

BÖLÜM 9

ÜRİNER SİSTEM TAŞ HASTALIĞINDA ENDOÜROLOJİK YAKLAŞIM MODALİTELERİ - GÜNCEL BİLGİLER

Mehmet YILMAZ¹

Salih Zeki SÖNMEZ²

GİRİŞ

Üriner sistem taş hastalığı antik dönemlerden beri insanoğlunu etkileyen ve bilinen en eski hastalıklardan biridir. Milattan önce 4800 yılında Mısır'da bulunan bir mezarda bir erkek iskeletinde mesane taşına rastlanmış, mesane taşı ameliyatlarının Hintliler tarafından yapıldığı milattan önce 1500'lü yıllarda yapılan arkeolojik çalışmalarla gösterilmiştir. Taşların yapısı ve nedenleriyle ilgili çalışmalar 19. yüzyıldan sonra yapılmaya başlansa da kesin nedenler hala tam olarak ortaya konulamamıştır. Bu anlamda yapılabilecek yeni epidemiyolojik çalışmalar taş hastalığının hem anlaşılmasında hem de tedavisinde bizleri yeni noktalara götürecektir.

1. ÜRETERORENOSKOPI

Üroloji, teknolojik gelişmelerin önemli ölçüde klinik pratiğe yansıdığı bir tıp biraştır. Bu değişimlerden belki de en büyük paya endoskopik yaklaşımlar sahip olmuştur. Üreterorenoskopi (URS), ureter veya pelvikaliksiyel sistemin, tanı veya tedavi amacıyla endoskopik olarak görüntülenmesine verilen addır. İlk olarak 1912'de dilate ureteri olan bir pediatrik hastanın renal pelvisine yanlışlıkla bir pediatrik sistoskopi yerleştirilmesi sonucu URS keşfedilmiştir (1). URS'nin bir sonraki gelişimi ise, 1956'da Hopkins tarafından, daha dar skopi çapları ve daha iyi ışık iletimi sağlayan, böylece endoskopik erişimi ve görüntü kalitesini iyileştiren çubuk lens silindir sisteminin icadıyla gerçekleşmiştir (2). Son olarak, 1980 yılında, ürolog Perez-Castro, Karl Storz ile birlikte, 12 F, 50 cm uzunluğunda, ayrı bir optik ve çalışma kanalı olan rijit bir skop olan ilk ureteroskopu üretmiştir (3). İlk

¹ Uzm. Dr., Bağıclar EAH, Üroloji Kliniği, drmehmetyilmaz@yandex.com

² Dr., Bağıclar EAH, Üroloji Kliniği, zekisonmez91@gmail.com

semi-rijit üreteroskop ise 1989'da piyasaya sürülüp ve görüntü bozulması olmadan dikey eksenenden 2 inç'e kadar fleksiyona izin verebildiği ve bu nedenle kırılma olasılığı daha düşük olması nedeniyle hızla rijid URS'nin yerini almıştır (2). Özellikle bu yıllardan sonra kullanılan aletlerin boyut olarak minyatürleşmesi, daha dayanıklı ve esnek olması, aynı zamanda kullanılan kameraların görüntü kalitelerinin artması hem fleksible hem de rigid URS'lerin endoskopik tanı ve tedavide yaygın olarak kullanılmasına önemli ölçüde katkıda bulunmuştur.

Tarihsel olarak bakıldığında lazer litotriptörlerin yardımıyla gerçekleştirilen URS genellikle üreteral taşların ve küçük böbrek taşlarının tedavisinde şok dalga litotripsiye (SWL) alternatif olarak kullanılan ve büyük böbrek taşlarında oldukça kısıtlı kullanıma sahip bir yöntem olarak değerlendirilmekteydi (4). Bugün gelinen noktada yapılan retrospektif çalışmalar URS sonuçlarının hem taşsızlık hem de komplikasyon oranları açısından perkütan nefrolitotomi (PNL) ve SWL ile yarışabilir düzeyde hatta bazı çalışmalarda taş boyutuna bağlı olarak daha üstün olduğunu göstermektedir (5-6).

1.1. URS Endikasyonları

Hızla gelişen teknoloji sayesinde endoskopik ürolojik prosedürlerin kapsamı genişlemektedir. URS hem tanısal hem de terapötik rollere sahip olduması nedeniyle, taş hastalığı, üreter darlıkları ve üreter tümörleri gibi bir dizi durumu yönetmek için güvenle kullanılabilir (7). 8 F ve altındaki üreteroskop güvenli kabul edilmekte ve daha dar lümenli skopların geliştirilmesi daha fazla hastanın endoskopik olarak yönetilmesini sağlamaktadır.

URS'lerin kullanım endikasyonları aşağıdaki gibi sıralanabilir (8, 9).

- üreter taşları tedavisi
- böbrek taşları tedavisi
- endoüreterolitotomi
- endopiyelotomi
- üreter ve böbrek toplayıcı sistem tümörlerinin endoskopik tanı ve tedavisi
- üst üriner sistem yabancı cisimlerinin çıkarılması
- üst toplayıcı sistem anormal radyolojik görüntülemelerinin değerlendirilmesi
- üst üriner sistem kaynaklı hematürilerin ve pozitif sitolojilerin değerlendirilmesi

1.2. URS Tekniği

Üriner sistemde yapılan endoskopik işlemler ilk olarak üreteral giriş ile başlar. Öncelikle semi-rigid URS ile orifis tespit edilir ve kılavuz telin yardımıyla floroskopi eşliğinde orifisten giriş gerçekleştirilir. Avrupa Üroloji Birliği (EAU) kılavuzunda

da üreteral girişlerde güvenlik telinin kullanımı önerilmektedir. Bunların yanında operasyon balon ve plastik dilatatörlerin de işlem öncesi hazır bulundurulması kılavuzda önerilmektedir (9). Genellikle güvenlik teli üretere yerleştirildikten sonra URS çevrilir ve intramural üreteral giriş bu şekilde sağlanır (çadır yöntemi). Tek güvenlik teli ile bu giriş sağlanamadıysa ikinci bir güvenlik teli kullanılır ve iki tel arasından giriş sağlanır (raid-road yöntemi) (10, 11). URS'nin girişine engel bir darlık varsa gene floroskopi eşliğinde balon kateter dilatasyonu gerçekleştirilerek URS girişi gerçekleştirilmeye çalışılabilir. Bu işlemlerin başarısız olduğu durumda ise JJ stent takılarak 7-14 gün sonra işlemin gerçekleştirilmesi yapılabilir (10, 11). Üreteral giriş sonrası anatomik yapıya uygun olarak proximal üretere kadar URS ile ilerlenir. Fleksible URS ile devam edilecek vakalarda öncelikle rigid URS proksimal üretere kadar çıkılması da dilatasyon sağlanması açısından faydalı olacaktır (12).

