



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

의학 박사학위 논문

새로운 자연충전 방광내압측정기의
개발 및 기존 방법과의 비교

아주대학교 대학원

의학과

윤승현

새로운 자연충전 방광내압측정기의 개발 및 기존 방법과의 비교

지도교수 이 일 영

이 논문을 의학 박사학위 논문으로 제출함.

2007년 2월

아 주 대 학 교 대 학 원

의 학 과

윤 승 현

윤승현의 의학 박사학위 논문을 인준함.

심사위원장 김 영 수 인

심 사 위 원 이 일 영 인

심 사 위 원 나 은 우 인

심 사 위 원 신 지 철 인

심 사 위 원 임 신 영 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2006년 12월 22일

새로운 자연충전 방광내압측정기의

개발 및 기존 방법과의 비교

이 연구에서는 새롭게 제작한 자연충전 방광내압측정기를 소개하고 이를 이용하여 척수손상에 의한 신경인성 방광 환자를 대상으로 방광내압측정술을 시행하고 기존의 역행충전 방식의 방광내압측정술과의 차이점을 비교하였다.

자연충전 방광내압측정기의 유용성을 알아보기 위하여 배뇨장애가 있는 3 명의 환자(2 명의 척수손상과 1 명의 뇌졸중)를 대상으로 검사를 시행하였다. 방광 내 소변이 충전되면서 방광내압은 요도도관을 통해 디지털압력계로 전달되고, 복압의 변화는 직장도관을 통해 또 다른 디지털압력계로 전달되도록 하여 디지털압력계에서 측정된 방광내압과 복압을 휴대용 컴퓨터를 통해 연속적으로 기록하고 배뇨근압을 계산하였다. 시간에 따른 배뇨근압, 방광내압, 그리고 복압의 변화를 그래프로 표시할 수 있어 방광 기능의 평가가 가능하였다. 자연충전 방광내압측정기는 기존의 방광내압측정기와는 달리 구조가 단순하여 적은 비용으로 제작할 수 있었으며, 소변에 의한 배뇨근압 측정이 가능하여 보다 생리적이었고, 부피가 작아 환자의 침대 옆에서 간편하게 이용할 수 있었다.

자연충전 방광내압측정기를 이용하여 척수손상 후의 신경인성 방광을 가진 환자를 대상으로 기존의 역행충전 방광내압측정술과의 차이점을 비교하였다. 배뇨근저활동성군을 대상으로 하여 시행하였을 때는 두 검사간의 유의한 차이가 없었다. 그러나 배뇨근과활동성군을 대상으로 하였을 때, 기존 방법에 비하여 자연충전 방광내압측정술에서 충전말압력은 낮았고 충전말 유순도는 높았으며 방광용적도 증가하였다. 특히 기존의 방광내압측정술에 비하여 자연충전 방광내압측정술에서 배뇨근과활동성의 발견 빈도가 높아 기존의 방광내압측정술에서는 발견하기 어려웠던 배뇨근과활동성을 찾는 데 유리하였다. 자연충전 방광내압측정술은 환자에게 쉽게 적용이 가능하고, 자주 검사를 하더라도 큰 비용이 들지 않아 경제적이므로 척수손상 후 신경인성 방광의 추적 검사에 도움이 될 것이다.

핵심어: 자연충전 방광내압측정술, 요류동태검사, 척수손상, 신경인성 방광, 배뇨근과활동성

차 례

국문 요약	i
차례	iii
그림차례	v
표차례	vi
I. 서론	1
II. 연구대상 및 방법	3
A. 자연충만 방광내압측정기의 개발	3
1. 자연충만 방광내압측정기의 구성	3
2. 자연충만 방광내압측정기의 정밀도 측정	5
3. 자연충만 방광내압측정기를 이용한 방광기능 평가	6
B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대한 자연충만 방광내압측정법과 기존의 역행충만 방광내압측정법의 비교	7
1. 연구대상	7
2. 방법	8
III. 결과	11
A. 자연충만 방광내압측정기의 개발	11
B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대하여 자연충만 방광내압측정술과 기존의 역행충만 방광내압측정술의 비교	16
1. 배뇨근과활동근	16

2. 배뇨근저활동군	16
IV. 고찰	18
A. 자연충만 방광내압측정기의 개발	18
B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대하여 자연충만 방광내압측정술과 기존의 역행충만 방광내압측정법의 비교	21
V. 결론	29
참고문헌	30
ABSTRACT	36

그림 차례

Fig. 1. Schematic diagram of natural filling cystometry	4
Fig. 2. Natural filling cystometric device	5
Fig. 3. Natural filling cystometry tested on a woman with spinal cord injury	13
Fig. 4. Natural filling cystometry tested on a man with spinal cord injury	14
Fig. 5. Natural filling cystometry trace in a woman with stroke	15

표 차례

Table 1. Patients characteristics	8
Table 2. Differences of cystometric variables between natural filling cystometry and conventional retrograde filling cystometry	17
Table 3. Potential differences between the techniques of natural filling cystometry and conventional retrograde filling cystometry	22
Table 4. Seven patients in the detrusor overactivity group who showed significant bladder volume differences	27

I. 서 론

요류동태검사(urodynamic study)는 방광과 요도의 동적 기능을 조사하고 상관관계를 파악하는 검사로, 방사선 및 내시경 검사로는 알 수 없는 하부요로의 기능을 파악하며, 각종 배뇨장애를 진단하는데 중요한 정보를 제공한다. 요류동태검사는 방광의 기능을 검사하는 방광내압측정술(cystometry), 요도괄약근의 기능을 검사하는 요도압측정(urethral pressure profilometry)과 근전도검사, 배뇨 속도를 기록하는 요속검사(uroflowmetry)로 이루어진다. 이들 중 기존의 역행충전 방광내압측정술(retrograde filling cystometry)은 오랫동안 하부요로 기능 평가의 표준이 되는 검사로서, 방광의 충전과 배뇨 시에 일어나는 압력의 변화를 기록하면서 방광의 용적, 지각력, 수축력 및 배뇨근의 수의 조절력 등의 방광 기능을 검사할 수 있다(Webster 와 Gutalnick, 2002). 방광내압측정술은 비뇨기과뿐 아니라 재활의학 영역의 척수손상 또는 뇌졸중 후 발생하는 신경인성 방광의 평가에 필수적인 검사이다. 그러나 검사기구의 부피가 크고 고가여서 사용이 비교적 제한적이고 검사결과의 신뢰성에 영향을 줄 수 있는 요인들 때문에 많은 비판을 받아왔는데, 방광을 충전시키는 액체가 실제 소변이 아니므로 충전 액체의 온도가 체온과 다르고, 생리적인 충전 속도와 다르며, 검사를 위해 피검자가 검사실로 이동해야 하므로 낮은 환경에 노출되는 점들이 방광내압측정에 영향을 줄 수 있다는 의견들이 있었다. 이러한 단점들을 보완하기 위하여 휴대용 요류동태검사(ambulatory urodynamic study)가 개발되었다. 휴대용 요류동태검사는 비교적 최근에 개발된 검사방법으로, 방광 내 소변이 자연충전되면서 하부요로의 기능을 검사하고, 환자의 일상생활에서 나타나는

이상을 재현하는 면에 중점을 둔 방법이다(van Waalwijk van Doorn 등, 2000). 이를 무증상의 지원자나 요실금 환자를 대상으로 시행하고(van Waalwijk van Doorn 등, 1992; Webb 등, 1992; Robertson 등, 1994; Heslington 과 Hilton, 1996; Vereecken 과 Van Nuland, 1998; Radley 등, 2001) 유아와 소아에게 적용한 결과(Yeung 등, 1995) 자연 생성된 소변을 이용하여 방광을 충전시키는 방법(자연충전 요류동태검사, natural filling urodynamic study)이 장점이 있다고 보고하였으나 고가라는 점 때문에 국내에서는 많이 보급되지 않고 있으며 재활의학과에서 흔히 접하는 척수손상에 의한 신경인성 방광에 대해 자연충전법을 이용한 발표는 없는 실정이다. 본 연구에서는 자연충전 요류동태검사의 핵심기능인 방광내압의 측정이 가능하고 구조가 단순하여 제작에 비용이 적게 들면서도 생리적이며 환자의 침대 옆에서 쉽게 사용 가능한 새로운 자연충전 방광내압측정기를 소개하고 이를 이용하여 척수손상에 의한 신경인성 방광을 가진 환자를 대상으로 기존의 역행충전 방광내압측정술과의 차이점을 비교하고자 하였다.

