.4 gün idi. İnterkostal akses yaptığımız 4 hastanın bir tanesinde hidrotoraks gelişmesi üzerine göğüs tüpü takıldı ve postoperatif 4. gün taburcu edildi. Çalışmamızda 3 hastaya birden fazla akses yapılmış olup bu hastaların hastanede yatış süreleri sırası ile 2, 3, ve 5 gün idi. Bu sonuçlara bakıldığı zaman bizim çalışmamızda da DM varlığı, nefrostomi tüpünün takılması, preop enfeksiyon varlığı, interkostal akses ve çoklu akses yapılmasının uzamış hastanede yatış ile ilişkili olduğu saptanmıştır.

PNL'de kullanılan enstrümanların boyutlarının küçültülmesindeki hedeflerden birisi de postoperatif ağrıyı azaltabilmektir. Giusti ve arkadaşları standart PNL, Miniperk ve tüpsüz PNL yaptıkları olguları karşılaştırmışlardır (197). Tüpsüz PNL yapılan grubun postoperatif 1. gün bakılan ortalama VAS skoru 3.45 olup bu değer hem standart PNL yapılan gruptan hem

de miniperk yapılan gruptan daha iyi olduğu raporlanmıştır. Bizim çalışmamız da ise postoperatif 1. gün bakılan VAS skoru ortalaması 2 (0-6) bu değer miniperk ile kıyaslandığında daha düşük olduğu görülmektedir. Yine bu çalışmada araştırmacılar miniperk grubunda operasyon zamanının standart PNL yapılan gruba göre daha uzun olduğu sonucuna varmışlardır. Bunun sebebi olarak da; intraoperatif görüntü alanındaki azalmayı, üreterorenoskopik yakalama penseti ya da basket kullanılmasını ve akses kılıf çapının standart PNL'ye göre daha küçük olmasından dolayı taşların dışarı alınabilmesi için daha fazla kırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. UMP'de ise akses kılıf çapı miniperk'e göre daha küçük olduğundan taşların temizlenmesi daha uzun sürebilir. Çalışmamızda hasta prone pozisyona çevrilip örtüldükten sonra ortalama operasyon süresi 82 (30-180) dakika olup toplamda ise 122 dakikadır. Bu süreyi Giusti ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışma ile kıyaslırsak standart PNL'ye göre (106.6 dakika) uzun fakat miniperke göre ise (155.5 dakika) daha kısadır.

PNL'de yapılan ilk modifikasyonlarda ki amaç pediatrik popülasyonu standart PNL'nin neden olduğu morbiditelerden korumaktır. Jackman ve arkadaşları $\leq 2\text{cm}^2$ taş yüküne sahip hastalarda yapmış oldukları mini-PNL çalışmasında %89 taşsızlık sağlamışlardır (166). İki cm'nin altındaki böbrek taşları için miniperk ve standart PNL'yi karşılaştıran çalışmalar, benzer taşsızlık oranı ile miniperk grubunda hemoglobin düşüşü, analjezik gereksinimi, komplikasyon oranları ve hastanede kalış süresinin anlamlı derecede düşük olduğunu göstermiştir (184). UMP ise 14 Fr. den daha küçük çapa sahip olması nedeniyle pediatrik hasta grubunda daha düşük kanama ve komplikasyon oranları ile güvenle kullanılabilir. Bizim çalışmamızda da 6 tane okul öncesi çocukta UMP başarılı bir şekilde uygulanmıştır.

İstenilen kalikse direkt giriş yapılabilmesi ve kırılan parçaların dışarı alınabilmesi nedeniyle perkütan girişimler ESWL ile kıyaslandığında daha yüksek taşsızlık sağlamaktadır (172, 173). Ayrıca PNL'de kullanılan enstrümanların çapının küçültülmesi de komplikasyon oranlarında ciddi azalmalar sağlamıştır. Tüm bu veriler ışığında bakıldığı zaman bir perkütan modifikasyonu olan UMP, ESWL başarısız olgularda güvenli ve başarılı bir şekilde uygulanabilir. Bizim çalışmamızda da 7 olguda daha önce başarısız ESWL öyküsü mevcuttu. Fleksibl üreterorenoskopi ve lazer teknolojisindeki gelişmelerle birlikte RİRC son dönemde popüleritesi giderek artan bir yöntem olmuştur. RİRC özellikle obez, kas-iskelet deformiteleri, kanama bozukluğu, ESWL tedavisinin başarısız olduğu ve 2 cm'den küçük taşı olan

hastalarda etkili ve güvenilir bir tedavi olarak kılavuzlarda önerilmektedir (42). Literatürde RIRC'nin başarı oranlarının %65-92 arasında olduğu belirtilmiştir (185). Tüm bu avantajlarına rağmen toplayıcı sistem anatomisindeki farklılıklar, yüksek maliyet ve düşük dayanıklılık kullanımını kısıtlamaktadır. RIRC ve UMP'yi karşılaştıran bir çalışmada her iki yöntemin de benzer taşsızlık ve düşük komplikasyon oranlarına sahip oldukları fakat RIRC yapılan olgularda daha fazla ek girişime ihtiyaç olduğu görülmüştür (186). Bu yüzden RIRC başarısız olgularda UMP güvenli ve başarılı bir şekilde uygulanabilir.



