

尿流量率に影響を与える排尿因子についての検討

—正常例および下部尿路障害症例の尿水力学的検査結果からの検討—

信州大学医学部泌尿器科学教室（主任：小川秋実教授）

福井 準之助

米山 威久

富田 康敬

和食 正久

STUDIES OF VOIDING FACTORS IN RELATION
TO THE URINARY FLOW RATE—ANALYSIS OF THE URINARY FLOW RATE IN NORMAL SUBJECTS
AND PATIENTS WITH INFRAVESICAL OBSTRUCTION—Junnosuke FUKUI, Takehisa YONEYAMA, Yasunori TOMITA
and Masahisa WAJIKI*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, University of Shinshu
(Director: Prof. A. OGAWA)*

The urinary flow rate measured by an ultrasonic Doppler flow meter was analysed in relation to 5 “voiding factors” such as intra-abdominal pressure, urethral pressure, vesical pressure, tone of anal sphincter and EMG of anal sphincter which were simultaneously monitored by a 6 channel polygraph. The urinary flow rate varied depending on contractile force of detrusor, intra-abdominal pressure during micturition, relaxation of the pelvic floor muscles and the opening of the vesical neck, and it showed sometimes false negative results in patients with infravesical obstruction.

Therefore, it would be concluded that the measurements of urinary flow rate alone have no value as a screening test for lower urinary tract obstruction and simultaneous measurements of several “voiding factors” are essential for this purpose.

下部尿路の機能的障害の評価方法として、尿流量率を測定して検討を加えた報告が多い。それらの報告の中でも、膀胱圧と尿流量率とを同時に測定して、両者の関係より尿道で失われる energy を求めた報告が多い。

しかし尿流量率に影響を与える排尿因子としては、利尿筋の収縮力以外に腹腔内圧の上昇や骨盤底筋群の排尿期間中の弛緩状態が挙げられ、これらの測定が大切であると考えられる。

今回、超音波 Doppler 式流量計により得られた尿流量率波形上に、膀胱圧、腹腔内圧、肛門括約筋トーンスおよび肛門括約筋筋電図の5排尿因子が、どのよ

うな影響を与えるかについて検討を加えたので報告する。

測定方法

(1) 尿流量率の測定

尿流量率の測定には、超音波 Doppler 式尿流量計を用いた。本測定法の特徴として、流速は、直接経皮的に非閉塞的に測定が可能であることが挙げられるが、流量率は経時的に尿道腔の断面積が変化するため、ローットを用いた間接的な測定法によらざるをえない。

(i) 超音波 Doppler 法による流速、流量率測定の原理

超音波 Doppler 法による尿流速，尿流量率の測定
の原理については，多くの報告¹⁻⁵⁾ がなされている。
われわれも原理についてはすでに報告²⁾ したので省略
する。

(ii) 測定用器機

測定装置は Fig. 1 に示すごとく，音源の超音波発
振装置，受信装置，検波器増巾器，周波数弁別器（零
交叉数計など），記録器よりなっている。

測定手技，測定誤差などについては，すでに報告²⁾
したので省略する。

(2) 尿流量率以外の排尿因子の測定法

すでに報告⁶⁾ したごとく，膀胱内圧と尿道内圧とは
open-tip catheter 法により測定し，腹腔内圧と肛門
括約筋トヌスとは balloon 法により測定した。肛門
括約筋筋電図は針電極法または表面電極法を用いた。
測定手技，測定機器，測定誤差などについてはすでに
報告⁶⁾ したので省略する。

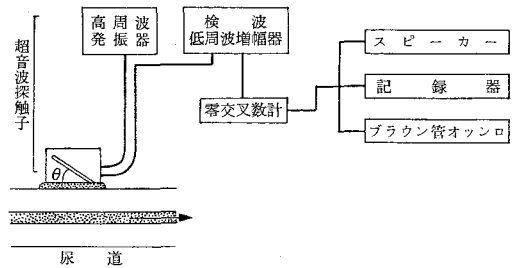


Fig. 1. 超音波 Doppler 式尿流量計の機器構成

測定対象

1973 年より 1977 年迄の 5 年間に，本大学を受診し
た下部尿路障害を疑う症例のうち，男性 229 例（小児
157 例，成人 72 例），女性 281 例（小児 173 例，成人
108 例）の合計 510 例を測定対象とした。本論文は下
部尿路障害を分類し，統計結果について報告すること
が目的ではなく，排尿波形を基に前述した 5 排尿因子

