

ÇOCUK YAŞ GRUBU TAŞ HASTALIĞINDA ESWL TEDAVİSİ

EXTRACORPOREAL SHOCK WAVE LITHOTRIPSY TREATMENT IN CHILDREN WITH STONE DISEASE

ORHAN, İ., ONUR, R., ERGİN, E., SEMERCİÖZ, A., BAYDINC, C.
Fırat Üniversitesi Fırat Tıp Merkezi Üroloji Anabilim Dalı, ELAZIĞ

ÖZET

ESWL, non-invaziv ve efektif bir tedavi modeli olarak üriner sistem taş hastalığında geniş kullanım alanı bulmuştur ve son yıllarda yapılan çalışmalarda çocuk yaş grubu taş hastalığında, oldukça etkili bir tedavi metodu olarak kullanılabilceği bildirilmektedir. Bu çalışmada, çocuk yaş grubunda ESWL tedavisinin etkinliği araştırıldı.

Mart 1994-Haziran 1998 tarihleri arasında kliniğimize başvuran ve üriner sistem taş hastalığı saptanarak ESWL (Multimed 2001) ile tedavi edilen 38 erkek-29 kız, toplam 67 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastaların yaş ortalaması 10.25 ± 3.16 (3-15 yaş) olarak saptandı. İşlem öncesi; bütün hastalar rutin idrar analizi, intravenöz pyelografi ve ultrasonografi ile değerlendirildi ve tümüne profilaktik antibiyotik uygulandı. ESWL sırasında hastaların çoğuna intravenöz fentanil (0.008mg/kg) verildi, ancak ağrı nedeniyle 11 hastaya da genel anestezi uygulandı. ESWL sonrası, direkt üriner sistem grafisinde 3 mm ve daha küçük boyutlu rezidüel taş saptanan hastalarda tedavi başarılı kabul edildi. Toplam 67 hastada, ortalama taş çapları 10.2 ± 2.1 mm (7-18), ortalama taş alanı 79.48 ± 17.65 mm² (64-160) olarak saptandı ve toplam 141 seans ESWL tedavisi yapıldı. Hastalara, 16-20 kV voltajında, ortalama 2941 (1200-9000) şok dalgası uygulandı.

Hastalar, ESWL tedavisinden üç ay sonra direkt üriner sistem grafisi ve ultrasonografi ile kontrol edildi. Tamamıyla taştan arınan hasta sayısı 50 (%75), parsiyel arınma saptanan hasta sayısı 9 (%13), tedavinin etkisiz olduğu hasta sayısı ise 8 (%12) olarak belirlendi. Son iki gruptaki hastalarda ESWL tedavisi başarısız kabul edildi. ESWL tedavisi sonrası taş yolu oluşan iki hastada üreterolitotomi, ESWL tedavisinin başarısız kabul edildiği dokuz hastadaki üst üriner sistem taşları da açık cerrahi girişimle tedavi edildi.

ESWL tedavisi, çocuk yaş grubu taş hastalığında, %75 taştan arınma oran ile non-invaziv ve etkin bir tedavi metodudur. Düşük morbidite ve yüksek başarı oranına sahip olması nedeni ile ESWL, pediatrik yaş grubu üriner taş hastalığında uygun vakalarda ilk tedavi metodu olarak seçilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Taş, ESWL, pediatrik

ABSTRACT

Being a noninvasive and effective treatment, ESWL is widely used in urinary tract stone disease and in recent years it was reported that ESWL can effectively be used in children. In this study, the effectiveness of ESWL treatment in children was evaluated.

Between March 1994 and June 1998, 67 patients (38 boys and 29 girls, mean age 10.25 years range 3-16) with urinary tract stone disease were treated using ESWL (Multimed 2001). We assessed the stone-free status of the patients after ESWL. All patients underwent routine urinalysis, intravenous pyelography (IVP) and ultrasonography before the procedure. Prophylactic antibiotics were given before the procedure and most of the patients received intravenous fentanyl (0.008mg/kg) during ESWL, however 11 patients who had severe discomfort underwent general anesthesia. Children with residual stone fragments of ≤ 3 mm detected on abdominal X-ray after ESWL were considered to be stone-free.