8. SONUÇ

Bu çalışmamızda 35 UMP yaptığımız olgunun teknik ve sonuçlarını sunduk. UMP orta büyüklükteki böbrek taşlarında yüksek taşsızlık ve düşük komplikasyon oranları ile başarılı bir şekilde uygulanabilir. UMP orta büyüklükteki böbrek taşlarında ESWL ve RIRC'ın alternatifi olabilir. Ayrıca ESWL dirençli, RIRC başarısız olgularda ve divertikül taşlarında yüksek başarı ile uygulanabilir bir yöntemdir. UMP'nin etkinlik ve güvenilirliğini diğer tedavi modaliteleri ile karşılaştıran prospektif randomize çalışmalara ihtiyaç vardır.



KAYNAKLAR

1. Ahmet Yaser Muslumanoglu, Murat Binbay, Emrah Yuruk, Tolga Akman, Abdulkadir Tepeler, Tarik Esen, Ahmet Hamdi Tefekli. Updated epidemiologic study of urolithiasis in Turkey. I: Changing characteristics of urolithiasis. *Urol Res* (2011) 39:309–314
2. Kukreja R, Desai M, Patel S, Bapat S, Desai M. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. *J Endourol*. 2004 Oct;18(8):715-22.
3. Menon M, Resnick MI: Urinary Lithiasis: etiology, diagnosis, and medical management. *Campbell's Urology*, Editor-in-chief: Patrick C. Walsh. Saunders, 2002, 8. Baskı, 96. Bölüm.
4. Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML: Current indications for open stone surgery in an endourology center 1995; 45:218-221.
5. Scott R: Epidemiology of stone disease. *Br J Urol*. 1985 Oct;57(5):491-7.
6. Robertson WG, Peacock M, Baker M. Studies on the prevalence and epidemiology of urinary stone disease in men in Leeds. *Br J Urol* 1983; 55: 595-598.
7. Vahlensieck EW, Bach D, Hesse A. Incidence, prevalence and mortality of urolithiasis in German Federal Public. *Urol Res* 1982; 10: 161-164.
8. Stamatelou KK. Urinary tract stones. *Kidney Int* 2003; 63: 1817-1823.
9. Iguchi M, Umekawa T, Katoh Y. Prevalence of urolithiasis in Kaizuka City, Japan. *Int J Urol* 1996; 3: 175-179.
10. Borghi L, Ferretti PP, Elia GF, Amato F, Melloni E, Trapassi MR, et al. Epidemiological study of urinary tract stones in a Northern Italian City. *Br J Urol* 1990;65:231-5
11. Taylor EN, Curhan GC. Effect of dietary modification on urinary stone risk factors. *Kidney Int* 2006;69:1093
12. Pyrah LN. Epidemiology of urolithiasis, in renal calculus. New York: Springer, Berlin Heidelberg; 1979. p. 3
13. Müslümanoğlu AY, Esen T, Tefekli A. Üriner Sistem Taş Hastalığında Epidemiyoloji. *Üriner Sistem Taş Hastalığı* 2007, 3. Bölüm
14. Danpure CJ: Genetic disorders and urolithiasis. *Urol Clin North Am* 27: 287-299, 2000.

15. Curhan GC, Willett WC, Rimm EB: Family history and risk of kidney stones. *J Am Soc Nephrol* 1997; 8:1568-1573
16. Consensus conference. Prevention and treatment of kidney stones. *JAMA* 1988;260:977-81
17. Serio A, Fraioli A. Epidemiology of nephrolithiasis. *Nephron* 1999;81:26-30
18. Akıncı M, Esen T, Tellaloğlu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. *Eur Urol* 1991; 20: 200-203
19. Fan J, Chandhoke PS, Grampsas SA: Role of sex hormones in experimental calcium oxalate nephrolithiasis. *JAm Soc Nephrol* 1999; 10: 376-380
20. Parry ES, Lister IS: Sunlight and hypercalciuria. *Lancet* 1:1063–1065, 1975
21. Prince CL, Scardino PL, Wolan TC: The effect of temperature, humidity, and dehydration on the formation of renal calculi. *J Urol* 75: 209-213, 1956.
22. Hosking DH, Erickson SB, Van Den Berg CJ, Wilson DM, Smith LH: The stone clinic effect in patients with idiopathic calcium urolithiasis. *JUrol* 130: 1115-1118, 1983.
23. Borghi L, Meschi T, Amato F, et al: Urinary volume, water and recurrences in idiopathic calcium nephrolithiasis: A 5-year Randomized prospective study. *J Urol* 155: 839-843, 1996.
24. Assimos DG, Holmes RP: Role of diet in the therapy of urolithiasis. *Urol Clin North Am* 27: 255-268, 2000
25. Mc Carron DA, Rankin LI, Bennet WM, et al: Urinary calcium excretion at extremes of sodium intake in normal man. *Am J Nephrol* 1:84-88, 1981.
26. Silver J, Friedlaner MM, Rubinger D, et al: Sodium dependent idiopathic hypercalciuria in renal stone formers. *Lancet* 11: 484-487, 1983.
27. Ekeruo WO, Tan YH, Young MD et al. Metabolic risk factors and the impact of medical therapy on the management of nephrolithiasis in obese patients. *J Urol*;172: 159-163, 2004
28. Nishio S, Yokoyama M, Iwata H, Takeuchi M, Kamei O, Suga-moto T, et al. Obesity as one of the risk factors for urolithiasis. *Nippon Hinyokika Gakkai Zasshi* 1998;89:573-80
29. Sutor DJ, Wooley SE, Illingworth JJ: Some aspects of the adult urinary stone problem in Great Britain and Northern Ireland. *Br J Urol* 46: 275-288, 1974.

