

# TAŞ HASTALIĞINDA PERKÜTAN NEFROLİTOTOMİ (PNL)

Veli YALÇIN\*, Mehmet ÇETİNKAYA\*

Böbrek taşları 1970' li yıllara kadar açık cerrahi yöntem ile tedavi edilmekteydi. İlk defa 1976 yılında Fenstrom'un perkütan nefrolitotomi traktından taş almasıyla başlayan perkütan cerrahi, elektrohidrolik litotripsi (EHL) ve ultrasonik litotripsi (USL) cihazlarının geliştirilmesi ile perkütan nefrolitotripsi (PNL) minimal invaziv bir yöntem olarak tüm böbrek taşlarının tedavisinde açık cerrahiye tercih edilen bir yöntem haline almıştır. Ekstrakorporal şok dalga litotripsisi (ESWL) 1980'de kullanıma girmesiyle taş tedavisinde değişiklikler yaşanmış ancak ESWL nin tedavideki limitleri belirlenince günümüzde PNL taş tedavisinde standart bir tedavi haline gelmiştir.

Günümüzde böbrek taşlarının endoskopik tedavisi çoğunlukla antegrad olarak PNL, retrograd olarak üreterorenoskopi (URS) ile retrograd intrarenal cerrahi (RIRS) ya da laparoskopik yöntem ile yapılmakta. Açık cerrahi ise çok az bir oranda seçilen hastalara uygulanmaktadır.

## PNL Endikasyonları:

ESWL'nin yapılamadığı durumların hepsi PNL'nin endikasyonlarını oluşturur, çoğu rölatif endikasyonlardır.

**1-Taş boyutu:** 2 cm'den büyük taşlarda, staghorn (geyik boy-nuzu) taşlarda renal fonksiyon kaybının önlenmesi için PNL ile ya da kombine (PNL+ESWL) yöntemlerle tedavi uygulanır.

**2-Sert Taşlar:** PNL, sert, ESWL ile zor fragmente olan ya da fragmente olamayan taşlar için daha uygun bir tedavi seçeneğidir. ESWL ile kırılmayan sert taşlar, sistin, Ca oksalat monohidrat ve brushite (Ca fosfat dihidrat) taşları.

**3-Alt Kaliks Taşları:** Büyük alt kaliks taşlarının ESWL tedavisi kaliseal yapının anatomik özelliği nedeniyle istenilen sonucu vermemektedir.

- İnfundibulo-pelvik açının 70° den az olması,
- İnfundibular uzunluğun 3 cm'den fazla olması,
- İnfundibular genişliğin 5 mm' den az olması.

Bu 3 anatomik özelliğin varlığında ESWL başarısının %50'nin altına düştüğünü göstermişlerdir. PNL büyük alt kaliks taşlarında seçenektir.

**4-Obstrüksiyon:** Üretero-pelvik bileşkede (UPJ) yerleşen pelvis taşlarında PNL sonrası UPJ darlığı gelişme insidansı yüksektir. UPJ darlıklı hastalarda PNL ile hasta taştan arındırıldıktan sonra endopyelotomi ile darlık da tedavi edilir. Kaliseal divertikül içinde taş olgularında da hem taş hem de kaliseal divertikül PNL ile etkili bir şekilde tedavi edilir.

**5-Enfeksiyon:** Enfeksiyon taşlarının (struvite) tedavisinde tercih edilen yöntem PNL' dir.

**6-Kesin Sonuç Alınması Gereken Durumlar:** Bazı durumlarda (pilotlarda olduğu gibi) hastaların kesin olarak taştan arındırılması gerekmektedir. Bu tür hastalarda PNL uygun bir tedavi alternatifidir.

**7-ESWL kontrendikasyonu ya da başarısızlığı:** ESWL başarısızlığının nedeni taşın sert olması ya da pasajının mümkün olmamasıdır. Obez hastalarda ESWL taşın odaklanmasındaki yetersizlik nedeniyle başarısız olmaktadır.

