

膀胱外括約筋電気刺激装置の適応の拡大： 皮膚表面電極を有する膀胱外括約筋電気 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
園 田 孝 夫

TREATMENT OF URINARY INCONTINENCE BY ELECTRIC STIMULATOR WITH SKIN SURFACE ELECTRODES AND PESSARY ELECTRODES

Kunio NAKAARAI and Takao SONODA

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

Tightening effect of the external vesical sphincter was obtained by electric stimulator with surface electrodes. A pair plate electrodes was put on the skin surface above the pudendal nerve just medial of ischial tuberosity.

This new type stimulator is available for both surface electrodes and pessary electrodes by 22.5 volt battery.

Stimulating effects of twenty cycle per second of ten to twenty voltage were studied by EMG of external vesical sphincter.

Surface electrodes and pessary electrodes were applied to eight cases of urinary incontinence including five cases of neurogenic bladder dysfunction and three cases of stress incontinence after delivery. Satisfactory results of tightening of external vesical sphincter produced by electric stimulation of pudendal nerve trunk were reported.

膀胱外括約筋の運動不全状態を回復し、腹圧性尿失禁の治療の目的に用いるペッサリー型電極を有する膀胱外括約筋電気刺激装置についてはさきに報告した（中新井・ほか，1971）。しかしペッサリー型電極は男性には使用できないし、女子の場合も使用は簡便であるとはいえず、心理的な負担もある。体表面に直接電極をおいて、電気刺激装置により有効な外括約筋の緊縮状態を獲得できればもっとも望ましい。そうなれば、電極を下着にとりつけることにより男女両方に使用できる膀胱外括約筋電気刺激装置となるはずであり、必要に応じてペッサリー型電極とも交換できる。著者はさきに報告した刺激

装置を改良し、体表面に電極をおく刺激装置を試作し、男女両性の尿失禁に効果をあげることができたので、その装置 および 経験を 報告する。

装置および電極について

(1) 陰部神経の走行について

陰部神経は骨盤外で梨状筋下孔の内側端を通り臀部外側に現われ、坐骨棘の後方をまわり、仙棘靱帯の後方、仙結節靱帯の前方を通り、坐骨結節のすぐ内側を通る。坐骨結節の内側において、もっとも皮膚表面からの距離が短い。この部分では陰部神経は2ないし3の神経束に分かれて存在していることが多い（Bors and Comarr, 1971）とはいえ、肉眼的にもはっきり

認められる神経幹として存在する。上肢および下肢の誘発筋電図を検査するときに、神経の経皮的刺激によって筋肉に収縮をひきおこすことは日常よくおこなわれているのだから、坐骨結節内側の陰部神経上の皮膚に電極をおいて電気刺激をおこなえば、陰部神経によって支配されている筋肉群の収縮をひきおこすことが可能であろうと考えられる。この考えで、坐骨結節内側の皮膚上に一対の皿電極を置き、この電極を通じて電気刺激をおこなった。健康者でも、脊髄損傷患者でも、電気刺激に対応した1対1の収縮が、膀胱外括約筋の筋電図に認められる (Fig. 1)。

(2) 電極と刺激装置について

電極としては脳波用の皿電極を用いることとし、電極間の距離は、両極が接触しない範囲で、できるだけ接近しておくこととした。電極のリード線は市販のマジックテープにはさみ、あらかじめ計測した下着の坐骨結節内側の位置に電極を縫いつけた (Fig. 2)。つまり患者が下着をつけているかぎり電極は坐骨結節内側の皮膚に接していることになる (Fig. 3)。電極には、使用の最初だけ電極糊をつけることにしたが、この糊の使用は、最初に下着を身につけるときにのみ必要で、その後は適当な皮膚の湿度によって、電極の乾燥は考慮する必要がないことがわかった。

刺激装置の本体は、さきに報告した膀胱外括約筋電気刺激装置とまったく同様である。とくに電気的回路については同様であるが (中新井・ほか, 1971)、電気的出力については、経皮的な刺激であって、筋肉をこえて刺激するために、ペッサリー型電極の場合よりはより大きな刺激電圧が必要であると考えて、22.4ボルトの乾電池を電源として用いることとした。すなわち、この刺激装置は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、出力は0ボルトから22.4ボルトまで可変であり、経皮的電気刺激にもペッサリー型電極にも、ともに使用できるようになっている。刺激装置の本体はタバコ1箱大の大きさであり着衣のポケットに入れて携帯することができる。この経皮的刺激用の電極をペッサリー型電極と区別する意味で下着型電極と呼ぶ。

症 例

3例の成人男子の脊髄損傷、1例の成人女子の脊髄損傷、1例の小児の脊髄・脊髄膜脱出手術後、3例の出産後に発生した腹圧性尿失禁の計8例について検討した。神経損傷に起因する5例については Table 1 に要約した。

(1) 神経損傷に起因する尿失禁の症例

各症例の概略を以下に簡単にしるす。

症例1, 23才の男子。

1964年腰椎の椎間板ヘルニアの手術を2回にわたって受け、そのご両下肢の疼痛はなほだしく、1970年5月第5腰椎の椎弓切除術を受け、その手術のさいに第1仙椎以下の馬尾神経の癒着に対して剥離がおこなわれた。その手術後から、尿意および便意の消失、排尿困難、腹圧性尿失禁などを認めるに至った。排尿訓練は患者自身によって根気よくおこなわれ、時間を定めて腹部を圧迫し、腹圧を加えて排尿しているが、この排尿後に、残尿は10 cc 程度となる。しかし走るとき、階段の昇降には相当の尿失禁があり、また夜間遺尿があり、患者はつねにコンドーム型採尿器を使用している。

神経学的には両側アキレス腱反射の消失、両側膝蓋腱反射の低下、意識的な肛門の緊縮運動の不能、右下肢でつまさきだちができない、などの所見があり、陰茎と陰囊の下半から会陰部にかけて、触覚および痛覚の麻痺がある。

筋電図検査成績では、左下肢については、ほぼ正常であるが右下肢については、長腓骨筋に安静時に細動電位が認められ、前脛骨筋および長腓骨筋ともに意識的運動にともなう電気的活動の減少が著明であるなどの末梢神経損傷の所見が認められる。

球海綿筋の筋電図では、膀胱空虚時には電気的静止状態にあるが、膀胱に尿が貯留するにつれて200 μ V 前後のスパイクが散発的に認められ、下腹部の充満感を訴えるにいたってもスパイク発射の頻度はいちじるしくすくない (Fig. 4)。排尿中には逆にわずかにスパイク発射の頻度が増加し、排尿中にもスパイク発射が消えることがない。排尿中断運動では、同様にスパイク発射の頻度はいちじるしく少ないが、膀胱充満時よりもやや増加したスパイク発射が認められる。下肢の変化とあわせて馬尾神経部分での損傷と考えられる。

膀胱内圧検査成績では、膀胱内容の増加にともなって、膀胱内圧はじょじょに上昇し、250 cc の内容で56 mmHg にいたるが、全体としてとくに反射的収縮を認めることはない。またこの量のときに下腹部の充満感を訴えている。

レントゲン検査成績では、腎盂撮影には異常を認めない。膀胱尿道撮影では肉柱形成のいちじるしい縮小した膀胱で、後部尿道と膀胱底部の下降が著明で、後部尿道と膀胱の作る角度がまったく消失して一線となっている (Fig. 5)。