30. Prien EL, Frondel C: Studies in urolithiasis. Composition of urinary calculi. *J Urol* 1947; 57: 949-994
31. Mandel NS, Mandel GS: Urinary tract stone disease in the United States veteran population. Geographical variation in composition. *J Urol* 1989; 142: 1516-1521
32. Lemann J: Calcium and phosphate metabolism: an overview in health and in calcium stone formers. *Kidney stones: Medical and surgical management*, edited by Coe FL, Favus MJ, Pak CYC, Preminger GM. Lippincott Raven publishers, 1996, 11. Bölüm
33. Pak CYC, Resnick MI: Medical therapy and new approaches to management of urolithiasis. *Urol Clin North Am* 2000; 27: 243-252
34. Pak CYC, Oata M, Lawrence EC: The hypercalciurias. Causes, parathyroid function, and diagnostic criteria. *J Clin Invest* 1974; 54: 387- 400
35. Akıncı M, Esen T, Kocak T, Özsoy C, Tellaloğlu S: Role of inhibitor deficiency in urolithiasis. Rationale of urinary magnesium, citrate, pyrophosphate and glycosaminoglycan determinations. *Eur Urol* 1991; 19: 240-243
36. Tefekli A, Esen T, Ziylan O, Erol B, Armagan A, Akıncı M: Metabolic risk factors in pediatric and adult calcium oxalate urinary stone formers: is there any difference? *Urol Int* 2003; 70: 273-277
37. Milliner DS. Urolithiasis. In: Avner ED, Harman WE, Niaudet P, Yoshikawa N (eds) *Pediatric nephrology*, 6th edn. Springer, Berlin, pp 1405-1424; 2009
38. Robertson WG, Peacock M. Pathogenesis of urolithiasis in Scheneider. *Handbook of Urology* 1985; 17 (1): 185–334.
39. Bongartz D, Scheneider A, Hesse A. Direct measurement of calcium oxalate nucleation with laser probe. *Urol Res* 1999; 27: 135–40.
40. Brondus AE, Isogno KL, Lang R, Ellison AF, Dreyer BE. Evidence for disordered control of 1 – 25 dihydroxyvitamine D production in absorptive hypercalciuria. *N Engl J Med* 1984; 11: 73–9
41. Hodgkinson A, Zarembski PM. Oxalic acid metabolism in man. *Calcified Tissue Res* 1968; 2: 115–24
42. Turk C, Knoll T, Petrik A, et al. EAU guidelines on urolithiasis. 2015
43. Hess B, Meinhardt U, Zipperle L, Giovanoli R. Simultaneous measurements of calcium oxalate crystal nucleation and aggregation: impact of various modifiers. *Urol Res* 1995; 23: 231–8

44. Ciftcioglu N, Bjorklund M, Kuorikoski K: Nanobacteria: an infection cause for kidney stone formation. *Kidney Int* 1999; 56: 1893-1898
45. Asplin JR, Parks JH, Nakagawa Y et al. Reduced crystallization inhibition by urine from women with nephrolithiasis. *Kidney Int*; 61: 1821-1829, 2002
46. Asplin JR, Parks JH, Coe FL. Dependence of upper limit of metastability on supersaturation in nephrolithiasis. *Kidney Int*; 52: 1602-1608, 1997
47. Park S, Pearle MS. Pathophysiology and management of calcium stones. *Urol Clin N Am*; 34: 323-334, 2007.
48. Mandel NS, Mandel GS. Urinary tract stone disease in the United States veteran population II. Geographical analysis of variations in composition. *J Urol*; 142: 1516-1521, 1989
49. Garside J. Nucleation. In: Nancollas GH, editor. *Biological mineralization*. New York: Springer-Verlag; 23-25, 1982
50. Finlayson B. Physico-chemical aspects of urolithiasis. *Kidney Int*; 13: 344-360, 1978
51. Khan SR. Calcium phosphate/ calcium oxalate crystal association in urinary stones: implications for heterogeneous nucleation of calcium oxalate. *J Urol*; 157:376-383, 1997
52. Lonsdale K. Human stones. *Science*; 159: 1199, 1968.
53. Boskey AL, Maresca M, Ullrich W et al. Osteopontinhydroxyapatite interactions invitro: inhibition of hydroxyapatite formation and growth in a gelatin gel. *Bone Miner*; 22: 147-159,1993.
54. Atmani F, Opalko FJ, Khan SR. Association of urinary macromolecules with calcium oxalate crystals induced in vitro in normal human and rat urine. *Urol Res*; 24: 45-50,1996.
55. Miller NL, Evan AP, Lingeman JE. Pathogenesis of renal calculi. *Urol Clin N Am*; 34: 295-313, 2007
56. Kok DJ, Papapoulos SE, Bijvoet OL. Crystal agglomeration is a major element in calcium oxalate urinary stone formation. *Kidney Int*; 37: 51-56, 1990
57. Hess B, Kok DJ. Nucleation, growth and aggregation of stone forming crystals. In: Coe FL; ed. *Kidney stones: medical and surgical management*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996.

