

경피적신쇄석술 후 잔석 평가 시 비조영 전산단층촬영의 유용성

The Effectiveness of Non-contrast Computerized Tomography (CT) in Evaluation Of residual Stones after Percutaneous Nephrolithotomy

Jinsung Park, Bumsik Hong, Taehan Park, Hyungkeun Park

From the Department of Urology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: The sensitivity of antegrade pyelogram (AGP), plain film radiography (KUB) and non-contrast, thin cut abdomen computerized tomography (CT) were prospectively compared for the detection of residual stones following a percutaneous nephrolithotomy.

Materials and Methods: Fifty patients (53 renal units), who had undergone a percutaneous nephrolithotomy for radiopaque renal pelvis stone, as well as a non-contrast abdomen CT 1 month postoperatively, were prospectively evaluated. The number and size of residual fragments, as determined by immediate postoperative AGP, postoperative 1 month KUB and abdomen CT, were compared.

Results: The stone-free rates according to the AGP, KUB and non-contrast CT were 73.6 (39/53), 62.3 (33/53) and 20.8% (11/53), respectively. In terms of clinically insignificant residual fragments (CIRFs), the success rates were 84.9 (45/53), 83.0 (44/53) and 41.5% (22/53), respectively. With respect to the residual stones (22 cases), which were detected by CT, but not by KUB, 45.5% (10 cases) were more than 4mm in size on CT, with a mean size of 7.4mm. The sensitivity for the detection of residual fragments was 47.6% for KUB compared to 100% for non-contrast CT. Seven patients received additional extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) for residual stones following CT.

Conclusions: Non-contrast, thin cut abdomen CT is the most accurate imaging modality for determination of the stone-free rate following a PCNL. Non-contrast abdomen CT gives accurate information for the selection of patients who may benefit from additional ESWL treatment and for follow-up planning. (Korean J Urol 2006;47:1315-1319)

Key Words: Percutaneous nephrolithotomy; Kidney calculi; Tomography, X-ray computed

대한비뇨기과학회지
제 47 권 제 12 호 2006

울산대학교 의과대학 비뇨기과학교실

박진성 · 홍범식 · 박태한 · 박형근

접수일자 : 2006년 6월 9일
채택일자 : 2006년 8월 10일

교신저자: 박형근
울산대학교 의과대학
서울아산병원 비뇨기과
서울시 송파구 풍납2동 388-1
☎ 138-736
TEL: 02-3010-3737
FAX: 02-477-8928
E-mail: hkpark@amc.seoul.kr

서론

체외충격파쇄석술 (extracorporeal shock wave lithotripsy; ESWL) 후 잔석은 그 크기가 작더라도 대부분의 환자에서 결국 임상적 증상을 유발하거나 치료를 필요로 하는 결석으로 재발한다는 보고가 있었고,^{1,2} 특히 감염석을 가진 환자들은 치료 후 잔석이 남을 경우 결석의 재발이나 감염의 고위험군으로 알려져 있다.³ 이러한 보고들은 경피적신쇄

석술 (percutaneous nephrolithotomy; PNL)과 같은 수술적 치료 후에도 결석의 완전 제거가 중요하다는 사실을 뒷받침하고 있다.

PNL 후 잔석의 평가를 위해 기존에 사용된 단순복부촬영 (plain film radiography; KUB), 초음파와 같은 영상들은 작은 잔석을 진단하는 데 불충분하므로 비조영 배전산단층촬영 (abdominal computerized tomography; CT)을 시행하여 잔석을 확인하는 것이 필요하다는 주장이 있다.⁴

