

경피적 신쇄석술 54례

계명의대 비뇨기과학교실

박 철 희 · 이 성 준

= Abstract =

Percutaneous Nephrolithotripsy : Clinical Experience of 54 Cases

Choal Hee Park and Sung Choon Lee

From the Department of Urology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

We have performed percutaneous extraction of renal and upper ureter stones in 54 cases with use of the Storz percutaneous universal nephroscope(26Fr). With the patient under general anesthesia, a percutaneous tract was dilated up to 24Fr and the stone was immediately removed at one session.

A variety of grasping and fragmentation techniques under fluoroscopic and endoscopic control were used to extract stones. Overall success rate was 65%. With increasing proficiency from accumulation of experience, rate of stone extraction has been increasing from 40% early in the series to 83% in the most recent cases.

The advantage of this technique is that only 1 to 2cm skin incision is required to remove the stone with minimal postoperative morbidity, rapid convalescence, and sooner return to work.

We conclude that percutaneous nephrolithotripsy appears to be an appropriate alternative to an open operation in most patients with symptomatic urolithiasis.

서 론

비뇨기과 영역에서 요로결석증의 수술적 요법은 최근 내비뇨기파학(endo-urology)의 발전으로 경피적인 방법으로 신장 및 상부요관 결석을 제거할 수 있게 되었다. 그리고 1980년부터는 구미 각국에서 체외충격파쇄석기(ESWL)를 이용한 비침입성 방법도 시행하였다.

1955년 Goodwin¹⁾ 등이 수신증 환자에서 경피적 신루설치술(percutaneous nephrostomy: 이하 PCN)을 시도한 이래 널리 이용되지는 않았으나 1978년 Stables²⁾ 가 516례의 PCN을 보고한 후에 보편화되었다. 그후 형광투시기(fluoroscopy unit)와 신전자기구가 발달함에 따라 상부요로폐색 환자에서 PCN이 최선의 방법으로 간주되고, 이러한 신루를 통해 서 신결석을 제거하고자하는 시도는 자연발생적으로 생겨났다.

* 본 논문은 1986년도 계명대학교 동산의료원 조사연구비 일부 보조에 의하여 작성되었음. 본 논문의 요지는 1986년도 추계 학술대회에서 구연되었음.
접수일자 : 9월 20일

1941년 Rupei³⁾과 Brown⁴⁾은 이미 형성된 신루를 통해서 forcep으로, 1975년 Harris⁵⁾ 등은 굽묘성 기판지경을 사용하여 결석을 제거하였다. 그러나 신결석을 제거하기 위한 경피적 신루설치는 1976년 Fernstrom⁶⁾과 Johansson⁷⁾에 의해 처음 시도되었다. 그후 Alken⁸⁾ 등은 신내시경(nephroscopy)과 초음파쇄석기를 도입함으로써 이 기술을 본격적인 궤도에 올려 놓는데 기여하였다.

구미 각국에서는 이미 결석의 최선의 치료로 급격히 보편화되었고, 성공률도 95% 이상으로 상당히 향상되었으며, 수술이 아니라 간단한 시술이란 개념으로 정착되고 있다.

저자들은 1985년 2월부터 1986년 7월까지 18개 월간 신결석 및 상부요관석환자 54례에서 경피적 신쇄석술을 시행하여 그 결과를 문헌고찰과 함께 비교하는 바이다.

대상 및 수술방법

1985년 2월부터 1986년 7월까지 18개 월간 신결석 및 상부요관 결석으로 본원 비뇨기과에 입원하여 경피적 신쇄석술을 시행한 54례를 대상으로 하

였다. (1명은 양측성 신우요관이행부 결석이었다.) 성별분포는 남자 38례, 여자 16례였고, 연령분포는 25세에서 75세 사이였고, 평균연령은 42세였다. 다발성 결석이 31례(57%)였고, 단일결석이 23례(43%)였으며, 1례는 단일신이었다. 요로결석증의 과거력은 16례(30%)에서 있었고, 그중 11례(21%)는 요로결석증으로 수술적 요법을 시행받은 적이 있었다.