58. Elliot JS, Rabinowitz IN. Calcium oxalate crystalluria: crystal size in urine. *J Urol*; 123: 324-327, 1980.
59. Kok DJ, Khan SR. Calcium oxalate nephrolithiasis, a free or fixed particle disease. *Kidney Int*; 46: 847-854, 1994
60. Coe FL, Evan AP, Worcester EM et al. Three pathways for human kidney stone formation. *Urol Res*; 38: 147-160, 2010.
61. Finlayson B, Reid S. The expectation of free and fixed particles in urinary stone disease. *Invest Urol*; 15: 442-448, 1978
62. Evan A, Lingeman J, Coe FL et al. Randall's plaque: pathogenesis and role in calcium oxalate nephrolithiasis. *Kidney Int*; 69: 1313-1318, 2006
63. Khan SR. Calcium oxalate crystal interaction with renal tubular epithelium, mechanism of crystal adhesion and its impact on stone development. *Urol Res*; 23: 71-79, 1995
64. Verkoelen CF. Crystal retention in renal stone disease: a crucial role for the glycosaminoglycan hyaluronan? *J Am Soc Nephrol*; 17: 1673-1687, 2006
65. Yamate T, Kohri K, Umekawa T et al. Interaction between osteopontin on Madin-Darby canine kidney cell membrane and calcium oxalate crystal. *Urol Int*; 62: 81-86, 1999
66. Verkoelen CF, Van Der Boom BG, Romijn JC. Identification of hyaluronan as a crystal-binding molecule at the surface of migrating and proliferating MDCK cells. *Kidney Int*; 58: 1045-1054, 2000.
67. Khan SR. Crystal-induced inflammation of the kidneys: results from human studies, animal models and tissue culture studies. *Clin Exp Nephrol*; 8: 75-88, 2004
68. Khan SR. Renal tubular damage/ dysfunction: key to the formation of kidney stones. *Urol Res*; 34: 86-91, 2006
69. Verkoelen CF, Van Der Boom BG, Houtsmuller AB et al. Increased calcium oxalate monohydrate crystal binding to injured renal tubular epithelial cells in culture. *Am J Physiol*; 274: 958-965, 1998.
70. Coe FL, Evan A, Worcester E. Kidney stone disease. *J Clin Invest*; 115: 2598-2608, 2005

71. Robertson WG, Peacock M, Marshall RW et al. Saturation-inhibition index as a measure of the risk of calcium oxalate stone formation in the urinary tract. *N Engl J Med*; 294: 249-252, 1976.
72. Resnick MI, Boyce WH. Spherical calcium bodies in stone-forming urine. *Invest Urol*; 15: 449-451, 1978
73. Coe FL, Nakagawa Y, Parks JH. Inhibitors within the nephron. *Am J Kidney Dis*; 17: 407-413, 1991.
74. Kaiser ET, Bock SC. Protein inhibitors of crystal growth. *J Urol*; 141: 750-752, 1989
75. Bichler KH, Eipper E, Naber K et al. Urinary infection stones. *Int J Antimicrob Agents*; 19: 488-498, 2002
76. Healy KA, Ogan KO. Pathophysiology and management of infectious staghorn calculi. *Urol Clin N Am*; 34: 363-374, 2007.
77. Hesse A, Heimbach D. Causes of phosphate stone formation and the importance of metaphylaxis by urinary acidification: a review. *World J Urol*; 17: 308-315, 1999
78. Gambaro G, Fabris A, Puliatta D et al. Lithiasis in cystic kidney disease and malformations of the urinary tract. *Urol Res*; 34: 102-107, 2006.
79. Liatsikos EN, Bernardo NO, Dinlenc CZ et al. Caliceal diverticular calculi: is there a role for metabolic evaluation? *J Urol*; 164: 18-20, 2000
80. Raj GV, Auge BK, Assimos D et al. Metabolic abnormalities associated with renal calculi in patients with horseshoe kidneys. *J Endourol*; 18: 157-161, 2004
81. Matin SF, Strem SB. Metabolic risk factors in patients with ureteropelvic junction obstruction and renal calculi. *J Urol*; 163: 1676-1678, 2000
82. Hsu TH, Strem SB. Metabolic abnormalities in patients with caliceal diverticular calculi. *J Urol*; 160: 1640-1642, 1998
83. Thornbury JR, Parker TW. Ureteral calculi. *Semin Roentgenol* 1982;17:133
84. Tiselius HG., Ackermann D., Alken P., Buck C., Conort P., Gallucci M. Guidelines on urolithiasis. *Eur Urol* 2001;40:362
85. Srirangam SJ, Hickerton B, Van Cleynenbreugel B. Management of urinary calculi in pregnancy: a review. *J Endourol* May 2008; 22:867-75
86. Gorelik U, Ulish Y, Yagil Y. The use of standard imaging techniques and their diagnostic value in the workup of renal colic in the setting of intractable flank pain. *Urology* 1996; 47: 637-42

