T.C
Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi
Üroloji Anabilim Dalı

ERİŞKİNLERDE 20-30 MM EBATLI BÖBREK TAŞLARININ TEDAVİSİNDE THULİUM FİBER LAZER KULLANILARAK GERÇEKLEŞTİRİLEN RETROGRAD İNTRARENAL CERRAHİNİN PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI: RANDOMİZE PROSPEKTİF ÇALIŞMA

Dr. Mücahit MACİT

UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Şaban Oğuz DEMİRDÖĞEN

ERZURUM-2025

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİ ve TEZİ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Adı, Soyadı : MÜCAHİT MACİT

Anabilim Dalı : ÜROLOJİ

Tez Danışmanı ve Atanma Tarihi: Doç.Dr. Şaban Oğuz DEMİRDÖĞEN

Sınav tarihi: 27/ 01 / 2025

Tezin Konusu ve Başlığı : Erişkinlerde 20-30 mm Ebatlı Böbrek Taşlarının Tedavisinde Thulium Fiber Lazer Kullanılarak Gerçekleştirilen Retrograd İntrarenal Cerrahinin Perkütan Nefrolitotomi ile Karşılaştırılması: Randomize Prospektif Çalışma

Belirlenme Tarihi : 03.02.2022

Tezin Niteliği : ☒ Tıpta Uzmanlık Tezi
☒ Klinik Çalışmalar (X) Prospektif ( ) Retrospektif ( ) Kesitsel
☐ Laboratuvar Çalışmaları ( ) Invitro (Cansız) Çalışmaları ( ) Hayvan Çalışmaları

Tez Sınavının Nasıl Yapıldığı: ☒ Yüz yüze katılım sağlanarak ☐ Online (Jürinin teşkil edilmesinde kurum dışından belirlenecek olan jüri üyesi, aynı il sınırları içerisinde bulunmadığından, tez sınavı dijital ortamda yapılmıştır.)

II. KARAR

Tıpta ve Diş Hekimliğinde Uzmanlık Eğitimi Yönetmeliğinin 19. maddesi gereğince yapılan tez savunma sınavının tamamlanması sonucunda adı geçenin tezinin, jüri üyelerince "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak;

☒ Kabulüne

1.Tez Sınavı ☐ Reddine (Eksikliklerin tamamlanması ve gerekli düzeltmelerin yapılması için uzmanlık öğrencisine, TUEY'nin 19. Maddesinin 6. fıkrası gereğince altı aylık ek bir süre verilmesine)

2.Tez Sınavı ☐ Reddine (TUEY'nin 19. Maddesinin 7. fıkrası gereğince, uzmanlık öğrencisinin uzmanlık öğrenciliği ile ilişiğinin kesilmesine)

☒ Oy birliği ☐ Oy çokluğu ile karar verilmiştir.

III. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

IV. JÜRİ ÜYELERİ

	Unvanı Adı Soyadı	Uzmanlık Dalı	Kurum Bilgisi	İmza
Jüri Başkanı	PROF. DR. ÖZKAN POLAT	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	PROF. DR. YILMAZ AKSOY	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	
Jüri Üyesi	DOÇ. DR. ŞABAN OĞUZ DEMİRDÖĞEN	ÜROLOJİ	Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi	

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER i
TABLOLAR DİZİNİ iii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
RESİMLER DİZİNİ v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ vi
TEŞEKKÜR viii
ÖZET ix
ABSTRACT xi
1. GİRİŞ ve AMAÇ 1
2. GENEL BİLGİLER 2
2.1. Üriner Sistem Taş Hastalığında Epidemiyoloji ve Etiyoloji 2
2.2. Böbrek Taşlarının Sınıflandırılması 4
2.3. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tanı Yöntemleri 7
2.3.1. Klinik Bulgular 7
2.3.2. Fizik Muayene Bulguları 7
2.3.3. Labaratuvar Bulguları 8
2.3.4. Üriner Sistem Taşlarının Analizi 8
2.3.5. Üriner Sistem Taş Hastalığında Görüntüleme Yöntemleri 8
2.3.5.1. Böbrek-Üreter-Mesane(KUB) Radyografisi 8
2.3.5.2. Üriner Sistem Ultrasonografisi (USG) 9
2.3.5.3. İntravenöz Ürografi (İVU) 9
2.3.5.4. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografi (NCCT) 9
2.3.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) 10
2.4. Üst Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Seçenekleri 10
2.4.1. Üriner Sistem Taş Hastalığında Medikal Tedavi 12
2.4.2. Şok Dalga Tedavisi (Shock Wave Lithotripsy, SWL) 12
2.4.3. Retrograd İntrarenal Cerrahi (RİRC) 12
2.4.3.1. Retrograd İntrarenal Cerrahide Üniteler 13
2.4.3.2. RİRC'nin Komplikasyonları 16
2.4.4. Perkütan Nefrolitotomi (PNL) 17
2.4.4.1. PNL'nin Komplikasyonları 18

2.4.5. Laparoskopik ve Açık Taş Cerrahisi 18
3. MATERYAL-METOD 19
3.1. Cerrahi Teknik 22
3.2. İstatiksel Analiz 28
4. BULGULAR 29
5. TARTIŞMA 38
6. SONUÇ 46
KAYNAKLAR 47

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Hasta popülasyonunun demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri 29
Tablo 2. RIRC uygulanan hastaların demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri 31
Tablo 3. Perkütan nefrolitotomi uygulanan hastaların demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri 32
Tablo 4. RIRC ve PCNL uygulanan hastaların demografik, klinik ve taş karakteristiklerinin karşılaştırılması 33
Tablo 5. RIRC uygulanan hastaların perioperatif bulguları 34
Tablo 6. PNL uygulanan hastaların perioperatif bulguları 35
Tablo 7. RIRC ve PNL uygulanan hastaların perioperatif bulgularının karşılaştırılması 36
Tablo 8. RIRC ve PNL uygulanan hastaların postoperatif komplikasyonlarının,taşsızlık oranlarının ve uygulanan ek tedavilerin oranlarının karşılaştırılması 37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Taş oluşumunda rol oynayan ardışık mekanizmalar 3
Şekil 2. X-Ray karakteristiklerine göre böbrek taşlarının sınıflandırılması 6
Şekil 3. Avrupa Üroloji Derneğinin 2024 Klavuzuna göre böbrek taşlarının tedavi algoritması..... 11
Şekil 4. Lazer cihazlarının çalışma prensipleri; a: Ho:YAG lazer çalışma mekanizması, b: TFL çalışma mekanizması..... 16
Şekil 5. Guy taş skorlama sistemi..... 20

RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. Lokalizasyonuna göre böbrek taşlarının bilgisayarlı tomografi (BT) görünümleri (a: alt pol, b: üst pol, c: pelvis, d: orta-üst pol, e: multipl, f: staghorn) 5

Resim 2. RİRC ve PNL'de kullanılan üniteler 1; a: 272 µ lazer probu, b: Anqing marka disposable FU, c: D-J stent, d: Kılavuz tel..... 23

Resim 3. RİRC ve PNL'de kullanılan üniteler 2; a: Taş yakalama forsepsi, b: Ultrathin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf, c: Üreter erişim kılıfı, c: Lazer ile taşın fragmante edilmesi..... 24

Resim 4. RIRC ve PNL'de kullanılan üniteler 3; a: Endovizyon ünitesi, b: C-kollu Floroskopi ünitesi, c: Pnömotik cihazı, d: TFL cihazı 25

Resim 6. RIRC ile TFLLT yapılan hastanın floroskopi görüntüleri; a: Preoperatif opak taşın görünümü, b: Fleksible üreterorenoskop ile böbreğe çıkılması, c: TFLLT sonrası görünüm, d: Kalisiyel sisteme uygulanmış DJ stent 26

Resim 6. RIRC ve PNL'de kullanılan üniteler 4; a: Nefroskop 15/18 Fr. Richard Wolf, b: Amplatz tip fasyal dilatatör seti, c-e: Perkütan nefroskop kavrama forcepsi, d: Pnömotik probu 27

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ark : Arkadaşları
BPH : Benign prostat hiperplazisi
BT : Bilgisayarlı tomografi
CaOx : Kalsiyım oksalat
CaP : Kalsiyum fosfat
DAYTAM : Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi
DFU : Digital fleksible üreterorenoskop
DJ : Double J
EAU : European Association of Urology
ECIRS : Endoskopik kombine intrarenal cerrahi
FFU : Fiberoptik fleksible üreterorenoskop
Fr : French
FU : Fleksible üreterorenoskop
Ho:YAG : Holmium:Yttrium-Aluminum garnet
HU : Houndsfield unit
Hz : Hertz
İVU : İntravenöz ürografi
J : Joule
KUB : Böbrek-Üreter-Mesane
mPNL : Mini perkütan nefrolitotomi
MRG : Manyetik rezonans görüntüleme
MTA : Maden Tetkik ve Arama
NCCT : Non-kontrast bilgisayarlı tomografi
NSAİİ : Nonsteroid antiinflamatuar ilaç
PCA : Hasta kontrollü analjezi
PNL : Perkütan nefrolitotomi
RIRC : Retrograd intrarenal cerrahi
SFR : Taşsızlık oranı
Spp. : Species pulural
SWL : Shock wave litotripsi

TFL **:** Thulium fiber lazer

TFLLT **:** Thulium fiber lazer litotripsi

UAS **:** Üreteral erişim kılıfı

URS **:** Üreterorenoskopi

USG **:** Ultrasonografi

ÜSTH **:** Üriner sistem taş hastalığı

µ **:** mikron

TEŞEKKÜR

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı'nda uzmanlık eğitimime katkıda bulunan, tecrübe ve bilgilerini aktaran, her zaman desteklerini hissettiğim değerli Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Özkan POLAT başta olmak üzere kıymetli hocalarım Prof. Dr. İsa ÖZBEY, Prof. Dr. Yılmaz AKSOY, Prof. Dr. Turgut YAPANOĞLU, Prof. Dr. Şenol ADANUR'a,

Tezimin konusunun belirlenmesinde yol gösteren Doç. Dr. Fatih ÖZKAYA'ya ve tezimin her aşamada, bilgi ve deneyimi ile yol gösteren, ilgisini ve desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Şaban Oğuz DEMİRDÖĞEN'e,

Emekliliği nedeniyle aramızdan ayrılan kıymetli hocam Prof. Dr. Azam DEMİREL'e

Birlikte çalışmaktan gurur duyduğum değerli asistan görevlisi arkadaşlarıma,

Servis, taş kırma, poliklinik ve ameliyathane; hemşire, teknisyen ve personellerine,

Tıp eğitimimi sayelerinde tamamladığım, tüm hayatım boyunca her zaman destekleri ile yanımda olan aileme,

Sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

Dr. Mücahit MACİT

ÖZET

Erişkinlerde 20-30 mm Ebatlı Böbrek Taşlarının Tedavisinde Thulium Fiber Lazer Kullanılarak Gerçekleştirilen Retrograd İntrarenal Cerrahinin Perkütan Nefrolitotomi ile Karşılaştırılması: Randomize Prospektif Çalışma

Amaç: Bu çalışmada thulium fiber lazer litotripsi (TFLLT) kullanılarak gerçekleştirilen RIRC'ın 20-30 mm boyutundaki böbrek taşlarının tedavisinde daha invaziv bir işlem olan ve hala altın standart olan PNL'ye bir alternatif olup olamayacağını araştırarak litaretüre katkı sağlamayı amaçladık.

Materyal-Metod: Nisan 2022-Haziran 2024 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde 20-30 mm arası böbrek pelvis, alt pol veya orta pol yerleşimli tek böbrek taşı (Guy taş skoru 1) olup RIRC ile TFLLT veya PCNL yapılan 86 hastanın preoperatif demografik verileri, taş özellikleri, çekilen KUB, USG ve NCCT bulguları prospektif olarak incelendi. Cerrahi prosedür seçimi işlem öncesi ameliyathane hemşiresi tarafından yapılan kapalı zarf usulü kura ile belirlendi. Hastalar RIRC ile TFLLT ve PNL uygulananlar olarak iki gruba ayrıldı. Ameliyat süresi, floroskopi süresi, kullanılan cerrahi enstrüman boyutları, postoperatif hemoglobin düşüşü, hastanede kalış süresi ve kan transfüzyonu ihtiyacı gibi perioperatif ve postoperatif veriler kaydedildi. İşleme bağlı komplikasyonlar modifiye Clavien-Dindo sınıflandırma sistemine göre sınıflandırıldı. Rezidüel taş varlığı ve ek tedavi ihtiyacı değerlendirildi. Veriler istatistiksel olarak karşılaştırılarak analiz edildi.

Bulgular : Çalışmaya 86 hasta dahil edildi. Hastaların 44'üne (51.1%) RIRC ile TFLLT ve 42'sine (48.8%) PNL yapıldı. Ortalama boyutu RIRC grubunda 24.73 ± 1.80 mm ve PNL grubunda 24.88 ± 1.70 mm olarak tespit edildi. Her iki gruptaki hastaların demografik, klinik ve taş karakteristikleri karşılaştırıldığında hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). RIRC yapılan grupta 39 (88.6%) hastada ve PNL yapılan grupta 39 (92.8%) hastada SFR sağlandı ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark izlenmedi. RIRC ve PNL yapılan hasta gruplarının ortalama operasyon süresi, ortalama floroskopi süresi, ortalama hemoglobin düşüşü, DJ stent uygulanma oranı ve ortalama hospitalizasyon süresi

arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi (**p<0.001**). Grupların postoperatif 1.saat ve 24.saat VAS ağrı skoru ve aneljezik kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi (sırasıyla **p=0.001**, **p=0.002**, **p=0.019**). Gruplar arasında postoperatif komplikasyonlar değerlendirildiğinde RIRC grubunda 5 (11.3%) hastada, PNL grubunda 3 (7.1%) hastada postoperatif komplikasyon izlendi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (p=0.806).

Sonuç: 20-30 mm boyutundaki böbrek taşlarının tedavisinde RIRC'de TFLLT düşük kan kaybı, düşük hospitalizasyon süresi, düşük floroskopi süresi, düşük postoperatif ağrı ve analjezik kullanımı gibi benzer komplikasyon ve benzer taşsızlık oranları ile PNL'nin güvenli ve etkili bir alternatifidir. Bu konuda yapılacak daha geniş serilerdeki çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: ürolitiazis, thulium fiber lazer, TFLLT

ABSTRACT

Comparison of Retrograde Intrarenal Surgery Using Thulium Fiber Laser with Percutaneous Nephrolithotomy in the Treatment of 20-30 mm Kidney Stones in Adults: A Randomized Prospective Study

Purpose: In this study, we aimed to contribute to the literature by investigating whether RIRS using thulium fiber laser lithotripsy (TFLLT) could be an alternative to PNL, which is a more invasive procedure and still the gold standard in the treatment of kidney stones sized 20-30 mm.

Material-Method: Preoperative demographic data, stone characteristics, KUB, USG and NCCT findings of 86 patients who underwent RIRC with TFLLT or PCNL and had a single kidney stone measuring 20-30 mm in the renal pelvis, lower pole or midpole (Guy stone score 1) between April 2022 and June 2024 in the Urology Clinic of Atatürk University Research Hospital were prospectively examined. The surgical procedure selection was determined by a closed-envelope draw made by the operating room nurse before the procedure. The patients were divided into two groups as those who underwent RIRC with TFLLT and PCNL. Perioperative and postoperative data such as operation time, fluoroscopy time, surgical instrument sizes used, postoperative hemoglobin decrease, hospital stay and need for blood transfusion were recorded. Procedure-related complications were classified according to the modified Clavien-Dindo classification system. Presence of residual stone and need for additional treatment were evaluated. Data were compared and analyzed statistically.

Results: 86 patients were included in the study. RIRC and TFLLT were performed in 44 (51.1%) patients and PNL in 42 (48.8%) patients. The mean stone size was 24.73 ± 1.80 mm in the RIRC group and 24.88 ± 1.70 mm in the PNL group. When demographic, clinical and stone characteristics of the patients in both groups were compared, no statistically significant difference was found in any parameter ($p>0.05$). SFR was achieved in 39 (88.6%) patients in the RIRC group and in 39 (92.8%) patients in the PNL group and no statistically significant difference was observed. Statistically significant differences were observed between the RIRC and

PNL patient groups in terms of mean operation time, mean fluoroscopy time, mean hemoglobin decrease, DJ stent application rate and mean hospitalization time (**p<0.001**). A statistically significant difference was observed between the groups in terms of postoperative 1st and 24th hour VAS pain scores and analgesic use (**p=0.001, p=0.002, p=0.019**, respectively). When postoperative complications were evaluated between the groups, postoperative complications were observed in 5 (11.3%) patients in the RIRC group and in 3 (7.1%) patients in the PNL group, and no statistically significant difference was observed between the groups (p=0.806).

Conclusion: TFLLT in RIRS is a safe and effective alternative to PNL in the treatment of kidney stones with a size of 20-30 mm, with similar complications such as low blood loss, low hospitalization time, low fluoroscopy time, low postoperative pain and analgesic use, and similar stone-free rates. Studies in larger series on this subject will contribute to the literature.

Keywords: urolithiasis, thulium fiber laser, TFLLT

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Üriner sistem taş hastalığı (ÜSTH) prevalansı gelişmiş ülkelerde %4-20 olup endemik bölge olan ülkemizde %14.8 olarak bildirilmiştir(1). Böbrek taşı hipertansiyondan sonra en sık görülen kronik böbrek hastalığıdır ve görülme sıklığı giderek artmaktadır(2).

Böbrek taşlarının tedavisinde; şok dalga litotripsi (SWL), retrograd intrarenal cerrahi (RIRC), perkütan nefrolitotomi (PNL), kemoliz, açık veya laparoskopik nefrolitotomi ve kombine tedaviler kullanılmaktadır. SWL ve endoürolojik cerrahilerdeki (RIRC ve PNL) gelişmeler sonucunda açık cerrahi girişimler büyük oranda terk edilmiş olup seçilmiş vakalarda laparoskopik pyelolitotomi yapılmaktadır(3).

Günümüzde 20 mm'den büyük taşların tedavisinde SWL ve RIRC'a oranla daha yüksek taşsızlık sağlanması nedeniyle PNL altın standart tedavi yöntemi olmaya devam etmektedir(4).

Son yıllarda yeni bir lazer teknolojisi olan thulium fiber lazer (TFL) özellikle benign prostat hipertrofisi (BPH) ve üst üriner sistem taş hastalığının tedavisinde kullanılmaya başlanmış ve popülerliği giderek artmıştır. Ancak günümüzde ÜSTH'nın lazer ile tedavisinde mevcut altın standart yöntem 20 yılı aşkın bir süre önce tanımlanan Holmium:Yttrium-Aluminum garnet (Ho:YAG) lazer ile litotripsidir(5). Her ne kadar Ho:YAG gelişmiş bir sistem olsa da özellikle böbrek taşlarının boyutuyla ilgili sınırlamalarla karşı karşıyadır. Yapılan bazı çalışmalarda TFL'nin Ho:YAG'a kıyasla litotripside daha iyi performans gösterdiği bildirilmiştir(6–8). Lazer litotripside teknolojik olarak gelinen bu son nokta üriner sistemdeki büyük taşların tedavisi için de umut vericidir.