저자들은 PNL 후 시행한 선행성신우조영술 (antegrade

pyelogram; AGP)과 KUB, 비조영 배전산단층촬영을 비교함으로써 잔석 평가에 있어 이들의 민감도를 알아보고, 비조영 배전산단층촬영의 유용성을 선행적 연구를 통해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2004년 4월부터 2006년 1월까지 방사선비투과성 결석으로 본원에서 PNL을 시행받은 56명 (59신단위)을 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 모든 환자들은 술 후 48-72시간째 AGP를 시행받았고, 술 후 한 달째 KUB를 시행받았으며, 50명 (53신단위)은 술 후 1개월째 비조영 배전산단층촬영 [noncontrast, thin cut (3mm.) abdomen CT]을 시행받았다. 모든 환자들에게 잔석의 평가를 위한 목적을 설명하고, CT 시행에 동의한 환자들에게만 CT를 시행하였다. 술 후 48-72시간째 AGP에서 잔석이 임상적으로 의미 있게 크다고 판단될 경우에는 추가적으로 ESWL을 시행하였으며, ESWL 종료 시점에서 한 달 후 KUB와 비조영 CT를 시행하였다. 술 후 1개월째 CT를 시행받은 환자 중 술 후 6-7개월째 CT 시행에 동의한 경우, 추가로 비조영 CT를 시행하였다.

대상 환자들의 평균 연령은 51.7세였고, 남자가 35명, 여자가 18명이었으며, 3명의 환자는 양측 결석으로 양측 동시에 (1명), 또는 시간 간격을 두고 PNL을 시행받았다. 단일 결석이 26례, 2개 이상의 다발성 결석이 27례였다. 28례 (52.8%)는 신녹각석이었으며, 술 전 평균 결석크기는 705.8 mm²였다. 술 전 결석의 크기는 본원의 의료영상저장전송시스템 (picture archiving communication system; PACS)을 이용하여 KUB 또는 경정맥요조영술을 2-3배 확대하여 타원체의 표면적을 구하는 공식을 이용해 구하였다. 신녹각석의 경우에는 각각의 뿔 (horn)을 몇 개의 타원체로 나누어 표면적을 구한 후 합산하여 산출하였다 (Table 1).

잔석의 크기는 KUB와 비조영 CT를 각각 2-3배 확대하여 PACS가 제공하는 길이 측정 기능을 이용하여 최대 장경의

길이를 하였다.

저자들은 술 후 AGP, KUB, 비조영 CT로 평가한 결석 제거율을 비교하였고, 술 후 한 달째 KUB에서는 관찰되지 않았으나 비조영 CT에서만 관찰되었던 잔석들을 분석하였다. 또한 술 후 6개월 CT를 통해 술 후 1개월 CT와 비교함으로써 잔석의 변화를 관찰하였다.

결 과

술 후 48-72시간 AGP, 술 후 1개월 KUB 및 CT로 평가한 결석 완전 제거율은 각각 73.6% (39/53신단위), 62.3% (33/53신단위), 20.8% (11/53신단위)였다. 4mm 미만인 임상적 무증상 잔석 (clinically insignificant residual fragments; CIRFs)을 기준으로 평가하였을 때도 결석제거율은 각각 84.9% (45/53신단위), 83.0% (44/53신단위), 41.5% (22/53신단위)로 CT로 평가한 결석 제거율은 AGP 및 KUB에 비해 현저히 낮았다.

전체 53신단위에서 전반적인 술 후 경과와 다음과 같았다 (Fig. 1). 술 후 48-72시간째 AGP에서 잔석이 남은 것으로 평가된 14례 중 8례에서는 추가로 ESWL을 시행받았다. 이 경우 ESWL 종료 후 1개월 KUB에서 62.5% (5/8신단위)가 잔석이 보인 반면, CT에서는 모두 잔석이 있었으며 이들 잔석의 평균 크기는 6.4mm로 측정되었다. 이중 1례에서는 CT 시행 후 추가로 ESWL을 시행하였다. 술 후 AGP에서 잔석이 남은 것으로 평가된 14례 중 6례에서는 CIRFs로 판단되어 추가 치료를 시행받지 않았다. 이들은 술 후 1개월 KUB 및 CT에서 모두 잔석이 있는 것으로 나타났고, CT로 평가한 잔석의 평균 크기는 9.2mm였다. 이중 2례에서는 추가로 ESWL을 시행받았다.

