

Northgate SD-3와 Modulith SLX 쇄석기를  
이용한 체외충격파쇄석술의 비교분석:  
단일 신결석 및 요로결석 2,000례의 치료결과 분석

영남대학교 의과대학 비뇨기과학교실

이준영 · 정희창 · 문기학 · 조철규 · 박동춘

Comparison of Northgate SD-3 and Modulith SLX Lithotriptors:  
Treatment Results with 2,000 Renal and Ureteral Stones

Jun Young Lee, Hee Chang Jung, Ki Hak Moon

Chul Kyu Cho, Tong Choon Park

*Department of Urology*

*College of Medicine, Yeungnam University, Taegu, Korea*

- Abstract -

Some reports have shown a decreased effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) with newer lithotriptors. We compared the treatment results of ESWL with a second generation Northgate SD-3 and a third generation Modulith SLX device.

A total of 2,000 patients underwent ESWL treatments for single urinary calculus between September, 1988 and July, 1998. 1,241 patients were treated with Northgate SD-3 between September, 1988 and December, 1995. And 759 patients were treated with Modulith SLX between January, 1996 and July 1998. The treatment results were compared using chi-square test to determine statistical significance. The overall success rate, success rate according to the location and size, the mean number of sessions, complication rate and retreatment rate were calculated, according to lithotripter.

The overall success rate was 90.6% with Northgate SD-3 and 89.1% with Modulith SLX. With Northgate SD-3 and Modulith SLX, the success rate according to the location was 91.0%(579/636) and 88.1%(236/268) in kidney; 93.2%(517/555) and 89.9%(258/287) in upper ureter; 83.3%(10/12) and 94.4%(167/177) in middle and lower ureter; 47.4%(18/38) and 55.6%(15/27) in staghorn stone, respectively. The success rate according to the size of stone with Northgate SD-3 and Modulith SLX for stones with the size under 10mm was 96.1%

(612/637) and 93.1%(470/505); from 11mm to 20mm was 87.3%(421/482) and 86.4%(165/191); from 21mm to 30mm, 77.5%(62/80) and 67.5%(23/34); and for stones larger than 31mm was 69%(29/42) and 62.1%(18/29), respectively. Mean number of sessions for successful fragmentation was 1.21 and 1.69, respectively with Northgate SD-3 and Modulith SLX. Retreatment rate was 16.7% and 17.5%, respectively. The complications after treatment were severe pain(6.2% with Northgate SD-3 vs. 2.0% with Modulith SLX), steinstrasse(3.4% vs. 1.9%), fever(1.2% vs. 0.5%) and perirenal hematoma(0.2% vs. 0%) in order of frequency.

There was no significant difference in the effectiveness of Northgate SD-3 and Modulith SLX. However, a statistically significant difference was observed between the two lithotriptors. We concluded that ESWL with Modulith SLX is more safe compared to Northgate SD-3.

**Key Words:** Extracorporeal shockwave lithotripsy, Urinary calculi

## 서 론

1980년 독일의 Chaussy 등(1982)이 최초로 Dornier 쇄석기로 요로결석 치료에 성공한 후, 체외충격파쇄석술은 요석에 대한 기존의 치료개념을 완전히 바꾸어 놓은 계기가 되었으며, 요로결석에 대한 일차적 치료로서 가장 널리 이용되고 있다. 체외충격파쇄석술의 성공적인 임상적용 후 괄목할만한 속도로 쇄석기술 및 쇄석기에 대한 개발이 진행되어 왔거나 연구 중에 있으며, 전세계적으로 약 300종 이상의 쇄석기종이 사용되고 있다. 그러나 치료효과를 높이며 합병증 발생을 줄이기 위해 개발된 새로운 쇄석기종의 등장에도 불구하고 이러한 쇄석기종의 치료효과에는 논란이 많은 실정으로 일부의 문헌에서는 새로이 개발된 쇄석기들을 사용한 경우에는 과거의 HM-3 Dornier 쇄석기에 비해 치료효과가 낮다는 보고들이 있다(Finlayson와 Ackermann, 1989; Morris와 Preminger, 1989; Bierkens 등, 1992; Lingeman 등, 1994). 또한 이와 같은 쇄석기의 경우 낮은 치료효과로 인해 환자에게 주어지는 충격파 수가 증가하게 되고, 또한 성공률의 감소 및 재시행률(retreatment rate)이 증가되게 되었다.

본 교실에서는 단일 요로결석 환자에서 서로 다른 세대의 쇄석기종에 따른 치료효과를 비교하고자, 제 2세대 체외충격파쇄석기인 미국 Northgate사의 SD-3와 제 3세대 체외충격파쇄석기인 독일 Storz사의 Modulith SLX를 이용하여 치료한 단일 요로

결석 2,000례의 치료결과를 비교 분석하여 세대 및 특징이 다른 쇄석기종의 치료효과와 안정성에 대해 알아보았다.