Bu çalışmada thulium fiber lazer litotripsi (TFLLT) kullanılarak gerçekleştirilen RIRC'ın 20-30 mm boyutundaki böbrek taşlarının tedavisinde daha invaziv bir işlem olan ve hala altın standart olan PNL'ye bir alternatif olup olamayacağını araştırarak litaretüre katkı sağlamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

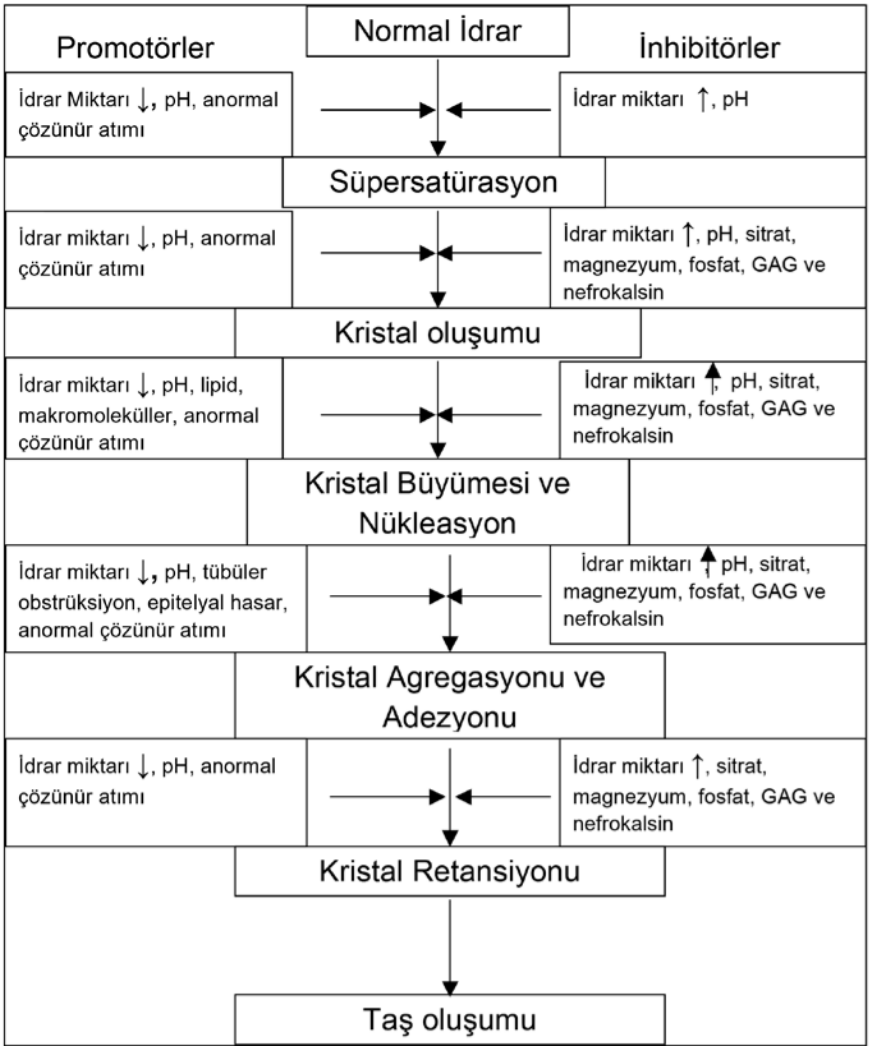
2.1. Üriner Sistem Taş Hastalığında Epidemiyoloji ve Etiyoloji

Üriner sistem taş hastalığı bilinen en eski ve yaygın hastalıklardan birisidir ve keşfi uygarlık tarihi ile başlamıştır. MÖ 4800 yıllarına ait Eski Mısır mumyalarında böbrek taşına ait bulgular tespit edilmiştir(9).

Üriner sistem taş hastalığının coğrafi ve etnik farklılıklarla dünya çapında yaklaşık %4-20 oranında görülmekte olup sonraki 5 yıl içinde %30-50 tekrarlama olasılığı mevcuttur(9). Endemik bölge olan ülkemizde yapılan bir çalışmada görülme sıklığının %14.8 olduğu ülkenin doğu ve güneydoğu kesimlerinde daha yüksek olacak şekilde coğrafi bir dağılım gösterdiği bildirilmiştir(10).

Taş hastalığının görülme sıklığı dünya çapında giderek artmakta olup son 15-20 yıllık dönemde görülme sıklığı hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelerde % 5-7 oranında artış göstermiştir. 40-60 yaş aralığı görülme sıklığının en fazla olduğu dönemdir. Cinsiyet açısından eskiden 1.5:1 oranında erkek lehine fazla görülmekte olmasına rağmen diyet değişikliği ve obeziteye bağlı olarak kadınlarda artış olmuştur ve günümüzde cinsiyetler arasında görülme sıklığı açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır(11). Özellikle yakın akrabalar ve erkek kardeşlerde daha belirgin olmak üzere ailesinde taş hastalığı bulunanlarda görülme sıklığı ve tekrarlama olasılığı artmaktadır(12).

Taş hastalığının altında yatan moleküler mekanizmalar henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Tüm taş tipleri için genel patojenik yolaktan daha çok taşın yapısı, hastanın komorbiditesi, anatomik ve fonksiyonel anormallikler, 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 kristal formasyonuna giden kompleks bir süreçtir. Bu süreçler uyarıcı ve baskılayıcı etkileri olan bir takım kimyasal ve çevresel faktörlerin ilavesi ile sürer(13).



Şekil 1. Taş oluşumunda rol oynayan ardışık mekanizmalar (Endoüroloji Bülteni 2013;6)

En sık görülen taş tipi olan kalsiyum oksalat (CaOx) taşlarının oluşumu lokasyonuna bağlı olarak iki ana mekanizma ile gerçekleşebilir. Birinci mekanizma tübüler lümenlerden kaynaklanırken, ikinci mekanizma esas olarak interstisyel boşlukta meydana gelir(14).

İlk mekanizma, kristal tuzların aşırı doyması ile başlar ve bunu renal tübüler lümenlerde kristalleşme takip eder. Daha sonra kristal büyümesi, agregasyonu ve tübüler epitel hücrelerinin apikal tarafına yapışarak tübüler lümenlerin içine tutunur. Membran kristal yapışması bazı kristal bağlayıcı proteinlerin yüzey ekpresyonunun artmasıyla kolaylaştırılır. Birçok çalışma, anneksin A1'in kalsiyum kaynaklı aşırı ekpresyonu, α-enolazın oksalat kaynaklı aşırı ekpresyonuna ve ısı şoku proteininin

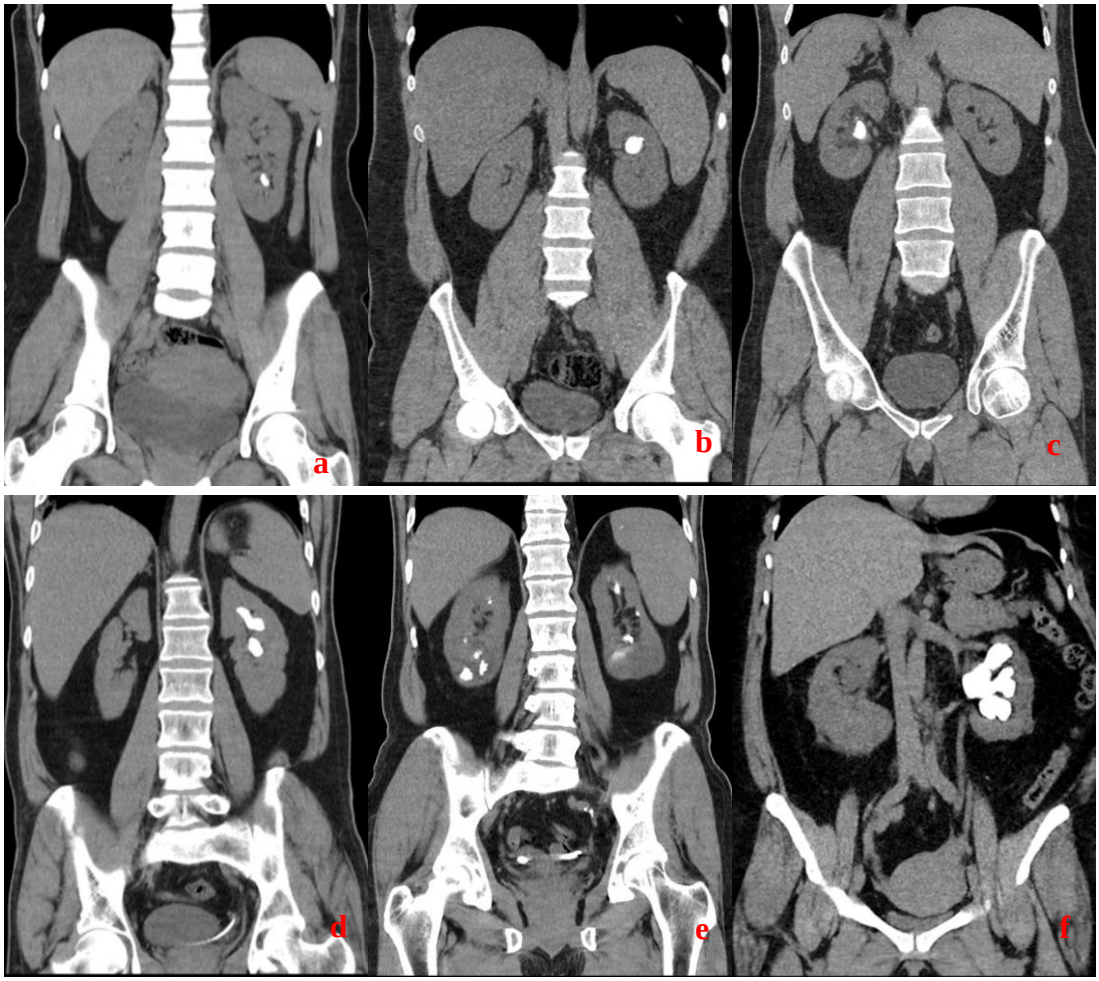
ürik asit kaynaklı aşırı ekpresyonu gibi uyaranlara bağlı olarak kristal bağlayıcı proteinlerin yüzey ekspresyonunun arttığını bildirmiştir(15).

İkinci mekanizma başlangıçta renal interstisyumda interstisyel kristal birikimi ve doku inflamasyonunun bir sonucu olan Randall plağı adı verilen plak oluşumuyla gerçekleşir. Aşırı doygunluğu destekleyen ortamda, kalsiyum fosfat (CaP) genellikle renal papiller interstisyumdaki henle kulpunun ince kolunun bazal membranında kristalleşir. İnterstisyel CaP kristallerinin birikmesi daha sonra inflamatuar süreçleri tetikleyerek Randall plak oluşumuna yol açar. Randall plaklanırın bazıları pelvikalisiyel sisteme doğru erozyona uğrayabilir. CaOx kristalleri erozyona uğramış Randall plağı üzerinde birikerek taş merkezi görevi görür ve taş oluşmaya başlar(16).

2.2. Böbrek Taşlarının Sınıflandırılması

Böbrek taşları boyutları, konumları, etiyolojileri, bileşimleri ve X-Ray karakteristiklerine göre sınıflandırılmıştır(17).

Taşlar boyutlarına göre 5 mm'den küçük, 5-10 mm, 10-20 mm ve 20 mm'den büyük taşlar olarak üç grupta sınıflandırılmıştır. Lokalizasyonlarına göre pelvis, alt pol, orta-üst pol, multipl ve staghorn olarak sınıflandırılmıştır(17).



Resim 1. Lokalizasyonuna göre böbrek taşlarının bilgisayarlı tomografi (BT) görünümleri (a: alt pol, b: üst pol, c: pelvis, d: orta-üst pol, e: multipl, f: staghorn) (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)

Etiyolojilerine göre ise enfeksiyon taşları (magnezyum amonyum fosfat, karbonat apatit, amonyum ürat), enfeksiyon dışı taşlar (kalsiyum oksalat, kalsiyum fosfat, ürik asit), genetik nedenli taşlar (sistin, ksantin, 2,8-dihidroksiadenin) ve ilaç taşları (indinavir, triamteren) olarak sınıflandırılırlar(17).

Böbrek taşları genel olarak ana kristal bileşimlerine göre sınıflandırılır. Farklı bölgelerde yapılan birçok çalışma böbrek taşlarında en yaygın ana inorganik bileşimin kalsiyum olduğunu göstermiştir(18). Kalsiyum taşları sıklıkla homojen olarak veya fosfat bileşiği olarak kalsiyum oksalattan yapılır. Kalsiyum oksalatın hidrasyon durumuna göre monohidrat, dihidrat ve trihidrat olarak üç formu vardır ve bunlar içinde CaOx monohidrat en sık görülen formdur(19). Hiperkalsiüri, hiperoksalüri, hipositratüri ve hipomagnezüri kalsiyum taşlarının başlıca risk faktörleri olarak kabul edilir(20).

Ürik asit taşları, normalde asidik idrarda kristalleşen ürik asit kristallerinden oluşur ve çoğunlukla dihidrat formundadır. Bu taş türü özellikle tip 2 diyabet ve obezite hastalarında yaygındır. Hiperürikozüri ve kalıcı veya aşırı düşük idrar pH'ı ürik asit taşlarının oluşumu için temel risk faktörleridir(21).

Strüvit taşları magnezyum amonyum fosfat içerirler ve genellikle taş matriksinde CaOx ve CaP ile birleşirler. Bu taş türü Proteus spp. ve Klepsiella spp. gibi üreaz oluşumuna neden olarak idrarı alkalileştiren ve strüvit kristallerinin oluşumunu kolaylaştıran idrar yolu enfeksiyonları ile ilişkilidir(19).

Sistin taşı, genetik bir bozukluk olan sistinüri ile ilişkili nadir bir böbrek taşı türüdür. Renal sistin taşıyıcısını düzenleyen SLC3A1 geninden kaynaklanan otozomal resesif geçişli bu genetik bozukluk kusurlu sistin taşınmasıyla sonuçlanır. Bu da idrardaki sistinin yeniden emiliminde azalmaya ve sistinüriye neden olur ve nihayetinde idrarda nispeten düşük çözünürlüğü olan sistin kristalleşerek taş oluşumu ile sonuçlanır(22).

Böbrek taşları X-Ray karakteristiklerine göre radyo-opak, zayıf radyo-opak ve radyo-lusen olarak sınıflandırılırlar(17).

Radyo-opak	***Zayıf Radyo-opak***	***Radyo-lusen***
• Kalsiyum oksalat dihidrat • Kalsiyum oksalat monohidrat • Kalsiyum fosfat	• Magnezyum amonyum fosfat • Apatit • Sistin	• Ürik asit • Amonyum ürat • Ksantin • 2,8-dihidroksiadenin • İlaç taşları

Şekil 2. X-Ray karakteristiklerine göre böbrek taşlarının sınıflandırılması

2.3. Üriner Sistem Taş Hastalığında Tanı Yöntemleri

Üriner sistem taş hastalığının tanısal değerlendirilmesi ayrıntılı medikal öykü ile başlar, fizik muayene, labaratuvar ve görüntüleme tetkikleri ile devam eder. Öyküde günlük günlük sıvı alım miktarı ve diyet tipi, ilaç kullanımı, başka predispozan hastalık varlığı, aile öyküsü, hematüri, dizüri ve ağrının vasfı sorgulanmalıdır(18).

2.3.1. Klinik Bulgular

Böbrek taşı olan hastaların %40'ından fazlası asemptomatiktir(23). Semptomatik olan hastalar arasında en sık görülen şikayet ani başlayan kolik şeklindeki karın ağrısıdır. Bu ağrı çoğunlukla karın üst kısmında yan tarafa lokalizedir(24).

Eşlik eden ek semptomlar içinde üriner enfeksiyonlar, idrara sıkışma hissi, ateş, hematüri, bulantı ve kusma yer alır. Böbrek kapsülü ve bağırsakların ortak splanknik inervasyonuna bağlı olarak semptomatik olan hastaların yaklaşık %50'sinde bulantı ve kusma eşlik eder(25). Üriner sistem taşı bulunan hastaların yaklaşık %90'nında hematüri mevcuttur ancak yokluğu taşı ekarte ettirmez(26).

Üriner sistem taşı bulunan yaşlı hastaların subklinik bir tabloya sahip olma olasılığı daha yüksektir. Atipik ağrı veya hiç ağrı olmadan ateş, gastrointestinal semptomlar ve üriner sistem enfeksiyonu ile ortaya çıkabilirler(27).

2.3.2. Fizik Muayene Bulguları

Üriner sistem taşından şüphelenilen hastalarda fizik muayene oldukça önemlidir. Renal kolik ve akut batın açısından ayırıcı tanı yapılması önem arz etmektedir. Fizik muayenede kostovertebral açı hassasiyetinin bulunması halinde hastalar üriner sistem taşı ve pyelonefrit açısından mutlaka tetkik edilmelidir.

2.3.3. Labaratuvar Bulguları

Üriner sistem taşı düşünülen hastalarda bir takım labaratuvar tetkikleri yapılmalıdır. Bu tetkiklerin başında tam idrar tetkiki gelir ve mikroskobik hematüri, pyüri, kristalüri ve idrar pH'ındaki değişiklikler tanıyı destekler. Tam kan sayımı (CBC), C-Reaktif Protein (CRP), serum biyokimyası diğer önemli labaratuvar tetkikleridir. Serum biyokimyasında ise; kreatinin, ürik asit, iyonize kalsiyum, sodyum, potasyum, bakılmalıdır. 24 saatlik idrar miktarı ve bu idrarda sitrat, oksalat, kalsiyum, fosfor, ürik asit çalışılması taş hastalığının medikal tedavisini belirlemede önemli bir tetkiktir(28).

2.3.4. Üriner Sistem Taşlarının Analizi

Üriner sistem taşlarının kimyasal bileşimi, tedavi seçimi ve tekrarının önlenmesinde büyük önem taşımaktadır(29). EAU 2024 Ürolitiazis klavuzu ilk kez taş oluşturan tüm hastalara taş analizi yapılmasını ve farmakolojik önleme tedavisi alan, taşlarının temizlenmesinden sonra erken nüks eden ve uzun süreli taşsızlıktan sonra geç dönemde nüks eden hastaların taş analizinin tekrarlanmasını önermektedir(30). Günümüzde tercih edilen analitik prosedürler moleküler yapıları incelemek için kızılötesi spektroskopisi ve kristal yapısını belirlemek için X-ışını kırınımıdır(31).

Üriner sistem taş analizi Atatürk Üniversitesi bünyesinde bulunan Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi (DAYTAM) ile Maden Tetkik ve Arama (MTA) Genel Müdürlüğüne başvuru ile X-ışını difraksiyonu ile yapılabilmektedir.

2.3.5. Üriner Sistem Taş Hastalığında Görüntüleme Yöntemleri

2.3.5.1. Böbrek-Üreter-Mesane(KUB) Radyografisi

Böbrek, üreter ve mesane radyografisi, röntgenografinin klinik tıpta kullanılmaya başlamasıyla üriner sistem taş hastalığından şüphelenilen hastaların değerlendirilmesinde kullanılan birinci basamak görüntüleme yöntemi olmuştur.

Nispeten düşük maliyet, düşük radyasyon maruziyeti ve ulaşılabilir olması başlıca avantajlarıdır. Taşların büyük kısmı radyoopak olmasına rağmen semi opak taşların tanısının zorluğu, radyolusen taşlara tanı konulamaması ve böbrek parankimi ile pelvikalisiyel sistem hakkında bilgi verememesi opak taşların tedavisinin takibi haricinde kullanımını kısıtlamaktadır(32).

2.3.5.2. Üriner Sistem Ultrasonografisi (USG)

Ultrasonografi klinik olarak üriner sistem taşından şüphelenilen hastalarda kullanılan yaygın bir yöntemdir. Kontrast madde enjeksiyonu gerektirmemesi, radyasyon içermemesi, böbrek parankimi ve hidronefrozu göstermesinin yanı sıra opak ve non-opak taşları gösterebilmesi en önemli avantajlarıdır. 5mm'den büyük böbrek taşlarında yaklaşık %98 spesifitesi olmasına rağmen 5 mm'den küçük taşlarda, üriner sistemin diğer lokalizasyonlarındaki taşlarda ve obez hastalarda bu oran düşmektedir. Radyasyon maruziyetinin olmaması ile gebelerde birinci seçenek görüntüleme yöntemidir ve tekrarlayan taşları olan hastalarda gerekebilecek birden fazla incelemeye olanak sağlamaktadır(33).