The mean (SD, range) stone diameter was $10.2 (2.1, 7-18)$ mm and stone area $79.5 (17.7, 64-160)$ mm²; the patients underwent a total of 141 sessions of ESWL with the mean (range) number of shocks being 2941 (1200-9000). The shock wave voltage was 16-20 kV. Patients were assessed using abdominal X-ray and ultrasonography in the third month after the procedure. Of the 67 patients, 50 (75%) were completely stone-free, whereas ESWL was insufficient in eight (12%) and in nine (13%) the stones were fragmented and most stones cleared, although they remained incompletely stone-free. The treatment in the latter two groups were considered to be unsuccessful. Open ureterolithotomy was performed in two patients with residual stones after ESWL.

Nine patients in whom ESWL was unsuccessful underwent open surgical intervention for upper urinary tract stones, whereas two patients developed stone-way after ESWL treatment and subsequently ureterolithotomy was performed.

ESWL is a noninvasive and effective treatment in children with stone disease, giving a complete stone-free rate of 75%. Lower morbidity and higher success rates make ESWL the first choice in the management of urinary tract stone disease.

Key Words: Stone, ESWL, pediatric

GİRİŞ

Çocuk üriner sistem taş hastalığı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, insidansı düşük olmasına rağmen morbiditesi yüksek olan bir hastalıktır¹. Üriner sistem taş hastalığında seçilecek tedavi modelinde amaç en az morbidite ve mortalite oranı ile taş temizliğinin sağlanmasıdır². Erişkin üriner sistem taş hastalarında noninvaziv olması ve yüksek oranlarda taştan arınma sağlanması nedeniyle extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL), en çok tercih edilen tedavi modelidir^{3,4}.

Yüksek nöks oranları bildirilen üriner sistem taş hastalığının, çocuk yaş grubu hastalarda saptanması halinde en az invaziv tedavi modelinin seçilmesi önerilmektedir^{1,4,5}. Son jenerasyon ESWL cihazlarında çocuk yaş grubundaki hastalara adaptasyonun kolaylaştırılması ile, bu yaş grubu taş hastalarının ESWL ile tedavisi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır^{4,5,6,7}.

Bu çalışmada, ESWL ile tedavi edilen 67 çocuk yaş grubu taş hastasının, taştan arınma ve komplikasyon oranları retrospektif olarak incelendi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Mart 1994 ve Haziran 1998 tarihleri arasında kliniğimize başvuran ve üst üriner sistem taş hastalığı saptanan ve ESWL uygulanan toplam 67 pediatrik hasta çalışmaya alındı.

Tüm hastalar işlem öncesi ayrıntılı anamnez, fizik muayene, idrar kültür ve antibiyogramı, biokimya, protrombin ve parsiyel tromboplastin zamanı, ultrasonografi, intravenöz pyelografi ile değerlendirildi. Ayrıca hastalar ESWL uygulanmadan önce, pediatri kliniği ile konsülte edilerek metabolik hastalıklar yönünden de araştırıldı. Bu değerlendirmede rutin idrar incelemesi ve kültür, serum elektrolitleri ve kalsiyum, kreatinin, ürik asit, fosfor düzeyleri belirlendi. Sistinüri için spot idrar örneklerinde nitroprusside testi uygulaması kullanıldı. Ayrıca 24 saatlik idrar örneklerinde volüm, sodyum, kalsiyum,

kreatinin, ürik asit, fosfor, sitrat, okzalit ve magnezyum ölçümleri yapıldı.

Tedavi öncesi, hastalarda taş boyutları ve lokalizasyonu belirlenerek, üreteropelvik bileşke darlığı ve at nalı böbrek gibi üriner sistem anomalilerinin varlığı araştırıldı. (At nalı böbrek ve ureteropelvik bileşke darlığı saptanan hastalarda ESWL uygulanmadı.) Ayrıca vezikoureteral reflü düşünülen 8 (%11,9) hasta da voiding sistüretrografi ile değerlendirildi.

Üriner sistem enfeksiyonu saptanan 18 çocuk (%26,8) idrar kültür ve antibiyogram sonucuna göre uygun antibiyotik ile tedavi edildi.

ESWL, flürooskopik ve ultrasonografik taş lokalizasyon sistemlerinin her ikisine de sahip Multimed 2001 litotriptör kullanılarak gerçekleştirildi. İşlem sırasında her iki sistem de taş lokalizasyonu için kullanıldı. Analjezi için IV fentanil (0.008mg/kg) kullanıldı.

