

ESWL을 이용한 Proximal, Mid Ureteral Stone의 쇄석시 각 조건에 대한 쇄석율의 비교 측정

강광수, 이상복, 이준행

남부대학교 방사선학과

Take advantage of ESWL in comparison measurement of Proximal stone against Mid Ureteral Stone according to its provability of pulverization

Kwangsoo Kang*, Sangbok Lee, Junhaeng Lee

Department of Radiology, Nambu University

요약

요석은 고대 인류부터 지금 현재 인류까지 끊임없이 인간을 괴롭히고 있는 질병중의 하나이다. 하지만 딱히 예방법이 없어 문제가 생기면

비뇨기과적 치료가 절대적으로 필요한 질병이다. 이런 요석의 가장 큰문제점은 상당한 통증 과 구토, 발열등을 유발한다는 것이다. 통증은 요관을 통과 할 때나 요관이 요석으로 인한 심한 경련이 일어날 때 크게 일어난다. 이 통증은 마약성분이 강한 펜타닐 이나 페치딘 같은 강한 진통제에도 잘 잡히지 않는 경향이 있어 신속한 검사와 치료가 요구된다.

본 논문에서는 ESWL(Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy)을 이용한 요석 치료시 특히 분쇄율은 낮고 환자의 통증은 심한 Proximal ureteral stone 과 Mid ureteral stone에 대해 각각의 여러 조건을 적용하여 최적의 치료방법과 최고의 분쇄율에 대하여 실험 과 연구를 하여 보았다. 실험결과 Proximal과 Mid ureter에 위치한 stone은 호흡에 의한 충격과의 적중률이 낮아 분쇄율이 distal ureter보다 낮았으나 방전interval을 줄임으로써 분쇄율을 높일 수 있었고, 낮은 방전 Power로 여러번 분쇄하는 것보다는 높은 방전 Power와 적절한 방전횟수로 분쇄를 하였을 때 ureter도 보호하면서 분쇄율이 높다는 것을 알 수 있었다.

중심단어:요석, ESWL,분쇄율,방전 Power

Abstract

A urolithiasis, also called calculus, is one of the brutal illnesses, which has constantly harassed humanbeings from time immemorial. However, there is no appropriate method of prevention so far. So, Urological therapy must be followed upon those patients.

The biggest problem of urolithiasis is usually causing harsh pain, fever, and throw up. The pain would be more intensified when something came through the ureter or the moment of convulsion caused beyond transmission of urinary calculus. Even strong painkillers, such as fentanyl and Pethidine, can not handle those

Corresponding Author: 이준행

주소: 광주광역시 광산구 월계동 864-1번지 남부대학교 방사선학과, E-mail: jj1839@hambu.ac.kr, Tel: +82-16-620-7728

투고 일자: 2009년 10월 25일, 심사일자: 2009년 12월 30일, 수정 일자: 2010년 02월 05일, 게재 확정일자: 2010년 03월 15일

harshly pain easily. Therefore, a prompt action of medical check up and its therapy must be required to those patients.

This thesis paper has put the accent on the specific therapy, known as ESWL (Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy), which have generated quite optimum resolution to patients, who received harsh pain from Proximal ureteral stone and Mid ureteral stone and because of its low provability of pulverization.

The results of the experiment confirmed that the stone, located between Proximal and Mid ureter, has lower provability of pulverization than distal ureter, because its accuracy rate on shock wave, in respect of breathing, are low. However, decrease in discharge interval have enhanced provability of pulverization. it can also intensify probability of pulverization and its safety by discharging high power with appropriate intervals, and that is more efficient than discharging low power with frequent time.

I. 서론

현재 요석의 치료시 가장먼저 1차적인 치료가 바로 ESWL(Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy)을 이용한 쇄석을 하게 된다.

ESWL이란 체외 충격과 쇄석기를 줄여서 이르는 말이다¹⁾. 요석의 치료에 있어서 비 침습성과 그에 대한 안정성을 인정받고 있어

현재로써는 요석치료의 90%정도를 차지하고 있다.