## 대상 및 방법

### 1. 대 상

1988년 9월부터 1996년 12월까지 영남대학교 의과대학 부속병원 비뇨기과를 방문하여 단일 요로결석으로 진단 받고 미국 Northgate사의 SD-3 쇄석기를 이용하여 체외충격파쇄석술을 시행한 1,241명과 1996년 1월부터 1998년 7월까지 본원에서 단일 요로결석으로 진단 받고 독일 Storz사의 Modulith SLX 쇄석기를 이용하여 체외충격파쇄석술을 시행한 759명을 대상으로 하였다. 본 연구에서는 2개 이상의 결석을 가진 환자들은 분석 대상에서 제외하였다.

### 2. 시술 방법

모든 환자에 대해 술전 검사로는 문진 및 이학적 검사, 일반혈액검사, 혈액응고검사, 요검사, 요배양검사, 간기능검사, BUN, creatinine, 전해질검사, 심전도, 단순흉부촬영, 경정맥신우조영술, 초음파검사 등을 선택적으로 시행하였다. 쇄석술 전처치는 대부분의 경우에는 술전 감염의 예방목적으로 항생제를 근주하였으며, 요로감염이 동반되었거나 결석의 위치 이동 등 부가적 기제조작이 필요한 경우에는 시술하

기 24시간 전부터 항생제를 투여하였다. 쇄석술 시행 시의 통증조절을 위해서 Northgate SD-3 기종의 경우 초기에는 입원하여 경막외마취나 척추마취를 시행하였고, 이후에는 외래에서 fentanyl citrate 2µg/kg을 정주 후 시행하는 것을 원칙으로 하였다. 그 외 나이가 너무 어려 협조가 불가능한 환자의 경우에는 전신마취 또는 경정맥마취를 시행하였으며, 폐손상을 방지하기 위해 2cm 두께의 styrofoam에 적절한 구멍을 내어 환아와 충격파발생장치 사이에 두어 완충역할을 하게 하였다. Modulith SLX의 경우는 외래에서 fentanyl citrate 2µg/kg을 정주 후 시행하는 것을 원칙으로 하였으며, 환자의 경우에는 Northgate SD-3와 마찬가지로 전신마취 또는 경정맥마취를 시행하였다. 시술시 환자의 체위는 결석의 위치에 따라 신장 및 상부요관은 앙와위, 중부요관과 하부요관에선 복와위로 시행하였다. 1회 치료시 충격파량은 Northgate SD-3에서는 최대 허용량인 2,400회를 기준으로 하였고, Modulith SLX의 경우는 최대 허용량인 신장결석 3,000회, 요관결석 4,000회를 기준으로 하여 결석의 위치 및 크기와 환자의 상태에 따라 적절히 증감하였다.

### 3. 분석 인자 및 방법

이상 두 그룹 환자를 대상으로 성별 및 연령 분포, 시행횟수 및 충격파량, 전체적 성공률, 술전 결석의 위치 및 크기와 이에 따른 성공률, 재시행률, 합병증 등을 비교 분석하였다.

모든 환자에서 치료 후 추적관찰은 3개월 이상 시행하였고, 술후 추적기간 3개월 이내에 방사선학적 검사에서 결석의 완전 제거를 확인할 수 있는 경우나 기대요법으로 자연배출이 가능한 3mm 이하의 잔석이 남는 경우를 치료의 성공기준으로 하였다. 방사선투과성결석의 경우에는 초음파검사를 시행하여 동일한 기준으로 성공여부를 판정하였다. 결석의 크기는 매 시술 직전 촬영한 단순복부촬영상 나타나는 결석의 최장축을 기준으로 하였고, 방사선투과성 결석의 경우는 시술 전 초음파검사를 실시하여 결석의 정확한 위치 및 크기를 측정하였다. 결석의 분쇄 정도는 쇄석술 시행 직후와 2주 간격으로 단순복부 촬영상으로 확인하였고, 방사선투과성결석의 경우에는 초음파검사를 시행하였다. 재시술이 필요한 경우

는 2주 간격으로 시행하는 것을 기준으로 하였다. 재시행률은 체외충격파쇄석술을 시행한 총 환자에 대한 2회 이상 체외충격파쇄석술을 시행한 환자의 비로 나타내었고, 합병증은 그 증상으로 인해 입원 치료를 받은 경우를 대상으로 하였다.

통계처리는 chi-square를 이용하여 분석하였다.

## 결 과

### 1. 성별 및 연령분포 (표 1)

성별분포는 Northgate SD-3의 경우 총 1,241명 중 남자가 826명 (66.6%), 여자가 415명 (33.4%)이었고, Modulith SLX에서는 총 759명 중 남자가 505명 (66.5%), 여자가 254명 (33.5%)으로 두 그룹 모두에서 남녀비는 약 2:1이었다.

