방사성핵종 요류역학검사를 이용한 하부요로폐색의 평가

경북대학교 의과대학 핵의학교실

이재태 • 김광원 • 손상균 • 정진홍 • 이규보 • 황기석

비뇨기과학교실

윤 여 득 • 손 형 규 • 정 성 광

= **Abstract** =

Radionuclide Urodynamic Studies in Patients with Bladder Outlet Obstruction

Jae Tae Lee, M.D., **Kwang Won Kim,**M.D., **Sang Kyun Sohn,** M.D.
Jin Hong Chung, M.D., **Kyu Bo Lee,** M.D. and **Kee Suk Whang,** M.D.

Departmdent of Nuclear Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Kyungpook, Korea

Yeo Deuk Yoon, M.D., **Houng Gyu Sohn,** M.D. and **Sung Kwang Chung,** M.D.

Department of Urology

Various urodynamic studies have been used in patients with bladder outlet obstruction in order to evaluate the degree of obstruction, the results of therapy and postprostatectomy conditions.

Radionuclide urodynamic study was performed in 27 patients with bladder outlet obstruction and 30 normal controls. The parameters evaluated were voiding time, 50% voiding time, average flow rate, peak flow rate, corrected peak flow rate, ejection fraction of the bladder and residual urine. Voiding time, 50% voiding time and residual urine of patients were significantly larger than controls and average flow rate, peak flow rate, peak corrected flow rate and ejection fraction were significantly lower in patients.

This method was noninvasive procedure for determining of voiding parameters and it avoids the extraexamination needs to determine the residual urine.

서 론

전립선 질환이나 요도 협착에 의한 하부 요로 폐색증에서 폐색의 정도를 평가하는 것은 수술을 실시하거나 배뇨술을 실시하기 전에 시행해야 할 필수적인 검사이다. 전립선 비대증을 진단하거나 요로 폐색의 정도를 알기 위해서는 직장내 검사등의 이학적 검사, 잔뇨의 측정, 방광경 검사, 경정맥 신우 조영술이나 초음파 촬영술등의 방사선 검사가 흔히 이용되고 있으나 요로 폐색의 정도, 수술 방법의 선택, 수술후의 효과 판정과 추적 검사에는 요류 역학검사가 가장 유용한 방법으로 알려져 있다[1~3].

요류 측정을 위한 핵의학적 검사법은 1960년대 이후 탐식자를 이용한 방법이 임상에 도입되었으나, 널리 이용되어지지는 못하였다. 그러나 핵의학적 요류 측정술은 신장 스캔 후 부수적으로 시행할 수 있고 비침습적으로 잔뇨를 측정할 수도 있으며 반복검사가 가능하다는 장점이 있다.

저자들은 하부 요로 폐색 환자에서 ^{99m}Tc-DTPA와 감

본 논문은 황기석 교수님 정년퇴임을 기념하기 위하여 게재함.

마 카메라를 이용한 요류측정술을 실시하여 그 결과를 보고하는 바이다.

대상 및 방법

경북대학교병원 비뇨기과에서 하부 요로폐색증으로 진단된 전립선 비대증 환자 23예와 요도 협착증 환자 4예등 27예의 남자에서 방사성핵종 요류역학검사를 실시하였다. 환자군의 평균 연령은 66세(36~82세)였다. 정상대조군은 하부 요로 질병의 병력이나 배뇨 장애의 증상이 없었던 30예를 대상으로 하였는데, 이들은 신장 스캔을 하여 이상이 없었던 16례와 14례의 의과대학생 및 의사들로서 평균 연령은 39세(25~68세)였다.

검사 방법은 ^{99m}Tc-DTPA 4mCi를 정맥 주사하고 200 ml의 수분을 섭취하게 한 뒤 일상 상태에서 20분이상이 경과한 후 요의를 느낄 때 기립한 배위의 자세로 용기에 소변을 보게 하며 Siemens Scintiview II 감마 카메라에 1면당 2초의 속도로 127면을 수록하였다. 이어 동적영상에서 방광 부위의 시간 방사능 곡선을 구하였고 배후 방사능치의 보정을 위해 양 둔부의 시간 방사능 곡선을 구하여 보정하였으며, 배뇨동안이나 후의 방광 요도 역류가 있는지를 관찰하였다.

