

척수손상환자에서 방광초음파검사에 의한 잔뇨량 측정의 정확도

연세대학교 의과대학 재활의학교실 및 재활의학 연구소

김 유 철 · 박 창 일 · 신 지 철
김 성 우 · 안 준 · 정 웅 태

= Abstract =

Accuracy of a Portable Ultrasound Scanning in the Measurement of Post-void Residual Urine Volume in Patients with Spinal Cord Injury

You Chul Kim, M.D., Chang Il Park, M.D., Ji Cheol Shin, M.D.
Seong Woo Kim, M.D., Juhn Ahn, M.D. and Woong Tae Chung, M.D.

*Department of Rehabilitation Medicine and Research Institute of Rehabilitation Medicine
Yonsei University College of Medicine*

As a standard method for the measurement of post-void residual urine volume, the urethral catheterization is commonly used. However, it is frequently associated with the discomfort of the patients, urethral trauma and urinary tract infection. A noninvasive method of determining the residual urine volume could minimize unnecessary catheterizations and be useful in the management of neurogenic bladder in the patient with spinal cord injury(SCI). This study was undertaken to evaluate the accuracy of a portable ultrasound scanner for measuring bladder volumes in SCI patients undergoing bladder training and to determine the factors affecting its accuracy. Sixty patients with SCI were included in this study. Two investigators performed the ultrasound measurement of the post-void residual urine volume alternately and the same procedures were repeated. After that, the urethral catheterization was done. In comparison of the residual volume measured by two different methods, the correlation coefficient(R^2) of the two different methods was 0.996 and the mean value of difference between the residual volume measured by ultrasound and by catheterization was 21.6 ml. The accuracy of the ultrasound measurements was not affected by gender, types of the neurogenic bladder, shape of the bladder, trabeculation of the bladder and central obesity. The results indicate that the portable ultrasound scanning method is a useful non-invasive method and can be substituted for the urethral catheterization in determination of bladder volumes in patients with SCI.

Key Words: Portable ultrasound scanning, Post-void residual urine volume, Spinal cord injury

서 론

척수손상환자에 있어서 배뇨후 잔뇨량은 신경인성 방광의 기능평가에 있어서 매우 중요한 요소이다⁴⁾. 배뇨후 잔뇨량의 측정 방법으로 삼관도뇨법, post-void intravenous radiographs, phenolsulfonphthalein excretion test, 초음파 측정법 등이 있는데, 이 중 도뇨법은 정확한 측정이 가능하지만, 반복적인 도뇨는 환자의 불편감과 더불어 요로계 감염이나 요도손상을 야기할 위험성이 있다^{6,16)}. 한편 post-void intravenous radiographs, phenolsulfonphthalein excretion test 등은 부정확하며^{1,2,9)}, 방사성 동위원소를 이용하는 방법은 정확하지만, 반복측정이나 일상적인 측정에는 적절하지 못한 점이 있었다¹⁴⁾. 초음파를 이용한 잔뇨량 측정방법은 불필요한 도뇨 및 침습적인 방법에 의한 합병증을 줄일 수 있어 신경인성 방광관리에 도움을 줄 수 있다³⁾.

최근 사용이 간편하고 반복측정이 용이한 휴대용 방광초음파기기가 소개되었으므로, 저자들은 척수손상환자를 대상으로 방광초음파검사에 의한 잔뇨량 측정의 정확도와 이에 영향을 미치는 요소에 대하여 알아보고자 본 연구를 실시하였다.

연구대상 및 방법

1) 연구 대상

1996년 3월부터 1996년 8월까지 연세의대 재활병원에서 입원치료를 받았던 척수손상환자 60명을 대상으로 하였다. Foley 도뇨관 혹은 치골상부 도뇨관을 삽입한 환자는 제외하였으며, 요류동태검사(urodynamic study)를 시행하여 과반응성 또는 무반응성 신경인성 방광으로 확진된 환자를 대상으로 하였다.

