

잔뇨량 측정에서 이동식 초음파 Scanning의 정확도

The Accuracy of Portable Ultrasound Scanning in the Measurement of Residual Urine Volume

Jun Hwan Kim, Jang Hwan Kim¹, Young Deuk Choi

From the Department of Urology and ¹Urological Science Institute, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: We assessed the accuracy of a portable ultrasound device (BladderScan™ BVI 3000) used to measure the postvoid residual urine volume (PVR).

Materials and Methods: We prospectively measured the volume of residual urine in 160 patients with lower urinary tract symptoms between August 2000 and April 2001. After voiding, PVR measurements were performed immediately using ultrasound bladder scanning, followed by Nelaton catheterization, with the patient was in the supine position, and compared the results of the two techniques.

Results: The ultrasound bladder scanning correlated well with the catheterization for measuring the PVR ($r=0.946$). The ultrasound bladder scanning had a sensitivity and specificity of 95.4 and 100%, respectively, in detecting a $PVR \geq 100$ ml, and 83.4 and 91.5%, respectively, in cases where the PVR was less than 50ml. A multiple regression analysis, and a two sample t-test, showed that the difference was not related to: age, sex, weight, height, body mass index (BMI) or related diseases ($p > 0.05$). Age, weight, height, BMI were not significant variables when comparing the sexes ($p > 0.05$). There was a significant difference in patient's satisfaction and the required time of the procedure between bladder scanning and catheterization ($p < 0.01$).

Conclusions: Portable ultrasound bladder scanning is quick, easy to use, non-invasive, readily repeatable, and specific for determining the PVR. Therefore, portable ultrasound bladder scanning can be used as an alternative to catheterization in the determination of residual urine volume. (Korean J Urol 2002;43:933-937)

Key Words: Residual urine volume, Catheterization, Ultrasonography

대한비뇨기과학회지
제 43 권 제 11 호 2002

연세대학교 의과대학 비뇨기과학교실,
¹비뇨의과학연구소

김준환 · 김장환¹ · 최영득

접수일자 : 2002년 5월 24일
채택일자 : 2002년 10월 24일

교신저자 : 최영득
신촌 세브란스병원 비뇨기과
서울시 서대문구 신촌동 134
☎ 120-752
Tel: 02-361-5800
Fax: 02-312-2538
E-mail: youngd74@yumc.
yonsei.ac.kr

서 론

정확한 잔뇨량 측정에 있어 도뇨법은 표준 방법으로 시행되어 왔으나, 요도 손상 및 감염을 야기할 수 있으며, 침습적이어서 환자에게 통증 및 불편감을 유발한다. 따라서 잔뇨량 측정에 있어서 비침습적이고 정확하게 측정할 수 있는 방법들이 연구되어왔다. 현재까지 시도되었던 비침습적인 방법으로는, 복부 촉진 및 타진, 배설성 요로조영술 중 배뇨 후 사진, phenolsulfonphthalein을 이용한 방법, 방사성 동위원소를 이용한 방광조영술 등이 있는데,^{1,3} 부정확한 문제점으로 시도되지 않고 있는 실정이다. 잔뇨량 측정에 초음파를 이용하는 방법이 있는데 이는 환자의 예약 및 이동

이 필요하여 적용에 제한을 받는다.

최근 초음파를 이용한 이동식 경복부 초음파 scanning이 도입되어 도뇨법과 함께 사용되고 있다. 이에 저자는 이동식 경복부 초음파 scanning에 따른 잔뇨량 측정 정확도를 알아보고 임상에서의 효용성을 살펴보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2000년 8월부터 2001년 4월까지 본원 비뇨기과에 입원한 환자와 외래 방문한 환자 중 하부요로증상이 있거나 문진 중 잔뇨감을 호소하는 환자 160명을 대상으로 하였다. 160명의 환자 중 남자는 108명, 여자는 52명이었다.

