

휴대용 방광 내압 측정기의 유용성

아주대학교 의과대학 재활의학교실, ¹비뇨기과학교실

윤승현 · 오형석 · 이일영 · 나은우 · 문혜원 · 정도영¹

= Abstract =

Usefulness of the Portable Cystometer

Seung Hyun Yoon, M.D., Hyung Suk Oh, M.D., Il Yung Lee, M.D.
Ueon Woo Rah, M.D., Hae Won Moon, M.D. and Do Young Jung, M.D.¹

Departments of Physical Medicine and Rehabilitation and ¹Urology
Ajou University School of Medicine

Objective: To evaluate the usefulness of a newly devised portable cystometer to measure the pressure of bladder in a low cost and easier accessibility.

Method: This study was performed in 47 patients with a conventional instrumental cystometer (Jupiter 8000, Wiest) and the newly devised portable cystometer. In the supine position, we measured the maximal intravesical pressure, abdominal pressure and bladder volume with the portable cystometer just after the measurement of the maximal detrusor pressure and bladder volume with the conventional instrumental cystometer. Paired t-test was utilized to analyze and compare the result.

Results: 1) There was no significant difference in the average maximal detrusor pressures measured by maximal intravesical pressures minus abdominal pressures, which were 38.32 ± 20.97 cmH₂O by the conventional instrumental cystometer and 40.02 ± 20.70 cmH₂O by the portable cystometer ($p > 0.05$). 2) There was no significant difference in the average bladder volumes at maximal detrusor pressure, which were 302.13 ± 83.92 cc by the conventional instrumental cystometer and 314.04 ± 94.17 cc by the portable cystometer ($p > 0.05$).

Conclusion: We conclude that there is no significant difference between the conventional instrumental cystometer and the portable cystometer in the measurement of detrusor pressure and bladder volume. We believe this portable cystometer would be a useful tool to evaluate the function of bladder in a low cost and easier accessibility.

Key Words: Cystometer, Urodynamic study, Detrusor pressure, Intravesical pressure

서 론

하부 요로는 요의 저장과 주기적 배출의 두가지

접수일: 2000년 1월 14일, 게재승인일: 2000년 4월 27일
교신저자: 윤승현

기능이 있으며, 기능상 방광과 요도의 2부위로 이루어져 있다. 요류동태 검사(urodynamic study)는 방광과 요도의 동적 기능적 활성을 조사하고, 이 양자의 협조 관계를 파악하는 검사이다. 요류동태 검사는 문진이나 이학적 검사, 방사선 검사, 또는 내시경 검사로는 알 수 없는 하부 요로의 생리학적 기능과 병

태를 객관적으로 파악하며, 각종의 배뇨 기능 장애, 즉 배뇨곤란, 요실금, 신경인성 방광 등을 진단하고, 그 치료 방법을 결정하는데 중요한 정보를 제공한다. 요류동태 검사는 방광의 기능을 검사하는 방광 내압 측정(cystometry)과 요도괄약근의 기능을 조사하는 요도 내압 측정(urethral pressure profilometry) 및 근전도 측정, 배뇨 행위를 기록하는 요류 측정(uroflowmetry)으로 이루어진다.¹⁾