연령분포는 Northgate SD-3의 경우 1세에서 83세로 평균연령은 42.2세였으며, Modulith SLX의 경우는 1세에서 81세로 평균연령은 43.7세로 두 그룹 모두 40대가 가장 많았고 다음으로 30대, 50대 순서로 나타났다.

Table 1. Patient characteristics

|                          | Northgate SD-3 | Modulith SLX |
|--------------------------|----------------|--------------|
| No. of patients          | 1,241          | 759          |
| Sex distribution (M : F) | 826 : 415      | 505 : 254    |
| Age (mean)               | 42.2           | 43.7         |
| Mean No. of sessions     | 1.21           | 1.69         |
| Mean No. of shock waves  | 2,251          | 3,219        |

### 2. 평균 시행횟수 및 충격파량

체외충격파쇄석술의 시행횟수는 Northgate SD-3에서 1회부터 9회까지 평균 시행횟수 1.21회, Modulith SLX는 1회에서 15회, 평균 1.69회였고, 충격파량은 Northgate SD-3는 400회에서 2,400회로 평균 충격파량은 2,251회, Modulith SLX에서는 400회에서 5,000회로 평균 3,219회로 관찰되었다(표 1).

### 3. 치료 성공률

치료 성공률은 Northgate SD-3와 Modulith

SLX에서 각각 90.6% (1,124/1,241), 89.1% (676/759)였다.

4. 요로결석의 위치 및 크기

요로결석의 위치분포는 Northgate SD-3의 경우에서 상부신배석 89례 (7.2%), 중부신배석 86례 (6.9%), 하부신배석 198례 (16.0%), 신우석 263례 (21.2%), 상부요관석 555례 (44.7%), 중부요관석 7례 (0.6%), 하부요관석 5례 (0.4%), 녹각석 38례 (3.1%)였고, Modulith SLX에서는 상부신배석 40례 (5.3%), 중부신배석 25례 (3.3%), 하부신배석 98례 (13.0%), 신우석 105례 (13.8%), 상부요관석 287례 (37.8%), 중부요관석 36례 (4.7%), 하부요관석 141례 (18.6%), 녹각석 27례 (3.6%)로 두 그룹 모두 상부요관석이 가장 많았다 (표 2).

Table 2. Location of stones

| Location      | Northgate SD-3 | Modulith SLX |
|---------------|----------------|--------------|
| Upper calyx   | 89 ( 7.2%)     | 40 ( 5.3%)   |
| Middle calyx  | 86 ( 6.9%)     | 25 ( 3.3%)   |
| Lower calyx   | 198 (16.0%)    | 98 (13.0%)   |
| Renal calyx   | 263 (21.2%)    | 105 (13.8%)  |
| Staghorn      | 38 ( 3.1%)     | 27 ( 3.6%)   |
| Upper ureter  | 555 (44.7%)    | 287 (37.8%)  |
| Middle ureter | 7 ( 0.6%)      | 36 ( 4.7%)   |
| Lower ureter  | 5 ( 0.4%)      | 141 (18.6%)  |
| Total         | 1,241          | 759          |

Table 3. Size of stones

| Size (mm) | Northgate SD-3 | Modulith SLX |
|-----------|----------------|--------------|
| ≤ 10      | 637 (51.3%)    | 505 (66.5%)  |
| 11~20     | 482 (38.8%)    | 191 (25.2%)  |
| 21~30     | 80 ( 6.5%)     | 34 ( 4.5%)   |
| ≥ 31      | 42 ( 3.4%)     | 29 ( 3.8%)   |
| Total     | 1,241          | 759          |

요로결석의 크기는 Northgate SD-3에서 10mm 이하가 637례 (51.3%), 11~20mm가 482례 (38.8%), 21~30mm가 80례 (6.5%), 31mm 이상이 42례 (3.4%)였고, Modulith SLX의 경우는 10mm 이하가 505례 (66.5%), 11~20mm가 191례 (25.2%),

21~30mm가 34례 (4.5%), 31mm 이상이 29례 (3.8%)로 나타났다 (표 3).

5. 요로결석 위치와 크기에 따른 성공률

요로결석의 위치에 따른 성공률은 Northgate SD-3의 경우 상부신배석 94.4% (84/89례), 중부신배석 94.2% (81/86례), 하부신배석 87.4% (173/198례), 신우석 91.6% (241/263례), 상부요관석 93.2% (517/555례), 중부요관석 85.7% (6/7례), 하부요관석 80.0% (4/5례), 녹각석 47.4% (18/38례)였고, Modulith SLX의 경우는 상부신배석 82.5% (33/40례), 중부신배석 88.0% (22/25례), 하부신배석 88.8% (87/98례), 신우석 89.5% (94/105례), 상부요관석 89.9% (258/287례), 중부요관석 91.7% (33/36례), 하부요관석 95.0% (134/141례), 녹각석 55.6% (15/27례)로 전체적인 두 기종간 요로결석의 위치에 따른 성공률은 비슷하였다 (표 4).