87. Ege G, Akman H, Kuzucu K, Yildiz S. Acute uretero-lithiasis: incidence of secondary signs on unenhanced helical CT and influence on patient management. *Clin Radiol* 2003; 58: 990-4.
88. Heneghan JP, McGuire KA, Leder RA, DeLong DM, Yoshizumi T, Nelson RC. Helical CT for nephrolithiasis and ureterolithiasis: comparison of conventional and reduced radiation-dose techniques. *Radiology* 2003; 229: 575-80
89. Smith RC, Rosenfield AT, Choe KA, Essenmacher KR, Verga M, Glickman MG, et al. Acute flank pain: comparison of non-contrast-enhanced CT and intravenous urography. *Radiology* 1995; 194:789-94
90. Boulay I, Holtz P, Foley WD, White B, Begun FP. Ureteral calculi: diagnostic efficacy of helical CT and implications for treatment of patients. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 1485-90
91. Fielding JR, Fox LA, Heller H, Seltzer SE, Tempny CM, Silverman SG, et al. Spiral CT in the evaluation of flank pain: overall accuracy and feature analysis. *J Comput Assist Tomogr* 1997; 21: 635-8.
92. Katz DS, Lane MJ, Sommer FG. Unenhanced helical CT of ureteral stones: incidence of associated urinary tract findings. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 166: 1319-22
93. Kennish SJ, Wah TM, Irving HC. Unenhanced CT for the evaluation of acute ureteric colic: the essential pictorial guide. *Postgrad Med J* 2010; 86: 428-36
94. Schwartz BF, Schenkman N, Armenakas NA, Stoller ML. Imaging characteristics of indinavir calculi. *J Urol* 1999; 161: 1085-7
95. Goldstone A, Bushnell A. Does diagnosis change as a result of repeat renal colic computed tomography scan in patients with a history of kidney stones? *Am J Emerg Med* 2010; 28: 291-5
96. Catalano O, Nunziata A, Altei F, Siani A. Suspected ureteral colic: primary helical CT versus selective helical CT after unenhanced radiography and sonography. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178: 379-87
97. Smith RC, Verga M, Dalrymple N, McCarthy S, Rosenfield AT. Acute ureteral obstruction: value of secondary signs of helical unenhanced CT. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 1109-13

98. Heneghan JP, Dalrymple NC, Verga M, Rosenfield AT, Smith RC. Soft-tissue “rim” sign in the diagnosis of ureteral calculi with use of unenhanced helical CT. *Radiology* 1997; 202: 709-11
99. Kawashima A, Sandler CM, Boridy IC, Takahashi N, Benson GS, Goldman SM. Unenhanced helical CT of ureterolithiasis: value of the tissue rim sign. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168: 997-1000
100. Boridy IC, Nikolaidis P, Kawashima A, Goldman SM, Sandler CM. Ureterolithiasis: value of the tail sign in differentiating phleboliths from ureteral calculi at nonenhanced helical CT. *Radiology* 1999; 211: 619-21.
101. Bell TV, Fenlon HM, Davison BD, Ahari HK, Hussain S. Unenhanced helical CT criteria to differentiate distal ureteral calculi from pelvic phleboliths. *Radiology* 1998; 207: 363-7.
102. Anderson KR, Smith RC. CT for evaluation of flank pain. *J Endourol* 2001; 15: 25-9
103. Masarani M, Dinneen M. Ureteric colic: new trends in diagnosis and treatment. *Postgrad Med J* 2007; 83: 469-72
104. Denton ER, Mackenzie A, Greenwell T, Popert R, Rankin SC. Unenhanced helical CT for renal colic-is the radiation dose justifiable? *Clin Radiol* 1999; 54: 444-7
105. Meagher T, Sukumar VP, Collingwood J, Crawley T, Schofield D, Henson J, et al. Low dose computed tomography in suspected acute renal colic. *Clin Radiol* 2001; 56: 873-6
106. Kluner C, Hein PA, Gralla O, Hein E, Hamm B, Romano V, et al. Does ultra-low-dose CT with a radiation dose equivalent to that of KUB suffice to detect renal and ureteral calculi? *J Comput Assist Tomogr* 2006; 30: 44-50
107. Poletti PA, Platon A, Rutschmann OT, Schmidlin FR, Iselin CE, Becker CD. Low-dose versus standard-dose CT protocol in patients with clinically suspected renal colic. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 927-33
108. Evans HJ., Wollin TA. The management of urinary calculi in pregnancy. *Curr Opin Urol* 2001; 11:379-84
109. Sudah M., Vanninen R., Partenen K. MR urography in evaluation of acute flank pain. T2 weighed sequences and gadolinium enhanced three-dimensional FLASH compared with urography. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 176: 105-12