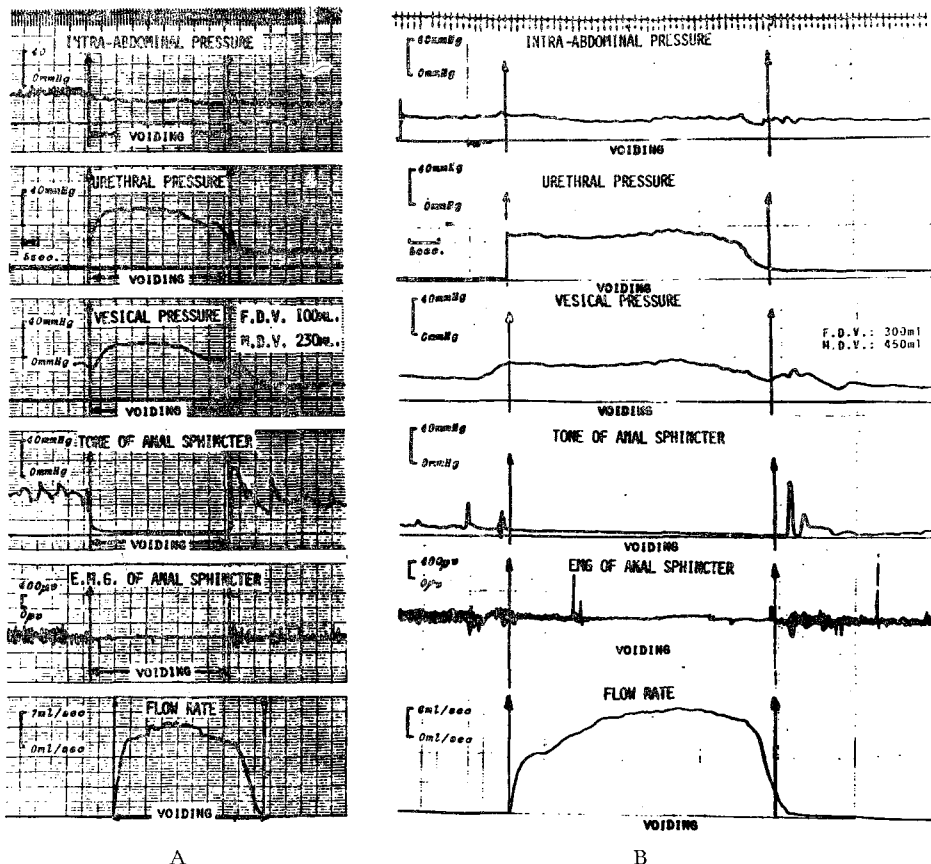


Fig. 2. 正常例の voiding urodynamic examination 波形 (VUD 波形).

Fig. 2-A : 正常小児例の VUD 波形. 尿流量率波形は釣鐘状波形を呈している。

Fig. 2-B : 正常成人例の VUD 波形. 尿流量率波形は台形状波形を呈している。

が尿流量率波形に与える影響について検討することを主目的としているので、疾患の詳しい分類については省略する。

測定結果

著者は、尿流量率の測定と同時に腹腔内圧、膀胱圧、尿道圧、肛門括約筋トーンと肛門括約筋電図の5排尿因子を6 channel polygraphを用いて同時に測定し、これらの排尿因子間の相互関係から35の排尿パラメーターを求め、排尿動態の研究^{2,6-9)}をおこなっている。しかし本論文では、排尿パラメーターの測定値について論ずることは避け、上記した5排尿因子の尿流量率曲線上に与える影響について、排尿波形を基に観察を加えた。

(1) 正常排尿波形について

われわれのおこなっている6排尿因子の同時測定法 (Voiding urodynamic examination: 以下 VUD と略す) の正常の排尿波形図を Fig. 2 に示した。一般に小児の正常尿流量率曲線は釣鐘状波形をとり (Fig. 2-A), 成人では滑らかな台形状波形を示す (Fig. 2-B)。

