

요실금

- 방광과 장의 해부학적, 생리학적 연관성 -

한림대학교 의과대학 소아과학교실

이 정 원

= Abstract =

Urinary incontinence

- Anatomy and physiology of bladder and bowel -

Jung Won Lee, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Hallym University, Seoul, Korea

The genitourinary tract and gastrointestinal system are interdependent but share the same embryological origin, pelvic region, and sacral innervation. Although children with voiding disturbances often present with bowel dysfunction, this coexistence was considered coincidental until recently. However, it is now accepted that dysfunction in emptying of both systems is interrelated. Afferent impulses carrying sensory information are transmitted through the spinal cord and brainstem toward several cortical and subcortical areas, resulting in conscious control of the bladder and bowel. Alteration in these afferent pathways can result in dysfunction, including urinary and fecal incontinence. Distal gastrointestinal tract problems such as constipation might induce an inhibitory rectovesical reflex that interferes with normal voiding. Therefore, lower urinary tract function seems to be closely associated with distal gastrointestinal tract function. (*Korean J Pediatr* 2008;51:1136-1139)

Key Words : Urinary incontinence, Bladder, Constipation

서 론

배뇨조절은 성장함에 따라 자연스럽게 획득하게 되는데 신생아와 영유아는 배뇨반사(voiding or detrusor reflex)에 의해 방광내 소변이 차면 불수의적으로 배뇨를 하게 되고 약 3-5세가 되면 중추 신경계의 조절(cortical inhibition)하에 배뇨를 의식적으로 조절할 수 있게 된다. 보통 3세경 낮에 소변 가리기가 먼저 일어나고 4-5세경 밤에 소변 가리기가 가능해진다.

요실금(urinary incontinence)은 불수의적인 요의 누출로 지속성 요실금(continuous incontinence)과 간헐성 요실금(intermittent incontinence)으로 분류하고 간헐성 요실금은 주간 요실금(daytime incontinence=diurnal incontinence)과 야간 요실금(nighttime incontinence=nocturnal enuresis)으로 나눈다. 4-6세 소아의 약 10-15%에서 발생하고 연간 15%씩 호전되며 남아에 비해 여아에서 발생률이 높은 것으로 알려져 있지만 임상적인 의의성은 없다¹⁾.

Received : 29 September 2008, Accepted : 1 October 2008

Address for correspondence : Jung Won Lee, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Hallym University 948-1 Daerim-1 dong Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-950, Korea

Tel : +82.2-829-5305, Fax : +82.2-849-4469

Email : jwped@hallym.ac.kr

하부 요로계와 직장은 해부학적으로 가까이 위치할 뿐 아니라 발생학적인 기원이 같고 같은 신경계의 지배를 받는다(Table 1). 또한 방광과 장의 구심성 신호와 이를 중추 신경계에서 인지하는 대뇌 피질부위가 동일하기 때문에 요실금 등의 배뇨증상은 장의 기능장애와 밀접한 연관성이 있게 된다¹⁻⁴⁾.

본 론

1. 방광과 장의 해부학적 구조

골반부(pelvic floor)는 방광, 자궁, 직장, 항문 괄약근 그리고 골반을 지지하는 횡문근육들로 구성되어 있는 돔 모양의 구조로 골반내 구조물은 남녀가 비슷하지만 남자는 전립선과 횡문근성 괄약근이 방광을 지지해 방광목이 강한 반면, 여성의 경우 항문 거근(levator ani muscle)과 외요도 괄약근이 방광을 지지한다. 방광은 배뇨근(detrusor muscle)을 구성하는 평활근 섬유(smooth muscle fiber)와 그 사이를 이어주는 결합조직으로 구성되어 있고 이들에 의해 방광의 탄력성(elasticity)과 순응도(compliance)에 영향을 미치게 된다³⁾.

내요도 괄약근(internal urethral sphincter)은 방광목(bladder neck)과 근위 요도부 자체로 이루어지고 외요도 괄약근(external

urethral sphincter)은 요도주위 횡문근과 내요도 괄약근으로 구성된다.