II. 연구대상 및 방법

A. 자연충전 방광내압측정기의 개발

1. 자연충전 방광내압측정기의 구성

저자가 제작한 자연충전 방광내압측정기는 크게 요도도관(2-lumen transurethral catheter 8 Fr, Medtronic, Denmark), 직장도관(2-lumen rectal balloon catheter 12 Fr, Medtronic, Denmark), 2 개의 디지털압력계(AZ8200 RS232 Manometer, AZ Instrument, Taiwan), 휴대용 컴퓨터의 네 부분으로 구성되어있다. 방광내압(intravesical pressure)을 측정하기 위한 요도도관은 방광에, 복압(abdominal pressure)을 측정하기 위한 직장도관은 직장에 삽입시키고 이들을 2 개의 디지털압력계에 각각 연결시켰다. 이용된 디지털압력계는 의료·산업용으로, 측정빈도 1 Hz, 측정범위 0~350 cmH₂O 였다. 디지털압력계를 RS232-USB 변환기를 이용하여 휴대용 컴퓨터의 USB 단자에 연결시켰다(Fig. 1., Fig. 2.). 방광내압과 복압을 이용하여 배뇨근압(detrusor pressure, 배뇨근압은 방광내압과 복압의 차)을 계산하고 세 가지 압력의 변화를 그래프로 표시하기 위하여 Office Excel 2003 (Microsoft) 프로그램을 사용하였다.

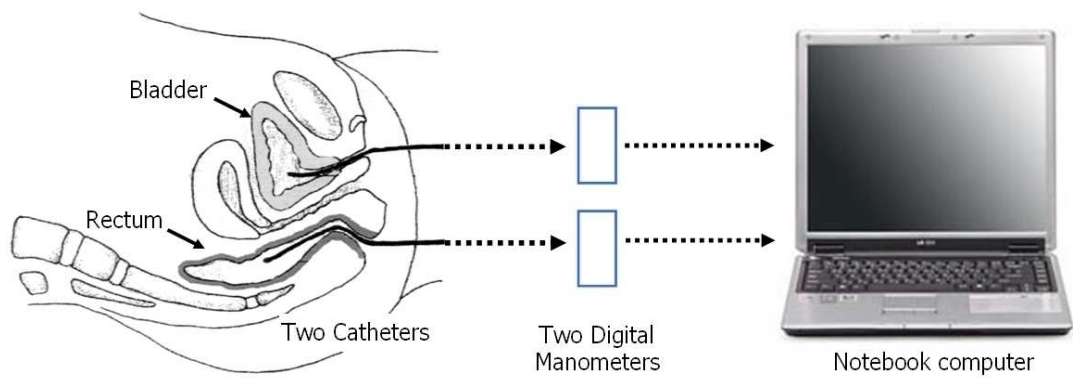


Fig. 1. Schematic diagram of natural filling cystometry.

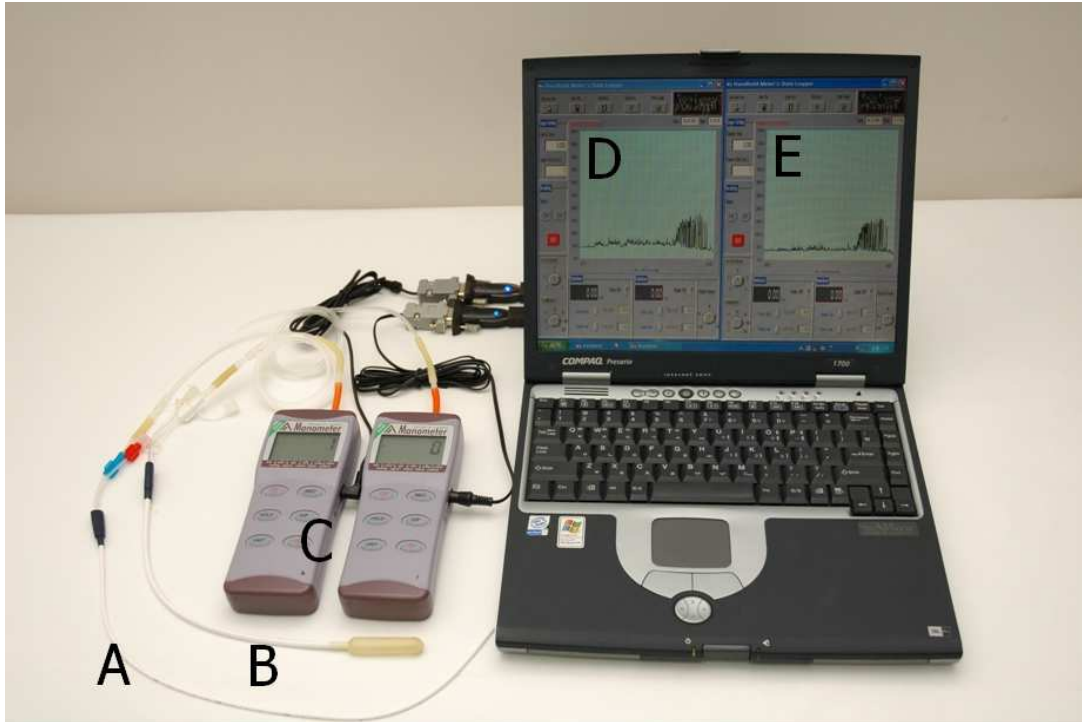


Fig. 2. Natural filling cystometric device. It was composed of one transurethral catheter (A), one rectal balloon catheter (B), two digital manometers (C), and a portable computer (intravesical pressure (D) and abdominal pressure (E) displayed on screen).

2. 자연충전 방광내압측정기의 정밀도 측정

자연충전 방광내압측정기를 이용하여 측정한 압력이 정확한지 알아보기 위해 표준화된 압력 측정기기가 있는 기관에 정밀도 시험을 의뢰하였다. 디지털압력계의 정밀도는 $\pm 0.3\%$ at full scale at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 였으며, 요도도관과 직장도관을 디지털압력계에 연결한 후 자연충전 방광내압측정기를 작동시켜 측정한 정밀도는 $\pm 0.41\%$ at full scale at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (2005년 6월, 국방과학연구소계측)였다.

3. 자연충전 방광내압측정기를 이용한 방광기능 평가

(A) 대상 환자

자연충전 방광내압측정기를 이용하여 배뇨장애가 있는 3 명의 환자(2 명의 척수손상과 1 명의 뇌졸중)를 대상으로 검사하였다.

(B) 검사 방법

요도도관을 디지털압력계에 연결하고 영점조정을 시행한 후, 방광을 완전히 비우고 요도도관을 삽입하였다. 직장도관을 디지털압력계에 연결한 후 복압의 변화가 디지털압력계로 잘 전달되도록 풍선(balloon)에 5 ml 의 식염수를 채우고 영점조정 후 직장도관을 직장에 삽입하였다. 검사도중 움직임에 의해 요도도관과 직장도관이 빠지지 않도록 이들 도관을 허벅지 안쪽에 고정시켰다. 빠른 소변 생성을 위해 검사 시작과 함께 500 ml 의 물을 마시도록 한 후 침대에 누운 자세에서 압력 측정을 시작하였다. 압력 측정 중 디지털압력계의 위치는 치골결합위치가 되도록 하였고, 침대 위에서 자세를 바꾸거나 식사하는 등의 일상생활을 하도록 하였다.

방광 기능 평가를 위하여 방광내압 및 복압과 함께 방광용적을 측정하였다. 방광용적은 배뇨량과 잔뇨량의 합으로 추정하였다. 배뇨한 소변을 누수없이 정확하게 측정하기 위하여 환자의 엉덩이 아래에 매트형기저귀를 깔도록 한 후 저울을 이용해 배뇨 전후의 기저귀 무게 변화로 배뇨량을 파악하였다. 배뇨 후에는 즉시 도뇨관을 방광 내 삽입하여 남아있는 잔뇨량을 측정하였다. 뇌졸중 환자에게는 기침을 자주 하도록 하여, 기침에 의한 복압 상승이 디지털압력계에 잘 전달되는지 알아보았다.

B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대한 자연충전 방광내압측정술과 기존의 역행충전 방광내압측정술의 비교

1. 연구대상

아주대학교병원 재활의학과에서 척수손상으로 진단 받고 2005 년 5 월부터 2006 년 7 월까지 입원 치료 중이거나 혹은 외래를 내원한 44 명의 환자를 대상으로 하였다. 평소 방광상태 및 요류동태검사 소견을 고려하여 ‘배뇨근과활동성군(detrusor overactivity group)’과 ‘배뇨근저활동성군(detrusor underactivity group)’으로 분류하였다. 배뇨근과활동성군은 충전기 동안 배뇨근압이 15 cmH₂O 이상 상승하는 불수의적 배뇨근수축이 보이거나 이로 인하여 불수의적 배뇨를 한 경우로 정의하였으며(Abrams 등, 2002; Neveus 등, 2006) 배뇨근저활동성군은 배뇨근의 감소된 수축력과 기간으로 정의되며 이로 인하여 요배출이 연장되거나 정상적인 기간 내에 완전한 요배출을 이루지 못하는 것으로 하였다(Abrams 등, 2002). 배뇨근과활동성군은 28 명(남자 16 명, 여자 12 명)이었으며 평균 연령은 41.1 세(20-68 세)이었고 수상 후 자연충전 방광내압측정기를 이용한 검사까지의 기간은 평균 487.0 일(42-3704 일)이었다. 신경학적 수준은 경수손상 18 명, 흉수손상 10 명이었으며, 미국척수손상협회 기준 A 가 15 명, B 가 7 명, C 가 6 명이였다. 배뇨근저활동성군은 16 명(남자 11 명, 여자 5 명)이었으며 평균 연령은 42.1 세(23-61 세)이었고 수상 후 자연충전 방광내압측정기를 이용한 검사까지의 기간은 평균 238.5 일(61-1236 일)이었다. 신경학적 수준은 경수손상 3 명, 흉수손상 11 명, 요수손상 2 명이었으며, 미국척수손상협회 기준 A 가 14 명, C 가 2 명이였다(Table 1).