正常例の排尿機序を時間的経過から観察すると、Fig. 2 に示すように、まず軽度の利尿筋収縮が起り (prevoiding vesical pressure), ほぼ前後して肛門括約筋トーンや筋電図波形で示されているような骨盤底筋群の弛緩が起る。ついで利尿筋の強い収縮が起り、膀胱頸部が開き、後部尿道内に尿が流入する (実線矢印)。このようにして排尿が開始される。やがて尿流量率が peak に達し、ついで膀胱圧が peak に達するが、この逆の場合も存在する。排尿終了時では、膀胱圧は排尿前静止圧より低くなる。一部症例では、排尿終了直前に高い膀胱圧曲線の上昇を認めることもある (After contraction)。排尿期間中、弛緩を続けていた骨盤底筋群は、排尿後2~3秒して排尿前に近いトーンに戻る。この時に骨盤底筋群の一過性の強い spasm を認める症例が多い。全排尿期間を通じて、腹腔内圧の上昇は、女性では若干認められることもあるが、男性では認められない。

随意排尿中断は、骨盤底筋群の収縮によってなされる。Fig. 3-A は正常例の VUD 波形であり、Fig. 3-B は同一例の随意排尿中断時の VUD 波形である。随意排尿中断時には、肛門括約筋トーンおよび筋電図にて収縮波形を認め、これと同時に膀胱圧の上昇と尿流量率の低下を認める。

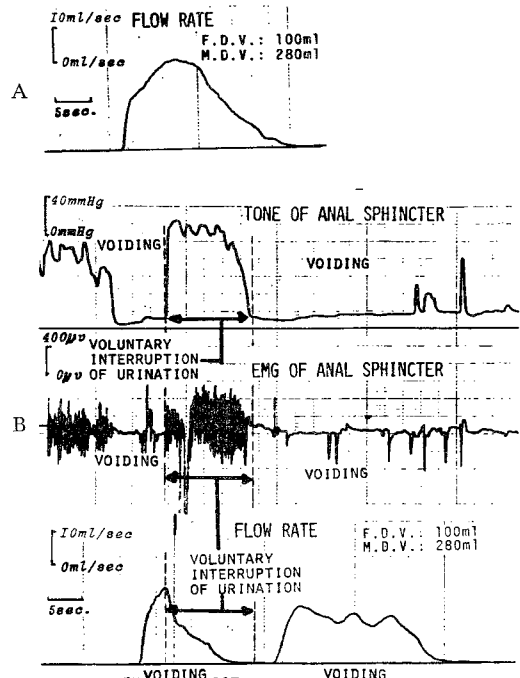


Fig. 3. 正常例の随意排尿中断時の尿流量率波形。

Fig. 3-A: 正常の尿流量率波形であり、釣鐘状を呈している。

Fig. 3-B: 同一症例の随意排尿中断時の VUD 波形。随意排尿中断時に肛門括約筋トーンおよび筋電図波形で、収縮波形が認められる。すなわち、骨盤底筋群の収縮が良好であり、骨盤底筋群の収縮が良好であり排尿中断も可能であることがわかる。

(2) 下部尿路障害症例の VUD 波形についての検討

(A) 正常の尿流量率曲線を示すが、他の排尿因子から下部尿路障害が疑われた群の VUD 波形

(i) 無抑制型神経因性膀胱症例の VUD 波形

利尿筋—外尿道括約筋共同不全のない無抑制型神経因性膀胱症例では、尿流量率曲線は釣鐘状波形を示しており、尿流量率の単独測定より本疾患を診断することはきわめて難しい。他の排尿因子としては膀胱と尿道とが unstable であり、排尿前後および排尿期間中の膀胱と尿道圧曲線上、不安定な波形が認められる (Fig. 4-A)。強い urgency が出現するごとに、尿失禁を防ぐため骨盤底筋群は収縮を繰り返し、このため骨盤底筋群も spastic となっているとも考えられる (Fig. 4-B, 4-D)。本症候群では随意排尿中断が十分になしえない症例が多い。本疾患群では、骨盤底筋群の随意収縮はほぼ正常になしうるが、利尿筋に対する抑制が不十分であり、利尿筋の収縮が骨盤底筋群の収縮力に