방광 내압 측정은 요류동태 검사의 기본이 되는 검사로써, 방광의 충만과 배뇨시에 일어나는 압력 변화를 기록하면서 방광의 용적, 지각력, 수용력, 수축력, 배뇨근 수축의 수의 조절력, 약물에 대한 반응 등의 방광 기능을 검사한다.²⁾ 특히 척수 손상 후의 신경인성 방광의 관리에 중요한 검사로서, 척수 손상 급성기가 지나면 신경인성 방광의 내압 변화를 보기 위해 정기적으로 시행하여야 하며, 약물의 효과를 판정하기 위해 약물 투입 전후에 실시하기도 한다.²⁾ 이러한 기존의 기계를 이용한 방광 내압 측정법은 방광의 기능 평가에 유용한 검사이나 검사 비용이 비교적 고가로, 빈번한 추적 검사는 환자에게 의료비 부담이 될 수 있으며 또한 검사할 때마다 검사실로 이동하여야 하는 번거로움 등 필요할 때 방광 기능 검사를 쉽게 하기가 어렵다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 검사가 필요할 때에 방광내에 도뇨관(Foley catheter)을 삽입하고 이를 압력계에 연결하여 간단히 방광 내압을 측정하려는 시도가 있었으나, 복압에 의한 상승을 감지할 수 없었으며 방광 삼각부를 도뇨관 끝으로 자극하는 경우 방광 수축을 유발시킬 수 있는 등의 제한점이 있었다.⁷⁾ 이에 저자들은 정확하면서도 비용이 적게 들고 침상에서 간단히 시행할 수 있는 휴대용 방광 내압 측정 기구의

필요성을 느껴 이를 고안하였으며, 그 유용성을 검증하고 평가하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

연구 대상 및 방법

1) 연구 대상

1999년 2월부터 9월까지 본원 재활의학과에 입원 중이거나 비뇨기과 외래를 내원한 47명을 대상으로 하였다. 총 47명(남자 28명, 여자 19명)의 평균 연령은 48.11세(19~79세)이었다. 대상군의 주증상은 빈뇨가 20명, 요실금 15명, 배뇨 곤란 4명, 배뇨 지연 3명, 급박뇨 3명, 배뇨통 2명이었다. 배뇨 장애의 원인은 척수 손상 후 신경인성 방광이 18명, 외요도 괄약근 약화에 의한 긴장성 요실금 10명, 당뇨성 방광병증 7명, 전립선 비대증 7명 등 이었다(Table 1). 척수 손상 후 신경인성 방광을 가진 18명 중 요류동태 검사기 측정시 배뇨근의 압력이 50 cmH₂O 이상의 높은 배뇨근 압군은 14명(남자 12명, 여자 2명)이었다(Table 2).

2) 연구 도구

저자들이 자체 고안한 휴대용 방광 내압 측정기(이하 휴대용 방광 내압 측정기)는 크게 압력계, 요도관(transurethral catheter), 직장도관(rectal balloon catheter)의 세 부분으로 구성되었다(Fig. 1). 휴대용 방광 내압 측정기에 이용된 압력계(Magnehelic, Dwyer Instruments, USA)는 수압 및 기압 측정용 아날로그 미압계로, 측정범위는 0~100 cmH₂O, 보정된 정밀도

Table 1. Clinical Diagnosis of Subjects (n=47)

Diagnosis	No. of cases (%)
Spinal cord lesion	18 (38.3)
Stress incontinence	10 (21.3)
Diabetic cystopathy	7 (14.9)
Benign prostatic hypertrophy	7 (14.9)
Psychosomatic disorder	3 (6.4)
Bladder carcinoma	1 (2.1)
Multiple sclerosis	1 (2.1)

Table 2. Characteristics of Subjects with High Detrusor Pressure (n=14)

Variables	No. of cases	
Sex	M	12
	F	2
ASIA ¹⁾ impairment scale	A	10
	B	4
Average age (years)	41.33 (27~62)	
Mean duration (months) ²⁾	24.75 (4~68)	

1. ASIA: American Spinal Cord Injury Association
 2. Mean duration: mean duration since onset of spinal cord lesion

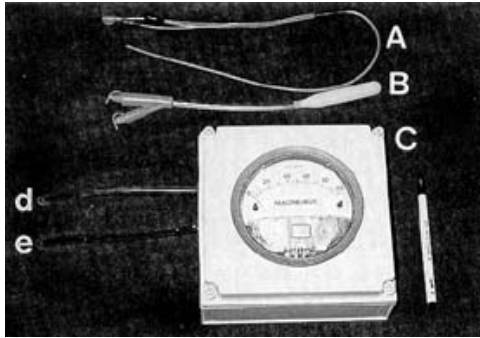


Fig. 1. Portable Cystometer. A: transurethral catheter, B: rectal balloon catheter, C: pressure monitor, d: high pressure monitor channel, e: low pressure monitor channel