ESWL은 1960년대 독일의 도니어(Dornier)회사에서 충격파가 인체 조직에 미치는 영향에 대한 연구를 시작하면서 개발이 되었고

그 연구는 물속에서 충격파가 발생되어 인체내로 전달이 가능하며 인체 조직에는 손상을 초래하지 않은 반면 요석처럼 깨지기 쉬운

물질에는 크게 작용하여 분쇄 현상을 발생한다는 것을 발견하게 되었다.

그 후 ESWL은 ¹⁶⁾1980년 Chaussy 등, 이 처음으로 임상에 사용하게 되었고, 국내 에서는 1987년 중앙대학교 부속 용산병원 비뇨기과

에서 최초로 ESWL시술을 시행 하였다.

¹⁶⁾ESWL이 개발되고 발전되기 이전의 치료 방법으로는 가장먼저 배를 열어 수술을 하는 개복술과 카테터를 이용하여 stone을 Kidney로

다시 올려 치료하는 방법이 있었다. 그후 요관경이

발전 되면서 요관경하 배석술의 성공률 또한 크게 상승하게 되었다.

현재 ESWL과 같이 요관경하 배석술도 상당히 많은 시술이 이루어지고 있는데 그반면 각종합병증 과 환자의 통증에 대한 부담과 요로감염등 많은 문제점들을 안고 있다. 그래서 2Cm 이하의 요석치료시 ESWL을 1차적으로 시술을 하고 그후 2,3차례 후에도 성공이 되지 않을시에 요관경하 배석술을 시술하는 경우도 있다.

ESWL이 널리 사용되어지는 이유는 앞서서도 언급하였듯이 비침습성이라는 점이 큰 장점이고 그 외에 임원이 필요없어 시술 후 바로 활동이 가능하다는 점과 마취가 거의 없어 가장 안전하다는 점이다. 또 다른 장점으로는 비용이 다른 시술보다는 저렴한 데에 있다.

하지만 그 비용에 있어서도 결코 저렴하다고 보기는 조금 어려운 부분이 있다. 2009년 까지만 해도 시술 비용이 총100만원에서 환자부담이 50만원정도 되고 진료비와 각종 검사비(소변검사, 미생물 검사, 요로조영술)등을 총 합산한다면 총 시술하는데 비용은 눈덩이처럼 불어난다. 2010년 들어서는 수가를 매기는 방식이 조금 변경되어 나머지 검사비용은 같고 1차쇄석 비용이 약40만원이고 1차에서 분쇄되지않은 요석에 대한 2차 쇄석비용은 20만원 정도로 책정되어있다. 현재 대부분의 환자들이 2차쇄석까지 간다는 것을 보면 시술비용이 오히려 상승한 부분이 있다. 이런 상황을 고려해 본 저자는 환자의 2중 부담과 환자가 안고 갈고통을 줄이기 위해 최적의 치료 방법을 연구하고 발

전시켜 1차쇄석시 분쇄율을 높일 수 있는 방안을 찾고자 한다. 그래서 여러위치의 요석중 분쇄율이 떨어지는 Proximal과 mid ureter에 있는 stone에 대하여 연구 및 실험을 하여보았다.

비뇨기과의 환자중 약25%정도가 이 요석질환 환자라는 보고가 있다. 그중 대부분이 남성 환자이고 여성 환자는 약 10~15%정도로 많지는 않은 편이다.

요석의 발생 요인으로는 호르몬 과 내분비계의 대사 장애, ureteral stenosis로 인한 발생, 감염, 직업, 음식, 수분섭취, 계절적, 유전적, 지역적 요인등 상당히 많은 발생요인이 있다.

특히 소변으로 칼슘성분이 많이 배출되거나 체질적으로 구연산이 잘 분비가 되지 않아 요석이 발생한 경우에는 재발율이 높아 각별히 주의를 요하는 경우가 많다. 재발율 로는 60~70%까지 재발이 된다는 보고도 있다. 그중 칼슘 수산석 같은 경우에는 1년에 10% 정도에서 재발율을 보이고 10년 안에 그들 중 절반이상 이 재발을 한다는 통계가 있다.