Table 4. Comparison of success rate according to stone location

| Location      | Northgate SD-3    | Modulith SLX     |
|---------------|-------------------|------------------|
| Upper calyx   | 84/ 89 (94.4%)    | 33/ 40 (82.5%)   |
| Middle calyx  | 81/ 86 (94.2%)    | 22/ 25 (88.0%)   |
| Lower calyx   | 173/ 198 (87.4%)  | 87/ 98 (88.8%)   |
| Renal calyx   | 241/ 263 (91.6%)  | 94/ 105 (89.5%)  |
| Upper ureter  | 517/ 555 (93.2%)  | 258/ 287 (89.9%) |
| Middle ureter | 6/ 7 (85.7%)      | 33/ 36 (91.7%)   |
| Lower ureter  | 4/ 5 (80.0%)      | 134/ 141 (95.0%) |
| Staghorn      | 18/ 38 (47.4%)    | 15/ 27 (55.6%)   |
| Total         | 1124/1241 (90.6%) | 676/756 (89.1%)  |

There was no significant difference in success rate according to stone location.

Table 5. Comparison of success rate according to stone size

| Size (mm) | Northgate SD-3    | Modulith SLX     |
|-----------|-------------------|------------------|
| ≤ 10      | 612/ 637 (96.1%)  | 470/ 505 (93.1%) |
| 11~20     | 421/ 482 (87.3%)  | 165/ 191 (86.4%) |
| 21~30     | 62/ 80 (77.5%)    | 23/ 34 (67.5%)   |
| ≥ 31      | 29/ 42 (69.0%)    | 18/ 29 (62.1%)   |
| Total     | 1124/1241 (90.6%) | 676/759 (89.1%)  |

There was no significant difference in success rate according to stone size.

요로결석의 크기에 따른 성공률은 Northgate SD-3에서 10mm 이하가 96.1% (612/637례), 11~20mm가 87.3% (421/482례), 21~30mm가 77.5% (62/80례), 31mm 이상이 69.0% (29/42례)였고, Modulith SLX에서는 10mm 이하가 93.1% (470/505례), 11~20mm가 86.4% (165/191례), 21~30mm가 67.5% (23/34례), 31mm 이상이 62.1% (18/29례)로 두 기종에서 모두 결석의 크기에 비례해 성공률이 감소되는 양상으로 나타났고, 두 그룹 사이에서 요로결석의 위치에 따른 성공률은 비슷하였다 (표 5).

6. 재시행률

재시행률은 Northgate SD-3의 경우 16.7%, Modulith SLX 경우 17.5%로 두 쇄석기 사이에 차이는 없었다 (그림 1).

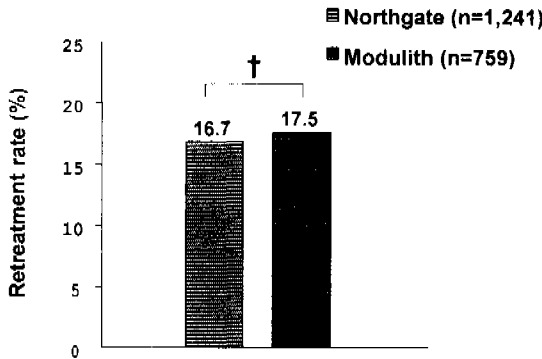


Fig. 1. Comparison of retreatment rate. There was no difference in retreatment rate. †, p>0.05

7. 합병증 발생률의 비교

두 기종 모두 대부분 환자에서 체외충격파쇄석술 시행 후 육안적 혈뇨를 관찰할 수 있었으나 대개의 경우 특별한 치료 없이 보존적 요법으로 호전되었다. 합병증의 발생으로 인한 입원치료가 필요했던 환자는 Northgate SD-3에서 심한 측복부동통으로 인한 77명 (6.2%), 석로현상 (steinstrasse)은 42명 (3.4%), 38℃ 이상의 고열로 인한 경우가 15명 (1.2%), 신주위혈종은 3명 (0.2%)이었고, 총

합병증 발생률은 7.4% (92명)로 나타났다. Modulith SLX의 경우는 심한 측복부동통으로 인한 환자가 15명 (2.0%), 석로현상은 14명 (1.9%), 고열로 인한 경우가 4명 (0.5%), 신주위혈종은 한례도 없었고, 총 합병증 발생률은 2.1% (16명)로 나타났으며, Modulith SLX 그룹에서 합병증 발생이 적은 것으로 나타났다 (p<0.05) (표 6).