는 1.292%(1998년 12월, 산업기술 시험 평가 연구소 계측)이었다. 압력계는 두 개의 계측관을 가지고 있어 각각 고압과 저압의 압력값 혹은 두 압력값의 차를 계기 상에 표시할 수 있다. 요도관(Neoplex 8 Fr., Porges, France)은 방광 내에 삽입하며, 두 개의 관(lumen)으로 구성되어 한쪽 관은 생리 식염수액에 연결시켜 방광 내를 수액으로 채우기 위한 것이며 다른 관은 압력계의 고압 계측관에 연결하여 방광 내압(intravesical pressure, P_{ves})을 측정하기 위한 것이다. 직장도관(Porges, France)은 직장 내에 삽입하여 압력계의 저압 계측관에 연결하며 복압(abdominal pressure, P_{abd})을 측정하기 위한 것이다. 배뇨근 압(detrusor pressure, P_{det})은 방광 내압과 복압의 차($P_{det} = P_{ves} - P_{abd}$)이므로 방광 내압과 복압을 동시에 측정하여 그 차이인 배뇨근 압이 계기상에 표시되도록 하였다.

3) 연구 방법

양와위 자세에서 기존의 요류동태 검사기(이하 요류동태 검사기, Jupiter8000, Wiest, Germany)를 이용하여 실온의 생리 식염수를 평균 50 ml/min 속도로 방광을 채우면서 방광 내압을 측정하였다. 최대 배뇨근 압은 방광 내의 생리 식염수가 요도관 주위로 누출되거나 요도관이 밀려나오는 요도 유출압(urethral leak point pressure), 또는 방광이 500 ml 채워졌을 때까지의 배뇨근 압 중 최고값으로 하였고 이때의 방광 용적을 측정하였다. 같은 환자를 대상으로

Table 3. Results Measured by Conventional Instrumental Cystometer and Portable Cystometer in All Subjects

	Conventional instrumental cystometer	Portable cystometer
MDP ¹⁾ (cmH ₂ O) (n=47)	38.32±20.97	40.02±20.70
Bladder volume at MDP (cc) (n=47)	302.13±83.92	314.04±94.17

Values are mean±S.D.

1. MDP: maximal detrusor pressure

요류 동태 검사기로 측정된 직후 휴대용 방광 내압 측정기로 최대 배뇨근 압 및 이때의 방광 용적을 측정하였다. 휴대용 방광 내압 측정기로 측정시 방법은 양와위에서 압력계에 연결된 직장도관, 요도관을 직장 및 방광 내에 삽입하였고 요도관을 통해 방광 내 소변 혹은 식염수액을 제거하였다. 그후 요도관에 새로 연결된 생리 식염수액으로 방광을 채우기 시작하였다. 이때 방광 내의 압력이 변화하면 배뇨근 압이 압력계에 수치로 표시되었다. 방광 내 주입 양, 즉 방광 용적은 수액병 눈금을 읽어 측정하였다. 높은 배뇨근 압을 가진 척수 손상인에서 휴대용 방광 내압 측정기의 유용성을 알아보기 위해, 전체 47명 중 50 cmH₂O 이상의 높은 배뇨근 압을 가진 척수 손상인 14명(이하 높은 배뇨근 압군)을 대상으로 두 검사 방법을 비교하였다.

4) 통계 방법

통계학적 분석을 위하여 SPSS for MS Windows를 사용하였으며 paired t-test를 이용하여 최대 배뇨근 압 및 최대 배뇨근 압시의 방광 용적에 대해 두 검사 방법간의 통계학적 유의성을 검증하였다.