2.3.5.3. İntravenöz Ürografi (İVU)

İyot bazlı kontast madde enjeksiyonu sonrası seri grafiler alınmasıyla gerçekleştirilen bu görüntüleme yöntemi, opak taşların yanında dolma defekti ile non-opak taşlarıda gösterebilmesi ve üriner sistem anatomisi hakkında bilgi vermesiyle geçmişte değerli bir görüntüleme yöntemi olmuştur. Ancak bilgisayarlı tomografinin yaygınlaşması,bağırsak temizliği gerektirmesi, koliği olan hastalarda hızlı sonuç vermemesi ve kontrast madde enjeksiyonu gerektirmesi gibi dezavantajları nedeniyle üriner sistem taş hastalığının tanısında kullanımı giderek azalmaktadır(34).

2.3.5.4. Non-Kontrast Bilgisayarlı Tomografi (NCCT)

Non-kontrast bilgisayarlı tomografi üriner sistem taşlarında %98 sensitivite, %96-100 spesifite ile kullanılan altın standart görüntüleme yöntemidir(35). Taşın varlığı, boyutu, yerleşim yeri, dansitesi, cilt-taş mesafesi gibi önemli ayrıntıları ortaya

koyması ve üriner sistem taşının dışlanması durumda karın ağrısının ayırıcı tanısında diğer patolojilere yönelik bilgiler sağlaması ile eşsiz bir tanısal görüntüleme yöntemidir. En önemli dezavantajı olan yüksek radyasyon maruziyeti gelişen düşük doz çekim teknikleri ile minimalize edilse de hala diğer görüntüleme yöntemlerine göre oldukça yüksektir(36).

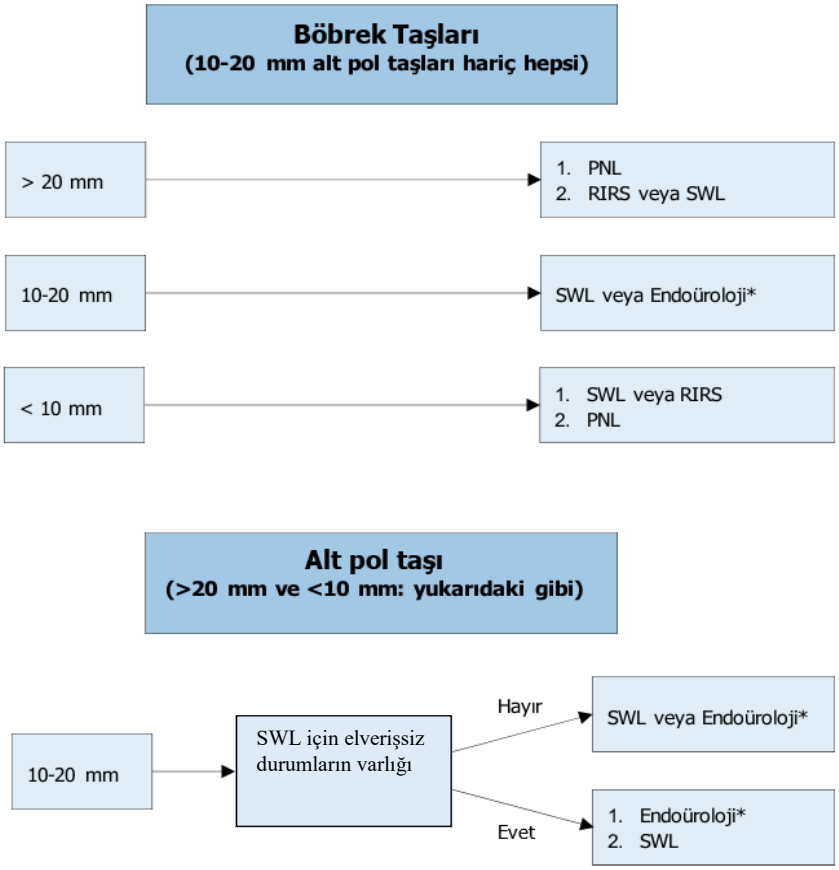
Taş dansitesi diğer görüntüleme yöntemlerinin aksine NCCT'de taşın Hounsfield Unit (HU)'inin ölçümüyle ortaya konmakta ve sağladığı diğer bilgilerle birlikte taşın tanısı yanında tedavisinin seyrine yol göstermektedir(37).

2.3.5.5. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

Manyetik rezonans görüntüleme her ne kadar radyasyon maruziyeti olmaması nedeniyle nispeten güvenli bir görüntüleme tekniği olsa da sensitivite ve spesifitesinin NCCT'nin gerisinde kalması, ulaşılabilirliğinin az olması ve yüksek maliyeti nedeniyle üriner sistem taşlarının tanısında kullanımı gebeler ve çocuk yaş grubu ile sınırlı kalmıştır(38).

2.4. Üst Üriner Sistem Taş Hastalığında Tedavi Seçenekleri

Üriner sistem hastalığında tedavi birçok faktöre bağlıdır ve her hasta için bireyseldir. Taş tedavisinde temel amaç mümkün olan en az morbiditeyle en yüksek taşsızlık oranını sağlamaya çalışmaktır. Tedavi yöntemini belirlemede büyüklüğü, yeri, sayısı, morfolojisi, sertliği ve üriner sistem anatomisi değerlendirilerek hasta uyumunun en fazla olacağı tedavi yöntemi bulunmalıdır(39).



*Endoüroloji terimi tüm PNL ve URS girişimlerini kapsamaktadır.

Şekil 3. Avrupa Üroloji Derneğinin 2024 Klavuzuna göre böbrek taşlarının tedavi algoritması

10 mm'den küçük tüm böbrek taşlarının tedavisinde ilk seçenek SWL veya RIRS, ikinci seçenek ise PNL'dir(39).

Böbrek alt pol yerleşimliler haricinde 10-20 mm'lik böbrek taşlarında ilk seçenek SWL veya RIRS'tır. 10-20 mm'lik alt pol taşlarında dar infindulo-pelvik açı, uzun kaliks, cilt-taş arası uzun mesafe, dar infindulum ve SWL'ye dirençli taşlar gibi SWL'ye elverişsiz durumların varlığında ilk seçenek RIRS, ikinci seçenek PNL'dir. Bu faktörlerin yokluğunda ilk seçenek SWL veya RIRS'tır(39).

20 mm'den büyük böbrek taşlarının tedavisinde ilk seçenek olarak PNL önerilmektedir. İkinci seçenek ise RIRS veya SWL'dir(39).

2.4.1. Üriner Sistem Taş Hastalığında Medikal Tedavi

Üriner sistem taş hastalığı olanlarda ağrıyı hafifletmek, taş yerleşimi ve boyutuna göre taş geçişini hızlandırmak ve taşın yeniden oluşumunu veya büyümesini önlemek için sıvı alımı, diyet ve yaşam tarzı ile ilgili değişiklikleri içeren konservatif medikal tedavi tüm hastalara önerilmektedir(40).

2.4.2. Şok Dalga Tedavisi (Shock Wave Lithotripsy, SWL)

1980'li yılların başında kullanıma giren ve beden dışından gönderilen şok dalgaları ile taşın kırılmasını sağlayan SWL günümüzde de üriner sistem taşlarının tedavisinde cerrahi yöntemlere alternatif bir tedavi yöntemi olarak varlığını sürdürmektir(41). Endoürolojik cerrahilerdeki teknolojik ilerlemeler ve alt pol taşı, dar infidubulopelvik açı, yüksek cilt-taş mesafesi, yüksek taş dansitesi gibi başarısını etkileyebilecek bazı kısıtlamaların olması neticesinde yetişkin hastalarda kullanımı giderek azalmasına rağmen çocuk hastalarda ki yüksek etkinliği ve USG eşliğinde kullanılmasına bağlı düşük radyasyon maruziyeti, non-invaziv olması, yetişkin hastalarda ayaktan bir tedavi seçeneği olması ve düşük morbidite oranları sonucunda EAU kılavuzlarında <10 mm proksimal üreter taşları ve <20 mm böbrek taşlarında önerilen birinci basamak tedavi seçeneği olmaya devam etmektedir(42).

SWL için kontrendikasyon oluşturan durumlar: gebelik, tedavi edilmemiş üriner sistem enfeksiyonları, kanama diatezi, antitrombotik ve antikoagülan tedavi, ağır iskelet deformiteleri, batın içi anevrizmalar ve taşın distalinde obstrüksiyon olmasıdır(43).

2.4.3. Retrograd İntrarenal Cerrahi (RİRC)

RIRC üretradan esnek bir üreterorenoskopla girilerek üreter ve böbrek kalisiyel sisteminin görüntülenmesine dayanan minimal invaziv bir cerrahi tekniktir(44).

Fleksible üreterorenoskoplar (FU) 1960'larda ki tanısal amaçlı kullanımlarından itibaren ciddi tasarım değişiklikleri geçirerek günümüzde hem

tanısal hem de tedavi amacıyla sıklıkla kullanılan temel cerrahi yöntemlerden biri haline gelmiştir(45). 1964 yılında Marshall tarafından tanımlanan üreteroskop yalnızca pasif olarak saptırılabiliyordu ve çalışma kanalı mevcut değildi(46). 1980 ve 1990'larda birçok iyileştirmeden geçerek aktif saptırma ve çalışma kanalının eklenmesi ile taş hastalarında kullanılmaya başlanmış ve 2000'de dijital görüntüleme yönteminin ortaya çıkmasıyla popüler hale gelmiştir(46).

2.4.3.1. Retrograd İntrarenal Cerrahide Üniteler

Retrograd intrarenal cerrahide fleksible üreterorenoskop , klavuz tel, lazer litotriptör, üreteral erişim kılıfı(UAS), basket katater, Double J (DJ) stent, görüntüleme ve floroskopi ünitesi gibi birçok yardımcı ünite kullanılmaktadır(47).

Fleksible Üreterorenoskop

Günümüzde optik iletim sistemlerine, kullanım özelliklerine ve çaplarına göre farklı birçok fleksible üreteroskop mevcuttur(48).

Optik iletim sistemlerine göre fiberoptik (FFU) ve digital fleksible üreteroskoplar (DFU) üretilmiştir ve aralarındaki temel fark görüntü ve ışık iletimidir. FFU'ta ışık ve görüntü fiberoptik demetler ile analog olarak iletilirken DFU'ta aydınlatma bir diyot ile yapılırken görüntüleme ucundaki bir sensör ünitesi ile yapılmaktadır(49).

Kullanımlarına göre tek (disposable) ve çok (resuable) kullanımlık FU'lar bulunmaktadır. Tek kullanımlık FU'lar son dekatta ortaya çıkmıştır ve kolay bulunabilmesi, yanlışlıkla alet kırılmasına yol açan yeniden sterilizasyona ihtiyaç duymaması, alet kontaminasyonundan kaynaklanan hastane enfeksiyonu riskini ortadan kaldırması gibi avantajları ile ön plana çıkmıştır(48).

Çeşitli çap ve farklı defleksiyon kapasitesine sahip FU'lar geliştirilmiştir. Modern FU cihazlarda uç çapı 4.9 frenche (Fr) düşmüştür ve çalışma kanalı çapı 3.6 Fr , defleksiyon açısı 270 dereceye kadar çıkabilmektedir(48).

Litotriptörler

Geçmişte pnömotik, ultrasonik ve elektrohidrolik litotriptörler kullanılmasına rağmen günümüzde RIRC'de lazer litotriptörler litotripsiye hakim olmaya başlamıştır(50).

Lazer Litotriptörler ve Özellikleri

Holmium:itriyum-alüminyum-garnet (Ho:YAG) lazeri son yıllarda URS için altın standart haline gelmiştir ancak yeni bir lazer teknolojisi olan TFL'in ortaya çıkışı ve bir dizi avantajlı özelliğiyle Ho:YAG'ın yerini almaya aday olmuştur(51).

Holmium ve Thulium, çekirdeklerinde sırasıyla 67 ve 69 proton bulunan iki farklı kimyasal elementtir ve periyodik tabloda nadir toprak elementleri olarak sınıflandırılmıştır(52). Diğer nadir toprak iyonlarına benzer şekilde üç değerlikli holmium ve thulium iyonları, özellikle yakın kızılötesi aralıkta benzersiz bir emisyon dalga boyu kümesine sahiptir(53).

Lazer litotripsi için, Thulium fiber lazer 1940 nm dalga boyunda yayılacak şekilde optimize edilmiştir, böylece 22 °C'de sıvı suyun yakın kızılötesi emilim zirvesine yakın bir şekilde eşleşir(54). Thulium fiber lazerin emilim katsayısı holmiuma oranla dört kattan fazla yüksek olduğundan , eşdeğer darbe enerjilerinde thulium fiber lazer lehine daha düşük bir eşik ve daha yüksek ablasyon verimliliği sağlamaktadır(55).

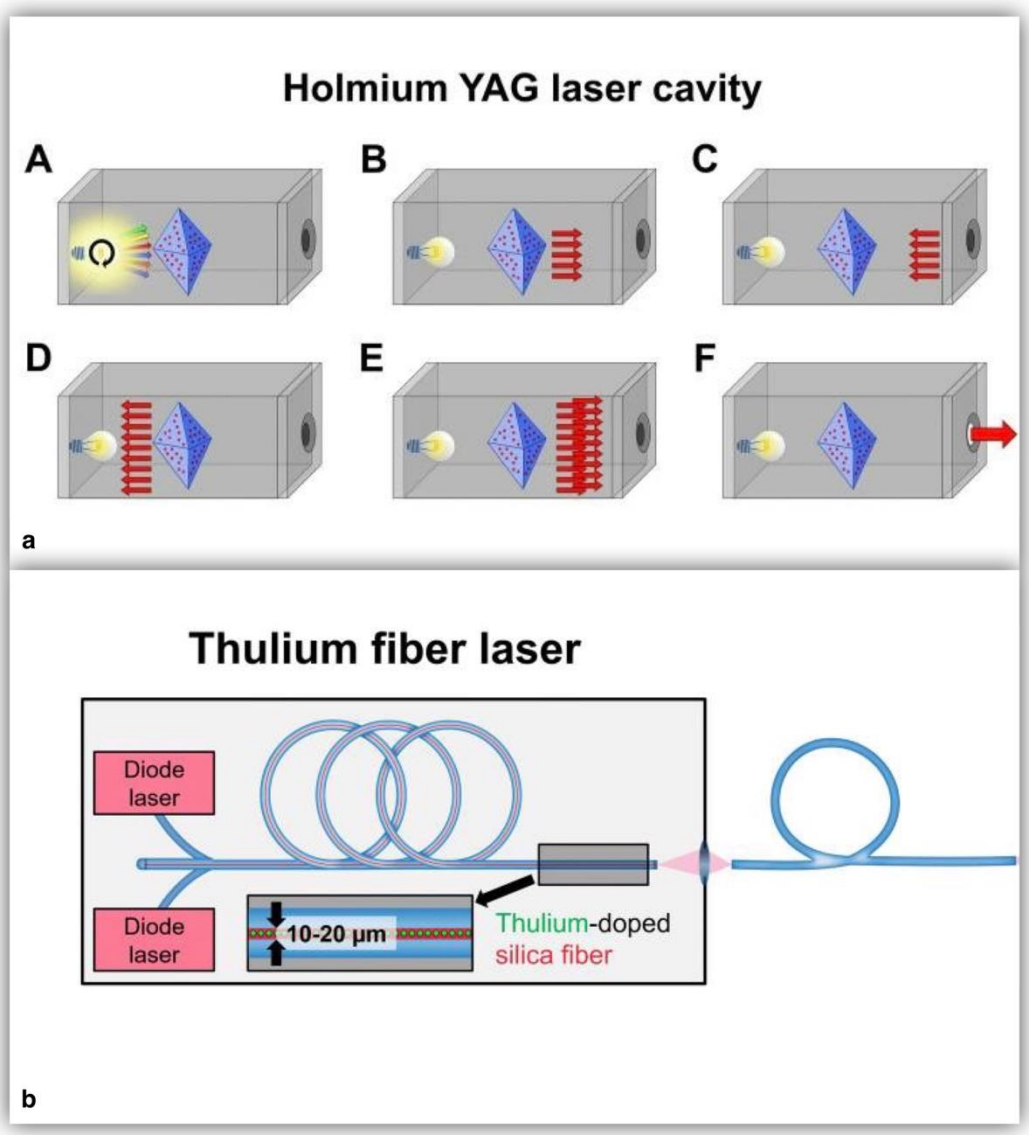
Holmium:YAG lazer ışını optik bir boşluktan kaynaklanır(52). Bu boşluğun merkezi elemanı, holmium iyonlarıyla kimyasal olarak katkılanmış bir YAG kristalidir(53). Her lazer darbesi için, bir flaş lambası (genellikle xenon veya kripton) tarafından yayılan ışık holmium iyonlarıyla etkileşime girer ve 2120 nm'lik karakteristik bir dalga boyuna sahip yeni fotonların emisyonuyla sonuçlanır(56). Bu fotonlar daha sonra optik boşluk içinde serbestçe hareket eder ve boşluğun her iki ucundaki aynalar tarafından yansıtıldıktan sonra küçük bir boşluk açıklığı, darbeli lazer enerjisinin gerektiğinde boşluktan çıkmasına izin verir(57). Flaş lambasının

yaydığı enerjinin çoğu boşa gider ve lazer boşluğunun ısınmasına neden olur(58). Bunun nedeni flaş lambasının geniş bir spektrumda enerji yayması, Holmium:YAG sisteminin ise dar bir spektral çizgide enerji emmesi ve ikisi arasındaki örtüşmenin %7-8'i geçmemesidir. Bu nedenle, Holmium:YAG lazer jeneratörleri yeterli bir su soğutma sistemine ihtiyaç duyar ve bu da jeneratörlerin büyük boyutuna önemli ölçüde artırır(58).

Thulium fiber lazer tasarımının verimliliği, flaş lambası pompalı katı hal Holmium:YAG lazerinden önemli ölçüde daha yüksektir çünkü lazer pompalama için kullanılan diyot lazerin emisyon spektrumu, thulium iyonlarının emilim çizgisiyle tam olarak eşleşir(59). Bu nedenle, Thulium fiber lazer daha az ısı dağılımı gerektirir ve jeneratörün içinde basit fan havalandırması ile su soğutmalı Holmium:YAG lazerlerine kıyasla potansiyel olarak yüksek güç aralıklarında (> 50 W) ve yüksek frekans aralıklarında (2000 Hz'e kadar) çalışabilir(60). Ayrıca fiber lazerlerin mimarisi, Holmium:YAG jeneratörlerinin aksine darbeyle ilgili hasarlara karşı duyarsızdır çünkü fiber lazer tasarımında ayna yoktur(61).

Ho:YAG lazer mimarisinin bir diğer sınırlaması, çıkış ışınının mekansal ışın profilinin çok modlu veya sıcak noktalarla tekdüze olmamasıdır(62). Bu ışın profilinin sıkı bir şekilde küçük bir noktaya odaklanması daha zordur, bu nedenle tipik olarak Holmium:YAG lazerinin kullanımı 200 μm çekirdek çapına veya daha büyük optik fiberlerle sınırlıdır(62).

Thulium fiber lazerden yayılan lazer ışınının uzaysal ışın profili, ışığın kaynaklandığı küçük fiber çekirdek boyutu nedeniyle yalnızca birkaç moddan oluşur ve Gauss biçiminde görünür(63). Bu daha düzgün uzaysal ışın profili ultra küçük fiberler (örneğin, 50–100 μm) aracılığıyla yüksek gücün verimli bir şekilde birleştirilmesi ve iletilmesi için ışının çok küçük bir noktaya daha basit bir şekilde odaklanmasını sağlar(64).



