

尿道スリング術後の排尿動態

—閉塞か非閉塞か—

福島県立医科大学医学部泌尿器科学教室 (主任 : 山口 脩教授)

嘉村 康邦, 橋本 樹, 本田 和也

野宮 正範, 鶴谷 義昭, 山口 脩

THE VOIDING AFTER THE SUBURETHRAL SLING OPERATION,
OBSTRUCTIVE OR NON-OBSTRUCTIVE ?Yasukuni YOSHIMURA, Tatsuru HASHIMOTO, Kazuya HONDA,
Masahiro NOMIYA, Yoshiaki TSURUYA and Osamu YAMAGUCHI*From the Department of Urology, Fukushima Medical University*

To examine whether or not the suburethral sling operation produces obstruction during voiding, seven females who underwent the sling operation using synthetic material (Vesica Sling KitTM) were studied postoperatively urodynamically. Uroflowmetry and residual urine measurement showed no overt voiding difficulties in any cases. However, in one case, a pressure flow study indicated equivocal and the position of the sling material was judged to be too proximal by fluoroscopic monitoring. In all other 6 cases pressure flow was shown to be non-obstructive. Fluoroscopic finding also demonstrated in these 6 cases an appropriate bladder neck opening at the time of voiding and the sling was positioned just from the bladder neck to mid-urethra. Thus, it is concluded that the suburethral sling operation produces no obstruction as long as the position of the sling material is carefully determined from bladder neck to mid-urethra and excessive tension is avoided.

(Acta Urol. Jpn. 47 : 83-88, 2001)

Key words: Stress urinary incontinence, Suburethral sling operation, Pressure flow study, Urodynamics

緒 言

近年、尿道スリング術は、その高い有効性により、内尿道括約機構不全 (intrinsic sphincteric deficiency, ISD) のみならず、解剖学的尿失禁 (anatomical incontinence) に対しても適応を拡大する傾向がみられ、その有用性が再認識されている^{1,2)}。一般にスリング手術の目的は、腹圧上昇時に尿禁制が保てる、必要十分な尿道抵抗を回復させながらも、なるべく尿道閉塞を回避し、自然排尿が可能な状態を作り上げることであると考えられている^{2,3)}。しかし、スリング術後の排尿が、実際、閉塞のない理想的な排尿なのかどうか、尿流動態学的に詳細に検討した報告はみられない。われわれはスリング手術自験例について術後の排尿を尿流動態学的に評価し、尿道閉塞の有無について検討したので報告する。

対 象 と 方 法

検討した症例は、1997年4月より1998年5月までに、福島県立医科大学付属病院泌尿器科にて、骨盤底筋体操が無効、1時間尿失禁定量テストが10 g 以上、

かつ尿流動態学的検査により真性腹圧性尿失禁と診断され、手術療法として、Vesica Sling KitTMを用いた尿道スリング手術を受けた女性のうち、手術施行後、術直後の影響がとれ2カ月以上経過し、完全尿禁制の得られている症例7例 (平均年齢64.9歳、術後平均観察期間7.2カ月) である。なお術前の尿流検査および残尿検査で顕性の排出障害 (最大尿流率; 15 ml/sec 以下。あるいは残尿 60 ml 以上と規定) があると判断された患者は含まれていない。患者背景を Table 1 に示す。

スリング材料は人工材料のヘマシールドを用いた。これはポリエステル繊維を編み込んだ布にコラーゲンを充填したもので、長さ 3.5 cm、巾 1.7 cm である。手術手技の実際は、既報の方法⁴⁾にしたがったが、概略は膣前壁で膀胱頸部から中部尿道の部位で粘膜を剝離し、スリング材料の入るポケットを作製、このポケットの中にヘマシールドを置き、これを恥骨に打ち込んだネジに通してある牽引糸で、恥骨方向へ吊り上げる術式である。なお、牽引張力の決定は、スーチャースペーサーと呼ばれる器具を用いて調整した。スーチャースペーサーには、ハンドルの先端に、溝の

