

# 이분척추 환아에서 방광 내 전기자극치료

## Intravesical Electrical Stimulation in Spina Bifida

Seung Ruyul Lee, Jun Hwan Kim, Sang Won Han

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

**Purpose:** Intravesical electrical stimulation (IVES) has been performed for various purposes in children with voiding difficulty due to neurogenic or non-neurogenic causes. The effect of IVES in children with spina bifida, however, remains controversial. The aim of this study is to investigate the effect of IVES according to the type of neurogenic bladder in children with spina bifida.

**Materials and Methods:** Among the 74 patients who received IVES at Severance Hospital between May, 1999 and October, 2001, 40 children with available comparative urodynamic data before and after treatment were retrospectively analyzed. According to pre-IVES urodynamic study, children were divided into 4 groups: areflexic-compliant (Group I), areflexic-poorly compliant (Group II), hyperreflexic-compliant (Group III) and hyperreflexic-poorly compliant (Group IV). We investigated the changes in uninhibited bladder contraction, bladder filling sense, defecation sense, urinary incontinence and fecal incontinence. In the 33 children under the age of 9 years, changes of age-adjusted bladder capacity were compared by the formula of Palmer *et al.*

**Results:** The age-adjusted bladder capacity was significantly increased from  $1.0016 \pm 0.3811$  to  $1.1982 \pm 0.3945$  ( $p=0.0002$ ),  $1.0107 \pm 0.4484$  to  $1.0522 \pm 0.4479$  ( $p=0.1595$ ),  $1.0371 \pm 0.2979$  to  $1.2410 \pm 0.4490$  ( $p=0.1669$ ), and  $0.8366 \pm 0.1401$  to  $0.9449 \pm 0.1129$  ( $p=0.0162$ ) in groups I to IV, respectively. Self-voiding was increased from 18.8% to 50.0% only in Group I. Uninhibited bladder contraction was decreased from 100% to 40.0%, and from 100% to 25.0% in Groups III and IV, respectively. There were improvements in bladder filling sense, defecation sense, urinary incontinence and fecal incontinence in all groups.

**Conclusions:** Age-adjusted bladder capacity was significantly increased after IVES in children with spina bifida. There was a significant increase in self-voiding ability only in the areflexic-compliant group, suggesting that IVES can be particularly more effective in this specific group of spina bifida children. (Korean J Urol 2003;44:1208-1213)

**Key Words:** Neurogenic bladder, Spina bifida, Electrical stimulation

대한비뇨기과학회지  
제 44 권 제 12 호 2003

연세대학교 의과대학 비뇨기과학교실,  
비뇨의과학연구소

이승렬 · 김준환 · 한상원

접수일자 : 2003년 6월 23일  
채택일자 : 2003년 9월 22일

교신저자: 한상원  
세브란스병원 비뇨기과  
서울시 서대문구 신촌동 134  
☎ 120-752  
TEL: 02-361-5801  
FAX: 02-312-2538  
E-mail: swhan@yumc.  
yonsei.ac.kr

## 서 론

소아 신경인성 방광의 가장 흔한 원인 질환은 척수수막류(meningocele; MMC)와 지방척수수막류(lipomenocele; LMMC) 등의 이분척추증이다.<sup>1</sup> 이분척추증은 선천성 척수신경 발생의 이상 및 수술로 인한 신경 손상 등으로 방광이 낮은 압력을 유지하면서 적절한 요 자체를 하는 데 문제를 초래하여, 요실금 또는 변실금을 일으켜 사회적응에 장애를 유발할 수 있다.

배뇨 능력에 결함이 있는 환자를 치료하기 위해 방광 내 전기자극치료(intravesical electrical stimulation; IVES)를 1959년 Katona<sup>2</sup>가 처음 시작하였다. 치료에 대한 결과는 상당히 고무적이어서 1975년 그는 420명의 신경인성 방광 환자를 대상으로 약 71%의 환자가 요 자체 능력을 갖추고 스스로 배뇨를 할 수 있다고 발표한 바 있다.<sup>3</sup> 이러한 전기자극치료는 1982년과 1990년 Madersbacher 등<sup>4,5</sup>과 1988년 Kaplan 등<sup>6</sup>에 있어서도 역시 보고되었다. 이러한 결과는 신경인성 방광 환자에게 있어 매우 획기적인 치료 방법으로 인식되기도 하였다.