Table 1. Patients characteristics.

	Detrusor overactivity group (n=28)	Detrusor underactivity group (n=16)
Male : Female (No. of cases)	16:12	11:5
Age (years) (range)	41.1 (20~68)	42.1 (23~61)
Mean duration since injury (days) (range)	487.0 (42~3704)	238.5 (61~1236)
Level of injury (No. of cases)		
Cervical	18	3
Thoracic	10	11
Lumbar	0	2
ASIA ^a classification		
A	15	14
B	7	0
C	6	2

a. ASIA: American Spinal Injury Association

2. 방법

검사를 실시하기 전에 배뇨 자세, 배뇨 방법, 배뇨 증상을 파악하였다. 먼저 자연충전 방광내압측정기를 이용하여 검사한 후 같은 환자를 대상으로 기존의 역행충전 요류동태검사기(Duet, Medtronic, Minneapolis, MN, USA)를 이용해 검사를 시행하였다. 시간에 따른 방광 변화의 영향을 줄이기 위해 두 검사의 시행 간격은 10 일 이내로 하는 한편 두 검사 간의 간섭을 피하기 위해 자연충전

방광내압측정기 검사 후 3 일간은 기존 방광내압측정술을 시행하지 않았다. 배뇨근과활동성근을 대상으로 시행한 검사에서 불수의적 배뇨가 일어나면 검사를 종료하였다. 배뇨근저활동성근에서 불수의적 배뇨를 보이는 환자는 없었다. 따라서 배뇨가 없더라도 방광의 불편감을 호소하거나 검사자가 방광이 충분히 충전되었다고 판단되면 검사를 종료하였다. 요검사에서 현미경적 혈뇨, 농뇨 혹은 세균뇨가 있어 방광염의 가능성이 있는 경우에는 검사에서 제외하였고, 방광내압에 영향을 줄 수 있는 약제를 먹고 있는 경우에는 자연충전 방광내압측정기 검사 전 10 일간 그리고 기존의 방광내압측정기 검사까지 약의 종류나 용량의 변화가 없도록 하였다.

(A) 자연충전 방광내압측정기를 이용한 배뇨근압과 방광용적의 측정

요도도관과 직장도관을 디지털압력계에 연결한 후 각각 방광과 직장 내로 삽입하였다. 빠른 소변 생성을 위해 검사 시작과 함께 환자에게 500 ml 의 물을 마시도록 한 후 침대에 누운 자세에서 압력측정과 기록을 시작하였고 침대 위에서 일상 활동을 하도록 하였다.

방광용적은 배뇨량과 잔뇨량의 합으로 추정하였다. 앉거나 서서 배뇨를 하던 환자는 침대 옆에 이동식 변기를 준비시켜 평상시와 같이 배뇨를 하도록 하였다. 환자가 소변을 참지 못하고 갑자기 배뇨하는 경우를 대비하고 소변의 누수 없이 가능하면 정확하게 방광용적을 측정하기 위하여 환자의 엉덩이 아래 매트형기저귀를 깔았다. 배뇨 전후의 기저귀 무게 변화를 측정하여 정확한 배뇨량 측정에 도움이 되도록 하였다.

(B) 역행충전 방광내압측정술을 이용한 배뇨근압과 방광용적의 측정

누운 자세에서 50 ml/min 의 속도로 실온의 생리 식염수를 방광에 채우며 기존의 요류동태검사를 시행하였다. 8 Fr 직경의 요도도관과 12 Fr 직경의 직장도관을 사용하였다. 자연충전 방광내압측정기를 이용하여 검사할 때와 같은 자세로 배뇨를 하도록 하였다.

(C) 측정 변수

배뇨근과활동성군에서 두 검사를 비교하기 위한 측정변수로서 배뇨기 최대배뇨근압(maximal detrusor pressure during voiding), 충전기 최대배뇨근압(maximal detrusor pressure during filling), 충전말압력(end filling pressure), 방광용적(bladder volume), 배뇨기 최대배뇨근압의 유순도(compliance at maximal detrusor pressure during voiding), 충전말의 유순도(compliance at end filling pressure), 충전기 동안 발생하는 배뇨근과활동성(detrusor overactivity during filling)의 빈도, 검사 소요시간을 이용하였다. 배뇨근과활동성의 빈도는 충전기 동안 발생하는 불수의적 방광수축 중 배뇨근압이 15 cmH₂O 이상 상승하는 경우를 기록하였다(Abrams 등, 2002; Neveus 등, 2006). 배뇨근저활동성군에서는 충전기 최대배뇨근압, 충전말압력, 방광용적, 충전말의 유순도, 검사 소요시간을 비교하였다.

(D) 통계학적 방법

두 군의 환자를 대상으로 하여 두 검사간의 차이를 비교하였다. 통계 분석은 SPSS 12.0 for Windows 프로그램을 이용하였으며, 두 검사간의 차이를 비교하기 위해 paired t-test 로 분석하였다($p < 0.05$).

III. 결 과

A. 자연충전 방광내압측정기의 개발

방광 내 소변이 충전되면서 방광내압이 요도도관을 통해 디지털압력계로 전달되었고, 복압의 변화가 직장도관을 통해 또 다른 디지털압력계로 전달되었다. 디지털압력계에서 측정된 방광내압과 복압을 휴대용 컴퓨터를 통해 연속적으로 기록하고 배뇨근압을 계산하였다. 시간에 따른 배뇨근압, 방광내압, 복압의 변화를 그래프로 표시할 수 있어 방광 기능 평가가 가능하였다. 또한 기기의 크기가 작아 환자의 침대 옆 공간에서도 충분히 검사할 수 있었다.

(A) 41 세 된 흉수손상 여자 환자(미국척수손상협회 기준 A 등급)는 평소 요의를 느끼지 못하고 간헐적 도뇨법으로 방광을 관리해 왔으나 하루 수 차례 요실금이 있었고 자발적 배뇨는 못하였다. 누운 자세에서 검사를 시작하였으며 검사 중 요의를 느끼지 못하였다. 검사시작 후 36 분 54 초에 배뇨근압이 증가하면서 첫 불수의적 배뇨가 있었으며 1 시간 53 분 36 초의 총 검사 시간 동안 총 4 회의 불수의적 배뇨가 관찰되었다. 검사 중에도 자발적 배뇨는 하지 못하였으며 최대배뇨근압은 48 cmH₂O 였다. 검사 동안 총 요실금량은 400 ml 이었으며 잔뇨량은 170 ml 이었다(Fig. 3).

(B) 42 세 된 경수손상 남자 환자(미국척수손상협회 기준 A 등급)는 평소 요의를 느끼지 못하고 간헐적 도뇨법으로 방광을 관리해 왔으며 요실금은 없었다. 누운 자세로 검사를 시작하였으며 검사 중 요의는 느끼지 못하였고 총 36 분 10 초 동안 검사가 진행되었다. 충전기 동안 배뇨근압은 10 cmH₂O 이하로

배뇨근과활동성은 없었다. 검사 시작 34 분 19 초 후 불수의적 배뇨를 하였다. 배뇨량은 200 ml 였으며 잔뇨량은 250 ml 였다(Fig. 4).

(C) 연하곤란이 없고 간이정신상태검사 25/30 점으로 비교적 인지기능이 양호한 78 세의 뇌졸중 여자 환자는 평소 급박뇨, 요실금은 없었으나 빈뇨가 있었다. 누운 자세로 검사를 시작하였으며 검사 시작 후 52 분경 요의가 느껴진다고 하여 평소처럼 배뇨해 볼 것을 지시하자 52 분 46 초에 140 ml 를 배뇨하였고, 배뇨근압은 34 cmH₂O 였다. 배뇨 후 잔뇨는 10 ml 이하였다. 총 검사시간 53 분 32 초 중 자발적 배뇨가 일어난 후반 21 분 동안 배뇨근압, 방광내압, 복압을 그래프로 표시하였다. 환자가 기침을 할 때 방광내압과 복압이 동시에 상승하여 배뇨근압의 변화는 미미하였다. 이로써 자연충전 방광내압측정기가 복압의 변화를 잘 반영함을 알 수 있었다(Fig. 5).