この患者では、排尿中に外括約筋に散発的な収縮活動が認められるが、腹圧によって残尿が10 cc の状態まで排尿することが可能であるので、實際上、排尿中

Table 1. 神経損傷に起因する尿失禁の症例のまとめ

No.	症 年令	例 性	主 訴	病 歴	受診時の排尿状態	膀胱内圧検査	麻 痺 状 態	下肢EMG	膀胱外括約筋EMG	処 置	効 果
1	23	男	尿失禁, 尿意消失	椎間板ヘルニア術 後, 馬尾神経癒着 剥離手術後1年	腹部圧迫および腹 圧による排尿, そ れ以外にコンド ム型採尿器, 残尿 10cc	自律性膀胱	陰茎陰囊の下半か ら会陰部痛覚麻痺 両側膝蓋腱反射お よびアキレス腱反 射低下, 肛門緊縮 運動不能, 右下肢 つまさきだち不能	左下肢はば 正常, 右下 肢末梢神経 損傷の所見	膀胱充滿時および 排尿中断運動時に 電氣的活動低下, 排尿中にスパイク 散発	下着型電極による 電気刺激装置	尿失禁を認 めず
2	23	男	尿失禁, 尿意消失	脊髄腫瘍摘除術後 6年	腹部圧迫および腹 圧による排尿, そ れ以外におむつ, 残尿 20cc 前後	自律性膀胱	両足外側方, 肛門 周囲, 会陰部の痛 覚麻痺, 両側膝蓋 腱反射, アキレス 腱反射正常, 両下 肢つまさきだち不 能, 肛門緊縮運動 不能	両下肢末梢 神経損傷の 所見	膀胱充滿時, 排尿 中断運動時とも電 氣的静止状態	下着型電極による 電気刺激装置	尿失禁を認 めず
3	9	男	尿失禁, 尿意消失	5才脊髄, 脊髄膜 脱出に対する手術	腹部圧迫および腹 圧による排尿, そ れ以外におむつ, 残尿 10cc 以下	自律性膀胱	陰囊下半から会陰 部肛門周囲痛覚麻 痺, 両側膝蓋腱反 射およびアキレス 腱反射正常	正 常	膀胱充滿時, 排尿 中断運動時とも電 氣的静止状態	下着型電極による 電気刺激装置	尿失禁を認 めず
4	63	女	尿失禁, 尿意消失	1955年脊椎迂り症 の診断, 放置, 19 71年手術, 第12胸 髓以下の癒着性ク モ膜炎, 1953年以 来尿意消失と尿失 禁	おむつを常用	反射性膀胱	第3腰髄節ないし 第5腰髄節痛覚低 下, 第1仙髄節支 配以下痛覚麻痺, 両下肢つまさきだ ち不能, 肛門緊縮 運動不能	両下肢末梢 神経損傷の 所見	膀胱充滿時, 排尿 中断運動時とも電 氣的活動の減少, 意識的排尿のさい は高振幅のスパイ ク頻発	第2, 第3, 第4 仙骨孔内仙骨神経 遮断(10%フェノ ール), その後ベ ツサリー型電極に よる電気刺激装置	夜間1回排 尿すれば遺 尿, 尿失禁 なし, 昼間 の尿失禁な し
5	23	男	尿失禁, 尿意消失	1970年8月以来歩 行不能と排尿困難 および尿失禁	おむつを常用	反射性膀胱	第10胸髄節支配以 下痛覚麻痺, 両下 肢痙性麻痺			第2, 第3, 第4 仙骨孔内仙骨神経 遮断(10%フェノ ール),その後下着 型電極による電気 刺激装置	尿失禁を認 めず

にわずかに認められる外括約筋の収縮が排尿困難の原因とはならない。これに対して膀胱充満時における外括約筋の反射的収縮の不全状態と膀胱底部のいちじるしい下降の状態が、尿失禁の原因となると考えられるので、尿の禁制における外括約筋の収縮性を陰部神経の電気刺激によって回復する目的で、皿電極を、さきにしるした坐骨結節内方の陰部神経にもっとも近い皮膚上において、1秒間20サイクル、10ボルトの刺激を加えたところ、その刺激に対応して球海綿筋に著明な反応性収縮が認められた。この結果から、この症例については、下着型電極による電気刺激をおこなうこととした。この装置の使用直後から、昼間の尿失禁はまったく消失した。使用開始後2日間は、夜間にわずかに下着がぬれることがあったが、3日目からはまったく認められなくなった。患者は本装置を連続して使用することとし、3日間に2コの電池を必要とした。この装置の使用開始後4カ月の現在では、尿失禁はまったく認められない。また4カ月後には昼間の使用をおこなわず、夜間のみ使用することとしている。排尿訓練の習熟とあいまって、昼夜間の失禁はまったくないし、装置使用中でも、電源スイッチを切ることにより排尿はまったく容易におこなうことができ、排尿困難は増加していない。

装置使用後4カ月目の膀胱尿道撮影では、なお膀胱底部の下降が著明で、装置の使用前の所見と比較して本質的な差異は認められない (Fig. 6)。

症例2, 23才の男子。

2才のときに小児麻痺に罹患している。1965年1月脊髄腫瘍の診断で腫瘍の摘除手術を受けた。その腫瘍はcholesteatomaであった。その手術後も左下肢のしびれ感、肛門周囲の知覚脱失などが残り、2回にわたって椎弓切除術を受けている。最終の手術は1971年2月5日におこなわれ、この手術のあとから大小便の失禁状態が認められるに至った。尿意はなく、尿がたまるとつれて下腹部の膨満感のみを訴える。この手術のあと1971年4月に当科を訪れるまでおむつを用いている。なお排泄物が大便であるか尿であるかはおむつを見るまでわからない。おむつは昼10回交換している。なお4年来陰茎の勃起がない。

神経学的には、アキレス腱反射、膝蓋腱反射とも正常、病的反射は認めない。下肢の筋力については両下肢ともつまさきだちができてくいが、とくに左下肢にいちじるしい。左下腿に筋萎縮の所見が著明である。両足の外側と、肛門周囲から会陰部にかけて触覚と痛覚の麻痺が認められる。肛門の緊張性は弱く、意識的

な肛門の緊縮運動はまったく認められない。球海綿反射は消失している。

筋電図検査成績では、前脛骨筋および長腓骨筋の筋電図には、安静時の電氣的静止状態、随意的収縮運動時の電氣的活動の低下などの所見がある。

球海綿筋の筋電図では、膀胱充満時および排尿中断運動時ともまったく電氣的静止状態にある。陰部神経損傷の所見であるが、下肢の筋電図の末梢神経損傷の所見とあわせて馬尾神経損傷としての特徴をそなえている。

膀胱内圧検査成績ではいちじるしい低緊張性、低感受性型の内圧曲線である (Fig. 7)。患者は300ccの内容量のとき下腹部の充満感を訴えるが、その後もつよい尿意を訴えることなく、内容量750ccにいたって最大の腹満感を訴えるが、このときの膀胱内圧は10mmHgである。このとき腹圧を加えて50mmHgまでの膀胱内圧の上昇が可能であった。

レントゲン検査成績では、腎盂撮影には異常を認めない。膀胱尿道撮影では (Fig. 8)、立位における膀胱底部の下降が認められるが、あまりいちじるしいものではない。むしろ膀胱壁はじゅうぶんな緊張性を保っているようにみえる。後部尿道と膀胱底部の作る角度は正常範囲にたもたれているが、膀胱頸部から近位部尿道へかけて扇状の軽度の拡張が認められる。この結果、膀胱撮影および膀胱尿道撮影からは、尿失禁および神経因性膀胱を考えさせる積極的な所見はみられない。

これらの結果から、陰部神経の経皮的電気刺激を、坐骨結節の内方で皿電極によっておこなった。1秒間20サイクル、10ボルトの電気刺激を加えると、この刺激に対応する収縮が球海綿筋に認められた (Fig. 9)。電圧を漸次上げていって20ボルト前後に達したとき陰茎の不完全な勃起が認められた (Fig. 10)。

このさいの勃起は、陰茎体がかたくなる形で認められ、陰茎亀頭部はやわらかいままにとどまり、あたかも持続性勃起症のさいの陰茎のごとくであった。このように陰部神経の電気刺激が、膀胱外括約筋の有効な収縮をひきおこすことが認められたので、尿失禁に対する治療として、下着型電極による膀胱外括約筋電気刺激装置を使用することとした。

装置使用の直後から尿失禁および大便の失禁は認められなくなった。階段の昇降はもとより、市中での普通人とまったく同様な行動のさいにも失禁は認められず、夜尿も認められなかった。患者は現在6カ月間装置を使用しているが、まったく尿失禁を認めず、快適な日常生活を送っている。

症例3, 9才の男子.

1965年, 3才のときに脊椎脊髄膜脱出に対する手術を受けた. その後, 尿失禁の状態をつづけている. 排尿訓練はじゅうぶんおこなわれており, 排尿は容易であり, 腹圧による排尿後にはほとんど残尿はないが, 排尿後1時間ないし1時間半で尿失禁が始まり, そのさいは歩行時にも尿失禁が認められる. 患児はおむつを使用している. 下肢の運動状態にはとくに異常はない.

神経学的には, アキレス腱反射および膝蓋腱反射は正常であり, 病的反射はない. 両足外側に触覚および痛覚の麻痺, 肛門周囲から会陰部にかけて触覚および痛覚の麻痺がある.

筋電図検査成績では, 下肢では前脛骨筋および長腓骨筋について左右とも正常である.

球海綿筋の筋電図では, 膀胱充満時および排尿中断運動時とも, 電氣的静止状態にあって, まったくスパイク発射を認めない. 陰部神経損傷の所見が明らかである.

膀胱内圧検査成績では膀胱内容 400 cc まで, まったく尿意を訴えず, 430 cc の内容にいたって, 下腹部の疼痛を訴えた (Fig. 11). このときの膀胱内圧は 24 mmHg であった. さらにこのとき腹圧を加えて 60 mmHg までの膀胱内圧の上昇が可能であった.

レントゲン検査成績では, 上部尿路には異常を認めないが, 立位における膀胱底部の下降および内容 150 cc 注入時の膀胱撮影で, 右尿管から右腎盂までの膀胱尿管逆流現象が認められる (Fig. 12).

この患者について, 陰部神経の経皮的電気刺激を, 坐骨結節内方で皿電極によっておこなった. この電気刺激に対応する収縮が球海綿筋に認められたので, 尿失禁に対する治療の目的で, 下着型電極による膀胱外括約筋電気刺激装置を使用することとした.