그러나 이후 여러 연구자들에 의하여 신경인성 방광 환아에서 방광 내 전기자극의 효과를 재현하고자 하였으나 실패하거나 만족스러운 결과를 얻지는 못한 바 있다.<sup>7,9</sup> 이에 대하여 1996년 Cheng 등<sup>10</sup>이 10개 병원의 다기관 선행적 연구를 통하여 신경인성 방광 환자 335명에 대하여 방광 내 전기자극을 시행한 결과 약 53%의 환자에 있어서 치료 후에 방광용적이 20% 이상 증가하였으며 90%의 환자에 있어 방광 내압이 감소하거나 40cmH<sub>2</sub>O 이하의 안전한 범위에서 요 저장할 수 있다고 보고하였고, 1996년 Primus 등<sup>11</sup>도 48명의 배뇨근수축이 없거나 약화된 신경인성 방광 환아에 대하여 방광 내 전기자극을 시행한 결과 39%의 환아에서 배뇨근 수축이 가능하게 되었으며 75%에 있어서 방광충만 감각을 느낄 수 있다고 보고하였다. 그러나 그 이후에도 방광 내 전기자극의 치료 효과에 대해서는 논란<sup>12</sup>이 있어왔으며 전기자극치료의 가장 큰 문제는 비록 효과가 있다고 하더라도 시간과 노력이 지나치게 많이 든다는 점이 중요 지적 사항이었다.

치료 효과에 대한 많은 상반된 결과는 논란이 되어 결국 방광 내 전기자극치료가 널리 적용되는 데 있어 제한이 되었으며, 이는 아직까지 치료의 기전이 명확히 밝혀지지 않은 것과 치료 방법과 환자의 선택에 있어 치료자마다 차이가 있고 치료의 목표가 무엇인가에 따라 다르기 때문이다. 저자들은 Kaplan의 방법<sup>6</sup>을 변형하고 Madersbach와 Katona의 개인적 교류를 통한 조언을 첨가하여 이분척추증 환아에서 방광 내 전기자극치료를 시행하고 그 효과를 평가하고자 하였다.

## 대상 및 방법

대상 환아는 척수이형성증으로 진단 받고 본원 아동전문 진료센터 척수기형관리팀에서 1999년 5월부터 2001년 10월까지 방광 내 전기자극치료를 받은 총 74명 중 요역동학검사로 치료 전, 후의 비교가 가능한 40명의 환아들에 대한 후향적인 조사를 시행하였다. 환아들의 평균 연령은 8.4세(3-18)이었고, 치료 후 추적관찰 기간은 평균 1.88년(1-4)이며 방광 내 전기자극치료는 평균 21회이었다.

이분척추증 환아들에 대한 자세한 문진, 신체검사, 요검사, 요배양검사 및 요역동학검사를 시행하였다. 만약 방광 수축억제제를 투여하고 있다면 요역동학검사 최소 2일 전에 방광 수축억제제의 투여를 중단하였다. 치료 전에 시행한 요역동학 검사에서 방광의 비역제성 수축이 있는 경우를 과반사, 없는 경우를 무반사로 정의하였고, 방광의 유순도는 Hackler 등<sup>13</sup>이 제안한 것과 같이 방광 용적이 100ml 일 때 방광압이 5cmH<sub>2</sub>O 이상인 경우를 저순응(방광의 유

