尿流曲線パターン診断の意義

—尿流検査, 筋電図同時測定を基にして—

宮崎医科大学泌尿器科学教室 (主任: 長田幸夫教授)

北 田 真 一 郎

九州大学医学部泌尿器科学教室 (主任: 熊澤浄一教授)

武井実根雄 山下 博志 熊澤 浄一

CLINICAL SIGNIFICANCE OF URINARY FLOW PATTERN

—Based on Combined Uroflowmetry and External Sphincter Electromyography—

Shinichiro Kitada

Department of Urology, Miyazaki Medical College

(Director: Prof. Y. Osada)

Mineo Takei, Hiroshi Yamashita and Joichi Kumazawa

Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyushu University

(Director: Prof. J. Kumazawa)

We performed combined uroflowmetry and external sphincter electromyography in 108 patients (87 males and 21 females); 16 serving as normal controls, 49 with benign prostatic hyperplasia, 16 with overactive type of neurogenic bladder, 27 with underactive type of neurogenic bladder. Urinary flow pattern was classified into 5 categories. All of urinary flow patterns of normal controls showed pattern A which had the form of a bell. EMG showed complete suppression during micturition followed by a few intermittent increases in amplitude. Urinary flow patterns of BPH patients were distributed widely from pattern A to E. Intermittent increases in EMG amplitude during a late phase of micturition were characteristic in patients with BPH. We must pay attention to sex differences to evaluate urinary flow pattern because it could be influenced by abdominal pressure such as stressing or Crde maneuver in female patients with an underactive type of neurogenic bladder.

Key words: uroflowmetry, electromyography, urinary flow pattern

要旨: 正常排尿者16名, 前立腺肥大症49名, 過活動型神経因性膀胱16名, 低活動型神経因性膀胱27名, 計108名(男性87名, 女性21名)に尿流測定検査と筋電図の同時測定を行った。尿流曲線パターンをA~Eの5型に分類し, 閉塞性疾患や神経因性膀胱との関連性を, EMGパターンから得られる情報をもとにして検討した。正常者の尿流曲線は釣り鐘型のパターンを示し, EMGは排尿直前に増強し, 排尿中は完全にRestとなり, とくに男性では排尿終了後に数回の断続的増強を認めた。前立腺肥大症の尿流曲線はAからEと広く分布し, EMGにおいて排尿後半に断続的増強が顕著となる例や腹圧のかかる例が多く認められた。また, 女性の低活動型の尿流曲線パターンは腹圧, 手圧で最大尿流率が正常までに達し, いくつもの大きな波型となり, 分類できない例もあった。尿流曲線パターンをみる上ではまず男女差を念頭におく必要があると思われた。

キーワード: 尿流測定, 筋電図, 尿流曲線パターン

緒 言

尿流測定検査は, 前立腺肥大症等の閉塞性疾患や神経因性膀胱等の排尿筋機能障害疾患には欠かせない検査である。尿流測定の結果として得る尿流曲線は, 排

尿量(VV), 排尿時間(VT), 平均尿流率(Qave), 最大尿流率(Qmax)等の数値で評価されている。一方, 尿流曲線パターンの評価も重要であると言われているが, 尿流曲線パターンの種々の排尿障害における診断

的意義について詳細に検討した報告は少ない。今回、尿流検査と筋電図の同時測定を行い、尿流曲線パターンの診断に関わる問題点について検討したので報告する。

対象および方法

対象は1983年4月から1988年9月の間に九州大学泌尿器科の外来および入院中の患者、108名（男性87名、女性21名）である。年齢は30歳～89歳で、平均61.4歳である。患者内訳は正常排尿者（コントロール）16名、前立腺肥大症49名、過活動型神経因性膀胱16名、低活動型神経因性膀胱27名である。なお、過活動型、低活動型はICSの分類（1981）¹⁾に従ったものである。ICSの分類（1988）²⁾では蓄尿時、排尿時を区分して過活動型は蓄尿時の過活動、低活動型は排尿時の低活動を示すことになっているが分類が困難であるので今回は従来のものを採用した。全ての患者に肛門周囲に表面電極を装着し尿流測定を施行した。測定はDISA 2100を使用し、尿流曲線と括約筋筋電図（正確には骨盤底筋筋電図）の同時記録を行った。尿流測定は個室で行い、出来るだけ自然排尿に近いリラックスした条件下で行った。