Table 6. Comparison of complication rate

| Complication       | Northgate SD-3 | Modulith SLX  |
|--------------------|----------------|---------------|
| Pain*              | 77/1241 (6.2%) | 15/759 (2.0%) |
| Steinstrasse       | 42/1241 (3.4%) | 14/759 (1.9%) |
| Fever              | 15/1241 (1.2%) | 4/759 (0.5%)  |
| Perirenal hematoma | 3/1241 (0.2%)  | 0/759 (0.0%)  |
| Overall*           | 92/1241 (7.4%) | 16/759 (2.1%) |

\* significant difference in complication rate (p<0.05).

고찰

요로결석에 대한 치료로 과거에는 관혈적 세석술에 의존해왔으나, 비침습적이고 합병증이 적은 체외충격파쇄석술의 개발과 발달로 요석의 일차적 치료로서 많이 시행되고 있으며, 이러한 변화에 따라 많은 쇄석기종과 쇄석기술이 개발되고 있다. 쇄석기종은 크게 HM-1 Dornier부터 HM-3까지의 제 1세대 쇄석기와 이를 보완한 제 2세대 쇄석기, 그리고 최근 개발된 제 3세대 쇄석기로 구분할 수 있다. HM-3 Dornier 쇄석기는 1980년 독일의 Chaussy 등(1982)이 체외충격파쇄석술로 요로결석 치료에 성공한 후, 전세계적으로 널리 사용되어진 첫 번째 쇄석기로 이 후 새로 개발된 쇄석기의 치료결과를 평가하는 기준이 되어 왔다.

HM-3 Dornier 쇄석기를 사용한 체외충격파쇄석술의 성공률은 66%에서 72%로 나타났으며, 5mm까지의 분쇄를 성공으로 포함할 경우 95%로 보고된 바 있으며(Drach 등, 1986; Lingeman 등, 1986), 이와 같은 성공적인 치료결과로 더욱 새로운 쇄석기종의 개발을 가져오게 되었다. 그러나, Bierkens 등(1992)은 여러 종류의 제 2세대 쇄석기들을 사용하여 결석의 완전한 제거를 얻은 경우가

45%로 5mm까지의 분쇄를 포함한 경우 75%로 1세대 쇄석기에 비해 치료효과가 낮다고 보고한 바 있고, Lingeman 등(1986)의 다른 보고에서도 새로운 쇄석기들을 사용한 경우 HM-3 Dornier 쇄석기에 비해 치료효과가 낮아 환자에게 주어지는 충격과 수가 증가하고, 성공률이 감소되며, 재시행률이 증가됨이 보고된 바 있다(Finlayson와 Ackermann, 1989; Morris와 Preminger, 1989; Lingeman 등, 1994). 반면, Alexander(1995)의 보고에 따르면 단일 요로결석에서 체외충격파쇄석술의 성공률이 HM-3 Dornier에서 81.5%와 2세대 쇄석기인 Medistone STS에서 83.2%로 치료효과에서 차이가 없다는 보고도 있다. 이러한 결과는 추적관찰 기간 및 성공을 판정하는 기준 등에 따라 다양하게 보고되는 것으로 생각되며, 저자들의 경우는 수술 추적기간 3개월 이내에 기대요법으로 자연배출이 가능한 3mm 이하의 잔석이 남거나 방사선학적 검사에서 결석의 완전 제거를 확인할 수 있는 경우를 치료의 성공기준으로 하였다. 또한 모든 환자에서 치료후 추적관찰은 3개월 이상 시행하여 두 기종간의 치료효과를 비교하였다.

체외충격파쇄석기는 결석의 위치 측정장치, 충격파 발생장치, 충격파 전달장치에 따라 다양하게 분류하고 있다(Thomas와 Ernest, 1997). 본 교실에서 사용한 미국 Northgate사의 SD-3 체외충격파쇄석기는 2세대 쇄석기로서 HM-3 Dornier의 단점인 쇄석기의 크기, 방사선의 과다 노출, 수조(water bath)의 필요성, 고가의 비용, 기기의 이동이 불편한 점 등을 보완하고자 개발된 쇄석기로 초음파를 이용하여 요석의 위치를 측정하며, 충격파 발생장치는 HM-3 Dornier 쇄석기와 같은 수중전극방전형으로 충격파 전달매체는 실리콘 제재의 물 주머니를 이용하는 수막형으로 되어 있다(Begun 등, 1990). 그리고, 독일 Storz사의 Modulith SLX 체외충격파쇄석기는 3세대 쇄석기로서 초음파장치(in-line ultrasound)와 방사선투시장치(fluoroscope C-arm)로 구성된 이중측정장치(dual localization system)로 요석의 위치를 측정하며, water cushion내의 전자기석(electromagnetic) 충격파발생장치를 이용하여 요석을 분쇄하는 쇄석기이다. Northgate SD-3 쇄석기는 두