술 후 48-72시간 AGP에서 잔석이 관찰되지 않았던 39신단위는 술 후 1개월 KUB로 평가 시 76.9% (30/39신단위)에서 결석이 제거되었고, 23.1% (9/39신단위)에서 잔석이 관찰되었다. 그러나 술 후 1개월 CT에서는 71.8% (28/39신단위)에서 잔석이 관찰되었고 이들의 평균 크기는 5.8mm였다. AGP 및 KUB에서는 잔석이 관찰되지 않았지만, CT에서는 잔석이 있는 것으로 평가된 19신단위의 잔석을 분석해 보면, 11신단위 (57.9%)는 잔석이 4mm 미만 (평균 크기 2.3mm)이었지만, 8신단위 (42.1%)는 잔석이 4mm 이상이었고, 이들의 평균 크기는 7.6mm였다. 이중 6례는 CT 후 추가로 ESWL을 시행받았고, 이들의 평균 크기는 9.7mm였다. 이들 CT후 추가로 ESWL을 시행받은 6례 중, 술 후 6개월째 CT를 시행한 3례를 보면 1례에서는 결석이 완전 제거되었고, 2례에서는 모두 그 크기가 2mm 미만으로 감소하였다. 술 후 1개월 CT에서 잔석이 있었지만 ESWL을 시행받지 않았

Table 1. Patients and stone characteristics

No. of patients (No. of renal units)	50 (53)
Male : Female	35 : 18
Mean age±SD (years)	51.7±11.7
No. right/left side	24/29
Cumulative stone size±SE (mm ²)*	705.8±103.8
No. single/multiple	26/27
No. staghorn calculi (%)	28 (52.8%)

*applying the formula for surface area of an ellipse (lengthxheight x3.14/4)

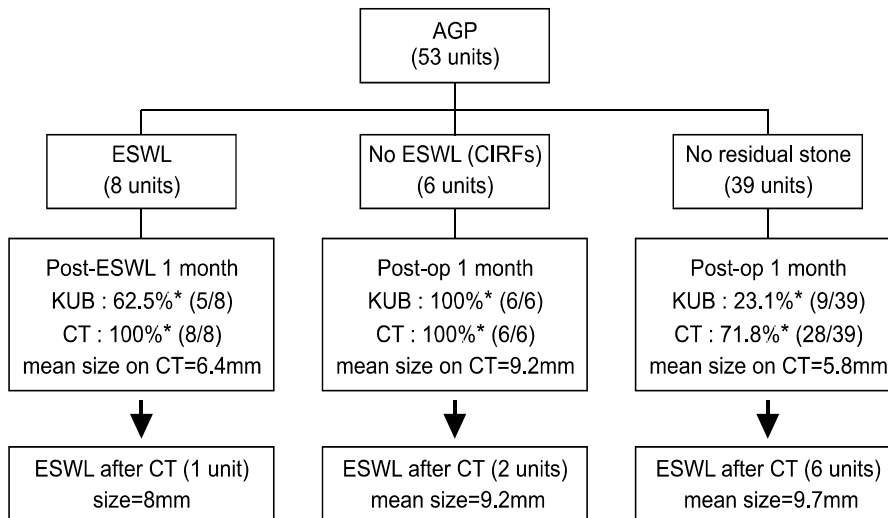


Fig. 1. Overall progress after a percutaneous nephrolithotomy in a total of 53 renal units. AGP: antegrade pyelogram, ESWL: extracorporeal shock wave lithotripsy, KUB: plain film radiography (kidney, ureter, bladder), CT: computerized tomography. *residual stone rates. CIRFs: clinically insignificant residual fragments.

던 22례 중, 술 후 6개월째 CT를 시행한 12례 (평균 크기 =4.5mm)에서 잔석을 추적해 보았을 때, 평균 크기가 4.7mm로 약간 증가하였다.

전체 53신단위 중, 술 후 1개월 CT에서는 잔석이 있었지만 (42례), KUB에서는 잔석이 없는 것으로 보인 22례를 분석해 보았을 때, CT에서 4mm 미만의 CIRFs인 경우가 12례 (54.5%)였고, 4mm 이상인 경우가 10례 (45.5%)로 이들의 평균 결석 크기는 7.4mm임에도 KUB에서는 관찰되지 않았다. 잔석을 진단하는 데 있어 술 후 1개월 CT에 대한 KUB의 민감도는 47.6% (20/42)에 불과하였다.