Table 1. Demographic characteristics of 160 patients

| Variable | Men (M) (n=108) | Women (F) (n=52) | Total (n=160) |
|--------------|--------------------|---------------------|------------------|
| Age (yr) | | | |
| Mean±SD | 55.6±13.7 | 51.7±13.7 | 54.3±13.8 |
| Range | 16-83 | 21-86 | 16-86 |
| Height (cm) | | | |
| Mean±SD | 169.7±5.9 | 158.2±5.4 | 165.9±7.9 |
| Range | 155-186 | 149-170 | 149-186 |
| Weight (kg) | | | |
| Mean±SD | 65.9±9.4 | 57.2±9.9 | 63.1±10.4 |
| Range | 40-83 | 43-95 | 40-95 |
| BMI | | | |
| Mean±SD | 22.9±3.2 | 22.9±4.2 | 22.9±3.5 |
| Range | 14-30 | 17-34 | 14-34 |
| Diagnosis | | | |
| BPH | 86 | - | 86 |
| Stone | 6 | - | 6 |
| APN | 2 | 3 | 5 |
| UTI | 4 | 9 | 13 |
| NB | 9 | 20 | 29 |
| Incontinence | - | 18 | 18 |
| Other | 2 | 1 | 3 |

SD: standard deviation, BMI: body mass index, BPH: benign prostate hyperplasia, APN: acute pyelonephritis, UTI: urinary tract infection, NB: neurogenic bladder, Other: urethral stricture (M), urethral caruncle (F)

2. 연구 방법

대상환자들은 나이, 신장, 몸무게, body mass index (BMI) 을 측정하였으며, 원인질환을 파악하였고, 이들에게서 요속검 사 및 잔뇨량 등을 조사하였다. 잔뇨량의 차이에 영향을 미 칠 수 있는 인자 (성별, 나이, 신장, 몸무게, BMI, 원인질환) 들과 잔뇨량의 연관성을 평가하였으며, 잔뇨량 측정 시 측 정 시간을 기록하였고, 두 방법 간의 환자 만족도를 평가하 였다. 대상자들의 나이, 키, 몸무게, BMI, 원인질환 등은 Table 1과 같다.

3. 잔뇨량 측정 방법

검사전 모든 대상환자에게 검사에 대한 충분한 설명과 사전 동의를 구하였다. 잔뇨량 측정은 배뇨감이 있는 환자 에서 완전히 배뇨하게 한 후 환자를 앙와위를 취하고 즉시 경복부 초음파 스캐너를 사용하여 측정하였으며 (Bladder scanning), 바로 도뇨관을 이용한 도뇨를 시행하여 (catheterization: 도뇨법) 측정하였다. 이동식 경복부 초음파 스캐

너 (BladderScan™ BVI 3000, Diagnostic Ultrasound사, USA) 는 이동이 용이한 손바닥 크기의 스캐너와 디지털 방식으 로 표시되는 스크린이 있으며, 스캐너 작동 시 연속적으로 scanning되면서 계산된 잔뇨량이 자동적으로 스크린에 표 시된다. 환자를 앙와위 자세에서 치골 상부 정중선에 이동 식 초음파 스캐너를 방광의 경도에 위치한 후 잔뇨량을 측 정하였으며, 다양한 방향으로 잔뇨를 측정하여 잔뇨량의 변화를 관찰하였고, 최대잔뇨량 부위에서 잔뇨량을 3번 이 상 재측정하여 10 percentile 이내로 측정 시 그중 최대량을 환자의 잔뇨량으로 정하였다. 도뇨법에 의한 잔뇨량의 측 정 경우 방광에 요가 남을 수 있어, 도뇨관으로 잔뇨제거 후 초음파로 잔뇨가 없음을 확인하고 실제 환자의 잔뇨량 으로 사용하였다.

4. 결과 분석방법

대상환자별로 bladder scanning과 도뇨법으로 측정된 잔 뇨량을 비교하였으며, 통계처리는 SAS 프로그램을 사용하 였다. Bladder scanning으로 측정된 잔뇨량과 도뇨법으로 측 정된 잔뇨량의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson cor- relation analysis와 simple linear regression을 사용하였고, 두 방법 간의 일치도를 알아보기 위해 Kappa statistics를 이용 하였다.