모든 환자에서 경성맥성 요로조영술 및 일반혈액 검사, 혈액화학검사, 일반요검사 및 요배양검사와 혈액응고 검사를 시행하였다. 40세 이상에서 심전도동 전신마취에 필요한 제반검사도 시행하였다. 서술증 수술시야를 깨끗이 유지하고 신우내 혈관형성을 잡소시키기 위해 수술전 15% mannitol로 전처지 하였으며, 비경구용 항생제를 충분히 투여하였다.

전례에서 전신마취를 하였으며, 반복시도시에는 국소마취와 정맥성 안정제투여를 병행하였다. 방광경하에서 6 또는 7Fr round tip 요관 카테타를 역행성으로 신결석의 경우는 신우내로, 상부요관 결석의 경우는 신우로 밀어올려서 유치한 후, 방광내에 Foley 카테타를 설치하였다. 환자를 복위위로 바꾸고, 수술부위를 소독처리한 후 일반적인 surgical drape 을 이용하였다.

C-arm 형광투시기 하에서 1 ample의 indigocarmine 을 섞은 20% 조영제를 요관 카테타로 주입시켜 집합계를 팽창 조영시키고, 피부천자부위는 열두번쩨 늑골하의 후액와선(posterior axillary line)에서 1~2cm의 피부절개 부위를 선택한 후, Angiomed 경피적 신루설치술셋(percutaneous nephrostomy set)중 천자침(3 piece puncture needle, outer diameter 1.3mm with 2 piece thin needle by Chiba, outer diameter 0.7mm)을 신하극(lower pole)으로 향하여 신우신배내로 천자한다.

청색의 요가 확인되면, 천자침 속으로 유도철선(Seldinger guide wire with 0.35mm diameter and J-tip)을 상부요관까지 밀어 넣은 후, 천자침을 제거

한다. 신루형성을 위해 유도철선을 따라 fascial dililator로 12Fr 까지 확장한 후, 8Fr의 metal rod (metal guide with beaded end)를 12Fr fascial dilator 속으로 넣어서 작업유도철선(working guide wire)으로 사용하며, fascial dilator는 제거한다. 이 때 Seldinger wire는 안전유도철선(safety guide wire)으로 남겨둔다. 신우의 내측벽이 천공되는 것을 방지하기 위해서 C-arm 형광투시 기를 조정 갑시하면서 metal rod를 따라 telescopic matal dilator를 24Fr 까지 확장한 후, 신내시경 외관(nephroscopic sheath, 26Fr)를 넣고 확장기를 제거한다. Metal dilator 대신 Amplatz teflon renal dilator를 사용하기도 하였다.

신내시경을 통하여 신우나 신배내를 관찰하고 결석을 찾아낸 후, 결석의 크기가 신내시경의 내경을 통과할 수 있는 작은 크기(직경 6.8~1cm 미만)면 다양한 종류의 forcep(alligator forcep, grasping forcep with three expanding jaws and forcep with ring handle) 또는巴斯켈을 이용하였고, 그 이상의 크기이면 초음파쇄석기를 이용하여 결석을 분쇄한 후 forcep으로 제거하였다. 관주용액으로는 생리식 염수를 사용하였고, 관주된 용액과 환수된 용액 차이가 1l 이상이면 시술을 중단하고 그 원인을 확인하였다.

신결석 제거후 C-arm 형광투시기로 잔석유무를 확인한 후, 신내시경외관을 통하여 Malecot 카테타(20~24Fr)를 신우내로 유치하고 신내시경 외관을 제거한 후 조영제를 주입하여 그 위치를 확인하고 시술을 마쳤다.

술후 제1일에 단순복부촬영으로 잔석 유무를 확인후, 요관 카테타 및 Foley 카테타를 제거하였다. 술후 제3~4일에 신루조영술(nephrostogram)을 시행하여 신루설치 카테타의 위치, 요누출(extra valuation)유무, 요관 및 방광으로 조영제의 배출을 확인한 후, 신루카테타를 차단하였고, 12~24시간동안 신루카테타 주위로 요누출이나 측복통, 발열등이 없으면 카테타를 제거한 후 퇴원시켰다.