Table 1. Patients characteristics

No.	症例	年齢 (歳)	体重 (kg)	1 hr pad test (g)	ALPP (cmH ₂ O)	Q _{max} (ml/sec)	Type of SUI
1	HH	60	59	12	83	36	2
2	YK	50	64	59	45	34	3
3	OS	68	63	21	70	40	2
4	ST	77	57	33	55	52	3
5	SK	56	69	45	52	20	3
6	KT	73	62	30	52	42	3
7	SY	70	72	17	92	22	2
平均		62.2	62.4	34.0	61.0	36.4	

1 hr pad test; 1時間尿失禁定量テスト (International Continence Society), ALPP; abdominal leak point pressure, Q_{max}; 最大尿流率, type of SUI; McGuire and Blaivas による.

ついた直径約 1.5 cm の球状の突起があり、牽引糸の結紮時に、この球状の突起を恥骨に押し当て、溝の上で糸を結ぶ。これにより牽引糸ループにはスーチャースペース分のみができるように工夫されている。

評価したパラメーターは①術前・術後の尿流、残尿検査、②術後の排尿時膀胱尿道造影（ただし排尿できなかった症例にあっては鎖膀胱尿道造影で代用）、③術後の PFS (Pressure Flow Study) の3つである。尿流検査では、尿流計は LIFE-TECH 社製 Microflo を用い、術前術後とも 2 回以上検査を施行し、排尿量が 150 ml 以上でかつ、最大尿流率をもっとも高値であったものを結果として採用した。術後排尿時膀胱尿道造影は、希釈した造影剤 200~250 ml を膀胱内に注入後、立位開脚とし排尿命令を行い、X線透視下に膀胱頸部から尿道を観察、撮影したが、この際十分リラックスし、決して腹圧をかけずに排尿するよう指示した。PFS は、DANTEC 社製デュエットを用い、16 G IVH 用 double lumen catheter に側孔を開け、経尿動的に留置し、座位で膀胱内圧、直腸内圧、尿流の同時測定を行い実施した。PFS による尿道閉塞の有無に関する判定は、現在用いられている PFS 解析用ノモグラムがすべて男性、特に前立腺肥大症を有していそうな年齢の男性を対象に作製されたものであることから、そのまま女性には使用することができないため、以下のような独自の判定基準を利用した。1) 閉塞ありは、カテーテルなしの自然排尿における最大尿流率 (Q_{max}) が 12 ml/sec 未満、かつ最大尿流時排尿筋圧 (P_{det}/Q_{max}) が 50 cmH₂O 以上、かつ Q_{max} から排尿後半の P-Q plot 曲線を直線近似した勾配 (P-Q plot slope) が 1.0 以上、2) 非閉塞は、カテーテルなしの自然排尿における最大尿流率 (Q_{max}) が 12 ml/sec 以上、かつ最大尿流時排尿筋圧 (P_{det}/Q_{max}) が 30 cmH₂O 以下、かつ P-Q plot slope が 0.5 未満、3) Equivocal は 1) にも 2) にも属さないものとした。

Table 2. Results of uroflowmetry and residual urine measurement

	術前	術後	p-value
最大尿流率 (ml/sec)	31.9±4.3	24.6±4.5	0.11
平均尿流率 (ml/sec)	17.4±1.0	14.1±1.5	0.09
残尿 (ml)	7.3±3.4	13.1±3.6	0.26

術前・術後の値は mean±SEM.

統計学的有意差の検定には t 検定を用い、p 値が 5 % 未満を有意差ありと判定した。

結 果

1. 術前術後の尿流・残尿検査

尿流検査では、最大尿流率 (Q_{max}) は術前 31.9±4.3 ml/sec、術後 24.6±4.5 ml/sec、平均尿流率は術前 17.4±1.0 ml/sec、術後 14.1±1.5 ml/sec であった (数値は mean±SEM)。残尿検査では、術前 7.3±3.4 ml、術後 13.1±3.6 ml であった (数値は mean±SEM)。これら 3 つのパラメーターは、それぞれ、術前術後で統計学的有意差を認めなかった。以上の結果を Table 2 にまとめた。