**8-Anatomik Varyasyon:** Atnalı böbreklerde PNL ile taş tedavisi başarılı bir şekilde uygulanmaktadır. Transplant böbreklerde taş nadirdir. PNL tedavisi bu olgularda güvenli ve etkili olmaktadır.

**9-Bilateral Taşlar:** Simultane bilateral PNL güvenli bir şekilde yapılabilir.

PNL komplikasyonları nedeni ile açık cerrahiye geçilebilir, operasyon nefrektomi ile sonuçlanabilir, embolizasyon gibi invaziv işlemlere gerek duyulabilir. Bu nedenle hastalara detaylı olarak işlem anlatılmalı ve onay alınmalıdır.

PNL için mutlak kontrendikasyon kanama diatezi ve aktif üriner enfeksiyon olup anatomik anomaliler (adele ve iskelet), taş yükü, taşın pozisyonu, arteriovenöz malformasyonlar ve renal neoplazmlar rölatif kontrendikasyonlardır.

## Hasta Hazırlığı:

Hastanın preop rutin tetkiklerinin yapılması, işlem esnasında gerektiğinde kullanılmak üzere en az bir ünite kan temini önemlidir. Üriner enfeksiyon varlığında antibiyotik tedarik

\* İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Üroloji Anabilim Dalı

visi ile idrarın steril hale getirilmelidir. Taş görüntüleme yöntemlerinden en fazla ürografi kullanılmasına rağmen şüphe duyulan olgularda ya da anatomik anomalilerde CT (bigisayarlı tomoğrafi) gerekebilir.

### Giriş Yerinin Seçimi:

- Başarılı bir PNL için mutlaka iyi bir giriş yeri seçilmelidir.
- Giriş için posterior kalıs seçilmeli ve posteriolateral olmalı,
- Tek kalıs taşlarında direk taşa ulaşılmalı,
- Üst kalıs ve pelvis taşlarında üst kalisten, pelvis ve üst üreter taşları için üst ve orta kalıs girişi, alt ve üst kalıs taşlarında alt ve üst kalıs girişi uygulanmalıdır.
- Staghorn ve multipl taş varlığında birkaç trakt oluşturulabilir. Üst pol ve orta pol girişleri tercih edilmelidir.
- Anomalilerde giriş yeri seçiminde uygun anatomiye göre CT değerlendirilerek giriş yapılabilir.
- Pelvis renalise direk giriş arteriyel yaralanma yapabilir.

### Hasta Pozisyonu ve Access Oluşturma Teknik ve Yöntemi

Hastaya genel anestezi altında litotomi pozisyonunda 6-F open-end üreter kateteri sistoskop yardımı ile böbreğe yerleştirilip foley sonda konularak tespit edilir. Sonra hasta katetere ve sondaya özen gösterilerek prone pozisyonuna getirilir. Hastanın bu pozisyonda göğsü, bacakları ve boynu silikon pedlerle desteklenir. Hastanın temizliği ve örtülmesi tamamlanır. Hastanın ve taşın pozisyonuna göre C kolu skopi yerleştirilir. Skopi eşliğinde iki farklı açı ile 900 ve 250-300 açılarla böbrek ve taş lokalizasyonu yapılır. Doğrudan taşa giriş ya da uygun kalise giriş için üreter kateterinden opak madde verilerek kalıs görünür hale getirilir. Sisteme hava verilmeside yararlı olabilir. 250-300 açı ile taşa ya da uygun kalise giriş 18-G iğne ile yapılır. İdeal giriş yeri 12. kot altı ya da posterior axiller hatta yakındır. Bu açıda taş-iğne ucu-iğne aynı hatta görülmelidir. İğnenin derinliği 900 eğimle kontrol edilerek taşa yada toplayıcı sisteme ulaşılarak girilir. İğnenin taşa değmesi ya da taşın oynaması veya iğneden idrar gelmesi sisteme girildiğini gösterir. Uygun yerden sisteme girilmiş ise iğnenin 0.038 inc kılavuz tel geçirilerek, kalise, pelvise veya üretere itilerek dilatasyon dilatatörlerle 14 F'e kadar yapılır. Double lümen kateter ile bir ikinci klavuz tel girilerek biri emniyet klavuz tel olarak kullanılmak üzere ucu dışardan tespit edilir. Diğer klavuz tel amplatz dilatatörler ile ya da balon dilatatörler ile dilatasyon için kullanılır.