1.3. Kullanılan Yardımcı Aletler

Hızla URS'ler rijit ve flexible olmak üzere 2 gruba ayrılırlar. Bunun yanında URS'nin gerçekleştirilmesi için birçok yardımcı alet de beraber kullanılmaktadır. Bunlar üreteral kateterler, üretral stentler, kılavuz teller, üreteral dilatatörler, kavrama-tutma-alma aletleri, taş migrasyon engelleyen aletler olarak sınıflandırılabilirler. Aynı zamanda çeşitli özelliklerde kameralar ve intrakorporeal litotriptörler de mevcuttur (8, 11, 12).

Üreteral kateterler, drenaj sağlanması, kontrast madde efüzyonu, üreteral dilatasyon gibi çeşitli görevlerde kullanılır. Çeşitli boyları (70-135 cm), çapları (3-10f) ve uç (koni, zeytin, açık, boru, spiral) yapıları bulunmaktadır. Tek veya çift lümenli yapıda olabilirler. Genellikle poliüretandan üretilirler (13).

Üreteral stentler üriner darlıkların dilatasyonunu, böbrek ve üreter taşı cerrahilerinin sonrasında üriner sistem drenajını sağlar. Çeşitli boy (14-32 cm), çap (3-8f), sertlik, uç (pigtail, double J) ve kaplama malzemelerine (karbon, hidrofilik, heparin) sahiplerdir. Poliüretan veya silikondan üretilirler (13, 14).

Kılavuz teller, üreteroskopi sırasında giriş, rehberlik ve güvenlik amacıyla endoskopik işlemlerde kullanılırlar. Çeşitli kaplama materyalleri (PTFE, nitinol, hidrofilik polimer) ve kor materyalleri (paslanmaz çelik, nitinol, tirtion) içerebilirler. Boy ve çapları değişken olmakla beraber düz ve açılı olmak üzere çeşitli uçlara sahiptirler (15).

Üreteral dilatörler ise üreteral lümeninde görülen darlık durumlarında girişe izin verilmeyen durumlarda darlığın geçilmesi amacıyla kullanılırlar. Teflon ve poliüretandan üretilirler. Aynı zamanda üretilen erişim kılıfının yeterli genişlik olmadığı için ilerlemediği durumlarda uygulanan balon dilatörler de mev-

cuttur. Bu dilatörlerin içlerinden kılavuz telin geçmesini sağlayan lümenleri mevcut olup, 20-30 atmosfer basıncına ulaşabilirler. Çapları değişken olup (3-8f) şişirildiklerinde 30F kalınlığa kadar ulaşabilirler. 30-150 cm arasında uzunluğa sahiptirler (13, 14).

Basket ve forseps gibi taşların malipulasyonunda kullanılan aletler ise yakalama, tutma ve yabancı cisimlerin toplayıcı sistem dışına alınmasında görev alırlar. Düz ve filiform uçlu helikal Dornier basketler, Segura tasarımı paslanmaz çelikten oluşan 4 düz telden oluşan basketler ve uçsuz tasarımlı ve nitinolden oluşan basketler üriner sistem taş cerrahilerinde kullanılan yardımcı aletlerdirler (14, 16). Avrupa Üroloji Birliği Klavuzunda flexible URS'lerde sadece nitinol basketlerin kullanımı önerilmektedir (9). Bunların yanında Stonecone ve N-trap gibi sıkı dokunmuş nitinol tellerden oluşan ve amacı taş migrasyonunu önlemek olan yardımcı aletler de mevcuttur (17).

1.4. İntrakorporeal Litotriptöler

URS ve fleksible URS cerrahilerinde en etkin taş kırma yöntemi holmium: yttrium-aluminium-garnet (Ho:YAG) lazer olarak kabul edilmektedir (18). Sıvı tarafından enerjisi iyi absorbe olur ve perforasyon riski düşüktür. Enerjisi taş tarafından direkt absorbe edilir ayrıca yarattığı vaporizasyon baloncuğu ile taşı ayrıştırır. Tüm taş türlerine etkili olduğu gösterilmiştir (19). Thulium fiber lazer (TFL) de taş hastalığında gelecek vaat eden bir role sahiptir. Ho:YAG lazer (holmium) lazer ile karşılaştırıldığı çalışmalarda iyi klinik sonuçlar sunmaktadır fakat maliyet dezavantajına sahiptir (20). Bununla birlikte, bu iki modalite arasında daha fazla karşılaştırmalı klinik çalışmalara ihtiyaç olduğu ortaya konmuştur (21).

1.5. URS İle Taş Tedavi Yaklaşımı

SWL ile karşılaştırıldığında, URS'nin hızlı gelişimi, özellikle SWL öncesi stent yerleştirilmesi gereken (> 1,5 cm) veya SWL için çok büyük (> 2 cm) olarak kabul edilen çoğu üreter taşının tedavisine olanak sağlamıştır (8- 12). Günümüzde distal üreterin taşlarında (iliak çaprazına kadar) semi-rigid URS kullanımı önerilmekte, bunun üzerindeki taşlarda flexible URS kullanımı önerilmektedir (22, 23). Semi-rigid URS'ler, görüş alanı ve taş yaklaşımı uygunsa, seçilmiş pelvis taşları için kullanılabilir, aksi halde pelvikalisiyel sistemdeki taşlar için genellikle fleksible URS kullanılması gereklidir (7, 24). Ayrıca, taş-cilt mesafesinin fazla olması nedeniyle SWL için uygun olmayan obez hastalarda da URS yapılması önerilmektedir (7, 8).

Prosedüre başlamadan önce, fragmantasyon aleti ve kılavuz tel, basketler ve stentler gibi diğer yardımcı aletler hazır bulundurulmalıdır. Ekipman uygun şe-

kilde seçilmeli, lazer ayarları taşın özelliklerine göre ayarlanmalı ve daha büyük boyutlu şaftların irigasyon sıvısının akışını azaltacağı ve cerrahın görüşünü etkileyebileceği göz önünde bulundurularak doğru boyutta yardımcı aletler seçilmelidir (10- 12). Lazer ile taş fragmentasyonunda üstünlüğü kanıtlanmış bir teknik olmamakla beraber ve taşların dusting (toz haline getirme) veya fragmanlara ayrılması seçimi cerrahın tercihinine bağlıdır (18).

Üreter taşlarının endoskopik tedavisinde taşlar tamamen temizlenmeli, taş fragmanları yardımcı aletlerle alınmalıdır (9, 17). Üreterorenoskopi öncesi rutin stent konulması sadece yüksek riskli olgularda önerilmektedir (9).