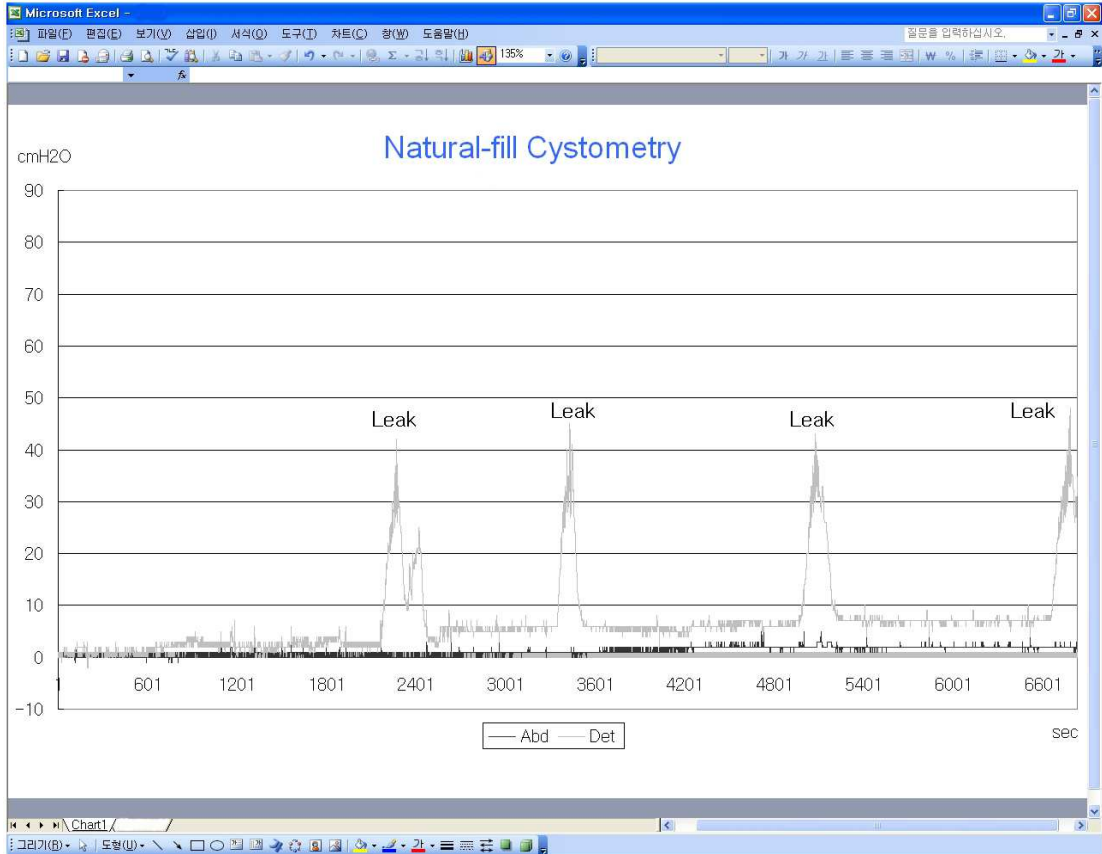


Fig. 3. Natural filling cystometry tested on a woman with spinal cord injury. Gray trace showed detrusor pressure ('Det' on screen) and black trace showed abdominal pressure ('Abd' on screen). Four leaks occurred during test.

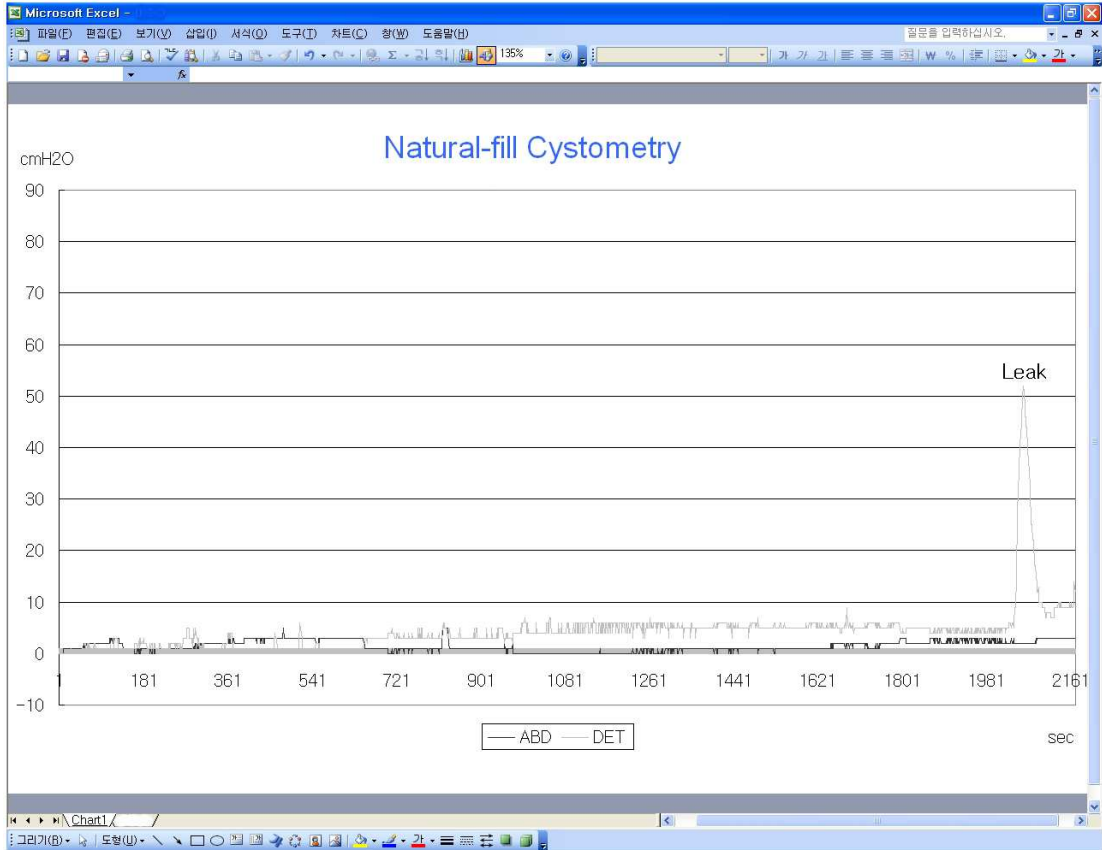


Fig. 4. Natural filling cystometry tested on a man with spinal cord injury. Detrusor pressure (gray trace) was under 10 cmH₂O during filling phase and over 50 cmH₂O during voiding.

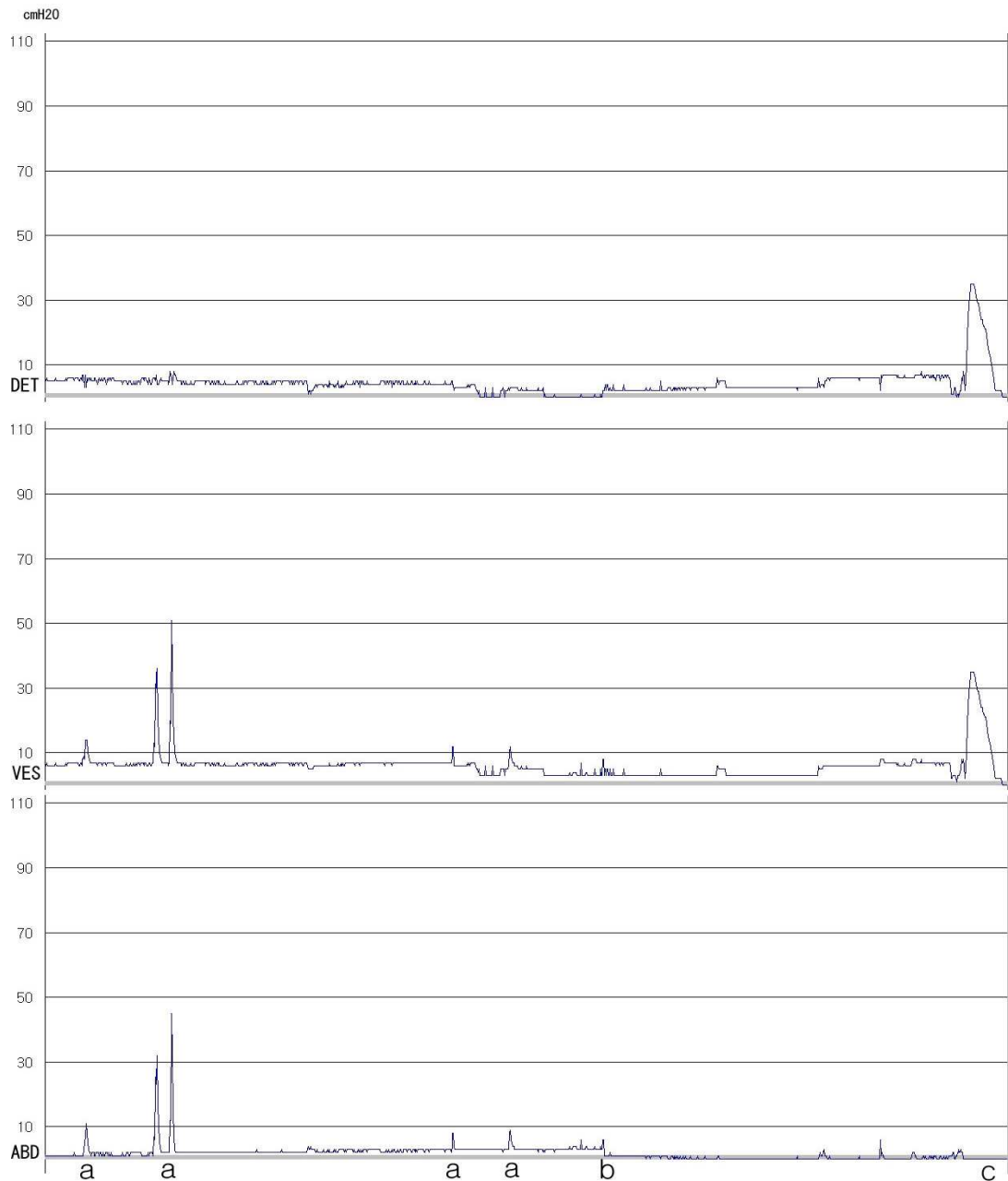


Fig. 5. Natural filling cystometry trace in a woman with stroke. It showed sequence of a, cough, b, position change (supine to turning on her right side) on bed, c, voluntary void. Minimal changes in detrusor pressure were noted when patient coughed.