Tedavinin birinci hafta ve birinci ayında direkt üriner sistem grafisi ile takip edilen hastalar, aynı zamanda postoperatif 3. ayda İVP ve ultrasonografi ile değerlendirildi.

ESWL sonrası rezidüel taş boyutunun 3 mm ve daha küçük çaplı olması halinde, hastaların taştan arınmış olduğu kabul edildi.

SONUÇLAR

Yaş ortalaması 10.25 ± 3.16 (3-15) yıl olan hastaların 38'i (%56,7) erkek, 29'u (%43,3) kız idi.

Hastaların başlıca başvuru nedenleri; 44 (%65,67) hastada künt karakterde abdominal veya flank ağrı, 32 (%47,76) hastada hematüri, 21 (%31,47) hastada üriner enfeksiyon olarak saptandı. Preoperatif olarak üriner sistem anomalisi tespit edilen 7 (%10,4) hastanın, 3'ünde (%4,9) veziko-üreteral reflü, 4'ünde de (%5,9) nörojen mesane (LMM) tespit edildi. Metabolik yönden değerlendirilen hastaların 5'inde (%7,4) hiperkalsiüri, 2'sinde (%2,9) hiperürükozüri,

İ'inde de (%1.4) sistinüri saptandı. Bu hastalara işlem öncesi metabolik tedavi de uygulanmaya başlandı.

İşlem öncesi direkt üriner sistem grafisi ve ultrasonografi ile en uzun çap esas alınarak hesaplanan taş boyutu ortalama 10.2 ± 2.1 mm (7-18 mm) olarak belirlendi. Ortalama taş alanı ise 79.48 ± 17.65 mm² (64-160 mm²) olarak saptandı. Ayrıca taş lokalizasyonu; 34 (%50) hastada renal pelviste, 7 (%10.4) hastada alt kalikte, 8 (%11.9) hastada üst kalikte, 3 (%4.9) hastada orta kalikte, 16 (%23.8) hastada da proksimal ureterde belirlendi.

Tüm hastalara işlem sırasında intravenöz fentanil verildi ancak, 11 hastaya (%16.4) ağrı nedeniyle genel anestezi uygulanması gerekti. İşlem öncesi tüm hastalara oral sefalosporin başlandı.

Toplam 141 scans uygulanan ESWL tedavisinde kullanılan ortalama voltaj 17.12 ± 3.18 kV (16- 20) idi. Ortalama şok sayısı 2941 ± 648 . 25 (1200- 9000), ortalama tedavi süresi ise 63.45 ± 16.25 (32-128) dakikaydı.

İşlem sonrası 14 (%20.89) hastada şok uygulanan bölgede ekimoz belirlendi. Ayrıca 22 (%32.8) hastada da ESWL sonrası, oral analjezikle geçen kolik ağrı saptandı. Hastaların 17' sinde (%25.37) en fazla 24 saat süren persistan hematüri belirlendi. Takip edilen bu hastalarda 24 saat sonra herhangi bir komplikasyon gelişmeden hematüri düzeldi. İşlem sonrası şiddetli ağrı şikayeti olan ve persistan ateş belirlenen 4 hastada (% 5.97) ultrasonografi ile subkapsüler hematoma belirlendi. Geniş spektrumlu antibiyotiklerle tedavi edilip, ultrasonografi ile takip edilen bu hastalarda, hematoma spontan olarak rezorbe oldu. Toplam 16 (%23.8) hastada da kısa süreli ateş belirlendi.

ESWL sonrası üçüncü ayda 50 (%74.62) hastada taşın arınma saptandı. Geriye kalan 17 (%25.37) hastanın 2'sinde (%2.98) taş yolu oluşması ve 9'unda da (%13.4) yeterli arınma sağlanamadığı için açık cerrahi girişim uygulandı. Yine 3. ayda taşın yeterli arınma sağlanamayan 6 (%8.9) hastanın daha sonraki dönemde takipleri yapılmadı ve bu hastalarda tedavinin başarısız olduğu kabul edildi.

Parsiyel arınma sağlanan ve taşın arınmanın yetersiz olduğu toplam 17 hastada (%25), ESWL tedavisinin başarısız olduğu kabul edildi.