尿流パターンをJørgensenの分類³⁾を参考にして図1の如くA～Eの5型に分類した。ただし、どの型にも分類不可能な場合は分類外とした。Aは釣り鐘型で

正常排尿のパターンである。Bは立ち上がりは良いが排尿の後半がやや長くなる場合でピークが左に偏っている。Cは排尿が遅延し、排尿のピークも低く排尿障害の更に進んだパターンである。Dは排尿の遅延性が強くなり、断続的な排尿パターンを示す型である。Eは排尿は遅延するも山波型のパターンを示さず、比較的平坦に持続する場合である。

括約筋筋電図の評価は排尿時に完全に抑制されてしまうものをsynergic EMG pattern（協調性筋電図型）とし、それ以外の抑制されないもの、逆に増強するものをdyssynergic EMG pattern（非協調性筋電図型）とした。以上の要点で尿流曲線パターンを分類し、閉塞性疾患、神経因性膀胱疾患との関連性をEMGパターンから得られる情報をもとにして検討した。

結 果

A, B, C, D, Eの5型の尿流曲線パターンの平均尿流率（Qave）、最大尿流率（Qmax）の平均値を図2に示した。QmaxはAから順に良くEが最も低い値をとっていて、QaveもAが最も良いが次はBでC, D, Eはあまり変わらなかった。

1. 正常者の尿流曲線パターンと筋電図

正常者（前立腺肥大症等の閉塞性疾患、神経因性膀胱に起因する排尿障害があきらかでないコントロール）の尿流曲線パターンは16名全員が釣り鐘状のA型を呈し、かつ排尿中の筋電図は抑制され synergic patternであった（表1）。典型的な男性の例は図3に示しているように、排尿直前にEMGが増強し、排尿中は完全にRestの状態となり、排尿の終了に2, 3回増強する。排尿終了後に数回みるEMGの増強は外尿道括約筋や骨盤底筋を収縮させることにより、尿道内残尿を

図1 尿流曲線のパターン分類。

図2 尿流曲線パターンと平均尿流率(Qave)、最大尿流率(Qmax)。

表 1 尿流曲線パターンの分布と EMG の成績

	正 常		前立腺 肥大症	神經因性膀胱				計	
	男	女	男	過活動型		低活動型			
				男	女	男	女		
A	10(10)	6(6)	4(4)	5(5)	1(0)	—	1(0)	27(25)	92.6%
B	—	—	18(9)	3(1)	—	5(1)	2(0)	28(13)	46.4%
C	—	—	13(4)	2(1)	—	5(1)	1(0)	21(6)	28.6%
D	—	—	8(1)	2(0)	2(0)	4(0)	4(0)	20(1)	5.0%
E	—	—	6(1)	—	—	1(0)	—	7(1)	14.3%
分類外	—	—	—	1(0)	—	—	4(0)	5(0)	0%
	10(10)	6(6)	49(19)	13(7)	3(0)	15(2)	12(0)	108(46)	
	100%		38.8%	35.0%		7.4%		42.6%	

() 内は synergic EMG pattern を示した症例数, %はその比率

図 3 正常者の尿流曲線 (A パターン) 及び EMG の代表例。

完全に押し出そうとする随意的収縮であると思う。しかし、正常者においてはこれにより尿が小量出るが、非常に小量のため、尿流曲線に現れることはなかった。女性では排尿終了後の EMG の断続的増強は顕著ではなかった。