110. Shoekir AA. Renal colic: Pathophysiology, diagnosis and treatment. *Eur Urol* 2001; 39:241-9
111. Chaussy C, Brendel W, Schimiedt E. Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet* 1980;2:1265-8
112. Putman SS, Hamilton BD, Jhonson DB. The use of shock wave lithotripsy for renal calculi. *Curr Opin Urol* 2004;14:117-21
113. Weizer AZ, Zhong P, Glenn M. Preminger. Shock Wave Lithotripsy: Current Technology and Evolving Concepts. AUA Update Series. Lesson 36, Volume 24, 2005
114. Salem S, Mehrsai A, Zartab H, Shahdadi N, Pourmand G. Complications and outcomes following extracorporeal shock wave lithotripsy: a prospective study of 3,241 patients. *Urol Res* 2010;38:135-42
115. Bedir S, Kilciler M, Cincik M, Ozgok Y. Relationship between extracorporeal shock wave lithotripsy and semen parameters in patients with lower ureteral stones. *Fertil Steril* 2004;82:1687-8
116. Kukreja R, Desai M, Patel S, Bapat S, Desai M. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. *J Endourol.* 2004 Oct;18(8):715-22.
117. Akman T, Binbay M, Akcay M, Tekinarslan E, Kezer C, Ozgor F, Seyrek M, Muslumanoglu AY. Variables that influence operative time during percutaneous nephrolithotomy: an analysis of 1897 cases.
118. Turna B, Nazli O, Demiryoguran S, Mammadov R, Cal C. Percutaneous nephrolithotomy: variables that influence hemorrhage. *Urology.* 2007 Apr;69(4):603-7.
119. Eshghi M, Smith AD. Endourologic approach to transplant kidney. *Urology.* 1986 Dec;28(6):504-7
120. Chapple CR, Gelister J, Miller RA. Minimally invasive surgery for the retrieval of complex fractured double J stents. *Br J Surg.* 1989 Jul;76(7):680.
121. Goodwin WE, Casey WC, Woolf W (1955) Percutaneous trocar (needle) nephrostomy in hydronephrosis. *J Am Med Assoc* 157:891
122. Fernström I, Johansson B: Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol* 1976; 10: 257-259

123. Schnapp DS., Smith AD.; Multiple percutaneous approaches. In Smith AD (ed): *Contraversies in Endourology*, Philadelphia, WB Saunders, 1995; 145-150.
124. Turna B, Stein RJ, Smaldone MC, et al. Safety and efficacy of flexible ureterorenoscopy and holmium:YAG lithotripsy for intrarenal stones in anticoagulated cases. *J Urol* 2008 Apr;179(4):1415-9
125. Grabe M. Antimicrobial agents in transurethral prostatic resection. *J Urol* 1987 Aug;138(2):245-52.
126. Gravas S, Montanari E, Geavlete P, Onal B, Skolarikos A, Pearle M, Sun YH, de la Rosette J. Postoperative infection rates in low risk patients undergoing percutaneous nephrolithotomy with and without antibiotic prophylaxis: a matched case control study. *J Urol* 2012 Sep;188(3):843-7.
127. Fourcade RO. Antibiotic prophylaxis with cefotaxime in endoscopic extraction of upper urinary tract stones: a randomized study. The Cefotaxime Cooperative Group. *J Antimicrob Chemother* 1990 Sep;26 Suppl A:77-83.
128. Hsieh CH, Yang SS, Lin CD, Chang SJ. Are prophylactic antibiotics necessary in patients with preoperative sterile urine undergoing ureterorenoscopic lithotripsy? *BJU Int* 2014 Feb;113(2):275-80.
129. Zanetti G, Paparella S, Trinchieri A, et al. Infections and urolithiasis: current clinical evidence in prophylaxis and antibiotic therapy. *Arch Ital Urol Androl* 2008 Mar;80(1):5-12.
130. Gonen M, Turan H, Ozturk B, et al. Factors affecting fever following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *J Endourol* 2008 Sep;22(9):2135-8.
131. Brateman L.; Radiation safety considerations for diagnostic radiology personel. *Radiographics* 1999;19:1037
132. Radiation exposure to the orthopedic surgical team during fluoroscopy: 'How far away is far enough?' *J Orthop Trauma*. 1997 Aug;11(6):392-8
133. Coleman CC. Percutaneous nephrostomy: Renal anatomy. In Amplatz K, Lange PH, eds. *Atlas of endourology*. Chiago: Year book, 1987, pp13-32
134. Hopper KD, Yakes WF. The posterior intercostal approach for percutaneous renal procedures: Risk of puncturing the lung, spleen and liver as determined by CT: *AJR* 154:115-117, 1990

135. Hopper KD, Sherman JL, Williams MD, Ghaed N. The variable antero-posterior position of the retroperitoneal colon to the kidneys. *Invest Radiol* 22: 298-302, 1987
136. Sampaio FJB, Aragao AHM. Anatomical relationship between the intrarenal arteries and the kidney collecting system. *J Urol* 143:679-681, 1990.
137. Sampaio FJR How to place a nephrostomy safely. *Contemp Urol* 6:41-46, 1994.
138. Sampaio FJB, Zanier JFC, Aragao AHM, Favorito LA. Intrarenal Access: Three-dimensional anatomical study. *J Urol* 148:1769-1773, 1992.
139. Niles BS, Smith AD: Techniques of antegrad nephrostomy. *Atlas Urol Clin North Am* 1996; 4:1
140. Abdulkadir Tepeler, Mesrur Selcuk Silay, Tolga Akman, Muzaffer Akcay, Cevper Ersoz, Sina Kardas, Mehmet Remzi Erdem, Abdullah Armagan, Sinasi Yavuz Onol. 2013. Comparison of Flexible and Rigid Cystoscopy-Assisted Ureteral Catheter Insertion Before Percutaneous Nephrolithotomy: A Prospective Randomized Trial. *Journal of Endourology* 27:6, 722-726.
141. Necmettin Penbegul, Namik Kemal Hatipoglu, Mehmet Nuri Bodakci, Murat Atar, Yasar Bozkurt, Ahmet Ali Sancaktutar, Abdulkadir Tepeler. 2013. Role of Ultrasonography in Percutaneous Renal Access in Patients With Renal Anatomic Abnormalities. *Urology* 81, 938-942.
142. Namık Kemal Hatipoglu, Mehmet Nuri Bodakci, Necmettin Penbegül, Yaşar Bozkurt, Ahmet Ali Sancaktutar, Murat Atar, Haluk Söylemez. 2013. Monoplanar access technique for percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis*.
143. Lojanapiwat B. The ideal puncture approach for PCNL: Fluoroscopy, ultrasound or endoscopy? *Indian J Urol* 29(3):208-13, 2013
144. Tepeler A, Armağan A, Akman T, et al. Impact of percutaneous renal access technique on outcomes of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 2012 Jul;26(7):828-33.
145. Safak M, Gögüş C, Soygür T. Nephrostomy tract dilation using a balloon dilator in percutaneous renal surgery: experience with 95 cases and comparison with the fascial dilator system. *Urol Int* 71(4):382-4, 2003.
146. Yamaguchi A, Skolarikos A, Buchholz N-PN, homón GB, Grasso M, Saba P