여기서 얻어진 시간 방사능 곡선에서 다음의 기준치들을 구하였고(Fig. 1), 검사치의 일관성을 유지하기 위해 대조군에서 요량이 150 ml 이하인 경우는 제외하였다.

1) 배뇨 시간은 최대 방사능치의 끝에서 최소방사능치의 첫점까지의 시간을 초로 표시하였고, 50% 배뇨 시간은 최대 방사능치가 1/2로 감소하는데 소요되는 시간을 나타내었다.

2) 평균 요류 속도(average flow rate)는 배뇨량을 배뇨 시간으로 나누어 ml/sec로 표시한 값이고 최대 요류 속도(peak flow rate)는 시간 방사능곡선에서의 평균 경사도와 곡선의 최대 경사도를 바탕으로 구하였으며, 보정 최대요류속도(corrected peak flow rate)는 Von Garrelts[4]의 공식에 의하여 구하였다.

$$\text{average flow rate}=\frac{\text{voided urine}}{\text{voiding time}}\ (\text{ml/sec})$$

$$\text{peak flow rate}=\text{average flow rate}\times\frac{\text{peak bladder emptying rate}}{\text{mean bladder emptying rate}}\ (\text{ml/sec})$$

$$\text{corrected peak flow rate}=\frac{\text{peak flow rate}}{(\text{bladder capacity})^{1/2}}\ (/\text{sec})$$

3) 박출 계수(ejection fraction)는 방광의 배출능을 평가하는 것으로서 배출된 방사활성치를 최대치로 나눈 값으로 표시하였다.

$$\text{ejection fraction}=\frac{\text{maximal count-minimal count}}{\text{maximal count}}\times 100(\%)$$

4) 잔뇨(residual urine)는 Strauss등[9]이 제안한 방법에 의하여 구하였고 방광 용적은 잔뇨량과 배뇨량을

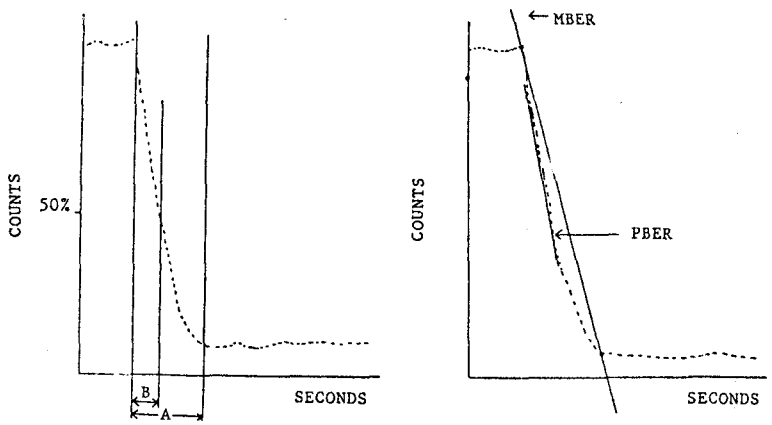

Fig. 1. Time Activity Curve of Bladder Emptying Representative of Normal Voiding.
A:voiding time
B:50% voiding time
MBER:mean bladder emptying rate
PBER:peak bladder emptying rate

합하여 얻었다.

residual urine

$$= \frac{\text{voided urine} \times \text{maximal count}}{\text{maximal count-minimal count}} \text{ (ml)}$$

구해진 모든 결과치는 unpaired Student's t-test로 통계 처리하였으며, 평균±표준 편차로 표시하였다.

성 적

대조군에서 곡선의 형태는 최대활성치가 급격하게 감소하여 잔여활성치가 거의 남지않는 형태를 보였으나 환자군에서는 배출이 늦고 잔여활성치가 많거나 편평한 직선에 가까운 형태를 보이는 경우가 많았다 (Fig. 2).