Table 1. Percutaneous nephrolithotripsy in 54 cases

| Duration | Success No.(%) | Failure No.(%) | Total No.(%) |
|----------------------------------|----------------|----------------|--------------|
| First 6 months (85. 2~85. 7) | 6(40) | 9(60) | 15(100) |
| Second 6 months (85. 8~86. 1) | 9(60) | 6(40) | 15(100) |
| Third 6 months (86. 2~86. 7) | 20(83) | 4(17) | 24(100) |
| Total | 35(65) | 19(35) | 54(100) |

Table 2. Stone location in 54 cases

| Location | No. cases(%) |
|---------------------------------|--------------|
| Renal pelvis | 17(31) |
| Renal calyx | 12(22) |
| Combined renal pelvis and calyx | 7(13) |
| UPJ | 17 |
| Upper ureter | 9(17) |
| Total | 54(100) |

Table 3. Distribution of urinary calculi in 54 cases

| Location and size | No. stones(%) | No. removed percutaneously(% success) |
|-------------------|---------------|---------------------------------------|
| Renal pelvis | 26(36.) | 16(62) |
| ≤1.5cm | 9(12.5) | 8(89) |
| >1.5cm | 17(23.5) | 8(47) |
| Calix | 28(39.) | 17(61) |
| ≤1.5cm | 21(29.) | 13(62) |
| >1.5cm | 7(10.) | 4(57) |
| UPJ | 9(12.5) | 7(78) |
| Upper ureter | 9(12.5) | 4(44) |
| Total | 72(100) | 44(61) |

Table 4. Stone composition

| | No.(%) |
|-----------------|---------|
| Calcium oxalate | 48(89) |
| only | 46(85) |
| with uric acid | 2(4) |
| with phosphate | — |
| Struvite | 6(11) |
| Uric acid | — |
| Total | 54(100) |

결 과

54례의 신경석 및 상부요관석 환자에서 총 68회의 경피적 신체석술을 시행하여 35례(65%)의 전체 성공율을 나타내었다. 그중 첫 6개월간은 15례 중 6례(40%), 그다음 6개월간은 15례 중 9례(60%), 최근 6개월간은 24례 중 20례(83%)의 성공율을 보여 점진적으로 향상된 성적을 보였다(Table 1).

Table 5. Causes of failure in 19 cases who underwent percutaneous removal

| | No. cases. |
|-------------------------------------------------------------|------------|
| PCN failure including renal puncture and dilatation failure | 7 |
| Instrument not in kidney | 1 |
| Inappropriate access | 1 |
| Inaccessibleness to stone | 2 |
| Stone escaped to ureter | 1 |
| Stone too hard | 2 |
| Pelvis tear | 3 |
| Could not visualize stone(bleeding) | 1 |
| Not disintegration of stone(instrumental) | 1 |
| Total | 19 |

Table 6. Significant complications and their treatments in 54 cases of percutaneous removal of stones

| Complication | Treatment | No. pts. |
|--------------------------------------------|-------------------|----------|
| Significant postop. bleeding | — | — |
| Excessive intraop. bleeding | Nephrectomy | 1 |
| | Conservative | 4 |
| | Open surgery | 4 |
| Improper scope insertion | Procedure stopped | 1 |
| Dilators lacerated parenchyma | Surgery | 2 |
| Pelvis tear and extravasation(flank bulge) | Conservative | 3 |
| | Procedure stopped | 1 |
| Total | | 16 |

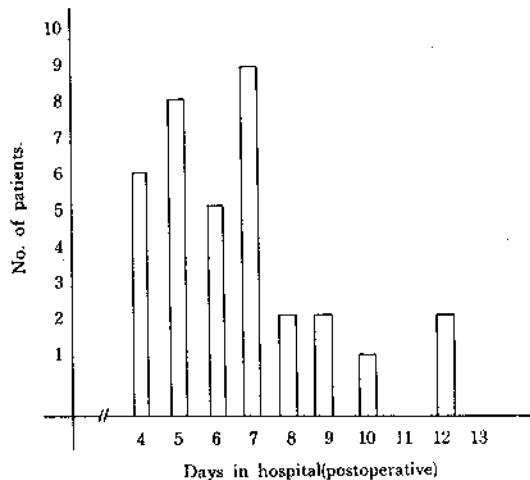


Fig. 1. Hospital days in 35 patients who underwent percutaneous stone removal. Mean length of stay was 6.4 days.

결석의 위치는 신우결석이 17례(31%)로 가장 많았고, 신배결석이 12례, 신우및 신배다발성 결석이 7례, 신우요관이행부 결석이 9례, 상부요관식이 9례였으며, 부분녹작석이 2례였다(Table 2). 부위에 따른 성공율은 신우요관이행부에서 78%로 가장 높았으며, 크기에 따른 성공율은 1.5cm미만인 경우에서 70%, 이상인 경우에는 50%를 각각 나타내었다(Table 3).