2. 前立腺肥大症の尿流曲線パターンと筋電図

49名の種々の程度の前立腺肥大症の患者で行った(表 1)。軽症例では釣り鐘状の A 型を呈し、閉塞の程度、排尿筋収縮力の程度、代償性の程度により A~E に

図 4 前立腺肥大症の尿流曲線 (B パターン) 及び EMG の代表例。

広く分布していた。EMG パターンは A 型では 4 名全員が synergic で抑制されていた。B 型では 50% が synergic であったが C, D, E はほとんどの例が dyssynergic で抑制をみなかった。全体では 38.8% が synergic であった。この原因として最も多いのは腹圧排尿が加味されることにより、括約筋筋電図が抑制されないかもしくは増強するものと思われる。潜在性の中核性障害のため尿道括約筋の機能障害の可能性も考えられるが⁴⁾、真の意味での DSD が存在する可能性は少ないと考えている。典型的な B 型の 1 例を図 4 に示している。立ち上がりはかなり良いが、排尿後半の切

図5 過活動型神経因性膀胱の尿流曲線（分類外）及びEMG（DSDパターン）の1例。

図6 低活動型神経因性膀胱の尿流曲線（分類外）とEMGの代表例。手圧排尿の女性の1例。

れが悪く正常者とは異なり、括約筋、骨盤底筋の随意的収縮により、排尿が継続しているのがよく判る。

3. 神経因性膀胱の尿流曲線パターンと筋電図

ICSの分類(1981)¹⁾に従って過活動型と低活動型に分けて検討した。過活動型ではA型で正常パターンを示す例が6名に認められ、5名はsynergic EMGであった(表1)。これは蓄尿時に過活動型であっても必ずしも排尿は障害されていない例があることによる。しかし、B, C, D型にも広く分布し、このような例はEMGが増強し、排尿中もdyssynergicである。DSDを呈した1例を図5に示すが、排尿指示とともにEMGが増強し、排尿中もdyssynergicであり、尿量も少なく、パターン分類上は分類外とした。なお、EMGの増強が真のDSDによるかまたは腹圧によるdyssynergiaかはその他のウロダイナミクス検査、臨床所見等を合わせて診断するべきと思う。

低活動型の神経因性膀胱はB, C, D, Eと広く分布していた。EMGは腹圧排尿によるdyssynergic patternを呈することが多く、synergic EMGの出現率はわずか7.4%であった(表1)。低活動型の腹圧排尿例は波型が複雑となり、分類が困難となることが多く、特に女性では手圧排尿により、最大尿流率は正常まで達するが断続的排尿となる例も珍しくなかった(図6)。

考 察

尿流測定検査は排尿障害の診断には簡便かつ非侵襲的であり、最も重要な検査である。尿流測定を評価するには平均尿流率(Qave)、最大尿流率(Qmax)、排尿時間(VT)等を数値であらわす方法が最も一般的である。平均尿流率や最大尿流率は尿量で影響されるので尿量補正したノモグラムの提案^{5)~8)}や最大尿流率を数値的に補正した詳細な報告をみる⁹⁾¹⁰⁾。一方、尿流曲線パターンも尿流測定を評価する上では重要な点であることは言うまでもないが⁵⁾¹¹⁾、尿流曲線パターンの分類に関する検討の試みは少ない¹²⁾。我々はJørgensenの分類³⁾を参考にして5型のパターンに分類して、各種排尿障害との関連を調べた。また、尿流測定検査に筋電図を同時に測定し、尿流パターンに影響する因子に関する詳細な検討も加えた。