순도가 20ml/cmH<sub>2</sub>O보다 작은 경우), 5cmH<sub>2</sub>O보다 작은 경우(방광의 유순도가 20ml/cmH<sub>2</sub>O보다 큰 경우)를 순응으로 정의하였다. 검사 결과에 따라서 40명의 환아들을 무반사순응(I군), 무반사저순응(II군), 과반사순응(III군), 과반사저순응(IV군)의 4군으로 분류하였다. 요역동학 검사에서 배뇨근의 압력이 조금이라도 증가하는 경우를 방광 수축으로 정의하였으며, 이러한 방광의 수축을 감지하여 조절하고 배뇨 후에 잔뇨가 50ml 미만으로 남는 경우를 자가배뇨로 정의하였다. 치료 후에 자가배뇨 여부, 방광충만감각의 여부, 변의를 느끼는지 여부, 요실금과 변실금이 소실되었는지 여부를 비교하였다. 또한 요역동학 검사에서 방광의 비역제성 수축의 변화 역시 비교하였다. 치료 후에 방광용적이 증가하였는지를 알아보기 위하여 Palmer 등<sup>14</sup>이 제안한 이분척추 환아의 평균 방광용적을 구하는 공식(방광용적(ml)=나이(years)x24.5+62)을 이용하여 비교하였다. 방광용적의 증가가 치료에 의한 것인지, 혹은 환아들의 성장에 의한 것인지를 구별하기 위하여 방광용적을 연령 보정하여 비교하였다. 연령 보정은 치료 전, 후의 요역동학 검사에서 최대 방광용적을 얻은 후, 이를 Palmer 등<sup>14</sup>이 제안한 이분척추 환아의 평균 방광용적을 구하는 공식으로 각각 나누어 시행하였다. 이 공식은 9세 이하의 나이에서 유의하기 때문에 40명의 환아 중에서 9세 이하의 33명에 대하여 방광용적의 변화를 비교하였다.

방광 내 전기자극은 환아의 방광 내에 electrocatheter(cathode)를 삽입하여 방광을 완전히 비우고 하복부 피부에는 또 다른 electroplate(anode)를 부착하였다. 그 후, 기능적 방광용적의 1/2 정도의 상온의 멸균식염수를 채우고 MS 310 Electrostimulator(Vitacon, Tondheim, Norway)를 이용하여 22Hz의 frequency, 0.2msec square pulse 및 환아가 동통을 느끼기 직전까지의 단극전류 intensity(40mA 이하)에 의한 방광 내 전기자극을 1시간 동안 시행하였다. 방광 수축억제제 등 방광과 요도 기능에 영향을 미치는 약제는 요역동학 검사 시행 전과 방광 내 전기자극치료 도중 중단하였고 요로감염의 예방 혹은 치료를 위한 항생제는 필요에 따라 투여하였다.

결과의 통계적 처리는 Cochran-Mantel-Haenszel Statistics와 Student's t-test(2-sample paired)를 이용하였고 p-value < 0.05를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

## 결 과

요역동학검사를 시행한 결과 40명의 환아들 중에서 무반사순응군이 16명(40.0%), 무반사저순응군이 11명(27.5%), 과반사순응군이 5명(12.5%), 과반사저순응군이 8명(20.0%) 이

었다 (Table 1). 치료 후에 자가배뇨의 경우에 있어서는 무반사순응군에 있어서 18.8%에서 50.0%로 그 빈도가 증가하였으나 다른 군에서는 차이를 나타내지 않았다 (Table 2). 방광의 비역제성 수축은 무반사순응군과 무반사저순응군에서는 각각 18.8%와 9.0%로 증가하게 되었고 과반사순응군과 과반사저순응군에서는 60.0%와 75.0%의 감소가 관찰되며 이는 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다 ( $p=0.0029$ ) (Table 2). 방광 내압이 30cmH<sub>2</sub>O 이상으로 높은 경우는 무반사저순응군과 과반사저순응군에서 치료 후에 각각 18.2%와 12.5%의 감소가 관찰되었고 이는 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다 ( $p < 0.0001$ ) (Table 2). 방광충만감각을 인지할 수 있는 경우는 무반사순응군에서는 68.8%에서 87.5%로 증가되어 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈고 ( $p=0.0299$ ), 무반사저순응군에서는 45.5%에서 90.9%로, 과반사순응군에서는 60.0%에서 80.0%, 과반사저순응군에서는 75.0%에서 100%로 증가하는 것이 관찰되었다 (Table 2). 변의를 느낄 수 있는 경우에 있어서도 무반사저순응군에서는 81.8%에서 90.9%로 증가되어 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈고 ( $p=0.0339$ ), 무반사순응군에서는 75.0%에서 93.8%로,

