

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

ペッサリー型刺激電極を有する国産電気刺激装置について

大阪大学医学部泌尿器科学教室（主任：園田 孝夫教授）

中 新 井 邦 夫
板 谷 宏 彬
越 知 憲 治

TREATMENT OF FEMALE STRESS INCONTINENCE BY ELECTRIC STIMULATOR WITH PESSARY ELECTRODE

Kunio NAKAARAI, Hiroaki ITATANI and Kenji OCHI

*From the Department of Urology, Medical School, Osaka University
(Director: Prof. T. Sonoda, M. D.)*

A small size electric stimulator with bipolar electrode of pessary type and new type of electric circuit was reported. This apparatus is an electric stimulator of external vesical sphincter and acts for twenty-four hours continuously by a nine volt battery. This stimulator is applied to female patients suffering from stress incontinence due to flaccid external vesical sphincter.

A case of stress incontinence with flaccid external vesical sphincter was treated by this stimulator and the result was satisfactory.

Discussions were made on stimulating effects to pelvic muscles, effective stimulating period and indication of electric stimulation.

尿失禁を訴える女性について、骨盤底の筋肉群の電気刺激が尿失禁の治療に用いられ、しばしば好結果が得られることが報告されている (Caldwell et al., 1965; Alexander and Rowan, 1966, 1968; Hopkinson and Lightwood, 1967; Alexander et al., 1970; Harrison and Paterson, 1970). この電気刺激の目的のための電極の装着法としては、体内への埋め込み電極 (Caldwell et al., 1965), 肛門に挿入する法 (Hopkinson and Lightwood, 1967) および膣内にペッサリー型電極を挿入する方法 (Alexander and Rowan, 1968) などがある。操作が簡便であって、尿道にもっとも近い位置から刺激を送るという点では、ペッサリー型電極がもっともすぐれているものと考えられる。電気刺

激装置の電極部分として、ペッサリーを利用することは、まったくすぐれた着想であって、これによって、適切な症例を選択すれば、体外電極による尿失禁の治療の可能性が開かれたものといえることができる。

われわれは電極部分としては Alexander and Rowan (1968) のペッサリー電極にならい、回路部分に新たにくふうを加え、安価に入手でき、安全に使用できる装置を試作し、実際に使用して効果のあることを確かめたので報告する。

装 置

本装置は本体部および電極部によって構成される。本体部は名刺箱大のケースに収容されており、電極接続コネクタ、出力レベル調整器、パワースイッチが

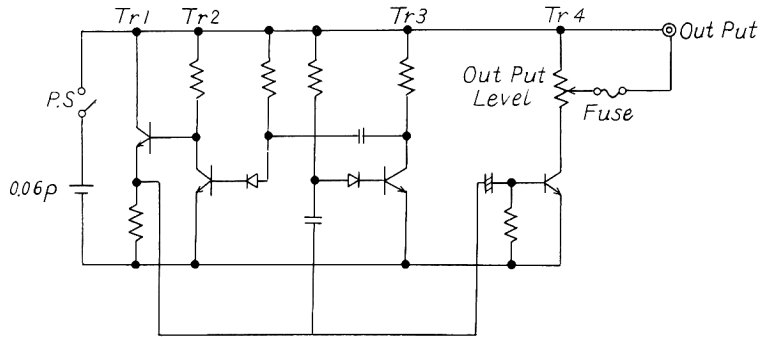


Fig. 1 Electric circuit of the electric stimulator. This electric circuit is contained in a small size case. Electrode connector, output level controller and power switch are put on the outside of the case. Tr_1 - Tr_3 are freerun multi vibrator. Frequency 20 HZ. Pulse duration 1 msec. Output power is recieved by Tr_4 and output power is changeable from 0 volt to 9 volt by output level controller.