装置使用の直後から尿失禁はまったく認められなくなった. スイッチを切り, 電源を断つことにより排尿は容易であり, 排尿困難が増強するようすはなく, 残尿はほとんど認められなかった. 2ヵ月間の使用中, 運動会の徒競走, 遠足などでも失禁はまったく認められなかった.

症例4, 63才の女子.

1945年ごろから両下肢の脱力感あり, 1955年ごろから両下肢の筋力低下が急速に進行し, この年に第5腰椎の脊椎迂り症の診断を受けたが放置していた. 1956年ごろから尿意を自覚することがなくなり, 尿失禁を訴えるようになり, 最近にいたって尿失禁はますます

増強するにいたった. 排便は年来便秘傾向で失禁はない. 1971年7月1日に椎弓切除術を受けたが, そのさいの診断は癒着性クモ膜炎であった. この手術後も尿失禁の状態にはまったく変化がなかった. 排尿は年来おむつを使用している.

神経学的には, 第3腰髄節ないし第5腰髄節支配領域の触覚および痛覚の低下, 第1仙髄節ないし第2仙髄節支配領域の触覚および痛覚の麻痺がある. アキレス腱反射は両側とも低下している. 膝蓋腱反射は両側とも亢進している. 病的反射はとくに認められない. 両足ともつまさきだちができないが, 自力で歩行は可能, 階段の昇降は手をささえれば可能である.

膀胱内圧検査成績では, 測定の最初の膀胱内圧は 28 mmHg と緊張性の高い膀胱であるが, 膀胱内容 100 cc で, 抑制不能の反射的収縮が認められ, この収縮時に膀胱内圧は 54 mmHg に至る (Fig. 13A).

この反射性膀胱を自律性膀胱に変化させる目的で, 10%フェノールグリセリンによる第3, 第4仙骨孔内仙骨神経遮断術をおこなった. この直後から膀胱内容の増加に伴う膀胱の反射的収縮は認められなくなり, 膀胱の緊張性は低下し, 内容の増加に伴って膀胱内圧は徐々に上昇し, 内容 200 cc にいたり内圧 42 mmHg となり, このころから失禁が認められるにいたった (Fig. 13B). この状態で患者に腹圧による排尿訓練をおこなったが, いちじるしい排尿困難が認められた. そこで神経遮断の術後20日目に会陰横筋の筋電図検査をおこなった.

会陰横筋の筋電図では, 膀胱充満時には電氣的静止状態にあるが, 腹部を圧迫して排尿を試みるといちじるしい高振幅のスパイクが頻発する (Fig. 14). 陰部神経の損傷状態が認められるが, 排尿運動にともなって外括約筋がいちじるしい痙縮状態にあることが認められる. この痙縮状態を改善する目的で, 第2仙骨孔内で, 10%フェノールによる仙骨神経遮断をおこなった. これは陰部神経を遮断する目的でおこない, またすでに下肢の運動障害があり, 第2仙骨神経を遮断しても, 下肢の知覚, 運動の障害をこれ以上加重することはないと考えておこなった. 術後排尿は容易となり, 残尿はほとんど認められなくなったが, 急迫尿失禁および夜尿が残った. この状態に対してベツサリー型電極による膀胱外括約筋電気刺激装置を用いることとした.

この装置の装着後から, 昼間は時間を定めて排尿しているかぎり尿失禁は認められなくなった. 夜間は遺尿が残ったが, 夜間1回3時ごろに排尿することにより, 夜間の遺尿も認められなくなった.

症例5, 23才の男子.

1970年6月ごろから腰痛および側頭部痛があり, 走るときに転倒したり, 手すりをもたないと階段が上れないなどの症状があった. 同年7月末ごろから便秘および排尿困難があり8月にはいって歩行不能となり尿失禁状態となった. このころから尿意はまったく消失するにいたった. 以来1971年3月ごろまでバルーンカテーテルを留置していたが, それでもカテーテル周囲

より尿がもれることが認められた. そのためカテーテルを抜去し, 1971年7月に当科に入院するまでおむつを使用していた.

神経学的には, 第10胸髄節以下の痛覚の麻痺がある. 下肢は痙性麻痺の状態にあり, アキレス腱反射および膝蓋腱反射はいずれも亢進している. 肛門の緊張性はつよく, 球海綿反射にともなって著明な緊縮状態が認められる.

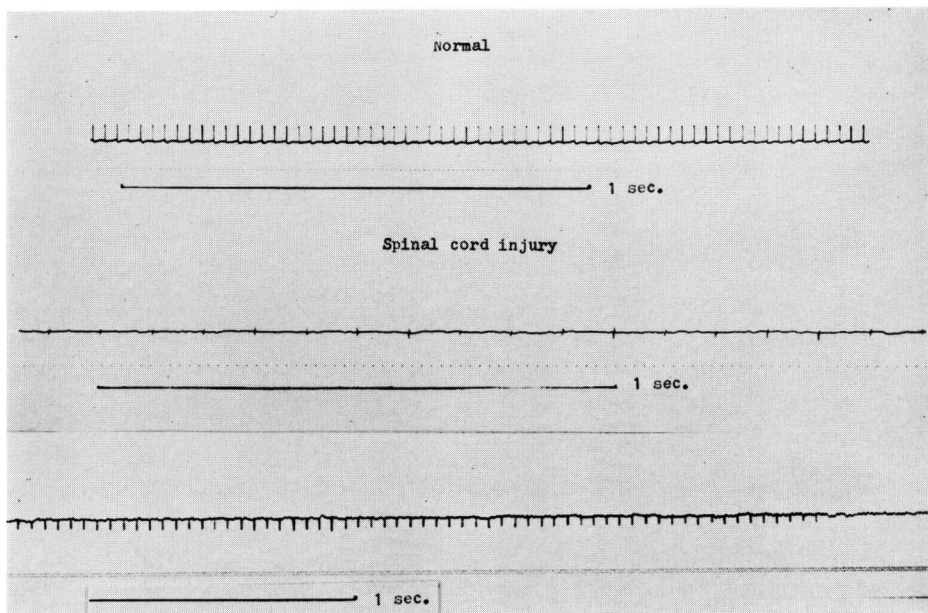


Fig. 1 坐骨結節内側の陰部神経上の皮膚表面に一对の皿電極を置き電気刺激をおこない, この刺激に反応する膀胱外括約筋の収縮を筋電図により記録した. 上段は正常者, 下2段は脊髄損傷患者. 上から下へそれぞれ40サイクル, 10サイクル, 20サイクルで刺激している.

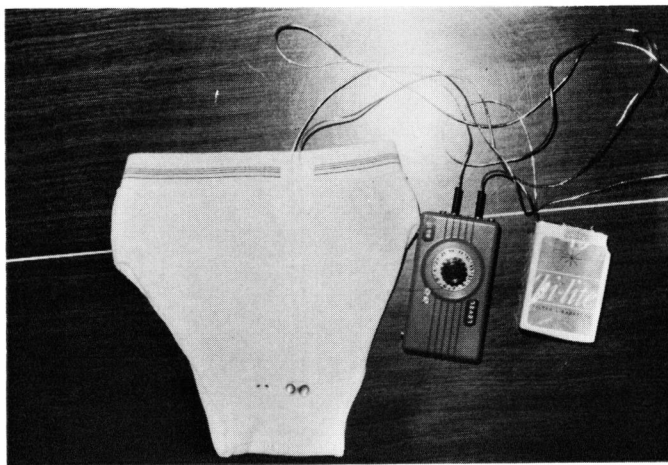


Fig. 2 下着型電極: 下着のあらかじめ計測した坐骨結節内側の位置に一对の皿電極を縫いつける.