과반사순응군에서는 60.0%에서 80.0%로, 과반사저순응군에서는 75.0%에서 87.5%로 모두 증가하는 것이 관찰되었다 (Table 2). 요실금의 경우에 있어서는 과반사순응군에서는 차이를 보이지 않았으나 무반사순응군에서는 75.0%에서 50.0%로, 무반사저순응군에서는 63.6%에서 45.5%로 감소하였으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었고 ( $p=0.0253$ ,  $p=0.0291$ ), 과반사저순응군에서는 87.5%에서 50.0%로 그 빈도가 감소하는 것이 관찰되었다 (Table 2). 변실금의 경우에서도 무반사순응군에서는 75.0%에서 43.8%로 감소되어 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며 ( $p=0.0486$ ), 무반사저순응군에서는 45.5%에서 13.1%로, 과반사순응군에서는 100%에서 60.0%로, 과반사저순응군에서는 63.5%에서 37.5%로 감소하는 것이 관찰되었다 (Table 2).

방광용적의 변화는 9세 이하의 환아들에서 비교하였으며, 이들은 40명의 환아들 중에서 모두 33명이었고, 그중에서 무반사순응군이 14명 (37.5%), 무반사저순응군이 9명 (22.5%), 과반사순응군이 3명 (7.5%), 과반사저순응군이 7명 (17.5%)이었다. 치료 전, 후에 있어서 연령 보정한 방광의 평균 용적은 무반사순응군에서 1.0016±0.3811에서 1.1982

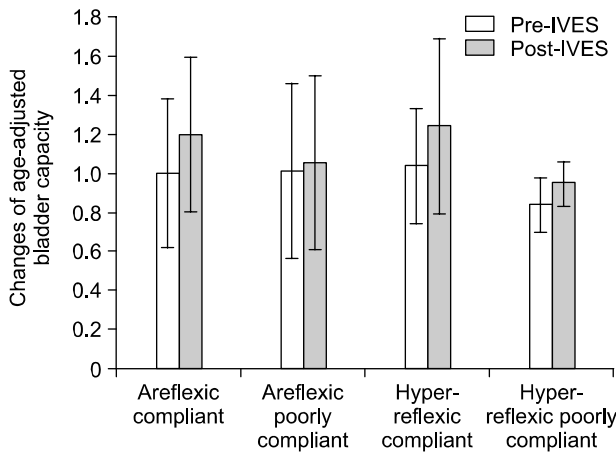
Table 1. Characteristics of 40 spina bifida children

Bladder type	No. of children (%)	Age (years)	Sex (M:F)	No. of treatment
Areflexic-compliant	16 (40.0)	4.7±3.0	5:11	22.8±13.7
Areflexic-poorly compliant	11 (27.5)	6.2±4.1	4:7	20.9±10.0
Hyperreflexic-compliant	5 (12.5)	7.6±6.8	3:2	15.0±5.0
Hyperreflexic-poorly compliant	8 (20.0)	5.9±2.5	4:4	20.0±10.9
Total	40	8.4±4.0	16:24	20.7±11.3

Table 2. Changes of 40 spina bifida children after IVES

Changes in frequency (%)	Areflexic compliant		Areflexic poorly compliant		Hyperreflexic compliant		Hyperreflexic poorly compliant	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Self-voiding	18.8	50.0*	18.2	18.2	40.0	40.0	25.0	25.0
Detrusor-activity	0	18.8*	0	9.0*	100	40.0*	100	25.0*
Bladder pressure > 30cmH <sub>2</sub> O	0	18.8*	100	81.8*	0	20.0*	100	87.5*
Bladder filling sense	68.8	87.5*	45.5	90.9	60.0	80.0	75.0	100
Defecation sense	75.0	93.8	81.8	90.9*	60.0	80.0	75.0	87.5
Urinary incontinence	95.0	50.0*	63.6	45.5*	100	100	87.5	50.0
Fecal incontinence	75.0	43.8*	45.4	18.2	100	60.0	63.5	37.5

Cochran-Mantel-Haenszel Statistics, \*:  $p < 0.05$



**Fig. 1.** Changes of 33 spina bifida children in age-adjusted bladder capacity. The age-adjusted bladder capacity is significantly increased from 1.0016±0.3811 to 1.1982±0.3945 (p=0.0002), 1.0107±0.4484 to 1.0522±0.4479 (p=0.1595), 1.0371±0.2979 to 1.2410±0.4490 (p=0.1669), 0.8366±0.1401 to 0.9449±0.1129 (p=0.0162) in group I to IV respectively.