外部に出ており、外からコントロールできる。この回路を Fig. 1 に示す $Tr_1 \sim Tr_3$ が非安定マルチバイブレータであり、くりかえし 1 秒間 20 サイクルの周波数、パルスデュレーション 1 msec で発振している。この出力を Tr_4 で受け、出力レベル調整器により 0 ボルトから 9 ボルトまで変化することができる。またなんらかの影響で過大電流が流れた場合の保護装置として、5 mA fuse が出力回路に挿入されている。電極部は Fig. 2 に示すように、中型ペッサリー (size 67.5 m/m) の中心部ゴム膜をはずし、リング部分に約 120° の角度で銀板を取り付けた。銀板からの線はリング内部を通り、出力コネクタージャックへと接続されている。電極間出力波形は Fig. 3 に示す波形となる。

装置全体の外観は Fig. 4 のようである。患者は本

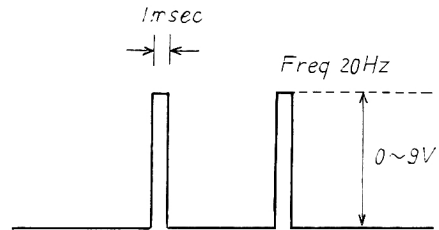


Fig. 3 Stimulating wave-form.

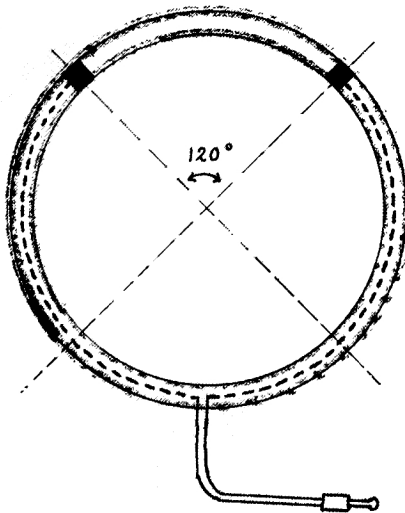


Fig. 2 Pessary type electrode.

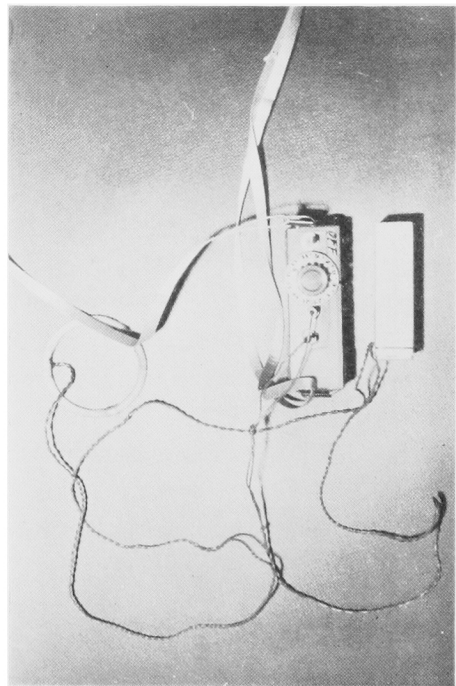


Fig. 4 External aspect of stimulating apparatus. A pack of cigarettes is on the right side.

体部分を肩からつるすか、または着衣のポケットに入れて使用することができる。本装置は、現在では、日本光電株式会社大阪支店から入手することができる。

症 例

36才の女子、会社員

主訴：急迫尿失禁

既往歴：20才のとき虫垂切除術を受けた。26才と29才のとき出産、第1回の出産については異常なし。第2回の出産はとくに難産ではなかったが、一卵性双生児であった。この出産後に腎盂腎炎に罹患し、難治であったという。29才のとき卵管結紮術を受けている。

現病歴：29才の分娩後から、階段の昇降時、咳嗽時および走行時などにかなりの量の尿がもれるのに気づいた。尿意にはとくに異常はないが、尿意を自覚するとすぐに尿がもれはじめ、2時間も排尿をこらえたと下着がぐっしょりぬれる。最近は年来ひどい脱肛に悩み、とくに冬期は疼痛と出血がひどい。1968年以来、急迫尿失禁に対して某国立病院泌尿器科で治療を受けていたが著効なく、1970年9月1日当科を受診した。