Semi-rijid URS'lerin, distal üreter taşlarında taşsızlık oranları %95 olarak bulunmuştur (23). Çünkü bu taşlara fleksible URSlere oranla erişim daha kolaydır ve taş fragmanlarının proksimal üretere migrasyonu daha az olasıdır (24). Semi-rijid URS'lerin bir diğer bir avantajı, işlem sırasında daha iyi görüş sağlayan gelişmiş akışa ve biraz daha yüksek irigasyon basınçlarına izin veren daha geniş çalışma kanalıdır (24). Genel olarak, çalışmalarda fleksible ve semirigid URS'ler arasında komplikasyon oranlarında anlamlı bir fark olmadığını bulmuştur, bu nedenle cerrah kullanacağı enstrümanın seçimini, taşın yeri, operasyon maliyeti ve kişisel deneyimine göre değerlendirmelidir (22, 23).

2. PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ

Üriner sistem taş cerrahisinde daha az invaziv yöntemlerin hedeflenmesi bugün ürolojik gelişmelerin en önemli çıkış kaynağını oluşturmaktadır. İlk olarak 1941 yılında Rupel ve Brown, açık cerrahi sırasında böbrek içerisine rigid sistoskop ile bakarak bilinen ilk nefroskopiye uygulamışlar, 1955 yılında ise Goodwin hidronefrotik böbreğin toplayıcı sistemine iğne yerleştirerek ilk nefrostografiyi çekmiş ve devamında ilk nefrostomiye yerleştirmiştir. Fernström ve Johansson tarafından ise ilk kez 1976 yılında açık cerrahiye uygun olmayan 3 hastaya uygulanan perkütan nefrolitotomi (PCNL) tedavisi yayınlanmış, daha sonrasında Amerika Birleşik Devletleri'nde Arthur Smith ve Almanya'da Peter Alken tarafından seçilmiş birçok hastalarda da bu yöntem öncülük etmiştir (25, 26). Bir dönüm noktası niteliğindeki bu yeni teknik, endoürolojinin de doğuşu olarak kabul edilmektedir. 2000 yılından bu yana PCNL, çoğu ülkede kompleks böbrek taşları için açık cerrahiye geçersiz kılmıştır (27).

1980'li yıllarda ekstrakorporeal şok dalga litotripsi (ESWL) tedavisi ile ilgili çalışmaların popüler olması nedeniyle bir süre PCNL geri planda kalmış olsa da sonraki dönemde ESWL'nin tüm taşlar için uygun olmadığı anlaşılmaması sonucunda PCNL tekrar popüleritesini kazanmıştır (26). Açık cerrahi yaklaşımlara

göre perkütan nefrolitotomi, özellikle son yıllarda kullanılan görüntüleme sistemleri ve aletlerinin teknolojik gelişimine paralel olarak düşük morbidite, maliyet ve hastanede kalış süresinin kısa olması nedeniyle birçok merkezde açık cerrahinin yerini almıştır (28). Artık büyük böbrek taşları için PNL hem yetişkinlerde hem de çocuklarda standart bir müdahale olarak onaylanmıştır. Avrupa üroloji birliği (EAU) taş hastalığı tedavisi için kılavuzda 2 cm üzerindeki böbrek taşlarının taşların tedavisinde PCNL'yi ilk tercih olarak önermektedir (9). Amerika Üroloji Birliği (AUA) ise staghorn kalkkülerin tedavisinde PCNL'yi önermektedir (29).

24 -30 F standart akses çapı olarak kabul edilse de, daha küçük girişim kılıfları (<18 F) son zamanlarda piyasaya çıkmış ve çocuk hastaların yanı sıra erişkinlerde de kullanılmaya başlanmıştır.

2.1. Perkütan Nefrolitotomide Teknik Gelişmeler

2.1.1. Pozisyon

PCNL'de prone pozisyonu geleneksel yöntem olarak kabul edilmekte ve yıllardır kullanılmaktadır. Kullanılan bir diğer önemli teknik olan supin pozisyonu ise ilk olarak Valdivia Uria ve arkadaşları tarafından tanımlanmış, pozisyona bağlı yaralanmalarda daha az risk oluşturması ve hastanın yüzüstü pozisyona döndürülmesi için gereken ekstra süreyi ortadan kaldırmasıyla ön plana çıkmıştır (30, 31). Supin pozisyonu, CROES verilerine göre şu anda dünya çapında merkezlerin %20 'sinde kullanılmaktadır (32). Bu yöntemin solunumsal veya kardiyak problemleri olan hastalara daha uygun olduğu savunulmaktadır (31). Aynı zamanda trakt ve ulaşım kılıfın aşağı yönde olması, fragmanların spontan drenajına yardımcı olduğu ve bu düşük basınçlar daha az sıvı absorpsiyonu ile sonuçlanabildiği önerilmektedir (31, 32). Supin pozisyonda alt ve üst kaliks eksenleri arasındaki açının daha geniş olması nedeniyle, bu pozisyonda alt pol ponksiyonu yoluyla üst kalikse ulaşmak prone pozisyonuna kıyasla çok daha kolay gerçekleşebildiği savunulmaktadır (33). Supin tekniğinin bir diğer önemli avantajı ise, operatörün PCNL sırasında kombine antegrad ve retrograd prosedürleri gerçekleştirmesine olanak sağlamasıdır.

Yine de bahsedilen bu avantajların, ameliyat sürelerinin daha kısa olduğunun gösterildiği bazı çalışmalar dışında, geleneksel prone yöntemiyle karşılaştırıldığında klinik anlamda bir üstünlüğünün olduğu gösterilememiştir (31, 32, 34, 35). Bununla birlikte, kısıtlı çalışma alanı, üst pol ponksiyonunun gerçekleştirilmesindeki zorluk ve bu sınırlamanın üstesinden gelmek için bazı durumlarda tamamlayıcı fleksibl nefroskopiye gerektiren zor rijit nefroskop manipülasyonu gibi dezavantajlar supin pozisyonunun evrensel kabulünü sınırlamıştır (30-35).

2.1.2. Böbreğe Ulaşmada Kullanılan Yöntemler

Güvenli perkütan renal erişim elde etmek, iyi bir PCNL'nin ayırt edici özelliğidir. Erişim sağlamak için standart yöntemler, ürologlar veya radyologlar tarafından gerçekleştirilen floroskopik veya ultrason kullanımını içerir. Standart kullanım-daki dilatasyon teknikleri arasında Amplatz dilatasyonu, metal teleskopik dilata-syon ve balon dilatasyonu yer alır (36). Son yıllarda, az sayıda cerrah retrograd veya antegrad ponksiyonları kolaylaştırmak için endoskopik kılavuzlu giriş (EGA) gibi alternatif teknikler de uygulamaktadır (37).