Ortalama 13.2 ± 4.25 ay (3-22 ay) takip edilen hastalarda ek bir lokal veya sistemik komplikasyon saptanmadı.

TARTIŞMA

İlk olarak 1980 yılında klinik kullanıma giren ESWL, özellikle erişkin taş hastalığında yaygın olarak kullanılan etkin bir tedavi modelidir. ESWL'nin, teknik adaptasyon gerektirmeyen yeni jenerasyon cihazların geliştirilmesi ile pediatrik yaş grubu hastalarda da noninvaziv bir tedavi modeli olarak güvenle uygulanabileceği bildirilmektedir^{5,6,7,8}. Çalışmamızda teknik adaptasyon gerektirmeyen standart Multimed 2001 cihazı kullanılarak tedavi edilen hastaların yaş ortalaması 10.25 ± 3.16 idi. Ayrıca serimizde 3 yaş üstü hastalara ESWL uygulanmakla birlikte günümüzde yeni doğan yaş grubundaki hastalarda da ESWL alternatif bir tedavi modeli olarak önerilmektedir³.

ESWL tedavisi için 10 yaş altı çocuklarda, nörolojik hastalığı ve mobilizasyon problemi olanlarda işlemin genel anestezi altında yapılması önerilmekteyse de, intravenöz ketamin, pentazosin ve nöroleptik anestezi uygulamasının yeterli olabileceği bildirilmiştir^{4,9,10,11,12}. Çalışmamızda anestezi için intravenöz fentanil kullanıldı ve şiddetli rahatsızlık duyan 11 hastada genel anestezi uygulandı.

ESWL'nin tedavi etkinliğinde hasta özellikleri yanında taş fragilitésinin, boyutunun ve lokalizasyonunun da önemli rol oynadığı bilinmektedir^{13,14}. ESWL ile tedavi edilen çocuk yaş grubu hastalarda %75-92 oranlarında taşın arınma sağlanabileceği bildirilmektedir³. Nijman ve arkadaşları üriner sistem taş hastalığı nedeniyle ESWL uygulanan 73 pediatrik yaş grubu hastada tedaviden 6 ay sonra, %79 taşın arınma oranı bildirmişlerdir¹⁵.

Abara ve arkadaşları 20 çocuk hastada renal veya ureteral taş için uygulanan tek seans ESWL ile %60, multipl seanslarla %80 taşın arınma oranı saptamışlardır⁹.

Moazam ve arkadaşları ise 83 hastalık çalışmada gruplarında ESWL başarısını %88 olarak bil-

dirmişlerdir¹⁶. Çalışma grubumuzdaki 67 hastada ESWL sonrası 3. ayda taşın arınma oranı %75 olarak saptandı.

Çocuk yaş grubu hastalarda olası metabolik hastalıklar ve üriner sistem anomaliler taş nüksü ve ESWL' nin taşın arınma oranını etkileyebileceğinden, işlem öncesi bu hasta grubunda gerekli metabolik ve radyolojik değerlendirmelerin yapılması önerilmektedir^{4,5}. Choi ve arkadaşları ESWL uyguladıkları pediatrik yaş grubu 62 hastanın 18'inde taş oluşumunda metabolik nedenler saptamışlardır. Bu patolojilerin başlıcaları hiperkalsiüri (n:9), renal tübüler asidoz (n:2), sistinüri (n:1), steroid kullanımı (n:3) olarak bildirilmiştir⁵. Ayrıca kongenital ürolojik anomali olarak da meningomyelosel (n:12), üreteropelvik bileşke darlığı (n: 2), at nalı böbrek (n:2), vezikoüreteral reflü (n:1) gibi patolojiler saptamışlardır⁵. Çalışma grubumuzda üriner sistem anomalisi tespit edilen 7 hastanın, 3'ünde (%4,9) veziko-üreteral reflü, 4'ünde de (%5,9) nörojen mesane (LMM) tespit edildi. Metabolik yönden değerlendirilen hastaların 5'inde hiperkalsiüri, 2'sinde hiperürükozüri, 1'inde de sistinüri saptandı. Sonuç olarak tüm pediatrik yaş grubu taş hastalarının konjenital ürolojik anomali ve metabolik hastalık yönünden değerlendirilmesi önerilmektedir. ESWL üst üriner sistem taşları için güvenli ve etkin bir tedavi modeli olmasına rağmen, taşın arınma oranı taşın lokalizasyonuna göre değişmektedir⁵. Özellikle alt pol taşlarında, infundibulopelvik açının 90° den büyük, genişliğinin 2 cm' den kısa, olması gibi anatomik özelliklerin de preoperatif olarak ortaya konulması tedavi başarısını etkileyecektir¹⁴.