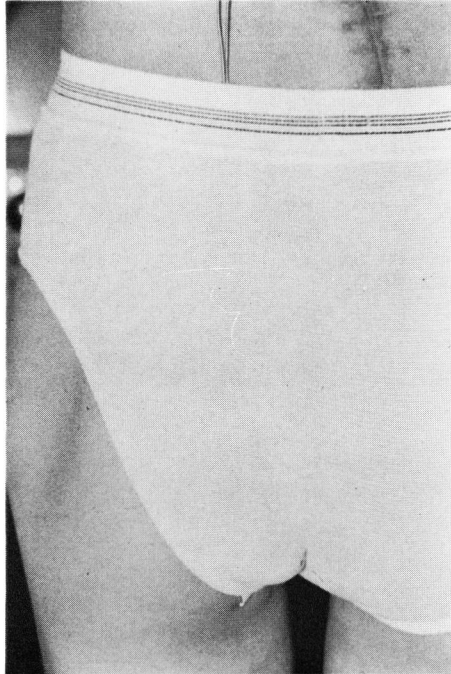


Fig. 3. 下着型電極を装着する，下着はできるだけ皮膚に密着するものを用いる．

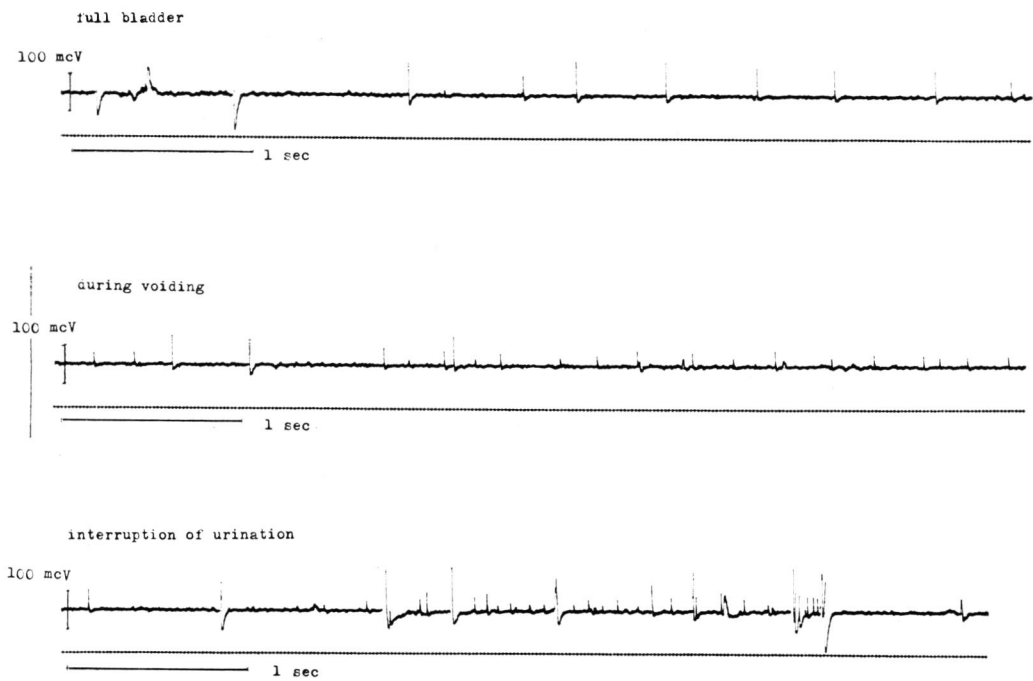


Fig. 4. 神経損傷に起因する尿失禁の症例1．球海綿筋の筋電図．

上 段 膀胱充滿時
中 段 排 尿 中
下 段 排尿中断運動時

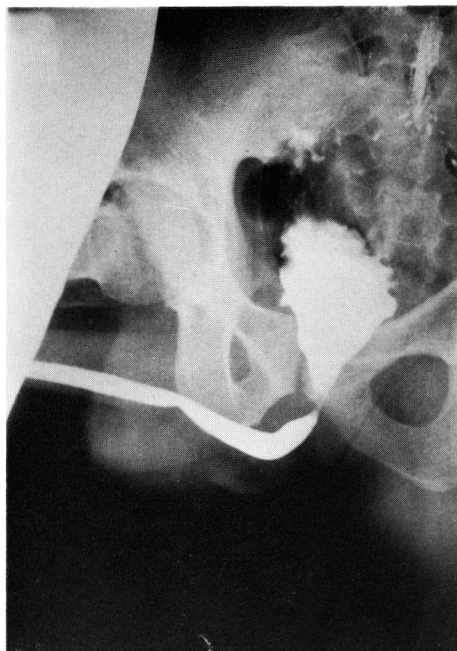


Fig. 5. 神経損傷に起因する尿失禁の症例1：逆行性膀胱尿道撮影像，膀胱底部の下降が著明で，後部尿道と膀胱の作る角度がまったく消失して一線となっている。

A



B

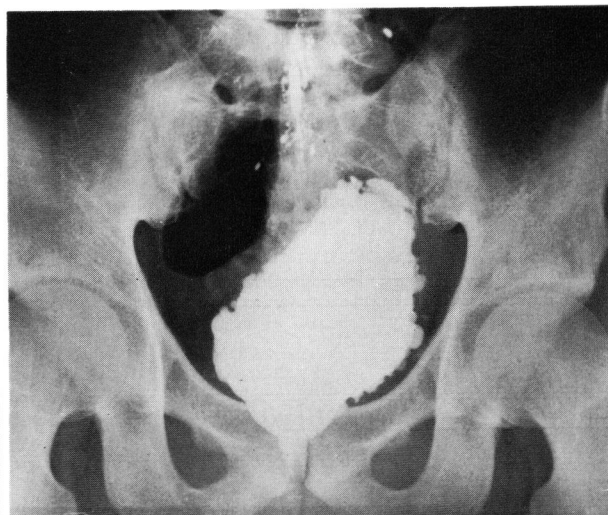


Fig. 6. 神経損傷に起因する尿失禁の症例1.

A：排尿中の膀胱尿道撮影 B：逆行性膀胱撮影

Bではなおいちじるしい膀胱底部の下降が認められ，刺激装置の使用前に比較して，本質的な相違は認められない。

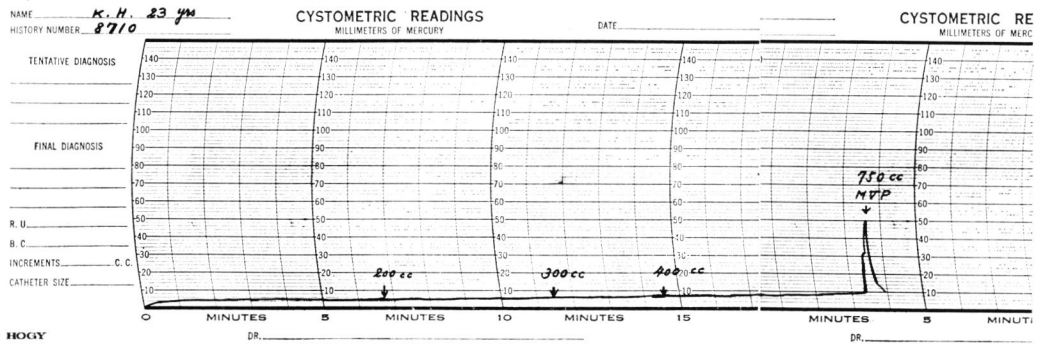
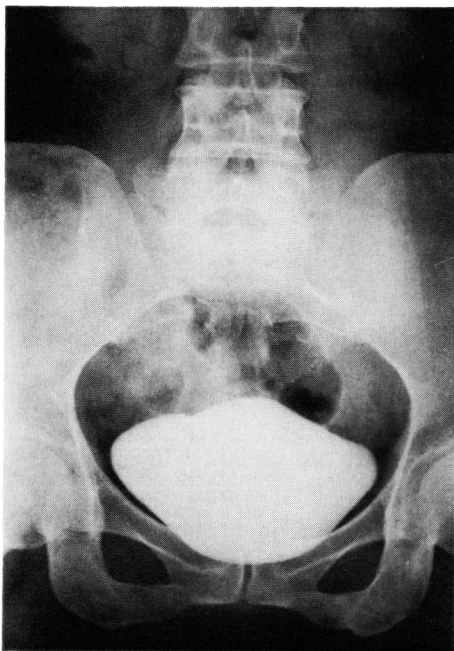


Fig. 7. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 2.
 膀胱内圧曲線はいちじらしい低緊張性低感受性の所見を示す。

A



B

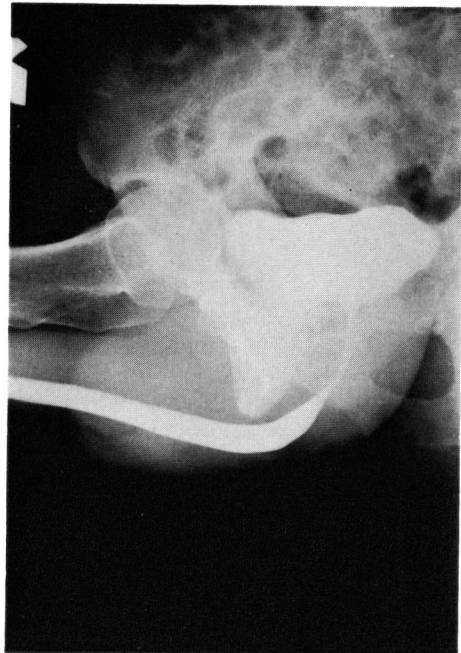


Fig. 8. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 2.