직장은 15-20 cm의 길이로 내,외항문 괄약근으로 둘러싸여 있다. 내항문 괄약근(internal anal sphincter)은 대장을 둘러싸고 있는 평활근이 연장되어 두꺼워진 부분이고 외항문 괄약근(external anal sphincter)은 횡문근육으로 superficial, subcutaneous, deep portion으로 구성된다. 이중 deep portion은 치골 직장근(puborectalis muscle)과 연결되어 있고 치골 직장근의 지속적인 수축은 대장에 대변을 저장하는 중요한 역할을 한다³⁾.

2. 방광과 장의 신경계 구조

방광, 장, 그리고 골반 구조물은 교감신경, 부교감신경, 그리고 체신경의 지배를 받는다. 방광의 감각성 구심신경(sensory afferent nerve)은 방광의 용적과 방광 수축에 반응하며 배뇨근육에 위치한 수초화된(myelinated) A- δ fiber와 점막에 위치한 비수초화된(unmyelinated) C fiber로 구성되어 있다. 정상 배뇨반사시 방광이 소변으로 가득 차면 A- δ fiber를 통해 신호가 전달되는 반면 C fiber는 높은 기계 수용체 역가(higher mechanical threshold)를 가져서 상대적으로 정상 배뇨과정에는 반응하지 않고 신경인성이나 다른 병적인 상태에서 새로운 기능성 구심경로를 형성하여 요실금이나 요절박과 같은 과민성 방광(overactive bladder)의 배뇨증상을 일으킨다. 이 감각성 정보는 S2-S4 척수신경으로 전달이 되고 척수의 posterior column과 anterolateral column을 따라 대뇌 피질로 전달된다²⁾.

S2-S4의 척수에 위치한 Onuf's nucleus의 운동성 구심신경은 외항문 괄약근과 요도 괄약근에 분포하고 전각세포(anterior horn cell)는 골반 근육들에 분포하여 배뇨와 배변에 중요한 역할을 한다⁴⁾.

교감신경계(T10-L2)가 자극되면 hypogastric plexus를 통해 배뇨근의 이완과 함께 요도 괄약근의 수축을 일으켜 배뇨를 억제하게 되는데, 이때 음부신경(pudendal nerve)이 활성화되면 en-

kephalin, glycerine, α -aminobutyric acid와 같은 억제성 신경전달물질(inhibitory neurotransmitter)을 분비하여 교감신경계의 작용을 증강시킨다. 반면 부교감 신경계(S2-S4)가 자극되면 배뇨근에 주로 분포하는 골반신경(pelvic nerve)이 활성화되어 배뇨근의 수축과 요도 괄약근의 이완으로 배뇨가 일어나게 된다⁴⁾.

3. 정상 배뇨와 배변의 기전

방광내 소변이 차게 되면 대뇌피질 즉, 전두엽 내측 배뇨중추(medial frontal micturition center)로 신호가 전달되어 배뇨반사(voiding reflex)가 자극된다. 이 자극은 뇌교의 배뇨중추(pontine micturition center)를 통해 조절되며 기저핵(basal ganglia)과 소뇌(cerebellar vermis)에 의해서도 영향을 받는다⁴⁾.

정상적인 배뇨과정은 먼저 외요도 괄약근(external urethral sphincter)의 수축적인 이완이 일어나면 방광목(bladder neck)의 교감신경이 억제되어 이완되고 부교감 신경의 활성화로 방광수축에 가장 중요한 신경전달물질인 아세틸콜린(acetylcholine)이 분비되어 배뇨근의 M2/M3 수용체와 결합함으로써 배뇨근의 수축이 일어난다(Fig. 1).

배뇨가 끝난 후 방광의 충만기에는 방광과 요도의 구심성 감각정보가 골반신경을 거쳐 척수로 전달되면 방광의 β 3-아드레날린 수용체가 활성화되어 노르에피네프린(norepinephrine) 분비가 증가하여 배뇨근을 이완시키게 되고 동시에 방광목과 근위요도부의 α -아드레날린 수용체의 자극으로 요도 괄약근이 수축하여 소변을 저장할 수 있게 된다(Fig. 2).

이때 Onuf's nucleus에서 분비되는 글루타메이트(glutamate)는 음부신경(pudendal nerve)을 자극하여 요도 괄약근의 수축을 유도하는 중요한 신경전달물질이며 노르에피네프린과 세로토닌도 요도 괄약근의 기능을 증강시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다⁴⁾.