Trakt dilatasyonu için ideal durum klavuz telin üretere geçmesidir, dilatasyonda kolaylık oluşturur. Klavuz telin kaliste veya taşın etrafında bükülmesi dilatasyonu güçleştirir, trakt kaybedilebilir bu nedenle emniyet telinin yararı fazladır.

Dilatasyon için metal teleskopik, amplatz bükülebilir dilatatörler ya da balon dilatatörler kullanılabilir, ekonomik olan metal ve bükülebilir amplatz dilatatörlerdir. Biz kendi departmanımızda balon dilatatör kullanılmaktadır, zaman kazandırması avantajıdır, pahalı oluşu dez avantajıdır.

Klavuz tel üzerinden nefromax balon dilatatör geçirilip uygun pozisyona yerleştirilip 14-16 atmosfer basınca şişirilerek üzerinden amplatz şit nazikçe hafif döndürme hareketleri ile balon üzerinden itilerek sisteme geçirilip balon indirilerek çıkarılır. Sadece şit sistemde bırakılır. Aynı işlem bükülebilir dilatatörlerle 20-22 F'e kadar dilatasyon sonrası üzerinden amplatz şit geçirilerek sisteme girilir. Klavuz tel şit içinde bırakılabilir ancak genellikle çalışmada zorluk çıkarabilir, emniyet klavuz telin şit dışında oluşu avantaj yaratır. Bazende üreter kateterinden itilen klavuz tel şitten dışarı alınarak "through and through" dediğimiz bir yandan öbür tarafa access oluşturulabilir.

Amplatz şitin avantajları; traktın kaybolmasını önler, irigasyon sıvısının akışını sağlayarak böbrek içi basıncının düşüşünü, pıhtı, taş parçaları ve debrisin boşalmasını sağlar, üst kalıs girişlerinde sıvının plevraya kaçışını engeller. 30 F ten çıkabilecek taş parçalarını forsepslerle alınmasına olanak verir.

Amplatz şitten geçirilen rijid nefroskop ile kalıs ve toplayıcı sisteme girilerek görülen taşlar küçük ise bütünüyle, büyük ise pnömotik, ultrasonik litotriptörler ile parçalara ayrılıp forsepslerle alınarak sistemden çıkarılır. Elektrohidrolik (EHL) ve laser litotriptörleri flexibl aletlerde kullanılabilirler için özellikle rijid aletlerle alınamayan taşlara ulaşmada kullanılırlar, sert taşların kırılmasında da yardımcıdırlar.

Skopi ile kontrol edilerek taşlar parçalanıp bütünüyle temizlendikten sonra Stone free hale gelmiş ise ya da bir nedenle işleme son verilecek ise amplatz şit çıkarılır, through and through Access klavuz teli yada emniyet klavuz teli üzerinden toplayıcı sisteme 14 -F malecot, reentery malecot, pig tail nefrostomü tüpü hatta foley kateter bile yerleştirilebilir.

Hastanın takibinde tüpten hematürik idrarın gelmemesi ile 48-72 saat içinde çekilen nefrostogramda geçiş varlığı, extravazasyon olmayışı ile kateter alınabilir ya da tüpün bir gün kapatılarak kontrol edilip alınması ile hasta taburcu edilebilir.

### PNL ile Karşılaştırmalı Sonuçlar:

PNL de taş büyüklüğü ve yapısı başarı oranını artırmaktadır. Artan taş boyutuna paralel olarak ESWL nin başarı oranının düşmesi PNL'yi tek başına ya da ESWL ile kombine kullanılması PNL'yi seçkin yöntem haline getirmektedir. Staghorn taşlarda ESWL ile %50, PNL ile %73, PNL+ESWL ile %81 ve açık taş cerrahisi ile %82 başarı oranları bildirilmiştir.