전극 사이에 높은 전압을 방전시켜 발생된 충격파를 타원형의 반사장치를 이용해 국소지점에 모아서 사용하며, 충격파 강도가 강하고 초점의 크기가 커서 요로결석 분쇄에는 우수한 효과를 보인다(Thomas와 Ernest, 1997). 하지만 충격파 강도가 강한 만큼 신실질이나 주위장기의 손상정도도 크므로 적절한 통중조절과 술자의 숙련된 기술과 세심한 주의를 필요로 하며, 결석의 위치측정을 초음파만 사용하여 위치를 결정하므로 신결석과 상부요관결석에 비해 중부 및 하부요관결석은 해부학적 관계 등으로 인하여 위치측정에 어려움이 있다(Schmiedt와 Chaussy, 1984). 저자들의 경우에는 Northgate SD-3를 이용한 예에서 초기에는 요관결석의 위치측정에 어려움이 많아 일부 요관결석에 대해서는 신장내로 밀어 올려 시술하였으나 경험이 축적된 후에는 정위치 체외충격파쇄석술을 시행하였다. Modulith SLX 쇄석기는 전자기석 충격파발생장치로 금속판(metallic plate)의 움직임을 이용해 전자기를 일으켜 충격파를 발생시킨 다음 parabolic reflector를 통해 충격파의 초점을 조절한다(Thomas와 Ernest, 1997). 이 쇄석기는 수중전극방전형에 비해 약한 에너지를 사용하므로 신장과 주위장기의 손상 가능성이 낮고, parabolic reflector는 구경을 크게 하여 단위피부점촉면의 에너지를 감소시켜 통증을 줄일 수 있는 장점이 있다. 요로결석의 위치 측정장치로는 방사선투시장치와 초음파장치가 모두 장착되어 있으며, 두 장치 모두 시술도중에도 요로결석의 위치를 확인할 수 있지만 초음파장치를 이용해 위치를 측정하는 경우는 시술대 하부의 water cushion 내에 초음파장치를 새로 고정시켜야 하며 초음파장치를 사용하는 경우에는 방사선투시장치는 사용할 수 없는 단점이 있다. 또한 초음파장치는 사용이 어렵고 위치측정이 어려워 실제적으로 잘 사용되지 않는다. 본 교실에서도 방사선투과성 결석의 경우에는 대부분 조영제를 이용하여 결석의 위치를 측정하거나 화학적 분해나 다른 관혈적 제석술을 시행하였다. 방사선 투시장치는 조작이 용이하고 내비뇨기과적 시술시 사용이 가능하며, 방사선투과성 요로결석을 제외한 거의 모든 결석에서 위치측정이 가능하였다.

두 기종간 결석의 위치에 따른 성공률을 보면 Northgate SD-3에서는 상부요로결석에서 성공률

이 높았고, Modulith SLX의 경우는 하부요로결석에서 성공률이 다소 높은 것으로 나타났으나, 이는 Northgate SD-3의 경우는 하부요로결석에 있어서 초음파를 이용한 위치확인의 어려움과 요관경하제석술의 용이성으로 시술을 받은 환자수가 적기 때문으로 사료된다. Modulith SLX에서는 하부요로결석의 위치측정과 배출이 용이하고 호흡에 따른 요관의 변위가 많지 않았기 때문으로 생각된다. 녹각석의 경우는 두 기종 모두에서 47.4%와 55.6%로 낮게 나타났는데 이는 결석의 크기로 인한 많은 시술횟수와 오랜 치료기간을 필요로 하기 때문으로 생각된다. 두 기종간 결석의 위치 분포에서는 약간의 차이가 있지만 위치에 따른 성공률은 큰 차이가 없었다.

요로결석의 크기에 따른 성공률도 두 그룹 사이에 성공률의 차이는 없었지만, 두 기종 모두 결석의 크기에 비례해 성공률이 감소되는 것으로 나타나 31mm 이상의 결석에서는 경피적쇄석술이나 요관경하제석술 등 병용요법을 고려하는 것이 도움이 될 것으로 사료된다.