±0.3945 (p=0.0002), 무반사저순응군에서 1.0107±0.4484에서 1.0522±0.4479 (p=0.1595), 과반사순응군에서 1.0371±0.2979에서 1.2410±0.4490 (p=0.1669), 과반사저순응군에서 0.8366±0.1401에서 0.9449±0.1129 (p=0.0162)로 증가하는 경향을 나타냈으며 통계학적으로 유의한 결과를 얻었다 (p=0.000002) (Fig. 1). 특히 무반사순응군과 과반사저순응군에서 방광의 용적 증가가 치료 후에 의미있게 증가한 것으로 나타났다.

고 찰

저자들은 이분척추 환아에서 방광 내 전기자극의 효과를 평가하고자 본 연구를 수행하였다. 최대한 객관적인 자료를 확보하기 위하여 결과의 수집 및 분석과정에는 치료 의사 혹은 간호사가 관여하지 않았으나 선행적 대조군 확보 연구는 아니었다. 더불어 분석에 어려웠던 것은 이분척추의 질병 특성상 전기자극치료의 효과가 아니더라도 시기에 따라 방광-요도의 행태가 변할 수 있고 방광 수축억제제의 치료 효과를 배제할 수 없다는 것이었다. 이를 위하여 척수 견인증 (tethered cord syndrome)의 발생을 점검하고 요역동학검사 전에 방광 수축억제제의 투여를 중단하였으나 완전히 영향을 배제할 수 있었다고 하기는 어렵다.

또 다른 어려운 점은 나이에 따른 자연 방광용적 증가를 어떻게 처리해야 하는 것이었다. 저자들의 연구에서는 방광용적의 변화를 자세히 알아보기 위해 신경학적으로 정상인 경우에 연령에 따른 방광용적을 구하는 공식 (방광용적

(ml)=[나이 (years) +2] x30)<sup>15,16</sup> 혹은 (방광용적 (ml)=[나이 (years) +1]x30)<sup>17</sup>은 신경인성 방광 환아의 방광용적을 약 25% 과대평가하기 때문에 Palmer 등<sup>14</sup>이 제안한 공식에 의하여 연령에 따른 방광용적을 계산하였다. 방광 내 전기자극치료의 효과는 비교적 만족할 만한 것이었다. 방광의 용적은 1996년에 Cheng 등<sup>7</sup>이 발표한 것과 같이 치료 후에 의미있게 증가하였으며 저자들의 연구에서는 무반사순응군과 과반사저순응군에서 이러한 결과가 의미있게 관찰되었다. 중요한 것은 이러한 방광용적의 증가가 방광 내압의 증가를 동반하지 않았다는 것이다. 저자들의 연구에서는 요역동학검사에서 방광 내압이 30cmH<sub>2</sub>O 미만인 경우를 안전하게 요 저장을 할 수 있는 압력으로 정의하였다. 이전의 방광 내 전기자극치료에 대한 연구에서는 방광 내압이 40cmH<sub>2</sub>O 미만인 경우를 안전하게 요 저장을 할 수 있는 압력으로 정의하였으나, 2002년 Backhaus 등<sup>18</sup>의 40cmH<sub>2</sub>O 미만의 압력에서도 방광유순도를 악화시킬 수 있다는 연구결과와 2000년에 Pugach 등<sup>12</sup>이 시행한 방광 내 전기자극치료에서 안전하게 요 저장을 할 수 있는 압력으로 30cmH<sub>2</sub>O를 기준으로 한 것을 고려하여 저자들도 30cmH<sub>2</sub>O를 안전하게 요 저장을 할 수 있는 압력으로 정의하였다. 9세 미만인 환아 33명 중에서 방광 내 전기자극치료 후에 방광용적이 증가한 환아는 32명이었으며 이 중에서 방광 내압의 증가가 동반되지 않은 경우는 모두 21명 (65.5%)이었다. 흥미로운 사실은 치료 전의 방광용적이 Palmer 등<sup>14</sup>이 제안한 공식으로 구한 값보다 작은 환아들 (연령보정값이 1 미만인 환아들)에 있어서 그렇지 않은 환아들 (연령보정값이 1 이상인 환아들)보다 더 많이 방광용적이 증가되었다는 것이다. 방광용적의 연령보정값이 1 미만인 환아들은 9세 미만 33명 가운데 21명이었으며 이들에게 있어서는 방광용적이 평균 19.2% 증가하였으나 방광용적의 연령보정값이 1 이상인 환아들은 12명이었으며 방광용적은 평균 10.5% 증가하였다. 이는 방광 내 전기자극치료 전에 방광용적의 연령보정값이 1 미만인 환아들이 치료 후에 방광용적이 증가할 수 있는 좋은 예측인자라고 생각한다.