2) 연구 방법

본 연구에서는 잔뇨량 측정을 위해 Diagnostic ultrasound사의 휴대용 방광초음파기기인 BladderScan™ BVI 2500을 사용하였다. 이 초음파기는 B-mode type으로서, scan head와 몸체로 구성되며 몸체의 액정판에는 방광의 단면영상과 함께, 측정된 방광내의 요량이 자동적으로 계산되어 나타난다^{8,11)}. 타진, Crede 법, valsalva 등의 방법으로 환자가 배뇨한 직후 양

와위 자세를 취한 상태에서, 검사자가 환자의 치골상부에서 방광초음파기기의 scan head를 이동시키면서, 방광의 영상이 액정판의 중심에 놓이도록 하여 측정하였는데, 이를 여러번 시행하여 요량이 가장 많이 측정된 값을 잔뇨량으로 기록하였고, 이에 소요된 시간을 기록하였다. 이를 2명의 검사자가 2차례씩 교대로 시행하였고 서로의 기록은 모르게 하였다. 그 직후 멸균된 방법으로 5F 또는 6F nelaton 도뇨관을 삽입하여 잔뇨량을 측정하고 방광초음파검사에 의한 측정값과 비교하였다. 측정 소요시간은 방광초음파검사의 경우, 환자옆에 방광초음파기기를 설치하면서 부터 검사가 완료될 때 까지의 시간으로 하였고, 도뇨법의 경우, nelaton 도뇨관 기구의 소독포를 열면서 부터 더 이상 배뇨되지 않는 것이 확인되어 도뇨관을 뽑을 때 까지의 시간으로 하였다.

방광초음파검사와 도뇨법에 의한 잔뇨량 측정값 간의 상관관계와 검사자간, 검사자내부의 신뢰도를 분석하였고, 그 외 성별, 방광의 형태 및 방광육주(trabeculation)의 유무, 신경인성 방광의 종류, 환자의 중심성 비만정도 등이 방광초음파검사의 정확도에 미치는 영향을 분석하였다. 신경인성 방광의 종류는 요류동태검사 결과에 의하여 과반응성, 무반응성 신경인성 방광으로 분류하였고, 방광의 형태는 배뇨성 방광요도 조영술(voiding cystourethrogram)에 의하여 원형, 타원형, 사각형, 불규칙형군으로 분류하였다. 환자의 중심성 비만정도는 양와위 상태에서 배꼽둘레와 상전장골극률리를 측정하여 그 비율로 기록하였다.

3) 통계방법

본 연구에서 측정하여 얻어진 결과를 전산 입력한 후, SPSS 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준 편차를 구하였고, paired t-test, 회귀분석, 상관분석 및 분산분석을 시행하였다.

연구 결과

1) 대상환자군 특성

연구대상 환자 60명의 연령 분포는 21~69세로 평균 39세였으며, 남자가 49예, 여자가 11예이었다. 이중 사지마비가 31예, 하지마비가 29예이었으며,

Table 1. Characteristics of the Subjects

Mean age (range)	39 (21-69)
Gender	Male
	Female
Diagnosis	Quadriplegia
	Paraplegia
Etiology	Traumatic
	Non-traumatic

Table 2. Comparison of Volume Measurements by Catheterization and by Ultrasound Scanning according to Catheterized Volume

Catheterized volume (ml)	Difference ¹	% Difference ²
0 ~ 100	6.8 ± 24.8	7.98
101 ~ 200	9.5 ± 36.9	4.83
201 ~ 300	27.4 ± 60.5	9.38
301 ~ 400	52.3 ± 47.9	14.42
401 ~ 500	60.5 ± 35.3	12.92
501 <	73.3 ± 63.5	12.60
Total	21.6 ± 45.1	8.47

Values are Mean ± SD(ml).

¹ Catheterized volume - mean ultrasound scanning volume, p<0.01.

² Catheterized volume - mean ultrasound scanning volume/ catheterized volume (%), p>0.05.

교통사고, 추락사고 등에 의한 외상성 척수손상이 55예, 횡단성 척수염 등에 의한 비외상성 척수손상이 5예이었다(Table 1).

2) 도뇨법에 의한 잔뇨량과 방광초음파기기에 의한 평균측정값의 비교

잔뇨량 100 ml는 임상적으로 도뇨법에 의한 배뇨여부의 기준이 되므로¹⁰⁾, 100 ml 전후의 방광초음파 검사의 정확도가 중요한 의미를 갖게 된다. 도뇨법으로 측정한 잔뇨량을 100 ml 단위로 나누어서 방광초음파 측정 평균값과 비교하였다(Table 2). 도뇨법으로 측정한 잔뇨량이 많을수록 도뇨측정값과 방광초음파측정값과의 차이는 통계적으로 유의하게 커졌으나(p<0.01), 그 백분율값은 유의한 차이를 보

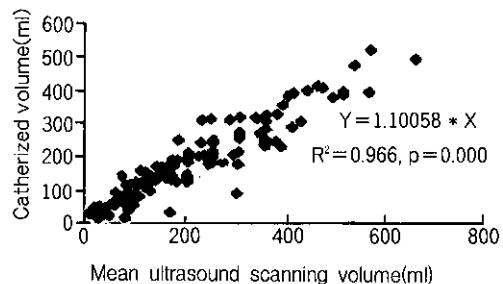


Fig 1. Correlation of volume measurement by catheterization and by ultrasound scanning.