Bladder scanning과 도뇨법 간의 잔뇨량의 차이에 대상환 자들의 나이, 성별, 신장, 몸무게, BMI, 성별에 따른 나이, 신장, 몸무게, BMI 등이 영향을 미치는지 확인하기 위해 다 중회귀분석을 사용하였고, 범주형 변수 (원인질환)는 two sample t-test를 시행하였으며, 두 방법 간의 환자들의 만족 도, 측정시간의 통계적 유의성 등을 알아보기 위해 two sample t-test를 시행하였다. 통계처리의 경우 p value가 0.05 이하인 경우를 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

1. 잔뇨량의 측정방법에 따른 상관관계

잔뇨량 측정에서 평균 잔뇨량은 bladder scanning의 경우 67.03ml (±106.16), 도뇨법의 경우 83.71ml (±121.32)으로 두 방법으로 측정된 잔뇨의 차이는 평균 17ml이었다.

Bladder scanning에 의한 잔뇨량은 도뇨법에 의한 잔뇨량 에 대해 Pearson 상관계수는 0.946으로 유의하게 증가하는 추세를 나타내었다 (p<0.001). 단순 회귀분석에서도 회귀 식은 Y (Catheterization) = 1.08 x X (bladder scanning) + 11.26 (R²=0.89)으로 bladder scanning이 1단위 증가하는 경 우에 catheterization은 1.08로 유의하게 양성으로 증가하는 관계를 나타내었다 (p<0.001)(Fig. 1).

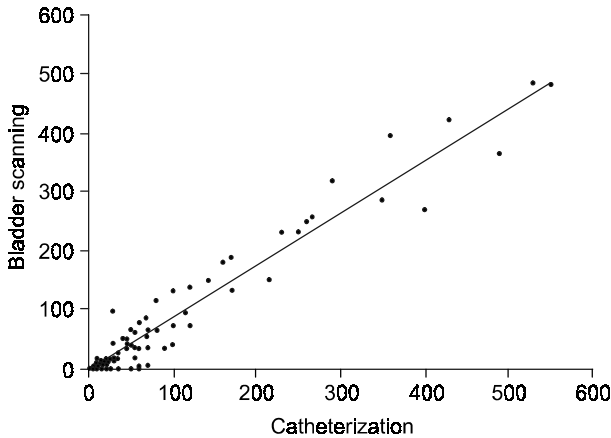


Fig. 1. Correlation of residual urine volume by ultrasound bladder scanning and catheterization.

2. 잔뇨량에 따른 측정방법 간의 일치도

잔뇨량 100ml 이상을 기준으로 측정방법 간의 일치도 및 bladder scanning의 민감도 및 특이도를 관찰한 결과, 일치도 (Kappa 값)는 0.893이었으며, 민감도 95.4%, 특이도 100%를 나타내었다. 잔뇨량이 50-100ml일 때는 일치도 (Kappa 값) 0.802, 민감도 87.4%, 특이도 94.6%이었으며, 잔뇨량을 50ml 이하를 기준으로 하여 관찰한 결과, 일치도 (Kappa 값)는 0.735, 민감도 83.4%, 특이도 91.5%이었다. 따라서 잔뇨량이 많은 경우에 일치도 및 민감도, 특이도가 높았으나, 50ml 이하인 경우에도 우수한 일치도, 민감도, 특이도를 보였다.

3. 잔뇨량 측정방법과 다양한 인자들의 상관관계

잔뇨량 측정에서 bladder scanning과 도뇨법에 따라 잔뇨량의 차이를 보이는 인자가 있는지 확인하기 위하여 대상 환자들의 나이, 성별, 신장, 몸무게, BMI, 원인질환과 성별에 따른 나이, 신장, 몸무게, BMI 등에 대해 다중회귀분석과 two sample t-test를 시행한 결과 유의하게 영향을 미치지 않는 인자는 관찰되지 않았다 (Table 2).

4. 잔뇨량 측정 시 환자들의 만족도 비교

Bladder scanning의 경우 환자 만족도는 91.8%이었고, 도뇨법의 경우 만족도는 8.1%로 bladder scanning의 경우 환자의 만족도가 통계적으로 유의있게 높았다 (p<0.01).