A : 膀胱撮影 (立位)

B : 逆行性膀胱尿道撮影

立位における膀胱底部の下降が認められるが、あまりいちじらしくはない。

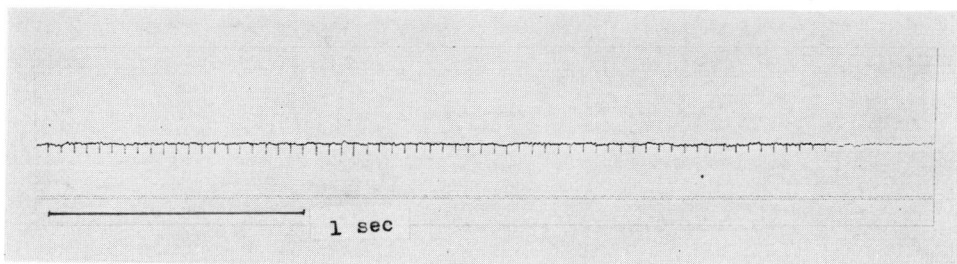
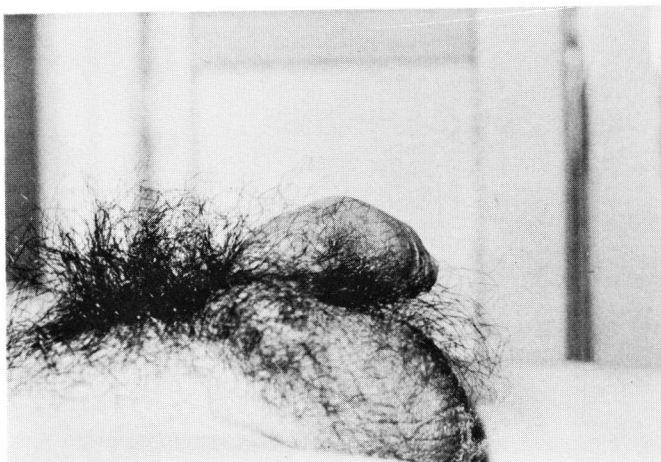


Fig. 9. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 2.

坐骨結節内方の陰部神経上の皮膚表面で電気刺激 (20 cycle/sec, 10 volt)
 をおこなったときに球海綿筋にみられた筋電図。

A



B



Fig. 10. 神経損傷に起因する尿失禁の症例2.
電気刺激の電圧を20ボルト前後に上げると陰茎の不完全な勃起が認められた。
A：刺激前，B：刺激中。

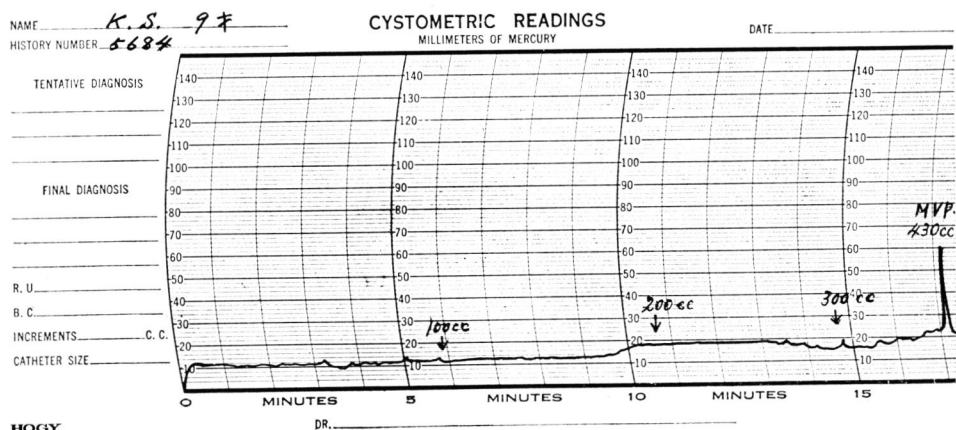


Fig. 11. 神経損傷に起因する尿失禁の症例3.
膀胱内圧検査成績：400 cc まで尿意なし，430 cc で下腹部の疼痛を訴える。
腹圧によって 60 mmHg までの内圧の上昇が可能。

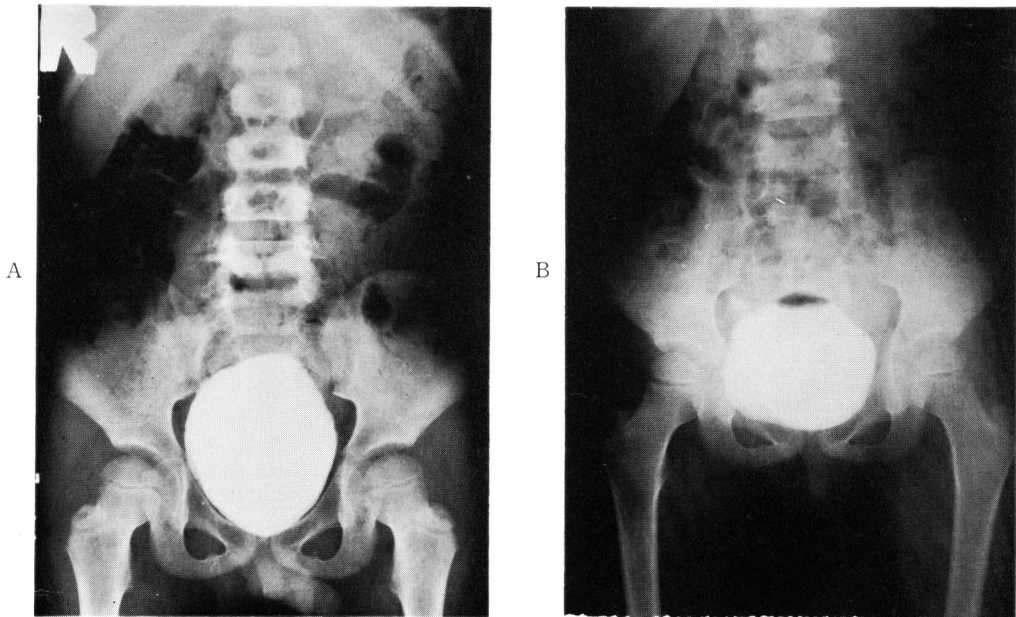


Fig. 12. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 3.

膀胱撮影 A：臥位 B：立位で右尿管に膀胱尿管現流現象を認める。

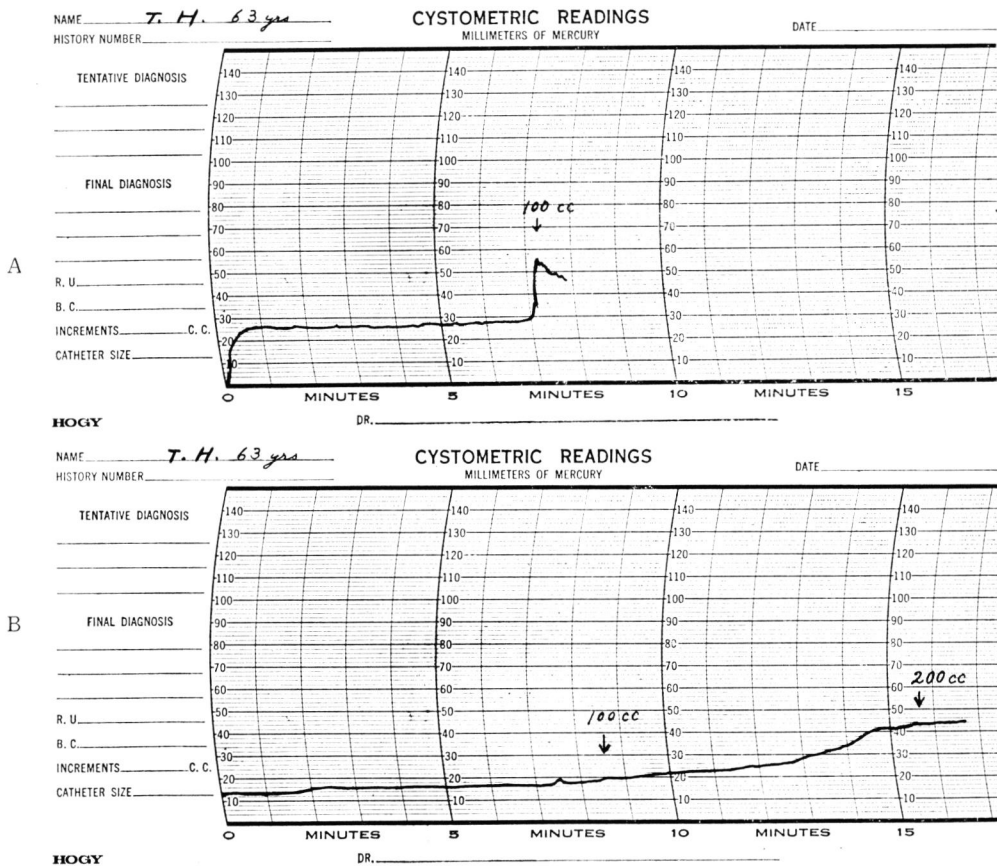


Fig. 13. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 4.