모든 결석은 화학적 분석을 하였고 그 결과는 Table 4와 같다.

대부분의 환자(42례)에서 1회만의 경피적 신체석술을 시행하였으나, 술후 자연배출이 힘든 큰 잔석이 있거나, 시술중 출혈등으로 계속할 수 없을 때, 12례 중 2례에서 2번, 나머지 예에서는 1번씩 반복시행하였다. 술후 입원일수는 평균 6.4일이었으며, 대부분이 술후 4~5일에 퇴원하였다(Fig. 1). 잔석율은 성공한 35례 중 10례였으며, 1례에서 직경 0.5cm 및 0.3cm의 잔석을 남겼고, 나머지 예에서는 모래알 크기의 절편석(fragmented)으로 임상적 문제를 야기시키지 않을 것들이었다.

실패의 원인은 신루설치술 및 신루확장중에 신루도(nephrostomy tract)를 이탈한 경우가 7례로 가장 많았으며, 반복 시도시 신루도를 이탈한 1례, 신루형성은 되었으나, 결석과 신루와의 위치가 부적당하여 쇄석술을 시행치 못한 1례, 상부요관 결석에서 내시경이 결석에 접근불능인 2례, 초음파로 쇄석후 파편석이 요관으로 떨어진 1례, 결석이 초음파쇄석 불능인 2례, 신우천공 3례, 출혈로 인한 시아악화로 중단한 1례, 초음파쇄석기기 고장으로 인한 1례 등 총 19례였다. 이들 경우 즉시 또는 추

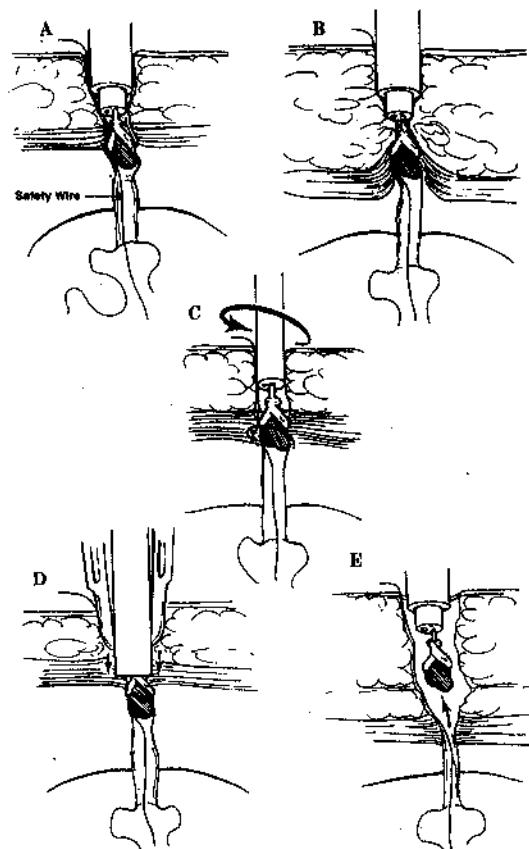


Fig. 2. Stone dislodgment. A, B) The stone is lodged at the fascial level. C) By turning the entire instrument, the stone at times can be eased from the tract. D, E) Alternatively, a knife can be slid along the nephroscope to incise the fascia, thereby enlarging the nephrostomy tract.

후에 요부절개로 결석제거술을 시행하였다(Table 5).

합병증으로 술후 의미있는 출혈은 없었으나 시술 중 거의 모든 환자에서 경미한 출혈은 있었으며, 초기 1례에서는 심한 출혈로 신적출출을 시행했으며, 6례에서 수술적 치료를 하였고 나머지 9례는 보존적 방법으로 치료되었다. 5례에서 수혈을 요하였다(1~7pints). 이 중 4례는 관절적 수술을 시행한 경우였으며, 실지 1례에서만 수혈(4pints)하였다(Table 6).