尿流曲線パターンAは正常型であり、いわゆる釣り鐘型を呈するものである。正常コントロールと軽度前立腺肥大症及び過活動型の一部に認められた。正常者の排尿の筋電図は排尿直前に一過性に増強を示した。これは排尿を促すために括約筋・骨盤底筋を収縮させることと尿が後部尿道を通過した時に反射性に骨盤底筋が収縮するためであろう。排尿中は全く静止状態となり、排尿がほぼ終了すると骨盤底筋の随意収縮で筋電図が断続的に増強して完全に排尿が終わる。排尿終

了後の断続的な EMG の増強は男性にのみ見られ、女性にはあまり見られなかった。なお、過活動型の神経因性膀胱で正常排尿パターンの認められるのは過活動型は蓄尿時の障害で必ずしも排尿が障害されているとは限らないためであろう²⁾。

尿流曲線パターン B, C, D, E は次第に排尿障害が進行していく過程である。排尿障害の原因には排尿筋収縮力が弱い場合と排出の閉塞による場合がある。後者には前立腺肥大症や尿道狭窄で器質的に閉塞する場合と排尿筋括約筋協調不全 (DSD) による機能的な閉塞がある。ここに述べたものが2つ以上合併していることもある。これらの排尿障害の原因を尿流曲線パターンより診断することは不可能であろう。筋電図の解釈を加えることにより尿流曲線パターンの診断の助けになったと思う。排尿中の筋電図が増強する原因として、腹圧や手圧によるもの、先に述べた括約筋、骨盤底筋の随意収縮によるもの、真の DSD によるものがある¹³⁾。パターン B は軽症の排尿障害として良いが、前立腺肥大症や低活動型の神経因性膀胱の軽症に属するものによく認められた。パターン B の排尿後半の遷延は男性に、とくに前立腺肥大症の男性にみられ、括約筋や骨盤底筋等の断続的随意収縮により排尿が波状につづいていることが特徴であった。我々はこれは尿勢が弱くなると随意的に一旦排尿を中断させることにより、膀胱の isovolemic contraction を生じさせ、求心性にさらに膀胱収縮反射を亢進させることにより排尿を持続させているためであろうと推論している。排尿障害の原因が排尿筋障害によるのか機械的閉塞によるのかは Chancellor ら¹⁴⁾の述べているように尿流曲線パターンからは判断できないと思うが、排尿後半の筋電図の断続的増強は男性の前立腺肥大症に特徴的であるとして良いであろう。

尿流曲線パターンを見る上で注意しなくてはいけないのが、男性と女性を区別して評価することである。女性の場合は先に述べたように排尿後半の筋電図の断続的増強はない訳であり機械的閉塞性疾患の頻度は極めて少ない。このことは、排尿筋障害時においても腹圧や手圧でかなり高い最大尿流率を示し、背の高い断続的波状波を示すことが多いことに関連している。また、軽度の排尿筋障害では男性は B, C パターンを示すときも、女性は A パターンと呈することもある。したがって、今回の結果においても女性とは分類外としたものが4名認められ、明らかに低活動型と思われた1例も A パターンを示した。男性、女性を区別して評価す

ることは、平均尿流率、最大尿流率等の数値で表す時にも必要と思われるが、パターン診断上は特に注意する点であろう。

尿流曲線パターンの診断は重要視はされてはいたが、分類にこだわると無理が出てくるし、診断上の意味が少ないので尿流曲線パターンに関する検討報告は少なかった。今回筋電図を加えてパターンを分類し、若干の分析を加えた。なお、検討の余地があるが、尿流曲線パターンを平均尿流率、最大尿流率を数値で言い表すように、口頭で言えるように取り扱うことが臨床肝要のことと思う。

結 語

1. 正常排尿者16名、前立腺肥大症49名、過活動型神経因性膀胱16名、低活動型神経因性膀胱27名に尿流測定検査と筋電図の同時測定を行い、尿流曲線パターンの分類 (A~E) を試みた。