ESWL tedavisi ile erişkin hastalarda işlem sonrası saptanabilecek morfolojik ve fonksiyonel değişiklikler genel olarak ortaya konulmuştur ancak, çocuk üriner sistem taş hastalığında ESWL tedavisinin geç dönem komplikasyonları tam olarak belirlenmemiştir^{17,18}. Erişkin taş hastalığında ESWL tedavisi sonrası, böbrekte irreversible fibrozis ve kalıcı histolojik değişiklikler saptanabileceği bildirilmiştir^{17,18}. Hayvan modelleri ile ESWL'nin böbrekte yaptığı morfolojik değişikliklerin perinefritik hematomdan, gross kortiko-medüller hemorajiye kadar değişebileceği belirlenmiştir¹. ESWL sonrasında böbrekte oluşabilecek morfolojik değişiklikler, ultrasonog-

rafi (USG), bilgisayarlı tomografi (BT) ve magnetik rezonans (MRI) ile belirlenebilir¹⁹. Kauda ve arkadaşları, ESWL sonrası %63 oranında oluşan renal morfolojik değişiklikleri MRI yardımıyla göstermiştir²¹. Rubin ve arkadaşları tedavi sonrası artan septal bağlar, incelmış gerota fasiası ve renal hasar saptamışlardır^{20,21}. Nijman ve arkadaşları, ortalama 24 aylık takip sonrası ESWL uygulanan pediatrik yaş grubu hastaların hiçbirinde renal morfolojik değişiklik gözlemlemişlerdir¹⁵. Çalışma grubumuzda ortalama 13.22 ± 4.25 ay (3-22) takip edilen hastalarda da ultrasonografi ile herhangi bir morfolojik değişiklik saptanmadı. ESWL'nin uzun dönem fonksiyonel etkileri çalışma grubumuzda değerlendirilmemiştir ve bu konunun geniş serili hasta gruplarında değerlendirilmesi gerekmektedir.

Üst üriner sistem taş hastalığı tedavisinde başarı oranı yüksek ve rekürrens oranı düşük olan perkütan litotripsi ESWL' ye göre daha invaziv ve çocuk yaş grubu hastalarda uygulanması zor bir tedavi şeklidir. Ancak tedavi sonrası 2 yıl sonunda rekürrens oranı %2 olarak bildirilen perkütan litotripsinin, %26 gibi yüksek rekürrens oranı saptanan açık cerrahi girişimlere tercih edilebileceği önerilmektedir^{15,22,23}.

Daha az invaziv olan ESWL tedavisinde 2 yıl sonunda saptanan rekürrens oranı %10 olarak bildirilmiştir¹⁵.

Çalışmamızda ortalama 13.22 ± 4.25 (3-22) ay takip edilen 67 hastada rekürrens oranı %7 olarak saptandı. Bu oranlar dikkate alındığında ESWL, özellikle pediatrik yaş grubu hastalardaki üriner sistem taşlarında etkin olarak kullanılacak güvenli bir tedavi modelidir.

Taş hastalığı tedavisinin en önemli morbiditelerinden biri olan rekürrens, özellikle metabolik hastalık ve üriner sistem anomalisinin sık olarak saptanabileceği pediatrik yaş grubu hastalarda daha fazla önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu yaş grubundaki hastalarda daha az invaziv ve kolay uygulanan tedavi modelleri seçilmelidir. Bu yönüyle ESWL çocuk üriner sistem taş hastalığında yüksek başarı oranına ve kısa dönemde minimal komplikasyona sahip etkili ve güvenilir bir tedavi şeklidir.