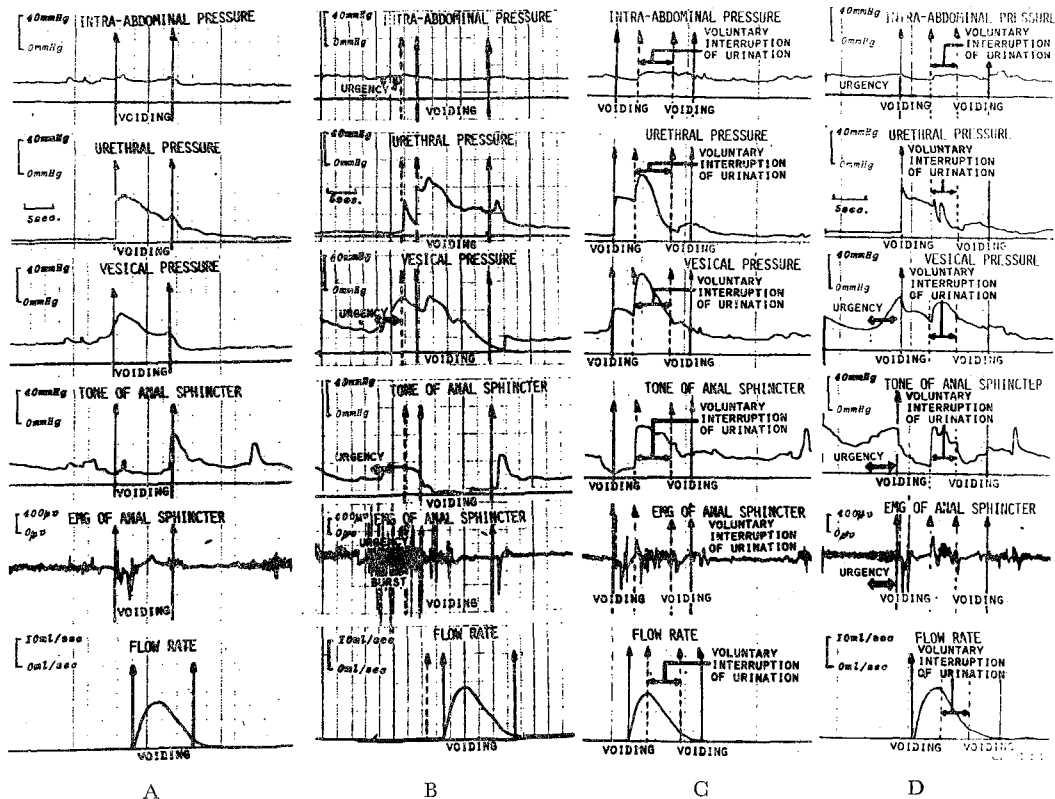


Fig. 4. 尿流量率曲線は釣鐘状波形を呈するが、他の排尿因子波形で異常が認められた症例の VUD 波形。無抑制型神経因性膀胱の尿流量率曲線は釣鐘状波形である。排尿前後および排尿中の膀胱圧、尿道圧波形では、不安定波形を呈する症例が多い。

Fig. 4-A : Urgency のない時の VUD 波形。尿流量率曲線は釣鐘状波形である。

Fig. 4-B : 同一症例の urgency 出現時の VUD 波形。強い urgency が起り、利尿筋の強い収縮を生じ、膀胱頸部が開いたが（破線矢印～実線矢印）、外括約筋部位で continence を保っている。このような状態下では、排尿中の骨盤底筋群の弛緩状態は著しく大きい症例が多い。

Fig. 4-C : Urgency のない時の随意排尿中断時の VUD 波形。随意排尿中断時の骨盤底筋群の収縮は良好であるが、排尿中断に対し排尿維持を続けようとする膀胱圧の上昇の方が大きいため、排尿中断は不可能であった。

Fig. 4-D : Urgency 出現時の随意排尿中断時の VUD 波形。Fig. 4-C と同様に骨盤底筋群の排尿中断時の収縮は良好であったが、肛門括約筋収縮力よりも利尿筋収縮力の方が勝り、排尿中断をなしえなかった。

打ち勝って排尿が持続する (Fig. 4-C, 4-D)。

(ii) その他の下部尿路障害の VUD 波形

一般に下部尿路障害の程度が軽いと、尿流量率波形は正常の釣鐘状波形を示すことが多い。特に女性の場合にはかなり障害の程度が大きくても、釣鐘状波形を示すことがある。

Fig. 5 は胸椎下部の脊髄血管腫を有する女兒の VUD 波形である。尿流量率曲線は正常の釣鐘状波形を示すが、膀胱圧と腹腔内圧波形とは類似しており（腹圧排尿）、かつ膀胱圧より腹腔内圧の方が高く、利尿筋の収縮力は認められない。また肛門括約筋は排尿

