

経皮的電気刺激による頻尿，切迫性尿失禁の管理

大阪厚生年金病院泌尿器科

中	村	正	広
櫻	井		勲
辻	本	幸	夫
多	田	安	温

TRANSCUTANEOUS ELECTRICAL STIMULATION FOR THE
CONTROL OF FREQUENCY AND URGE INCONTINENCEMasahiro NAKAMURA, Tsutomu SAKURAI, Yukio TSUJIMOTO and
Yasuharu TADA*From the Department of Urology, Osaka Koseinenkin Hospital*

To control frequency, urgency and urge incontinence, transcutaneous electrical stimulation was applied to the tibial nerve, the pudendal nerve or the anal sphincter in 79 patients. All patients were refractory to any medications for the control of frequency, nocturia, urgency and urge incontinence from a variety of causes including disk protrusion, Parkinson's disease and idiopathic conditions. The parameters of stimulation were 0.1 to 0.5 msec. duration for each stimulus, frequency 10 to 40 Hz, amplitude 5 to 500 voltage.

Cystometrography was repeated during and after electrical stimulation and showed increased bladder capacity, measured at first and/or at maximum desire to void, increased compliance, decreased bladder pressure and/or disappearance of uninhibited contractions in 79% of the patients examined. At least one of these changes was observed in 64, 72 and 85 % of the patients who underwent stimulation of the tibial nerve, the pudendal nerve and the anal sphincter, respectively. In some patients inhibition of bladder contraction persisted for more than 2 or 3 days after stimulation. Electromyographic activity of the pelvic floor muscles increased in all of the patients during the stimulation of the pudendal nerve or the anal sphincter, but did not increase and rather decreased during stimulation of the tibial nerve. Urethral pressure measured during electrical stimulation, did not change in many cases. Clinical success was also obtained in 19 of 22 patients who underwent two electrical stimulation program; one was continuous daily use of a portable stimulator, and the other was periodic anal stimulation once or twice a week.

For the control of frequency and urge incontinence, the transcutaneous electrical stimulation has proved to be a useful method. To improve the therapeutic effect, however, technical problems such as the selection of the optimal parameters and position of electrodes should be investigated.

Key words: Electrical stimulation, Urge incontinence, Frequency

緒 言

頻尿, 切迫性尿失禁はしばしば日常臨床で経験されるが, これらは単一疾患ではなく多岐にわたる膀胱尿道機能障害の単なる一症状である。したがって原因はきわめて多彩であり, また原因不明のものも少なくない。原因治療ができない場合, 薬物療法¹⁾, 膀胱訓練²⁾, 仙骨神経ブロック³⁾, 水圧膀胱拡張術³⁾, 観血の手術⁴⁾など種々試みられているが重症例では必ずしも満足できる結果は得られていない。電気刺激は尿失禁患者の外括約筋を収縮させる目的で使用されてきたが^{5, 6)}, 最近, 膀胱の無抑制収縮を抑制することがわかってきた⁷⁾。そこでわれわれは薬剤その他の方法でコントロール不能であった頻尿, 切迫性尿失禁患者79例において, 膀胱尿道に対する経皮的電気刺激の効果を分析し, 本法の適応を検討した。その結果, 79%に膀胱抑制効果がみられ, 電気刺激療法を施行した22例中19例に満足すべき臨床効果を得ることができたので報告する。

対象および方法

1. 対象

対象は薬剤, 膀胱訓練, 仙骨ブロック, および膀胱拡張術などによるコントロールが不能であった頻尿, 夜尿, 尿意切迫および尿失禁患者79例であり, 尿路感染のある症例は対象から除外した。性別は男性48例, 女性31例で年齢分布は5~82歳であった (Fig. 1)。基礎疾患として約半数が原因不明 (特発性) であり, ついで術後状態を含む前立腺疾患, 脊椎疾患および中枢神経疾患などがみられた (Fig. 2)。