방광용적의 증가 이외에도 방광충만감각이나 변의를 느끼는 것과 같은 감각 능력의 증가가 관찰되었으며 요실금과 변실금의 빈도가 감소되는 것이 관찰되었다. 특히 변이나 변실금에 있어서는 이들 역시 S2-S4로부터 방광과 동일한 신경계 조절을 받기 때문에 방광 점막 내의 구심성 자극에 의해서 변의의 증가나 변실금의 호전이 있을 것으로 생각한다. 또한 무반사군에서는 치료 후에 방광 활동이 관찰되었고, 과반사군에서는 치료 후에 방광 활동이 감소하는 것이 관찰되어 방광 내 전기자극치료가 방광을 안정시키는 것으로 생각되었다. 저자들의 치료에서는 무반사저순응군

과 과반사저순응군에 있어 방광 내압이 30cmH<sub>2</sub>O 이상으로 높은 경우에 치료 후, 방광 내압이 감소한 경우가 일부 관찰되었다. 주목할 만한 것은 자가 배뇨가 가능한 환아들이 무반사순응군에서 18.8%에서 50.0%로 증가함이 관찰되었다는 것이다.

방광 내 전기자극치료의 작용기전은 기존의 보고에 의하면 Jiang 등<sup>19-22</sup>이 제안한 것과 같이 크게 두 가지로, 전기자극을 통하여 방광 벽의 A $\delta$  기계적수용기를 활성화시켜 배뇨반사에 관여하는 신경섬유의 활성을 지속적으로 강화하여 중심성 신경흥분전달을 증가시켜 배뇨반사의 조절을 유도하는 것이며, 두 번째는 방광의 기계적수용기가 감작되어 낮은 방광용적에서도 반응하게 되어 결국 배뇨가 시작되는 최소방광용적(micturition threshold volume)이 감소되는 것이다. 그러나 기존의 대부분의 실험적 연구들은 정상적인 배뇨반사를 보이는 정상 쥐에서 제한적으로 이루어진 것이었다. 정상 방광의 구심성신경섬유의 분포는 대부분(60-70%)이 무수신경 C 섬유로 구성되어 있고 나머지가 정상 배뇨반사에 관여하는 A $\delta$  섬유로 알려져 있으며 C 섬유는 정상에서는 방광의 팽창에 반응하지 않고 통증을 있을 때 반응을 보이는 것으로 알려져 있으나 척수손상과 같은 병적 상태에서는 배뇨반사에 관여하는 것으로 알려져 있다.<sup>23,24</sup> Jiang<sup>22</sup>은 정상 쥐에서 20Hz의 주파수로 5분 동안 지속적인 방광 내 전기자극을 시행하였을 때 이러한 자극은 무수신경 C 섬유를 활성화시킬 수 있는 역치보다 낮은 자극이어서 방광 내 전기자극으로 인한 무수신경 C 섬유의 활성화는 없다고 보고하였다. 그러나 척수손상에서는 C 섬유의 형태와 기능에서 많은 변화가 일어나 방광 내 전기자극이 C 섬유의 활성화에 영향을 미치는 것으로 생각한다. 홍 등<sup>25,26</sup>은 척수 손상에 의한 병적 방광에서는 방광 내 전기자극이 척수 손상에 의해 증가된 L5-S1 후근신경절의 calcitonin generated peptide (CGRP)와 substance P의 상대적 밀도를 유의하게 감소시키며 방광조직에서 방광 과반사에 관여하는 대표적 신경펩티드인 substance P를 감소시켜 방광 내 전기자극의 작용기전이 정상적인 배뇨반사 상태에서 A $\delta$  구심성 신경섬유를 활성화하여 배뇨근 수축을 유도하는 데 제한되어 있지 않고 C 섬유가 배뇨반사에 관여하는 병적인 상태에서는 C 섬유의 활성화를 억제하고 C 섬유에 의한 배뇨반사를 조절한다고 제안하였다.