2. 術後膀胱尿道造影

排尿命令により排尿が可能であった症例は 7 例中 3 例で、残り 4 例は鎖膀胱尿道造影により解析した。排尿が可能であった 3 例においては、排尿時いずれも膀胱頸部から近位尿道の開大は良好で、いわゆる funneling が観察できた。鎖膀胱尿道造影により解析した 4 例のうち 3 例は、スリング部位がどこにあるのかはっきりとせず、解剖学的にも膀胱頸部、尿道が正常な位置に存在していた。一方、残る 1 例はスリングの部位がそれとはっきりわかり、膀胱頸部が後方より前上方へ強く押し上げられていて、あたかも前立腺肥大症の中葉肥大に認められる膀胱底の突出に近似した所見を認めた (Fig. 1)。本例は後述する PFS の結果で equivocal と判定された症例であった。

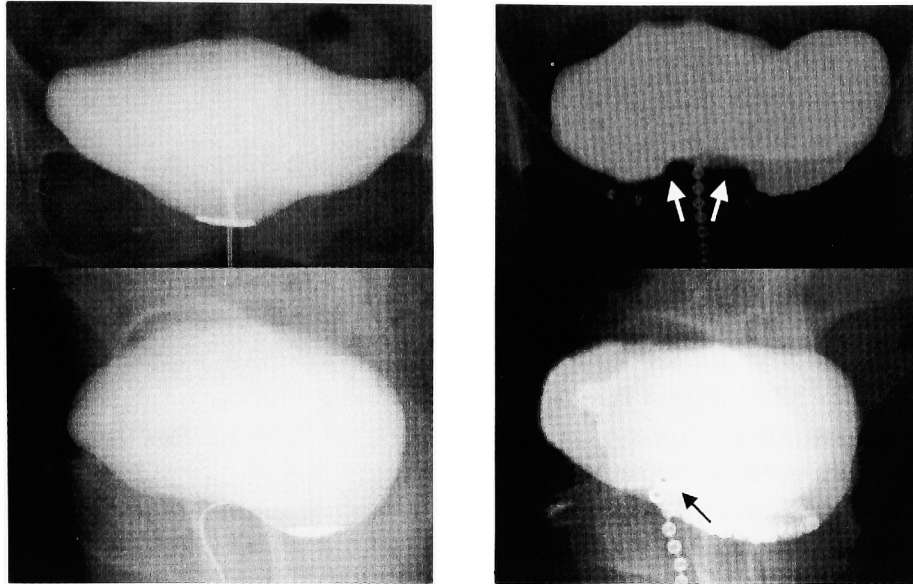


Fig. 1. Chain cystourethrogram. (left, case 2) The bladder neck and urethra are demonstrated in a normal position. The location of the sling can not be identified. (right, case 7) The bladder base is pushed up and it looks like a protruded prostate seen in benign prostatic hypertrophy. Note that the sling material pushes up this portion (arrows).

Table 3. Summary of pressure flow study

No.	症例	Q _{max} (ml/sec)	P _{det} at Q _{max} (cmH ₂ O)	P-Q plot slope (cmH ₂ O/ml/sec)	判定
1	HH	19.0	15	0	Unobstructed
2	YK	34.5	14	0	Unobstructed
3	OS	16.7	22	0	Unobstructed
4	ST	45.0	18	0.1	Unobstructed
5	SK	25.0	17	0.2	Unobstructed
6	KT	23.0	17	0.1	Unobstructed
7	SY	9.7	42	0.6	Equivocal

Q_{max}; 最大尿流率 (ml/sec), P_{det} at Q_{max}; 最大尿流時排尿筋圧 (cmH₂O), P-Q plot slope; 排尿後半相の P-Q plot を直線近似したときの勾配 (cmH₂O/ml/sec).