그림1) D.I.P 검사중 조영제에 의해 발견된 Left Mid ureteral stone

본 저자도 8년동안 1,000여가 넘는 쇄석술을 시행하였고 그중 약95%이상이 ESWL로 완치가 되었다. 하지만 그중 약10% 이상의 환자에게서 재발율을 보였고 그중 대다수가 2~3년 안에 ESWL을 다시 시행하여 치료한 경우가 많았다.

ESWL을 이용한 요석치료에 관한 논문은 국외와 국내에서도 그렇게 많지는 않다. 문헌또한 많지는 않은 것이 현실이다.

시술자에 따른 쇄석율의 평가에 대한 논문과 치료 후 관리, 진통제, 방전횟수 등 겨우 몇 편에 불과하다.

그러므로 본 논문에서는 ESWL을 이용한 치료 중 distal ureteral stone 과 UVJ stone 보다 상대적으로 분쇄율이 떨어지고 환자의 통증 또한 상당한 Proximal ureteral stone 과 mid ureteral stone 의 최적의 치료 방법을 개발하고 발전시키기 위해 각 조건마다 분쇄율을 비교분석을 하였다.

II. 실험 및 결과

본 저자는 2003년부터 현재까지 1000건이 넘는 쇄석시술을 성공 하였으며 여러 기종의 ESWL을 다루어 보았다.

이런 경험을 바탕으로 최근 저자의 본원에서 ESWL 치료를 하고 완치된 환자중 Proximal ureteral stone 환자와 Mid ureteral stone 환자를 대상으로 실험 및 연구를 하여 보았다.

그 기간으로서는 2008년1월부터 2009년 12월까지 약 2년간에 걸쳐서 이루어 졌다.

- 실험 장비 -

코메드(국산) - SDS -5000 Plus

-전기폭발식 3세대

제 3세대 전기폭발식 장치는 구면의 전해질 물 주머니 안의 중앙에 전극이 놓여있어 약 1μs 정도의 순간에 약10~20kV의 방전이 이루어지고 이때 발생한 충격파를 한곳의 초점에 모아서 쇄석을 하는 장치이다. 물 주머니 안의 전해질의 비율은 멸균중류수 와 생리식염수를 약 10 : 1의 비율로 섞는다. 굳이 식염수를 섞어서 사용하는 이유는 발생한 충격파가 인체로 손실 없이 전달되는데 큰 도움이 되기 때문이다.

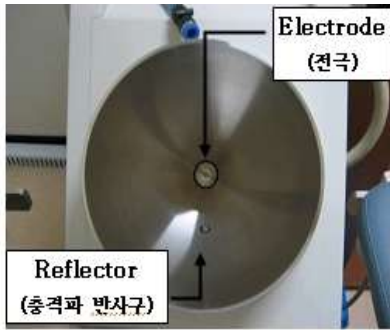


그림2) 전극이 삽입된 충격파 구면



그림3) 시술전 membrain과 구면사이해 전해질이 가득차 있는 모습

그림3)에서 보이는 물주머니에서 충격파가 인체내로 전달된다. 전해질 외에도 인체내로 충격파를 전달하는 매질로서는 초음파용 젤을 사용하게 된다. 물주머니 위에 고르게 젤을 바른후 환부를 밀착시켜 시술을 하게 된다.

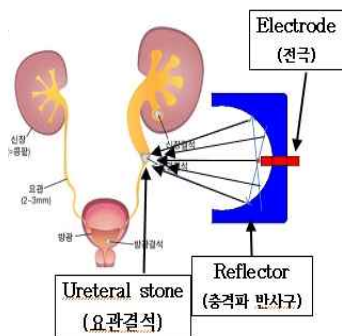


그림4) 충격파의 발생과 반사구를 통한 충격파의 진행

1.호흡에 따른 Stone의 위치변화에 대한 Shock Wave 의 적정 interval time의 연구 와 분쇄율

본원에서 2008년부터 2009년까지 ESWL시술을 받고 완치된 환자중 Proximal ureteral stone과 Mid ureteral stone환자를 대상으로 연구를 하였다. 환자의 인원수는 총102례로 stone의 size가 10mm이하인 환자를 대상으로 하였다.