Taş yükü 3cm den büyük olduğunda ESWL ile başarı azalmakta ve %43'e varan ek tedaviler ile başarı artırılmakta, PNL de ise aynı grupta %100'e yakın başarı ve %8'e yakın ek tedavi gerektirmektedir. Taş yükü azaldıkça 2-3cm arası ESWL ile başarı %87-90 ek tedavi %27 civarında, PNL de ise başarı %100 ek girişim %0 oranlarında bulunmaktadır. 1-2cm alt kalis taşlarında ESWL ile %71, PNL ile %100 stone free oranları elde edilebilir.

Sistin taşlarında da PNL ESWL'ye üstündür. Sert sistin taşlarında ESWL ye rezistan olanlarda PNL seçilen yöntemdir.

PNL ile taş tedavisi yanında mevcut patolojiler UPJ darlığı, kalis divertikülü, infundubular darlık gibi patolojilerde işlem esnasında tedavi edilebilir.

Hangi taşlara ilk seçenek olarak PNL uygulanması tecrübeli ellerde bile yapılmaması sorusu mevcuttur? Stoghorn, büyük ve kompleks taşları olan yaklaşık 5-6 kalisi dolduran ve infundubular stenoz ile birlikte olan, bir kaç trakt ile temizlenmesi mümkün olmayan taşlara anatofik nefrolitotomi iyi bir seçenektir.

## KOMPLİKASYONLAR

Genellikle komplikasyonlar access, dilatasyon veya taşların kırılarak çıkarılması sırasında oluşmaktadır. Enfeksiyon ve kanama ile ilgili komplikasyonlar sıktır. Enfeksiyon varlığında işlem yapılmamalı antibiyoterapi ile tedavi sonrası girişim yapılmalıdır. Enfeksiyon ile ilgili komplikasyonlar PNL de %20 civarındadır.

### 1- Kanama:

Kanama böbreğe iğne ile girilmesini takiben, dilatasyon veya nefroskop ile taşların kırılarak çıkarılması sırasında oluşabilmektedir. "Amplatz" çalışma kılıfının çıkarılmasından veya işlemden saatler, günler sonra da kanama görülebilir. Nefrostomi kapatılıp eksternal kompresyon uygulanması, nefrostomi traktındabalon kateter şişirilmesi erken evrelerde kanamayı çoğunlukla önlemektedir.

İşlem sonrası intravenöz mannitol infüzyonu ve 30-40 dakika nefrostomi tüpünün klemplenmesi ile venöz kanamaların her zaman kontrol edildiği bildirilmektedir.

Hematüri perkütan taş cerrahisinden sonra neredeyse tüm vakalarda görülmektedir. Ancak çoğunlukla ilk 48-72 saatte kendiliğinden durmaktadır. Gecikmiş kanama sebebi perkütan cerrahi hastalarında % 0,5-1,2 olasılıkla görülen pseudoanevrizma veya arteriovenöz fistül gelişimidir. Tanısında anjiyografi, tedavisinde embolizasyon yapılmaktadır. Embolizasyonun önleyemediği, parsiyel, hatta total nefrektomi gereken vakalarda bildirilmektedir.

Perkütan cerrahi sonrası kan transfüzyon oranı %1-30 ara-

sındadır. Operasyon süresine, aşın büyüklüğüne, yapılan "Access" sayısına bağlı olarak transfüzyon oranı yükselmektedir.

### 2- Perforasyon:

Böbrek toplama sistemi işlemin herhangi bir evresinde perforasyon olabilmektedir. Ancak çoğunlukla agresif trakt dilatasyonu veya taş kırma işlemi perforasyona neden olmaktadır. Bu yırtıklar ve delikler cerrahi sonrası eğer böbrek iyi drene ediliyorsa süratle kendiliğinden iyileşmektedirler. Nefrostomi tüpünün çekileceği zaman verilen kontrast maddenin üreteropelvik bileşkeden rahatlıkla geçtiği görülmelidir. Operasyon sırasında üretere geçen küçük bir taş parçasının üreteri obstrükte etmesi, kontrol edilmeden nefrostomi çekilmesini takiben traktan idrar drenajına veya iyileşen perforasyonlardan tekrar açılmayla retroperitoneal ürinoma oluşmasına sebep olabilecektir.