3. 術後 Pressure Flow Study (PFS)

PFS より得られた結果のうち, 最大尿流率 (ml/sec), 最大尿流時排尿筋圧 (P_{det}/Q_{max}) および P-Q plot の勾配 (P-Q plot slope) の各パラメーターの

値を Table 3 にまとめた. 前述した, われわれが独自に設けた判定基準によれば, 症例 1 ~ 6 の 6 例は非閉塞, 症例 7 が equivocal と判定され, 閉塞例はみられなかった. 非閉塞の典型例 (症例 3) および equi-

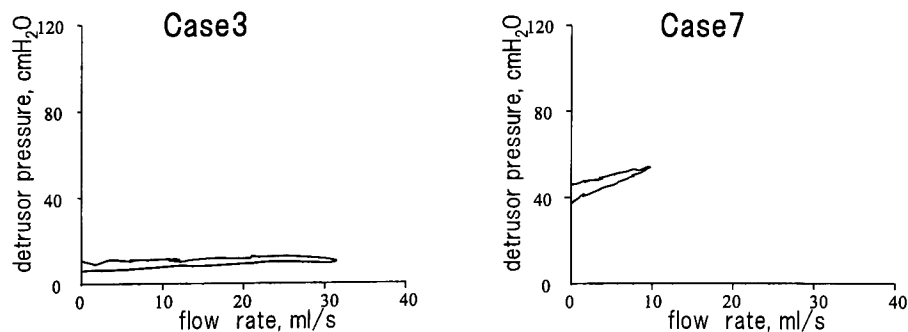


Fig. 2. P-Q plot curve (plot of detrusor pressure against flow rate during voiding). (left) Typical curve of non-obstructed case. (right) Equivocal case. Note that the descending P-Q plot slope is steeper than the one of non-obstructed case.

vocal 例 (症例 7) の PFS の結果を Fig. 2 に示す。

考 察

1959年, Pereyra が女性腹圧性尿失禁に対する経膈的膀胱頸部挙上術を導入して以来, Stamey 法, Raz 法, Gittes 法など様々な経膈的針式膀胱頸部挙上術が開発され, 今まで多くの施設で腹圧性尿失禁に対する標準的手術方法として施行されてきた。しかし最近の報告によれば, これらの手術の長期成績は短期成績と比べ, 期待されたほどの良好な結果が得られていない⁵⁾。Trockman らによれば, modified Pereyra 施行10年後の尿失禁再発率は80%にもものぼるとしている⁶⁾。一方, 尿道スリング手術は, いわゆる内尿道括約機構不全 (ISD) にのみ適応とされていた時期があったものの, その成功率が高いこと^{7,8)}, 長期成績が良いことなどから, 膀胱頸部挙上術よりすぐれているのではないかと考え方がでてきた¹⁾。尿道スリング手術と膀胱頸部挙上術の二つの手技を randomized, double-blind study により比較検討した報告は今のところ見られず, 今後の課題である。それにもかかわらず, 腹圧性尿失禁に対する手術療法として, 尿道スリング手術は, 過可動性尿道によるもの (type1 および type 2) も, ISD もカバーでき, しかも術前あった切迫性の症状が69%の症例で術後消失するため⁹⁾, detrusor instability (DI) を有する症例にあっても禁忌とはならないなど, メリットが多く, first line の手術手技となってきたことは事実であろう。

尿道スリング手術の合併症としてもっとも懸念されるものは, 術後の尿閉に代表される排出障害である。これに対し, 従来の報告は, 術後尿閉は一過性で半数以上の症例は10日以内に排尿可能になり, 残尿も 100 ml 以下であった¹⁾といったものや, 永続的尿閉は2%であった²⁾など, 漠然と排出障害は少ないようであるという印象を記載するにとどまっている。尿道スリング術後の排尿に関して, 閉塞があるのかどうか, 尿流動態学的に評価したものはわれわれの調べたかぎり報告されていない。唯一, Weinberger らは, スリング手術成功例のウロダイナミクス検査では, 高圧排尿で残尿が多いことから, 外科的治療を得るには, 尿道閉塞が必要であると結論している¹⁰⁾。これが事実であるならば, 長期的に見ると, 尿道スリング手術は, 閉塞膀胱を医原的に作製していることになる。