2. 膀胱, 尿道機能検査および経皮的電気刺激

電気刺激の効果をみるため, 刺激前, 中, 後, の膀胱内圧, 尿道内圧, 骨盤底筋群筋電図を 2100 URO システム (DISA) および 14A11 型筋電計 (DISA) にて測定し, 膀胱, 尿道の反応を分析した。この際20%以上の測定値の変化を有意と判定した。刺激部位として陰部神経に近接した会陰部, 頸骨神経に近接した膝窩部および肛門部を選択した。刺激電極として会陰部, 膝窩部において平板電極, 肛門部においてプラグ電極を用いた (Fig. 3)。刺激に際して, 14A11 型筋電計 (DISA) 付属の刺激装置を用い電圧 5~500 V, 頻度 10~40 Hz, 持続時間 0.1~0.5 ms の条件でおこなった。治療を目的として膝窩部, 会陰部に対しポータブル型電気刺激装置 (U-CON TEU-1201, 幅 47×長さ75×厚さ 21 mm, 日本光電株式会社) を用い, 20 V 以下の低電圧で持続的刺激をおこなうかまたは, 肛門部に対して15~20分間, 週 1~2 回周期的刺激を

おこなって臨床効果を検討した (Fig. 3)。

結 果

1. 電気刺激前の膀胱内圧測定

初発尿意 (FDV) および最大尿意 (MDV) での膀胱容量が 200 ml 以下の症例はそれぞれ全体の99%, 81%を占め, 大部分が小容量であった (Fig. 4)。detrusor hyperreflexia は25例で全体の32%であり, detrusor areflexia は認められなかった。

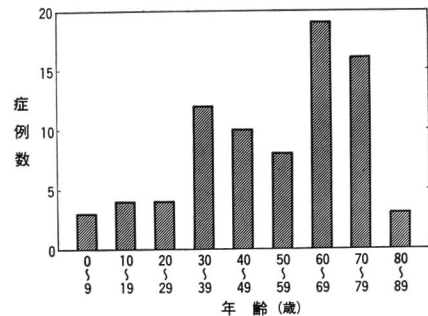


Fig. 1. 頻尿, 夜尿, 尿意切迫, 尿失禁患者79例の初診時年齢分布

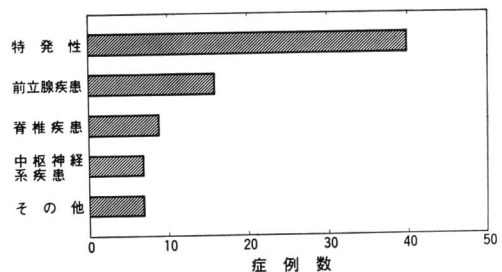


Fig. 2. 頻尿, 夜尿, 尿意切迫, 尿失禁患者79例の基礎疾患

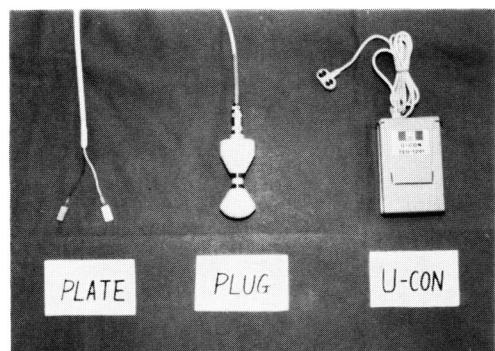


Fig. 3. (PLATE) Plate electrodes, (PLUG) Anal plug with stimulating electrodes, (U-CON) Portable transcutaneous electrical stimulator

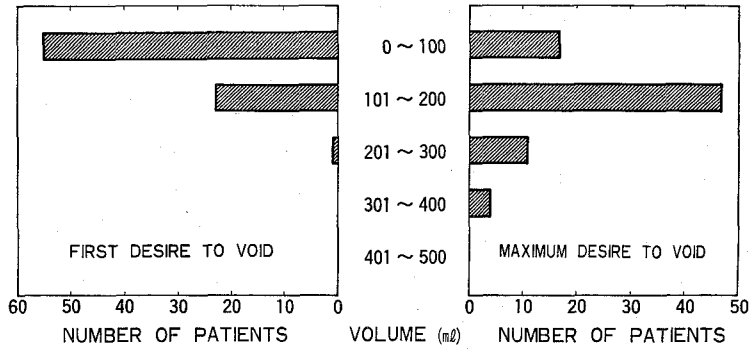


Fig. 4. Cystometric capacity at first and at maximum desire to void in 79 patients with frequency, nycturia, urgency and/or incontinence