Table 3. Comparison of Volume Measurements by Catheterization and by Ultrasound Scanning According to Gender

Gender	No. of cases	Difference
Male	49	16.0 ± 32.1
Female	11	22.2 ± 54.5

Values are Mean ± SD(ml), p>0.05.

이지 않았다(p>0.05). 두 측정방법간의 평균 차이는 21.6 ± 45.1 ml였으며, 백분율 평균 차이값은 8.5%였다. 회귀분석 결과 도뇨측정값은 방광초음파기기에 의한 4회 측정 평균값의 1.1배의 관계를 보였고(Y=1.10058*X), 두 측정방법간의 상관계수(R^2)는 0.966 이었다(p=0.000)(Fig. 1).

3) 검사자간, 검사자내부 신뢰도

두가지 다른 방법으로 측정한 잔뇨량의 차이를 비교하였을 때, 2명의 검사자간에는 유의한 차이를 보이지 않았고(p>0.05), 2차례씩 측정한 검사자 내부의 두 측정방법간의 차이를 비교하였을 때도 의미 있는 차이를 보이지 않았다(p>0.05).

4) 성별에 따른 두 측정값의 차이

도뇨측정값과 방광초음파측정값의 차이는 남자에서 평균 16.0 ± 32.1 ml, 여자에서 22.2 ± 54.5 ml로서, 성별에 따라 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05)(Table 3).

Table 4. Comparison of Volume Measurements by Catheterization and by Ultrasound Scanning according to Shape of Bladder

Shape of bladder	No. of cases	Difference
Round	41	18.7±35.4
Ellipsoid	7	12.5±20.8
Rectangular	4	23.1±58.7
Irregular	8	10.1±47.0

Values are Mean±SD(ml), p>0.05.

5) 배뇨성 방광요도 조영술검사에 의한 방광형태 및 방광육주의 유무에 따른 두 측정값의 차이

배뇨성 방광요도 조영술검사에 의한 방광형태에 따른 두 측정방법의 값의 차이는 원형군이 18.7±35.4 ml, 타원형군이 12.5±20.8 ml, 사각형군이 23.1±58.7 ml 그리고 불규칙형군이 10.1±47.0 ml로, 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05) (Table 4). 또한 방광육주의 유무에 따른 두 측정방법간의 값의 차이를 비교하였을 때, 방광육주가 없는 군은 26.2±29.5 ml였고, 방광육주가 있는 군은 12.2±39.5 ml로, 역시 두 군간에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05)(Table 5).

6) 요류동태검사 결과에 따른 두 측정값의 차이

요류동태검사 결과 과반응성 신경인성 방광군과 무반응성 신경인성 방광군의 비교에서, 두 측정방법간의 값의 차이는 각각 9.1±33.5 ml, 30.3±39.5 ml로 유의한 차이를 보였으나(p<0.05), 그 백분율값은 각각 3.61%, 9.63%로 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 그러나 도뇨법으로 측정한 평균 잔뇨량값은 과반응성 신경인성 방광군이 151.0 ml, 무반응성 신경인성 방광군이 271.8 ml로 의미있는 차이를 보였다(p<0.01) (Table 6).

7) 중심성 비만점도에 따른 두 측정방법간의 상관도

대상 환자의 배꼽둘레와 상골장골극둘레의 비율과 두 측정방법간의 값의 차이를 분석한 결과 상관계수 R=0.0669(p>0.05)로 낮은 상관도를 보였다.

Table 5. Comparison of Volume Measurements by Catheterization and by Ultrasound Scanning According to Trabeculation

Trabeculation	No. of cases	Difference
Yes	21	26.2±29.5
No	39	12.2±39.5

Values are Mean±SD(ml), p>0.05.

Table 6. Comparison of Volume Measurements by Catheterization and by Ultrasound Scanning According to Type of Bladder

Type of bladder	No. of cases	Difference ¹	% Difference ²
Hyperreflexic	38	9.1±33.5	3.61±26.72
Areflexic	22	30.3±39.5	9.63±12.00

Values are Mean±SD(ml), ¹ p<0.05, ² p>0.05.

8) 잔뇨량 측정 소요시간의 비교

도뇨법에 의한 잔뇨량 측정소요시간은 평균 5분 46초였고, 방광초음파검사의 소요시간은 평균 1분 7초로 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다(p<0.01).