B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대하여 자연충전 방광내압측정술과 기존의 역행충전 방광내압측정술의 비교

1. 배뇨근과활동성근

배뇨근과활동성근을 대상으로 하여 두 검사를 시행한 결과, 충전말압력, 충전말의 유순도, 방광용적, 충전기 동안 발생하는 배뇨근과활동성의 빈도에서 두 검사간의 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 배뇨근과활동성은 자연충전 방광내압측정술에서는 17 명(60.7%)에서 총 42 회가 관찰되었으나 역행충전 방광내압측정술에서는 4 명(14.3%)에서 총 6 회 관찰되었다(Table 2). 자연충전 방광내압측정술에서 1 회의 배뇨까지 소요된 시간의 평균은 2698.6 초(44 분 59 초), 역행충전 방광내압측정술에서는 249.8 초(4 분 10 초)였다. 자연충전 방광내압측정술에서 충전속도의 평균은 6.2 ml/min 으로 계산되었다.

2. 배뇨근저활동성근

배뇨근저활동성근을 대상으로 하여 두 검사를 시행하였을 때, 최대배뇨근압, 충전말압력, 방광용적, 충전말의 유순도에서 두 검사간의 유의한 차이가 없었으며 두 검사 모두에서 배뇨근과활동성은 발견되지 않았다(Table 2).

자연충전 방광내압측정술에서 1 회의 배뇨까지 소요된 시간의 평균은 3766.9 초(1 시간 2 분 47 초), 역행충전 방광내압측정기를 이용했을 때는 509.2 초(8 분 29 초)였다. 자연충전 방광내압측정술에서 충전속도의 평균은 7.1 ml/min 으로 계산되었다.

Table 2. Differences of cystometric variables between natural filling cystometry and conventional retrograde filling cystometry.

Group	Cystometric variables	Natural filling cystometry	Conventional retrograde filling cystometry
DO ^a (n=28)	MDP ^c during voiding (cmH ₂ O)	57.1±19.2	59.0±18.3
	MDP during filling (cmH ₂ O)	19.3±15.4	23.6±19.9
	End filling pressure (cmH ₂ O)	10.0±8.6*	19.8±16.2
	Bladder volume (ml)	278.8±120.0 [†]	208.1±121.7
	Compliance at MDP during voiding (ml/cmH ₂ O)	5.2±2.6	4.1±4.0
	Compliance at end filling pressure (ml/cmH ₂ O)	44.9±28.5 [‡]	25.2±42.9
	Frequency of DO during filling (no.)	1.5±1.7 [§]	0.2±0.6
DU ^b (n=16)	MDP during filling (cmH ₂ O)	8.8±1.8	8.0±2.7
	End filling pressure (cmH ₂ O)	8.3±1.7	7.4±3.1
	Bladder volume (ml)	447.2±90.2	424.4±14.6
	Compliance at end filling pressure (ml/cmH ₂ O)	54.8±12.4	69.8±44.8

a. DO: Detrusor overactivity, b. DU: Detrusor underactivity, c. MDP: Maximal detrusor pressure

Values are means±standard deviation.

*p=0.001, [†]p=0.004, [‡]p=0.009, [§]p=0.001

IV. 고찰

A. 자연충전 방광내압측정기의 개발

기존의 역행충전 방광내압측정술은 비생리적이라는 비판을 받아왔고 이러한 단점을 보완하기 위한 많은 노력이 있었다. 실온의 식염수 대신 체온의 소변으로 방광을 채우고 일상생활을 하면서 방광내압을 측정하며 반복적인 방광충전과 배뇨를 통해 하부요로의 정보를 얻을 수 있는 방법에 대한 연구가 있었다. 방광 내에 소형의 전과 전달 장치를 넣고 외부 수신기에서 신호를 받아 방광압을 기록하는 휴대용 요류동태검사기가 개발되었고(Warrell 등, 1963), 이후 방광에 유체충전형 도관(fluid-filled catheter)을 삽입하고 이를 외부 수신기와 저장 장치에 연결한 휴대용 요류동태검사기가 발표되었다(Jame, 1978; Thuroff 등, 1980). 그러나 이러한 유체충전형 도관은 움직임에 의한 신호 오류(movement artefact)가 잘 발생한다는 단점이 있었다(Heslington, 1997). 이후 발표된 휴대용 요류동태검사기는 도관 끝에 소형 압력변환장치를 부착한 침단미세변환장치 도관(microtransducer tip catheter)을 사용하여 환자의 움직임에도 영향을 받지 않도록 했고, 부피가 작고 장시간 저장이 가능한 소형 이동성저장장치를 적용하였으며(Bhatia 등, 1981; van Waalwijk van Doorn 등, 1986) 상용화되어 이용 중이다. 국내에서는 역행충전 방광내압측정술의 비생리적 한계를 극복하기 위한 시도가 있었고(고현운 등, 1999), 휴대용 요류동태검사기 사용에 대한 보고도 있었으나(박관진 등, 1999) 널리 이용되지 못하고 있는 실정이다. 이동성이 우수하며 사용이 간편한 휴대용 방광내압측정기가 이미 발표된 바 있으나(윤승현 등, 2000), 이 역시 역행충전 방광내압측정술의 비생리적인 한계를 가지고 있어 이러한 한계를 극복하고자 본 자연충전 방광내압측정기를 개발하였다.

본 연구의 자연충전 방광내압측정기의 제한점으로 첫째, 방광내압과 복압 측정을 위해, 최근의 휴대용 요류동태검사기에서 이용되는 침단미세변환장치 도관 대신 유체충전형 도관을 사용하였다는 점이다. 유체충전형 도관은 침단미세변환장치 도관에 비하여 구조가 단순하여 고장이 적고 가격이 저렴한 장점이 있으나 방광내압이나 복압의 전달이 소변 혹은 물 등의 유체를 통해 전달되므로 환자나 장비가 움직이는 경우 유체의 움직임에 의한 신호오류가 발생할 수 있다(Heslington, 1997). 그러나 걸거나 뛰는 상태가 아닌, 침대 위에서 활동 중인 환자를 대상으로 검사를 할 때는 이러한 움직임에 의한 신호오류가 크지 않을 것으로 생각된다. 실제로 본 연구에서 3 명의 환자를 대상으로 검사를 시행하면서 침대 위에서 앉거나 옆으로 돌아눕는 정도에서는 움직임에 의한 신호오류가 크지 않았다. 따라서 재활의학과에서 흔히 접하는 척수손상과 뇌졸중 환자의 신경인성 방광 평가를 위한 사용에는 큰 무리가 없을 것이다.

둘째, 기존의 요류동태검사에 비하여 정확한 방광용적 측정이 어렵다는 점이다. 기존의 요류동태검사에 비해 자연충전 방광내압측정술에서는 잔뇨량과 함께 요실금량(혹은 배뇨량)을 알아야 정확한 방광용적의 측정이 가능하다. 그러나 신경인성 방광이 의심되어 평가가 필요한 환자들은 대개 배뇨 조절이 어렵고 누워서 배뇨를 해야 하는 경우도 있으므로 요실금에 의한 소변을 정확히 모으기가 어렵다. 본 연구에서는 요실금량 측정을 위해 매트형기저귀를 깔고 검사하도록 한 후, 검사 전후의 기저귀 무게 변화를 측정하였으나 이러한 방법은 배뇨량이나 요실금량이 많은 경우 요 손실의 가능성이 높아 정확한 방광용적 측정이 어려울 것이다.