2.1.3. Pcnl'de Miniyatürizasyon

Perkütan girişle ilgili komplikasyonları ve traktın boyutuyla ilişkili morbiditeyi azaltma arzusu, PCNL'de daha küçük kalibreli aletlerin kullanımının hedeflenmesini sağlamıştır. 24-30F traktlardan 5F traktlara kadar çeşitli boyutlarda aletlerin kullanımı mevcuttur. Daha küçük enstrümanların kullanımının böbreğe daha az baskı uyguladığı ve standart 30F enstrümanlara kıyasla daha az kanamaya neden olduğu görülse de, bugüne kadar, minimal invaziv PCNL ile standart PCNL'yi karşılaştıran çoğu çalışmada, sonuçlarda önemli farklılıklar gösterilmemiştir (30, 38, 39).

2.1.3.1. Mini-Perkütan Nefrolitotomi (Mini-PCNL)

Mini-PCNL setlerinde 15, 18, 19.5 veya 24F boyutlarında erişim kılıfları mevcuttur. Diğer minimal invaziv perkütan nefrolitotomi yöntemleri ile karşılaştırıldığında en önemli avantajlarından biri fleksibl nefroskop kullanımının mümkün olmasıdır. Mini-PCNL, standart yöntemle karşılaştırıldığında daha az postoperatif analjezik kullanımı ile daha az komplikasyon oranı ve daha az kanama yönünde bir eğilim göstermektedir. Tüm bunların yanı sıra standart PCNL ile karşılaştırıldığında daha üstün nefron koruyucu özelliği çalışmalarda ortaya konulamamıştır (40). Ayrıca standart yöntemle göre daha uzun ameliyat süresi ve daha düşük taşsızlık oranları gösterilmiştir (41). RIRS'a göre avantajı ise daha iyi bir taşsızlık oranı sağlaması, üreteral stent gereksiniminin olmaması ve fleksibl URS gibi temini ve bakımı daha zor olabilen endoürolojik ekipmanla ilgili maliyetin azalması olabilir (42, 43).

2.1.3.2. Ultramini-Perkütan Nefrolitotomi

Ultramini-PCNL'de, 3.5F miniyatür nefroskop barındıran bir 6F iç kılıf ve 13F dış kılıf kullanılır. Taşların fragmentasyonu lazer yardımıyla gerçekleştirilir, ancak fragmanların alınması ve irrigasyon amacıyla bir yan kanal kullanılır. Bu teknik ile ilgili deneyimler kısıtlı sayıda merkezle sınırlıdır (44).

2.1.3.3. Mikro-Perkütan Nefrolitotomi (Mikro-PCNL)

Bader ve arkadaşları, 2011 yılında içinden mikro-optik geçen 4.85F kalınlığında taş görüşü sağlayan bir iğne kullanılarak renal akses yaptıklarını bildirmeleri sonrasında bu yöntem ilk defa ortaya konmuştur. Sonrasında Desai ve arkadaşlarının aynı sistemi kullanarak perkütan akses yapmaları ve lazer iğnesinin proksimal kısmına yerleştirilen bir aparat içinden toplayıcı sisteme sokulan lazer probu ile taş fragman pozisyonunu sağlanması sonucu ilk kez uygulanmıştır (45). Bu yöntem ile dilatasyona gerek duyulmadan Toplayıcı sisteme giriş sonrası taşlar lazer ile fragmente edilip, pasaja bırakılıp nefrostomi konulmadan işlem sonlandırılmaktadır. 1.5 cm'den küçük taşların tedavisi için mikro-PCNL ile RIRS'yi karşılaştıran daha sonraki bir randomize kontrollü çalışmalarda, taşsızlık oranları açısından fark bulunmamıştır fakat bunun yanında mikro-PCNL daha fazla kan kaybı, artan ağrı ve daha fazla analjezik kullanımı ile ilişkilendirilmiştir (46). Ayrıca Mikro-PCNL'nin diğer bir dezavantajı, kanama nedeniyle görüşün azalması ve standart veya mini-PCNL'ye dönülme riskidir. Diğer dezavantajları ise taşların küçük çalışma kanalından alınamaması, sadece holmiyum lazer kullanılarak toz haline getirilebilmeleri ve skoptan böbrek içi basıncını azaltabilecek bir çıkışın bulunmamasıdır (45, 47, 48).

Genel olarak, mikro ve ultramini PCNL yaklaşımların rutin bir yere sahip olup olmayacağı ve daha az invaziv olan ve perkütan erişim becerileri gerektirmeyen RIRS kullanımını geçip geçemeyeceği henüz görülmemiştir. Fleksibl URS ile erişilemeyen ancak standart bir PCNL için yeterince büyük olmayan 1 - 1,5 cm'lik alt pol taşlarının tedavisinde önemli bir role sahip olabilirler (46). Ayrıca, bu aletlerdeki yeniliklerin özellikle pediatrik hastalarda fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

2.2. Perkütan Nefrolitotominin Sonlandırılması

PCNL'de, operasyonun sonlandırılmasını takiben yapılan prosedürün standart bir aşaması olarak nefrostomi tüpü yerleştirilmektedir. Bu işlem özellikle böbrek içinde rezidü taş fragmanlarının kalması, hemostaz sağlanmasının amaçlanması, üriner ekstravazasyon engellenmesi, böbreğin drenajının sağlanması ve aynı yerden tekrar giriş yapılması gerekliliğinde avantaj sağlamaktadır. Bunların yanı sıra, nefrostomi tüpünün kullanımı post-op dönemde ağrıyı arttırmakta, analjezik gereksinimini arttırmakta yatış süresi ve toplam maliyeti arttırmaktadır (49).

Günümüzde seçilmiş hastalarda nefrostomi tüpü takılmadan da işlemin sonlandır olabileceği fikri mevcuttur. Tüpsüz teknik kullanmanın başlıca nedenleri postoperatif ağrıyı, analjezik gereksinimini ve yatış süresini azaltmaktır. Çok sayıda çalışma, komplikasyonsuz vakalarda tüpsüzlüğün komplikasyonlarda artışa yol açmadığını göstermiştir (49, 50). Günümüzde nefrostomi tüpü kullanılmayan

fakat internal drenaj için bir double-J stent veya açık uçlu üreter kateteri takılan tüpsüz PCNL ve hem nefrostomi hem de internal drenaj kateteri kullanılmayan total tüpsüz PCNL olarak 2 gruba ayrılmaktadır. Total tüpsüz yöntemin amacı, üreteral stenti çıkarmak için ikinci bir prosedüre gereksinimin ortadan kalkmasının yanı sıra stente bağlı morbiditeden kaçınmaktır.