결 과

1) 최대 배뇨근 압

전체 47명 환자를 대상으로 한 최대 배뇨근 압의 평균은 요류동태 검사기를 이용한 검사시 38.32 cmH₂O, 휴대용 방광 내압 측정기로 검사시 40.02 cmH₂O로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05)

Table 4. Results Measured by Conventional Instrumental Cystometer and Portable Cystometer in Subjects with High Detrusor Pressure

	Conventional instrumental cystometer	Portable cystometer
MDP ¹⁾ (cmH ₂ O) (n=47)	68.83±9.25	69.67±9.53
Bladder volume at MDP ¹⁾ (cc) (n=14)	197.50±80.13	205.00±74.28

Values are mean±S.D.

1. MDP: maximal detrusor pressure

(Table 3). 높은 배뇨근 압군 14명을 대상으로 하여 요류동태 검사기를 이용한 검사시 최대 배뇨근 압의 평균은 68.83 cmH₂O, 휴대용 방광 내압 측정기로 검사시 69.67 cmH₂O로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 4).

2) 최대 배뇨근 압시의 방광 용적

전체 환자를 대상으로 한 최대 배뇨근 압시의 방광 용적 평균은 요류동태 검사기를 이용한 경우에는 302.13 cc, 휴대용 방광 내압 측정기를 사용한 경우에는 314.04 cc로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 3). 높은 배뇨근 압군에서 최대 배뇨근 압시의 방광 용적 평균은 요류동태 검사기를 이용한 측정시와 휴대용 방광 내압 측정기로 검사시 각각 197.50 cc, 205.00 cc로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 4).

고 찰

방광 내압 측정기(cystometer)가 발명되기 이전에 방광 내압의 측정은 1876년의 Dubois등 유럽의 여러 연구자들에 의해 시도되어 왔다.¹⁵⁾ 1882년 이탈리아인 Mosso와 Pellacani는 실험적 동물 모델과 매독에 감염된 여자들을 대상으로 한 연구에서 배뇨근의 수축에 의해 방광압이 상승한다고 보고하였다.¹³⁾ 최초의 방광 내압 측정기는 Lewis에 의해 고안되어 신경 인성 방광에 국한되어 사용되었고,¹⁵⁾ 1927년 Rose는 방광 내압 측정법의 임상적 유용성을 발전시켰다.¹⁷⁾ 그후 1960년대 들어 전자 기술의 발달에 따라 여러

가지 변수를 동시에 측정 가능한 현대적 의미의 요류동태 검사기구가 고안되었다.

최근의 발전된 요류동태 검사기구를 이용한 방광 내압 측정법은 방광의 충만과 배뇨시에 일어나는 압력의 변화를 기록하면서 용적, 지각력, 수용력, 배뇨근 수축의 수의 조절력, 약물에 대한 반응 등의 방광 기능 평가에 유용한 검사이나 검사 기구의 값이 고가로 널리 보편화되어 있지 않으며 검사 비용이 비싸고 검사를 하기 위해서는 환자가 검사실로 이동해야 하며 검사기구를 위한 공간이 필요하였다. 저자들은 이러한 문제점들을 고려하여 저렴한 가격으로 제작 가능하고, 크기가 작아 이동이 쉽고 또한 검사에 큰 비용이 들지 않아 자주 검사가 가능한 기구로 휴대용 방광 내압 측정기를 고안하였다. 저자들이 고안한 휴대용 방광 내압 측정기의 임상적 유용성을 검토하기 위하여 기존의 요류동태 검사기를 이용한 방광 내압 측정법과 휴대용 방광 내압 측정기로 측정한 방광 내압 측정 결과를 비교하였다. 전체 환자 47명 및 47명 중 높은 배뇨근 압을 가진 14명을 대상으로 하여 시행한 최대 배뇨근 압 및 최대 배뇨근 압시의 방광 용적은 요류동태 검사기와 휴대용 방광 내압 측정기로 검사한 결과 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러므로 휴대용 방광 내압 측정기는 최대 배뇨근 압 및 이때의 방광 용적 측정에 있어 기존의 요류동태 검사기를 이용한 결과와 유의한 차이가 없이 정확한 측정이 가능하였다.