고찰

방광의 요량측정에 있어서 초음파를 이용하는 방법은 비침습적이고 특별한 금기증이 없다는 점에서 오래전부터 연구되어져 왔다. 1967년 West¹⁷⁾는 A-mode display 초음파를 이용한 방광요량측정을 시행하였는데, 이는 방광내 소변의 유무를 판별하는 정도의 낮은 정확도를 보였다. 이후 B-mode display 기술의 발달은 초음파의 2차원적 해상도를 높이고 방광요량측정의 정확도를 높이는데 기여하였다⁵⁾.

1983년 Ravichandran과 Fellows¹⁸⁾는 신경인성 방광환자를 대상으로, 휴대용 hand-held real time ultrasound scanner를 이용하여, 82회 측정 중 44회의 측정값이 20% 오차율 범위 안에 든다고 보고하였고, 1988년 Cardenas 등³⁾은 척수손상환자에서 과반응성 신경인

성 방광에 대한 휴대용 방광초음파기기인 BVI 2000의 정확도 연구에서 57회의 도뇨법을 시행하여 $R^2=0.80$ 의 상관관계를 보고하였다. 또한 1989년 Massagli 등¹⁰⁾은 방광초음파기기를 이용한 요량측정에서 환자의 자세가 정확도에 영향을 끼치지 않는다고 보고하였다. 1994년 Coombes와 Millard⁴⁾는 도뇨법과 fluoroscopic screening을 이용한 방광요량과 방광초음파 측정값 사이에 $R^2=0.94$, 평균 차이값 24 ml, 백분율 평균 차이값은 28%라고 발표하였으며, 연구에 사용된 1 step BVI 2500 방광초음파기기는 이전의 초음파 기기에 비하여 간편하고 측정시간이 빠르며, calculation algorithm이 발달되어 정확하다고 하였다⁴⁾. 도뇨법은 보편적으로 시행되고 있으나 전립선 비대증, 요도협착, 방광경부협착이 있는 경우나 폐경기 여성에서 위축성 요도염이 있을 때는 환자에게 불편감을 주게 되며 요로계 감염, 반복적인 요도손상의 위험성이 있다¹²⁾. 이에 비하여 방광초음파기기에 의한 방광요량의 측정은 검사방법이 쉽고, 휴대용이라서 장소에 구애를 받지 않으며, 요량이 자동적으로 계산되는 장점이 있다.

본 연구에서, 도뇨법에 의한 잔뇨량 측정값이 커질수록 도뇨법과 방광초음파 측정방법 사이의 차이값은 의미있게 커지는 양상을 보였으나 그 백분율 값에는 유의한 차이를 보이지 않은 것은, 두 방법간에 측정값의 1.1배의 회귀식 관계가 성립하기 때문으로, 잔뇨량 측정값이 커질수록 두 측정방법간의 차이값은 점점 커지지만, 그 차이값의 비율은 일정한 결과를 보인 것이라고 생각된다. 한편, Stoller와 Millard¹⁵⁾는 배뇨장애가 있는 515명의 환자를 대상으로 한 방사선 검사에서, 26%의 대상군에서 도뇨를 시행한 후 잔뇨가 남아 있다고 보고한 바 있으므로 실제 잔뇨량은 도뇨법에 의한 잔뇨량 측정값보다 더 클 수 있다. 2명의 검사자간, 검사자내부의 2회 측정값간에 유의한 차이를 보이지 않은 것은 방광초음파 검사법의 신뢰도가 높다고 해석할 수 있으며 1989년 Massagli 등¹⁰⁾은 검사자의 속련도가 정확도에 영향을 미치지 않는다고 보고하여, 그 측정방법이 간편하다고 할 수 있겠다. 성별에 따른 비뇨생식기관의 해부학적 구조의 차이로 인하여 방광초음파 기기에 성별을 입력하여 측정하게 되는데, 본 연구에서는 성별에 따른 정확도의 차이는 나타나지 않았다. 배뇨성 방광요도 조영술에 의한 방광의 형태