A：第3，第4仙骨神経遮断前。膀胱内容 100 cc で，抑制不能の反射的収縮が認められる。

B：仙骨神経遮断後。A でみられる反射的収縮は認められない。

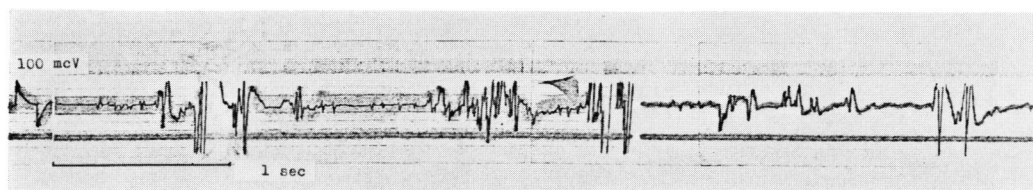


Fig. 14. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 4.

第3, 第4 仙骨神経を, 仙骨孔内で10%フェノールによって遮断した後に, 会陰横筋に排尿をこころみたときにみられた筋電図. 排尿をこころみる動作のとき, 外括約筋は収縮状態にある.

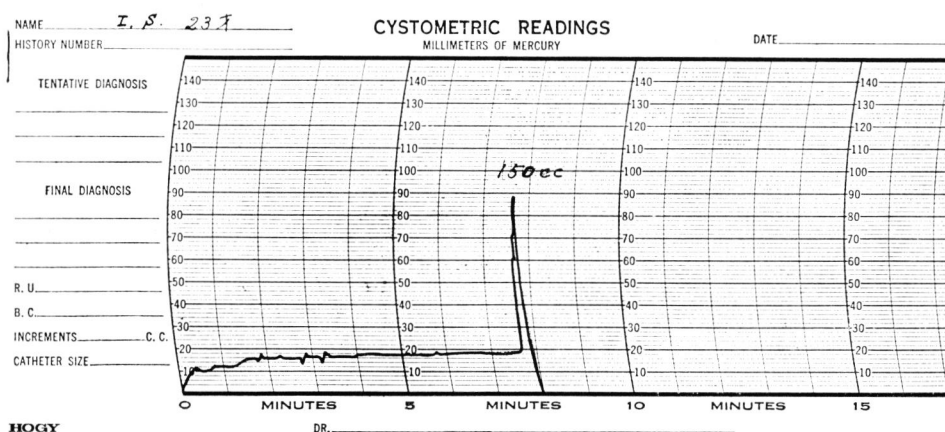


Fig. 15. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 5,

膀胱内圧検査成績, 膀胱内容 150 cc 前後でいちじるしい反射的収縮が認められ, このときの収縮圧は 90 mmHg におよぶ.

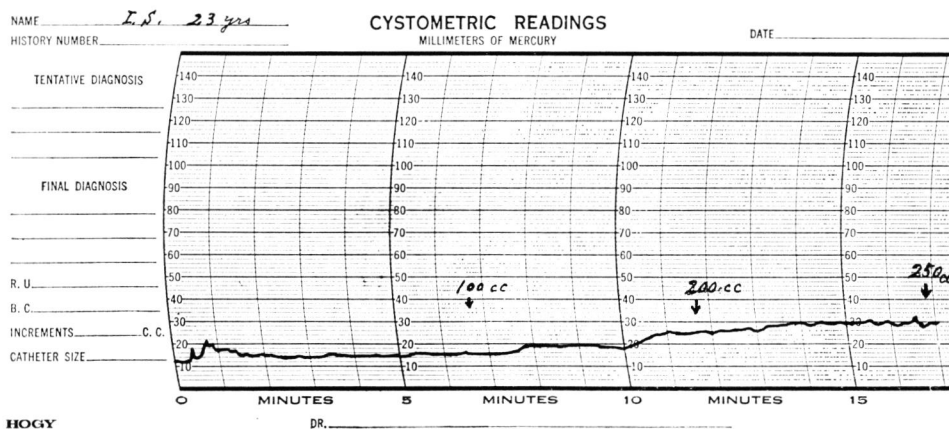


Fig. 16. 神経損傷に起因する尿失禁の症例 5.

第2, 第3, 第4 仙骨神経遮断術後, さきに認められた膀胱の反射的収縮は認められない.

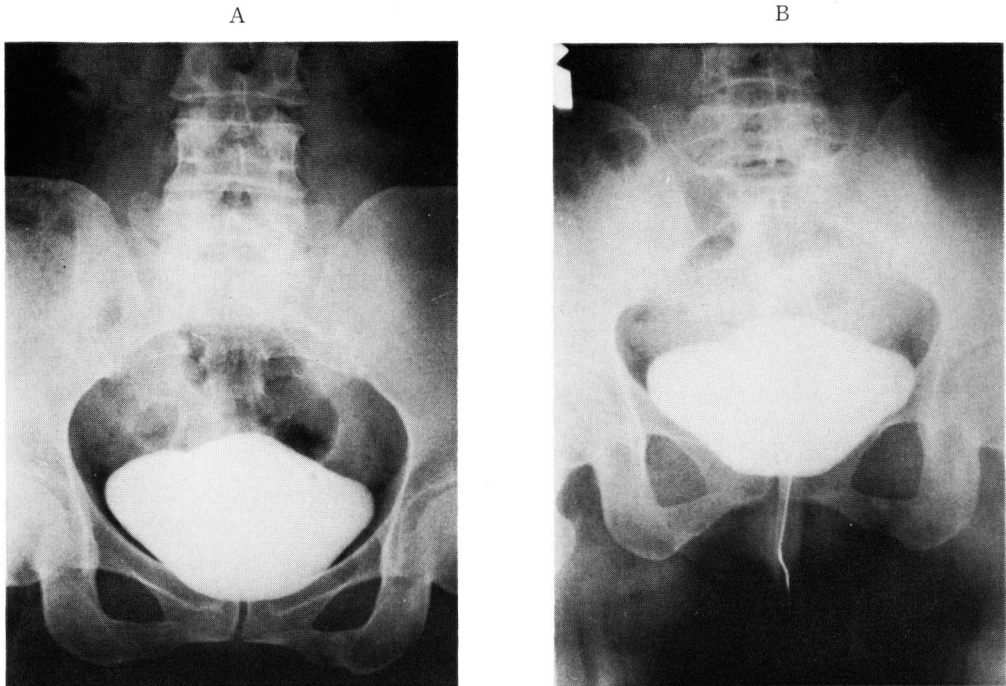


Fig. 17. 出産後に生じた腹圧性尿失禁の症例2の膀胱撮影.

A : 臥位, B : 立位. 立位で膀胱底部の下降が認められる.

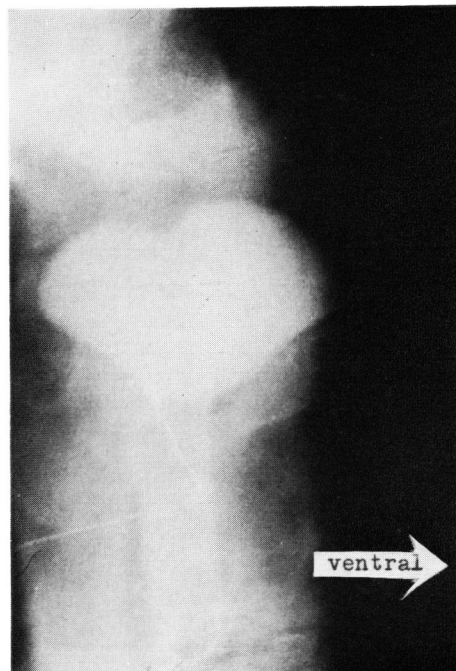


Fig. 18. 出産後に生じた腹圧性尿失禁の症例3.

Metallic beed chain urethrocystography で膀胱底部と尿道との作る角度は消失してほぼ一直線上にならぶ.

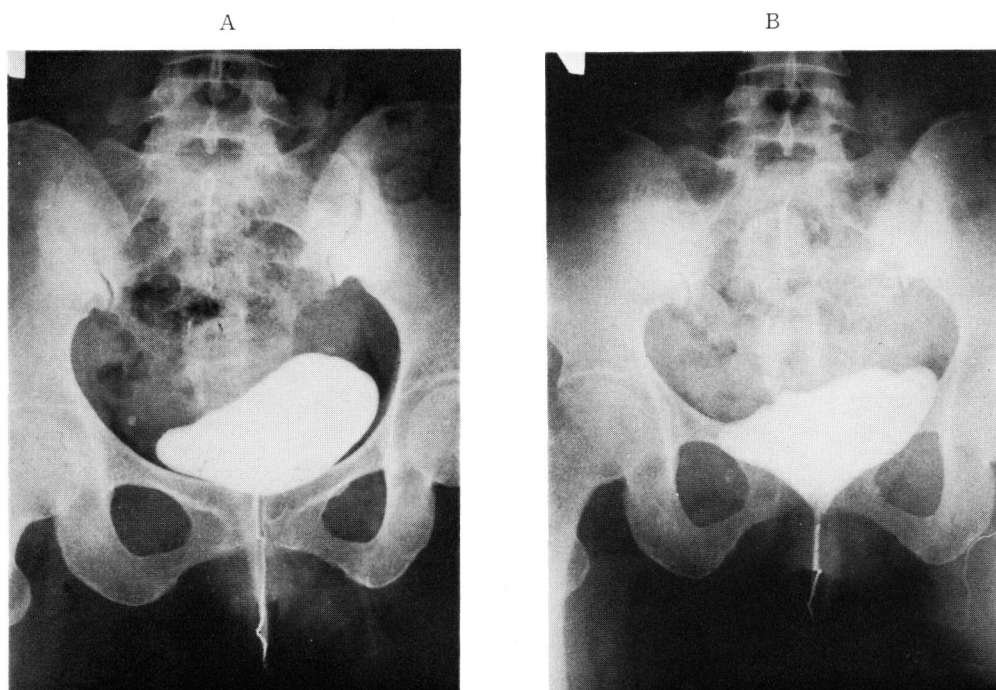


Fig. 19. 出産後に生じた腹圧性尿失禁の症例3の膀胱撮影.