現症：体格中等度の女子、胸腹部に理学的に異常なく、腎臓は左右とも触れず、圧痛もない。肛門の緊張性はいちじるしく弱く、意識的収縮もはなはだ弱い。とくに神経学的異常を認めない、下肢の知覚、運動および反射に異常を認めない。

検査成績：血液、血液化学、肝機能、尿および尿沈渣所見では、それぞれ異常を認めない。排泄性腎盂撮影では造影剤の排泄良好で、上部尿路にとくに異常所

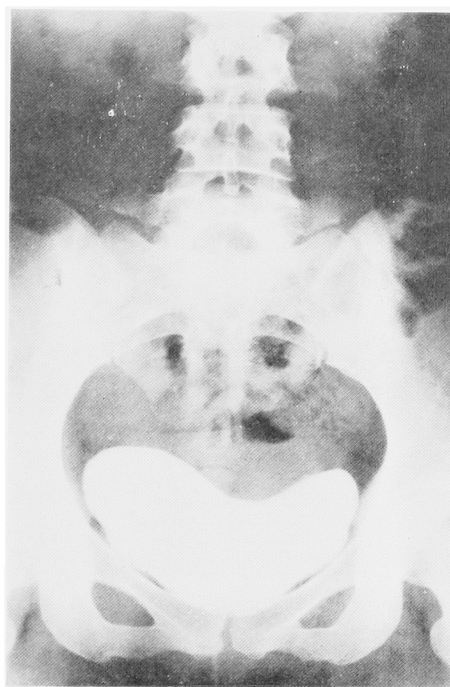


Fig. 6 Retrograde cystogram, upright position.

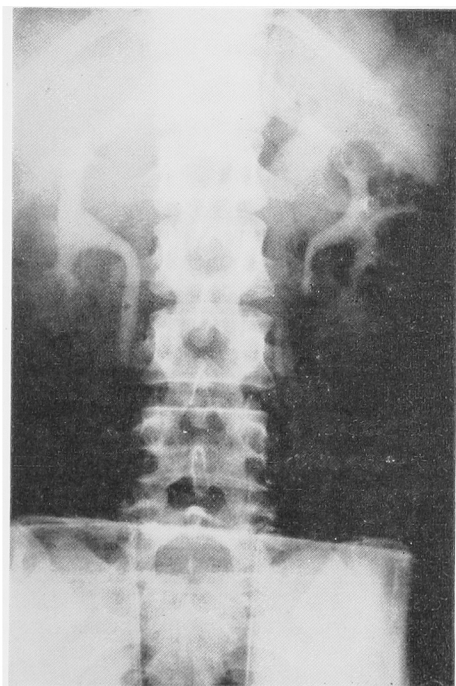


Fig. 5 Excretory pyelogram.

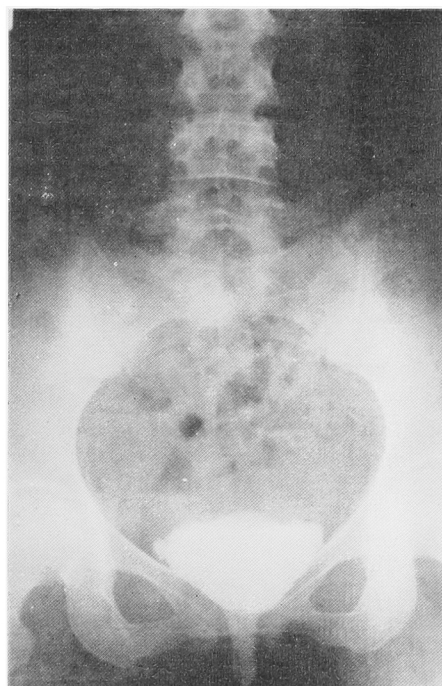


Fig. 7 Voiding cystourethrogram.