에 따른 측정값의 차이는 각 군간에 의미가 없었으나, 방광계실의 유무가 방광초음파검사에 영향을 미칠지는 앞으로 계속적인 연구가 필요하리라 생각된다. 방광의 팽창, 방광내압의 증가 등에 의한 방광내 평활근의 비대로 생기는 방광육주⁷⁾의 유무는 방광초음파검사의 정확도에 영향을 주지 않았고, 대상환자의 중심성 비만 정도 역시 영향을 주지 않았다. 요류동태검사에 의한 과반응성 신경인성 방광과 무반응성 신경인성 방광의 비교에서 두 측정방법간의 값의 차이는 두 군에서 유의한 차이를 보인 반면 그 백분율은 의미있는 차이를 보이지 않은 것은, 측정 잔뇨량값이 두 군간에 의미있는 차이를 보였기 때문으로 생각되며 이는 방광기능의 종류 자체의 차이 때문이 아니라, 잔뇨량값에 의존성을 보였기 때문으로 사려된다. 잔뇨량 측정 소요시간은 방광초음파에 의한 방법이 도뇨법에 비하여 평균 4분 30초 이상 빠르게 측정되었으며, 실제로 nelaton 도뇨관 기구의 소독 및 준비시간을 고려하면 더 많은 시간을 절약할 수 있겠다. 그러므로 척수손상환자에서, 자립방광으로의 이행시기에 있거나 외래 등을 통하여 장기간 추적관찰을 요하는 경우, 또 배뇨를 위한 약물조절에 따른 반복적인 측정이 필요한 경우에 방광초음파기기를 이용한 잔뇨량 측정이 유용하리라 생각된다. 그러나 환자가 복수가 차 있는 경우, 방광계실이 있는 경우, 측정부위인 치골상부에 흉터가 있는 경우에는 정확도에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각되어, 이에 대한 계속적인 연구가 필요할 것으로 사려된다.

결 론

본 연구의 결과로 부터 방광초음파검사를 이용한 잔뇨량 측정은 비침습적이며 간편하고 정확도가 높아, 도뇨법의 대체방법으로서 척수손상환자의 방광훈련에 도움을 줄 수 있으리라 생각된다.

참 고 문 헌

- Axelrod DR: Phenolsulfonphthalein excretion test for estimating residual urine. Arch Intern Med 1966; 117: 74-77
- Bretland PM: Relationship of bladder shadow to

- bladder volume on excretion urography. *J Fac Rad* 1958; 9: 152-154
- 3) Cardenas DD, Kelly E, Krieger JN, Chapman WH: Residual urine volumes in patients with spinal cord injury: Measurement with a portable ultrasound instrument. *Arch Phys Med Rehabil* 1988; 69: 514-516
 - 4) Coombes GM, Millard RJ: The accuracy of portable ultrasound scanning in the measurement of residual urine volume. *J Urol* 1994; 152: 2083-2085
 - 5) Doust BD, Baum JK, Maklad NF, Baum RF: Determination of organ volume by means of ultrasonic B-mode scanning. *J Clin Ultrasound* 1974; 2: 127-135
 - 6) Hakenberg OW, Ryall RL, Langlois SL, Marshall VR: The estimation of bladder volume by sonocystography. *J Urol* 1982; 130: 249-251
 - 7) Hoffberg HJ, Cardenas DD: Bladder trabeculation in spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1986; 67: 750-753
 - 8) Ireton RC, Krieger JN, Cardenas DD, Williams-Burden B, Kelly E, Souci T, Chapman WH: Bladder volume determination using a dedicated portable ultrasound scanner. *J Urol* 1990; 143: 909-911
 - 9) Kalis E, Likourinas M, Dermentzoglou F, Samara B, Goulandris N: Measurement of the volume of residual urine using ^{131}I -Hippuran and the gamma camera. *Brit J Urol* 1975; 47: 567-570
 - 10) Massagli TL, Cardenas DD, Kelly EW: Experience with portable ultrasound equipment and measurement of urine volumes: inter-user reliability and factors of patient position. *J Urol* 1989; 142: 969-971
 - 11) Massagli TL, Jaffe K: Ultrasound measurement of urine volume in children with neurogenic bladder (Abstract). *Arch Phys Med Rehabil* 1988; 69: 712
 - 12) Ouslander JG, Simmons S, Tuico E, Nigan JG, Fingold S, Bates-Jensen B, Schnelle JF: Use of a portable ultrasound device to measure post-void residual volume among incontinent nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 1189-1192
 - 13) Ravichandran G, Fellows GJ: The accuracy of handheld real time ultrasound scanner for estimating bladder volume. *Brit J Urol* 1983; 55: 25-27
 - 14) Smith DR: Estimations of the amount of residual urine by means of the phenolsulfonphthalein test. *J Urol* 1960; 83: 188-191
 - 15) Stoller ML, Millard RJ: The accuracy of a catheterized residual urine. *J Urol* 1989; 140: 15-16
 - 16) Topper AK, Holliday PJ, Fernie GR: Bladder volume estimation in the elderly using a portable ultrasound-based measurement device. *J Med Engineering Tech* 1993; 17: 99-103
 - 17) West K: Sonocystography, a method for measuring residual urine. *Scand J Urol Nephrol* 1967; 1: 68-69