셋째, 기존의 요류동태검사에 비해 시간이 많이 걸린다는 점이다. 기존의 검사에서는 대개 30 ml/min 에서 50 ml/min 의 속도로 식염수를 방광 내에 주입하므로 500 ml 의 용적을 가진 방광을 채우기 위해 필요한 시간은 10 분에서 16 분 정도이다. 자연충전 방광내압측정기를 이용하여 검사하는 경우, 생성된 소변에 의해 방광이 충전되는 시간이 필요하기 때문에 기존 검사에 비해 소요 시간이 길어지게 된다. 이러한 단점을 줄이기 위해 본 연구에서는 환자로 하여금 검사 시작과 함께 500 ml 의 물을 마시게 하여 소요 시간을 줄이고자 하였다. 만약 연하곤란이 있어 물을 마시기 어려운 경우나 신장 기능이 떨어진 환자라면 방광 충전에 걸리는 시간이 더욱 길어질 것이다. 그러나 자연충전 방광내압측정술에서 검사시간이 길다는 점은 단점이지만 보다 생리적인 상태를 판단한다는 점에서는 장점이며 시간이 길게 걸리기는 하지만 휴대용 컴퓨터에 압력이 기록되므로 검사자가 항상 환자 옆에 있을 필요가 없으며 오히려 환자가 침대 위에서 일상생활을 할 수 있고 배뇨도 평상시와 유사하게 할 수 있으므로 검사 동안에 발생하는 환자의 수치심을 줄일 수 있다(Yeung 등, 1995).

넷째, 상용화된 휴대용 요류동태검사기는 착용한 상태에서 일상생활을 하면서 여러 번의 반복적인 방광 충전과 배뇨를 해야 하기 때문에 저장장치를 어깨에 걸거나 허리에 차고 다닐 수 있을 정도로 휴대성이 좋고, 방광내압측정뿐 아니라 요도내압측정이 가능하고, 전자 기저귀를 이용한 배뇨 행위 기록 등이 가능하다는 장점이 있다(Heslington, 1997). 이에 비해 본 자연충전 방광내압측정기는 휴대성이 떨어지고 요도내압측정이 불가능하다. 또한 척수손상환자에서 흔하게 생길 수 있는 배뇨근괄약근협조장애(detrusor sphincter dyssynergia)를 진단할 수 없으므로 이에 대한 보완이 필요하다고 생각한다.

B. 척수손상 후 신경인성 방광에 대하여 자연충전 방광내압측정술과 기존의 역행충전 방광내압측정술의 비교

기존의 역행충전 요류동태검사는 요도도관을 통해 실온의 식염수를 빠른 속도로 주입하므로 비생리적인 방광 충전 속도와 온도로 인해 인위적인 반응이 만들어질 가능성이 높았다. 또한 환자의 배뇨증상을 유발하는 일상생활 중의 활동을 재현하지 못하므로 환자가 증상을 호소함에도 불구하고 검사에는 이상이 없는 경우가 많았다. 이러한 단점을 보완한다는 의미에서 자연충전법을 이용한 휴대용 요류동태검사는 확실한 장점이 있으며, 휴대용 요류동태검사를 시행 할 때 충전과 배뇨 시의 여러 변수들이 기존의 요류동태검사와는 상당한 차이를 보이는 것으로 알려져 있다(van Waalwijk van Doorn 등, 2000). 기존의 방법에 비해 휴대용 요류동태검사에서 배뇨압이 높았다고 한 연구(Webb 등, 1990; van Waalwijk van Doorn 등, 1992; Robertson 등, 1994; Yeung 등, 1995), 방광용적이 감소했다는 연구(Robertson 등, 1994; Heslington 과 Hilton, 1996; Vereecken 과 Van Nuland, 1998), 충전기 동안 배뇨근압의 증가가 낮았다는 연구(Webb 등, 1989; Webb 등, 1992), 유순도가 증가하고 배뇨근과활동성의 발견 빈도가 증가했다는 연구(van Waalwijk van Doorn 등, 1992; Webb 등, 1992; Robertson 등, 1994; Radley 등, 2001) 등이 있었다. 이러한 연구들은 대개 무증상의 지원자나 요실금 환자를 대상으로 시행한 것으로써 두 검사간에 차이가 발생하는 이유는, 기존의 요류동태검사의 빠른 방광 충전속도가 방광의 탈감작과 억제를 유도하여 배뇨근의 기능저하를 가져오기 때문에 배뇨근과활동성의 빈도가 낮아지고 방광의 용적이 커지게 된다고 하였다(Heslington 과 Hilton, 1996; Vereecken 과 Van Nuland, 1998).

본 연구에서는 척수손상 후 신경인성 방광을 대상으로 기존의 역행충전 방광내압측정법과 자연충전 방광내압측정법을 비교하였는데, 방광 충전 액체의 종류, 온도, 충전 속도가 기존의 방광내압측정술과 달랐으며 검사 중 수분 섭취를 하도록 하였고 환자가 평소 익숙한 환경에서 일상생활을 하도록 하였다(Table 3).

Table 3. Potential differences between the techniques of natural filling cystometry and conventional retrograde filling cystometry.

	Natural filling cystometry	Conventional retrograde filling cystometry
Fluid		
Composition	Urine	Saline
Temperature	Body temperature	Room temperature
Filling		
Rate	Physiological	50 ml/min
Route	Ureteric	Via urethra
Environment	Ward	RFC ^a laboratory
Position during filling	Unspecified	Supine

a. RFC: Conventional retrograde filling cystometry

배뇨근저활동성군을 대상으로 하였을 때는 두 검사간의 유의한 차이가 없었다. 그러나 배뇨근과활동성군을 대상으로 두 검사를 시행하였을 때, 자연충전

방광내압측정술에서 충전말압력은 낮았고 충전말의 유순도는 높았으며 배뇨근과활동성의 발견 빈도와 방광 용적은 증가하였다. 이전의 연구들에 비하여 방광 용적이 차이를 보이는 이유는, 정상인의 배뇨 반사가 주로 방광의 점진적인 팽창에 의하여 자극받은 유수 A delta 구심성신경을 통하여 활성화되며 척수상부신경핵의 조절을 받는 것에 비하여 척수손상 후 배뇨근과활동성을 가진 신경인성 방광에서는 평소 비활성화 상태였던 무수 C 구심성신경이 활성화되기 때문이다. 역행충전 방광내압측정술의 빠른 충전 속도는 급격한 팽창에 민감한 무수 C 구심성수용기를 자극하여 배뇨 반사의 향진을 일으켜 배뇨근과활동성과 조기 배뇨를 유발하기 때문에 방광 용적은 감소하게 된다. 또한 정상적으로 방광의 찬물 반사는 척수중추에 의해 억제되지만 이러한 상부신경운동원 병소를 가진 척수손상 환자에서는 억제되지 않으므로 차가운 충전용액의 빠른 주입은 무수 C 구심성신경에 의한 배뇨 반사를 자극할 수 있을 것이다(김준철, 2003; Linsenmeyer 등, 2005). 척수손상 후 배뇨근과활동성 방광을 대상으로 방광의 충전 속도를 다르게 하여 시행한 연구에서 충전 속도를 빠르게 하였을 때 유순도는 유의하게 감소하였고 충전말압력은 증가하였으나 저활동성 또는 무활동성 방광의 경우에는 차이가 없어 본 연구와 일치하는 결과를 보였다(고현운 등, 1999). 국제요실금학회(International Continence Society)에서는 20 ml/min 의 비교적 느린 충전 속도라도 방광 압력을 의미 있게 올릴 수 있고 유순도는 감소시킬 수 있으므로 역행충전 방광내압측정술을 이용하여 재현성 있는 결과를 얻기 위해서는 가급적 느린 속도로 충전시켜야 한다고 하였다(Abrams 등, 1988). 기존의 방광내압측정술에서 식염수의 빠른 충전 속도는 비자발적인 방광 수축을 일으키거나 정상적인 배뇨근을 낮은 유순도를 가진 것으로 보이게 할 수도 있을

것이며 특히 방광의 과활동성을 가진 신경인성 방광을 가진 환자에서는 이러한 오류가 발생할 가능성이 크므로 천천히 주입하는 것이 필요하다고 하였다(Webster 와 Gutalnick, 2002). 그러나 식염수의 주입 속도와 온도를 변화시켰을 때 방광내압측정 결과가 유의한 차이를 보이지 않는다는 보고도 있다(Susset, 1991).