방광의 상태에 영향을 줄 수 있는 인자에는 방광 내 액체 주입 속도, 피검자의 자세, 요도관의 유무, 방광 충만 용량, 반복 검사의 횟수 등이 있다.^{4,9,19,21)} 이들 인자 중 반복 검사 시 방광 압력 및 용적의 변화에 대한 연구들을 살펴보면, 방광 압력은 감소하며 용적은 증가하는 경향이 있다는 보고가 있으며,^{9,20)} 이때의 방광 압력 감소 원인은 방광 벽에 대한 직접적인 물리적 효과로 생각하였다.^{3,11)} 반면 반복적인 검사에 의해 방광 압력은 증가하고 용적은 감소하였다는 보고가 있으며,¹⁸⁾ 최대 방광 용적의 변화가 없었다는 연구^{5,8,16)}와 용적의 감소를 보고한 경우도 있었다.¹⁴⁾ 본 연구에서는 요류동태 검사기로 검사를 시행한 직후에 휴대용 방광 내압 측정기로 검사를 시행하였는데, 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 요류동태 검사기로 검사 시에 비하여 휴대용 방광 내압 측정기 검사 시 방광 압력 및 용적은 다소 증가

된 경향을 보였다. 저자들은 두 가지 검사방법을 시행할 때 방광 내 액체 주입속도를 50 ml/min으로 일정하게 하였고 환자로 하여금 앙와위 자세를 유지하였으며 같은 요도관을 사용하여 동일한 조건을 유지하였다. 그러나 반복적인 검사에 의해 방광 압력 및 용적이 변화할 수 있다는 보고를 고려할 때, 두 검사 방법의 순서를 무작위로 시행하지 않고 요류동태 검사기로 검사를 시행한 직후에 휴대용 방광 내압 측정기로 방광 내압을 측정하는 것은 본 연구의 제한점이라 할 수 있을 것이다.

척수 손상 후 급성기부터 침상에서 휴대용 방광 내압 측정기를 이용하여 무만사기에서 배뇨근 반사가 돌아올 때까지 방광 기능을 감시하고, 약물 요법을 시작하기 전에 배뇨근 과반사를 확인하며, 약물 요법 전후에 그 효과를 추적하면 보다 효율적인 신경인성 방광 관리가 이루어질 것이다. 특히 척수 손상 후의 신경인성 방광에서 배뇨근 압의 상승이 방광 요로 역류와 관련이 있는 것이 이미 알려져 있으며,⁶⁾ 재활의학 영역에서 배뇨근 압 측정은 척수 손상 후 높은 배뇨근 압의 신경인성 방광을 가진 대상자들에게 주로 쓰이고 있는 점을 고려할 때 높은 배뇨근 압에서 휴대용 방광 내압 측정기의 정확도 검증이 필요하였다. 요 배출을 위한 배뇨근 압이 40~50 cmH₂O를 넘는다면 상부 요로에 나쁜 영향을 주게된다는 보고에 근거하여,^{10,12)} 본 연구에서는 요류동태 검사상 50 cmH₂O 이상의 높은 배뇨근 압을 가진 척수 손상인을 대상으로 두 검사 기구의 측정 결과를 비교하였다. 그 결과 두 기구를 통하여 측정된 검사 결과 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었으므로 높은 배뇨근 압을 가진 척수 손상인의 방광 기능 평가 및 추적 검사에 휴대용 방광 내압 측정기가 유용한 검사 기구라고 사료된다.