Şekil 4. Lazer cihazlarının çalışma prensipleri; a: Ho:YAG lazer çalışma mekanizması, b: TFL çalışma mekanizması(52)

2.4.3.2. RİRC'nin Komplikasyonları

URS sonrası genel komplikasyon oranı %4-25'tir(65). Komplikasyonların çoğu önemsizdir ve müdahale gerektirmez ancak ameliyat sonrası ürosepsis riskinin %5'e kadar çıkabileceğini gösteren kanıtlar vardır(66). Üreter kopması ve darlıkları nadirdir (< %1). Önceki perforasyonlar, ameliyat öncesi pozitif idrar kültürleri, eşlik eden hastalıklar ve daha uzun operasyon süresi komplikasyonlar için en önemli risk faktörleridir(67). URS sonrası enfeksiyöz komplikasyonlar profilaktik antibiyotikler,

stent kalma süresinin ve işlem süresinin sınırlandırılması, yüksek taş yükü ve birden fazla eşlik eden hastalığı olan hastalarda planlama kullanılarak en aza indirilebilir(68).

2.4.4. Perkütan Nefrolitotomi (PNL)

Rupel ve Brown 1941'de operatif olarak oluşturulan bir nefrostomi yolu aracılığıyla ilk kez böbrek taşını çıkarmış olsalar da, yalnızca taş çıkarma amacıyla oluşturulan bir nefrostomi yolu aracılığıyla ilk perkütan nefrolitotomi, 1976'da Fernstrom ve Johansson tarafından gerçekleştirilmiştir . Operatif teknik ve endoskopik ekipman geliştikçe, PNL artan etkinlikle ve azalan komplikasyonlarla gerçekleştirilmiştir. PNL, çoğu kurumda karmaşık böbrek taşlarını çıkarmada açık tekniklerin yerini almıştır(69).

PNL sırasında litotripsi için çeşitli yöntemler mevcuttur. Ultrasonik, pnömatik ve kombine sistemler en yaygın olarak sert nefroskop için kullanılırken, lazer minyatür ve esnek aletler için kullanılmaktadır(70).

Hem yüzüstü hem de sırtüstü pozisyonlar eşit derecede güvenlidir(71). Floroskopi hala en yaygın intraoperatif görüntüleme yöntemi olmasına rağmen USG daha düşük radyasyon maruziyeti ile giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır(72).

Perkütan erişim yolunun dilatasyonu metalik teleskopik, tek (tek atımlı veya seri) dilatör veya balon dilatatör kullanılarak gerçekleştirilebilir. PNL sırasında, farklı dilatasyon yöntemleri için güvenlik ve etkinlik benzerdir(73).

Standart erişim kılıfı boyutu 24-30 Fr'dir ancak endoskopik enstrümanlarda ki minyatürizasyon sayesinde kan kaybı ve transfüzyon oranlarının azaldığı ve hastanede kalış sürelerinin kısaldığı mini-PNL (mPNL) (12-22 Fr) ve ultramini-PNL (<12 Fr) tekniklerinin tanımlanmasıyla standart PNL (> 22 F) yerini bu tekniklere bırakmaya başlamıştır(74).

Antikoagülan kullanan hastalar ameliyat öncesi ve sonrası dikkatli izlenmeli PNL'den önce antikoagülan tedavi kesilmelidir(75). Tedavi edilmemiş üriner sistem

enfeksiyonu, muhtemel erişim yolu bölgesinde tümör ve gebelik PNL için kontrendikasyon oluşturan durumlardır(76).

2.4.4.1. PNL'nin Komplikasyonları

Gelişen PNL teknikleri ile komplikasyon oranları düşmeye devam etmesine rağmen ateş %10,8, transfüzyon %7, torasik komplikasyon %1,5, sepsis %0,5, organ yaralanması %0,4, embolizasyon ihtiyacı %0,4, ürinom %0,2 ve ölüm %0,05 oranında görülmektedir(77).

Perioperatif ateş, steril bir preoperatif idrar kültürü ve perioperatif antibiyotik profilaksisi ile bile ortaya çıkabilir, çünkü böbrek taşlarının kendisi enfeksiyon kaynağı olabilir(78).

Taş yüküne ve hastanın anatomisine bağlı olarak PNL'nin tek bir seansında hastanın taştan arındırılması için birden fazla trakt gerekebilir. Bu genel olarak kabul görmüş bir uygulama olsa da bunun plevra hasarı, enfeksiyonlar ve transfüzyon ihtiyacı dahil olmak üzere postoperatif komplikasyon riskini artırdığı bilinmektedir(79).

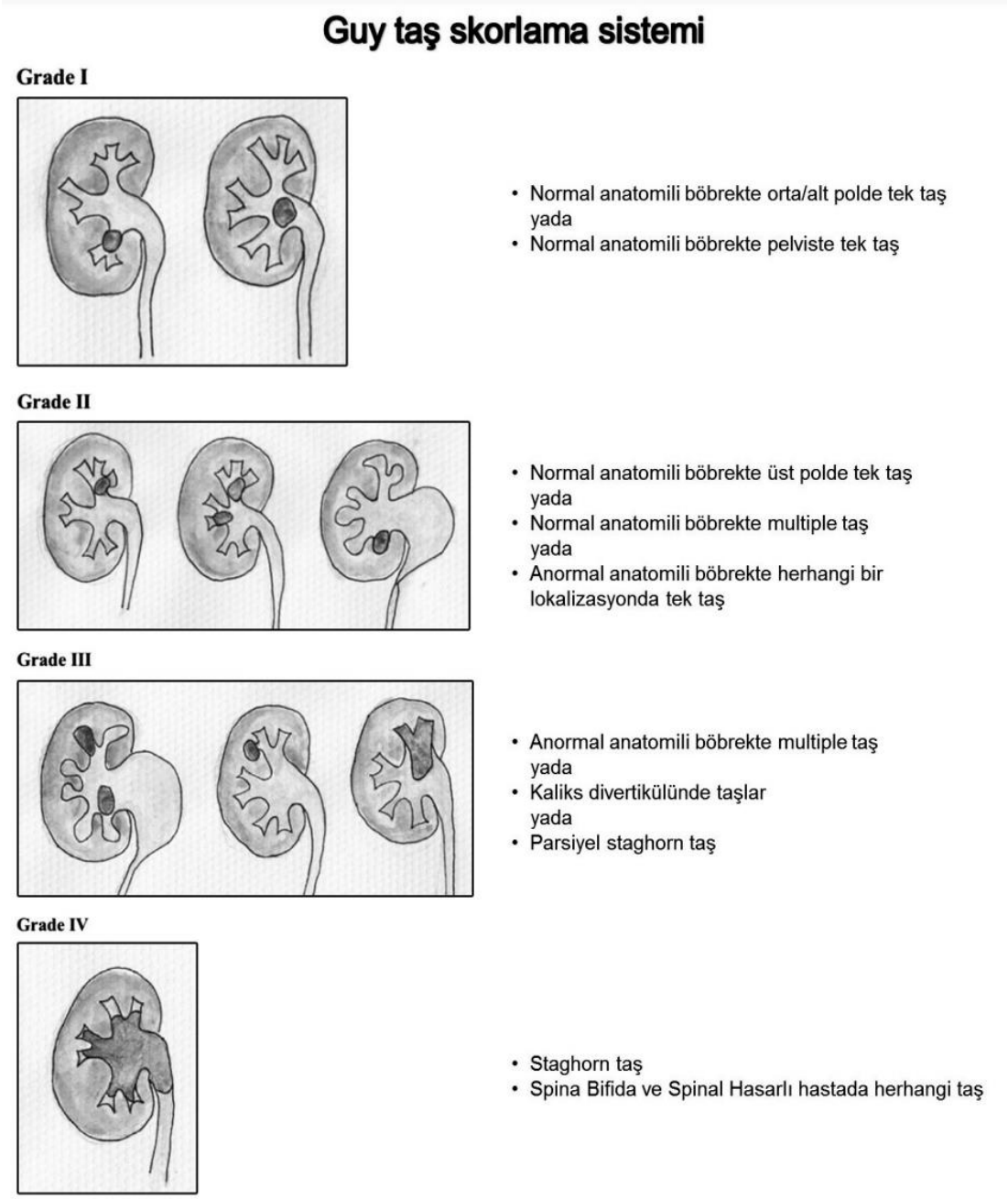
2.4.5. Laparoskopik ve Açık Taş Cerrahisi

SWL ve endoürolojik cerrahideki ilerlemeler açık veya laparoskopik taş cerrahisi endikasyonlarını önemli ölçüde azaltmıştır(80). Ancak perkütan yaklaşımların başarılı olma olasılığı düşükse veya birden fazla endoürolojik yaklaşım başarısızlıkla gerçekleştirildiyse açık veya laparoskopik cerrahi geçerli bir tedavi seçeneği olabilir(81).

3. MATERYAL-METOD

Çalışmaya 31.03.2022 tarihli, B.30.2.ATA.0.01.00/46 sayılı yerel etik kurul onayı alınarak başlandı. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Hastanesi üroloji polikliniğine başvuran ve görüntüleme yöntemleri ile 20-30 mm boyutunda böbrek taşı tanısı konulan hastalar değerlendirildi.

Çalışma tek merkezli randomize prospektif olarak dizayn edildi. Çalışmaya 18 yaş üstü, operasyona engel tıbbi durumu olmayan normal böbrek anatomisine sahip 20-30 mm boyutlarında böbrek pelvis, alt pol veya orta pol yerleşimli tek böbrek taşı olan hastalar dahil edildi (Guy taş skoru 1). Katılma onamı vermeyen, tedavi edilmemiş üriner enfeksiyonu olan, bilinen anatomik anomalileri olan, üriner sistem malignitesi olan, eşlik eden üreter taşı olan, böbrek üst pol yerleşimli taşı olan, UAS yerleştirilmesine izin vermeyecek derecede üreter darlığı mevcut olan ve antikoagülan ilaç kullanan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Hastalara hangi cerrahi yöntemin seçileceği, işlem öncesi ameliyathane hemşiresi tarafından yapılan kapalı zarf usulü kural ile belirlendi. Kura sonucunda retrograd intrarenal cerrahi ile thulium lazer litotripsinin uygulandığı hastalar Grup-I ve perkütan nefrolitotominin uygulandığı hastalar Grup-II olarak ayrıldı. Çalışmaya katılan tüm hastalardan bilgilendirilmiş onam formu alındı ve çalışma protokolünden herhangi bir sapma olmadı.



Şekil 5. Guy taş skorlama sistemi (82)

Renal taş tanısı için hastalara önce üriner sistem ultrasonografisi (ÜsUSG) yapıldı. Taş için anlamlı direkt veya indirekt bulgu izlenilen hastalara kontrastsız bilgisayarlı tomografi (NCCT) yapılarak taş tanısı konuldu. Taş tanısı konulduktan sonra böbrek-üreter-mesane(KUB) radyografisi yapılarak opak ve non-opak taşı olan hastalar sınıflandırıldı. İhtiyaç duyulan hastalarda intravenöz ürografi (IVU) ve bilgisayarlı tomografi ürografi (CTU) yapıldı.

Her iki grupta ki hastaların demografik verileri ile taşın tarafı, böbrek içi yerleşimi, boyutu, dansitesi prosedür öncesi kayıt altına alındı. Ameliyat süresi, floroskopi süresi, kullanılan cerrahi enstrüman boyutları, postoperatif hemoglobin düşüşü, hastanede kalış süresi ve kan transfüzyonu ihtiyacı gibi perioperatif ve postoperatif veriler kaydedildi. İşleme bağlı komplikasyonlar modifiye Clavien-Dindo sınıflandırma sistemine göre sınıflandırıldı. Rezidüel taş varlığı ve ek tedavi ihtiyacı değerlendirildi. Veriler istatistiksel olarak karşılaştırılarak analiz edildi.

İki grupta da cerrahi prosedürler tüm hastalarda genel anestezi altında yapıldı. Tüm prosedürler deneyimli tek bir endoürolog tarafından gerçekleştirildi. Taş boyutu NCCT'de taşın en uzun eksenine göre ölçüldü. Preoperatif hidronefroz derecesi, üst toplayıcı sistemdeki değişiklik derecelerine Fetal Ultrason Derneği Derecelendirme sistemi kullanılarak tanımlandı ve kaydedildi. Prosedür öncesi tüm hastalar serum biyokimyası, tam kan sayımı ve idrar kültürü ile değerlendirildi. İdrar kültürü steril olan tüm hastalara ameliyat öncesi 2. kuşak sefalosporinler ile antibiyotik profilaksisi yapıldı. İdrar kültürü pozitif olan hastalara antibiyogram sonucuna göre uygun tedavi uygulanıp steril idrar kültürü sağlanınca prosedür gerçekleştirildi. Operasyon süresi, retrograd intrarenal cerrahi için sistoskopun ilk girişinden işlemin bitiminde mesanenin boşaltılmasına kadar geçen süre, perkütan nefrolitotomi için sistoskopun ilk girişinden perkütan giriş yerinin suture edilmesine kadar geçen süre olarak tanımlandı. Bütün hastaların postoperatif 1.ve 24. saatte vizüel analog skala (VAS) ile ağrı durumları değerlendirilerek uygulanan aneljezikler kaydedildi. Hastalara non-steroid antiinflamatuar ilaç (NSAİİ) olarak parasetamol ve deksketoprofen, opoid aneljezik olarak hasta kontrollü aneljezi (PCA) pompalı fentanil infüzyonu kullanıldı. Her iki gruptaki hastalardan postoperatif analiz edilmek üzere peroperatif taş numunesi alındı. Taş analizi Atatürk Üniversitesi bünyesinde hizmet veren Doğu Anadolu Yüksek Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi ile Türkiye geneli hizmet veren Maden Tektik ve Arama Genel Müdürlüğünde X-ray difraksiyon yöntemi ile yapıldı.

Prosedür sonrası başarının ve rezidüel taş oranlarının belirlenmesi amacıyla, hastalar postoperatif 1. ayda serum biyokimyası, tam kan sayımı, taş analizi sonucu, üriner sistem USG'si, KUB radyografisi ve gerekli durumlarda NCCT ile

değerlendirildi. Postoperatif 1. ayda tam taşsızlık ve 3 mm'den küçük rezidü fragmanların bulunması başarı olarak kabul edildi.

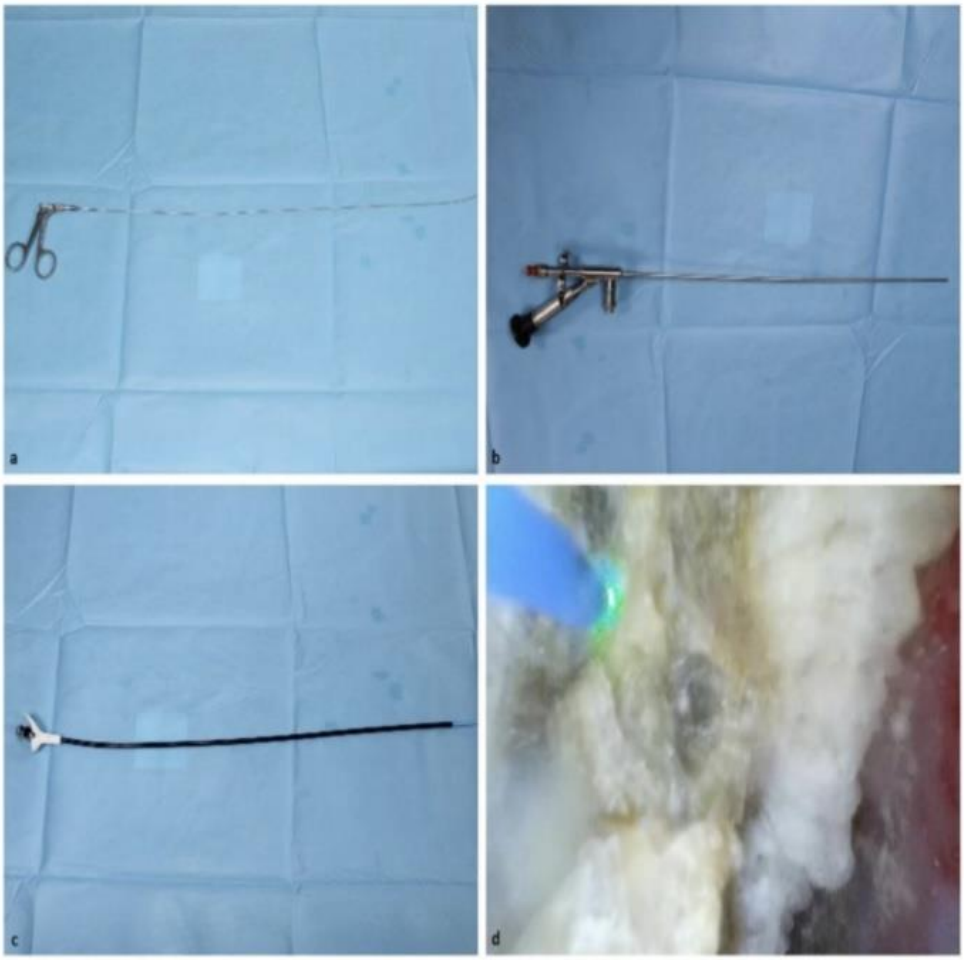
3.1. Cerrahi Teknik

Retrograd İntrarenal Cerrahi ile Thulium Fiber Lazer Litotripsi:

Hastalar genel anestezi altında litotomi pozisyonu verilerek her iki üreter orifisini ve mesane mukozasını değerlendirmek için sistoskopi yapıldı. Sonrasında semirijid üreterorenoskopla (URS) (Ultra Thin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf®) 0.035 inç kılavuz tel (Boston Scientific Corporation®, Natick MA) yardımı ile üreter orifisinden angaje olundu. Üreter lümeninin kalibrasyonunu ve herhangi bir patolojinin olup olmadığını gözlemlemek için üreter orta-üst kısıma kadar çıkıldı. Üreter lümeni değerlendirdikten sonra kılavuz tel böbreğe itilerek URS çıkıldı. Kılavuz tel üzerinden 9.5-10.5fr 35-45 cm UAS (Flexor® Ureteral Access Sheath Cook Medical) üreteropelvik bölgenin 2 cm altına kadar floroskopi eşliğinde ilerletildi. UAS'in içinden fleksible üreterorenoskop ile girilerek taşlar fragmente edildi. FU olarak tek kullanımlık Anqing® marka disposable FU kullanıldı. Litotripsi TFL (Fiber Dust®, Quanta System, İtaly) ile 272µ lazer probu kullanılarak yapıldı. Sürekli izotonik solüsyonu irrigasyonu ile görüntü sağlandı. Gereklilik halinde görüntü kalitesini arttırmak amacıyla enjektör yardımıyla manuel izotonik irrigasyonu uygulandı. Başlangıç lazer ayarı 0.3 J ve 25 Hz' idi. Cerrah tarafından efektif bulunmadığı durumlarda lazerin ayarları artırılabiliyordu. Fragmente edilen taş parçaları nitinol N-gage basket katater yardımıyla dışarı alındı. Tüm hastalara taş fragmantasyonu sonrasında, üreteral ödeme sekonder renal kolik ve postoperatif üreteral obstrüksiyonu önlemek amacıyla pelvikalisiyel sisteme 4,8 F 28 cm DJ stent yerleştirildi. DJ stentin kalisiyel sistemde olduğu floroskopi ile doğrulandıktan sonra mesane boşlatılarak işlem sonlandırıldı. Hastaların DJ stentleri ortalama postoperatif 3 hafta sonra sedoaneljezi ile çıkarıldı.