- et al (2011) Operating times and bleeding complications in percutaneous nephrolithotomy: a comparison of tract dilation methods in 5,537 patients in the Clinical Research Office of the Endourological Society Percutaneous Nephrolithotomy Global Study. *J Endourol Soc* 25(6):933–939.
147. Antonelli JA, Pearle MS. Advances in percutaneous nephrolithotomy. *Urol Clin North Am* 40(1):99-113, 2013.
 148. <http://www.terumo.com/urology/PathwayBalloonExpandablePCNL.pdf>
 149. Pathak AS, Bellman GC. One-step percutaneous nephrolithotomy sheath versus standard two-step technique. *Urology* 66(5):953-7, 2005.
 150. Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan AP. Surgical management of urinary lithiasis. *Campbell's urology*, Saunders, 8th ed. 2002; 4: 3361-452
 151. Poon M, Beagler M, Baldwin D. Flexible endoscope deflectability: changes using a variety of working instruments and laser fibers. *J Endourol* 1997; 11: 247.
 152. Denstedt JD, Chun SS, Miller MD, et al. Intracorporeal lithotripsy with the Alexandrite laser. *Laser Surg Med* 1997; 20(4):433-6.
 153. Pertusa C., Albisu A., Acha M, et al. Lithotripsy with the alexandrite laser: our initial 100 clinical cases. *Eur Urol* 1991; 20(4):269-71.
 154. Santa-Cruz RW, Leveillee RJ, Krongrad A. Ex vivo comparison of four lithotripters commonly used in the ureter: what does it do to perforate? *J Endourol* 1998; 12:417.
 155. Zhong P, Tong HL, Cocks FH, et al. Transient cavitation and acoustic emission produced by different laser lithotripters. *J Endourol* 1998; 12:371.
 156. Wollin TA, Teichman JMH, Rogenes VJ, et al. Holmium: YAG lithotripsy in children. *J Urol* 1999; 162:1717-20.
 157. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS Jr; AUA Nephrolithiasis Guideline Panel. Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol*. 2005 Jun;173(6):1991-2000
 158. Unsal A, Resorlu B, Atmaca AF, et al. Prediction of morbidity and mortality after percutaneous nephrolithotomy by using the charlson comorbidity index. *Urology* 2012;79:55-60
 159. Michel MS, Trojan L, Rassweiler JJ. Complications in percutaneous

- nephrolithotomy. *Eur Urol* 2007;51:899-906
160. Skolarikos A, de la Rosette J. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. *Curr Opin Urol* 2008;18:229-34
 161. Tefekli A, Ali Karadag M, Tepeler K, et al. Classification of percutaneous nephrolithotomy complications using the modified Clavien grading system: looking for a standard. *Eur Urol* 2008;53:184-90
 162. De la Rosette JJ, Zuazu JR, Tsakiris P, et al. Prognostic factors and percutaneous nephrolithotomy morbidity: a multivariate analysis of a contemporary series using the Clavien classification. *J Urol* 2008;180:2489-93
 163. Unsal A, Resorlu B, Kara C, Bozkurt OF, Ozyuvali E. Safety and efficacy of percutaneous nephrolithotomy in infants, preschool age, and older children with different sizes of instruments. *Urology* 2010;76:247-52.
 164. Resorlu B, Kara C, Oguz U, Bayindir M, Unsal A. Percutaneous nephrolithotomy for complex caliceal and staghorn stones in patients with solitary kidney. *Urol Res* 2011;39:171-6.
 165. Helal M, Black T, Lockhart J, Figueroa TE. The Hickman peelaway sheath: alternative for pediatric percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 1997;11:171-2
 166. Jackman SV, Docimo SG, Cadeddu JA, Bishoff JT, Kavoussi LR, Jarrett TW. The “miniperc” technique: a less invasive alternative to percutaneous nephrolithotomy. *World J Urol* 1998;16:371-4
 167. Bader M, Gratzke C, Schlenker B, et al. The “All-seeing needle”an optical puncture system confirming percutaneous access in PNL. *J Urol Suppl* 2010;183:e734, abstract 1890.
 168. Desai MR, Sharma R, Mishra S, Sabnis RB, Stief C, Bader M. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): the initial clinical report. *J Urol* 2011;186:140-5
 169. Desai J, Solanki R (2013) Ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP): one more armamentarium. *BJU Int* 112(7): 1046-1049
 170. Ni S, Qiyin C, Tao W, et al. Tubeless percutaneous nephrolithotomy is associated with less pain and shorter hospitalization compared with standard or small bore drainage: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *Urology* 77:1293-8, 2011.