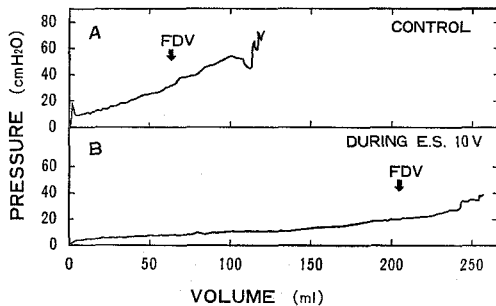


Fig. 5. Cystometrograms of a 21-year-old male with frequency and urge incontinence. (A) Before stimulation. (B) During stimulation. The electrical stimulation of the pudendal nerve induced flattening of cystometric curve with increase in bladder capacity and disappearance of uninhibited contractions

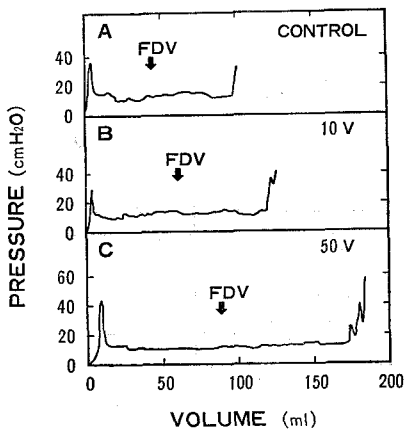


Fig. 6. Cystometrograms of a 41-year-old male with frequency and nycturia. (A) Before stimulation. (B), (C) Bladder capacity increased during the tibial nerve stimulation. Effect was related to stimulus intensity

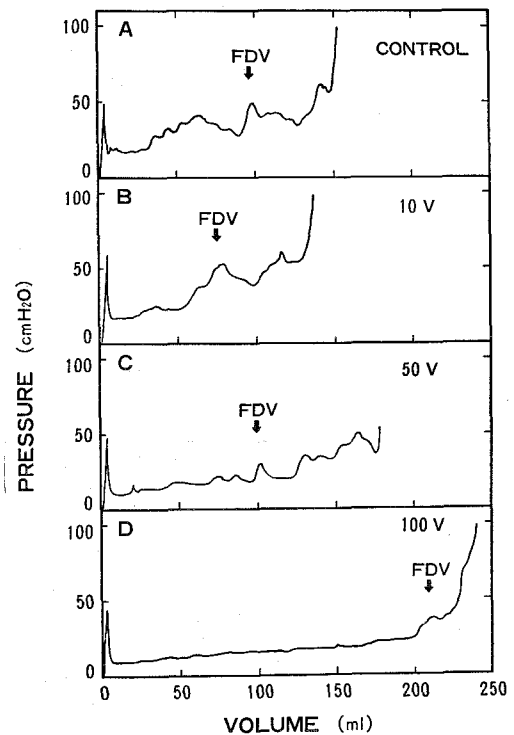


Fig. 7. Cystometrograms of a 9-year-old boy with urge incontinence. (A) Before stimulation. (B) Bladder facilitation occurred during a 10-volt electrical stimulation of the tibial nerve. (C), (D) Bladder contraction inhibited during electrical stimulation with 50 to 100 volts

2. 電気刺激中の膀胱内圧曲線の変化

多数の症例において、電気刺激により初発尿意容量、最大容量の増加、コンプライアンスの増大、膀胱内圧、排尿時圧の減少および無抑制収縮の消失といった膀胱

抑制現象が認められた (Fig. 5). このような効果は刺激電圧強度に依存して増大した (Fig. 6). また低電圧刺激で膀胱の感覚および収縮が亢進し, 高電圧で刺激電圧強度に依存してそれらの抑制がひきおこされる例も認められた (Fig. 7). つぎに3カ所の刺激による膀胱内圧測定上の変化を検討した. 刺激中における膀胱抑制の観点から, 1) 初発尿意での容量 (Vf), 2) 最大容量 (Vmax), 3) 初発尿意におけるコンプライアンス (Cf) の変化をみると, 刺激法により多少異なるが初発尿意容量の増加が45~67%, 最大容量の増加が25%前後, コンプライアンスの増大が50%前後認められた (Table 1). 以上の測定値の少なくとも1つ以上の増大を認めた割合は全体の79% (79例中62例) であり, それぞれ頸骨神経刺激で64%, 陰部神経刺激

で72%, 肛門刺激で85%であった. 無抑制収縮の抑制は25例中12例 (48%) に認められた.