재시행률은 체외충격파쇄석술을 시행한 총 환자에 대한 2회 이상 체외충격파쇄석술을 시행한 환자의 비로 나타내었고, 이는 쇄석기종의 치료효과를 판정하는 하나의 기준이 된다고 보고된 바 있다(Alexander, 1995). Alcxander(1995)의 Dornier와 Medstone 쇄석기를 이용한 보고에 의하면 재시행률은 4.4~10.7%로 나타났다. 그리고, Swanson 등(1992)은 Northgate SD-3를 사용하여 치료한 경우 재시행률을 9%로, 12 이 등은 57.5%로 보고하였다. Kohrmann 등(1995)은 Modulith SL-20로 시술한 경우 23%의 환자에서 체외충격파쇄석술의 재시행이 필요하다고 하였다. 저자들의 경우 Northgate SD-3의 경우 16.7%, Modulith SLX는 17.4%로 나타났으며 두 쇄석기의 재시행률은 차이가 없었다. 다른 보고들과의 차이는 쇄석기종, 결석의 성공판정 기준, 충격파에너지와 분석 대상의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

체외충격파쇄석술후의 합병증에는 신손상에 의한 욕안적 혈뇨, 신주위의 혈종, 심한 측복부동통, 석로형성(steinstrasse), 38℃ 이상의 고열 등이 있으며, Chaussy와 Fuchs의 보고와 Fukushima 등의 보고에 의하면 쇄석기종에 관계없이 모든 예에서 욕안적

혈뇨가 나타난다고 하였다(Asakage 등, 1989; Chaussy와 Fuchs, 1989; Fukushima 등, 1989). 저자들의 경우에도 거의 모든 예에서 욕안적 혈뇨를 관찰할 수 있었으나, 별다른 치료 없이 2일 이내에 자연 소실되었다. 입원치료를 요하는 합병증의 발생률은 Northgate SD-3에서 7.41%(92례)로 Modulith SLX의 2.1%(16례)보다 높게 나타났다. 이러한 발생률의 차이는 충격파의 강도 (pressure at focal point) 및 범위(focal area)에 의한 것으로 생각된다. Northgate SD-3의 경우, 충격파 voltage는 24.0-30.0kV로 충격파 강도는 1,000-1,200bar, 최대 압력은 16,000PSI(pounds per square inch)였고, 10 Modulith SLX는 충격파 강도는 100-1,000bar 범위 내에서 1-9단계(unit)로 되어 있으며, 충격파의 범위는 Northgate SD-3에서는 1.5×3.0cm이고, Modulith SLX는 0.6×2.8cm으로 Northgate SD-3에서 충격파의 강도가 더 크고, 범위가 더 넓기 때문이다(The 등, 1997).

요로결석의 분쇄에 영향을 미치는 인자로 해부학적 구조에 의한 요인, 결석의 위치, 크기, 요관점막에 매복된 상태, 모양, 성분, 요로감염 상태, 쇄석후의 활동성 등이 성공률에 영향을 주며, 이런 경우에는 다른 치료로의 전환이나 병행요법이 도움이 된다고 보고한 바 있다(Chaussy 등, 1982; Alken 등, 1985; Lingeman 등, 1986; Politis와 Griffith, 1987; Dretler, 1988; Shabsigh 등, 1988). 본 연구에서 체외충격파쇄석술에 실패한 예를 살펴보면 Northgate SD-3의 경우, 총 환자수 1,241명 중 117례(9.4%)가 실패로 분류되었는데, 이 중 12례에서 개복수술을 시행하였고, 34례에서 요관경하제석술을 시행하였고, 71례에서 3개월 이후 계속하여 체외충격파쇄석술을 시행하거나 보존적 기대요법을 시행하였다. Modulith SLX에서는 총 83례(10.9%)로 개복수술이 10례, 요관경하제석술이 7례, 보존적 기대요법이 21례, 3개월이 경과하였으나 계속 체외충격파쇄석술을 시행 중인 환자가 45례로 관찰되었다. 기종에 관계없이 22례의 개복수술 중 감돈요로결석이 16례, 신배계실내 요석이 1례, 신누두부협착이 2례, 결석하부 요관협착이 3례에서 관찰되었다. 또한 현재 치료 중인 45례의 결석 중 34례에서 결석의 크기가 20mm 이상으로 위치

와는 크게 관계없이 해부학적 이상이나 결석의 크기가 성공에 영향을 미치는 것으로 생각되어, 이러한 경우에는 초기에 다른 치료방법을 모색하거나 병행 치료를 시행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

## 요 약

세대 및 특징이 다른 쇄석기종의 치료효과와 안전성을 비교하기 위해 2세대 Northgate사의 SD-3 쇄석기와 3세대 Storz사의 Modulith SLX 쇄석기로 체외충격과 쇄석술을 시행한 단일요로결석 환자 2000례를 분석한 결과, 치료효과를 판정해 볼 수 있는 요로결석의 위치 및 크기에 따른 성공률과 재시행률에서는 큰 차이가 없는 것으로 분석되어, 제 3세대 쇄석기인 Modulith SLX와 Northgate SD-3의 치료효과는 비슷한 것으로 나타났다. 그리고, 두 쇄석기종 모두에서 심각한 합병증의 발생은 없었으나, Northgate SD-3에서 Modulith SLX 보다 합병증으로 인한 입원치료를 받은 환자의 수가 많았다.