前より弛緩状態にあり、排尿中も変化が認められない。また排尿開始までに（膀胱頸部の開口まで）時間を要している（破線矢印～実線矢印）(Fig. 5-A)。随意排尿中断時の VUD 波形では、肛門括約筋トーマス曲線での上昇がなく、すなわち骨盤底筋群の収縮力が弱く随意排尿中断は不可能であった (Fig. 5-B)。

Fig. 6 は成人男性の myelitis 症例の VUD 波形である。尿流量率曲線は前症例と同様に釣鐘状波形であるが、膀胱圧と腹腔内圧曲線とは波形が類似しており（腹圧排尿）、利尿筋の収縮力の低下を認める。排尿期間中の肛門括約筋トーマスの低下は良好であるが、排

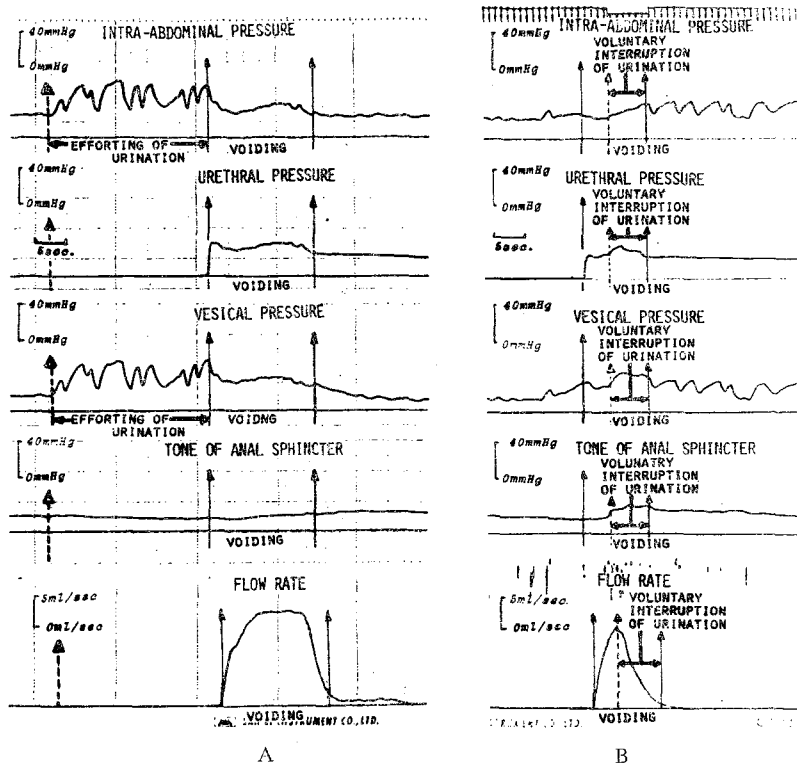


Fig. 5. 尿流量率曲線は正常の釣鐘状波形を示すが、他の VUD 波形より疾患が指摘された症例の VUD 波形。

Fig. 5-A：尿流量率曲線は釣鐘状波形である。しかし腹腔内圧と膀胱圧とは同一波形であり、利尿筋の収縮力はほとんど認められない。骨盤底筋群では、排尿中の弛緩が認められない。また排尿開始までかなりの時間を要し（再延性排尿）、膀胱頸部の開口にかなりの腹圧を要している。

Fig. 5-B：随意排尿中断は不可能であった。すなわち、本症例では Fig. 3-B と比較して、明らかに肛門括約筋の収縮力が低下しており、骨盤底筋群の収縮力が弱いため、排尿中断が不可能であったと考えられる。

尿痛がないのに棘状波の出現がある。膀胱圧曲線には、細かい不規則な波形が混在している。

この他、stress incontinence 症例では尿流量率曲線は同様に釣鐘状波形を示し、肛門括約筋トーン曲線で圧の低下を認める以外、他の排尿因子波形で異常を認めない (Fig. 7)。

(B) 利尿筋の収縮力の程度よりの分類

(i) 利尿筋の収縮力が亢進している群の VUD 波形 (Fig. 8) は unstable bladder と診断された男児の VUD 波形である。本症例では VUD 以外の検査法では異常が認められなかった。尿流量率曲線では、最大尿流量率付近で 2 相性波形となっている。尿流量率曲線の下降時と肛門括約筋トーン曲線の上昇時とはほぼ一致しており、尿流量率の下降は外尿道括約筋の収縮によるためと考えられる。他の排尿因子としては、