### 3- Darlık Gelişmesi:

Üreteropelvik bileşke veya kalikseal infundibulum işlem sırasında travmatize edilebilir ve % 0,1-0,9 hastada ileri dönemde bu bölgelerde daralma görülebilir.

### 4- Komşu Organ Yaralanması:

**a-Akciğer, plevra:** 12. kosta üstünden yapılan "access" lerde % 10 plevra içinde sıvı toplanması olmaktadır. Eğer "access" 11. kosta üzerinden yapılırsa hidro veya pnömotoraks insidansı da yükselmektedir. Şüphe üzerine çekilen akciğer grafisinde intraplevral sıvı saptanırsa göğüs tüpü yerleştirilmelidir. Akciğerlere travmayı önlemek için böbreğe yapılan tüm interkostal girişimler akciğerler sönük durumdayken (ekspirasyonda) yapılmalıdır. Ne kadar önlem alınırsa alınсын yaklaşık % 0,1-3 perkütan nefrolitotomide hidro veya pnömotoraks gelişmektedir.

**b- Kolon, duodenum:** Normal olarak böbreğin anteriorunda ve hafifçe medialinde yer alan kolonun perkütan nefrolitotomi sırasında % 0.2 vakada perforasyon olabileceği bildirilmektedir.

Çeşitli sebeplerle genişlemiş kolon varlığı ve çok zayıf hastada lateralden yapılan "access" kolon perforasyonu açısından risk oluşturmaktadır. Kolonda genişlemeden şüphelenildiğinde bilgisayarlı tomografi ile değerlendirme gerekli olmaktadır.

Atnalı böbrek olduğunda da posterior yerleşimli ve retrorenal kolon varlığı olasılığının artması perkütan girişimler öncesinde bilgisayarlı tomografi yapılmasını gerektirmektedir.

Eğer işlem sonrası çekilen nefrostografide kolonda kontrast madde görülürse gastrointestinal sistem ile üriner sistem birbirinden ayrılmaya çalışılmalıdır. Bunu gerçekleştirmek için üriner sisteme bir double J stent, kolon içerisine de Foley veya Council kateter yerleştirilir ve bu şekilde bu iki sistem arasında fistül gelişimi önlenmeye çalışılır. On gün son-

rasında çekilen grafilerde eğer üriner ve gastrointestinal sistemler arasında ilişki olmadığı gösterilirse tüpler çekilebilir.

Kolon perforasyonu intraperitoneal ise açık cerrahi eksplozasyon peritoniti önlemek için gerekecektir. Duodenuma iğne ile girişler çoğunlukla nazogastrik dekompresyon ve nefrostomi tübü yerleştirilmesi ve hiperalimentasyon ile konservatif olarak tedavi edilir.

**c- Karaciğer, dalak:** Karaciğer ve dalaktan iğne ile oluşan travma sonrası kanamalar sıklıkla konservatif tedavi ile durmaktadır, ancak bu kanamalar nedeniyle açık cerrahi eksplorasyona alınan vakalarda olmaktadır.

**d-Safra kesesi yaralamaları:** Access temininde iğne ile giriş esnasında oluşmakta, safra mayinin görülmesi yeterlidir. Safra peritoniti oluşabilir. Kolesistektomi yapılmalıdır.

#### 5- Ekstravazasyon ve Sıvı Emilimi:

Perkütan nefrolitotomi sırasında tercih edilen irigasyon sıvısı serum fizyolojiktir. Bu sıvının ekstravazasyonu ya retroperitoneuma, ya intravasküler kompartmana, ya da periton içine olabilmektedir. Toplama sisteminde oluşan perforasyonlar sıvının ektravaze olmasına neden olmaktadır. Açılan geniş venlerden de sistemik dolaşıma sıvının geçmesi mümkündür. Retroperitoneal fazla miktar ekstravazasyon olduğunda nefrostomi konularak işlemin sonlandırılması gerekmektedir. İdrarın nefrostomi ile drenajı sonrasında bu perforasyonlar süratle iyileşmekte, retroperitoneal sıvı da konservatif izlem sonucunda absorbe olmakta ve çoğunlukla sorun yaratmamaktadır. Intravasküler ekstravazasyon durumunda sıvı kısıtlaması, diüretikler uygulanır ve serum elektrolitleri yakın olarak takip edilir.