Tüpsüz PCNL için kontrendikasyonlar, masif kanama, büyük toplayıcı sistem perforasyonu, enfeksiyon taşları ve birden fazla girişin yapıldığı operasyonlardır. Göreceli kontrendikasyonlar ise, staghorn taşları ve rekonstrükte idrar yolu olan hastalardır. Araştırmacılar, hemostatik ve biyolojik ajanların kanamayı veya idrar kaçağını önlemedeki rolünü değerlendirmişlerdir, ancak bu ajanların rutin kullanımı gereksiz ve maliyetli olduğu ortaya konmuştur (51).

Çalışmalar ve araştırmalar göstermektedir ki gelecekte de PCNL için, mükemmel erişim tekniği arayışı devam edecektir. Preoperatif planlama, ve ulaşım kolaylığı açısından üç boyutlu (3D) modellerin kullanımı dahil olmak üzere rutin olarak üç boyutlu BT planlamasını yapılabilir (52). Enstrümantasyon açısından intrarenal artan akışı emme gücünün yüksek olması nedeniyle, daha fazla mini-PCNL tercih edilebilir. Bununla birlikte, daha büyük boyutlu taşlar için, kombine ultrasonik/balistik cihazlar için daha uygun olabilir ve yardımcı cihazlardaki gelişimler büyük önem kazanacaktır (53). Perkütan nefrolitotomi büyük ve kompleks taş tedavisinde standart yöntem olarak anılmasına rağmen maksimal taşsızlık morbidite ayağını, minimal morbidite ise rezidü taş ve ek prosedür gerekliliğini artırdığı için minimal morbidite ve komplet taşsızlık için teknolojik yöntemlerin kombinasyonu PNL- ECIRS kavramını ortaya çıkarmıştır (54-56). Flexible URS ile antegrad ve retrograd yaklaşım ve laser teknolojisindeki gelişmelerin prosedüre eklenmesi PNL işleminden pozitif beklenti yönüne önemli katkı sağlamıştır. Teknolojik gelişmelerin endo-ürolojiye hızlı eklenmesi ve artan cost effektivite PNL için her gün daha ümit verici görünmektedir.

3. RETROGRAD İNTRARENAL CERRAHİ (RİRC)

Günümüzde teknolojinin ilerlemesi sonucunda flexible üreterorenoskoplar, ürolojik tanı ve tedavi modalitelerinde her geçen gün önemini arttırmıştır. Bu anlamda retrograd intrarenal cerrahi (RİRC) böbrek ve üreter toplayıcı sisteminde bulunan benign ve malign patolojilerin tanısında ve tedavisinde kullanılan önemli bir cerrahi yöntem haline gelmiştir (57). Taş hastalığı, ürotelyal karsinom ve pelvik bileşke darlığı gibi birçok endikasyonda kullanımı mevcut olan RİRC'in bu bölümde özellikle retrograd flexible nefrolitotripsi (RFNL) tekniği ve bu alandaki yeniliklerden bahsedilmiştir.

1964 yılında Marshall tarafından sadece pasif defleksiyona sahip olarak kullanılan ilk üretroskop, daha sonralarda Takayasu tarafından ilk defa başarılı bir şekilde insanlar üzerinde denenmiştir (58). Bugün bildiğimiz haline yakın ilk fleksibl üretroskop ise 1987 Demetrius Bagley tarafından kullanılmış ve üst üriner sisteme ulaşılmıştır (59). Kullanılmaya başladığı ilk zamanlarda dar defleksiyon açısı, düşük çözünürlük, üreteral yerleştirmede zorluklar ve irrigasyon eksikliği gibi birçok eksik noktası bulunsa da 1990 sonrasında fiber optik teknolojinin kullanımı ile daha üstün görüntü ve ışık aktarımına sahip olmuş, dış çapının azalması, görüş alanının artması, çift taraflı defleksiyon özelliğine sahip olması kullanım açısından önemli kolaylıklar sağlamıştır (2). 2000'lerin sonrasında ise petek-si-noktalı görünümüne sahip klasik fiberoptik üreteroskoplarla karşılaştırıldığında daha yüksek görüntü kalitesine sahip dijital fleksibl üreteroskoplar kullanıma geçmiştir. Bu önemli gelişme, RIRC sürelerinde anlamlı kısaltmalar sağlanmıştır (60).

Bunların yanında bir diğer önemli gelişme ise tek kullanımlık fleksible ureteroskopların kullanıma sunulması olmuştur. Tek kullanımlık dijital fURS'ler, görüntü kalitesi ve manevra kabiliyeti açısından standart-dijital tekrar kullanılabilir fURS'lerle karşılaştırılabilecek seviyede etkinlik göstermekte, yapılan çalışmalarda da perioperatif komplikasyon oranlarında ve taşsızlık oranlarında istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmadığı göze çarpmaktadır (61, 62). Düşük hacimli endoüroloji merkezlerinde seçilmiş hastalar üzerinde kullanımları, yeniden kullanılabilir fURS'lerin onarımı ile ilgili maliyetleri sınırlaması açısından önemlidir. Klinik sonuçların ve fayda/maliyet analizlerinin randomize kontrollü deneyler şeklinde daha detaylı değerlendirilmesi, tek kullanımlık fURS'nin günlük endoürolojik uygulamada yerini güvenilir bir şekilde oluşturup oluşturamayacağını belirleyecektir.

Son EAU kılavuzuna göre, böbrek taşlarının aktif müdahale endikasyonları şunlardır: semptomatik taşlar (örn. ağrı veya hematüri), > 15 mm taşlar, takip seçeneğinin olmadığı < 15 mm taşlar, taşa bağlı onstruksiyon, taş oluşumu, taş oluşumu için yüksek riskli hastalarda taş mevcudiyeti, enfeksiyon, hasta tercihi, komorbidite, hastanın sosyal durumu (örn. meslek veya seyahat), tedavi seçimi (9). AUA kılavuzunda, taş büyümesi, taş ilişkili enfeksiyon ve mesleki nedenler gibi belirli durumlarda da asemptomatik taşlar için taş tedavisi önerilmektedir (63). Aynı zamanda semptomatik taş veya taşa bağlı obstrüksiyon görülen hastalarda cerrahi tedavi endikedir (9, 63).