KAYNAKLAR

- 1- **Mishriki SF, Wills MI, Mukherjee A, Frank JD, Feneley RCL:** Extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi in children. *Br J Urol.* 69: 303-305, 1992
- 2- **Marberger M, Türk C, Steinkogler I:** Piezoelectric extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol.* 142:349-352, 1989
- 3- **Newman DM, Coury T, Lingeman JE, et al:** Extracorporeal shock wave lithotripsy experience in children. *J Urol.* 136: 238-240, 1986.
- 4- **Kroovand RL, Harrison LH, McCullough DL:** Extracorporeal shock wave lithotripsy in childhood. *J Urol.* 138: 1106-1109, 1987.
- 5- **Choi H, Snyder HM, Duckett JW:** Urolithiasis in childhood: Current management. *J Ped Surg.* 22: 158, 1987.
- 6- **Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, et al:** First clinical experience with extracorporeal induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol.* 127: 417-420, 1982.
- 7- **Öge Ö, Tekgül S, Şahin A, Atsü A, Bakkaloglu M and Kendi S:** Extracorporeal shock wave lithotripsy in children: report of a large series of 126 patients. *Br J Urol.* 83: 76, 1999.
- 8- **Sigman M, Laudone VP, Jenkins AD, et al:** Lithostar extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Initial experience with extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol.* 138: 839-841, 1987.
- 9- **Abara et al, Merguerian PA, McLorie GA, et al:** Lithostar extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol.* 144: 489-492, 1990.
- 10- **Farsi HMA, Mosli HA, Alzemality M, Bahnesy AA, Ibrahim MA:** In situ extracorporeal shock wave lithotripsy for the management of primary ureteric calculi in children. *J Ped Surg.* 29: 1315-1316, 1994.
- 11- **Goel MC, Baserge NS, Babu RV, Sinha S, Kapoor R. Pediatric Kidney:** Functional outcome after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol.* 155: 2044-2047, 1996.
- 12- **Wilbert DM, Reichenberger H, Hutschenrieter G, et al:** Second generation shock wave lithotripsy: experience with lithostar. *World J Urol.* 5: 225-227, 1987.
- 13- **Vandeursen H, Devos P, Baert L: Electro-magnetic:** Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol.* 145: 1229-1231, 1991.
- 14- **Orhan İ, Ardiçoğlu A, Murat E, Onur R, Karaca H, Cihangiroğlu M:** Böbrek alt pol taşlarının ESWL ile tedavisinde radyografik anatominin önemi. *Türk Üroloji Dergisi.* 24(4): 362-367, 1998.
- 15- **Nijman RJM, Ackaert K, Scholtmeijer RJ, Lock WT, Schroeder FH:** Long term results of: extracorporeal shock wave lithotripsy in children. *J Urol.* 142: 609-611, 1989.
- 16- **Moazam F, Nazir Z, Jafarey AM:** Pediatric Urolithiasis: to cut or not to cut. *J Pediatr Surg.* 29: 761, 1994.
- 17- **Fajardo LL, Hillman BJ, Weber C, Donovan JM, Drach GW:** Microvascular changes in rabbit kidneys after extracorporeal shock wave treatment. *Invest Rad.* 25: 664, 1990.
- 18- **Kaji DM, Xie HW, Hardy BE, Sherrod A, Huffman JL:** The effect of: Extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi in children of extracorporeal shock wave lithotripsy on renal growth, function and arterial blood pressure in an animal model. *J Urol.* 146: 544, 1991.
- 19- **Wilson WT, Miller GL, McDougall LL, Erdman WA, et al:** Renal magnetic resonance appearance after piezoelectric and electrohydraulic lithotripsy. *J Endouro.* 4: 407, 1990.
- 20- **Rubin MI, Bruck E, Rappaport LA:** Maturation of renal function in childhood: clearance studies. *J Clin Invest.* 82: 1144, 1988.
- 21- **Kaude JV, Williams CM, Miller MR, Scott KN, Finlayson B:** Renal morphology and function immediately after extracorporeal shock-wave lithotripsy. *AJR.* 145: 305, 1985.
- 22- **Marberger M, Stackl W, Hruby W, Kroiss A:** Late sequelae of ultrasonic lithotripsy of renal calculi. *J Urol.* 133: 170, 1985.
- 23- **Boddy SAM, Kellett MJ, Fletcher MS, et al:** Extracorporeal shock wave lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy in children. *JPS* 22: 223, 1987.