술 후 결석 성분을 조사한 결과, 칼슘석이 39례 (73.6%)로 가장 많은 비중을 차지하였고, 감염석이 13례 (24.5%)였으며, 시스틴석도 1례 (1.9%)에서 관찰되었다. 요산석은 칼슘석과 혼합된 형태로 2례 (3.8%)에서 관찰되었다. 각각의 성분을 세분하여 보았을 때 수산칼슘석이 51.3% (calcium oxalate monohydrate 10.2%, calcium oxalate dehydrate 2.2%, mixed form 38.9%)였고, 인산칼슘석 (calcium phosphate)이 22.3%였다. 53신단위 중 28례 (52.8%)에서 두 가지 이상의 성분이 혼합된 것으로 나타났다.

고 찰

ESWL의 사용과 함께 신결석의 수술적 치료 후 결석의 완전 제거의 중요성은 논쟁이 되어 왔다. 과거에는 수술적 치료 후 남은 잔석에 대해 ESWL을 시행하여 크기가 4mm 미만이고 임상적 증상이 없을 경우, 임상적으로 무의미한 결석 (CIRFs)이라고 하여, 이러한 상태가 수술적 치료의 성공과 종종 혼용되어 사용되었다. 그러나 최근에는 여러 연구자들이 이러한 CIRFs의 존재에 대해 의문을 제시하고 있

다. Streem 등¹은 ESWL 후, CIRFs를 가진 160명의 환자를 대상으로 추적 관찰하였을 때, 술 후 평균 23개월에 평균 43.1%가 증상을 일으키고, 평균 26개월 후에 치료를 필요로 한다고 보고하였다. 이들은 CIRFs라는 용어는 잘못된 용어 (misnomer)라고 하였다. Khaitan 등²도 ESWL 후, CIRFs를 가진 75명의 환자를 평균 15개월 추적 관찰하였을 때, 18명에서만 결석의 자연 배출이 있었고, 13명은 증상 없이 잔석을 가지고 있는 상태로 유지되었지만, 44명의 환자에서는 한가지 이상의 합병증이 발견되었다고 보고했다. 이들 합병증을 일으킨 환자의 절반 정도에서 ESWL, 요관경 수술, PNL 등의 치료를 필요로 한다고 보고하였다. 이들은 ESWL 후 잔석의 자연 배출은 결석의 크기, 개수, 위치 등에 영향을 받고, 6개월 이후에도 지속적으로 발견된 잔석은 시간이 지날수록 합병증의 비율이 높아진다고 보고하였다.

많은 연구자들은 또한 새로운 결석의 생성 비율이 ESWL 후 잔석이 있는 사람들에서 잔석이 없는 사람들보다 더 높다는 것을 보고하였다. Newman 등⁵은 ESWL 후 잔석이 없었던 환자들은 치료 후 1년 내에 8.4%에서만 새로운 결석의 생성을 보였지만, 잔석이 남았던 환자들에서는 21.6%에서 같은 기간 내에 새로운 결석의 생성을 보인다고 보고하였다. Graff 등⁶도 ESWL 후 평균 19.1개월 동안 추적 관찰에서 잔석이 없었던 환자들은 6.2%에서만 결석이 재발하였지만, 잔석이 남았던 환자들은 17.2%에서 새로운 결석이 생성되어 ESWL 후 결석의 완전 제거가 새로운 결석의 생성을 방지하는 데 중요한 인자임을 보고하였다. 특히 감염석을 가진 환자들의 경우 ESWL 후 잔석이 남을 경우 결석의 재발이나 감염이 더욱 높은 빈도로 발생하는 것이 알려져 있다.³ Beck과 Riehle⁷은 감염석을 가진 33명의 환자 (38신단위)를 ESWL 시행 후, 26.6개월 동안 추적 관찰하였을 때, 잔석이

있었던 18신단위에서는 77.7%에서 결석의 성장이 관찰되었지만, 잔석이 없었던 20신단위에서는 20%에서만 결석의 재발을 보인다고 보고하였다.