요관결석의 진단은 가장먼저 단순복부촬영과 소변 검사 그리고 초음파검사를 하였고, 검사결과에서 요로 결석의심으로 나온 경우

특이상황이 없을시 모든환자를 대상으로 경정맥요조영술(I.V.P = Intra Venous Pyelography) 또는 점적신우조영검사(D.I.P = Drip Infusion Pyelography)를 실시하였다. ESWL시술전 환자의 통증을 조절하기 위해 펜타닐 100 μ g 1/2앰플약 1ml을 I.V(정맥주사) 하였다.

첫 연구에서는 ESWL시술시 Proximal 과 Mid ureter에 있는 stone은 distal ureter에 걸려 있는 stone보다 호흡에 의한 분쇄율이 상당히 떨어진다는 것이다. 호흡에 의한 stone의 상하 움직임이 적게는 2cm에서부터 5cm까지 움직임의 폭이 크고 다양하기 때문에 정확히 stone에만 focus를 맞춘다는 것은 상당히 어려운 부분이 있다. 아마도 Proximal 과 Mid ureter stone이 전체적으로 분쇄율이 떨어지는 이유가 여기에 있다고 본 저자는 보고 있다. 그리고 또 다른 원인으로는⁸⁾ureter가 psoas muscle을 따라 앞쪽에 위치하고 있어 충격파에너지가 충분히 결석에 도달하지 못하고 감소하는 경향이 있다. 여기에서 분쇄율을 높일 수 있는 방안으로 방전interval을 조절하여 stone의 분쇄율을 측정 , 비교해 보는 연구를 하였다.

총 102명의 환자 중 75명은 방전interval이 1초 와 0.8 초로 시술을 하였고, 나머지 27명의 환자에게는 호흡에 방전interval을 맞춰서 1.5초 이상으로 설정을 하였다. 그리고 나머지 다른 조건 중 방전Power는 약15~18 kV, 방전횟수는 1500~1700번으로 동등하게 적용을 하였다

연구를 시작 하기 전 많은 의사와 방사선사들의 예상은 호흡에 방전interval을 맞춰 1.5초 이상으로 설정한 부분이 분쇄율이 높을 것이라

예상을 했다. 하지만 실험결과는 그와는 반대로 동일방전Power, 동일방전횟수라면 방전interval 짧은 쪽이 더 분쇄율이 높았다.

1초 이하의 방전interval설정시 1차 분쇄율은 54%, remain stone은 46%로 결과가 나왔고, 1.5초 이상 방전interval설정시 1차 분쇄율은

45%, remain stone은 55%로 결과가 나왔다. 1차 분쇄율이 약 10%정도 차이가 나는데 얼마 차이가 나지 않은 것 같아도 전체 요석 환자를 생각한다면 그 환자수와 발생하는 추가비용은 국가적으로 무시할 수 없는 결과치 이다.

표1) 실험결과 방전 interval에 따른 분쇄율

방전 interval	방전 Power	방전 횟수	환자수	1차 분쇄율	잔석율 (remain stone)
1s~0.8s	15~18kV	1500~1700	75명	54% (40명)	46% (35명)
1.5s	15~18kV	1500~1700	27명	45% (12명)	55% (15명)

실험결과 예상을 뒤엎고 짧은 방전 interval이 상대적으로 분쇄율이 높게 나왔다. 이것은 Shock wave가 전달되면 Ureter와 stone사이

표면장력이 생겨 그 때 발생한 압력으로 stone이 분쇄된다. 1.5초 방전 보다 1초 이하의 방전interval이 표면장력에 생기는 압력을 잘

유지해줘서 분쇄율이 높게 나타난 것으로 본다.

2. Shock wave power의 적정분배

ESWL을 이용하여 요로결석을 분쇄시 방전 interval 만큼 또 다른 중요한 부분이 Shock wave power의 적정 분배이다.