고 찰

1976년 Fernstrom과 Johansson⁶이 경피적 신결석 제거를 시행한 이래, 여러 조사자에 의해 다양한 방법으로 시도되었다. 1970년대 후반기에 Smi-

thth 등은 신우나 상부요관에 접근할 수 있는 방법을 개발하여 결석을 제거하기 시작하였고, 초음파쇄석기를 이용하여 신루형성과 쇄석술을 동시에 시행한 one session은 1981년 Alken^{6,7)} 등에 의해 널리 이용되었다. 저자들도 전례에서 one session으로 시술하였다.

경피적 신쇄석술의 적응범위는 다양하지만 특히 ① 수술 후 재발된 결석, ② 전신마취나 수술적 요법을 시행하기에 부적당한 내과질환을 가진 환자, ③ 결석수술 후 잔석이 있을 때, ④ 관협적 수술을 기피하는 환자등에 적용된다⁸⁾.

저자의 경우 2례에서 관협적 결석수술후 발견된 잔석을 제거하는 데 성공하였다. 그중 1례는 타병원에서 관협적 요관절석술후 술후 3일째 즉복통이 재발되어 술후 8일째 신우요관이행부 및 하부신배에서 직경 0.6cm과 0.8cm의 결석을 각각 제거하였다.

경피적 신쇄석술의 좋은 대상은 결석의 크기가 1cm 미만이며, 신우나 하부신배가 확장되어 있고 마른 체격으로 요부와 신까지의 거리가 짧은 환자이다⁹⁾. Segura^{11,13)} 등은 초기에 직경 2cm 이하 결석에서만 적응대상으로 하였고, 기술향상후 범위를 확대하여 상부요로결석증의 98%까지 시술가능케 되었다. 그 성공율도 초기의 87%에서 최근 1,000례에서 신장결석 98.3% 요관석 88.2%의 높은 성공율을 보고하고 있다¹³⁾. 또 초창기에는 신배를 직접 보기 어렵거나 불가능하기 때문에 신배내에 있는 결석은 제거할 수 없었다. Hulbert¹⁰⁾ 등도 접근할 수 없는 신배결석, 신방세실내 결석, 뉴아석, 특수한 경우의 요관석 및 심한 척추만곡이나 신이식후의 결석, 신장 상부극에 있는 결석등은 어렵다고 하였다. 그러나 최근 Lange¹¹, Reddy¹⁰⁾ 등은 12번 째 누그워로 신천자하거나 이중(double) 혹은 Y자형 신루도설치술, 경직성 및 굴요성 신내시경, 투열요법(diathermy)으로 신내절단 등을 이용하여 제거할 수 있다고 하였다.

절대금기증은 혈액응고장애, 조절되지 않은 고혈압, 세균뇨, 관협적 수술을 원하는 환자이며, 신결핵, 비뇨기계 종양, 수술적 제거를 요하는 신종괴 등이 있을 때도 피하는 것이 좋다. 쇄석술의 시도가 비교적 어려운 경우는 비만증, 간 비장비대, 크기가 작고 증상이 없는 신배결석, 신의 위치가 높아서 상위뉴간으로 시도해야 하는 경우 등이다^{17,18)}. 저자의 경우 혈압을 조절하고, 혈액응고검사를 반드시 시행하였으며, 충분히 비경구용 항생제를 투여하였다.

역행성 요관 카테타 사용의 장점은 ① 상부요관

이나 신우요관이행부 결석을 신우로 밀어 옮겨주고, ② 작은 결석이나 파편을 요관으로 빠져 나가는 것을 막아주고, ③ 경피적 신천자시 역행성으로 조영제를 주입하여 집합계를 팽창조영하여 형광투시기상 잘 보이게 하며, ④ 작은 신장내 신우(intrarenal pelvis)를 팽창시켜 기계조작을 용이하게 하며, ⑤ 조영제에 민감한 환자도 CO₂ gas를 주입한 신우조영술을 시행할 수 있다는 장점이 있다^{17,19)}. 저자의 경우 UPJ occlusion balloon catheter는 파손이 잘되고 고가이므로 사용하지 못하고 대신 round tip 요관 카테타를 사용하였으나, 1례에서만 파편식이 요관으로 빠져 내려가 실패하였다.

신루의 확장은 주로 telescopic metal dilator를 이용하였다. Metal dilator는 전에 수술을 받아서 신주위가 경화된 경우에 좋고, 압전(tamponade)을 만들 수 있어 확장시 출혈이 적으나, metal guide에 힘이 주어지면, 선실질이나 집합계에 손상을 주기 쉽다. Amplatz renal dilator는 확장기를 제속 교체함으로써 시간이 많이 걸리고, 압전이 안되는 단점이 있어서 확장시 출혈이 있을 수 있다²⁰⁻²²⁾.