3. 電気刺激中の骨盤底筋群筋電図の変化

筋電図活動は陰部神経および肛門刺激により全例著明に増大した (Fig. 8). 頸骨神経刺激の場合ほとんどの症例において微小刺激スパイク波が出現する以外, 筋電図波形に顕著な変化を認めなかったが, 刺激電圧強度に依存して筋電図活動の抑制と膀胱容量の増加および無抑制収縮の抑制が同時にひきおこされる例も認められた (Fig. 9, 10).

4. 電気刺激中の尿道内圧曲線 (UPP) の変化

頸骨神経および, 肛門刺激により機能的尿道長 (FPL) の増加が約30%に認められたが, 大部分の症例の尿道内圧曲線に著変がみられなかった (Table 2).

Table 1. Cystometric changes during transcutaneous electrical stimulation

ELECTRICAL STIMULATION	CYSTOMETRIC PARAMETERS	NUMBER OF PATIENTS			
		INCREASED	DECREASED	NO CHANGE	TOTAL
TIBIAL NERVE	Vf	20	7	18	45
	Vmax	11	12	24	47
	Cf	16	14	3	33
PUDENDAL NERVE	Vf	18	6	8	32
	Vmax	12	5	20	37
	Cf	11	8	2	21
ANAL	Vf	18	1	8	27
	Vmax	7	1	19	27
	Cf	15	7	5	27

Vf, Vmax : Capacity at first and maximum desire to void

Cf : Compliance defined as $\Delta V/\Delta p$ at FDV

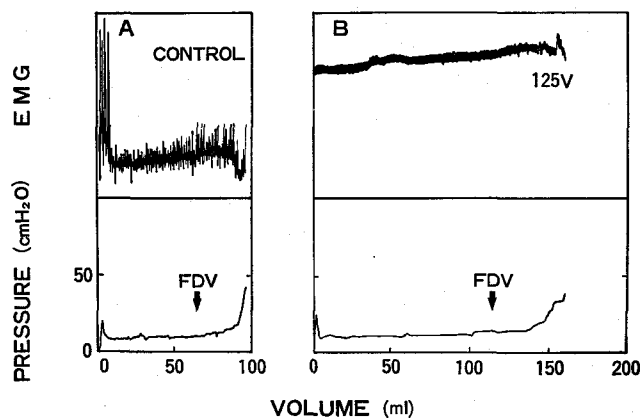


Fig. 8. Mean electromyograms of pelvic floor muscles and cystometrograms of a 68-year-old female with frequency and nycturia. (A) Before stimulation. (B) Electromyographic activity and bladder capacity increased during the 125-volt electrical stimulation of the anal sphincter.

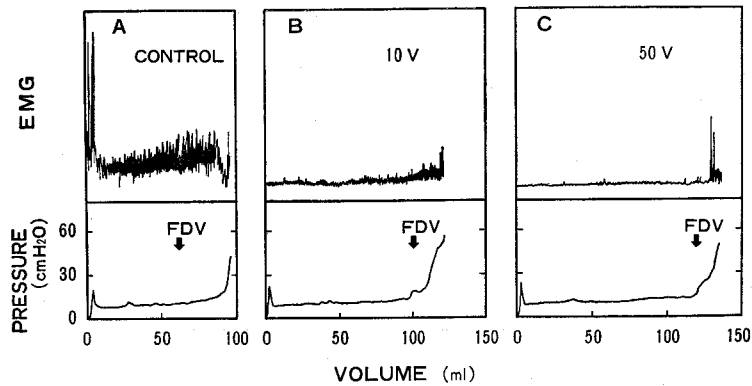


Fig. 9. Mean electromyograms of pelvic floor muscles and cystometrograms of the same patient as shown in Fig. 8 (A) Before stimulation. (B) and (C) During 10-and 50-volt electrical stimulation of the tibial nerve. Electromyographic activity was suppressed and bladder capacity increased according to the voltage of stimulation