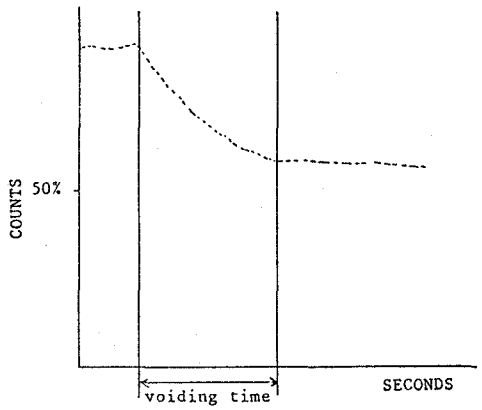

Fig. 2. Time Activity Curve of Bladder Emptying Representative of Outlet Obstruction.
Increased voiding time and large residual activity were noted.

1) 대조군에서는 배뇨시간과 50%배뇨시간이 각각 22.1±6.2초와 10.8±3.4초였으며 환자군에서는 67.1±36.7초, 35.4±26.9초로 환자군이 유의하게 길었는데($p<0.0001$) 환자군의 9예에서는 50%이상의 배뇨가 되지않아 50%배뇨시간을 측정할 수 없어다.

2) 요류의 속도는 대조군에서 평균요류속도, 최대요류속도, 보정최대요류속도가 각각 13.7±5.9 ml/sec, 17.9±7.5 ml/sec, 1.0±0.3/sec였고 환자군에서는 3.8±2.9 ml/sce, 5.9±3.7 ml/sec, 0.3±0.2/sec로 환자군이 모두 유의하게 적었다($p<0.0001$).

3) 박출계수는 대조군이 96.4±3.2%였고 환자군은 65.9±26.7%로 환자군이 유의하게 적었다($p<0.0001$).

4) 배뇨량과 방광용적은 대조군이 290.7±122.0 ml, 306.9±122.6 ml였고 환자군은 216.3±138.7 ml, 422.7±535.4 ml였는데 유의한 차이는 없었다. 잔뇨량은 환자군이 206.5±532.0 ml였고 대조군은 8.1±6.2 ml이었으며 잔뇨량이 1000 ml이상인 경우를 제외하면 환자군이 대조군에 비해 유의하게 많았다 ($p<0.001$).

57예의 대상중 1예에서만 경도의 요관역류가 관찰되었다.

5) 50세이상인 대조군과 환자군을 비교하였으나 전연령에서의 비교치와 차이는 없었다.

Table 1. Results of Radionuclide Urodynamic Study in Patient with Bladder Outlet Obstruction

	Normal	Obstruction
Voiding time (sec)	22.1 ± 6.2 (12–34)	67.1 ± 36.7 (36–158)*
50% voiding time (sec)	10.8 ± 3.4 (4–18)	35.4 ± 26.9 (14–56)*
Average flow rate (ml/sec)	13.7 ± 5.9 (5.8–24)	3.8 ± 2.9 (0.5–9.2)**
Peak flow rate (ml/sec)	17.9 ± 7.5 (8.1–34)	5.9 ± 3.7 (1.1–14.6)**
Corrected PFR (sec)	1.0 ± 0.3 (0.66–1.93)	0.3 ± 0.2 (0.09–0.61)**
Ejection fraction (%)	96.4 ± 3.2 (87.2–99.9)	65.7 ± 26.7 (30.8–97.4)**
Residual volume (ml)	8.1 ± 6.2 (1–29)	206.5 ± 532.0 (12.2–2689)
Voided volume (ml)	290.7 ± 122.0 (150–550)	216.3 ± 138.7 (50–492)
Bladder capacity (ml)	306.9 ± 122.6 (168–554)	422.7 ± 535.4 (91–2829)

1. Contents in parentheses represent range of data.
2. * : significantly longer than normal ($p < 0.0001$)
   ** : significantly lower than normal ($p < 0.0001$)