見を認めない (Fig. 5). 逆行性膀胱撮影では、膀胱底部の著しい下降を認める。膀胱底部のこの下降は蓄尿状態 (Fig. 6) で排尿時 (Fig. 7) とほぼ同程度の下降状態となっている。蓄尿状態および排尿時とも膀胱尿管逆流現象は認められなかった。膀胱内圧検査成績で

は、膀胱内容 320 cc で最小尿意を訴え、このときの膀胱内圧は 12 mmHg であった。膀胱内容 600 cc で最大尿意を訴え、このときの膀胱内圧は 20 mmHg であった。この最大尿意のときに排尿をこころみさせたときの最高意識圧は 38 mmHg であった。膀胱内圧検

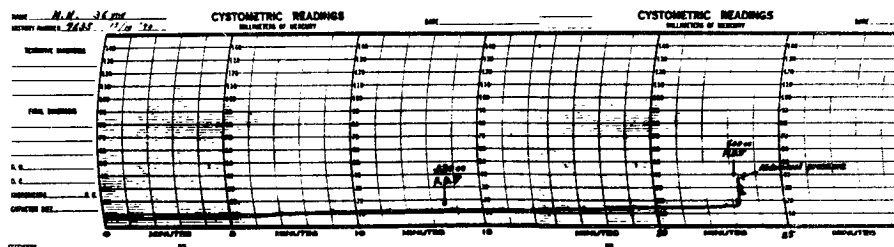


Fig. 8 Cystometrogram
FDV: first desire of voiding 320 cc, 12 mmHg
MDV: maximum desire of voiding 600 cc, 20 mmHg
38 mmHg by abdominal pressure

査成績はやや低感受性膀胱の傾向にあった (Fig. 8).

筋電図検査成績では、下肢については前脛骨筋、腓腹筋ともに、とくに異常を認めない。尿道横紋筋について経腔的に検査した成績では、膀胱充満時にはスパイク発頻度の反射的増加が、わずかに認められるが、その頻度は、いちじるしく少ない。排尿中断運動時には、電氣的静止状態にあり、この患者では随意的な排尿の中断が不能であることがわかる。

治療経過：上記の検査成績にもとづき、膀胱外括約筋の収縮性の回復の目的で、上述の電気刺激装置を装着した。子宮腔部をペッサリーの円内に嵌入するようにして電極を腹側に向け、尿道と膀胱頸部が二つの電極の間にくるようにして装着し、装置の本体は肩からつるすようにした。患者は刺激電圧の最大値9ボルト以上で下腹部の軽度の痛みとビリビリするような感覚を訴えたが9ボルト以下の電圧ではまったく苦痛を訴えることはなかった。日常の刺激電圧を2ボルトと定めて使用することとした。この日常の使用電圧の決定は、まったく試みに決定したものであるが、この患者についてはこの電圧でじゅうぶんであった。電気刺激装置を装着した直後から急迫尿失禁は認められなくなった。9階までの階段の昇降にも失禁を認めず、咳嗽などのさいの失禁も認められなくなった。試みに、全力で両足の跳躍運動をおこなったところ、跳躍運動の3回目ぐらいで、軽く下着がぬれるのを自覚した。刺激電圧を5ボルトにして跳躍運動をおこなうと、跳躍の4回目ぐらいにやはり失禁のあることを自覚した。刺激電圧を2ボルトにして日常すべての家事をおこなったところ、まったく急迫尿失禁は認められなか

た。就寝時は電気刺激装置を使用せず、昼間のみ使用することとしたところ1個の電池で2日間装置の使用が可能であることがわかった。ペッサリー電極を装着したままで、本体部分のみを取りはずし、そのまま入浴が可能であり、入浴後ふたび連続使用して支障がなかった。電極装着後12日目に、いったん電極を取り去り経過を観察した。このとき、患者は年来悩んでいた脱肛が治癒していることに気がついた。使用中止後7日間は、ひきつづき急迫尿失禁を認めることなく経過していたが、8日ないし10日目ごろから走るときに失禁が認められるようになり、日時の経過とともに、ふたび急迫尿失禁の程度が強くなるに至った。使用中止後の2週間目にふたび電気刺激装置を装着することとした。