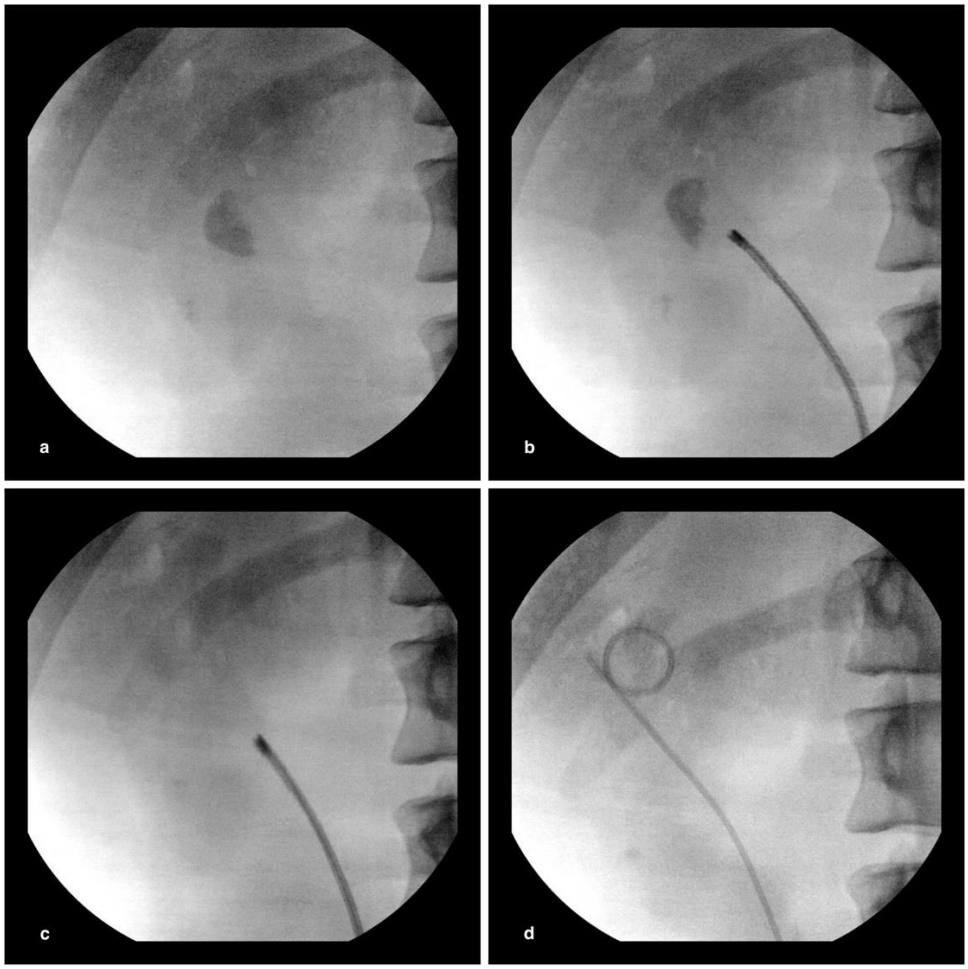
Resim 2. RİRC ve PNL'de kullanılan üniteler 1; a: 272 µ lazer probu, b: Anqing marka disposable FU, c: D-J stent, d: Kılavuz tel (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)



Resim 3. RİRC ve PNL'de kullanılan üniteler 2; a: Taş yakalama forsepsi, b: Ultrathin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf, c: Üreter erişim kılıfı, c: Lazer ile taşın fragmante edilmesi (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)



Resim 4. RIRC ve PNL'de kullanılan üniteler 3; a: Endovizyon ünitesi, b: C-kollu Floroskopi ünitesi, c: Pnömotik cihazı, d: TFL cihazı (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)

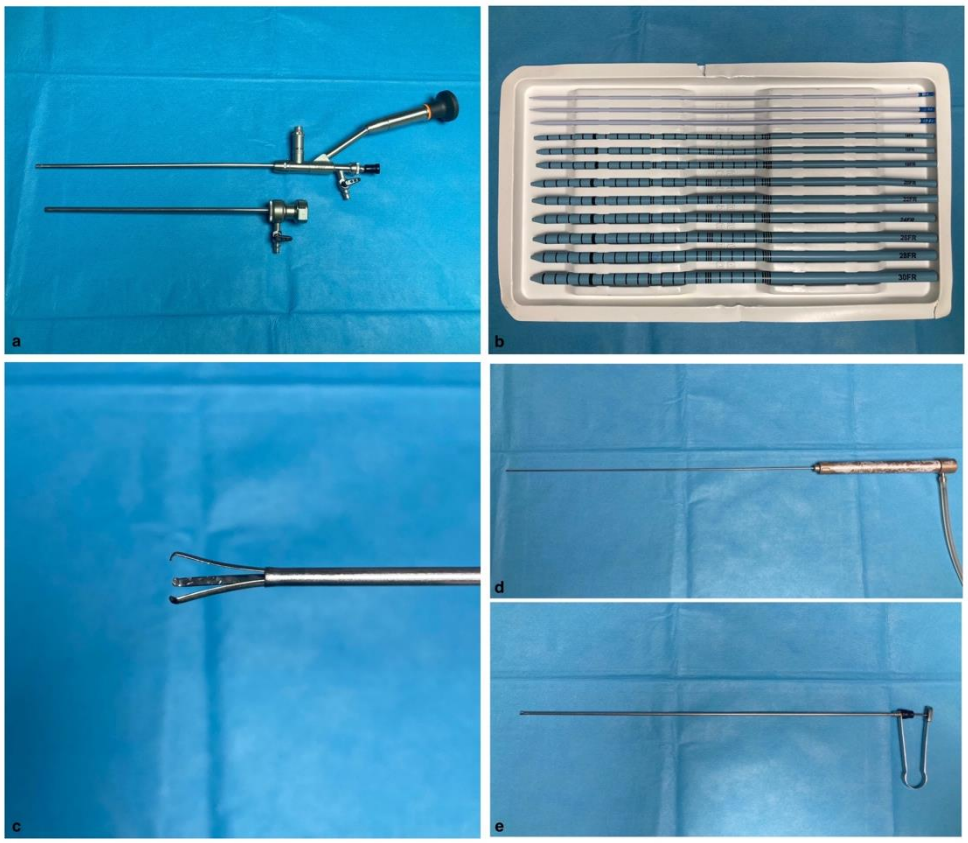


Resim 6. RIRC ile TFLLT yapılan hastanın floroskopi görüntüleri; a: Preoperatif opak taşın görünümü, b: Fleksible üreterorenoskop ile böbreğe çıkılması, c: TFLLT sonrası görünüm, d: Kalisiyel sisteme uygulanmış DJ stent (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)

Perkütan Nefrolitotomi:

Hastalar genel anestezi altında litotomi pozisyonu verilerek her iki üreter orifisini ve mesane mukozasını değerlendirmek için sistoskopi yapıldı. Sonrasında semirijid üreterorenoskopla (URS) (Ultra Thin Uretero-Renoscope 4.5 / 6.5 Fr. Richard Wolf®) 0.035 inç kılavuz tel (Boston Scientific Corporation®, Natick MA) yardımı ile üreter orifisinden böbreğe itildi. Klavuz tel üzerinden 6 Fr üreteral katater böbreğe yerleştirilerek konumu floroskopi ile doğrulandı. Hastaya transüretral sonda konulup prone pozisyona alınarak operasyon sahası povidon iyot (%10) ile temizlenerek steril cerrahi örtü uygulandı. Mevcut üreter kateterinden radyoopak madde verilerek C kollu floroskopi eşliğinde 18 G chiba iğnesi ile kalisiyel sisteme

girildi. Chiba iğnesi içerisinden 0.035 inch kılavuz tel toplayıcı sisteme gönderildi. Kullanılması planlanan erişim kılıfı çapına (18-20-22 Fr) kadar fasyal dilatatörler (Boston Amplatz Type Renal Dilatator Sheath Set) ile dilatasyon yapılarak erişim kılıfı böbreğe yerleştirildi. Nefroskop (15/18Fr Miniatur Nephroscope Richard Wolf®) ile böbreğe girildi. İrrigasyon mayisi olarak 37 C° de izotonik mayi kullanıldı. Ulaşılan taşlara pnömotik (Vibrolith Plus,Elmed Medical Systems) litotripsi yapıldı. Taş fragmanları taş yakalama forsepsi ile dışarı alındı. Küçük boyutlu taşlar aspire edilerek dışarı çıkarıldı. Operasyon sonunda rezidü taşı olan, kanaması veya kalkisiyel sistem içinde anlamlı kan pıhtısı olan hastalara 14 Fr nefrostomi katateri ve/veya DJ stent cerrahın kararına göre yerleştirildi. Perkütan giriş yeri suture edilerek işlem sonlandırıldı. Hastaların TU sonda ve nefrostomi kataterleri postoperatif 1. gün alındı. Hastaların DJ stentleri ortalama postoperatif 3 hafta sonra sedoaneljezi ile çıkarıldı.



Resim 6. RIRC ve PNL'de kullanılan üniteler 4; a: Nefroskop 15/18 Fr. Richard Wolf, b: Amplatz tip fasyal dilatatör seti, c-e: Perkütan nefroskop kavrama forcepsi, d: Pnömotik probu (Görüntüler Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniği Fotoğraf Arşivinden alınmıştır.)

3.2. İstatiksel Analiz

Veriler, bir istatistiksel yazılım paketi olan IBM SPSS İstatistik sürüm 22 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanılarak analiz edildi. Çalışmaya dahil edilen parametreler için tanımlayıcı istatistiksel veriler sunuldu. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak, sürekli değişkenler ise ortalama ve standart sapma olarak rapor edildi. Gruplar arasında kategorik değişkenler karşılaştırılırken ki-kare testi ve Fischer-exact testi kullanıldı. Sürekli değişkenlerin normalliği Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenlerde bağımsız örneklemler t testi kullanılırken; normal dağılıma sahip olmayan değişkenler Mann-Whitney U testi kullanılarak karşılaştırıldı. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde Mayıs 2022-Ağustos 2024 tarihleri arasında 20-30 mm ebatlı renal taş tanısı konularak RIRC ile TFLLT veya PNL yapılan 86 hasta dahil edildi. RIRC ile TFLLT yapılan 44 hasta grup I ve PNL yapılan 42 hasta grup II olmak üzere iki gruba ayrıldı. Çalışmaya katılan tüm hastaların 39'u (45.3%) kadın, 47'si (54.6%) erkekti. Ortalama yaş ise 46.76 ± 14.84 yıl olarak tespit edildi. Ortalama vücut kitle indeksi (VKİ) 24.24 ± 2.91 kg/m^2 idi. Taşların lateralitesine bakıldığında 40'ı (46.5%) sağ, 46'sı (53.4%) sol böbrek yerleşimdeydi. Tüm taşların 50'si (58.1%) opak, 36'ü (41.8%) non-opak idi. Taşların ortalama çapı ise 24.80 ± 1.74 mm, ortalama taş dansitesi ise 869 ± 209 HU olarak belirlendi. Hastaların 41'inin (47.6%) taşının böbrek pelvisinde olduğu, 33'ünün (38.3%) alt polde ve 12'sinin (13.95%) orta polde yerleşimli olduğu görüldü. Hastaların 42'sinin (48.8%) hidronefrozu yoktu ve 32'sinin (37.2%) grade 1, 10'unun (11.6%) grade 2, 2'sinin (2.3%) grade 3 hidronefrozu mevcuttu. Hastaların taş analizi sonuçları değerlendirildiğinde 57'sinde (66.2%) kalsiyum oksalat, 9'unda (10.4%) kalsiyum fosfat, 8'inde (9.3%) ürik asit ve 12'sinde (13.9%) diğer taş bileşimleri mevcuttu. Çalışmaya alınan tüm hastaların demografik ve klinik verileri ile taşa ait karakteristik özellikleri Tablo 1'de özetlendi.

Tablo 1. Hasta popülasyonunun demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri

Sayı, n	86
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	46.76 ± 14.84
Cinsiyet, n(%)	
Erkek	47 (54.65%)
Kadın	39 (45.35%)
Ortalama VKİ ± SS, (kg/m^2)	24.24 ± 2.91
Taş lateralitesi, n(%)	
Sağ	40 (46.51%)
Sol	46 (53.49%)
Taş opasitesi, n(%)	
Opak	50 (58.14%)
Non-opak	36 (41.86%)
Taşın yerleşimi, n(%)	
Renal pelvis	41 (47.67%)
Alt pol	33 (38.37%)
Orta pol	12 (13.95%)

Tablo 1. (Devamı)

Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	24.80 ± 1.74
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	869.71 ± 209.98
Hidronefroz derecesi, n(%)	
Yok	42 (48.84%)
Derece 1	32 (37.21%)
Derece 2	10 (11.63%)
Derece 3	2 (2.33%)
Taş Analizi, n(%)	
Kalsiyum Oksalat	57 (66.27%)
Kalsiyum Fosfat	9 (10.46%)
Ürik Asit	8 (9.30%)
Diğerleri	12 (13.95%)

SS, standart sapma; VKİ, Vücut kitle indeksi; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi

RIRC yapılan hastaların 20'si (45.4%) kadın, 24'ü (54.5%) erkekti. Ortalama yaş ise 46.91 ± 14.87 yıl olarak tespit edildi. Ortalama vücut kitle indeksi (VKİ) 24.27 ± 2.94 kg/m^2 idi. Taşların lateralitesine bakıldığında 20'si (45.4%) sağ, 24'ü (54.5%) sol böbrek yerleşimliydi. Tüm taşların 25'i (56.8%) opak, 19'u (43.1%) non-opak idi. Taşların ortalama çapı ise 24.73 ± 1.80 mm, ortalama taş dansitesi ise 864 ± 202 HU olarak tespit edildi. Hastaların 21'inin (47.7%) taşının böbrek pelvisinde olduğu, 16'sının (36.3%) alt polde ve 7'sinin (15.90%) orta polde yerleşimli olduğu görüldü. Hastaların 22'sinin (50.0%) hidronefrozu yoktu ve 15'inin (34.0%) grade 1, 6'sının (13.6%) grade 2, 1'inin (2.2%) grade 3 hidronefrozu mevcuttu. Taş analizi sonuçları değerlendirildiğinde hastaların 29'unda (65.9%) kalsiyum oksalat, 4'ünde (9.09%) kalsiyum fosfat, 5'inde (11.36%) ürik asit ve 6'sında (13.6%) diğer taş tipleri mevcuttu. Çalışmaya alınan RIRC grubu hastaların demografik ve klinik verileri ile taşa ait karakteristik özellikleri Tablo 2'de özetlendi.

Tablo 2. RIRC uygulanan hastaların demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri

Sayı, n	44
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	46.91 ± 14.87
Cinsiyet, n(%)	
Erkek	24 (54.55%)
Kadın	20 (45.45%)
Ortalama VKİ ± SS, (kg/m^2)	24.27 ± 2.94
Taş lateralitesi, n(%)	
Sağ	20 (45.45%)
Sol	24 (54.55%)
Taş opasitesi, n(%)	
Opak	25 (56.82%)
Non-opak	19 (43.18%)
Taş lokalizasyonu, n(%)	
Renal pelvis	21 (47.73%)
Alt pol	16 (36.36%)
Orta pol	7 (15.90%)
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	24.73 ± 1.80
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	864.89 ± 202.53
Hidronefroz derecesi, n(%)	
Yok	22 (50.00%)
Derece 1	15 (34.09%)
Derece 2	6 (13.64%)
Derece 3	1 (2.27%)
Taş Analizi, n(%)	
Kalsiyum Oksalat	29 (65.90%)
Kalsiyum Fosfat	4 (9.09%)
Ürik Asit	5 (11.36%)
Diğerleri	6 (13.63%)

SS, standart sapma; VKİ, Vücut kitle indeksi; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi

PNL yapılan hastaların 19'u (45.2%) kadın, 23'ü (54.7%) erkekti. Ortalama yaş ise 46.60 ± 14.99 yıl olarak tespit edildi. Ortalama vücut kitle indeksi (VKİ) 24.21 ± 2.92 kg/m^2 idi. Taşların lateralitesine bakıldığında 20'si (47.6%) sağ, 22'si (52.3%) sol böbrek yerleşimliydi. Tüm taşların 25'i (59.5%) opak, 17'si (40.4%) non-opak idi. Taşların ortalama çapı ise 24.88 ± 1.70 mm, ortalama taş dansitesi ise 874 ± 219 HU olarak tespit edildi. Hastaların 20'sinin (47.6%) taşının böbrek pelvisinde olduğu, 17'sinin (40.4%) alt polde ve 5'inin (11.90%) orta polde yerleşimli olduğu görüldü. Hastaların 20'sinin (47.6%) hidronefrozu yoktu ve 17'sinin (40.4%) grade 1, 4'ünün (9.5%) grade 2, 1'inin (2.3%) grade 3 hidronefrozu mevcuttu. Taş analizi sonuçları değerlendirildiğinde hastaların 28'inin (66.6%) kalsiyum oksalat, 5'inin (11.90%) kalsiyum fosfat, 3'ünün (7.14%) ürik asit, 6'sında (14.28%) diğer taş tipleri mevcuttu.

Çalışmaya alınan PNL grubu hastaların demografik ve klinik verileri ile taşa ait karakteristik özellikleri Tablo 3'de özetlendi.

Tablo 3. Perkütan nefrolitotomi uygulanan hastaların demografik, klinik özellikleri ve taş karakteristikleri

Sayı, n	42
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	46.60 ± 14.99
Cinsiyet, n(%)	
Erkek	23 (54.76%)
Kadın	19 (45.24%)
Ortalama VKİ ± SS, (kg/m^2)	24.21 ± 2.92
Taş lateralitesi, n(%)	
Sağ	20 (47.62%)
Sol	22 (52.38%)
Taş opasitesi, n(%)	
Opak	25 (59.52%)
Non-opak	17 (40.48%)
Taşın lokalizasyonu, n(%)	
Renal pelvis	20 (47.61%)
Alt pol	17 (40.48%)
Orta pol	5 (11.90%)
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	24.88 ± 1.70
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	874.76 ± 219.86
Hidronefroz derecesi, n(%)	
Yok	20 (47.62%)
Derece 1	17 (40.48%)
Derece 2	4 (9.52%)
Derece 3	1 (2.38%)
Taş Analizi, n(%)	
Kalsiyum Oksalat	28 (66.66%)
Kalsiyum Fosfat	5 (11.90%)
Ürik Asit	3 (7.14%)
Diğerleri	6 (14.2%)

SS, standart sapma; VKİ, Vücut kitle indeksi; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi

RIRC ve PNL uygulanan hastaların demografik, klinik ve taş karakteristikleri karşılaştırıldığında hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ($p>0.05$). RIRC ve PNL yapılan hasta gruplarının demografik, klinik ve taş karakteristiklerinin istatistiksel karşılaştırılması Tablo 4'te özetlenmiştir.