ESWL 후 잔석에 관한 연구들은 시술 후 결석의 완전 제거가 결석의 재발과 성장을 방지하는 데 매우 중요하고, 잔석이 남을 경우 이의 면밀한 추적 관찰이 필요하다는 사실을 뒷받침하고 있다. 이러한 연구를 바탕으로 많은 연구자들이 결석의 수술적 치료의 목표를 결석의 완전 제거로 하는데 동의하지만, 결석 제거 상태의 판단은 영상 진단법(imaging modality)에 따라 달라진다. 신결석에 대해 PNL 후 결석 제거율은 결석의 크기, 수, 신축각석 여부 등에 영향을 받고 술자에 따라 40-90%에 이르는 다양한 보고들이 있어 왔으나, 80-90%에 이르는 높은 성공률을 보고한 연구들은 CIRFs를 결석 제거 상태에 포함하였고, 잔석의 평가를 위해 주로 단순복부촬영만을 하거나 영상 진단법을 언급하지 않은 경우들이 대부분이었다.⁸⁻¹⁰

Pires 등⁴은 PNL 후 잔석을 평가하는 데 있어 KUB만으로는 불충분하여 비조영 CT를 시행하는 것이 필요하다고 보고하였다. 이들은 PNL을 시행받은 50명의 환자를 대상으로 술 후 1일째 KUB와 비조영 CT를 시행하여 잔석 진단의 민감도를 조사하였을 때, CT에 대한 KUB의 민감도는 87%라고 하였다. Lehtoranta 등¹¹은 PNL을 시행받은 35명(36신단위)의 환자에서 술 후 평균 23개월(12-43) 사이에 단순복부촬영, 초음파, 비조영 CT를 시행하여 이들 영상 진단법들의 잔석 진단율을 비교하였다. 이들은 상기 영상 진단법들로 평가한 결석 제거율은 각각 56%, 72%, 47%로 잔석 진단에 있어 CT의 민감도가 다른 영상 진단법들에 비해 유의하게 높다고 하였다. 저자들의 연구에서도 수술 직후 AGP 및 술 후 1개월 KUB에서는 관찰되지 않았던 잔석들이 CT로 평가하였을 때 평균 5.8mm의 크기를 보였으며, 잔석을 진단하는 데 있어 KUB의 민감도는 CT의 47.6%에 불과하였다.

본 연구에서 CT에서 관찰되었던 4mm 이상의 잔석이 AGP 및 KUB에서 관찰되지 않은 이유는 무엇일까? 술 후 2-3일째 시행한 AGP는 투시 조영(fluoroscopy)하에 시행한 검사로 해상도가 낮아 크기가 비교적 큰 결석도 관찰되지 않는 경우가 있고, 조영제를 주입한 후에도 충만 결손(filling defect)이 뚜렷하지 않은 경우가 있었다. 또한 술 후 한 달째 시행한 KUB는 복부 장 가스의 상태, 복벽의 두께, 검사 시 체위 등에 따라 잔석이 관찰되지 않는 경우가 있었다. CT에서는 관찰되었지만 AGP 및 KUB에서 관찰되지 않았던 결석의 성분을 분석해 보면 모든 경우가 칼슘석(요산석과 칼슘석이 혼합된 1례 포함)이나 감염성인 것을 볼 때, 이들 검사만으로는 술 후 잔석의 정확한 평가를 하는 데 미흡한 점이 많다고 하겠다.

본 연구에서 술 후 1개월째 CT 시행 후 추가로 ESWL을 시행받은 환자들의 잔석 크기는 모두 8mm 이상이였다(Fig. 1). 앞서 언급했듯이 술 후 남은 잔석이 결국 임상적 증상을 일으키거나 합병증을 유발할 수 있음을 생각해 볼 때, CT는 KUB에서 관찰되지 않았지만 CT 시행 후 잔석이 진단되어 추가로 ESWL을 시행받은 환자들에게 도움이 되었을 것이라고 생각한다. 실제로 본 연구에서 AGP 및 KUB에서 잔석이 관찰되지 않았지만, CT에서 잔석이 있는 것으로 평가되어 추가로 ESWL을 시행받았던 6명의 환자 중, 술 후 6개월째 CT를 시행받은 환자들은 모두 결석이 없어지거나 그 크기가 현저히 감소하였다.