近年, 前立腺肥大症の診断に, 閉塞の有無を客観的に評価するため Pressure Flow Study (PFS) を施行する施設が増加してきた。通常, 閉塞の有無に関する判定は, PFS から得られた pressure-flow plot を Abrams-Griffiths nomogram や, Schäfer nomogram などに重ねて行われるのが一般的である。ところがこ

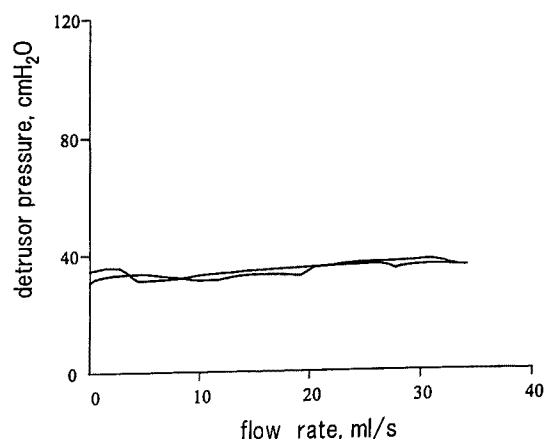


Fig. 3. Pressure-flow plot for ideal voiding through urethra, showing normal form. No flow occurs as long as detrusor pressure is less than the threshold value, here-30 cmH₂O. During flow, the detrusor pressure remains nearly constant, just above the threshold value (Griffiths DJ, Constantinou CE and Mastrikt RV: Urinary bladder function and its control in healthy females. *Am J Physiol* 251 (Regulatory Integrative Comp. Physiol. 20): R225-R230, 1986, with permission).

れらの nomogram は, 前立腺肥大症を有していそうな年齢の男性を対象として開発されたものであり, このまま女性に当てはめることはできない。女性用の PFS nomogram はまだ作られておらず, 女性で PFS から尿道閉塞の有無を判定しようとするのは現時点では不可能である。一方, Griffiths らはボランティアの健康女性を対象にPFSを行い, 尿流検査上, 理想的な bell shape の尿流曲線を描く女性の pressure-flow plot は Fig. 3 に示すように, ほぼ水平な直線に近いもので, このときの排尿筋圧は高々 30 cmH₂O であることを報告し, これは正常な女性尿道は, 排尿時, 完全に受動的に拡張できるためとしている¹¹⁾。また, Massey と Abrams はウロダイナミクスを施行した女性5,948名を解析し, 経験的に導き出されたパラメーターで, (1) Flow rate <12 ml/sec, (2) Peak flow detrusor pressure (PFP) >50 cmH₂O, (3) Urethral resistance >0.2, (4) "Significant" residual urine in the presence of a raised PFP or urethral resistance の4つの項目のうち, 2つ以上の項目を満たせば閉塞とする基準を作製している¹²⁾。なおこの報告には, 基準値が導き出された根拠の記載がなく, 臨床的に経験によって決定されたものと思われる。今回われわれは, 以上2つの報告をもとにして, 方法で示した判定基準を作製した。すなわち, 閉塞と判断するには, Qmax が 12 ml/sec 未満, かつ Pdet at Qmax が 50 cmH₂O 以上, かつ P-Q plot slope が 1.0 cmH₂O/

ml/sec 以上, となる. Q_{max} および P_{det} at Q_{max} については, ウロダイナミクスを日常的に施行している泌尿器科医がみても, 比較的納得しやすい合理的な数値ではないかと考えている. つまり, 泌尿器科医の経験に合致する値であると思われる. また P-Q plot slope は, PFS で Q_{max} から排尿の後半のプロット曲線を直線近似したときの勾配である. これは passive urethral resistance relation (PURR)¹³⁾ に相当するものであり, 尿道狭窄のような弾性を失った constrictive obstruction の場合, この勾配が急峻になることが知られている. スリング手術後の尿道抵抗評価を行うのが本研究の目的であり, このパラメーターも用いた. Abrams-Griffiths ノモグラム (A-G nomogram) では, この PURR が 2 cmH₂O/ml/sec 以上であれば閉塞と判断されることは良く知られている. 今回は一般に排尿障害を有さない女性の P-Q plot 曲線は常にほぼ水平な直線に近いものである¹¹⁾ ことを考慮し, BPH を有していそうな男性用に作られた A-G nomogram よりもさらに低い, PURR 1 cmH₂O/ml/sec 以上を閉塞の判定基準とした.