Tablo 4. RIRC ve PCNL uygulanan hastaların demografik, klinik ve taş karakteristiklerinin karşılaştırılması

Parametre	RIRC grubu	PNL grubu	p değeri
Hasta sayısı, n(%)	44 (51.16%)	42 (49.84%)	
Ortalama yaş ± SS, (yıl)	46.91 ± 14.87	46.60 ± 14.99	0.923[c]
Cinsiyet, n(%)			0.984[a]
Erkek	24 (54.55%)	23 (54.76%)	
Kadın	20 (45.45%)	19 (45.24%)	
Ortalama VKİ ± SS, (kg/m2)	24.27 ± 2.94	24.21 ± 2.92	0.945[d]
Taş lateralitesi, n(%)			0.841[a]
Sağ	20 (45.45%)	20 (47.62%)	
Sol	24 (54.55%)	22 (52.38%)	
Taş opasitesi, n(%)			0.799[a]
Opak	25 (56.82%)	25 (59.52%)	
Non-opak	19 (43.18%)	17 (40.48%)	
Ortalama taş çapı ± SS, (mm)	24.73 ± 1.80	24.88 ± 1.70	0.875[d]
Ortalama taş dansitesi ± SS, (HU)	864.89 ± 202.53	874.76 ± 219.86	0.897[d]
Taş lokalizasyonu, n(%)			0.983[b]
Renal pelvis	21 (47.73%)	20 (47.61%)	
Alt pol	16 (36.36%)	17 (40.48%)	
Orta pol	7 (15.90%)	5 (11.90%)	
Hidronefroz derecesi, n(%)			0.912[b]
Yok	22 (50.00%)	20 (47.62%)	
Derece 1	15 (34.09%)	17 (40.48%)	
Derece 2	6 (13.64%)	4 (9.52%)	
Derece 3	1 (2.27%)	1 (2.38%)	

SS, standart sapma; VKİ, Vücut kitle indeksi; mm, milimetre; HU, hounsfield ünitesi
[a] Pearson ki-kare testi
[b] Fischer's-exact testi
[c] Bağımsız örneklemler t testi
[d] Man-Whitney U testi

RIRC yapılan hastaların perioperatif bulguları değerlendirildiğinde ortalama operasyon süresi 61.48 ± 7.71 dakika, ortalama floroskopi süresi 10.39 ± 3.24 saniye, ortalama hemoglobin düşüşü 0.42 ± 0.20 gr/dl olarak tespit edildi. Hastaların postoperatif 1. saatte ortalama VAS ağrı skoru 3.68 ± 0.88, 24. saatte ortalama VAS ağrı skoru 1.23 ± 0.89 idi. Hastaların 14'ünün (31.8%) aneljezik ihtiyacı olmadı, 30'una (68.1%) NSAİİ uygulandı ve hiçbir hastada opoid aneljezik ihtiyacı olmadı. Ortalama hospitalizasyon süresi 1.64 ± 1.73 gündü. Tüm hastalara peroperatif DJ stent uygulanmıştı. RIRC yapılan hastaların perioperatif bulguları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. RIRC uygulanan hastaların perioperatif bulguları

Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	61.48 ± 7.71
Ortalama hemoglobin düşüşü ± SS, (gr/dl)	0.42 ± 0.20
Ortalama floroskopi süresi ± SS, (sn.)	10.39 ± 3.24
Postoperatif DJ stent uygulanması, n (%)	
Var	44 (100%)
Yok	0 (0%)
Ortalama postop. 1. saat VAS skoru ± SS	3.68 ± 0.88
Ortalama postop. 1. gün VAS skoru ± SS	1.23 ± 0.89
Analjezik kullanımı, n (%)	
Yok	14 (31.82%)
NSAİİ	30 (68.18%)
Opiod	0 (0%)
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	1.64 ± 1.73

SS, Standart sapma; gr/dl, gram/desilitre; sn., saniye; VAS, Vizüel Analog Skala; NSAİİ, Non-steroidal anti-inflamatuar ilaç

PNL yapılan hastaların perioperatif bulguları değerlendirildiğinde ortalama operasyon süresi 51.90 ± 7.22 dakika, ortalama floroskopi süresi 56.05 ± 17.65 saniye, ortalama hemoglobin düşüşü 1.41 ± 0.47 gr/dl olarak tespit edildi. Hastaların 9'una (21.43%) nefrostomi katateri uygulandı, 33'üne (78.5%) nefrostomi katateri uygulanmadı. Kullanılan erişim kılıfı çapı hastaların 24'ünde (57.1%) 18 Fr, 13'ünde (30.9%) 20 Fr ve 5'inde (12.0%) 22 Fr idi. Tüm hastalara peroperatif DJ stent uygulanmıştı. Hastaların postoperatif 1. saatte ortalama VAS ağrı skoru 4.45 ± 1.04, 24. saatte ortalama VAS ağrı skoru 1.83 ± 0.76 idi. Hastaların 7'sinin (16.6%) aneljezik ihtiyacı olmadı, 30'una (71.4%) NSAİİ ve 5'ine (11.9%) opoid aneljezik uygulandı. Ortalama hospitalizasyon süresi 2.69 ± 1.05 gündü. PNL yapılan hastaların perioperatif bulguları Tablo 6'da özetlenmiştir.

Tablo 6. PNL uygulanan hastaların perioperatif bulguları

Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	51.90 ± 7.22
Ortalama hemoglobin düşüşü ± SS, (gr./dl)	1.41 ± 0.47
Ortalama floroskopi süresi ± SS, (sn.)	56.05 ± 17.65
Postoperatif DJ stent uygulanması, n (%)	
Var	11 (26.19%)
Yok	31 (73.80%)
Nefrostomi uygulanması, n(%)	
Var	9 (21.43%)
Yok	33 (78.57%)
PNL esnasında kullanılan access çapı, n(%)	
18 French	24 (57.14%)
20 French	13 (30.95%)
22 French	5 (12.01%)
Ortalama postop. 1. saat VAS skoru ± SS	4.45 ± 1.04
Ortalama postop. 1. gün VAS skoru ± SS	1.83 ± 0.76
Analjezik kullanımı, n (%)	
Yok	7 (16.67%)
NSAİİ	30 (71.43%)
Opiod	5 (11.90%)
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	2.69 ± 1.05

SS, Standart sapma; gr/dl, gram/desilitre; sn., saniye; VAS, Vizüel Analog Skala; NSAİİ, Non-steroidal anti-inflamatuar ilaç

RIRC ile TFLLT ve PNL yapılan hasta gruplarının perioperatif verileri istatistiksel olarak karşılaştırıldığında ortalama operasyon süresi, ortalama floroskopi süresi, ortalama hemoglobin düşüşü, DJ stent uygulanma oranı ve ortalama hospitalizasyon süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi ($p<0.001$). Grupların postoperatif 1.saat ve 24.saat VAS ağrı skoru ve aneljezik kullanımı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlendi (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.002$, $p=0.019$). RIRC grubunda tüm hastalara peroperatif DJ stent uygulanırken PNL grubunda 11 (26.1%) hastaya DJ stent uygulandı. RIRC ve PNL yapılan hasta gruplarının istatistiksel olarak karşılaştırılması Tablo 7'de özetlemiştir.

Tablo 7. RIRC ve PNL uygulanan hastaların perioperatif bulgularının karşılaştırılması

Parametre	**RIRC grubu**	**PNL grubu**	**p değeri**
Ortalama operasyon süresi ± SS, (dk.)	61.48 ± 7.71	51.90 ± 7.22	**<0.001[a]**
Ortalama hemoglobin düşüşü ± SS, (gr./dl)	0.42 ± 0.20	1.41 ± 0.47	**<0.001[a]**
Ortalama floroskopi süresi ± SS, (sn.)	10.39 ± 3.24	56.05 ± 17.65	**<0.001[a]**
Postoperatif DJ stent uygulanması, n (%)			**<0.001[a]**
Var	44 (100%)	11 (26.19%)	
Yok	0 (0%)	31 (73.80%)	
Ortalama postop. 1. saat VAS skoru ± SS	3.68 ± 0.88	4.45 ± 1.04	**0.001[a]**
Ortalama postop. 1. gün VAS skoru ± SS	1.23 ± 0.89	1.83 ± 0.76	**0.002[a]**
Analjezik kullanımı, n (%)			**0.019[b]**
Yok	14 (31.82%)	7 (16.67%)	
NSAİİ	30 (68.18%)	30 (71.43%)	
Opiod	0 (0%)	5 (11.90%)	
Ortalama hospitalizasyon süresi ± SS, (gün)	1.64 ± 1.73	2.69 ± 1.05	**<0.001[a]**

SS, Standart sapma; gr/dl, gram/desilitre; sn., saniye; VAS, Vizüel Analog Skala; NSAİİ, Non-steroidal anti-inflamatuar ilaç
[a] Man-Whitney U testi
[b] Fischer-Exact testi
İstatistiksel olarak anlamlı saptanan p değerleri bold olarak gösterilmiştir.

Gruplar arasında postoperatif komplikasyonlar değerlendirildiğinde RIRC grubunda 5 (11.3%) hastada, PNL grubunda 3 (7.1%) hastada postoperatif komplikasyon izlendi ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmedi (p=0.806). Her iki grupta da hiçbir hastada intraoperatif komplikasyon izlenmedi. RIRC grubunda 5 (11.3%) hastada ateş görüldü. PNL grubunda 2 (4.7%) hastada ateş görüldü ve 1 (2.3%) hastada transfüzyon ihtiyacı oldu. Her iki grupta da görülen postoperatif komplikasyonlar Modifiye Clavien-Dindo komplikasyon sınıflamasına göre derece II'den yüksek değildi.

Grupların taşsızlık oranları değerlendirildiğinde RIRC yapılan grupta 39 (88.6%) hastada ve PNL yapılan grupta 39 (92.8%) hastada taşsızlık sağlandı. PNL grubunda taşsızlık oranı biraz daha yüksek olarak izlendi ancak istatistiksel olarak analiz edildiğinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmuyordu (p=0.714). RIRC grubunda rezidü taşları bulunan 5 hastanın 4'üne tekrar RIRC ve 1 hastaya SWL yapıldı. Ek müdahale sonrası taşsızlık oranı 95.4% olarak izlendi. PNL grubunda rezidü taşı bulunan 3 hastanın 1'ine SWL ve 2'sine RIRC yapıldı. Ek müdahale sonrası

taşsızlık oranı 100% olarak izlendi. Grupların postoperatif komplikasyon ve taşsızlık ve ek müdahale oranları Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8. RIRC ve PNL uygulanan hastaların postoperatif komplikasyonlarının,taşsızlık oranlarının ve uygulanan ek tedavilerin oranlarının karşılaştırılması

Parametre	**RIRC grubu**	**PNL grubu**	**p değeri**
Postoperatif komplikasyonlar, n (%)			0.806[a]
Yok	39 (88.64%)	39 (92.86%)	
Ateş (Clavien-Dindo II)	5 (11.36%)	2 (4.76%)	
Transfüzyon (Clavien-Dindo II)	0 (0%)	1 (2.38%)	
Taşsızlık, n (%)	39 (88.64%)	39 (92.86%)	0.714[a]
Ek müdahale, n(%)			0.677[a]
SWL	1 (2.27)	1 (2.38%)	
RIRC	4 (9.09)	2 (4.76%)	
Ek müdahale sonrası taşsızlık, n(%)	42 (95.45%)	42 (100%)	0.099[a]

SWL, Şok dalgalar ile taş kırma; RIRC, Retrograd intrarenal cerrahi; PNL, Perkütan nefrolitotomi
[a] Fischer's exact testi

5. TARTIŞMA

Üriner sistem taş hastalığı yüksek insidansı ve tekrarlama ihtimaliyle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin tamamında insanları etkileyen küresel bir sağlık sorunudur(83). ÜSTH'nın polietyolojik olması taş oluşumunun önlenmesi zorlaştırmakta ve taşa bağlı kronik böbrek yetmezliği gibi komorbiditelerin önünü açmaktadır(84). Mevcut yüksek insidans ve tekrarlanma oranları nedeniyle yüksek sağlık harcamalarına neden olmaya devam etmektedir(85).

Günümüzde SWL, RIRC ve PNL böbrek taşlarının tedavisinde taşın boyutu, yerleşimi ve hastanın komorbiditelerine göre seçilmesi gereken mevcut birinci basamak tedavi seçenekleridir(86).

EAU 2024 Ürolitiazis klavuzu >20 mm böbrek taşları için RIRC'de taşsızlık oranının düşük olması ve tekrarlayan girişim oranının yüksek olması nedeniyle PNL'yi ilk seçenek tedavi yöntemi olarak önermektedir(87). RIRC'nin >20 mm taşlarda birinci basamak tedavi seçeneği olmasının önündeki en büyük engel RIRC için optimum lazer seçeneği olarak kabul edilen Ho:YAG lazerlerin litotripsi süresinin yüksek olmasıdır(85). Ho:YAG lazerlerin uzun litotripsi süreleri taşsızlık oranının düşürmekte ve tekrarlayan girişim ihtiyacını artırmakta, uzamış RIRC süresi ile enfektif komplikasyon oranlarının artmasına sebep olmaktadır(88).

Yeni bir lazer teknolojisi olan TFL'in teorik olarak Ho:YAG kullanımına kıyasla başta taş fragmantasyonu, operasyon süresi ve taşsızlık oranlarında olmak üzere birçok avantajı mevcuttur ve bu avantajlar hem labaratuar ortamında hem de klinik çalışmalar ile doğrulanmıştır(89,90).

Lazer litotripsi için, thulium fiber lazer 1940 nm dalga boyunda yayılacak şekilde optimize edilmiştir, böylece 22 °C'de sıvı suyun yakın kızılötesi emilim zirvesine yakın bir şekilde eşleşir(54). Thulium fiber lazerin emilim katsayısı holmiuma oranla dört kattan fazla yüksek olduğundan, eşdeğer darbe enerjilerinde thulium fiber lazer lehine daha düşük bir eşik ve daha yüksek ablasyon verimliliği sağlamaktadır(53).

Thulium fiber lazer tasarımının verimliliği, flaş lambası pompalı katı hal Holmium:YAG lazerinden önemli ölçüde daha yüksektir çünkü lazer pompalama için kullanılan diyot lazerin emisyon spektrumu, thulium iyonlarının emilim çizgisiyle tam olarak eşleşir(59). Bu nedenle, Thulium fiber lazer daha az ısı dağılımı gerektirir ve jeneratörün içinde basit fan havalandırması ile su soğutmalı Holmium:YAG lazerlerine kıyasla potansiyel olarak yüksek güç aralıklarında (> 50 W) ve yüksek frekans aralıklarında (2000 Hz'e kadar) çalışabilir(60). Ayrıca fiber lazerlerin mimarisi, Holmium:YAG jeneratörlerinin aksine darbeyle ilgili hasarlara karşı duyarsızdır çünkü fiber lazer tasarımında ayna yoktur(61).

Holmium:YAG lazer mimarisinin bir diğer sınırlaması, çıkış ışınının mekansal ışın profilinin çok modlu veya sıcak noktalarla tekdüze olmamasıdır(62). Bu ışın profilinin sıkı bir şekilde küçük bir noktaya odaklanması daha zordur, bu nedenle tipik olarak Holmium:YAG lazerinin kullanımı 200 µm çekirdek çapına veya daha büyük optik fiberlerle sınırlıdır(62).

Thulium fiber lazerden yayılan lazer ışınının uzaysal ışın profili, ışığın kaynaklandığı küçük fiber çekirdek boyutu nedeniyle yalnızca birkaç moddan oluşur ve Gauss biçiminde görünür(63). Bu daha düzgün uzaysal ışın profili ultra küçük fiberler (örneğin, 50–100 µm) aracılığıyla yüksek gücün verimli bir şekilde birleştirilmesi ve iletilmesi için ışının çok küçük bir noktaya daha basit bir şekilde odaklanmasını sağlar(64).

Biz bu çalışmada Nisan 2022-Haziran 2024 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi Üroloji Kliniğinde 20-30 mm arası böbrek taşı olup RIRC ile TFLLT veya PCNL yapılan 86 hastanın sonuçlarını karşılaştırdık.

Literatür bilgimize göre RIRC ile TFLLT ve mPNL'yi karşılaştıran çalışma bulunmamaktadır. TFLLT'nin taş cerrahisinde kullanımını, RIRC'de Ho:YAG litotripsi ile TFLLT'nin karşılaştırıldığı ve RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'nin karşılaştırıldığı sınırlı sayıda çalışmadan ibarettir. Chai ve ark. yaptığı retrograd intrarenal cerrahide TFL ve yüksek güçlü (>60W) Ho:YAG lazerin karşılaştırıldığı retrospektif çalışmada TFL grubunda yüksek güçlü Ho:YAG'a kıyasla istatistiksel

olarak anlamlı taşsızlık oranı (SFR) elde edildiğinin bildirmişlerdir (%68.9'a karşı %54.5, p<0.001)(91). Kozubaev ve ark. 10-20 mm boyutundaki renal taşlarda yapmış olduğu RIRC'de TFLLT ve Ho:YAG litotripsiyi karşılaştıran çalışmada istatistiksel olarak benzer SFR elde ettiklerini bildirmişlerdir(p=0.488). Zhao ve ark. yaptığı 20-30 mm boyutlu böbrek taşlarında RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'nin karşılaştırıldığı retrospektif çalışmada mPNL grubunda RIRC'ye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı SFR elde edildiğini bildirmişlerdir (%66'ya karşı %93,3, p< 0,001)(92). İbiş ve ark. yaptığı 20-30 mm boyutlu böbrek taşlarında RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'nin karşılaştırıldığı retrospektif çalışmada mPNL grubunda RIRC ile Ho:YAG litotripsiye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı SFR elde edildiğini bildirmişlerdir (%91.1'e kıyasla %77,p<0.001)(93). Pan ve ark. yaptığı 20-30 mm boyutunda ki tek böbrek taşları için RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'nin prospektif olarak karşılaştırıldığı çalışmada mPNL grubunda RIRC ile Ho:YAG litotripsiye kıyasla istatistiksel olarak anlamlı SFR elde edildiğini bildirmişlerdir (%71,4'e karşı %96,6, *p*< 0,001)(94). Vergamini ve ark. yaptığı endoskopik kombine inrarenal cerrahi (ECIRS) mPNL'de Moses teknolojisine sahip yüksek güçlü (120 W) Ho:YAG litotripsi ile TFLLT'nin karşılaştırıldığı çalışmada SFR TFL lehine daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığını bildirmişlerdir(<2mm rezidü fragmanlar için %77.6'ya karşı %66.7, p=0.64)(95). Ancak bu çalışmanın taş boyutu ve taş dansitesi ile ilgili sınırlı yanları mevcuttur. Bu çalışmaya dahil edilen hastaların ortalama taş boyutu (25.1 mm'ye karşı 30.0 mm, p=0.13) ve taş dansitesinin (988 HU'ya karşı 1184 HU, p=0.51) Ho:YAG lehine düşük olarak bildirilmiştir. Özetle RIRC'de Ho:YAG litotripsi ve TFLLT'nin karşılaştırıldığı çalışmalar her iki grupta benzer veya TFL lehine yüksek SFR oranları bildirildiği görülmektedir. Bunun yanında RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'nin karşılaştırıldığı çalışmalar değerlendirildiğinde mPNL lehine yüksek SFR oranları bildirilmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına incelendiğinde, RIRC ile TFLLT grubunda 39 (88.6%) ve mPNL grubunda 39 (92.8%) hastada SFR sağlanmıştır. SFR, mPNL grubunda biraz daha yüksek olmasına karşın aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (p=0.714). Her iki hasta grubunda benzer SFR oranlarının sağlanmasının, TFL ile yüksek taşsızlık oranları yakalanmasının; TFL'in yüksek ablasyon verimliliğine, sahip olduğu teknolojik avantajlara ve gelişmiş dizayn

özelliklerine bağlı olduğunu düşünüyoruz. Çalışmamız, TFLLT ile RIRC'ın bu taşlarda mPNL'ye benzer taşsızlık oranlarına sahip olduğunu ve TFLLT ile RIRC'ın mPNL'ye alternatif bir tedavi olabileceğini gösteren literatürün ilk prospektif, randomize klinik çalışmasıdır.