그러나 CT의 가양성(false-positive) 가능성을 지적한 보고들도 있었다. Pearle 등¹²은 CT가 100%에 이르는 높은 민감도를 가지지만, 굴곡성 내시경(flexible nephroscopy)을 이용한 이차 수술을 시행하였을 때, 15%에 이르는 과진단(over reading)의 가능성을 수반함을 지적하였다. 이들은 잔석의 정확한 평가를 위해서는 술 후 2-3일째 굴곡성 내시경 수술을 이용할 것을 주장하였다. 그러나, 이러한 이차 수술은 환자의 상태나 순응도, 비용 등을 고려할 때, 현실적으로 많은 어려움이 있을 것으로 생각한다. 본 연구에서 술 후 6개월째 CT를 시행받은 37명의 환자들을 보면 술 후 1개월 CT에서 잔석이 있었던 환자들 중 2명의 환자(potassium citrate를 복용)를 제외하고는 모든 환자에서 잔석이 남아 있어 CT의 가양성 가능성은 높지 않을 것으로 생각한다.

결 론

비조영 배전산단층촬영은 경피적신쇄석술 후 결석 제거를 평가하기 위해 가장 정확한 진단 방법으로, 술 후 추가적인 체외충격파쇄석술로 도움을 받을 수 있는 환자를 선별하고, 향후 추적 관찰 계획을 수립하는 데 유용한 정보를 줄 것으로 생각한다.

REFERENCES

1. Streem SB, Yost A, Mascha E. Clinical implications of clinically insignificant stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 1996;155:1186-90
2. Khaitan A, Gupta NP, Hemal AK, Dogra PN, Seth A, Aron M. Post-ESWL, clinically insignificant residual stones: reality or myth? Urology 2002;59:20-4
3. Zanetti G, Montanari E, Mandressi A, Guarneri A, Ceresoli A, Mazza L, et al. Long-term results of extracorporeal shock wave lithotripsy in renal stone treatment. J Endourol 1991; 5:61-4
4. Pires C, Machet F, Dahmani L, Irani J, Dore B. Sensitivity

- of abdominal radiography without preparation compared with computed tomography in the assessment of residual fragments after percutaneous nephrolithotomy. *Prog Urol* 2003;13:581-4
 5. Newman DM, Scott JW, Lingemen JE. Two-year follow-up of patients treated with extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Endourol* 1988;2:163-71
 6. Graff J, Diederichs W, Schulze H. Long-term followup in 1,003 extracorporeal shock wave lithotripsy patients. *J Urol* 1988;140:479-83
 7. Beck EM, Riehle RA Jr. The fate of residual fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy monotherapy of infection stones. *J Urol* 1991;145:6-9
 8. Lim JK, Hyun JS, Chung KH. Cost and effectiveness of different treatment options for renal calculi larger than 2cm. *Korean J Urol* 2002;43:454-8
 9. Feng MI, Tamaddon K, Mikhail A, Kaptein JS, Bellman GC. Prospective randomized study of various techniques of percutaneous nephrolithotomy. *Urology* 2001;58:345-50
 10. Lojanapiwat B. Previous open nephrolithotomy: does it affect percutaneous nephrolithotomy techniques and outcome? *J Endourol* 2006;20:17-20
 11. Lehtoranta K, Mankinen P, Taari K, Rannikko S, Lehtonen T, Salo J. Residual stones after percutaneous nephrolithotomy; sensitivities of different imaging methods in renal stone detection. *Ann Chir Gynaecol* 1995;84:43-9
 12. Pearle MS, Watanull LM, Mullican MA. Sensitivity of non-contrast helical computerized tomography and plain film radiography compared to flexible nephroscopy for detecting residual fragments after percutaneous nephrostolithotomy. *J Urol* 1999; 162:23-6
-