정상적인 배변과정을 살펴보면 정상시는 내항문 괄약근과 치골 직장근의 지속적인 수축으로 anorectal angle을 80-110° 로

Table 1. Nuclei and Nerve Roots for Bladder and Bowel Function

Pathways	Nuclei for motor pathway	Nerve roots
Bladder function		
Detrusor and urethral afferents	-	S2, S3, S4
Somatic innervation of urethral sphincter	Onuf's nucleus	S3, S4
Somatic innervation of pelvic floor muscles	Anterior horn	S2, S3, S4
Parasympathetic innervation of detrusor	Sacral parasympathetic nucleus	S2, S3, S4
Sympathetic (α, β) innervation of bladder neck, urethra and bladder dome	Intermediolateral cell column	T11, T12, L1
Bowel function		
Rectal and pelvic floor afferents	-	S2, S3, S4
Somatic innervation of external anal sphincter	Onuf's nucleus	S3, S4
Somatic innervation of pelvic floor muscles	Anterior horn	S2, S3, S4
Parasympathetic innervation of internal anal sphincter, descending colon, and rectum	Sacral parasympathetic nucleus	S2, S3, S4
Parasympathetic innervation of gut above the splenic flexure	Dorsal motor nucleus of vagus	CN X

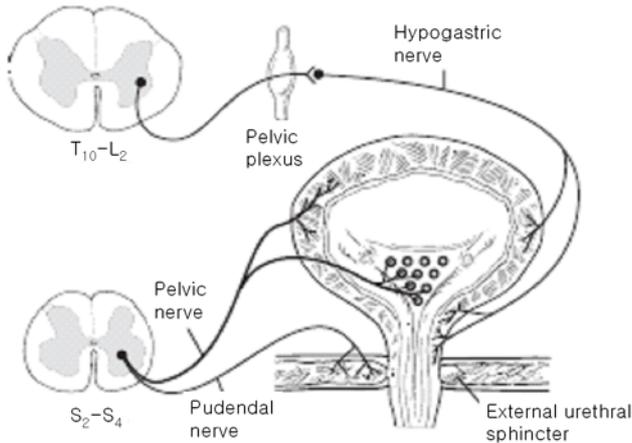


Fig. 1. The parasympathetic pathway responsible for bladder emptying¹⁾. The spinal parasympathetic nerve is activated, leading to bladder contraction, predominantly via acetylcholine activation on muscarinic receptors (M2/M3) in detrusor while simultaneously relaxing the urethral sphincter.

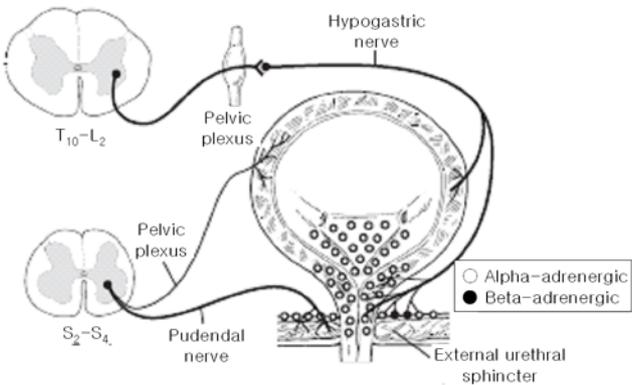


Fig. 2. The sympathetic pathway responsible for bladder storage¹⁾. Sensory input during bladder filling results in an increase in sympathetic tone. Norepinephrine release from the hypogastric nerve stimulates β 3-adrenergic receptors in the bladder to cause the smooth muscle to relax as well as α -adrenergic receptors in the smooth muscle of the bladder neck and proximal urethra to contract.

유지하여 대변을 저장할 수 있게 된다. 직장 내에 대변이 차게 되면 직장에 유일하게 존재하는 감각 수용체를 통해 배변감(defecation urge)을 느끼게 되고 이 감각은 중추 신경계로 전달된다. 이때 내항문 괄약근은 이완되는 반면 외항문 괄약근과 치골 직장근의 일시적인 불수의적 수축으로 어느 정도 참을 수 있게 되고 이후 적절한 장소와 시간에 배변이 시작되면 일차적으로 골반 근육들의 이완이 일어난다. 그 결과 anorectal angle의 각이 커지고 회음부는 1-3.5 cm 하강하게 되면서 최종적으로 외항문 괄약근의 이완에 의해 정상적인 배변이 일어나게 된다^{3, 5)}.