Operasyon süresine bakıldığında literatürde benzer çalışma olmamasına rağmen fikir vermesi açısından RIRC ile Ho:YAG litotripsi ve mPNL'yi karşılaştıran çalışmalar değerlendirildiğinde RIRC ile Ho:YAG litotripsinin mPNL'ye kıyasla bazı çalışmalarda daha uzun operasyon sürelerine sahip oldukları bazı çalışmalarda benzer operasyon sürelerine sahip oldukları bildirilmiştir. İbiş ve ark. 20-30 mm boyutlu böbrek taşları üzerine yaptığı çalışmada RIRC ile Ho:YAG litotripsi grubunda 86 dakika, mPNL grubunda 73 dakika ile istatistiksel olarak anlamlı olmayan ortalama operasyon süresi bildirmişlerdir (p=0.065). Pan ve ark. 20-30 mm taşlar üzerine yapmış olduğu çalışmada RIRS ile Ho:YAG litotripsi grubu için 73 dakika, mPNL grubu için 62 dakika ile MPCNL için anlamlı olarak daha kısa ortalama operasyon süresi bildirmişlerdir (p<0.001). Zhao ve ark. 20-30 mm boyutundaki böbrek taşları üzerine yaptığı çalışmada RIRC ile Ho:YAG litotripsi grubunda 35 dakika, mPNL grubunda 38 dakika ile benzer ortalama operasyon süresi bildirmişlerdir (p=0.088). Ortalama operasyon süreleri değerlendirilirken literatürde ki birçok çalışmada olduğu gibi bu çalışmalarda da operasyon süresinin net olarak tanımlanmamıştı. Bizim çalışmamızın sonuçları değerlendirildiğinde RIRC ile TFLLT grubunda 61 dakika, mPNL grubunda 51 dakika ortalama operasyon süresi mevcuttu. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde ortalama operasyon süresi literatürle uyumlu şekilde mPNL lehine daha kısaydı (p=0.001). Operasyon süresi cerrahi sırasında oluşan yüksek intrarenal basınç sonucunda gelişebilecek komplikasyonlar nedeniyle RIRC için daha büyük bir kısıtlamadır(96). RIRC'nin optimal operasyon süresi için fikir birliği yoktur ancak operasyon süresinin 60 dakika ile sınırlandırılması genel olarak kabul görmektedir(97). RIRC ile TFLLT prosedürü sırasında operasyon süresi ve litotripsi süresini etkileyen nedenlerden birisi de yüksek frekanslarda ortaya çıkabilen cerrahi görüşü bozan kar fırtınası görüntüsü olabilir. Klinik olarak bu durumun sebebi, taş cinsisyle ilişkisi gibi konular tam bilinmese de RIRC ile TFLLT prosedürü sırasında Lazer frekansı >80-100 Hz yapıldığında cerrahi görüşü bozan kar fırtınası görüntüsü

oluşabildiği literatürde bildirilmiştir(98). Daha önceki klinik uygulamalarımızda da özellikle düşük enerji ve yüksek frekans kullanımıyla oluşabilen bu görüntünün literatürle benzer şekilde litotripsiyi yavaşlattığını gözlemlemiştik. Bu nedenle prensip olarak hiçbir RIRC prosedürü sırasında bu frekans değerinin üzerine çıkılmadı. Bu konuyu inceleyen daha fazla sayıda çalışma gerekli olmasına karşın bu uygulamanın RIRC ile TFLLT prosedürü için operasyon süresinin daha da uzamamasına katkı sağladığını düşünüyoruz. Bunun yanında çalışmamızda RIRC'de mPNL ile benzer SFR sağlanırken operasyon süresinin kabul edilebilir sınırlarda kalmasında TFL'in yüksek ablasyon verimliliği ve yüksek güvenlik profili ile görüntüyü bozacak kanama miktarının az olmasıyla da ilişkili olabileceğini düşünüyoruz.

Literatürdeki benzer çalışmaların bir kısmında değerlendirilen floroskopi sürelerine bakıldığında geleneksel olarak erişim yolu dilatasyonu gerektiren mPNL'nin floroskopi süresinin anlamlı şekilde yüksek olduğu bildirilmiştir(88). Bizim çalışmamızda da literatüre benzer şekilde RIRC ile TFLLT için 10 saniye, mPNL için 56 saniye ile istatistiksel olarak anlamlı ortalama floroskopi süresi mevcuttu ($p<0.001$).

Kanama cerrahi prosedürün doğası gereği PNL'nin ilk kullanımından itibaren en ciddi komplikasyonlarından biri olmuştur(99). PNL'de kanamanın kullanılan erişim kılıfı boyutuyla doğru orantılı olduğu bilinmektedir(99). Zamanla cerrahi enstrümanlarda yaşanan minyatürizasyon neticesinde standart PNL'nin yerini giderek mPNL'ye bırakmasıyla hastalarda bildirilen hemoglobin düşüşü azalmıştır(100). Buna rağmen mPNL'de hemoglobin düşüşü RIRC'ye karşı en önemli dezavantajlarından biri olmaya devam etmektedir(101). Bizim çalışmamızda RIRC ile TFLLT grubunda 0.42 g/dl, mPNL grubunda 1.41 g/dl ile anlamlı ortalama hemoglobin düşüşü farkı mevcuttu ($p<0.001$). mPNL grubunda ki hastalara 18-22 Fr erişim kılıfı kullanıldı. Ortalama hemoglobin düşüşünde ki bu anlamlı farka RIRC'ın daha az invaziv bir teknik olmasının yanı sıra TFL'in su absorpsiyon katsayısının yüksek olmasıyla dokulara ve suya daha düşük penetrasyon derinliği ile daha az intraoperatif kanama ve yüksek güvenlik profilinin katkı sağladığını düşünüyoruz.

Hastaların hospitalizasyon süreleri değerlendirildiğinde literatürdeki çalışmalarda daha invaziv bir yöntem olan PNL'nin RIRS'a kıyasla daha uzun ortalama hospitalizasyon süresine sahip olduğu bildirilmiştir(102). Bizim çalışmamızda da ortalama hospitalizasyon süresi RIRC ile TFLLT grubu için 1.64 gün ve PNL grubu için 2.69 gün olarak tespit edildi. Bulgular RIRC ile TFLLT grubu lehine anlamlı şekilde kısaydı ($p<0.001$).

Literatürdeki sınırlı sayıda çalışmada değerlendirilen postoperatif ağrı ve aneljezik ihtiyacına bakıldığında çalışmaların büyük kısmında doğal anatomik yolla gerçekleştirilen ve mukoza bütünlüğünü daha az bozan RIRC gruplarında postoperatif ağrının anlamlı şekilde daha az olduğu ve mPNL'de daha yüksek aneljezik ihtiyacı olduğunu bildirilmiştir(103). Lee ve ark. yapmış olduğu çalışmada postoperatif 1.saate VAS ağrı skoru ve aneljezik ihtiyacı mPNL lehine anlamlı şekilde daha düşük çıkmasına karşın postoperatif 1.günde VAS ağrı skorunda anlamlı fark bulunmamıştır (sırasıyla $p=0.029$, $p=0.05$, $p=0.383$)(104). Tüpsüz PNL ve daha küçük nefrostomi katateri kullanımının postoperatif daha az ağrı ile ilişkili olduğu bilinmektedir(105). Lee ve ark. postoperatif 1.saatte mPNL lehine daha düşük VAS ağrı skoru bulunmasını operasyonun büyük oranda (91.4%) tüpsüz yapılmasına bağlamışlardır. Bizim çalışmamızda postoperatif 1.saatte VAS ağrı skoru RIRC grubunda 3.68 ± 0.88, mPNL grubunda 4.45 ± 1.04, postoperatif 24. saate VAS ağrı skoru RIRC grubunda 1.23 ± 0.89, mPNL grubunda 1.83 ± 0.76 tespit edilmiştir ve literatür ile uyumlu şekilde RIRC lehine istatistiksel olarak daha düşüktür (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.002$). mPNL grubunda 5 (11.9%) hastada opoid aneljezik olmak üzere 35 (83.3%) hastada aneljezik uygulanırken RIRC grubunda 30 (68.1%) hastada aneljezik uygulandı ve hiçbirinin opoid aneljezik ihtiyacı olmadı ($p=0.019$). mPNL grubunda hastaların 33'üne (78.5%) prosedür tüpsüz olarak gerçekleştirildi.

Literatürdeki >20mm taşların tedavisinde RIRC ve PNL'nin karşılaştırıldığı çalışmaların perioperatif ve postoperatif komplikasyonları değerlendirildiğinde RIRC gruplarında artan taş boyutu ve operasyon süresi ile enfeksiyöz komplikasyonların daha baskın olduğu, PNL gruplarında kanama ve çevre organ yaralanmalarının RIRC'a kıyasla daha fazla olduğu, genel komplikasyon oranlarına bakıldığındaysa her iki grubun benzer veya RIRC grubunda biraz daha yüksek genel komplikasyon

oranlarının mevcut olduğu bildirilmiştir(106). Zhao ve ark. 20-30 mm boyutunda ki böbrek taşları olan hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada RIRC grubunda %11.1 ve mPNL grubunda %8.3 oranında istatistiksel olarak benzer genel komplikasyon oranı bildirmişlerdir(p=0.999)(92). İbiş ve ark. yapmış oldukları çalışmada RIRC grubunda %35.7 ve PCNL grubunda %13.6 oranında RIRC grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde yüksek komplikasyon oranı bildirmişlerdir (p<0.001)(93). İbiş ve ark. yaptığı bu çalışmada ciddi komplikasyon (Clavien 3-4) oranı istatistiksel olarak benzerken postoperatif ateş gibi hafif komplikasyon (Clavien 1-2) oranı RIRC grubunda belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. Ortalama operasyon süresi RIRC grubunda 86 dakika ile literatürdeki benzer çalışmalardan belirgin şekilde yüksek rapor edilmiştir. RIRC'de yüksek operasyon süresinin artan enfeksiyöz komplikasyonlarla ilişkili olduğu bilinmektedir(96). İbiş ve ark. yaptığı bu çalışmada RIRC grubundaki yüksek komplikasyon oranının yüksek operasyon süresi ile ilişkili olduğunu düşünüyoruz. Bizim çalışmamızın genel komplikasyon oranı değerlendirildiğinde RIRC grubunda 5 (11.3%) hastada ve mPNL grubunda 3 (7.1%) hastada görüldü. Komplikasyonların tamamı hafif (Clavien 2) komplikasyonlardı ve aralarında anlamlı fark yoktu (p=0.806). RIRC grubunda postoperatif 5 (11.3%) hastada ateş görüldü. mPNL grubunda 2 (4.7%) hastada ateş ve 1 (2.3%) hastada transfüzyon gerektiren kanama görüldü. Her iki gruptaki düşük komplikasyon oranlarının mPNL grubunda minyatürize cerrahi ekipmanların kullanımına, her iki grupta kısa operasyon süresine ve deneyimli aynı cerrahi ekip tarafından gerçekleştirilmesine bağlı olduğunu düşünüyoruz.

Bu konudaki ilk randomize, prospektif klinik çalışma olmasına karşın çalışmamızın bazı sınırlamaları mevcuttur. Bunlardan ilki çalışmamın tek merkezli ve sınırlı hasta grubu üzerinde yapılmasıdır. Bir diğer sınırlama çalışmaya sadece normal anatomiye sahip böbrek pelvis, alt pol ve orta pol yerleşimli tek taşı olan hastalar dahil edilmesidir. Son olarak postoperatif SFR değerlendirmek için altın standart olarak kabul edilen NCCT taramasını tüm hasta grubuna uygulamak yerine, sadece gerektiği durumlarda uygulamak ve gereksiz olduğu düşünülen hasta popülasyonunda üriner sistem USG'si ve radyoopak taşlar için KUB radyografisi gibi daha az hassas yöntemlere başvurmak çalışmamızın diğer kısıtlamasıdır. Tüm bu sınırlamalara

rağmen çalışmamız, erişkinlerde 20-30 mm boyutundaki böbrek taşlarında RIRC ile TFLLT ve mPNL'yi prospektif randomize olarak karşılaştıran ilk klinik çalışma olması ve sonuçları itibariyle litarüre önemli katkılar sağlayacaktır.

6. SONUÇ

20-30 mm boyutundaki böbrek taşlarının tedavisinde RIRC'de TFLLT düşük kan kaybı, düşük hospitalizasyon süresi, düşük floroskopi süresi, düşük postoperatif ağrı ve analjezik kullanımı gibi benzer komplikasyon ve benzer taşsızlık oranları ile PNL'nin güvenli ve etkili bir alternatifidir. Bu konuda yapılacak daha geniş serilerdeki çalışmalar literatüre katkı sağlayacaktır.

Bu tez çalışması Atatürk Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Irer B, Sahin MO, Erbatu O, Yildiz A, Ongun S, Cinar O, et al. Impact of previous SWL on ureterorenoscopy outcomes and optimal timing for ureterorenoscopy after SWL failure in proximal ureteral stones. World J Urol [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2024 Jan 13];38(3):769–74. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31098658/
2. Bishop K, Momah T, Ricks J. Nephrolithiasis. Prim Care [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Jan 13];47(4):661–71. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33121635/
3. Zhao C, Yang H, Tang K, Xia D, Xu H, Chen Z, et al. Comparison of laparoscopic stone surgery and percutaneous nephrolithotomy in the management of large upper urinary stones: a meta-analysis. Urolithiasis [Internet]. 2016 Nov 1 [cited 2024 Jan 14];44(6):479–90. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26936378/
4. Kallidonis P, Tsaturyan A, Lattarulo M, Liatsikos E. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy (PCNL): Techniques and outcomes. Turk J Urol [Internet]. 2020 [cited 2024 Jan 14];46(Supp. 1):58–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32525477/
5. Johnson DE, Cromeens DM, Price RE. Use of the holmium:YAG laser in urology. Lasers Surg Med [Internet]. 1992 [cited 2024 Jan 14];12(4):353–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1386643/
6. Fried NM, Irby PB. Advances in laser technology and fibre-optic delivery systems in lithotripsy. Nat Rev Urol [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2024 Jan 14];15(9):563–73. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29884804/
7. Traxer O, Keller EX. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser. World J Urol [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Jan 14];38(8):1883–94. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30729311/
8. Kronenberg P, Somani B. Advances in Lasers for the Treatment of Stones-a Systematic Review. Curr Urol Rep [Internet]. 2018 Jun 1 [cited 2024 Jan 14];19(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29774438/
9. Scales CD, Smith AC, Hanley JM, Saigal CS. Urolithiasis: History, epidemiology, aetiologic factors and management. Malays J Pathol [Internet]. 2023 Jul [cited 2024 Jan 21];45(3):160–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38155376/
10. Akinci M, Esen T, Tellaloglu S. Urinary stone disease in Turkey: an updated epidemiological study. Eur Urol [Internet]. 1991 [cited 2024 Jan 21];20(3):200–3. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1823043/
11. Urinary stone epidemiology in Spain and worldwide - PubMed [Internet]. [cited 2024 Jan 21]. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33459617/
12. Fazil Marickar YM, Salim A, Vijay A. Pattern of family history in stone patients. Urol Res [Internet]. 2009 Dec [cited 2024 Jan 21];37(6):331–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19756568/
13. Narter F, Sarıca K. Üriner Sistem Taş Hastalığının Biyomoleküler Mekanizması. Endouroloji Bulteni. 2013 Dec 30;135–42.

14. Khan SR, Pearle MS, Robertson WG, Gambaro G, Canales BK, Doizi S, et al. Kidney stones. Nat Rev Dis Primers [Internet]. 2016 Feb 25 [cited 2024 Jan 28];2. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27188687/
15. Peerapen P, Thongboonkerd V. Kidney stone proteomics: an update and perspectives. Expert Rev Proteomics [Internet]. 2021 [cited 2024 Jan 28];18(7):557–69. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34320328/
16. Khan SR, Canales BK, Dominguez-Gutierrez PR. Randall's plaque and calcium oxalate stone formation: role for immunity and inflammation. Nat Rev Nephrol [Internet]. 2021 Jun 1 [cited 2024 Jan 28];17(6):417–33. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33514941/
17. Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Diagnosis and Conservative Management of Urolithiasis. Eur Urol [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2024 Jan 27];69(3):468–74. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26318710/
18. Peerapen P, Thongboonkerd V. Kidney Stone Prevention. Adv Nutr [Internet]. 2023 [cited 2024 Jan 28];14(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36906146/
19. Flannigan R, Choy WH, Chew B, Lange D. Renal struvite stones--pathogenesis, microbiology, and management strategies. Nat Rev Urol [Internet]. 2014 [cited 2024 Jan 28];11(6):333–41. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24818849/
20. Frochot V, Daudon M. Clinical value of crystalluria and quantitative morphoconstitutional analysis of urinary calculi. Int J Surg [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2024 Jan 28];36(Pt D):624–32. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27847293/
21. Talati VM, Soares RMO, Khambati A, Nadler RB, Perry KT. Trends in urinary calculi composition from 2005 to 2015: a single tertiary center study. Urolithiasis [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Jan 28];48(4):305–11. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31372690/
22. Woodard LE, Welch RC, Veach RA, Beckermann TM, Sha F, Weinman EJ, et al. Metabolic consequences of cystinuria. BMC Nephrol [Internet]. 2019 Jun 20 [cited 2024 Jan 28];20(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31221135/
23. Scales CD, Smith AC, Hanley JM, Saigal CS. Prevalence of kidney stones in the United States. Eur Urol [Internet]. 2012 Jul [cited 2024 Jan 28];62(1):160–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22498635/
24. Mayans L. Nephrolithiasis. Prim Care [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2024 Jan 28];46(2):203–12. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31030821/
25. Gottlieb M, Long B, Koyfman A. The evaluation and management of urolithiasis in the ED: A review of the literature. Am J Emerg Med [Internet]. 2018 Apr 1 [cited 2024 Jan 28];36(4):699–706. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29321112/
26. Mefford JM, Tungate RM, Amini L, Suh D, Anderson CL, Rudkin SE, et al. A Comparison of Urolithiasis in the Presence and Absence of Microscopic Hematuria in the Emergency Department. West J Emerg Med. 2017 Jun 1;18(4):775–9.