고 찰

하부요로폐색의 원인을 진단하고 치료방침의 결정과 수술후 배뇨능을 평가하는데는 오류역학검사가 널리 쓰이고 있다. 요류역학검사에는 요류 속도를 측정하는 방법이 1897년 Rehfish에 의해 시도된 이래 배뇨되는 소변의 무게를 연속적으로 측정하거나 밀폐된 용기에 배뇨하여 환치되는 공기의 속도로 요속을 측정하는 법, 전자변환장치법, drop spectrometer법, 근전도, DISA요류측정기등이 이용되어 왔고 방광기능의 평가를 위해 방사선학적인 urethrography cystography cystometrography와 cinefluoroscopy등도 함께 사용되어져 하부요로폐색증에는 배뇨시간과 잔뇨량이 증가하고 요류속도와 배뇨량이 감소된다고 알려지게 되었다[5~7].

방사성내종 요류측정술은 Winter[8], Strauss등[9]에 의해 ^{131}I, ^{125}I-hippuran 과 형광탐식자를 이용한 방광의 시간방사능곡선을 분석한 방법이 임상에 도입되었으나 그 이후 널리 사용되어지지는 못하였다. 그러나 감마카메라와 컴퓨터의 발달로 비침습적으로 방광기능을 평가하고 방광요관역류를 조사할 수 있는 길이 열리게 되었다. 최근 Groshar등[10~11]은 digital 감마카메라를 이용한 요류측정술이 형광탐식자를 이용한 방법의 단점을 극복하고, 정량적인 요류역학의 변화를 구할 수 있으며 ^{99m}Tc-DTPA 신장스캔 후 부수적으로 실시할 수 있고 잔뇨량도 측정할 수 있어 배뇨장애가 있는 환자의 요로기능검사와 추적관찰에 유용하게 사용할 수 있다고 보고하였다.

저자들은 ^{99m}Tc-DTPA를 이용하여 하부요로폐색환자에서 요류측정술을 실시하고 잔뇨를 측정하였는데 요로폐색이 있는 경우에는 배뇨시간 50% 배뇨시간은 길었고 평균요류속도 최대요류속도 보정 최대요류속도 방광의 박출계수등은 환자군에 비해 유의하게 낮았으나 배뇨량, 방광용적은 유의한 차이가 없었다. 또한 환자군에서는 잔뇨량이 많았다. Winter[8]는 방사성핵종 요류측정술을 실시하여보니 정상인에서는 최대요류 속도가 20 ml/sec 이상이었고 12 ml/sec 이하인 경우에는 정밀검사가 필요하다고 했으며 Groshar[10]는 정상에서는 평균요류속도가 6 ml/sec, 최대요류속도 10.5 ml/sec, 보정최대요류속도 0.87/sec이상이라고 보고하였고 Jensen등[7]은 보정 최대요류속도가 1.0/sec 이상시 정상이라고 하였다. 저자들의 연구에서는 1표준편차 이내를 정상범위로 하였을때 정상인에서는 평균요류속도 7.8 ml/sec, 최대요류속도 10.4 ml/sec, 보정 최대요류속도 0.7/sec이상으로 나타나 다른 보고들과 유사하였으나 배뇨량과 방광용적은 대조군과 유의한 차이가 없었는데 저자들의 예에서는 요로폐색이 심하여 수술을 준비중인 경우를 대상으로 하였고 검사 시행시 고연령자에서 협조도가 미흡한 경우가 있었음과 관련이 있으리라 생각된다. 한편 Drach등[12]은 남성의 요류역학검사를 추적한 결과 최대요류속도는 배뇨량과 연령에 관계가 있다고 하여 건강인에서 배뇨량이 150 ml이하인 경우에는 정상이 아니거나 검사결과의 해석에 오류를 범할 수 있다하였고 연령이 10세 증가함에 따라서 요류량이 2 ml/sec 감소한다고 하였다. 저자들의 연구에서는 정상인에서 배뇨량이 150 ml이하인 2예는 제외하였고, 전체 대조군과 50세 이상인 정상대조군 15예의 성적을 비교하였으나 유의한 변화는 볼 수가 없었는데 앞으로 보다많은 예에서의 검사성적을 비교분석해 보아야 할 것으로 생각된다.