電気刺激装置使用後の検査成績：電極装置後の骨盤単純撮影像は Fig. 9 のようである。電気刺激中に排尿を試みた場合、いちじるしい膀胱底部の下降を認めるにもかかわらず、排尿が不能であった (Fig. 10)。しかし電気刺激を断てば直ちに排尿が可能であった (Fig. 11)。膀胱頸部より尿道全体の運動状態を筋電図によって確かめた。この目的のためには、16号のバルーンカテーテルのバルーンの直下に極間距離5mmの電極をつけた双極表面電極を作成し管内的に膀胱頸部から尿道の筋運動を筋電図に記録した。膀胱頸部より尿道末端までの部分について記録した筋電図 (Fig. 12) では、それぞれの部分で、よく刺激に対応した収縮状態が観察された。とくに尿道遠位部における収縮状態は、経腔的に記録のできる尿道横紋筋の筋電図の生理的な膀胱充満時の筋電図に類似した状態となって

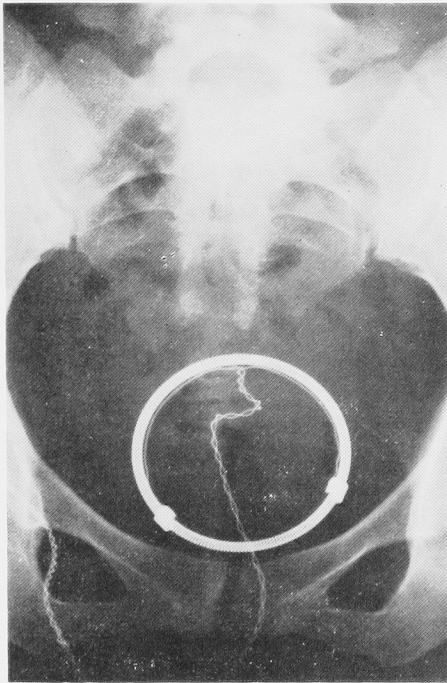


Fig. 9 Plain film when pessary electrode was inserted.



Fig. 11 Voiding was seen immediately after interruption of stimulation.

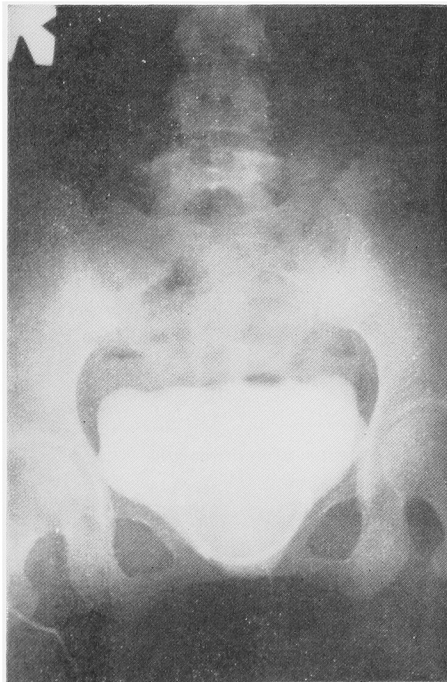


Fig. 10 No voiding was seen during stimulation, though marked descending of the bladder base was seen.

いた。

考 按

(1) 電気刺激装置の骨盤底の筋肉群におよぼす効果について

会陰部の経皮的な電気刺激でも肛門および会陰部の筋肉が収縮することが確かめられている (Vincent, 1968). 泌尿生殖器隔膜に電極を置いた動物実験では、じゅうぶんな尿道内圧の上昇が電気刺激の結果獲得される (Alexander and Rowan, 1966). 恥骨後部からはいって、骨盤底部に電極を埋没する方法では、電気刺激の結果、膀胱頸部および骨盤底部が上昇し、肛門が緊縮することが観察されている (Caldwell et al., 1968). ベッサリー型電極を用いる方法では、一対の電極を腹側に向ける場合にもっとも効果があって、刺激中会陰部の筋肉群の収縮と肛門の緊縮が認められる。さらに刺激中に膀胱鏡的に膀胱頸部の収縮が認められている (Alexander et al., 1970). 電極を腹側に向ける場合の効果について Alexander ら (1970) は pubococcygeus muscle がもっとも強く刺激され、さらに付近の陰部神経が刺激されることにより会陰部の筋肉、肛門および尿道近位部が収縮するのであろうと述べている。われわれの症例では、電気刺激中の筋電図検査で、膀胱頸部より尿道遠位部までに一様な収縮