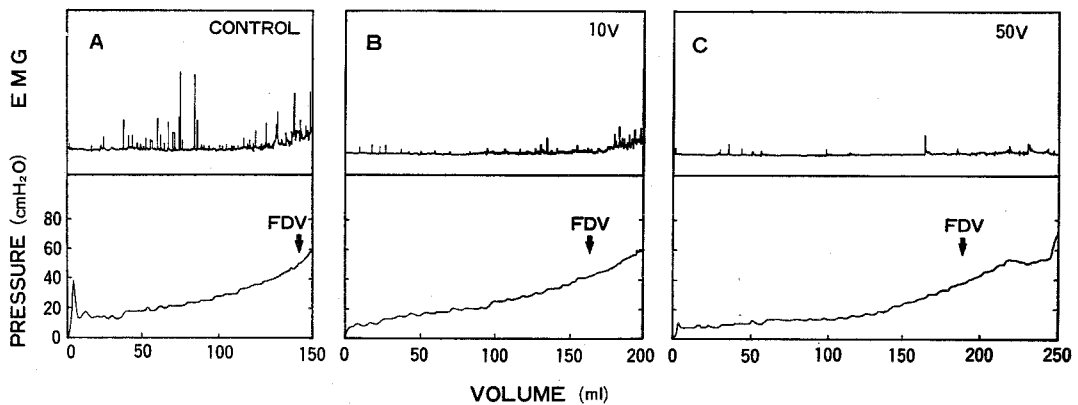


Fig. 10. Mean electromyograms of pelvic floor muscles and cystometrograms of a 65-year-old female with urge incontinence. (A) Before stimulation. (B), (C) Electromyographic activity was suppressed and the inhibition of bladder contraction increased during the 10 to 50 volt electrical stimulation of the tibial nerve

Table 2. Changes of urethral pressure profile (UPP) during transcutaneous electrical stimulation

ELECTRICAL STIMULATION	PARAMETERS OF UPP	NUMBER OF PATIENTS			
		INCREASED	DECREASED	NO CHANGE	TOTAL
TIBIAL NERVE	UPmax	2	2	10	14
	FPL	5	1	9	15
PUDENDAL NERVE	UPmax	0	1	5	6
	FPL	1	0	5	6
ANAL	UPmax	1	1	15	17
	FPL	4	1	11	16

UPmax : maximum urethral pressure

FPL : functional profile length

また尿道内圧変化と膀胱内圧変化との間に一定の関係はみられなかった。

5. 電気刺激後の膀胱内圧曲線の変化

一部の症例において電気刺激効果は刺激中のみならず刺激後においても認められた (Fig. 11). また刺激中、膀胱内圧測定上あきらかな効果を認めなかった症例においても刺激後、著明に自覚症状が改善する場合が認められた。このような刺激後効果は肛門刺激にお

いてももっとも強く認められ、効果が7日以上持続する場合も観察された。

6. 経皮的電気刺激による治療

以上のような膀胱、尿道機能検査にもとづき、持続的または周期的刺激による経皮的電気刺激療法を試みた。その結果、施行した22例中19例にいちじるしい臨床効果を得ることができた (Fig. 12)。

考 察

頻尿、切迫性尿失禁に対する経皮的電気刺激療法は薬剤その他の方法でコントロールが不能な例にも有効である点、さらに非侵襲的で副作用、合併症などがほとんどない点できわめて有用な治療法である。また簡便、安全におこないうるため高性能のポータブル刺激装置を用いれば家庭でも、場合によっては仕事場でも持続的または周期的刺激治療が可能である。最大の効果を得る刺激部位、刺激強度、刺激方法などが個々の症例でいちじるしく異なる場合があるので、治療に際しそれらの点を十分検討する必要がある。

電気刺激による急性または亜急性効果の持続は長くても7日前後であるので、治療のため持続的または周期的電気刺激を継続しておこなう必要がある。ただし一部の症例で長期の刺激治療により刺激効果の延長を認めたので電気刺激の慢性効果について別に論ずる必要があるであろう。

以上のような電気刺激効果の発現に皮膚および直腸—膀胱反応⁸⁻¹⁰⁾による膀胱感覚の抑制、排尿反射の抑制が関与していると考えられるが、そのメカニズムの詳細は不明である。