27. Krambeck AE, Lieske JC, Li X, Bergstralh EJ, Melton LJ, Rule AD. Effect of age on the clinical presentation of incident symptomatic urolithiasis in the general population. J Urol [Internet]. 2013 Jan [cited 2024 Jan 28];189(1):158–64. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23164393/
28. Straub M, Strohmaier WL, Berg W, Beck B, Hoppe B, Laube N, et al. Diagnosis and metaphylaxis of stone disease. Consensus concept of the National Working Committee on Stone Disease for the upcoming German Urolithiasis Guideline. World J Urol [Internet]. 2005 Nov [cited 2024 Jan 28];23(5):309–23. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16315051/
29. Zarse CA, McAteer JA, Tann M, Sommer AJ, Kim SC, Paterson RF, et al. Helical computed tomography accurately reports urinary stone composition using attenuation values: In vitro verification using high-resolution micro-computed tomography calibrated to fourier transform infrared microspectroscopy. Urology. 2004 May;63(5):828–33.
30. EAU Guidelines on Urolithiasis - Uroweb [Internet]. [cited 2024 Dec 4]. Available from: https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/guidelines
31. Hesse A, Kruse R, Geilenkeuser WJ, Schmidt M. Quality control in urinary stone analysis: results of 44 ring trials (1980-2001). Clin Chem Lab Med [Internet]. 2005 [cited 2024 Dec 4];43(3):298–303. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15843235/
32. Varma G, Nair N, Salim A, Fazil Marickar YM. Investigations for recognizing urinary stone. Urol Res [Internet]. 2009 Dec [cited 2024 Feb 4];37(6):349–52. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19826802/
33. Sandhu MS, Gulati A, Saritha J, Nayak B. Urolithiasis: Comparison of diagnostic performance of digital tomosynthesis and ultrasound. Which one to choose and when? Eur J Radiol [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2024 Feb 4];105:25–31. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30017289/
34. Hale Z, Hanna E, Miyake M, Rosser CJ. Imaging the urologic patient: The utility of intravenous pyelogram in the CT scan era. World J Urol [Internet]. 2014 Feb 25 [cited 2024 Feb 4];32(1):137–42. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00345-013-1085-4
35. Assi Z, Platt JF, Francis IR, Cohan RH, Korobkin M. Sensitivity of CT scout radiography and abdominal radiography for revealing ureteral calculi on helical CT: implications for radiologic follow-up. AJR Am J Roentgenol [Internet]. 2000 [cited 2024 Feb 4];175(2):333–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10915669/
36. Worster A, Preyra I, Weaver B, Haines T. The accuracy of noncontrast helical computed tomography versus intravenous pyelography in the diagnosis of suspected acute urolithiasis: A meta-analysis. Ann Emerg Med [Internet]. 2002 [cited 2024 Feb 4];40(3):280–6. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12192351/
37. Chee Saw K, McAteer JA, Monga AG, Chua GT, Lingeman JE, Williams JC. Helical CT of urinary calculi: effect of stone composition, stone size, and scan collimation. AJR Am J Roentgenol [Internet]. 2000 [cited 2024 Feb 4];175(2):329–32. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10915668/
38. Masselli G, Derme M, Bernieri MG, Polettini E, Casciani E, Monti R, et al. Stone disease in pregnancy: imaging-guided therapy. Insights Imaging

[Internet]. 2014 Dec 12 [cited 2024 Feb 4];5(6):691. Available from: /pmc/articles/PMC4263802/
39. Türk C, Petřík A, Sarica K, Seitz C, Skolarikos A, Straub M, et al. EAU Guidelines on Diagnosis and Conservative Management of Urolithiasis. Eur Urol [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2024 Feb 11];69(3):468–74. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26318710/
40. Skolarikos A. Medical treatment of urinary stones. Curr Opin Urol [Internet]. 2018 [cited 2024 Jun 29];28(5):403–7. Available from: https://journals.lww.com/co-urology/fulltext/2018/09000/medical_treatment_of_urinary_stones.2.aspx
41. Mosquera Seoane L, Ortiz Salvador JB, Budia Alba A, Perez Fentes DA. Technological innovations in shock wave lithotripsy. Actas Urol Esp [Internet]. 2024 Jan [cited 2024 Jun 30];48(1):105–10. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37858618/
42. Quhal F, Al Faddagh A, Silay MS, Straub M, Seitz C. Paediatric stone management: innovations and standards. Curr Opin Urol [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2024 Jun 30];32(4):420–4. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35674672/
43. Reynolds LF, Kroczak T, Pace KT. Indications and contraindications for shock wave lithotripsy and how to improve outcomes. Asian J Urol [Internet]. 2018 Oct 1 [cited 2024 Jun 30];5(4):256–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30364729/
44. Doizi S, Traxer O. Flexible ureteroscopy: technique, tips and tricks. Urolithiasis [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Nov 17];46(1):47–58. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-017-1030-x
45. Abdel-Razzak OM, Bagley DH. Clinical Experience with Flexible Ureteropyeloscopy. J Urol. 1992 Dec 1;148(6):1788–92.
46. Doizi S, Traxer O. Flexible ureteroscopy: technique, tips and tricks. Urolithiasis [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Nov 2];46(1):47–58. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-017-1030-x
47. Doizi S, Traxer O. Flexible ureteroscopy: technique, tips and tricks. Urolithiasis [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Nov 17];46(1):47–58. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-017-1030-x
48. Keller EX, De Coninck V, Traxer O. Next-Generation Fiberoptic and Digital Ureteroscopes. Urol Clin North Am [Internet]. 2019 May 1 [cited 2024 Nov 2];46(2):147–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30961849/
49. Ito WE, Igel DA, Whiles BB, Sardiu M, Neff DA, Duchene DA, et al. Breakage Costs in Flexible Ureteroscopy: Digital vs. Fiberoptic Modalities. Urology. 2023 Mar 1;173:68–74.
50. Pedro RN, Monga M. Update on ureteroscopy instrumentation. Indian J Urol [Internet]. 2010 Jul [cited 2024 Nov 3];26(3):370. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2978437/
51. Ulvik Ø, Æsøy MS, Juliebø-Jones P, Gjengstø P, Beisland C. Thulium Fibre Laser versus Holmium:YAG for Ureteroscopic Lithotripsy: Outcomes from a Prospective Randomised Clinical Trial. Eur Urol. 2022 Jul 1;82(1):73–9.
52. Traxer O, Keller EX. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser. World J Urol [Internet].

2019 Aug 1 [cited 2024 Dec 31];38(8):1883. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7363731/
53. Traxer O, Keller EX. Thulium fiber laser: the new player for kidney stone treatment? A comparison with Holmium:YAG laser. World J Urol [Internet]. 2020 Aug 1 [cited 2024 Nov 3];38(8):1883–94. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30729311/
54. Jansen ED, van Leeuwen TG, Motamedi M, Borst C, Welch AJ. Temperature dependence of the absorption coefficient of water for midinfrared laser radiation. Lasers Surg Med [Internet]. 1994 [cited 2024 Nov 3];14(3):258–68. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8208052/
55. Ulvik Ø, Æsøy MS, Juliebø-Jones P, Gjengstø P, Beisland C. Thulium Fibre Laser versus Holmium:YAG for Ureteroscopic Lithotripsy: Outcomes from a Prospective Randomised Clinical Trial. Eur Urol. 2022 Jul 1;82(1):73–9.
56. Talso M, Emiliani E, Haddad M, Berthe L, Baghdadi M, Montanari E, et al. Laser Fiber and Flexible Ureterorenoscopy: The Safety Distance Concept. J Endourol [Internet]. 2016 Dec 1 [cited 2024 Dec 16];30(12):1269–74. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27733053/
57. Uchida A. Front Matter. Optical Communication with Chaotic Lasers. 2012 Jan 11;
58. Fried NM, Irby PB. Advances in laser technology and fibre-optic delivery systems in lithotripsy. Nat Rev Urol [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2024 Dec 16];15(9):563–73. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29884804/
59. Jackson SD, Lauto A. Diode-pumped fiber lasers: a new clinical tool? Lasers Surg Med [Internet]. 2002 [cited 2024 Nov 3];30(3):184–90. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11891737/
60. Jackson SD, Lauto A. Diode-pumped fiber lasers: a new clinical tool? Lasers Surg Med [Internet]. 2002 [cited 2024 Dec 16];30(3):184–90. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11891737/
61. Scott N, Cilip C, Topics NFIJ of S, 2009 undefined. Thulium fiber laser ablation of urinary stones through small-core optical fibers. ieeexplore.ieee.orgNJ Scott, CM Cilip, NM FriedIEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics, 2009•ieeexplore.ieee.org [Internet]. [cited 2024 Dec 16]; Available from: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4783018/
62. Nazif OA, Teichman JMH, Glickman RD, Welch AJ. Review of laser fibers: a practical guide for urologists. J Endourol [Internet]. 2004 [cited 2024 Nov 3];18(9):818–29. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15659912/
63. Scott NJ, Cilip CM, Fried NM. Thulium fiber laser ablation of urinary Stones through small-core Optical fibers. IEEE Journal on Selected Topics in Quantum Electronics. 2009 Mar;15(2):435–40.
64. Blackmon RL, Hutchens TC, Hardy LA, Wilson CR, M.D. PBI, Fried NM. Thulium fiber laser ablation of kidney stones using a 50-μm-core silica optical fiber. https://doi.org/101117/1OE541011004 [Internet]. 2014 Aug 5 [cited 2024 Nov 3];54(1):011004. Available from: https://www.spiedigitallibrary.org/journals/optical-engineering/volume-54/issue-1/011004/Thulium-fiber-laser-ablation-of-kidney-stones-using-a-50/10.1117/1.OE.54.1.011004.full

65. Dasgupta R, Cameron S, Aucott L, MacLennan G, Thomas RE, Kilonzo MM, et al. Shockwave Lithotripsy Versus Ureteroscopic Treatment as Therapeutic Interventions for Stones of the Ureter (TISU): A Multicentre Randomised Controlled Non-inferiority Trial. Eur Urol [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Nov 3];80(1):46–54. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33810921/
66. Bhojani N, Miller LE, Bhattacharyya S, Cutone B, Chew BH. Risk Factors for Urosepsis After Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review with Meta-Analysis. J Endourol [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Nov 3];35(7):991–1000. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33544019/
67. Bhanot R, Pietropaolo A, Tokas T, Kallidonis P, Skolarikos A, Keller EX, et al. Predictors and Strategies to Avoid Mortality Following Ureteroscopy for Stone Disease: A Systematic Review from European Association of Urologists Sections of Urolithiasis (EULIS) and Uro-technology (ESUT). Eur Urol Focus [Internet]. 2022 Mar 1 [cited 2024 Nov 3];8(2):598–607. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33674255/
68. Chugh S, Pietropaolo A, Montanari E, Sarica K, Somani BK. Predictors of Urinary Infections and Urosepsis After Ureteroscopy for Stone Disease: a Systematic Review from EAU Section of Urolithiasis (EULIS). Curr Urol Rep [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2024 Nov 3];21(4). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32211969/
69. Hameed BMZ, Shah M, Pietropaolo A, De Coninck V, Naik N, Skolarikos A, et al. The technological future of percutaneous nephrolithotomy: A Young Academic Urologists Endourology and Urolithiasis Working Group update. Curr Opin Urol. 2023 Mar 1;33(2):90–4.
70. Castellani D, Corrales M, Lim EJ, Cracco C, Scoffone CM, Teoh JYC, et al. The Impact of Lasers in Percutaneous Nephrolithotomy Outcomes: Results from a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Comparative Trials. J Endourol [Internet]. 2022 Feb 1 [cited 2024 Nov 3];36(2):152–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34314230/
71. Abdullatif VA, Sur RL, Abdullatif ZA, Szabo SR, Abbott JE. The Safety and Efficacy of Endoscopic Combined Intrarenal Surgery (ECIRS) versus Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL): A Systematic Review and Meta-Analysis. Adv Urol [Internet]. 2022 [cited 2024 Nov 3];2022. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35898579/
72. Davis NF, Tzelves L, Geraghty R, Lombardo R, Yuan C, Petrik A, et al. Comparison of Treatment Outcomes for Fluoroscopic and Fluoroscopy-free Endourological Procedures: A Systematic Review on Behalf of the European Association of Urology Urolithiasis Guidelines Panel. Eur Urol Focus [Internet]. 2023 Nov 1 [cited 2024 Nov 3];9(6):938–53. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37277273/
73. Srivastava A, Singh S, Dhayal IR, Rai P. A prospective randomized study comparing the four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy. World J Urol [Internet]. 2017 May 1 [cited 2024 Nov 3];35(5):803–7. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27614706/
74. Ruhayel Y, Tepeler A, Dabestani S, MacLennan S, Petřík A, Sarica K, et al. Tract Sizes in Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review from the European Association of Urology Urolithiasis Guidelines

Panel. Eur Urol [Internet]. 2017 Aug 1 [cited 2024 Nov 3];72(2):220–35. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28237786/
75. Violette PD, Cartwright R, Briel M, Tikkinen KAO, Guyatt GH. Guideline of guidelines: thromboprophylaxis for urological surgery. BJU Int [Internet]. 2016 Sep 1 [cited 2024 Nov 3];118(3):351–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27037846/
76. Ürolitiyazis - Uroweb [Internet]. [cited 2024 Nov 3]. Available from: https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/guidelines
77. Seitz C, Desai M, Häcker A, Hakenberg OW, Liatsikos E, Nagele U, et al. Incidence, prevention, and management of complications following percutaneous nephrolitholapaxy. Eur Urol [Internet]. 2012 [cited 2024 Nov 3];61(1):146–58. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21978422/
78. Liu M, Chen J, Gao M, Zeng H, Cui Y, Zhu Z, et al. Preoperative Midstream Urine Cultures vs Renal Pelvic Urine Culture or Stone Culture in Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome and Urosepsis After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Endourol [Internet]. 2021 Oct 1 [cited 2024 Nov 3];35(10):1467–78. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34128382/
79. Wang Z, Feng D, Cao D, Zhang Y, Wei W. Comparison of safety and efficacy between single-tract and multiple-tract percutaneous nephrolithotomy treatment of complex renal calculi: a systematic review and meta-analysis. Minerva urology and nephrology [Internet]. 2021 [cited 2024 Nov 3];73(6):731–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33781020/
80. Honeck P, Wendt-Nordahl G, Krombach P, Bach T, Häcker A, Alken P, et al. Does open stone surgery still play a role in the treatment of urolithiasis? Data of a primary urolithiasis center. J Endourol [Internet]. 2009 Jul 1 [cited 2024 Nov 3];23(7):1209–12. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19538063/
81. Wang X, Li S, Liu T, Guo Y, Yang Z. Laparoscopic pyelolithotomy compared to percutaneous nephrolithotomy as surgical management for large renal pelvic calculi: a meta-analysis. J Urol [Internet]. 2013 Sep [cited 2024 Nov 3];190(3):888–93. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23454154/
82. External validation of GUY score system to predict... - Google Akademik [Internet]. [cited 2024 Dec 28]. Available from: https://scholar.google.com/scholar?hl=tr&as_sdt=0%2C5&q=External+validation+of+GUY+score+system+to+predict+treatment+success+and+complications+of+percutaneous+nephrolithotomy&btnG=
83. Peerapen P, Thongboonkerd V. Kidney Stone Prevention. Advances in Nutrition [Internet]. 2023 May 1 [cited 2024 Nov 10];14(3):555. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10201681/
84. Zhe M, Hang Z. Nephrolithiasis as a risk factor of chronic kidney disease: a meta-analysis of cohort studies with 4,770,691 participants. Urolithiasis [Internet]. 2017 Oct 1 [cited 2024 Nov 10];45(5):441–8. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-016-0938-x
85. Pan J, Chen Q, Xue W, Chen Y, Xia L, Chen H, et al. RIRS versus mPCNL for single renal stone of 2-3 cm: Clinical outcome and cost-effective analysis in Chinese medical setting. Urol Res [Internet]. 2013 Feb 23 [cited 2024 Nov

10];41(1):73–8. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-012-0533-8
86. Srisubat A, Potisat S, Lojanapiwat B, Setthawong V, Laopaiboon M. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) versus percutaneous nephrolithotomy (PCNL) or retrograde intrarenal surgery (RIRS) for kidney stones. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2014 Nov 24 [cited 2024 Nov 10];2014(11). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25418417/
87. Urolithiasis - Uroweb [Internet]. [cited 2024 Nov 10]. Available from: https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/guidelines
88. Ibis MA, Gokce MI, Babayigit M, Yitgin Y, Karagoz MA, Boyuk A, et al. Could retrograde intrarenal surgery be a safe and effective alternative to mini-percutaneous nephrolithotomy ın the management of relatively large (20–30 mm) stones? A critical evaluation. Int Urol Nephrol [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2024 Nov 10];54(9):2141–8. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s11255-022-03255-9
89. Ulvik Ø, Æsøy MS, Juliebø-Jones P, Gjengstø P, Beisland C. Thulium Fibre Laser versus Holmium:YAG for Ureteroscopic Lithotripsy: Outcomes from a Prospective Randomised Clinical Trial. Eur Urol [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2024 Nov 10];82(1):73–9. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35300888/
90. Panthier F, Doizi S, Lapouge P, Chaussain C, Kogane N, Berthe L, et al. Comparison of the ablation rates, fissures and fragments produced with 150 µm and 272 µm laser fibers with superpulsed thulium fiber laser: an in vitro study. World J Urol [Internet]. 2021 [cited 2024 Nov 10];39(6). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32253581/
91. Chai CA, Inoue T, Somani BK, Yuen SKK, Ragoori D, Gadzhiev N, et al. Comparing thulium fiber versus high power holmium laser in bilateral same sitting retrograde intrarenal surgery for kidney stones: Results from a multicenter study. Investig Clin Urol [Internet]. 2024 Sep 1 [cited 2024 Nov 10];65(5):451. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11390269/
92. Zhao Z, Sun H, Zeng T, Deng T, Liu Y, Zeng G. An easy risk stratification to recommend the optimal patients with 2–3 cm kidney stones to receive retrograde intrarenal surgery or mini-percutaneous nephrolithotomy. Urolithiasis [Internet]. 2020 Apr 1 [cited 2024 Nov 10];48(2):167–73. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-019-01134-0
93. Ibis MA, Gokce MI, Babayigit M, Yitgin Y, Karagoz MA, Boyuk A, et al. Could retrograde intrarenal surgery be a safe and effective alternative to mini-percutaneous nephrolithotomy ın the management of relatively large (20–30 mm) stones? A critical evaluation. Int Urol Nephrol [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2024 Nov 10];54(9):2141–8. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s11255-022-03255-9
94. Pan J, Chen Q, Xue W, Chen Y, Xia L, Chen H, et al. RIRS versus mPCNL for single renal stone of 2-3 cm: Clinical outcome and cost-effective analysis in Chinese medical setting. Urol Res [Internet]. 2013 Feb 23 [cited 2024 Nov 11];41(1):73–8. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s00240-012-0533-8

95. Vergamini LB, Ito W, Choi B N, Du HE, Sardiu ME, Neff D, et al. Holmium:yttrium-aluminium-garnet laser with MOSES technology is more efficient than thulium fibre laser in supine mini-percutaneous nephrolithotomy. BJU Int [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2024 Nov 11];134(2):276–82. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bju.16392
96. Çelik F, Demirdöğen Ş, Adanur Ş. Böbrek taşı tedavisinde fleksibl üreterorenoskopi ile lazer litotripsi sonrası enfektif komplikasyonları etkileyen faktörler. Endourology Bulletin [Internet]. 2021 Jul 31 [cited 2024 Nov 16];13(2):61–9. Available from: https://dergipark.org.tr/en/pub/endouroloji/issue/64330/969603
97. Yitgin Y, Altınkaya N, Turaliev N, Guven S, Ergul RB, Boyuk A, et al. Evaluation of the optimal duration for retrograde intrarenal stone surgery to prevent postoperative complications. Scott Med J [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2024 Nov 17];67(3):121–5. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35535417/
98. Jones P, Beisland C, Ulvik Ø. Current status of thulium fibre laser lithotripsy: an up-to-date review. BJU Int [Internet]. 2021 Nov 1 [cited 2024 Dec 31];128(5):531–8. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bju.15551
99. Qin P, Zhang D, Huang T, Fang L, Cheng Y. Comparison of mini percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy for renal stones >2cm: a systematic review and meta-analysis. International Brazilian Journal of Urology : Official Journal of the Brazilian Society of Urology [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2024 Nov 11];48(4):637. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9306366/
100. Wan C, Wang D, Xiang J, Yang B, Xu J, Zhou G, et al. Comparison of postoperative outcomes of mini percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. Urolithiasis [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2024 Nov 11];50(5):523. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9467966/
101. Gao XS, Liao BH, Chen YT, Feng SJ, Gao R, Luo DY, et al. Different Tract Sizes of Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy Versus Retrograde Intrarenal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Endourol [Internet]. 2017 Nov 1 [cited 2024 Nov 11];31(11):1101–10. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28950716/
102. De S, Autorino R, Kim FJ, Zargar H, Laydner H, Balsamo R, et al. Percutaneous Nephrolithotomy Versus Retrograde Intrarenal Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. Eur Urol. 2015 Jan 1;67(1):125–37.
103. Soderberg L, Ergun O, Ding M, Parker R, Borofsky MS, Pais V, et al. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery for treatment of renal stones in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2023 Nov 13 [cited 2024 Nov 16];2023(11). Available from: https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD013445.pub2/full
104. Lee JW, Park J, Lee SB, Son H, Cho SY, Jeong H. Mini-percutaneous Nephrolithotomy vs Retrograde Intrarenal Surgery for Renal Stones Larger Than 10 mm: A Prospective Randomized Controlled Trial. Urology. 2015 Nov 1;86(5):873–7.

105. EAU Guidelines on Urolithiasis - Uroweb [Internet]. [cited 2024 Nov 16]. Available from: https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/guidelines
106. Soderberg L, Ergun O, Ding M, Parker R, Borofsky MS, Pais V, et al. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery for treatment of renal stones in adults. Cochrane Database Syst Rev [Internet]. 2023 Nov 13 [cited 2024 Nov 16];2023(11):CD013445. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10642177/