적당한 power로 요로결석을 효과적으로 분쇄하면서 요관과 주위장기, 충격파가 통과한 Skin, muscle에 대한 damage를 최소화 하는 노력이 필요하다⁴⁾. 실제로 ESWL후의 합병증에 대한 보고가 나와있는 상태이다. 그 예로 약 60%이상에서 육안적 혈뇨가 나타나고 측복부 산통을 같이 동반하는 경우가 많다. 그 외 오심, 구토, 발열등도 심심치 않게 나타나고 있다. 더 심한

정도로는 비장에 멍이 들거나 난관에도 멍이 들어 부어 심한 복통을 유발하는 경우도 있었다. 그 무엇보다도 요관폐색이라는 심각한 합병증이 발생할 수 있다는 것이다.

ESWL을 시행한 후에 시술부위의 요관은 부어올라 오게 마련이다. 이 붓기가 빠지면서 분쇄된 요로결석도 배출되는 것이다. 하지만 요관에 대한 damage가 너무 커서 붓기가 잘 빠지지 않은 요관폐색이 올 경우에는 더욱 어려운 치료로 갈수 있는 위험성도 있다.

이처럼 심각한 합병증을 유발할 수 있기 때문에 본 저자는 Shock wave power의 적정 분배에 대해 실험 및 연구, 분석을 하여보았다

첫 번째 분석에서 1차쇄석에 성공한 사례외에 2차 쇄석시술을 필요로 하는 환자들중 1차쇄석에서 stone의 size와 위치의 변동이 거의 없는

환자 20명을 대상으로 하였다.

방전 interval은 쇄석율이 좋은 1초~0.8초로 기준을 잡았다.

Shock wave power의 분배 및 방전횟수에서는 10명은 low shock wave 약13kV, 방전횟수로는 2200~2500번을 하였고, 다른 나머지 10명에 대해서는 high shock wave 약 18kV, 방전횟수로는 1500~1700번으로 설정하고 연구를 시도하였다.

연구결과는 high shock wave +1500번 방전횟수 쪽이 80%의 분쇄율을 보였고, low shock wave +2200번 방전횟수 쪽은 분쇄율이 60%로 결과가 나왔다. 이 결과를 본다면 초점 조절을 잘하면서 고강도, 적절한 횟수로 쇄석을 하였을 시 요관에 damage도 저하 시키면서 분쇄율이 높다는 것을 알 수 있었다. 저강도, 많은 횟수의 실험에서는 요관의 damage도 크고, 부어 올라온 요관사이로 stone도 잘 배출되지 못하다는 것을 알 수 있었다. 이 연구에서 방전power와 방전횟수의 적절한 분배가 상당히 중요하다는 것을 알 수 있었다.

표2) 실험결과 방전Power 와 방전횟수의 적정분배 및 분쇄율

방전 Power	방전 횟수	방전 interval	환자수	분쇄율	잔석율 (remain stone)
13kV	2200~2500	1s~0.8s	10명	60%(6명)	40%(4명)
18kV	1500~1700	1s~0.8s	10명	80%(8명)	20%(2명)

3. Ureteral stone의 특징인 membran에 의하여 ureter가 spine위로 밀려 겹치는 현상의 보정

ESWL시술자들은 한번씩 다들 고민을 해보았을 과제이다. 특히 비만인 환자들의 치료에 가장 어려움을 느낀다.