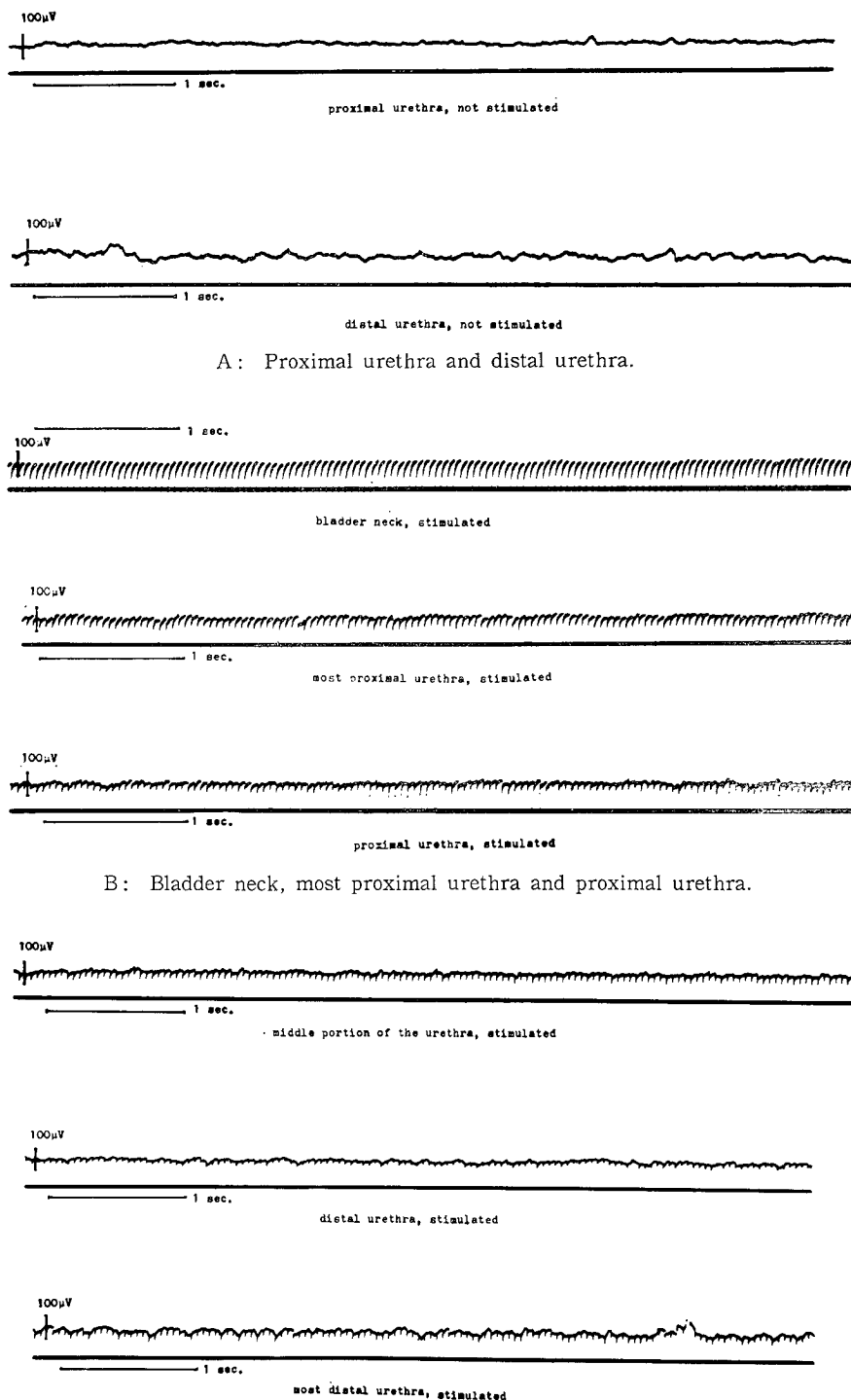


Fig. 12 Electromyogram of bladder neck and urethra: recording by intracanalicular bipolar electrode.