A : 臥位, B : 立位. 立位で膀胱底部の下降が著明で, ほとんど排尿中の膀胱撮影のようになる.

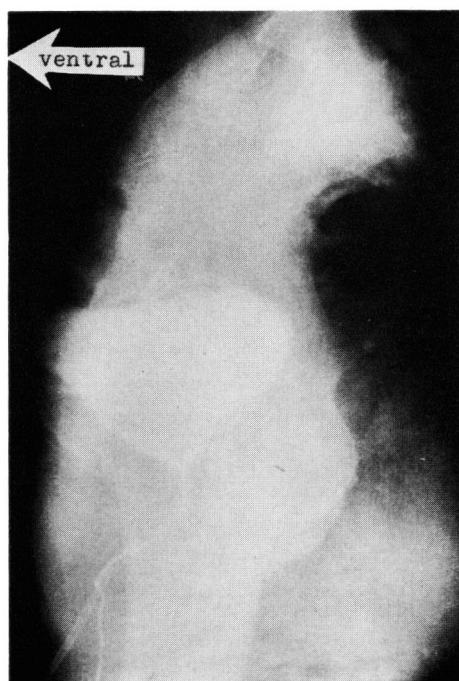


Fig. 20. 出産後に生じた腹圧性尿失禁の症例3.

Metallic beed chain urethrocystography で膀胱底部と尿道との作る角度が消失し, ほぼ一直線上にならぶ.

膀胱内圧検査成績では、膀胱内容 150 cc 前後でいちじるしい反射的収縮が認められ、このときの収縮圧は 90 mmHg におよぶ (Fig. 15). 筋電図検査はおこなわなかった。

この膀胱の反射的収縮を除き、さらに膀胱外括約筋の痙縮状態をも除く目的で第2仙骨孔から第4仙骨孔までの範囲で10%フェノールグリセリンによって両側仙骨孔内神経遮断をおこなった。その直後から膀胱内圧曲線は自律性膀胱の状態となり、膀胱内に 200 cc 以上の内容があっても反射的収縮が認められなくなった (Fig. 16)。そのご患者は排尿訓練につとめ、排尿は腹圧によって容易となったが、腹圧性尿失禁および夜尿を残したので、この神経遮断後29日目に下着型電極による膀胱外括約筋刺激装置を使用することとした。現在使用開始後2ヵ月目であるが、失禁および夜尿は認められない。排尿および排便は容易であって、じゅうぶん時間をかけて排尿したあとでは残尿はほとんど認められない。患者は夜間は1回夜中に排尿することとしている。

(2) 出産後に発生した腹圧性尿失禁の症例

症例1, 36才の女子。

この症例はさきにベツサリー型電極を有する膀胱外括約筋電気刺激装置について報告したさいに示した症例なので (中新井・ほか, 1971), 詳細を省略するが、2回目の出産後から腹圧性尿失禁を訴え、ベツサリー型電極の膀胱外括約筋電気刺激装置により尿失禁が認められなくなった症例である。

1971年5月7日から下着型電極を使用した。ベツサリー型電極使用中にひきつづき尿失禁をまったく認めずに日常生活をおこなっている。

症例2, 33才の女子。

1969年第1子出産後から急迫尿失禁となる。この分娩は難産であって吸引分娩によって出産した。尿意は正常であり、排尿回数は昼間3ないし4回、夜尿はない。階段の昇降、走行時、重いものを持つときにのみ尿失禁を訴える。

下肢の運動には異常なく、神経学的検査で異常を認めないが、肛門の緊縮性は弱く、意識的に肛門を緊縮する力が弱い。

筋電図検査成績では、会陰横筋について検査をおこなった成績では、膀胱充満時に著明なスパイク頻度の増加がなく、ときに 300 μ V におよぶ高振幅電位のスパイクを混ずる。意識的排尿中断運動でも同様の所見が得られ陰部神経損傷の所見と考えられる。

レントゲン検査成績では、上部尿路には異常を認め

ない。尿道から膀胱内に細い金属鎖を挿入して撮影した膀胱尿道造影 (metallic beed chain urethrocystography) では、立位と臥位では、正面像で著明な相違があり立位のさいの膀胱底部の降下像がいちじるしい (Fig. 17, 18)。立位の側面像では、膀胱底部と尿道の作る角度は消失し、ほぼ直線上に並ぶが、とくに腹圧を加えたときに著明である。

外括約筋の収縮性を回復する目的で下着型電極による外括約筋電気刺激装置を使用することとした。使用の当日より尿失禁をまったく認めず5ヵ月間の使用中に支障をきたすことはなく、日常生活において尿失禁はまったく認められなくなった。

症例3, 48才の女子。

4回の出産を経験しているが、いずれも安産であった。2回目の出産後から腹圧性尿失禁を訴えるにいたり、そのご症状はますます悪化し、歩行中にも尿失禁が認められる状態となった。歩行そのものにはとくに障害はないが、下肢屈側にとどき疼痛を訴える。夜尿はなく、1日の排尿回数は昼間4ないし5回、夜間とはときに1回みられる。

下肢にはとくに神経学的に異常を認めない。

会陰横筋についての筋電図検査成績では、膀胱空虚時には電氣的静止状態にあるが、膀胱充満時および排尿中断運動時には電氣的活動の減少が著明であり、陰部神経損傷の所見を示す。

レントゲン検査成績では、上部尿路には異常を認めない。

metallic beed chain urethrocystography では、臥位では膀胱底部の下降は著明ではないが、立位で腹圧を加えると膀胱底部はいちじるしく下降し、ほとんど排尿中の膀胱撮影のようになる (Fig. 19, 20)。またこのときの側面像では、尿道と膀胱との作る角度がまったく消失し、膀胱後壁と尿道とは、ほとんど一直線上にならぶことが観察された (Fig. 20)。

外括約筋の緊張を回復する目的で、まず下着型電極による外括約筋電気刺激装置を使用した。1週間の使用後に、腹圧性尿失禁は以前と同様に認められ、なら改善の徴候は認められなかった。1週間後にベツサリー型電極と交換した。ベツサリー型電極による電気刺激装置使用中は、尿失禁はまったく認められなくなった。ベツサリー型電極を使用後1週間目には、昼間半日は装置を使用しないでもすむ状態となった。

考 按

(1) 電気刺激装置について

尿の禁制の目的のために用いられている電気刺激装置には、体内への埋め込み電極 (Caldwell et al., 1965), 肛門に挿入する方法 (Hopkinson and Lightwood, 1967, 遠藤, 1971), 腔内に ペッサリー型 電極を挿入する方法 (Alexander and Rowan, 1968; 中新井・ほか, 1971) などが一般におこなわれていて、相当の効果をあげている。またこれらの方法以外に会陰部を圧迫するとともに会陰部に電気刺激を加える Vincent (1968) の方法などがあるが、Vincent (1968) の方法は一般的に用いられるにはいたっていない。これらの電気刺激装置のうち、男女両性に用いられるものは、膀胱底部に電極を埋め込む方法と、肛門に電極を挿入する方法とであるが、体内への埋め込み電極の場合は手術を必要とし、また永久的に電極が埋め込まれた場所で作動しがたい欠点がある。また肛門に電極を挿入する方法も、患者にとって心理的に抵抗のある方法であり、この点ではペッサリー型電極を用いる場合とおなじ欠点をもっている。このような点から皮膚表面に電極をおいて経皮的に電気刺激をおこなって膀胱外括約筋に緊縮をひきおこすことができるならば、その電極は下着に装着して使用することができるので、男女ともに日常便利に使用することができる。またこのような膀胱外括約筋の緊縮状態が単に骨盤底の筋肉群の直接刺激によるものでなく陰部神経の刺激でもひきおこされる (Alexander et al., 1970) ならば、骨盤底の筋肉群からは比較的遠く離れた場所で陰部神経を刺激することによっても同じ効果が得られるであろう。このような考えで、陰部神経にもっとも近い部位で皮膚表面上からの電気刺激をおこなった。その結果は、さきに記したようにそれぞれの電気刺激に対して 1 対 1 に反応する収縮が外括約筋部に認められた。この反応は馬尾神経損傷を示す自律性膀胱を有する患者の外括約筋にも認められていて自律性膀胱を有する患者の腹圧性尿失禁に対しては効果がある。しかし刺激部位より末梢側で神経損傷があるような場合にも有効であるかどうかについては今後の検討が必要である。