検討した 7 例中 1 例のみ, PFS の結果が equivocal と判定されたが, 本症例は, 鎖膀胱尿道造影をみると, スリングを設置した位置が膀胱頸部から中部尿道に至る部位ではなく, 膀胱頸部そのものになってしまっており, 排尿時膀胱頸部の開大を妨げる一因となっていると推察された. ただし, スリング牽引糸の結紮時は, スペーサーという特別な器具を用い, 張力が掛からない工夫をしているため, 完全な尿道閉塞をきたすまでには至っていないものと考えられる. したがって, PFS の判定も equivocal になったものと思われる. スリングの牽引張力は必要最小限にとどめることは重要で異論のないところだと思われるが, スリングの設置部位もまた重要であることを再認識させられた.

われわれの行っている尿道スリング手術を尿流動態学的に評価したが, 尿禁制が再獲得され, かつ尿道閉塞はなしと判断された. なぜスリングを設置することで, 腹圧上昇時に尿禁制が得られ, かつスリングが排尿時に閉塞機転とならないのかについては, Gohneim らは以下のように報告している¹⁴⁾ 彼らはスリングにチタニウムクリップを取り付け, 術後レントゲン透視下に, 膀胱頸部やスリングの動きを観察した. これによると, 腹圧上昇時, スリングは外上方へ, 膀胱頸部は内下方への動きを示し, この相反する動きにより膀胱頸部が閉鎖されるとしている. つまり尿道スリングは, 膀胱, 尿道接合部の支持を強化することで, 腹圧が上昇したときのみ尿道閉塞を生じさせると結論している. またこのことから排尿時には腹筋を十分リラックスさせ, 腹圧上昇による尿道閉鎖を起

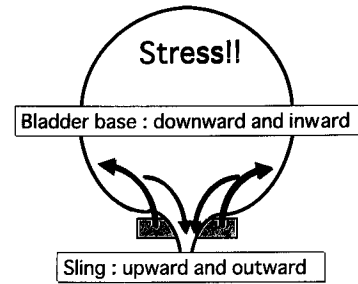


Fig. 4. Movement of bladder base and sling. During stress the bladder base shows downward and inward movement while the sling demonstrates upward and outward movement. These opposing movements seem to close the urethra at the times of functional demand.

させないように注意する必要があることも指摘している. われわれも膀胱尿道造影の際に膀胱頸部から近位尿道を観察したが, 同様のメカニズムを確認することができた. すなわち Fig. 4 に示すように, 腹圧上昇時は尿道後面を支持するスリング材料は相対的に外上方への動きを示し, 膀胱頸部は腹圧により内下方へ押され, 結果としてスリングのおかれている尿道が押しつぶされる形で閉鎖されていた. 一方排尿時には, PFS が equivocal だった 1 例を除き全例が膀胱頸部の良好な開大を認めた. 一般に正常な排尿時には, 排尿筋が収縮すると, いい換えれば排尿反射が正常に起されれば, 近位尿道まで入り込む縦走する排尿筋も収縮し, 膀胱頸部を引っ張り, 短縮させかつ開大させる, いわゆる pulled open メカニズムが働き¹⁵⁾, 膀胱頸部が funneling するとされる. したがってスリングが設置されていても, 過度の張力で吊り上げられていない限り, 膀胱頸部の funneling は妨げられることはないものと思われる.

今回のわれわれの検討では, 結果的に 7 例中 6 例が非閉塞, 1 例が equivocal で, 尿道閉塞と判定された症例は 1 例もなかった. したがって, われわれの行っている尿道スリング手術は尿道閉塞を作製していないと考えられる. このことは, 尿道スリング手術の適応を大きく拡大できる可能性を示唆する. ただし, 今回検討した症例はいずれも術前, 顕性の排出障害のない症例であり, 排尿筋収縮不全などを合併する症例に対してこの手術を行った場合の術後の排尿に関しては, 今後の検討を待たねばならない.