Taş tedavisinde, tedavi yönteminin seçimi, taşın boyutu, yeri, taşın bileşenleri, toplayıcı sistem anatomisi ve komplikasyon oranı, hasta komorbiditesi, hasta tercihi, mevcut teknik ekipman ve ekonomik faktörler gibi diğer birçok nokta değer-

lendirilerek ele alınır. ESWL ve fURS, <10 mm böbrek taşı için birinci basamak tedavi seçenekleri olarak kılavuzlarda önerilmektedir (9, 63). 10–20 mm alt pol olmayan böbrek taşı için ESWL, fURS ve perkütan nefrolitotomi (PCNL) klinisyenlerin sunması gereken tedavi seçenekleridir. 10–20 mm alt pol böbrek taşları için ESWL etkinliği sınırlı olması nedeniyle hastalara PCNL veya fURS önerilir. Günümüz kılavuzlarında 2 cm'den büyük taşlarda PCNL ilk tedavi seçeneği olarak sunulmaktadır (9, 63). Yapılan birçok çalışmada, yeni jenerasyon daha küçük çapa ve çift taraflı defleksiyona sahip flexible üreteroskopların 2 cm'den büyük taşların tedavisinde de kullanılabileceği gösterilmiştir (5, 64). Artmış operasyon süresi ve ek müdahale gereksinimi RIRC dezavantajları olarak karşımıza çıksa da, PCNL ile karşılaştırıldığında daha az invaziv olması, daha az hastanede kalış süresine sahip oluşu, daha az kanama oranları önemli avantajlar olarak değerlendirilebilir. Ayrıca RIRC ile çoklu seanslar sonrasında PCNL ile benzer başarı sonuçları bildirilmiştir (5, 64). Gelecek yıllarda sadece küçük taşların tedavisinde değil, 2 cm üzerindeki taşlarda veya koraliform taşlarda da fleksibl URS kullanımının tek başına veya PCNL ile beraber kullanımının yaygınlaşabileceği söylenebilir (65).

Fleksibl üreteroskopinin yaygınlaşmasıyla beraber pediatrik grup hastalarda da RIRC uygulanmaya başlamıştır. Minimal invaziv PCNL tekniklerinde de bir artış olmasına rağmen, deneyimli bir merkezde uygulandığında URS'nin de maliyet, taşsızlık, morbidite açısından önemli avantajlara sahip olduğu olduğu ve geniş bir hasta grubunda uygulandığı görülmektedir (66). Güncel kılavuzlarda ESWL'nin yetersiz kaldığı sınırlı durumlarda ikincil tedavi planı olarak önerilse de gelecek yıllarda teknolojik gelişmeler ve klinik deneyimin ilerlemesi ile RIRC pediatrik hasta grubunda daha sık kullanılacağı öngörülmektedir.

Balistik veya ultrasonik litotripsi problemleri bu cihazların kırılabilir çalışma kanallarına uymaması nedeniyle bugüne kadar böbrek taşlarının tedavisinde holmium lazer, fleksibl üreteroskopi alanındaki tek etkili ve akılcı yol olarak kullanılmıştır. Yeni SuperPulse Thulium lazer teknolojisinin ise, taşın çok küçük fragmanlara ayrılmasında yüksek başarı oranı ve ihmal edilebilecek seviyede geri tepme etkisine sahip olması nedeniyle gelecekte daha çok kullanımda olabileceği söylenebilir (67). Fragmentasyon sonrası taşların çıkarılmasında ise uçsuz nitinol basketler standart enstrümanlar olarak kullanılmaktadır. Nitinol basketlerin avantajları, esneklikleri ve fragman ekstraksiyonu sırasında skopa ve intrarenal boşluklara zarar vermemeleridir (65). Bu konuda başka bir çalışma ise taş fragmanlarını mikropartiküller ve magnet kullanılarak çıkarıldığı çalışmadır (68, 69). Çalışmada kalsiyum oksalat taş fragmanları mikro partikül içeren bir solüsyonla kaplanmasını takiben magnetik özellik kazanmış ve bu fragmanlar sistoskopun

çalışma kanalından sokulan bir magnet ile ekstrakte edilmiştir. Nitinol basketler ile yapılan taş ekstraksiyonu ile karşılaştırıldığında magnet kullanımının süreyi %53 oranında azalttığı gösterilmiş ve hali hazırda deneysel bir çalışma olarak karşımıza çıksa da gelecekte kullanılması açısından umut vadeden bir yöntem olarak sunulmuştur (69).

KAYNAKLAR

1. Johnston WK 3rd, Low RK, Das S. The evolution and progress of ureteroscopy. *Urol Clin North Am.* 2004;31 (1):5-13. doi:10.1016/S0094-0143 (03)00100-9
2. Basillote JB, Lee DI, Eichel L, Clayman RV. Ureterscopes: flexible, rigid, and semirigid. *Urol Clin North Am.* 2004;31 (1):21-32. doi:10.1016/S0094-0143 (03)00094-6
3. Rassweiler J. A landmark paper for endourology. *Eur Urol.* 2006;50 (3):395. doi:10.1016/j.eururo.2006.06.032
4. Antonelli JA. Innovations in surgical stone disease. *Curr Opin Urol.* 2016;26 (3):240-247. doi:10.1097/MOU.0000000000000286
5. Akman T, Binbay M, Ozgor F, et al. Comparison of percutaneous nephrolithotomy and retrograde flexible nephrolithotripsy for the management of 2-4 cm stones: a matched-pair analysis. *BJU Int.* 2012;109 (9):1384-1389. doi:10.1111/j.1464-410X.2011.10691.x
6. Zengin K, Tanik S, Karakoyunlu N, et al. Retrograde intrarenal surgery versus percutaneous lithotripsy to treat renal stones 2-3 cm in diameter. *Biomed Res Int.* 2015;2015:914231. doi:10.1155/2015/914231
7. Whitehurst LA, Somani BK. Semi-rigid ureteroscopy: indications, tips, and tricks. *Urolithiasis.* 2018;46 (1):39-45. doi:10.1007/s00240-017-1025-7
8. Geavlete P, Multescu R, Geavlete B. Pushing the boundaries of ureteroscopy: current status and future perspectives. *Nat Rev Urol.* 2014;11 (7):373-382. doi:10.1038/nrurol.2014.118
9. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam, 2022. ISBN 978-94-92671-16-5
10. Rukin NJ, Somani BK, Patterson J, et al. Tips and tricks of ureteroscopy: consensus statement Part I. Basic ureteroscopy. *Cent European J Urol.* 2015;68 (4):439-446. doi:10.5173/cej.2015.605a
11. Rukin NJ, Somani BK, Patterson J, et al. Tips and tricks of ureteroscopy: consensus statement. Part II. Advanced ureteroscopy. *Cent European J Urol.* 2016;69 (1):98-104. doi:10.5173/cej.2016.605b
12. Sprunger JK, Herrell SD 3rd. Techniques of ureteroscopy. *Urol Clin North Am.* 2004;31 (1):61-69. doi:10.1016/S0094-0143 (03)00093-4
13. Ambani SN, Faerber GJ, Roberts WW, Hollingsworth JM, Wolf JS Jr. Ureteral stents for impassable ureteroscopy. *J Endourol.* 2013;27 (5):549-553. doi:10.1089/end.2012.0414
14. Rosenberg BH, Averch TD. Ancillary instrumentation for ureteroscopy. *Urol Clin North Am.* 2004;31 (1):49-59. doi:10.1016/S0094-0143 (03)00101-0
15. Dickstein RJ, Kreshover JE, Babayan RK, Wang DS. Is a safety wire necessary during routine flexible ureteroscopy?. *J Endourol.* 2010;24 (10):1589-1592. doi:10.1089/end.2010.0145
16. Haywood, S., Sivalingam, S. (2015). Adjunctive Equipment for Ureteral Stone Management. In: Patel, S., Nakada, S. (eds) Ureteral Stone Management. Springer, Cham.
17. Shabana W, Teleb M, Dawod T. Safety and efficacy of using the stone cone and an entrapment and extraction device in ureteroscopic lithotripsy for ureteric stones. *Arab J Urol.* 2015;13 (2):75-79. doi:10.1016/j.aju.2015.02.005
18. Leijte JA, Oddens JR, Lock TM. Holmium laser lithotripsy for ureteral calculi: predictive factors for complications and success. *J Endourol.* 2008;22 (2):257-260. doi:10.1089/end.2007.0299