2. 正常者の尿流曲線は釣り鐘パターンを示し、筋電図は排尿中は Rest となり、男性では排尿終了後に数回の断続的増強を認めた。

3. 前立腺肥大症の尿流曲線は A から E と広く分布し、筋電図において排尿後半に断続的増強が顕著となる例が認められた。

4. 過活動型神経因性膀胱も A から E に広く分布し、正常パターン・正常筋電図の例もかなり認めた。

5. 低活動型神経因性膀胱は B, C, D, E に分布し、筋電図は腹圧排尿による増強を呈する例が多かった。

6. 女性の尿流曲線パターンは腹圧、手圧の影響で分類できない例も多く、尿流曲線パターンをみる上ではまず男女差を念頭におく必要があると思われた。

文 献

- 1) International Continence Society Committee on Standardization of Terminology: Standardization of terminology of lower urinary tract function. Fourth report: Neuromuscular dysfunction. Urology, 17, 618-620, 1981.
- 2) International Continence Society Committee on Standardization of Terminology: The standardization of terminology of lower urinary tract function. Scand. J. Urol. Nephrol. Suppl., 114, 5-19, 1988.
- 3) Jørgensen, J.B., Jensen, K.M.E., Klarskov, P., Bernstein, I., Avel, I. and Morgensen, P.: Intra- and interobserver variations in classification of urinary flow curve patterns. Neurourol. Urodyn., 9, 535-539, 1990.
- 4) Kitada, S., Sakamoto, N., Eto, M., Koto, S.,

- Sakuma, S., Takai, M., Yamashita, H., Osada, Y. and Kumazawa, J.: Evaluation of flow electromyography in patients with benign prostatic hyperplasia. *Urol. Int.*, **45**, 148—152, 1990.
- 5) 八竹 直, 秋山隆弘, 門脇照雄, 南 光二, 井口正典, 金子茂男, 郡健二郎, 栗田 孝: 排尿機構にかんする検討. 第1報. 正常成人男子の尿流量測定について. *日泌尿会誌*, **68**, 737—744, 1977.
 - 6) Siroky, M.B., Olsson, C.A. and Krane, R.J.: The flow rate nomogram: II. Clinical correlation. *J. Urol.*, **123**, 208—210, 1980.
 - 7) Haylen, B.T., Ashby Deborah, Sutherst, J.R., Frazer, M.I. and West, C.R.: Maximum and average urine flow rates in normal male and female populations—The liverpool nomograms. *Brit. J. Urol.*, **64**, 30—38, 1989.
 - 8) 高野 等: 尿流測定の新しいパラメーターによる解析法について. 成人男子での検討. *日泌尿会誌*, **81**, 210—214, 1990.
 - 9) 清水嘉門, 高橋康男, 中井克幸, 今井強一, 山中英寿, 永田雅弥, 熊坂文成: 尿流量測定に関しての1考察. 新しい分析法の試み. *日泌尿会誌*, **75**, 1964—1969, 1984.
 - 10) 原口 忠: 尿流率曲線から得られる新しい指標についての前立腺肥大症における検討. *泌尿紀要*, **35**, 43—49, 1989.
 - 11) 河邊香月, 柴本賢秀: 尿流測定. *臨泌*, **41**, 647—651, 1987.
 - 12) 水尾敏之, 牛山武久, 武田裕寿, 平賀聖悟: 排尿障害に関する臨床的研究. 第2報. 尿流量曲線のパターン分類の試み. *日泌尿会誌*, **73**, 1041—1046, 1982.
 - 13) 朴 英哲, 金子茂男, 八竹 直, 栗田 孝: 排尿機構にかんする検討. 第10報. 尿流量率・筋電図同時測定の臨床的意義. *日泌尿会誌*, **74**, 1346—1351, 1983.
 - 14) Chancellor, M.B., Blaivas, J.G., Kaplan, S.A. and Axelrod, S.: Bladder outlet obstruction versus impaired detrusor contractility: The role of uroflow. *J. Urol.*, **145**, 810—812, 1991.
(1992年5月19日受理)