171. Wickham JE, Miller RA, Kellett MJ, et al. Percutaneous nephrolithotomy: one stage or two? *Br J Urol* 56(6):582–5, 1984.
172. Bellman GC, Davidoff R, Candela J, et al. Tubeless percutaneous renal surgery. *J Urol* 157(5):1578-82, 1997.
173. F. M. Ferrante, T.R. VadeBoncouer, *Postopratif Pain Management*, 1993, Churcill Livingstone, New York, pp. 689-693
174. Ware JE, Sherbourne CD. *Med Care* 1992
175. C. D. Scales Jr., A. C. Smith, J. M. Hanley, and C. S. Saigal, “Prevalence of kidney stones in the United States,” *European Urology*, vol. 62, no. 1, pp. 160–166, 2012.
176. Hasun R, Ryan PC, Marberger M. Percutaneous coagulum nephrolithotripsy: a new approach. *Br J Urol*. 1985; 57(6): 605-609
177. Michaels EK, Fowler JE Jr, Manino M. Bacteriuria following ESWL of infected stones. *J Urol* 1988; 140(2):254-256
178. *Percutaneous Approaches to the Upper Urinary Tract Collecting System*. Campbell’s Urology, Editor-in-chief: J. Stuart Wolf, Jr., MD, FACS, 2012, 10. Baskı, 47. Bölüm
179. Bader MJ, Gratzke C, Seitz M, et al (2011) The "all-seeing needle": initial results of an optical puncture system confirming access in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol* 59(6): 1054-1059.
180. Hatipoglu NK, Tepeler A, Buldu I, et al (2014) Initial experience of micro-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of renal calculi in 140 renal units. *Urolithiasis* 42(2): 159-164.
181. Desai J, Zeng G, Zhao Z, et al (2013) A novel technique of ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy: introduction and an initial experience for treatment of upper urinary calculi less than 2 cm. *Biomed Res Int* 2013: 490793.
182. Tepeler A, Akman T, Silay MS, et al (2014) Comparison of intrarenal pelvic pressure during micro-percutaneous nephrolithotomy and conventional percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis* 42(3): 275-279
183. Jackman SV, Hedican SP, Docimo SG, et al (1997) Miniaturized access for pediatric percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol* 11: S133
184. Mishra S, Sharma R, Garg C, et al (2011) Prospective comparative study of

- miniperc and standard PNL for treatment of 1 to 2 cm size renal stone. *BJU Int* 108(6): 896-899.
185. Oguz U et al. Retrograde intrarenal surgery in patients with isolated anomaly of kidney rotation. *Urolithiasis*. 2014;42:141–147.
 186. Martin Schoenthaler, Konrad Wilhelm, Simon Hein, Fabian Adams, Daniel Schlager, Ulrich Wetterauer, et al. “Ultra-mini PCNL versus flexible ureteroscopy: a matched analysis of treatment costs (endoscopes and disposables) in patients with renal stones 10–20 mm”. *World J Urol*. 2015
 187. Goh M, Wolf JS Jr: Almost totally tubeless percutaneous nephrolithotomy: Further evaluation of the technique. *J Endourol*. 13: 177-180, 1999
 188. Brusky JP, Parekh A, Kaptein J, Bellman GC: Need for ancillary procedures among patients undergoing tubeless percutaneous renal surgery for nephrolithiasis. *J Endourol*. 21: 692-694, 2007.
 189. Limb J, Bellman GC. Tubeless percutaneous renal surgery: review of first 112 patients. *Urology*. 2002;59:527-531
 190. Noller MW, Baughman SM, Morey AF, Auge BK: Fibrin sealant enables tubeless percutaneous stone surgery. *J Urol*. 172: 166-169, 2004.
 191. Aghamir SMK, Hosseini SR, Gooran S: Totally tubeless percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol*. 18: 647-648, 2004
 192. Karami H, Gholamrezaie HR: Totally tubeless percutaneous nephrolithotomy in selected patients. *J Endourol*. 18: 475-476, 2004.
 193. Istanbuluoglu MO, Cicek T, Ozturk B, Gonen M: percutaneous nephrolithotomy: Nephrostomy or Tubeless or Totally tubeless. *Urology*. 75: 1043-1048, 2010
 194. Lotan Y, Pearle MS, Economics of Stone management. *Urol Clin North Am*. 2007;34:443-4453.
 195. Matlaga BR, Hodges SJ, Shah OD et al. Percutaneous Nephrostolithotomy: predictors of length of stay. *J Urol*. 2004; 172:1351-1354
 196. Akman T, Binbay M, Yuruk E, Sari E: percutaneous nephrolithotomy: Results of Univariable and Multivariable Models. *Urology*; 77: 299-304.
 197. Giusti G, Picinelli A, Taverna G, Benetti A, et al. Miniperc? No, Thank you!. *European Urology* 51(2007) 810-815.