배뇨근과활동성군을 대상으로 시행한 두 검사방법 중 자연충전 방광내압측정술에서 배뇨근과활동성의 발견 빈도가 높았다. 휴대용 요류동태검사는 증상이 있는 환자나 없는 환자 모두에서 배뇨근과활동성을 찾아내는 데에 기존의 요류동태검사에 비하여 상당한 민감도를 보인다고 하였고, 기존의 방광내압측정술에서 이상이 발견되지 않는 환자에서도 배뇨근과활동성을 찾아내는 장점을 가진다고 하였다(van Waalwijk van Doorn 등, 1992; Robertson 등, 1994; Heslington 과 Hilton, 1996). Webb 등(1989; 1992)은 기존의 요류동태검사서 낮은 유순도의 신경인성 방광으로 진단된 환자들을 대상으로 휴대용 요류동태검사를 시행하였을 때, 기존의 검사에 보이던 높은 충전말압력은 확인되지 않은 반면에 상부 요로계의 손상과 관련이 깊은 주기적 배뇨근 활동성(phasic detrusor activity)이 보인다고 하였다. 따라서 기존의 검사에서 관찰되는 높은 충전말압력(낮은 유순도)은 비생리적인 충전속도에 의한 오류이며, 휴대용 요류동태검사서 발견되는 주기적 배뇨근 활동성이 상부 요로계의 변화와 관련이 깊다고 하였다(Neal, 1994). 반면 배뇨근과활동성이 증상이 없는 환자들에서도 많이 발견되기 때문에 증상이 있는 환자들에서 발견되는 것이 인위적인 오류일 가능성이 있다는 주장도 제기되고 있다. van Waalwijk van Doorn 등(1992)은 증상이 없는 여자 환자에서 휴대용 요류동태검사를 사용하여 검사한 결과 69%에서 배뇨근과활동성이 발견되었으나 기존의 요류동태검사에서는 18%만 발견되었다고 하였다. 증상이 없는 남자와

여자 모두에서 두 검사를 시행한 결과, 휴대용 요류동태검사에서는 38%, 기존의 요류동태검사에서는 17%의 배뇨근과활동성이 발견되었다고 하였다(Robertson 등, 1994). 그러므로 주기적 배뇨근과활동성은 생리적 현상일 가능성도 있다. 자연충전 방광내압측정술에서 배뇨근과활동성이 많이 발견되는 다른 가능성으로는, 기존의 요류동태검사가 유체충전형 도관을 사용하는데 비해 휴대용 요류동태검사에서는 침단미세변환장치 도관을 쓴다는 점이다. 이러한 도관은 직경이 상대적으로 가늘고 재질이 단단하므로 검사 중 배뇨근을 자극하기 쉬워 방광 수축을 유발하여 배뇨근압이 상승한다고 하였다. 그러므로 휴대용 요류동태검사에서 배뇨근과활동성이 많이 발견되는 이유도 이러한 단단한 재질의 도관에 의한 자극 때문일 것이라고 하였다(Heslington 과 Hilton, 1996). 본 연구에서는 두 검사에서 같은 종류의 유체충전형 도관을 사용하였으므로 도관의 재질에 따른 차이는 없을 것이다. 그러나 같은 종류의 도관을 사용하였다 하더라도 기존의 방광내압측정술에서는 환자로 하여금 움직이지 말도록 지시한 것에 비하여 자연충전 방광내압측정술에서는 비록 침대 위로 제한하긴 했지만 자유롭게 일상생활을 하도록 한 것이 차이를 유발할 수 있을 것이다. 즉 환자가 움직일 때마다 잘 고정되지 않는 도뇨관이 배뇨근을 자극하여 배뇨근과활동성이 유발되었을 가능성도 있으며(Heslington 과 Hilton, 1996), 휴대용 요류동태검사 동안 자세를 바꾸거나 걸을 때 생기는 충격이 배뇨근을 자극하여 요의를 유발시켰을 수도 있다(Verecken 과 Van Nuland, 1998). 그 외, 휴대용 요류동태검사 시 수분 섭취가 소변의 형성을 촉진하고 소변이 요관방광이음부(vesicourethral junction)를 자극하여 방광수축을 유발시킨다고 하였다(Verecken 과 Van Nuland, 1998). 또한 기존의 요류동태검사는 낮선 장소에서 시행되므로 환자가 수치감을 느끼게 되어 배뇨근에 영향을 줄 수 있으며 배뇨근 불안정을

가진 환자라도 방광내압측정 시 매우 긴장하여 불수의적 배뇨근 수축이 억제될 수 있다는 보고도 있다(김하영, 1991).

배뇨근과활동성근 환자 28 명 중 두 검사에서 방광 용적이 2 배 이상 차이를 보이는 환자는 8 명이였다. 7 명은 자연충전 방광내압측정술에서 큰 방광용적을 보였으나 1 명은 역행충전 방광내압측정술에서 방광용적이 컸다. 자연충전 방광내압측정술에서 방광용적이 컸던 7 명을 대상으로 두 검사간의 차이를 비교하였을 때, 충전기 동안 발생하는 배뇨근과활동성의 빈도에서 두드러진 차이를 보였다(Table 4.). 배뇨근과활동성근 환자 전체를 대상으로 검사를 시행하였을 때, 자연충전 방광내압측정술에서는 배뇨근과활동성의 평균 빈도는 1.5 회, 기존의 방광내압측정술에서는 평균 0.2 회였으나(Table 2.), 자연충전 방광내압측정술에서 방광용적이 컸던 7 명을 대상으로 하였을 때는 각각 평균 2.3 회, 0.0 회로 차이가 커졌다. 즉 자연충전 방광내압측정술에서는 충전기 동안 배뇨근압의 상승으로 배뇨근과활동성의 발생 빈도가 증가하지만 실제 배뇨로 연결될 만큼 압력상승이 크지 않았으며 대신 방광을 충전시킬 시간이 길어지면서 방광용적은 증가하게 되는 것으로 생각한다.

Table 4. Seven patients in the detrusor overactivity group who showed significant bladder volume differences.

Sex / age (y.o.)	Level of injury / ASIA ^a	Natural filling cystometry					Conventional retrograde filling cystometry				
		MDPV ^b (cmH ₂ O)	MDPF ^c (cmH ₂ O)	EFP ^d (cmH ₂ O)	BV ^e (ml)	DO ^f (no.)	MDPV (cmH ₂ O)	MDPF (cmH ₂ O)	EFP (cmH ₂ O)	BV (ml)	DO (no.)
M/51	Cervical/A	51	41	9	435	5	70	60	50	180	0
M/31	Cervical/A	46	30	34	510	1	55	50	55	132	0
F/28	Cervical/A	40	12	8	190	2	61	28	28	70	0
F/46	Thoracic/B	57	17	11	320	0	55	6	5	50	0
M/50	Cervical/A	51	41	9	415	3	70	60	50	205	0
M/33	Thoracic/A	46	30	34	382	1	55	50	55	188	0
F/48	Cervical/A	61	12	11	155	4	66	14	14	75	0
Average		50.3	26.1	16.6	343.9	2.3	61.7	38.3	36.7	128.6	0.0

a. ASIA: American Spinal Injury Association, b. MDPV: Maximal detrusor pressure during voiding,

c. MDPF: Maximal detrusor pressure during filling, d. EFP: End filling pressure, e. BV: Bladder volume,

f. DO: Frequency of detrusor overactivity during filling

같은 환자를 대상으로 시행한 방광내압측정이라도 시간에 따라 결과가 달라질 수 있으며, 검사의 반복에 의하여 방광이 영향을 받고 결과가 달라질 수 있어, 결과에 영향을 줄 수 있는 요인이 다양하다는 점을 고려할 때(Webster 와 Gutalnick, 2002), 본 연구에서 두 검사의 시행 순서를 무작위로 하지 않고 항상 자연충전 방광내압측정술을 먼저 시행한 후 역행충전 방광내압측정술을 시행

한 점은 객관적인 결과에 영향을 줄 수도 있을 것이다. 또한 방광내압측정술 시행 전에 잔뇨량을 측정하지 않아 검사 전 잔뇨량을 파악이 안된 점, 두 검사 전 잔뇨량이 같지 못했던 점도 검사 결과에 영향을 줄 수 있을 것이다. 검사 전에 방광에 영향을 주는 약제를 중단하지 못하여 약에 의해 방광이 영향을 받을 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 기존의 방광내압측정술을 시행하면서 50ml/min 의 속도로 방광을 충전시켰다. 그러나 이러한 빠른 충전 속도에 의하여 두 검사 결과의 차이가 과장되었을 가능성이 있으며 최근의 역행충전 방광내압측정술은 가능한 생리적인 속도에 가깝도록 10~30ml/min 의 느린 속도로 충전시키는 경향이 있음을 고려하면 역행충전 방광내압측정술의 충전속도를 느리게 하여 두 검사를 비교하는 연구가 필요하리라 생각한다.

저자는 환자들의 평소 방광용적을 기록하였고 이를 두 가지 방광내압측정술에서의 방광용적과 비교하여 어느 검사가 ‘평소 방광용적’에 가까운 생리적인 방법인지를 알고자 하였다. 그러나 대부분의 환자들이 입원 중이어서 재활치료를 가기 전에 미리 방광을 비우는 경향이 있었고, 이동 또는 치료 중에 배뇨근 자극과 복압 상승에 의한 요실금이 있었다. 따라서 침대 위 혹은 검사실에서 움직임이 적은 상태에서 시행한 방광내압측정술의 방광용적과 ‘평소 방광용적’과 비교를 하지 못하였다. 앞으로 이러한 점을 고려하여 두 검사 중 어느 것이 생리적인 것에 가까운 것인지를 파악하고자 하는 시도가 필요하다.