하지만 외항문 괄약근과 치골 직장근의 불수의적 수축이 의식적으로 지속되면 이완되었던 내항문 괄약근도 다시 수축하게 되어 또 다른 배변 덩어리가 내려올 때까지 배변감은 사라지게 되

고 점차 직장은 커지게 된다. 위 현상이 반복되면 직장의 감각이 둔화되고 정체된 대변 덩어리는 항문을 통과할 때 통증으로 대변을 참게 되어 결국 외항문 괄약근과 골반근육들의 수축으로 인해 직장은 더욱더 커져 변비의 악순환이 나타난다⁵⁾.

4. 변비와 배뇨장애와의 관계

변비 환자에서는 다양한 배뇨 증상을 흔하게 동반하는데 Bannister 등⁶⁾은 심한 변비 환자는 배뇨시 방광의 감각이 둔화되어 직장뿐 아니라 방광의 최대 용적이 증가하지만 확장된 직장에 의해 방광의 기능적 폐쇄는 나타나지 않는다고 하였고 Miyazato 등⁷⁾은 직장을 확장시킨 동물 연구에서 직장을 확장시킬수록 방광 수축간격(bladder contraction interval)이 증가하고 진폭은 감소하며 수축 기간이 짧아짐을 증명함으로써 요추-천추 척수에서 억제성 직장-방광 반사(inhibitory rectovesical reflex)가 존재하고 이는 glycine과 GABA와 같은 억제성 신경전달물질을 매개로 변비에 의해 방광의 활동성을 감소시킨다고 하였다.

위와 같이 장과 방광의 비정상적인 배출로 인해 요나 변 실금과 이로 인한 참는 행위(withholding)가 특징적으로 나타나게 되는데 이를 기능장애성 배설증후군(dysfunctional elimination syndrome, DES)이라 한다. DES 소아에서는 요실금, 단일 증상성 야뇨증, 재발성 요로감염, 요절박과 빈뇨 등의 배뇨증상이 흔히 동반된다^{8, 9)}.

Loening-Baucke¹⁰⁾는 234명의 만성 변비 환자에서 요실금과 요로감염의 동반률을 보고한 결과 주간 요실금은 29%, 야간 요실금은 34%, 요로감염은 11%에서 동반된다고 하였고 Koff 등¹¹⁾은 143명의 원발성 방광요관역류 소아 중 66명(43%)에서 DES가 동반되었고 이중 54명(82%)에서는 요로감염을 경험하였으며 DES가 있는 소아에서는 방광요관역류의 자연 호전이 지연된다고 하였다.

다른 가설로는 직장이 팽창되면 인접한 방광을 누름으로써 기능적 방광용적(functional bladder capacity)을 감소시킨다¹²⁾는 것과 외부의 축적된 대변에 의해 방광벽의 신장 수용체(stretch receptor)가 자극이 되면 다양한 양상의 방광 수축이 일어나서 방광의 불안정(overactive bladder)을 야기한다는 이론이 있다^{13, 14)}.

최근에 알려진 골반내 “Neural cross-talk” 기전은 골반 구조물의 구심성 자극은 다른 인접한 구조물의 원심성 신호에 영향을 미친다는 이론으로 척수내 감각 신경계의 융합(convergence of sensory pathways in the spinal cord)에 의해 골반내 장기의 비자극적인 자극, 즉 생리적인 자극은 인접한 다른 장기의 운동기능을 교차-억제(cross-inhibition) 함으로써 정상적인 배뇨와 배변 조절을 할 수 있다고 하였다. 하지만 어떤 질병이나 손상에 의해 위 신경계의 변화가 야기되면 골반내 기관의 교차 감각(cross-sensitization)이 발생하여 과민성 장증후군(irritable bowel syndrome), 간질성 방광염(interstitial cystitis), 그리고 만성 골반통증장애(chronic pelvic pain disorder)가 종종 같이 동반하게 된다.

Pezzone 등¹⁵⁾은 방광 자극 전에 점차적인 대장의 팽창은 복벽의 근전도에 변화를 일으키지 않는 반면, 급성 방광염을 야기한 후 대장의 팽창은 대장의 감각 역치를 낮춰 복벽 근육의 근전도를 증가시킨다고 하였다. 또한, 급성 대장염이 발생하면 방광 수축빈도가 66% 증가하여 하부 요로계의 민감도를 증가시켜 과민성 방광이 나타난다고 하였다.