Vesica Sling Kit による尿道スリング手術は, (1) スリング材料を設置する部位を膀胱三角部にかかることなく尿道中部から膀胱頸部とする, (2) スリング材料をよじれたりしないよう平坦に置く, (3) 張力をかけずに固定するの 3 点を守れば, 排尿時に閉塞機転として働くことはないと考えられる.

結 語

尿道スリング手術後の排尿を Pressure Flow Study を用い尿流動態学的に検討したが、閉塞と判定された症例はなかった。人工材料を用いた尿道スリング手術は、スリング材料の位置を慎重に選択し、膀胱三角部にかかることなく正確に膀胱頸部から中部尿道にかけて平坦に置き、張力をかけずに固定すれば、排尿時の膀胱頸部の開大も良好で閉塞機転には働かないと考えられる。

文 献

- 1) Zaragoza MR: Expanded indications for the pubovaginal sling: treatment of type 2 or 3 stress incontinence. *J Urol* **156**: 1620-1622, 1996
- 2) Chaikin DC, Rosental J and Blaivas JG: Pubovaginal fascial sling for all types of stress urinary incontinence: long-term analysis. *J Urol* **160**: 1312-1316, 1998
- 3) Haab F, Zimmern PF and Leach GE: Female stress incontinence due to intrinsic sphincteric deficiency: recognition and management. *J Urol* **156**: 3-17, 1996
- 4) 山口 脩: 恥骨固定式尿失禁防止術. 泌尿器外科 **11**: 1441-1446, 1998
- 5) O'Sullivan DC, Chilton CP and Munson KW: Should Stamey colposuspension be our primary surgery for stress urinary incontinence? *Br J Urol* **75**: 457-460, 1995
- 6) Trockman BA, Leach GE, Hamilton J, et al.: Modified Perera bladder neck suspension: 10-year mean followup using outcome analysis in 125 patients. *J Urol* **154**: 1841-1847, 1995
- 7) Blaivas JG and Jacobs BZ: Pubovaginal fascial sling for the treatment of complicated stress urinary incontinence. *J Urol* **145**: 1214-1218, 1991
- 8) Morgan JE, Heritz DM, Stewart F, et al.: The polypropylene pubovaginal sling for the treatment of recurrent stress urinary incontinence. *J Urol* **154**: 1013-1015, 1995
- 9) McGuire EJ, Lytton B, Kohorn EI et al.: The value of urodynamic testing in stress urinary incontinence. *J Urol* **124**: 256-258, 1980
- 10) Weinberger MW and Ostergsrd DR: Long-term clinical and urodynamic evaluation of polytetrafluoroethylene suburethral sling for treatment of genuine stress incontinence. *Obstet Gynecol* **86**: 92-96, 1995
- 11) Griffiths DJ, Constantinou CE and Mastrigt RV: Urinary bladder function and its control in healthy females. *Am J Physiol* **251** (Regulatory Integrative Comp Physiol 20): R225-R230, 1986
- 12) Massey JA and Abrams PH: Obstructed voiding in the female. *Br J Urol* **61**: 36-39, 1988
- 13) Griffiths D, Hofner K, Mastrigt RV, et al.: Standardization of terminology of lower urinary tract function: pressure-flow studies of voiding, urethral resistance, and urethral obstruction. *Neurourol Urodyn* **16**: 1-18, 1997
- 14) Ghoniem GM and Shabaan AM: How does the suburethral sling work? *J Urol*, part 2, **151**: 514A abstract 1146, 1994
- 15) Mundy AR and Thomas PJ: Clinical physiology of the bladder, urethra and pelvic floor. In: *Urodynamics-Principles, Practice and Application*. 2nd ed. Edited by AR Mundy, TP Stephenson and AJ Wein. Churchill Livingstone; Section A, pp. 15-28, 1997

(Received on July 24, 2000)
(Accepted on August 4, 2000)