İntraperitoneal ekstravazasyon ender olarak görülmektedir, nabız basıncında daralma, diastolik kan basıncında artma ve hastanın ventilasyonunda zorluk önemli klinik bulgulardandır. Diüretik kullanımı ile bu sıvının mobilizasyonu ve atımı birkaç gün içinde mümkün olmaktadır. Abdominal distansiyon çok belirgin olduğunda peritoneal "tap" yaparak sıvı boşaltma ile hastaların rahatladığı bildirilmektedir.

#### 6- Üreteral Avülsiyon:

Üreteral avülsiyon çok ender görülmekte tedavisi ancak açık onarım ile mümkün olmaktadır. Mukozal yırtıklara ise %5 oranında rastlanmaktadır. Bu üreteral yırtıkların büyük kısmı daralma olmadan sistemin nefrostomi ile drenajı sonrasında iyileşmektedirler. Üreteral yırtık olduğunda manipülasyona devam edilmesi avülsiyona sebep olabileceğinden kaçınılması gerekmektedir.

#### 7- Enfeksiyon ve Sepsis:

Perkütan nefrolitotomi öncesinde hasta idrarının steril olması gerekmektedir. Buna rağmen enfeksiyon taşı olan has-

talarda preoperatif bakteri üretilmesine de postoperatif %30'unda bakteriüri görülebilmektedir. Perkütan veya endoskopik girişimlerden sonra %1,2 oranında septik şok bildirilmiştir.

Etkinliği tam olarak gösterilemesede, antibiyotik profilaksisi, birçok endoüroloji merkezinde steril idrarı olan hastalarda preoperatif uygulanmakta ve postoperatif 48 saat veya nefrostomi kateteri çekilene dek sürdürülmektedir. Preoperatif steril idrarı olan hastalarda postoperatif hemodinamik hiçbir bozukluk olamadan sadece ateş görülmesinin mutlak bakteriyolojik nedeni olmadığı ileri sürülmektedir. Bu hastalarda hastanede yatış süreleri de uzamamaktadır. Dolayısıyla her postoperatif ateşte bakteriyolojik değerlendirme yapılmayabileceği belirtilmektedir.

#### 8-Ölüm:

Myokard infarktüsü ve buna bağlı aritmi %0,1-0,7 hastada görülmektedir. Uygun preoperatif hazırlama ve tıbbi tedavi bu komplikasyonları azaltacaktır. Perkütan nefrolitotomiden sonraki 4.günde gelişen ve fetal seyreden pulmoner pulmoner emboli bildirilmiştir. Buna perkütan cerrahiye özgü bir komplikasyon olarak değerlendirmektense cerrahi ve anestezi komplikasyonu olarak görmek gerektiği söylenmektedir.

#### SONUÇ:

PNL 2 cm den büyük taşlarda (taş kompozisyonuna, yerleşim yerine, böbrek anatomisine, böbrek anomalilerine, kemik ve iskelet anomalilerine bağlı olarak), ESWL'nin başarısız olduğu taşlarda başarı ile uygulanan yaklaşık %90'a yakın stone free ile morbiditesi az, erken iyileşme sağlayan, cerrahın tecrübesi ile birlikte teknik ekipman gerektiren mikro invaziv cerrahi bir işlemdir.