결석이 1.3cm 이상이면 분쇄(disintegration)가 필요하게 되고 현재 널리 사용되는 유일한 방법들로는 전기수압충격파(electrohydraulic)와 초음파(ultrasonic)결석천공술(lithotresis)이다^{7,22,24)}. 전자는 전기불꽃이 탐침(probe)과 결석사이에서 작용하면 판주액이 급격히 기화됨으로써 강력한 충격파가 발생되어 결석을 분쇄하는 원리로서 빠른 시간에 쇄석할 수 있고, 굴요성 신내시경을 이용하여 사용할 수 있으나, 400bar 이상의 압력파때문에 탐침 끝 5mm 이내의 연조직에 심한 손상(출혈)을 줄 수 있다. 그러나 초음파는 특정진동수(23~26KHz)로 piezoceramic crystal이 진동할 때 나오는 초음파를 이용하여 결석을 전동서짐으로써 분쇄하며, 부서진 결석조각을 흡인할 수 있고, 연조직 손상이 거의 없어 요로상피와 직접 접촉하에서도 안전하게 시술할 수 있다. 그러나 장시간이 소요되고 견고한 결석에는 분쇄되지 않는 단점이 있다. Stackl²³⁾ 등은 초음파쇄석기로 결석이 견고하여 실패한 윗은 0.6%, 잔석으로 임상적 문제가 되는 경우는 4%, 먼지형태로 남는 것이 6%라 하였다. 또 Miller²⁴⁾는 미세한 잔석(micr fragment)이 남아서 6~8개월이라는 짧은 기간내 재결석의 nidus로 작용한다고 하였다. 그리고 탐침의 경직성 때문에 굴요성 신내시경과는 사용할 수 없는 단점이 있다고 했다. 저자의 경우 굴요성 신내시경과 전기수압충격파 쇄석기는 사용하지 않았으며, 3례에서 결석이 초음파에 분쇄되지 않았다. 그중 1례는 직경 3.5cm×2.5cm 크기의

단일 신결석이어서, 신내사경 외관과 함께 결석을 신장밖으로 끌어내어서 제거하는 방법(stone dislodgment)으로 결석제거에 성공하였다¹⁹(Fig. 2).

Clayman²⁰은 경피적 신쇄석술과 판혈적 수술의 결과를 비교 보고하면서 경피적 방법의 장점을 강조하였다. 즉 입원기간이 짧고(4~8일), 적은 의료비 부담과 적은 피부절개로 술후 통증이 경미하여 작업복귀가 빠르며, 비교적 적은 합병증(3%)과 반복시행이 가능한 점등을 열거하였다^{20, 21}.

합병증으로 가장 흔한 것이 출혈이다^{22~30}. 정맥출혈은 쉽게 조절되어서 큰 문제가 되지 않으나 동정맥 혹은 가성동맥류 형성등에 의한 동맥출혈은 심각한 합병증으로 응급치료를 요하며, 혈관전색술, 부분 혹은 전신적출술을 필요로 할 수 있다고 하였다. Segura²⁷는 0.5%의 발생율을 보고하였다. 그외 요누출(요낭종), 폐혈증, 고열(감염), 잔석, 기흉, 대장침공, 후복막강 혈종 등을 열거할 수 있다^{20, 31}. 저자의 경우 시술중 대량출혈로 개복한 후 초기 1례에서 신적출술을 시행했으며, 6례에서는 이미 신루형성된 신실질을 통해 신쇄석술을 시행하고 일차적 봉합술을 하였다.

초기에 성공율이 저조했던 이유는 외국의 경우와 달리 방사선과 협력없이 본 교실에서 전과정을 단독 시행함으로써 신루설치술의 미숙, 유도절선의 삽입조작술이 불완전한 상태에서 확장이나 작업중에 신루도로부터의 이탈 및 작업 중 심한 출혈로 판혈적 수술을 시행한 예가 많았기 때문이다. 그러나 점차 숙련도와 경험이 향상됨으로써 최근에는 거의 100%의 신루설치술을 할 수 있게 되었다. 따라서 현재는 결석의 경도, 크기, 위치에 따른 쇄석술과 결석 제거술에 성공율이 좌우된다고 할 수 있다³².