따라서 대장과 하부 요로계간의 교차 감각이 존재하고 장기간 골반 감각 신경계의 손상은 인접한 장기의 영구적인 감각 변화를 야기할 수 있다. Ustinova 등¹⁶⁾도 대장의 자극은 기계적 자극뿐만 아니라 화학적 자극에 대한 방광의 구심신경을 민감하게 변화시키므로 방광에 대한 외부의 자극을 제거한다면 과민성 방광의 증상은 호전될 수 있다고 하였다.

결론

정상 배뇨과정은 중추 신경계와 하부 요로계간에 작용하는 다양한 반사조건에 의해서 조절되고 해부학적, 신경학적으로 인접한 장의 기능장애와 매우 밀접한 관련성이 있다. 골반부 구심성 신경의 상호작용(cross-organ pelvic afferent interaction)은 정상 방광과 장의 기능을 조절하는 중요한 복합 신경 네트워크로 정상 방광과 장의 해부학적, 생리적 기능을 인지하고 있어야 하며 배뇨장애가 있는 소아에서는 자세한 병력과 이학적 검사를 통해 변비와 같은 배변 장애가 동반되지 않은지 항상 염두에 두어야 한다.

References

- 1) Herndon CD, Joseph DB. Urinary incontinence. *Pediatr Clin N Am* 2006;53:363-77.
- 2) Chu FM, Dmochowski R. Pathophysiology of overactive bladder. *Am J Med* 2006;119:3S-8S.
- 3) Bharucha AE. Pelvic floor: anatomy and function. *Neurogastroenterol Motil* 2006;18:507-19.
- 4) Fransco I. Overactive bladder in children. Part 1: pathophysiology. *J Urol* 2007;178:761-8.
- 5) Lembo A, Camilleri M. Chronic constipation. *N Engl J Med* 2003;349:1360-8.
- 6) Bannister JJ, Lawrence WT, Smith A, Thomas DG, Read NW. Urological abnormalities in young woman with severe constipation. *Gut* 1988;29:17-20.
- 7) Miyazato M, Sugaya K, Nishijima S, Ashitomi K, Ohyama C, Ogawa Y. Rectal distention inhibits bladder activity via glycinergic and gabaergic mechanisms in rats. *J Urol* 2004;171:1353-6.
- 8) Bower WF, Yip SK, Yeung CK. Dysfunctional elimination syndrome in childhood and adulthood. *J Urol* 2005;174:1623-8.
- 9) Shaikh N, Hoberman A, Wise B, Kurs-Lasky M, Kearney D, Naylor S, et al. Dysfunctional elimination syndrome: Is it related to urinary tract infection or vesicoureteral reflux diagnosed early in life? *Pediatrics* 2003;112:1134-7.
- 10) Loening-Baucke V. Urinary incontinence and urinary tract infection and their resolution with treatment of chronic constipation of childhood. *Pediatrics* 1997;100:228-32.
- 11) Koff SA, Wagner TT, Jayanthi VR. The relationship among dysfunctional elimination syndrome, primary vesicoureteral reflux and urinary tract infection in children. *J Urol* 1998;160:1019-22.
- 12) Homsy YL, Austin PF. Dysfunctional voiding disorders and nocturnal enuresis. In: Belman AB, King LR, Kramer SA, editor. *Clinical Pediatric Urology*. Edited by AB Belman, LR King and SA kramer. London: Martin Dunitz Ltd 2002: 345-70.
- 13) Chase JW, Homsy Y, Siggaard C, Sit F, Bower WF. Functional constipation in children. *J Urol* 2004;171:2641-3.
- 14) Wachter SD, Wyndaele JJ. Impact of rectal distention on the results of evaluation of lower urinary tract sensation. *J Urol* 2003;169:1392-4.
- 15) Pezzone MA, Liang R, Fraser MO. A model of neutral cross-talk and irritation in the pelvis: implication for the overlap of chronic pelvic pain disorder. *Gastroenterol* 2005;128:1953-64.
- 16) Ustinova EE, Fraser MO, Pezzone MA. Colonic irritation in the rat sensitizes urinary bladder afferents to mechanical and chemical stimuli: an afferent origin of pelvic organ cross-sensitization. *Am J Physiol Renal Physiol* 2006;290:F1478-87