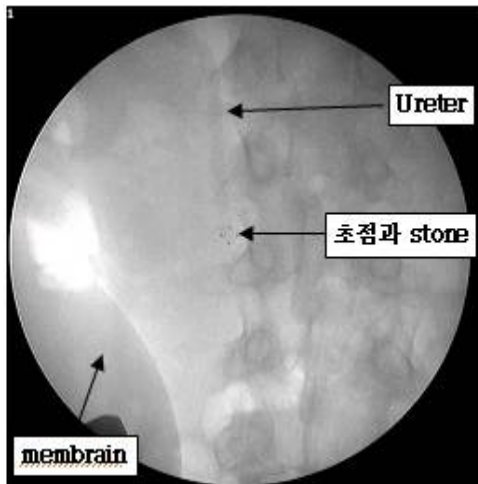


그림5) 실제 ESWL시술 장면, membran에 의해 ureter가 spine 위로 밀려 겹침

그림5)에서 보듯이 Ureter가 Spine음영과 겹쳐져 있는 것을 볼수 있을 것이다. ESWL 치료시 혼하게 나타나는 현상이다. 이 현상이 발생하게 되면 첫째로 stone이 spine음영에 겹쳐 정확한 초점 조절이 어렵다는 것이다. 둘째로 자세의 불안정과 충격파가 spine에 맞는 현상이 발생 한다. 충격파가 spine에 맞을 경우 통증이 상당히 심하여 환자가 자세를 유지하는 데에 상당한 어려움이 있다. 이 두 가지 요소가 발생 한다면 당연히 분쇄율은 저조할 수밖에 없다.

이를 보완하기 위하여 저자는 환자 Table위에 환부의 반대쪽 부위밑에 보정 스티로폼 약 2~3cm두께의 보조기구를 깔아 환자를 조금더 높이 올려놓고 쇄석시술을 시행 하였다. 스티로폼이 낡아 상태가 좋지 않을시 사각포 긴 것을 이용하여 같은 두께로 만들어 깔아 실험에 사용하였다.

연구대상으로는 5명의 비만환자와 5명의 보통 성인환자를 선택하였다. 5명의 보통 성인 환자에게서는 ureter 와 spine의 겹침현상이 시술할만큼 적절하여 보

조기구를 사용하지 않았고, 5명의 비만환자에게는 모두다 겹침현상이 발생하여 보조기구를 사용하였다. 처음 비만환자2명 에게는 보조기구를 사용하지 않고 시술을 하였는데 역시 2명다 분쇄율이 좋지 못해 2차쇄석까지 했었다. 시술도중 2명의 비만환자는 자세의 불안정에 힘들어하고 호흡도 불규칙한 모습을 보여 줬다. 그리고 충격파가 spine에 전달되어 심한통증으로 비만환자 2명은 자세를 유지하지 못해 초점에서 stone이 자주 벗어나는 현상이 발생하였다. 부작용인 측복부 산통 또한 심하였다. 보조기구를 사용한 3명의 비만환자에게서는 ureter 와 spine의 겹침 현상이 상당히 줄어들었고, 옆에서 보다 약간 등뒤쪽에서부터 충격파가 올라오기 때문에 spine에 의한 통증을 상당부분 줄일 수 있었다. 분쇄율 또한 상승하여 3명모두 1차쇄석으로 치료를 마칠 수 있었다. 측복부의 산통도 일정부분 줄일 수 있었다.



그림6) 보조기구를 사용하여 membran에 의한 ureter와 spine의 겹침

III. 결론 및 고찰

ESWL은 요석의 치료에 비침습적이고 안정성이 우수한 아주 효과적인 치료방법이다. 치료선택에서도 1차 치료로 약95%정도가 선택하며 90%이상의 성공률을 보이고 있다. 하지만 치료 성공율에 있어서 시술자의 경험과 숙련도, 요석의 위치에 따라 성공률은 많은

차이가 난다.

요석의 위치 중 Proximal 과 Mid ureteral stone은 쇄석율이 상당히 떨어지는 부분이다. 본 저자는 proximal, mid ureteral stone의 분쇄율을 높이기 위하여 3 가지 방안을 가지고 연구를 하였다.

그 결과 첫째로 호흡에 대한 방전 interval에서는 1 초~0.8초 이하로 짧게하여 표면장력의 압력을 높여 쇄석율을 높일 수 있었다. 여기서 중요한점은 시술자가 쇄석중 수시로 투시하며 초점과 stone을 정확히 맞춰 주는 것이 중요하였다.