결 론

54례의 신결석 및 상부요관결석 환자에서 총 68회의 경피적 신쇄석술을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전체성공율은 65%이며, 그중 첫 6개월 간은 40%, 그다음 6개월간은 60% 최근 6개월간은 83%로 점차 향상된 성적을 보였다.

2. 결석부위에 따른 성공율은 신우요관 이행부에서 78%, 신우결석에서 62%, 신배결석에서 61%, 상부요관에서 44%였으며, 크기에 따른 성공율은 1.5cm 미만인 경우에서 70%, 이상인 경우에서 50%였다.

3. 실패원인으로 신루설치술 실패가 7례로 가장 많았으며, 잔석율은 10례(29%)였으며, 1례외에는

모두 모래알 크기의 결편석이었다.

4. 입원일수는 술후 평균 6.4일이었으며, 4일부터 12일까지의 범위였다.

5. 합병증 치료로 신적출술 1례, 수술적 치료 6례, 보존적 방법 9례였다.

이제 경피적 신쇄석술은 대부분의 경우 판혈적 수술에 비해 그 우월성을 부정할 수 없으며, 각종 기제가 완비되고 경험을 쌓으면, 좋은 성공율로 적응법위를 확대시켜 국내에서도 상부요로 결석증의 최선의 치료 중요한 위치를 차지할 것으로 생각한다.

REFERENCES

- Goodwin, W.E. and Casey, W.C.: *Percutaneous trocar(needle) nephrostomy in hydronephrosis*. J.A.M.A., 157: 891, 1955.
- Stables, D.P., Ginsberg, N.J. and Johnson, M.C.: *Percutaneous nephrostomy: a series and review of the literature*. Amer. J. Urol., 130: 75, 1978. *review of the literature*.
- Rupel, E. and Brown, R.: *Nephroscopy with removal of stone following nephrostomy for obstructive calculus anuria*. J. Urol., 46: 177, 1941.
- Harris, R.D., McLaughlin, A.P., III and Harrel, J.H.: *Percutaneous nephroscopy using fiberoptic bronchoscope: removal of renal calculus*. Urology, 6: 367, 1975.
- Fernstrom, I. and Johnsson, B.: *Percutaneous pyelolithotomy. A new extraction technique*. Scand. J. Urol., Nephrol., 10: 257, 1976.
- Alken, P., Hutschenerreiter, G., Gunther, R. and Marberger, M.: *Percutaneous stone manipulation*. J. Urol., 125: 463, 1981.
- Alken, P.: *Percutaneous ultrasonic destruction of renal calculi*. Urol. Clin. N. Amer., 9: 145, 1982.
- Smith, A.D., Reinke, D.B., Miller, R.P. and Lange, P.H.: *Percutaneous nephrostomy in the management of ureteral and renal calculi*. Radiology, 133: 49, 1979.
- Castaneda-Zuniga, W.R., Claymen, R., Smith, A., Rusnak, B., Herrera, M. and Amplatz, K.: *Nephrostolithotomy: percutaneous techniques for urinary calculus removal*. Amer. J. Roentgen., 139: 721, 1982.