19. Pierre S, Preminger GM. Holmium laser for stone management. *World J Urol.* 2007;25 (3):235-239. doi:10.1007/s00345-007-0162-y
20. Kronenberg P, Hameed BZ, Somani B. Outcomes of thulium fibre laser for treatment of urinary tract stones: results of a systematic review. *Curr Opin Urol.* 2021;31 (2):80-86. doi:10.1097/MOU.0000000000000853
21. Martov AG, Ergakov DV, Guseynov M, Andronov AS, Plekhanova OA. Clinical Comparison of Super Pulse Thulium Fiber Laser and High-Power Holmium Laser for Ureteral Stone Management. *J Endourol.* 2021;35 (6):795-800. doi:10.1089/end.2020.0581
22. Perez Castro E, Osther PJ, Jinga V, et al. Differences in ureteroscopic stone treatment and outcomes for distal, mid-, proximal, or multiple ureteral locations: the Clinical Research Office of the Endourological Society ureteroscopy global study. *Eur Urol.* 2014;66 (1):102-109. doi:10.1016/j.eururo.2014.01.011
23. Turkan S, Ekmekcioglu O, Irkilata L, Aydin M. Is semirigid ureteroscopy sufficient in the treatment of proximal ureteral stones? When is combined therapy with flexible ureteroscopy needed?. *Springerplus.* 2016;5:30. Published 2016 Jan 13. doi:10.1186/s40064-016-1677-8
24. Alameddine M, Azab MM, Nassir AA. Semi-rigid ureteroscopy: Proximal versus distal ureteral stones. *Urol Ann.* 2016;8 (1):84-86. doi:10.4103/0974-7796.171495
25. Fernström I, Johansson B. Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique. *Scand J Urol Nephrol.* 1976;10 (3):257-259. doi:10.1080/21681805.1976.11882084
26. Patel SR, Nakada SY. The modern history and evolution of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2015;29 (2):153-157. doi:10.1089/end.2014.0287
27. Ghani KR, Andonian S, Bultitude M, et al. Percutaneous Nephrolithotomy: Update, Trends, and Future Directions. *Eur Urol.* 2016;70 (2):382-396. doi:10.1016/j.eururo.2016.01.047
28. Arslan M, Gürbüz R, Kılınç M, et al. Percutaneous ultrasonic lithotripsy. *Turk J Urology* 1987;13 (2):231-2.
29. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf Jr JS. Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol* 2005;173:1991-2000.
30. El Hayek KKR, Perrella R, Ferreira DB, et al. Predictive factors for success after supine percutaneous nephrolithotomy: an analysis of 961 patients. *Rev Assoc Med Bras (1992).* 2022;68 (6):780-784. Published 2022 Jun 24. doi:10.1590/1806-9282.20211340
31. Valdivia Uría JG, Valle Gerhold J, López López JA, et al. Technique and complications of percutaneous nephroscopy: experience with 557 patients in the supine position. *J Urol.* 1998;160 (6 Pt 1):1975-1978. doi:10.1016/s0022-5347 (01)62217-1.
32. Valdivia JG, Scarpa RM, Duvdevani M, et al. Supine versus prone position during percutaneous nephrolithotomy: a report from the clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study. *J Endourol.* 2011;25 (10):1619-1625. doi:10.1089/end.2011.0110
33. Sofer M, Giusti G, Proietti S, et al. Upper Calyx Approachability through a Lower Calyx Access for Prone Versus Supine Percutaneous Nephrolithotomy. *J Urol.* 2016;195 (2):377-382. doi:10.1016/j.juro.2015.07.101
34. De Sio M, Autorino R, Quarto G, et al. Modified supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy for renal stones treatable with a single percutaneous access: a prospective randomized trial. *Eur Urol.* 2008;54 (1):196-202. doi:10.1016/j.eururo.2008.01.067
35. Zhan HL, Li ZC, Zhou XF, Yang F, Huang JF, Lu MH. Supine lithotomy versus prone position in minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for upper urinary tract calculi. *Urol Int.* 2013;91 (3):320-325. doi:10.1159/000351337
36. Dehong C, Liangren L, Huawei L, Qiang W. A comparison among four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2013;41 (6):523-530. doi:10.1007/s00240-013-0598-z