본 연구 결과 중 방광충만감각과 변의가 증가한 것, 요실금과 변실금이 감소한 것은 Jiang 등<sup>19-22</sup>이 제안한 기전 중에서 배뇨반사의 조절에 의한 것으로 생각되며, 방광 내압이 감소한 것과 배뇨근수축을 보이는 것은 홍 등<sup>25,26</sup>이 제안한 것과 같이 C 섬유에 의한 배뇨반사의 조절에 의한 것으로 생각되고, 자가배뇨가 가능해진 것은 C 섬유에 의한 배뇨

반사의 조절과 더불어 배뇨가 시작되는 최소방광용적(micturition threshold volume)의 감소를 통하여 가능한 것으로 추측된다.

저자들의 연구에서는 방광 내 전기자극치료의 효과가 두드러진다고 할 수는 없었으나 분명한 것은 효과가 있다는 것이다. 2000년 Pugach 등<sup>12</sup>은 적절한 요저장과 자가배뇨가 가능한 환아들은 치료 전의 나이나 치료 횟수와는 상관없이 치료 전의 방광용적이 비교적 큰 경우에 가능하다고 하였으나 저자들의 연구에서는 무반사순응군에서 방광용적이 의미있게 증가하고 자가배뇨가 증가함이 관찰되었다. 이러한 결과는 무반사순응군의 환아들에 대하여 적극적으로 방광 내 전기자극치료를 시행하였을 때, 적절한 요저장과 자가배뇨라는 치료 효과를 기대할 수 있음을 시사한다. 비록 자가배뇨를 하지 못한 다른 군의 환아에 대해서는 치료의 효과가 제한적이라고 할 수 있겠으나 앞서 언급하였던 여러 치료 효과만으로도 충분히 방광 내 전기자극치료가 의미있는 것이라고 생각할 수 있다. 방광충만감각의 증가로서 환아들은 자가도뇨를 시행해야 할 시간을 알 수 있고 이로써 불필요한 자가 도뇨의 횟수를 줄이는 것이 가능할 것이다.

그러나 방광 내 전기자극을 이분척추증 환아에 적용함에 있어서 앞서 언급하였던 감각능력의 증가와 자가배뇨가 장기적으로 지속될 것인지에 대하여는 좀 더 많은 임상 경험과 환아들에 대한 장기적인 추적 관찰이 필요할 것이다.

## 결 론

척수이형성증 환아에서 방광 내 전기자극치료 후의 방광용적은 치료 전에 비하여 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 비역제성 방광 수축의 빈도가 감소하였으며 방광충만감각의 증가나 또는 변의의 증가와 같은 주관적인 증상의 호전이 관찰되었다. 또한 요실금과 변실금의 빈도가 감소하였다. 특히 무반사순응군에 있어서는 앞서 언급하였던 효과뿐만 아니라 자가 배뇨까지 가능하게 되었으며, 이러한 치료 효과로 이들 환아에 대하여 적극적인 방광 내 전기자극치료가 유용할 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Bauer SB, Koff SA, Jayanthi VR. Voiding dysfunction in children: neurogenic and non-neurogenic. In: Walsh PC, Retik AB, Vaughan ED Jr, Wein AJ, editors. Campbell's urology. 8th ed. Philadelphia: Saunders; 2002;2231-61
2. Katona F. Stages of vegetative afferentation in reorganization of bladder control during intravesical electrotherapy. Urol Int