A: before stimulation. B, C: during stimulation.

が認められている。さらに肛門の緊縮が認められる。このような骨盤底の筋肉群に対する総合作用の結果が年来続いた脱肛の治癒とも結びつくものと考えられる。

以上の結果から ペッサリー型電極を用いる場合でも、電気刺激の結果は膀胱頸部から尿道全体におよんで収縮性の効果をおよぼすものであり、その効果は骨盤底の筋肉群全体におよぶものと考えられる。そして、この効果を期待して電気刺激装置を使用する場合、とくに女子では、手術によって体内に電極を埋め込む必要はないように考える。

この電気刺激が他の筋肉群におよぼす影響については、ペッサリー型電極の場合は閉鎖神経支配領域の筋肉の収縮をひき起こすことがないと報告されているが (Alexander et al., 1970), われわれの症例では、電極を正しく腹側に向けず、横方向に傾けた場合、その側の大腿内面にひきつるような感覚を訴えた。Caldwell ら (1968) は埋め込み電極の場合に、下腿や足指に異和感を訴える場合があることをしているが、ペッサリー電極の場合にはこのような事実はない (Alexander et al., 1970; Harrison and Paterson, 1970)。

(2) 電気刺激装置の装着期間について

われわれは装置使用後12日目にいちど装置の使用を中止したが、その後7日間は急迫尿失禁を見ることなく経過した。埋め込み電極を用いた Caldwell らの報告 (1968) でも電気刺激中止後しばらくは急迫尿失禁を見なくなる症例があることが述べられており、31例中わずか1例ではあるが、中止後8ヵ月にわたりまったく急迫尿失禁を認めなくなった症例が報告されている。Alexander らの報告 (1970) でも同様な好結果を得た症例が2例 (18例中2例) 記録されている。このような点からは、電気刺激装置は、単なる膀胱外括約筋の電気刺激装置である以上に、後に述べるような意味での陰部神経の不完全損傷に対して治療的に働く場合があるものと考えられる。このような事実から、ペッサリー型電極は、いったん装着したら永久に装着するのではなくて、ときどきとりはずして経過を観察することが必要なものと考えられる。

われわれは医師が電極の着脱をおこなっているが、Harrison and Paterson (1970) は、患者自身でペッサリー型電極の着脱ができるように指導することができるとして、その目的のためには Hodge pessary が ring type よりすぐれていると述べている。

(3) 電気刺激装置使用の適応について

電気刺激装置をどのような症例に対して使用すべきかという適応の決定については、まだ明らかにされて

いない

埋め込み電極による電気刺激をおこなうための患者の選択について、Caldwell ら (1968) は、(1) 大きな解剖学的な異常のないもの、(2) 以前におこなわれた手術 (例えば、Marshall Marchetti 法または Aldridge 法) などが禁忌でなかったもの、(3) はっきりした急迫尿失禁を有する患者、(4) 基本的な原理を理解できる患者、などを挙げている。Harrison and Paterson (1970) は、あらかじめ試験的刺激として Caldwell (1967) と同じく会陰部に針電極を刺入して電気刺激をおこない、その効果を確かめたのちにペッサリー電極を装着している。その結果、正常の膀胱内圧曲線を示し、この試験刺激で会陰部の筋肉の強力な収縮が認められるものがよりよい結果を示したとしている。さらに急迫尿失禁に対する標準的な手術で少なくとも75%の治癒が期待できるのに対し、電気刺激の場合は、装置を継続して使用する必要があり、使用を中止して治癒を期待できる可能性が非常に少ないから、手術の治療が原則的な治療であって、電気刺激装置は手術が失敗に終わった場合、あるいは手術が禁忌である場合に適応であると述べている。