방사성핵종 요류역학검사는 시행하기가 간편하고, 수술전후의 추적검사에도 적당하고, 배뇨능과 잔뇨를 동시에 측정할 수 있으며 신장기능과 소변의 역류도 평가할 수 있는 별다른 위험이 없는 비침습적인 검사라는 장점이 있다. 그러나 병실에서 신속하게 실시 할 수는 없고 검사에 비협조적인 경우에는 객관적인 검사성적을 얻을 수 없다는 단점이 있다. 저자들의 57예의 검사에서도 검사에 따른 부작용은 없었으나 고령층에서 청각 이상이나 분별력의 감소로 순응도가 낮은 경우가 있었으므로 주의를 기울여야 했었다. 또한 Winter는[8] 이 검사법이 요류이상의 원인을 밝히지는 못하기 때문에 문진, 이학적 검사, 일상적인 비뇨기과적검사를 완전히 대치하여서는 않된다고 한 바가 있다.

그러므로 다른 임상적인 검사에 병행해서 방사성핵종 요류역학검사를 실시한다면 배뇨능과 잔뇨를 동시에 측정할 수 있고 외과적인 결정을 하는데 도움을 줄 수 있으며 도관 삽입술등의 침습적인 처치없이 배뇨기능을 추적 관찰 할 수 있을 것이다.

결 론

하부요로폐색증에서 폐색의 정도를 평가하고 잔뇨량을 측정하기위하여 27예의 전립선비대증 및 요도협

착증 환자와 30예의 정상 남성에서 ^{99m}Tc—DTPA와 감마카메라를 이용한 요류 역학검사를 실시하였다. 환자군에서는 배뇨시간, 50% 배뇨시간이 유의하게 길었고 평균요류속도, 보정 최대요류속도, 방광의 박출계수는 유의하게 낮았으며 잔뇨량은 많았으나 배뇨량과 방광용적은 유의한 차이가 없었다.

REFERENCES

1) O'Reilly PH, Holden D: *Lower urinary tract problem, in Nuclear medicine in urology and nephrology, 2nd ed. Butterworth & Co Ltd, London, 1986*
2) George NJR: *Basic consideration of lower urinary tract obstruction, in Obstructive uropathy, 1st ed. Springer-Verlag, Berlin, 1986*
3) Han SJ, Chai SE: *Urodynamic studies in benign prostatic hyperplasia. Korean J Urol 25:685,1984*
4) Von Gallelts B: *Micturation in the normal male. Acta Chir Scand 114:49,1957*
5) Siroky MB, Olsson CA, Krane RJ: *The flow rate nomogram. I.Develoment. J Urol 122:665,1979*
6) Drach GW, Steinbronn ED: *Clinical evaluation of patients with prostatic obstruction:correlation of flow rates with voided, residual or bladder volume. J Urol 135:737,1986*
7) Jensen KME, Bruskewitz RC, Iverson P, Madsen PO: *Spontaneus uroflowmetry in prostatism. Urology 24:403,1984*
8) Winter CC: *Radioisotope uroflowmetry and bladder residual test. J Urol 91:103,1964*
9) Strauss BS, Blaufox MD: *Estimation of residual urine and flow rates without urethral catheterization. J Nucl Med 11:81,1970*
10) Groshar D, Embon OM, Sazbon A, et al: *Radionuclide assessment of bladder outlet obstruction: A noninvasive (1-STEP) method for measurement of voiding time,urinary flow rates and residual urine. J Urol 139:266,1988*
11) Groshar D, Koritny ES, Embon OM, et al: *Radionuclide measurement of bladder emptying rate: simultaneous comparison with urinary flow rate obtained by uroflowmetry. Clin Nucl Med 13:363, 1988*
12) Drach GW, Layton TN, Binard WJ: *Male peak urinary flow rate:relationship to volume voided and age. J Urol 122:210,1979*