5. 잔뇨량 측정 시간의 비교

Bladder scanning의 경우 평균 잔뇨 측정 시간 (초)은 7.86 ±3.72이었고, 도뇨법을 이용한 평균 잔뇨 측정 시간 (초)는 88.8±107.18로, bladder scanning의 경우 잔뇨량 측정 시 통

Table 2. Factors associated with the difference between PVR obtained by ultrasound bladder scanning and catheterization

| Variable | p value | | |
|------------------------|---------|-------|-------|
| | Men | Women | Total |
| Age* | 0.851 | 0.891 | 0.927 |
| Height* | 0.433 | 0.271 | 0.186 |
| Weight* | 0.520 | 0.197 | 0.271 |
| BMI* | 0.546 | 0.256 | 0.271 |
| Sex* | | | 0.442 |
| Diagnosis [†] | | | |
| BPH | | | 0.772 |
| NB | | | 0.442 |
| Incontinence | | | 0.642 |
| UTI | | | 0.413 |
| Stone | | | 0.737 |
| APN | | | 0.314 |

*: multiple regression test, [†]: two sample t-test, PVR: postvoid residual urine volume, BMI: body mass index, BPH: benign prostate hyperplasia, APN: acute pyelonephritis, UTI: urinary tract infection, NB: neurogenic bladder

계적으로 유의있게 짧았다 (p<0.001).

고찰

방광 잔뇨량의 측정은 비뇨기과 질환의 원인 및 판정과 추적 관찰에 중요하다. 따라서 가능한 한 비침습적인 방법과 정확성을 더 높일 수 있는 방법이 많이 연구되고 있는데 비침습적인 초음파를 이용한 측정법은 대부분 잔뇨량 측정에 일부 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 최근 여러 연구자들이 잔뇨량을 측정하는 데 초음파 측정의 정확도를 보고 해왔다. Holmes 등⁴은 과거의 A-mode 초음파를 이용, 방광벽의 전후 거리만으로 용적을 계산하였는데 평균 오차율이 24.5%로 임상에 적용하기 어렵고 다만 잔뇨의 존재유무를 확인하는 데 의의가 있었다. 그 후 초음파의 발달로 방광벽의 전후좌우 및 상하간의 거리를 이차원적으로 보다 정확하게 영상한 뒤로는 이들을 측정 후 복잡한 공식을 적용함으로써 용적을 산출하였는데, Harrison 등⁵은 B-mode 초음파를 이용하여 어린이에게 있어 잔뇨량을 측정하였는데 상당히 근접한 측정치를 얻을 수 있으며 근접치만으로도 충분히 임상적용이 가능하다고 하였다.

Beacock 등⁶은 타자기 (비장, 전립선)에서와 같이 평행단면을 연속 주사하여 산출하는 방법으로 용적을 계산하였고 상관계수도 0.9748로 아주 유의한 결과를 얻었다. Pedersen

Table 3. The sensitivity, specificity and accuracy of portable ultrasound scanning in the measurement of residual urine volume

| | No. Pts | Sensitivity | Specificity | Accuracy | R* | R [†] | Subject |
|--------------------------|---------|-------------|-------------|----------|-------|----------------|---------------------------------------|
| Goode ¹⁹ | 95 | 66.7% | 96.5% | | 0.6 | | Women with urinary incontinence |
| Alnaif ¹⁸ | 80 | | | 60.6% | | | Women undergoing uroflowmetry |
| Marks ²⁰ | 249 | 97% | 91% | 94% | | 0.90 | Adult outpatient |
| Coombes ¹² | 50 | | | | 0.97 | 0.94 | Pts undergoing video urodynamic study |
| Barrington ¹³ | 50 | | | | 0.978 | | Control group |
| | 25 | | | | 0.960 | | Enterocystoplasty group |