이상으로 두 기종 사이의 치료효과에는 큰 차이가 없고, Modulith SLX를 이용한 체외충격파쇄석술이 조금 더 안전한 것으로 나타났지만 두 기종의 장단점을 서로 보완하여 사용한다면 더욱 효과적인 치료방법이 될 것으로 생각된다.

## Reference

이종태, 박도영, 장대수: Northgate SD-3 체외충격파 쇄석기에 의한 요석환자 2500명에 대한 치료경험. 대한 비뇨회지 38: 37-46, 1997.

Alexander SC: Comparison of first generation (Dornier HM3) and second generation(Medstone STS) lithotriptors: treatment results with 13,864 renal and ureteral calculi. J Urol 153: 588-92, 1995.

Alken P, Hardeman S, Wilbert D, Thuroff JW, Jacobi GH: Extracorporeal shock wave lithotripsy(ESWL): alternatives and adjuvant procedure. World J Urol 3: 48-52, 1985.

Asakage Y, Higashihara E, Aso Y: Extracor-

poreal shock wave lithotripsy for upper urinary tract stone using piezoelectric lithotripter(Piezolith 2200). Nippon Hinyokika Gakkai Zasshi 80(4): 582-90, 1989.

Begun FP, Lawson RK, Cauley JE, Kearns CM, Foley D, Middleton WD: Development and testing of second generation extracorporeal shock wave lithotripter. Urology 36(3): 237-44, 1990.

Bierkens AF, Hendrikx AJM, DeKort VJW, DeReyke T, Bruynen CAH, Bouve ER, Beek TV, et al: Efficacy of second generation lithotriptors: a multicenter comparative study of 2206 extracorporeal shock wave lithotripsy treatments with the Siemens Lithostar, Dornier HM4, Wolf Piezolith 2300, Direx Tripter X-1 and Breakstone lithotriptors. J Urol 148: 1052-7, 1992.

Chaussy C, Fuchs GJ: Current state and future developments of noninvasive treatment of human urinary stones with extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 141: 782-9, 1989.

Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walter V: First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. J Urol 127: 417-20, 1982.

Drach GW, Dretler S, Fair W, Finlayson B, Gillenwater J, Griffith D, Lingeman J, et al: Report of the united states cooperative study of extracorporeal shock wave lithotripsy. J Urol 135: 1127-33, 1986.

Dretler SP: Management of ureteral calculi. AUA update series 7: 41-7, 1988.

Finlayson B, Ackermann D: Overview of surgical treatment of urolithiasis with special reference to lithotripsy. J Urol 141: 778-9, 1989.

Fukushima T, Ouchi T, Sugiyama Y, Fujime M, Kitagawa R, Tanaka K, Hori N, et al: Clinical application of Sonolith 2000 type B on extracorporeal shock wave lithotripsy for upper urinary tract calculi. Nippon Hinyokika Gakkai Zasshi 80(9): 1294-301, 1989.

Kohrmann KU, Rassweiler JJ, Manning M, Mohr G, Henkel TO, Junemann KP, Alken P, et al: The clinical introduction of a third



- generation lithotripter: Modulith SL20. *J Urol* 153(5): 1379-83, 1995.
- Lingeman JE, Newman D, Mertz JHO, Mosbaugh PG, Steele RE, Kahnoski RJ, Coury TA, et al: Extracorporeal shock wave lithotripsy: The Methodist hospital of Indiana experience. *J Urol* 135: 1134-7, 1986.
- Lingeman JE, Siegel YI, Steele B, Nyhuis AW, Woods JR: Management of lower pole nephrolithiasis: a critical analysis. *J Urol* 151: 663-7, 1994.
- Morris JS, Preminger GM: Second-generation extracorporeal shock wave lithotripsy comes of ages. *Contemporary Urology* October/November: 11-19, 1989.
- Politis G, Griffith DP: ESWL: stone-free efficacy based upon stone size and location. *World J Urol* 5: 255-8, 1987.
- Schmiedt E, Chaussy C: Extracorporeal shock wave lithotripsy of kidney and ureteral stones. *Urol Int* 39: 193-5, 1984.
- Shabsigh R, Gleason MJ, Griffith DP: The benefits of stenting on a more-or-less routine basis prior to extracorporeal shock wave lithotripsy. *Urol Clin North Am* 15: 493-7, 1988.
- Swanson SK, Larson TR, Begun FP, Lamm DL, Fuchs EF, Hyman J, et al: Clinical trials of the Northgate SD-3 dual-purpose lithotripter for renal calculi. *J Urol* 148(3 pt 2): 1047-51, 1992.
- The CL, Aslan P, Preminger GM: What's new in shock wave lithotripsy? *Contemp Urol* October: 26-36, 1997.
- Thomas VM, Ernest S: *Campbell's urology*. 7th ed. W.B. Saunders Co, Philadelphia, 1997, pp 2735-52.