膀胱圧と尿道圧とが高く、排尿波形も不定形である。膀胱以下に流出障害のないことより、高い膀胱圧および尿道圧は膀胱や尿道の unstable 状態に由来したものと考えられる。

(ii) 正常の利尿筋収縮力を有する群の VUD 波形

(a) 利尿筋の収縮圧が単独で尿流量率に影響を与えている群の VUD 波形

Fig. 9 は脳性小児麻痺による尿失禁のある女児の VUD 波形である。Fig. 9-A では、尿流量率曲線は小さい波状波形を含む台形状波形を示している。本症例では上位排尿中枢による利尿筋の抑制が不十分なために膀胱が unstable となり、不安定な膀胱圧波形を呈している。他の排尿因子波形に異常がないことから、膀胱圧の影響を受けて、このような流量率曲線となったものと考えられる。Fig. 9-B は本症例の随意排尿中

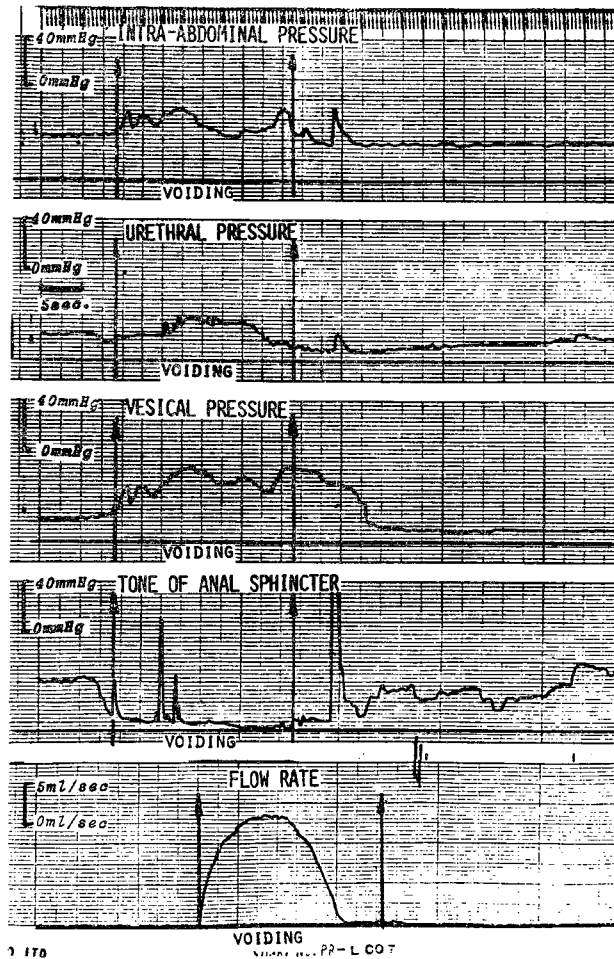


Fig. 6. 尿流量率曲線は正常の釣鐘状波形であるが、中等度の腹圧排尿と利尿筋の収縮力低下とを認める症例の VUD 波形。膀胱圧と腹腔内圧波形とは類似しており（腹圧排尿）、膀胱圧に比べて尿道圧は低く（膀胱頸部開大不全）、排尿中に肛門括約筋トーンス波形で棘状波の出現を認める（利尿筋—外尿道括約筋共同不全）。

断時の VUD 波形である。排尿中断時には、骨盤底筋群の収縮力よりも利尿筋の収縮力の方が勝り、尿流の中断は不可能であった。

(b) 腹腔内圧が尿流量率に影響を与えている群の VUD 波形

下部尿路の閉塞程度と利尿筋の収縮力の損傷程度とにより、腹圧排尿の程度もさまざまである。

骨盤底筋群の排尿期間中の弛緩不全：Fig. 10 は成人の tethered cord syndrome 症例の VUD 波形である。膀胱圧と腹腔内圧波形とは類似しており（腹圧排尿）、排尿前より膀胱圧と尿道圧とはかなり上昇を認め、すでに膀胱頸部は開いており、尿の continence は外尿道括約筋によりなされている。膀胱圧と尿道圧とは高いが尿流量率が低いことより、尿道圧測定部位