われわれは電気刺激装置を使用する目的をつぎのように考えている。膀胱外括約筋群は、正常状態では、膀胱に尿が充満するにつれて、その収縮活動が増加し、排尿中あるいは膀胱が空虚な状態では弛緩状態にある (中新井・ほか, 1969) この膀胱外括約筋の反射的収縮が不完全な場合は急迫尿失禁が起りやすい状態であって、この状態は筋電図検査で知ることができるが、電気刺激装置はこの状態に用いて、膀胱外括約筋群の生理的な運動性の欠如を補うことを目的としている。そのために電気刺激装置使用の適応の決定には膀胱外括約筋の筋電図検査をおこなうことが望ましいと考える。そして陰部神経損傷あるいは膀胱外括約筋の萎縮などの所見のある場合が適応になるものと考えられる。このような治療上の原理から考えて、このような場合は、電気刺激装置使用中が治療効果を得ている状態であって、治療を中止したのちに急迫尿失禁が永続的に治癒できるかどうかという問題は、そのような症例をどのようにして選択できるか、あるいはその病態はどのようなものかなどについてさらに詳細な神経学的な分析が必要となるものと思われ、また別の新たな課題に属する。

Alexander ら (1970) は電気刺激は、骨盤底の筋肉に電氣的にひきおこされる収縮が、膀胱壁の収縮に反射的に抑制的に働くことにより、神経因性膀胱の場合の抑制不能の利尿筋収縮を抑制して失禁を改善すると述べている。この点については、われわれは同意で

きない成績を経験している。46才の胸髄の neurolem-moma の摘除術後で、自動性膀胱（反射性膀胱）の状態にある患者に対してペッサリー型電極による電気刺激装置を用いたが、この患者の反射的排尿を抑制することはできなかった。この症例では膀胱容量 70 cc ないし 100 cc で抑制不能の反射的排尿が見られるが、内容 60 cc 程度のときの尿道横紋筋の筋電図では、ほぼ正常頻度のスパイク発射が認められていた。

この事実から、この電気刺激装置による尿の禁制は、神経因性膀胱機能障害のうち、抑制不能の反射的排尿に対して、この排尿を抑制できるほど強力なものではないように思われる。

結 語

女子の急迫尿失禁の治療に使用する目的でペッサリー型電極を有し、電気刺激の発生回路に新しいくふうを加えた膀胱外括約筋電気刺激装置を国産化した。この装置は 9 ボルトのトランジスタラジオ用の電池 1 個で 24 時間の連続使用が可能であり、着衣のポケットに入れて使用することができる。

この装置を、膀胱外括約筋の反射的収縮運動が不全麻痺状態にある 36 才の急迫尿失禁を訴える婦人について使用し、著効を得た。

この電気刺激装置による刺激が骨盤底の筋肉におよぼす影響、この装置の使用期間および電気刺激装置使用が適応となる場合について考察

した。

（本論文の要旨は 1971 年 2 月 20 日、第 55 回日本泌尿器科学会関西地方会において口演発表した。）

参 考 文 献

- 1) Alexander, S. and Rowan, D.: Brit J. Surg., 53: 1053, 1966.
- 2) Alexander, S. and Rowan, D.: Lancet, 1: 728, 1968.
- 3) Alexander, S., Rowan, D., Millar, W. and Scott, R.: Brit. J. Urol., 42: 184, 1970.
- 4) Caldwell, K. P. S., Flack, F. C. and Broad, A. F.: Lancet, 1: 846, 1965.
- 5) Caldwell, K. P. S.: Annals of the Royal College of Surgeons of England, 41: 447, 1967.
- 6) Caldwell, K. P. S., Cook, P. J., Flack, F. C., James, E. D. and Eng, C.: J. Obstet. Gynaec. Brit. Cwlt., 75: 777, 1968.
- 7) Harrison, N. W. and Paterson, P. J.: Brit. J. Urol., 42: 481, 1970.
- 8) Hopkinson, B. R. and Lightwood, R.: Brit. J. Surg., 54: 802, 1967.
- 9) 中新井邦夫・竹内正文・桜井 昴・栗田 孝
高橋香司：泌尿紀要, 15: 611, 1969.

(1971 年 1 月 16 日受付)