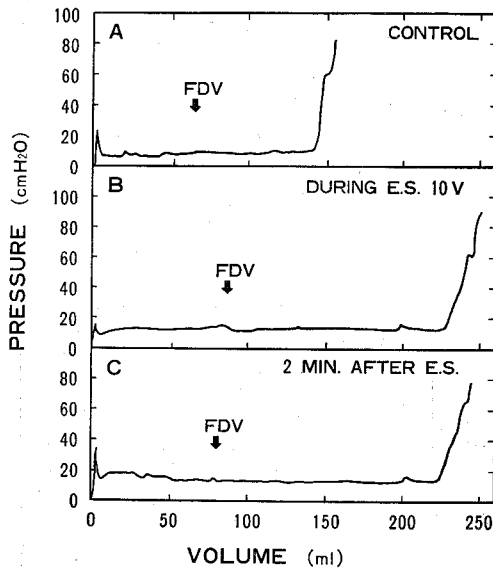


Fig. 11. Cystometrograms of a 40-year-old female with urge incontinence. (A) Before stimulation. (B) and (C) During and 2 minutes after the 10-volt electrical stimulation of the tibial nerve, respectively

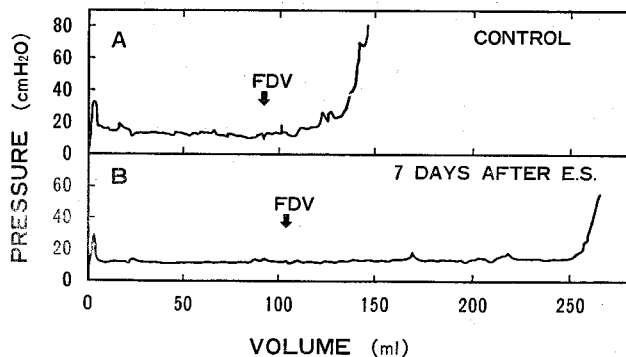


Fig. 12. Cystometrograms of a 70-year-old male with nycturia and urge incontinence. (A) Before treatment. (B) Increase of capacity and disappearance of uninhibited contraction persisted for at least 7 days after the treatment of periodic anal electrical stimulation

本論文の要旨は第71回日本泌尿器科学会総会(大阪, 1983)で報告した

文 献

- 1) Khanna OP: Nonsurgical therapeutic modalities. In clinical neuro-urology, ed. Krane RJ and Siroky MB: 159~196, Little, Brown and Company, Boston, 1979
- 2) Jarvis GJ: The management of urinary incontinence due to primary vesical sensory urgency by bladder drill. *Brit J Urol* 54: 374~376, 1982
- 3) Dunn M, Smith JC and Ardran GM: Prolonged bladder distension as treatment of urgency and urge incontinence of urine. *Brit J Urol* 46: 645~652, 1974
- 4) Hackler R: Surgical treatment of the adult neurogenic bladder dysfunction. In clinical neuro-urology, ed. Krane RJ and Siroky MB: 197~212, Little, Brown and Company, Boston, 1979
- 5) Caldwell KP: The electrical control of sphincter incompetence. *Lancet* 2: 174, 1963
- 6) 中新井邦夫・板谷宏彬・越知憲治: 女子の急迫尿失禁に対する膀胱外括約筋電気刺激装置による治療経験. *泌尿紀要* 17: 339~346, 1971
- 7) Godec C, Cass AS and Ayala GF: Bladder inhibition with functional electrical stimulation. *Urology* 6: 663~666, 1975
- 8) Sato A, Sato Y and Sugimoto H: Reflex changes in urinary bladder after mechanical and thermal stimulation of the skin at various segmental levels in cats. *Neuroscience* 2: 111~117, 1977
- 9) Floyd K, McMahon SB and Morrison JEB: Inhibition of the micturition reflex by stimulation of pelvic nerve afferents from the colon. *J Physiol* 248: 39~40, 1978
- 10) Floyd K, McMahon SB and Morrison JEB: Inhibitory interactions between the colonic and vesical branches of the pelvic nerve in the cat. *J Physiol* 290: 50~51, 1979

(1983年4月26日迅速掲載受付)