電気刺激装置によって尿失禁の治療をおこなう場合は、選択する電極の種類とは無関係に、この電気刺激が有効であるかどうかを使用に先立って確認しておくことが必要である。神経損傷に起因する場合は、泌尿器科的検査によってあらかじめ神経因性膀胱の型を知っておくことはもちろん、それ以外に、膀胱外括約筋の筋電図を記録して、神経損傷の状態を確認するとともに、選択する電極による電気刺激をおこない、その刺激が実際外括約筋に有効な収縮をひきおこしているかどうかという状態を確認しておくことが必要である。

このようなことから、今回の報告例と、さきにペッサリー型電極について報告した経験 (中新井・ほか, 1971) から、尿失禁に対する電気刺激装置による治療の適応の決定には、次の条件が必要であると考えられる。

(i) 膀胱充満時あるいは排尿中断運動時に、外括約筋の活動性が認められなくてもよいが、おこなおうとする電気刺激に反応するじゅうぶんな収縮状態が外括約筋に認められることが必要である。

(ii) 神経因性膀胱に用いる場合は、自律性膀胱の場合の腹圧性尿失禁および遺尿の場合が適応で、この装置の使用以前に腹圧あるいは腹部圧迫などによる排尿訓練がある程度おこなわれていることが必要である。

(iii) 電気刺激による外括約筋の緊縮を利用する尿禁制の効果は、神経因性膀胱のうち反射性膀胱にみられる抑制不能の反射的排尿をさまたげるほど強力ではなく、このような場合は無効である (中新井・ほか, 1971)。

(2) 尿失禁の種類と電気刺激装置について

男子の腹圧性尿失禁が、先天的あるいは後天的な神経損傷、または経尿道的切除術などに偶発する膀胱外括約筋そのものの損傷などに起因するのに対して、女子の腹圧性尿失禁は、その95%以上が多産婦に認められ、未経産婦における腹圧性尿失禁はほとんどない (Green, T. H., 1968)。女子の場合は、陣痛の開始にともなって児頭が下降するさいに膀胱頸部の支持組織が過度に伸展されて損傷をうけることが腹圧性尿失禁をきたすおもな原因となっている。レントゲンの的には陣痛の開始にともない児頭が会陰部に達するときに膀胱底部が、前方へ巻き上げられ、膀胱底部と尿道とが一直線となり、この状態のときに膀胱頸部の支持組織が伸展されて損傷を受ける (Malpas, Jeffcoate and Lister, 1949, Francis, 1960)。この原因のほかに肥満にともなう骨盤底にくわわる重力、慢性的気道疾患による咳嗽、さらに閉経期以後の筋力の低下などが、尿失禁の重篤度を修飾する。

このような事実から、神経損傷を主体とする自律性膀胱のさいの尿失禁は、膀胱の充満に伴う膀胱外括約筋の反射的収縮機能の不全を原因とするから、昼間の尿失禁以外に夜間の遺尿が重要な訴えとなるのに対し、女子の尿失禁は、外括約筋自体の損傷にもとづくことが主体で、この筋肉の反射的収縮機構が完全には損傷されることがないから、夜間遺尿の訴えは、より少ないが、昼間の腹圧性尿失禁は頑固に日常生活を妨げる結果となっている。

このような原因の相違が、膀胱外括約筋電気刺激装

置の治療効果にも影響するものと考えられる。外括約筋の損傷が強く、かつ肥満した女性で、臀部が厚く、電極と神経との距離が遠い場合は、下着型電極の効果はより少なく、ペッサリー型電極のように外括約筋のすぐ近傍から電気刺激をおこなうほうがよりすぐれた効果をあげるように考えられる。しかし下着型電極が有効な場合も確かにあるし、ペッサリー型電極使用のうちに下着型電極にかわりうる場合もあるので、ペッサリー型電極が長期間固定的なものではない。まず下着型電極による刺激をおこなってみたのちに、効果が少なければペッサリー型電極を用い、その後にはふたたび下着型電極を用いるという順序でおこなうべきであろう。この場合ペッサリー型電極と下着型電極とを使い分ける期間については、それぞれの症例によってこととなり、一律には決められないものと考えられる。またわれわれの電気刺激装置は、両方の電極について使用でき、ペッサリー型電極の場合は、高い電圧による刺激が不要であるから10ボルト以下の刺激電圧として使用すべきである。

女子の腹圧性尿失禁の場合の膀胱尿道造影で、膀胱頸部ないし骨盤底の筋肉群の緊張低下のめやすとして、古くからつぎの基準があげられている。

- (i) 膀胱底部と尿道とが正常に作る角度の消失。
- (ii) 膀胱頸部の下降。

(iii) 膀胱底部の極端な下降にとまらう、尿道と膀胱底部の作る角度の逆転 (Green, T. H., 1968)。

これらの関係を明らかにする撮影法としては、metallic beed chain urethrocystography (Green, T. H., 1968) がすぐれているが、この報告の女子の例では、全例とも尿道と膀胱底部とが直線上にならび、膀胱底部と尿道との作る角度の消失が認められていて、この点からはペッサリー型電極と下着型電極の適応を区別することができなかつた。しかし下着型電極で効果をあげることができなかった症例では、立位における膀胱頸部の下降がとくに著明であった。それぞれの電極の適応については、さらに症例をかさねて検討する必要があるが、一般的に女子で極端な外括約筋の弛緩、高度の膀胱頸部の下降の認められるような場合は、下着型電極よりもペッサリー電極のほうが効果があると考えられる。

(3) 副作用について

下着型電極を使用する場合、とくに副作用として認めるべきものはなかった。ただ電極を下着にとりつける場合、陰極と陽極とを誤って接着するさいには、ショートして軽度の火傷を生ずる場合がある。この例は2例にそれぞれ1回ずつあったが、電極はかならず離

してとりつけるように注意することで、以後にはこのようなことはなかった。下着型電極を使用する症例は、男子の神経麻痺を有する症例が多く、使用が長期間にわたることが多いと思われるので、この点も患者に注意しておく必要がある。埋め込み電極の場合には下腿や足指に違和感を訴えることがあり (Caldwell, et al., 1968)、ペッサリー型電極の場合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る場合があったが (中新井・ほか, 1971)、下着型電極を用いた症例ではこのような例はなかった。ペッサリー型電極は患者自身で着脱できるように指導しているが、この場合も装着そのものに伴う副作用は、数カ月にわたる使用中にも認めるべきものはなかった。下着型電極もペッサリー型電極もいずれも安全に使用できるものと考えられる。

結 語

膀胱外括約筋電気刺激装置の電極として、下着型電極を用い、皮膚表面上からの刺激により膀胱外括約筋の緊縮効果が得られることを報告した。1対の皿電極を下着にとりつけ、坐骨結節内方の陰部神経上で1秒間20サイクル、電圧22.5ボルトまで可変の装置で電気刺激をおこなった。この装置は小型で、下着のポケットに入れて携帯できる。この装置を神経損傷に起因する尿失禁、女子の腹圧性尿失禁を訴える症例について使用した経験を報告し、ペッサリー型電極による電気刺激装置と比較検討した。

文 献

- 1) Alexander, S. and Rowan, D.: Lancet, 1: 728, 1968.
- 2) Alexander, S., Rowan, D., Millar, W. and Scott, R.: Brit. J. Urol., 42: 184, 1970.
- 3) Bors, E. and Comarr, A. E.: Neurological Urology, Kager, Basel, München, Paris, New York, 1971.
- 4) Caldwell, K. P. S., Flack, F. C. and Broad, A. F.: Lancet, 1: 846, 1965.
- 5) Caldwell, K. P. S., Cook, P. J., Flack, F. C., James, E. D. and Eng, C.: J. Obstet, Gynaec. Brit. Cwlth., 75: 777, 1968.
- 6) 遠藤博志・北村温・伊藤弘世・百瀬剛一: 日泌尿会誌, 62: 498, 1971 (第333回東京地方会抄録)。

- 7) Francis, W. J. A. : J. Obst. and Gynaec. Brit. Emp., **56** : 949, 1949.
- 8) Green, T. H. : Obst. Gynaec. Survey, **23** : 603, 1968.
- 9) Hopkinson, B. R. and Lightwood, R. : Brit. J. Surg., **54** : 802, 1967.
- 10) Malpas, P., Jeffcoate, T. N. A. and Lister, V. M. : J. Obst. and Gynaec. Brit. Emp., **56** : 949, 1949.
- 11) 中新井邦夫・板谷宏彬・越知憲治：泌尿紀要 **17** : 339, 1971.
- 12) Vincent, S. A. : Proc. roy. Soc. Med., **61** : 38, 1968.

(1971年12月10日受付)