*: pearson correlation coefficient, † : linear regression coefficient

등⁷과 Roehrborn 등⁸은 정중선에서 가장 큰 거리를 이용한 측정법은 제일 간단하지만 대략적인 측정치만 얻을 수 있었으며 평행단면의 연속치로부터의 용적 계산은 방광의 측정단면이 정확히 영상되지 않았기 때문에 방광 용적 계산에 적합하지 않았다고 하였다. 그리고 5가지 다른 방법으로 측정된 결과를 비교하였는데 삼차원을 이용한 방광의 높이, 길이, 너비를 측정하여 측정한 결과가 실제 값에 가장 근접하였고 Griffith 등⁹은 나타난 영상에서 최대길이를 이용하여야 최상의 근접치를 얻었다고 하였으며 McLean 등¹⁰은 상관계수가 0.97로 보고하였다. 이후 이동식 경복부 초음파 스캐너가 개발되면서 Ireton 등¹¹은 BladderScan (BVI 2000)을 이용하여 상관계수가 0.79로 보고하였다. Coombes 등¹²은 BladderScan (BVI 2500+)을 사용하여 100명의 환자들을 대상으로 잔뇨량 측정시 도뇨법과 평균 24ml 차이를 보였고 상관계수가 0.97로 보고하였고, Barrington 등¹³은 BladderScan (BVI 2500+)을 이용하여 25명의 enterocystoplasty 환자군과 50명의 정상 대조군의 잔뇨량을 측정하였는데 도뇨법과의 상관계수는 대조군은 0.960이었고, enterocystoplasty군은 0.978이었다. 저자의 연구 결과도 도뇨법과 bladder scanning으로 측정된 잔뇨량의 차이는 평균 17ml이었고 상관계수가 0.946으로 유의하게 증가하는 추세를 나타내어 잔뇨량 측정에 있어 bladder scanning은 실제 방광의 잔뇨를 정확하게 측정함을 알 수 있었다.

Bladder scanning의 임상 적용시 문제는 조작의 숙련성에 필요한 기간과 기술에 대해 숙련가와 비숙련가 간의 측정치가 상호 유의성이 있느냐에 대한 문제이다. Massagli 등¹⁴은 이들의 상호 유의성은 높았으며 기술습득에 긴 시간과 기술이 요하지 않았고 조작자가 바뀌어도 연관성이 있었으며 환자의 자세변화에 따른 측정에서도 수긍할만한 결과를 얻었기 때문에 wheel-chair 등 앉은 상태에서 측정 가능하다고 하였다.

그러나 실제 초음파의 방광 적용에 있어서 방광 외에 다른 구조를 잘못 인식하는 경우, 또는 번비, 장가스에 의한

복부 팽만과 관련된 초음파 신호의 간섭 등에 의해 잔뇨가 소량일 때는 초음파의 위음성 결과가 일어날 수 있으며, 잔뇨가 소량일수록 민감도와 특이도가 감소하는 경향을 보인다.¹⁵ 따라서 잔뇨량이 소량일 때는 정확한 잔뇨량의 측정에 의의가 있는 것이 아니라, 잔뇨의 존재 자체에 의미가 있다고 하였다.¹⁶ 저자들의 연구에서도 이전 BladderScan을 이용한 연구와 마찬가지로 전체적으로 잔뇨량 측정 시 높은 일치도와 민감도, 정확한 특이도를 나타내었다 (Table 3). 잔뇨가 소량인 경우일수록 일치도와 민감도 그리고 특이도가 감소하는 경향은 보였으나, 잔뇨량이 50ml 이하인 경우에도 bladder scanning이 잔뇨량 측정에 우수하였다.

저자는 bladder scanning과 도뇨법에 의해 얻어진 잔뇨량 사이의 차이와 여러 인자들이 미치는 영향에 대해서도 알아보았다. 저자들의 연구에서는 두 방법간의 잔뇨량의 차이에 나이, 성별, 신장, 몸무게, BMI, 원인질환 등이 영향을 미치지 않았고, 성별에 따른 나이, 신장, 몸무게, BMI, 원인질환 등도 영향을 미치지 않았다. 이전 이동식 초음파를 이용한 연구에서는 비만이 잔뇨량 측정의 정확도에 영향을 미치는 인자로 여겨졌으나,^{17,18} Goode 등¹⁹은 잔뇨량과 나이, 성별, 신장, 몸무게, BMI, 출산 경력, 골반 탈출 또는 이전 요실금수술 기왕력 등과 상관관계가 없었으며, 이전 자궁적출술과 자궁탈출 기왕력이 있는 경우에는 상관관계가 있었다고 보고하였다. Marks 등²⁰도 나이, 성별, 몸무게, 신장, 원인질환, 전립선용적, 이전 자궁적출술, 전립선수술 기왕력, 사용자 숙련도 등의 인자들이 잔뇨량에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다.