以下の膜様部尿道での energy 喪失が考えられる。

Fig. 11 は external urethral sphincter spasticity syndrome 症例の VUD 波形である。尿流量率曲線では、排尿前半に不規則な小波状波形が続き、排尿後半では釣鐘状波形に小波状波形が混っている。腹腔内圧と膀胱圧曲線とは波形が類似しているが膀胱圧の方が高く、利尿筋の収縮力は存在する。排尿期間中の肛門括約筋トーンス曲線と排尿前半の尿道圧曲線とが特徴的である。肛門括約筋トーンス曲線は棘状波を混えた波形で弛緩が不十分であり、骨盤底筋群の緊張状態が推定される。尿道圧曲線も凹凸不平波形を呈しており、尿道平滑筋の緊張状態の他に外尿道括約筋の影響も考えられる。本症例では、腹圧排尿、尿道異常緊張状態が尿流量率に影響を与えているものと思われる。

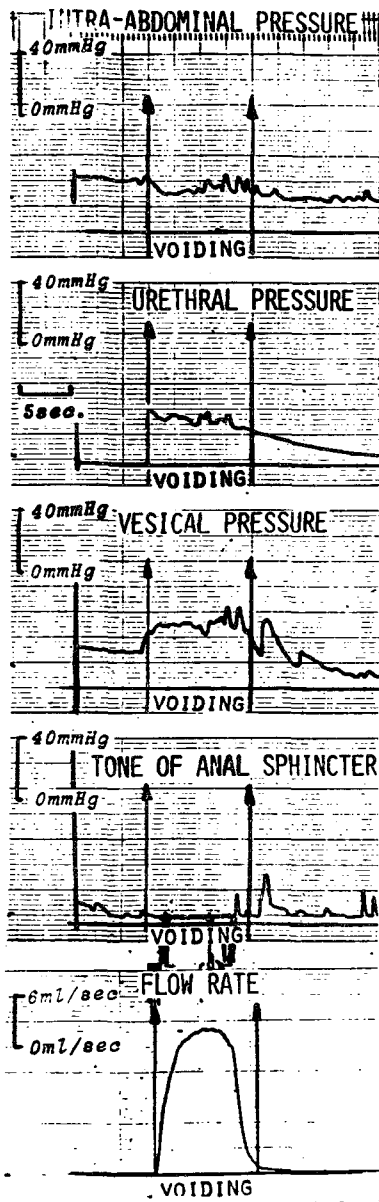


Fig. 7. Stress incontinence 例では、尿流量率波形は釣鐘状を示す。肛門括約筋トーンス波形で、若干圧の低下が認められる以外は、他の排尿因子では異常が認められない。

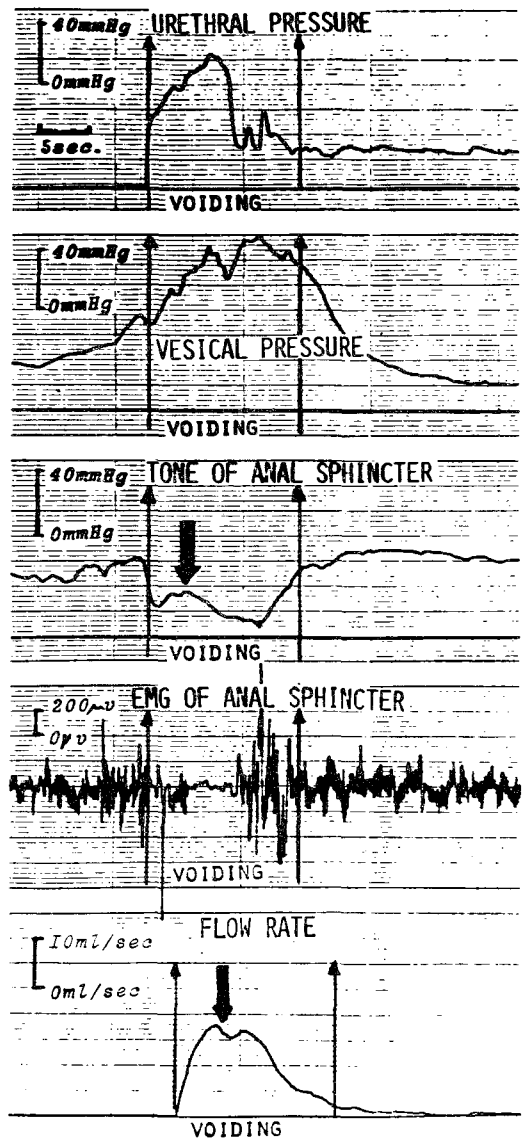


Fig. 8. 利尿筋の収縮力が亢進している症例の VUD 波形。VUD 以外の泌尿器科検査や神経学的検査などでは、異常が認められず、unstable bladder と診断した。膀胱圧と尿道圧とが著しく高い。骨盤底筋群の弛緩はおおむね良好であるが、矢印に示すようにやや弛緩が不十分な部位もある。以上の状態が尿流量率波形に反映されている。