#### KAYNAKLAR:

- Fernstrom I, Johansson B: Percutaneous pyelolithotomy. Scand J Urol Nephrol 10:257,1976.
- Kurth K, Hohenfellner R, Altwein JE: Ultrasound litholapaxy of a staghorn calculus. J.Uro1117: 242, 1977
- Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. Lancet 2: 1265, 1980.
- Marshall VF: Fiberoptics in urology. J Urol 91: 110, 1964.
- Elbahnasy AM, Clayman RV, Shalhav AL, et al: Lower-pole caliceal stone clearance after shock wave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and flexible ureteroscopy: impact of radiographic spatial anatomy. J Endourol12: 113, 1998
- Ramakumar S, Segura JW: Renal calculi percutaneous management. Urol Clin North Am 27: 617, 2000.
- Jones DJ, Wickham JE, Kellet MJ: Percutaneous nephrolithotomy for calculi in horseshoe kidneys. J Urol 145: 481, 1991.
- Bailey IS, Griffin P, Evans C, et al: Percutaneous surgery

- of the transplanted kidney. *Br J Urol* 163: 327, 1989.
- Minnon CJ, Garcia TE, Garcia DE, et al: Percutaneous nephrolithotomy in transplanted kidney. *Urology* 38: 232, 1994.
  - Lingeman JE, Coury TA, Newman DM, et al: Comparison of results and morbidity of percutaneous nephrostolithotomy and extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol* 138: 485, 1987.
  - McDougall EM, Denstedt JD, Brown RD et al: Comparison of extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy for the treatment of renal calculi in lower pole calices. *J Endourol* 3: 265, 1989.
  - Badlani GH. Nephrostomy Drainage - Use of Reentry tubes for Nephrostomy Drainage. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 71-72.
  - Bercowsky E, Shalhav AL, Figenshau RS, Elbahnasy AM, Clayman RV. Pediatric percutaneous nephrostolithotomy. *J Endourol*, 12 suppl 1: S79-270, abs F4-14, 1998.
  - Cadeddu JA, Chen R, Bishoff J, Micali S, Kumar A, Moore RG, Kavoussi LR. Clinical significance of fever after percutaneous nephrolithotomy. *Urology*, 52: 48, 1998.
  - Callaway TW, Lighardh G, Basata S, Sylven M. Percutaneous nephrolithotomy in children. *J Urol*, 148: 1067, 1992.
  - Candela J, Davidoff R, Gerspach J, Ballman GC. "Tubeless" percutaneous surgery: a new advance in the technique of percutaneous renal surgery. *Tech Urol*, 3: 6, 1997.
  - Carson CC III, Danneberger JE, Weinerth JL. Percutaneous lithotripsy in morbid obesity. *J Urol*, 139: 243, 1988.
  - Carson CC, Nesbitt JA. Peritoneal extravasation during percutaneous lithotripsy. *J Urol*, 134:125, 1985.
  - Clayman RV, Elbers J, Miller RP, et al. Percutaneous nephrostomy: assessment of renal damage associated with semi-rigid (24 F) and balloon (36 F) dilation. *J Urol*, 138: 203, 1987.
  - Davidoff R, Bellman GC. Influence of technique of percutaneous tract creation on incidence of renal hemorrhage. *J Urol*, 157: 1229, 1997.
  - Denstedt JD. Dilation of the Nephrostomy Tract - Balloon Dilation of the Nephrostomy Tract. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia WB Saunders 1995: 49-51.
  - Denstedt JD. Intracorporeal Lithotriptors. In: *Smith's Textbook of Endourology*. Smith AD, Badlani GH, Bagley DH, Clayman RV, Jordan GH, Kavoussi LR, Lingeman JE, Preminger GM, Segura JW, (eds). St. Louis, Missouri, Quality Medical Publishing, Inc. 1996: 60-77.
  - Dushinski JW, Lingeman JE. Simultaneous bilateral percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*, 158: 2065, 1997.
  - Eshghi M, Stroumbakis N. Percutaneous Nephrostomy - Fluoroscopic Access in the oblique position. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 29-36.
  - Jackman SV, Hedican SP, Peters CA, Docimo SG. Percutaneous nephrolithotomy in infants and preschool age children: experience with a new technique. *Urology*, 52: 696, 1998.
  - Janetschek G, Kunzel KH. Percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidneys. *Br J Urol*, 62: 117, 1988.
  - Jones DJ, Kellett MJ, Wickham JEA. Percutaneous nephrostomy and the solitary kidney. *J Urol*, 145: 477, 1991.
  - Kane CJ, Bolton DM, Stoller ML. Current indications for open stone surgery in an endourology center. *Urology*, 45: 218, 1995.
  - Kessarar ON, Smith AD. Percutaneous Nephrostomy - Fluoroscopic Access in Prone Position With C-arm. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 10-17.
  - Lee WJ, Smith AD, Cubelli V, Badlani GH, Lewin B, Vernace F, Cantos E. Complications of percutaneous nephrolithotomy. *AJR*, 148: 177, 1987.
  - LeRoy AJ. Dilation and Maintenance of the Nephrostomy Tract. In: *Smith's Textbook of Endourology*. Smith AD, Badlani GH, Bagley DH, Clayman RV, Jordan GH, Kavoussi LR, Lingeman JE, Preminger GM, Segura JW, (eds). St. Louis, Missouri, Quality Medical Publishing, Inc. 1996: 225-232.
  - LeRoy AJ. Percutaneous Access. In: *Smith's Textbook of Endourology*. Smith AD, Badlani GH, Bagley DH, Clayman RV, Jordan GH, Kavoussi LR, Lingeman JE, Preminger GM, Segura JW, (eds). St. Louis, Missouri, Quality Medical Publishing, Inc. 201-210.
  - Lingeman JE, Lifshitz DA, Evan AP. Surgical management of urinary lithiasis. In *Campbell's Urology*, 8th edition, ch 99, 2002.
  - McDougall EM, Liatsikos EN, Dinlenç CZ, Smith AD. Percutaneous approach to the upper urinary tract. In *Campbell's Urology*, 8th edition, ch 98, 2002.
  - O'Keeffe NK, Mortimer AJ, Sambrook PA, Rao PN. Severe sepsis following percutaneous or endoscopic procedures for urinary tract stones. *Br J Urol*, 72: 277, 1993.
  - Pardalidis NP, Smith AD. Complications of Percutaneous Renal Procedures. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 179-185.
  - Press SM, Smith AD. Dilation of the Nephrostomy Tract - Use of Plastic Malleable Dilators - Amplatz System. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 51-59.
  - Roth RA, Beckmann CF. Complications of extracorporeal shock-wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy. *Urol Clin North Am*, 15: 155, 1988.
  - Saltzman B, Khasidy LR, Smith AD. Elevated renal pelvic pressures during percutaneous renal procedures: reduction by use of working sheath. *Urology*, 30: 472, 1987.