37. Sivalingam S, Cannon ST, Nakada SY. Current practices in percutaneous nephrolithotomy among endourologists. *J Endourol.* 2014;28 (5):524-527. doi:10.1089/end.2013.0447
38. Cheng F, Yu W, Zhang X, Yang S, Xia Y, Ruan Y. Minimally invasive tract in percutaneous nephrolithotomy for renal stones. *J Endourol.* 2010;24 (10):1579-1582. doi:10.1089/end.2009.0581
39. Knoll T, Wezel F, Michel MS, Honeck P, Wendt-Nordahl G. Do patients benefit from miniaturized tubeless percutaneous nephrolithotomy? A comparative prospective study. *J Endourol.* 2010;24 (7):1075-1079. doi:10.1089/end.2010.0111
40. Traxer O, Smith TG 3rd, Pearle MS, Corwin TS, Saboorian H, Cadeddu JA. Renal parenchymal injury after standard and mini percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol.* 2001;165 (5):1693-1695.
41. Giusti G, Piccinelli A, Taverna G, et al. Miniperc? No, thank you!. *Eur Urol.* 2007;51 (3):810-815. doi:10.1016/j.eururo.2006.07.047
42. Zeng G, Zhu W, Li J, et al. The comparison of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery for stones larger than 2 cm in patients with a solitary kidney: a matched-pair analysis. *World J Urol.* 2015;33 (8):1159-1164. doi:10.1007/s00345-014-1420-4
43. Pan J, Chen Q, Xue W, et al. RIRS versus mPCNL for single renal stone of 2-3 cm: clinical outcome and cost-effective analysis in Chinese medical setting. *Urolithiasis.* 2013;41 (1):73-78. doi:10.1007/s00240-012-0533-8
44. Desai J, Solanki R. Ultra-mini percutaneous nephrolithotomy (UMP): one more armamentarium. *BJU Int.* 2013;112 (7):1046-1049. doi:10.1111/bju.12193
45. Desai MR, Sharma R, Mishra S, Sabnis RB, Stief C, Bader M. Single-step percutaneous nephrolithotomy (microperc): the initial clinical report. *J Urol.* 2011;186 (1):140-145. doi:10.1016/j.juro.2011.03.029
46. Sabnis RB, Ganesamoni R, Doshi A, Ganpule AP, Jagtap J, Desai MR. Micropercutaneous nephrolithotomy (microperc) vs retrograde intrarenal surgery for the management of small renal calculi: a randomized controlled trial. *BJU Int.* 2013;112 (3):355-361. doi:10.1111/bju.12164
47. Hatipoglu NK, Tepeler A, Buldu I, et al. Initial experience of micro-percutaneous nephrolithotomy in the treatment of renal calculi in 140 renal units. *Urolithiasis.* 2014;42 (2):159-164. doi:10.1007/s00240-013-0631-2
48. Tepeler A, Akman T, Silay MS, et al. Comparison of intrarenal pelvic pressure during micro-percutaneous nephrolithotomy and conventional percutaneous nephrolithotomy. *Urolithiasis.* 2014;42 (3):275-279. doi:10.1007/s00240-014-0646-3
49. Tefekli A, Altunrende F, Tepeler K, Tas A, Aydin S, Muslumanoglu AY. Tubeless percutaneous nephrolithotomy in selected patients: a prospective randomized comparison. *Int Urol Nephrol.* 2007;39 (1):57-63. doi:10.1007/s11255-006-9040-6
50. Zilberman DE, Lipkin ME, de la Rosette JJ, et al. Tubeless percutaneous nephrolithotomy--the new standard of care?. *J Urol.* 2010;184 (4):1261-1266. doi:10.1016/j.juro.2010.06.020
51. Choe CH, L'Esperance JO, Auge BK. The use of adjunctive hemostatic agents for tubeless percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2009;23 (10):1733-1738. doi:10.1089/end.2009.1543
52. Gadzhiev N, Brovkin S, Grigoryev V, Tagirov N, Korol V, Petrov S. Sculpturing in urology, or how to make percutaneous nephrolithotomy easier. *J Endourol.* 2015;29 (5):512-517. doi:10.1089/end.2014.0656
53. Friedlander JJ, Antonelli JA, Beardsley H, et al. A novel device to prevent stone fragment migration during percutaneous lithotripsy. *J Endourol.* 2014;28 (12):1395-1398. doi:10.1089/end.2014.0231

54. Lehman T, Bagley DH. Reverse lithotomy: modified prone position for simultaneous nephroscopic and ureteroscopic procedures in women. *Urology*. 1988;32 (6):529-531. doi:10.1016/s0090-4295 (98)90035-8
55. Scoffone CM, Cracco CM, Cossu M, Grande S, Poggio M, Scarpa RM. Endoscopic combined intrarenal surgery in Galdakao-modified supine Valdivia position: a new standard for percutaneous nephrolithotomy?. *Eur Urol*. 2008;54 (6):1393-1403. doi:10.1016/j.eururo.2008.07.073
56. Scoffone CM, Cracco CM, Poggio M, Scarpa RM. Endoscopic combined intrarenal surgery for high burden renal stones. *Arch Ital Urol Androl*. 2010;82 (1):41-42.
57. Li JK, Teoh JY, Ng CF. Updates in endourological management of urolithiasis. *Int J Urol*. 2019;26 (2):172-183. doi:10.1111/iju.13885
58. Takayasu H, Aso Y. Recent development for pyeloureteroscopy: guide tube method for its introduction into the ureter. *J Urol*. 1974;112 (2):176-178. doi:10.1016/s0022-5347 (17)59675-5
59. Bagley DH, Huffman JL, Lyon ES. Flexible ureteropyeloscopy: diagnosis and treatment in the upper urinary tract. *J Urol*. 1987;138 (2):280-285. doi:10.1016/s0022-5347 (17)43119-3
60. Multescu R, Geavlete B, Georgescu D, Geavlete P. Conventional fiberoptic flexible ureteroscope versus fourth generation digital flexible ureteroscope: a critical comparison. *J Endourol*. 2010;24 (1):17-21. doi:10.1089/end.2009.0390
61. Proietti S, Dragos L, Molina W, Doizi S, Giusti G, Traxer O. Comparison of New Single-Use Digital Flexible Ureteroscope Versus Nondisposable Fiber Optic and Digital Ureteroscope in a Cadaveric Model. *J Endourol*. 2016;30 (6):655-659. doi:10.1089/end.2016.0051
62. Davis NF, Quinlan MR, Browne C, et al. Single-use flexible ureteropyeloscopy: a systematic review. *World J Urol*. 2018;36 (4):529-536. doi:10.1007/s00345-017-2131-4
63. Assimos D, Krambeck A, Miller NL, et al. Surgical Management of Stones: American Urological Association/Endourological Society Guideline, PART I. *J Urol*. 2016;196 (4):1153-1160. doi:10.1016/j.juro.2016.05.090
64. Koyuncu H, Yencilek F, Kalkan M, Bastug Y, Yencilek E, Ozdemir AT. Intrarenal Surgery vs Percutaneous Nephrolithotomy in the Management of Lower Pole Stones Greater than 2 cm. *Int Braz J Urol*. 2015;41 (2):245-251. doi:10.1590/S1677-5538.IBJU.2015.02.09
65. Secker A, Rassweiler J, Neisius A. Future perspectives of flexible ureteroscopy. *Curr Opin Urol*. 2019;29 (2):113-117. doi:10.1097/MOU.0000000000000575
66. Whatley A, Jones P, Aboumarzouk O, Somani BK. Safety and efficacy of ureteroscopy and stone fragmentation for pediatric renal stones: a systematic review. *Transl Androl Urol*. 2019;8 (Suppl 4):S442-S447. doi:10.21037/tau.2019.08.23
67. 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;82 (1):73-79. doi:10.1016/j.eururo.2022.02.027
68. Mir SA, Best SL, McLeroy S, et al. Novel stone-magnetizing microparticles: in vitro toxicity and biologic functionality analysis. *J Endourol*. 2011;25 (7):1203-1207. doi:10.1089/end.2010.0419
69. Tan YK, Best SL, Donnelly C, et al. Novel iron oxide microparticles used to render stone fragments paramagnetic: assessment of toxicity in a murine model. *J Urol*. 2012;188 (5):1972-1977. doi:10.1016/j.juro.2012.07.005