- 10) Claymen, R.V. and Castaneda-Zuniga, W.R.: *Nephrolithotomy: percutaneous or removal renal calculi.* *Urol. Radiology*, 6: 95, 1984.
- 11) Segura, J. W., Patterson, D.E., LeRoy, A.J., McGough, P.F. and Barrett, D.M.: *Percutaneous removal of kidney stones: preliminary report.* *Mayo Clin. Proc.*, 57: 615, 1982.
- 12) Segura, J.W., Patterson, D.E., LeRoy, A.J., May, G.R. and Smith, L.H.: *Percutaneous lithotripsy.* *J. Urol.*, 130: 1051, 1983.
- 13) Segura, J.W., Patterson, D.W., LeRoy, A.J., Williams, H.J., Jr., Barrett, D.M., Benson, R.C., Jr., May, G.R. and Bender, C.E.: *Percutaneous removal of kidney stones; review of 1,000 cases.* *J. Urol.*, 134: 1077, 1985.
- 14) Hulbert, J.C. and Lange P.H.: *The percutaneous removal of difficult upper urinary tract calculi.* *World J. Urol.*, 8: 19, 1985.
- 15) Lange, P.H., Reddy, P.K., Hulbert, J.C., Clayman, R.V., Castaneda-Zuniga, W.R., Miller, R.P., Coleman, C.C. and Amplatz, K.: *Percutaneous removal of caliceal and other "inaccessible" stones: instruments and techniques.* *J. Urol.*, 132: 439, 1984.
- 16) Reddy, P.K., Lange, P.H., Hulbert, J.C., Clayman, R.V., Breen, J.F., Hunter, D.H., Coleman, C.C., Castaneda-Zuniga, W.R. and Amplatz, K.: *Percutaneous removal of caliceal and "inaccessible" stones: results.* *J. Urol.*, 132: 443, 1984.
- 17) Bush, W.H., Brannen, G.E., Burnett, L.L. and Wales, L.R.: *Ultrasonic renal lithotripsy.* *Radiology*, 151: 607, 1984.
- 18) LeRoy, A.J., May, G.R., Bender, C.E., Williams, H.J., Jr., McGough, P.F., Segura, J.W. and Patterson, D.E.: *Percutaneous nephrostomy for stone removal.* *Radiology*, 151: 607, 1984.
- 19) Clayman, R.V., Surya, V., Miller, R.P., Castaneda-Zuniga, W.R., Smith, A.D., Hunter, D.H., Amplatz, K. and Lange, P.H.: *Percutaneous nephrolithotomy: extraction of renal and ureteral calculi from 100 patients.* *J. Urol.*, 131: 868, 1984.
- 20) Clayman, R.V. and Castaneda-Zuniga, W.R.: *A guide to the percutaneous removal of renal and ureteral calculi.* Edited by R.V. Clayman, Minnesota: Chapt. 5 and 13, p. 107, 313, 1984.
- 21) Korth, K.: *Percutaneous surgery of kidney stones.* Edited by Kurt Korth. Berlin: Springer-Verlag Co., 1984.
- 22) Alken, P.: *The telescope dilators.* *World J. Urol.*, 3: 7, 1985.
- 23) Marberger, M., Stackl, W., Hruby, W., Wurster, H. and schnell, W.: *Ultrasonic lithotripsy and soft tissue.* *World J. Urol.*, 3: 27, 1985.
- 24) Miller, R.A.: *Endoscopic application of shock wave technology for the destruction of renal calculi.* *World J. Urol.*, 3: 36, 1985.
- 25) Brannen, G.E., Bush, W.H., Correa, R.J., Gibbons, R.P. and Elder, J.S.: *Kidney stone removal: percutaneous versus surgical lithotomy.* *J. Urol.*, 133: 6, 1985.
- 26) White, E.C. and Smith, A.D.: *Percutaneous stone extraction from 200 patients.* *J. Urol.*, 132: 437, 1984.
- 27) Segura, J.W.: *Percutaneous endourology: vascular complication.* *World J. Urol.*, 3: 24, 1985.
- 28) Patterson, D.E., Segura, J.W., LeRoy, A.J., Benson, R.C., Jr. and May, G. R.: *The etiology and treatment of delayed bleeding following percutaneous lithotripsy.* *J. Urol.*, 133: 447, 1985.
- 29) Clayman, R.V., Surya, V., Hunter, D., Castaneda-Zuniga, W.R., Miller, R.P., Coleman, C., Amplatz, K. and Lange, P.H.: *Renal vascular complications associated with the percutaneous removal of renal calculi.* *J. Urol.*, 132: 228, 1984.
- 30) Clayman, R.V., Surya, V., Hunter, D., Castaneda-Zuniga, W.R., Miller, R.P., Coleman, C., Amplatz, K. and Lange, P.H.: *Renal vascular complications accociated with the percutaneous removal of renal calculi.* *J. Urol.*, 132: 228, 1984. 228.
- 31) LeRoy, A.J., Williams, H.J., Bender, C.E., Segura, J.W., Patterson, D.E. and Benson, R.C., Jr.: *Colon perforation secondary to percutaneous nephrostomy and renal calculus removal.* *Radiology*, 155: 83, 1985.
- 32) 이무상·정명하: 경피적 신체석출의 초기경험. *대한비뇨기학회지*, Vol. 27, No. 3, June, 1986.