- Seemann O, Alken P. Dilation of the Nephrostomy Tract - Use of Metal Dilators. In: *Controversies in Endourology*. Smith AD (ed). Philadelphia, WB Saunders 1995: 41-49.
- Segura JW, Patterson DE, LeRoy AJ, Williams HJ Jr, Barrett DM, Benson RC Jr, May GR, Bender CE. Percutaneous removal of kidney stones: review of 1000 cases. *J Urol*, 134: 1077, 1985.
- Segura JW. Complications of percutaneous lithotripsy. Baltimore, American Urological Association Stone Update, February 1993, 355.
- Skoog SJ, Reed MD, Gaudier FA Jr, Dunn NP. The posterolateral and the retrorenal colon: implication in percutaneous stone extraction. *J Urol*, 134: 110, 1985.
- Stoller ML, Bolton D, Lezin M St, Lawrence M. Percutaneous nephrolithotomy in the elderly. *Urology*, 44: 651,1994.
- Strem SB, Geisinger MA. Combination therapy for staghorn calculi in solitary kidneys: functional results with long-term followup. *J Urol*, 149: 449, 1993.
- Strem SB. Stone Extraction. In: *Smith's Textbook of Endourology*. Smith AD, Badlani GH, Bagley DH, Clayman RV, Jordan GH, Kavoussi LR, Ungeman JE, Preminger GM, Segura JW, (eds). St. Louis, Missouri, Quality Medical Publishing, Inc. 1996: 239-263.
- Vallancien G, Capdeville R, Vieillon B, et al. Colonic perforation during percutaneous nephrostomy. *J Urol*. 134: 1185. 1985.