- 1975;30:192-203
3. Katona F, Berenyi M. Intravesical transurethral electrotherapy in meningomyelocele patients. *Acta Paediatr Acad Sci Hung* 1975;16:363-74
  4. Madersbacher H, Pauer W, Reiner E, Hetzel H, Spanudakis S. Rehabilitation of micturition in patients with incomplete spinal cord lesions by transurethral electrostimulation of the bladder. *Eur Urol* 1982;8:111-6
  5. Madersbacher H, Ebner A. Intravesical electrostimulation. A useful help in the rehabilitation of micturition in children with a lazy bladder syndrome. *Urodynamic* 1992;1:71-3
  6. Kaplan WE, Richards I. Intravesical bladder stimulation in myelodysplasia. *J Urol* 1988;140:1282-4
  7. Cheng EY, Richards I, Balcon A, Steinhardt G, Diamond M, Rich M, et al. Bladder stimulation therapy improves bladder compliance: results from a multi-institutional trial. *J Urol* 1996;156:761-4
  8. Lyne CJ, Bellinger MF. Early experience with transurethral electrical bladder stimulation. *J Urol* 1993;150:697-9
  9. Decter RM, Snyder P, Laudermilch C. Transurethral electrical bladder stimulation: a followup report. *J Urol* 1994;152:812-4
  10. Boone TB, Roehrborn CG, Hurt G. Transurethral intravesical electrotherapy for neurogenic bladder dysfunction in children with myelodysplasia: a prospective, randomized clinical trial. *J Urol* 1992;148:550-4
  11. Primus G, Kramer G, Pummer K. Restoration of micturition in patients with acontractile and hypocontractile detrusor by transurethral electrical bladder stimulation. *Neurourol Urodyn* 1996;15:489-97
  12. Pugach JL, Salvin L, Steinhardt GF. Intravesical electrostimulation in pediatric patients with spinal cord defects. *J Urol* 2000;164:965-8
  13. Hackler RH, Hall MK, Zampieri TA. Bladder hypocompliance in the spinal cord injury population. *J Urol* 1989;141:1390-3
  14. Palmer LS, Richards I, Kaplan WE. Age related bladder capacity and bladder capacity growth in children with myelomeningocele. *J Urol* 1997;158:1261-4
  15. Koff SA. Estimating bladder capacity in children. *Urology* 1983;21:245-8
  16. Berger RM, Maizels M, Morgan GC, Conway JJ, Firlit CF. Bladder capacity (ounces) equals age (years) plus 2 predicts normal bladder capacity and aids in diagnosis of abnormal voiding patterns. *J Urol* 1983;129:347-9
  17. Hjalmas K. Urodynamics in normal infants and children. *Scand J Urol Nephrol Suppl* 1988;114:20-7
  18. Backhaus BO, Kaefer M, Haberstroh KM, Hile K, Nagatomi J, Rink RC, et al. Alterations in the molecular determinants of bladder compliance at hydrostatic pressures less than 40 CM.H<sub>2</sub>O. *J Urol* 2002;168:2600-4
  19. Ebner A, Jiang D, Lindstrom S. Intravesical electrical stimulation-an experimental analysis of the mechanism of action. *J Urol* 1992;148:920-4
  20. Jiang CH, Linstrom S. Intravesical electrical stimulation induces a prolonged decrease in micturition threshold volume in the rat. *J Urol* 1996;155:1477-81
  21. Jiang CH, Lindstrom S. Optimal condition for the long-term modulation of the micturition reflex by intravesical electrical stimulation; an experimental study in the rat. *BJU Int* 1999; 83:483-7
  22. Jiang CH. Modulation of the micturition reflex pathway by intravesical electrical stimulation: an experimental study in the rat. *Neurourol Urodyn* 1998;17:543-53
  23. Andersson KE. Neurotransmitters and neuroreceptors in the lower urinary tract. *Curr Opin Obstet Gynecol* 1996;8:361-5
  24. Yoshimura N, Erdman SL, Snider MW, de Groat WC. Effects of spinal cord injury on neurofilament immunoreactivity and capsaicin sensitivity in rat dorsal root ganglion neurons innervating the urinary bladder. *Neuroscience* 1998;83:633-43
  25. Hong CH, Kim JH, Noh JY, Gil YC, Lee HY, Lee WH, et al. Sensory neuronal change after intravesical electrical stimulation in spinalized rat. *Yonsei Med J* 2002;43:652-6
  26. 홍창희, 김영식, 김장환, 노지연, 고혜경, 김찬수, 등. 척수절단 환위에서 방광 내 전기자극치료 후 방광 구심성신경 신경펩티드의 변화. *대한비뇨학회지* 2003;44:363-7