V. 결 론

새로 개발된 자연충전 방광내압측정기는 기존의 방광내압측정기와는 달리 환자의 소변으로 배뇨근압 측정이 가능하여 생리적이었고, 구조가 단순하여 적은 비용으로 제작 할 수 있었으며, 부피가 작아 환자의 침대 옆에서 이용 할 수 있었다. 향후 디지털기기의 근거리 접속이 가능한 블루투스 기술을 이용하여 도관과 디지털압력계를 무선 연결하고, 휴대용 컴퓨터 없이 자료를 직접 압력계에 저장시킬 수 있게 된다면 부피가 작아져 이동성은 좋아지면서도 사용은 더욱 간편해질 것으로 기대한다.

자연충전 방광내압측정기를 이용하여 척수손상 후의 신경인성 방광을 가진 환자를 대상으로 기존의 역행충전 방광내압측정술과의 차이점을 비교하였다. 배뇨근저활동성군을 대상으로 하여 두 검사를 시행하였을 때는 두 검사간의 유의한 차이가 없었다. 그러나 배뇨근과활동성군을 대상으로 하여 시행했을 때 충전말압력, 충전말의 유순도, 방광용적이 두 검사간에 유의한 차이를 보였다. 특히 기존의 방광내압측정술에 비하여 자연충전 방광내압측정술에서 배뇨근과활동성의 발견 빈도가 높아 기존의 방광내압측정술에서는 발견하기 어려웠던 배뇨근과활동성을 찾는 데 유리하였다. 자연충전 방광내압측정술은 환자에게 쉽게 적용이 가능하고, 자주 검사를 하더라도 큰 비용이 들지 않아 경제적이므로 척수손상 후 신경인성 방광의 추적 검사에 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. 고현윤, 박호준, 김훈, 신용범, 이종언: 외부 주입과 이뇨제를 사용한 소변 형성에 의한 방광 내압 측정법의 비교. *대한재활의학회지* 23: 948-953, 1999
2. 김준철: 배뇨의 신경생리. In 배뇨장애와 요실금 (ed. 이정구) 1 판, 서울, 일조각, pp.31-47, 2003
3. 김하영: 신경인성 배뇨이상의 임상적 진단 및 치료. 1 판, 서울, 효문사, pp.55-57, 1991
4. 박관진, 박은찬, 임대정, 강정윤, 백민기, 김광명, 최황: 소아환자에서의 이동성 요역학검사(ambulatory urodynamic study)의 초기경험. *대한배뇨장애 및 요실금학회지* 3: 133-134, 1999
5. 윤승현, 오형석, 이일영, 나은우, 문혜원, 정도영: 휴대용 방광 내압 측정기의 유용성. *대한재활의학회지* 24: 463-468, 2000
6. Abrams P, Blaivas JG, Stanton SL, Andersen JT: The standardisation of terminology of lower urinary tract function. The International Continence Society Committee on Standardisation of Terminology. *Scand J Urol Nephrol* 114 (suppl): 5-19, 1988

7. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, van Kerrebroeck P, Victor A, Wein A: The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the Standardisation Sub-committee of the International Continence Society. *Neurourol Urodyn* 21: 167-178, 2002
8. Bhatia NN, Bradley WE, Haldeman S, Johnson BK: Continuous monitoring of bladder and urethral pressures: new technique. *Urology* 18: 207-210, 1981
9. Heslington K, Hilton P: Ambulatory urodynamic monitoring. *Br J Obstet Gynaecol* 103: 393-399, 1996
10. Heslington K, Hilton P: Ambulatory monitoring and conventional cystometry in asymptomatic female volunteers. *Br J Obstet Gynaecol* 103: 434-441, 1996
11. Heslington K: Ambulatory bladder monitoring: is it an advance? *Br J Urol* 80 (suppl): 49-53, 1997
12. Jame ED: The behaviour of the bladder during physical activity. *J Urol* 50: 387-394, 1978

13. Linsenmeyer TA, Stone JM, Steins SA: Neurogenic bladder and bowel dysfunction. In Rehabilitation medicine: principles and practice (ed. DeLisa JA and Gans BM) 4th ed, Philadelphia, Lippincott-Raven Publishers, pp.1619-1653, 2005
14. Neal DE: Ambulatory urodynamics. In Urodynamics: Principles, practice and application (ed. Mundy AR, Stephenson TP, Wein AJ) 2nd ed, New York, Churchill Livingstone, pp.133-144, 1994
15. Neveus T, von Gontard A, Hoebeke P, Hjalmas K, Bauer S, Bower W, Jorgensen TM, Rittig S, Walle JV, Yeung CK, Djurhuus JC: The standardization of terminology of lower urinary tract function in children and adolescents: report from the Standardisation Committee of the International Children's Continence Society. *J Urol* 176: 314-324, 2006
16. Radley SC, Rosario DJ, Chapple CR, Farkas AG: Conventional and ambulatory urodynamic findings in women with symptoms suggestive of bladder overactivity. *J Urol* 166: 2253-2258, 2001
17. Robertson AS, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE: Bladder function in healthy volunteers: ambulatory monitoring and conventional urodynamic studies. *Br J Urol* 73: 242-249, 1994

18. Susset JG: Cystometry. In Clinical neurourology (ed. Krane RJ and Siroky MD) 2nd ed, Boston, Little Brown & Co, pp.163-184, 1991
19. Thuroff JW, Jonas U, Frohneberg D, Hohenfellner R: Telemetric urodynamic investigations in normal males. *Urol Int* 35: 427-434, 1980
20. van Waalwijk van Doorn E, Bouwmeister PPM, van Oostendorp ME, Debruyne FMJ: A retrospective study of the clinical value of telemetric urodynamics compared with standard urodynamics in patients with urinary incontinence. In Proceedings of the Sixteenth Annual Meeting of the International Continence Society pp.600-602, 1986
21. van Waalwijk van Doorn E, Remmers A, Janknegt RA: Conventional and extramural ambulatory urodynamic testing of the lower urinary tract in female volunteers. *J Urol* 147: 1319-1325, 1992
22. van Waalwijk van Doorn E, Anders K, Khullar V, Kulseng-Hanssen S, Pesce F, Robertson A, Rosario D, Schafer W: Standardisation of ambulatory urodynamic monitoring: Report of the Standardisation Sub-Committee of the International Continence Society for Ambulatory Urodynamic Studies. *Neurourol Urodyn* 19: 113-125, 2000

23. Vereecken RL, Van Nuland T: Detrusor pressure in ambulatory versus standard urodynamics. *Neurourol Urodyn* 17: 129-133, 1998
24. Warrell DW, Watson BW, Shelley T: Intravesical pressure measurement in women during movement using a radiopill and an air-probe. *J Obstet Gynaecol Br Communication* 70: 959, 1963
25. Webb RJ, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE: Measurement of voiding pressures on ambulatory monitoring: comparison with conventional cystometry. *Br J Urol* 65: 152-154, 1990
26. Webb RJ, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE: Ambulatory monitoring of bladder pressure in patients in low compliance neurogenic bladder dysfunction. *J Urol* 148: 1477-1481, 1992
27. Webb RJ, Styles RA, Griffiths CJ, Ramsden PD, Neal DE: Ambulatory monitoring of bladder pressures in patients with low compliance as a result of neurogenic bladder dysfunction. *Br J Urol* 64: 150-154, 1989
28. Webster GD, Gutalnick ML: The neurourologic evaluation. In Campbell's urology (ed. Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED, Wein AJ) 8th ed, Philadelphia, Saunders, pp.900-930, 2002

29. Yeung CK, Godley ML, Duffy PG, Ransley PG: Natural filling cystometry in infants and children. *Br J Urol* 75: 531-537, 1995

- ABSTRACT -

Development of Natural Filling Cystometer and Comparison with Conventional Cystometry

Seung-hyun Yoon

Department of Medical Sciences
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Professor Il Yung Lee)

The purpose of this study is to introduce a newly developed natural filling cystometry (NFC) and compare its difference with the conventional retrograde filling cystometry (RFC) on spinal cord injured patients with neurogenic bladder.

Three persons (two spinal cord injuries and one stroke) with voiding symptoms were recruited for testing the NFC. As urine filled inside the bladder, the transurethral and rectal catheters transmitted respectively the intravesical and abdominal pressures to the digital manometers. The pressures were stored within the portable computer and turned into graphs indicating pressure changes. The NFC is thought to be a physiological test that is affordable and convenient because of its simple structure and small size.

The NFC and the RFC were then performed on spinal cord injured patients with neurogenic bladder to see if there were any comparable differences. In the detrusor underactivity group, there was no significant difference between the NFC and RFC. In the

detrusor overactivity group, the end filling pressure was lower, compliance at end filling pressure higher, and bladder volume larger in the case of NFC than RFC. Also, detrusor overactivity detection rate was notably higher in the case of NFC. Therefore, NFC is thought to be a useful tool in evaluating the neurogenic bladder of spinal cord injured patients particularly because it can detect detrusor overactivity which was less detectable in RFC.

Key words: Natural filling cystometry, Urodynamics, Spinal cord injury, Neurogenic bladder, Detrusor overactivity