도뇨법은 가장 정확한 방법이지만 한번의 도뇨법으로 잔뇨량 측정에 한계가 있고, 현재 시행되고 있는 임상의 경우에는 절대적인 수치를 요하지 않기 때문에 도뇨법에 인한 감염이나 환자의 불편함보다는 비침습적이고 신속하고 환자에게 부담을 주지 않는 bladder scanning이 임상 적용에 도움이 있으리라 생각된다.

결 론

방광 잔뇨량 측정에 있어 이동식 경복부 초음파 scanning은 많은 준비절차가 필요없고, 비침습적이며, 시행이 간편하며 신속하고, 환자에게 부담을 주지 않으며, 특히 반복검사가 필요한 경우에도 시행할 수 있고, 높은 민감도와 정확한 특이도를 보인다. 따라서 잔뇨량 측정에 있어 이동식 경복부 초음파 scanning은 정확한 좋은 방법이라고 여겨진다.

REFERENCES

1. Kalis E, Likourinas M, Dermentzoulou F, Samara B, Goulandrakis N. Measurement of the volume of residual urine using I-hippuran and the gamma camera. *Br J Urol* 1975;47:567-70
2. Smith DR. Estimation of the amount of residual urine by means of the phenolsulfonphthalein test. *J Urol* 1960;83:188-91
3. Stoller ML, Millard RJ. The accuracy of a catheterized residual urine. *J Urol* 1989;141:14
4. Holmes JH. Ultrasound studies of the bladder. *J Urol* 1967; 97:684-91
5. Harrison NW, Parks C, Sherwood T. Ultrasonic assessment of residual urine in children. *Br J Urol* 1976;47:805-14
6. Beacock CJM, Roberts EE, Rees RWM, Buck AC. Ultrasound assessment of residual urine. A quantitative method. *Br J Urol* 1985;57:410-3
7. Pedersen JF, Bartum RJ, Grytter C. Residual urine determination by ultrasonic scanning. *AJR* 1975;125:474-8
8. Roehrborn CG, Peters PC. Can transabdominal ultrasound estimation of postvoid residual (PVR) replace catheterization? *Urology* 1988;31:444-9
9. Griffiths CJ, Murray A, Ramsden PD. Accuracy and repeatability of bladder volume measurement using ultrasonic imaging. *J Urol* 1986;136:808-12
10. McLean GK, Edell SL. Determination of bladder volumes by gray scale ultrasonography. *Radiology* 1978;128:181-2
11. Ireton RC, Krieger JN, Cardenas DD, Willians-Burden B, Kelly E, Soucci T, et al. Bladder volume determination using a dedicated, portable ultrasound scanner. *J Urol* 1990;143:909-11
12. Coombes GM, Millard RJ. The accuracy of portable ultrasound scanning in the measurement of residual urine volume. *J Urol* 1994;152:2083-5
13. Barrington JW, Jones A, Robinson J, Stepheson TP. Estimation of bladder volume using portable volume using portable ultrasound in clam enterocystoplasty patients. *J Urol* 1996;155: 82-3
14. Massagli TI, Cardenas DD, Kelly EW. Experience with portable ultrasound equipment and measurement of urine volumes: interuser reliability and factors of patients position. *J Urol* 1989;142:969-71
15. Topper AK, Holliday PJ, Fernie GR. Bladder volume estimation in the elderly using a portable ultrasound-based measurement device. *J Med Eng Technol* 1993;17:99-103.
16. Hakenberg OW, Robemary LR, Langloris SL, Marshall VR. The estimation of bladder volume by sonocystography. *J Urol* 1983;130:249-51
17. Revord JP, Opitz JL, Murtaugh PhD, Harrison J. Determining residual urine volumes using a portable ultrasonographic device. *Arch Phys Med Rehab* 1993;74:457-62
18. Alnaif B, Drutz HP. The accuracy of portable abdominal ultrasound equipment in measuring postvoid residual volume. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 1999;10:219-22
19. Goode PS, Locher JL, Bryant RL, Roth DL, Burgio KL. Measurement of postvoid residual urine with portable transabdominal bladder ultrasound scanner and urethral catheterization. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct* 2000;11: 296-300
20. Marks LS, Dorey FJ, Macairan ML, Parl C, Dekernion JB. Three dimensional ultrasound device for rapid determination of bladder volume. *Urology* 1997;50:341-8