결 론

저자들이 고안한 휴대용 방광 내압 측정기는 최대 배뇨근압 및 방광 용적 측정에 있어 기존의 요류동태 검사기를 이용한 방광 내압 측정치와 유의한 차이가 없이 정확한 측정이 가능하였다. 또한 휴대용 방광 내압 측정기는 제작 가격이 저렴하며 기구를 이동하기가 쉽고 사용이 간단하여 배뇨근압 측정을 통한 방광 기능 평가에 유용한 검사 기구라고 생각

한다. 또한 이 기구를 이용하여 침상에서 쉽게 검사할 수 있으므로 척수손상자의 초기 때부터 반복해서 방광 기능을 평가함으로써 신경인성 방광 관리에 큰 도움을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 김영균: 요역동학 검사. 비뇨기과학, 1판, 서울: 고려의학, 1992, pp329-339
- 2) 김진호, 한태륜: 신경인성 방광 및 장의 치료. 재활의학, 1판, 서울: 군자출판사, 1997, pp305-317
- 3) Abramson AS, Roussan M, Feibel A: Pathophysiology of the neurogenic bladder. Bull NY Acad Med 1973; 49: 775-785
- 4) Arnold EP: Cystometry - postural effects in incontinent women. Urol Int 1974; 29: 185-186
- 5) Cass AS, Ward BD, Markland C: Comparison of slow and rapid fill cystometry using liquid and air. J Urol 1970; 104: 104-106
- 6) Chapple CR, Christmas TJ, Turner-Warwick RT: Vesico-oureteric reflex in the adult male. Br J Urol 1990; 65: 144-147
- 7) DeLisa JA, Gans BM: Neurogenic bladder. In: Linsenmeyer TA, Stone JM, editors. Rehabilitation medicine, principles and practice, 3rd ed, Philadelphia and New York: Lippincott-Raven, 1998, pp1073-1106
- 8) Grynderup V: Double cystometry in the uninhibited neurogenic bladder. Acta Neurol Scand 1966; 42 suppl: 67-77
- 9) Jensen DJ: Pharmacological studies of the uninhibited neurogenic bladder. I. The influence of repeated filling and various filling rates on the cystometrogram of neurological patients with normal and uninhibited neurogenic bladder. Acta Neurol Scand 1981; 64: 145-174
- 10) Kraft GH, Stover SL, Lloyd LK: Urologic management during acute care and rehabilitation of the spinal cord-injured patient. In: Green BG, Foote JE, Gray M, editors. Physical medicine and rehabilitation clinics of North America, Philadelphia: Saunders, 1993, pp249-272
- 11) Langley LL, Whiteside JA: Mechanism of accommodation and tone of urinary bladder. J Neurophysiol 1951; 14: 147-152
- 12) McGuire EJ: Clinical evaluation and treatment of neurogenic vesical dysfunction, 1st ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1984, pp69-85
- 13) Mosso A, Pellacani P: Sur les fonctions de la vessie:

- Archives Italiennes de Biologie 1882; 1: 291
- 14) Nordling J, Walter S: Repeated, rapid-fill CO₂ cystometry. *Urol Res* 1977; 5: 117-122
 - 15) Perez LM, Webster GD: The history of urodynamics. *Neurourol Urodyn* 1992; 11: 1-21
 - 16) Ramsden PD, Smith JC, Pierce JM, Ardran GM: The unstable bladder - fact or artefact? *Br J Urol* 1977; 49: 633-639
 - 17) Rose DK: Determination of bladder pressure with the cystometer. *J Am Med Assoc* 1927; 88: 151-156
 - 18) Rose DK: The present status of cystometry. *J Am Med Assoc* 1936; 107: 1534-1536
 - 19) Sorensen SS, Nielsen JB, Norgaard JP, Knudsen LM, Djurhuus JC: Changes in bladder volumes with repetition of water cystometry. *Urol Res* 1984; 12: 205-208
 - 20) Tang PC, Ruch TC: Non-neurogenic basis of bladder tonus. *Am J Physiol* 1955; 181: 249-257
 - 21) Thyberg M, Ertzgaard P, Hakansson L, Spangberg A, Granerus G: Obstructive effect of a closed 12F urethral catheter during the emptying phase of cystometry in patients with a spinal reflex bladder. *Paraplegia* 1995; 33: 40-45
 - 22) Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ: The neuroulogic evaluation. In Webster GD, Kreder KJ, editors. *Campbell's urology*, 7th ed, Philadelphia: Saunders, 1998, pp927-952