둘째로는 방전 power와 방전횟수의 적절한 분배에 대한 조사이다. 쇄석시 발생할 수 있는 합병증, 특히 ureter가 부어 올라 쇄석 후 배석이 잘되지 않은 현상이 발생하지 않도록 주의하며 시술에 임해야 한다. ureter에 damage를 최소화 하며 분쇄율을 높일 수 있는 방안으로 저강도, 많은 방전횟수 와 고강도, 적절한 방전횟수로 구분하여 연구를 하였다. 그 결과 고강도 18 kV이상에서 약 1500~1700번정도의 적당한 방전횟수로 쇄석을 하였을 시 분쇄율은 높고 합병증은 낮출 수 있었다.

셋째로 ureter가 spine음영과의 겹침으로 인해 초점 조절의 어려움과 충격과의 spine으로의 전달에 의한 통증유발에 대한 문제점을 파악하고 해결 방안을 연구하여 보았다. 처음에는 membran안의 전해질양으로 조절을 해보았으나 한계가 뚜렷히 나타나 보조기구를 사용하여 시술에 임하였다. 보통 성인 환자는 겹침현상이 시술하기에는 적절하여 보조기구를 사용하지 않았으나 비만환자에게서는 겹침현상이 뚜렷히 나타났다. 초점조절도 어려웠고 시술시 통증 또한 심하여 분쇄율이 상당히 떨어졌다. 이점을 개선하기위해 환부의 반대쪽 부위밑으로 약2~3cm정도 뚜꺼운 받침대를 만들어 깔아 환자를 높여 쇄석술을 시행하였다. 그 결과 그림6)에서와 같이 ureter와 spine의 겹침을 줄일수 있어서 초점조절이 용이하였고, 환자의 통증 또한 개선시키며 분쇄율 또한 상승하는 결과를 얻을 수 있었다.

전체적으로 방전 power는 고강도, 방전 interval은 1 초~0.8초 이하, 방전횟수는 적절하게 ureter에 damage를 주지 않을 정도로 설정하여 수시로 투시 하에 초점을 잘 맞춰가며 쇄석술을 시행한다면 분쇄율을 상

당히 높일 수 있을 것이다. 환자의 고통과 경제적 부담 또한 감소시킬 수 있을 것이며, 쇄석시술에 앞서 시술자들은 이런 좋은 점들을 상기시키며 분쇄율 상승에 최선을 다해야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] TEXTBOOK OF FLUOROSCOPIC IMAGING TECHNOLOGY & ANGIOGRAPHY, 의료영상기술학회, 청구문화사, pp.127~132, 2005
- [2] Kyoichi Hiramatsu 지음, 김형목 옮김, 복부CT, 군자출판사, pp.280~285, 2005
- [3] 서영훈, 최호철, 최성협, 중부요관석에 대한 복외위 경위치 체외충격파쇄석술의 경험, 대한비뇨기과학회지, Vol.41, No.9, pp.1103~1110, 2003
- [4] 신준영, 심봉석, 윤하나, 중부요관석 치료에 있어서 체외충격파쇄 석술의 유용성, 대한비뇨기과학회지, Vol.44, No.12, pp.1273~1276, 2003
- [5] 권용욱, 이상익, 정태용, 상부 및 중부요관결석의 치료: Holmium: YAG Laser를 이용한 반강성 요관경하배석술과 체외충격파쇄석술의 비교, 대한비뇨기과학회지, Vol.48, No.2, pp.171~175, 2005
- [6] 채현수, 이성호, 체외충격파쇄석술의 치료효과에 대한 예측인자로 서의 요석의 Hounsfield Units, 대한비뇨기과학회지, Vol.47, No.1, pp.70~74, 2006
- [7] 김병훈, 정영철, 장혁수, 박철희, 시술자에 따른 체외충격파쇄석술 의 성공률, 대한비뇨기과학회지, Vol.46, No.3, pp.270~274, 2005
- [8] 강윤일, 문형윤, 김철성, 상부요관결석의 치료에서 수신증의 정도에 따른 체외충격파쇄석술의 성공률 대한비뇨기과학회지, Vol.48, No.4, pp.422~427, 2007
- [9] 김형곤, 이병기, 백성현, 노용수, 체외충격파쇄석술의 객관적인 통증 정도와 진통제의 필요성 분석, 대한비뇨기과학회지, Vol.48, No.3, pp.310~313, 2007