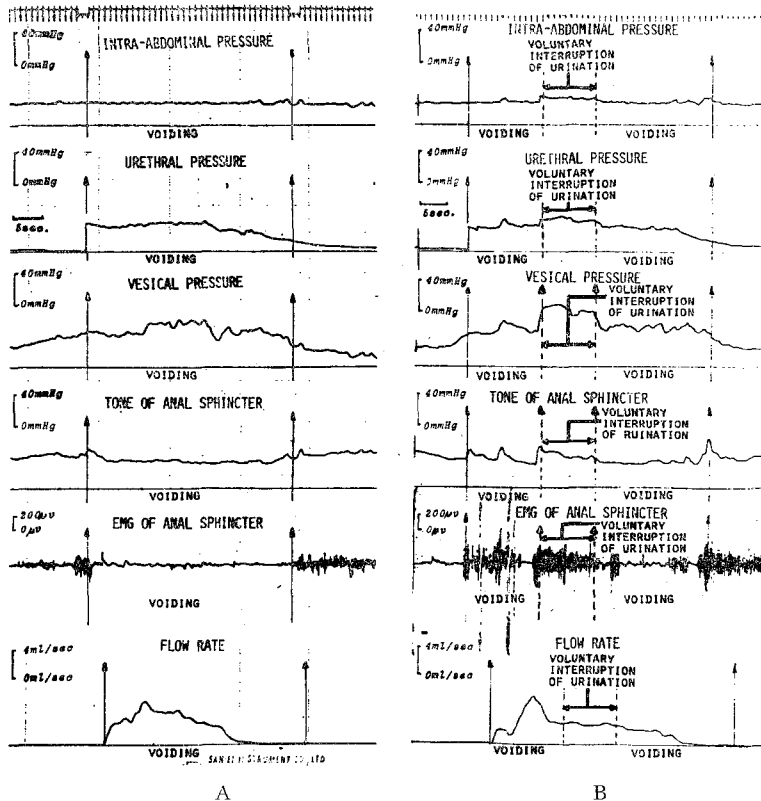


Fig. 9. 利尿筋の収縮圧が、単独で尿流量率波形に影響を与えている症例の VUD 波形。

Fig. 9-A: Uninhibited neurogenic bladder 例の VUD 波形である。膀胱圧曲線で排尿中に細かい波状波形が認められる。これが尿流量率波形に反映されている。他の排尿因子波形には異常が認められない。

Fig. 9-B: 同一症例の随意排尿中断波形。Fig. 4 の症例と同様に、随意中断は不可能であった。

膀胱頸部の開口と開大不全：下部尿路通過障害を生ずるもう1つの部位として膀胱頸部がある。Fig. 12はVUD波形より膀胱頸部通過障害と診断し、膀胱頸部拡張療法により著明な改善を認めた成人症例のVUD波形である。尿流量率曲線は台形状+波状波形であり、この波形は膀胱圧と腹腔内圧波形に類似している。このように腹圧排尿であるが、腹腔内圧より膀胱圧の方が高値であり、利尿筋の収縮力が認められる。著しく高い膀胱圧に比べ尿道圧は著しく低く、膀胱頸部でのenergyの喪失が考えられる。排尿時の肛門括約筋トーンス曲線の低下、すなわち骨盤底筋群の弛緩は良好である。本症例では、腹圧排尿と膀胱頸部での抵抗増大が尿流量率曲線に影響を与えていると考えられる。

(iii) 利尿筋の収縮力が低下しているか、あるいは全く収縮力が認められない群のVUD波形

本群のVUD波形では、全症例に腹腔内圧曲線の上昇を認め、この影響が尿流量率曲線上に認められた。

Fig. 13は再発性尿路感染を訴えた女兒のVUD波形である。尿流量率曲線は台形状波形に棘状波を含む波形である。膀胱圧と腹腔内圧曲線とは類似しており、膀胱圧の方が高いが、利尿筋の収縮力は低下している。一方尿道圧も高く、閉塞部位は末梢側尿道と推測される。骨盤底筋群（肛門括約筋トーンス）の弛緩は、排尿前半ではよくないが排尿後半では認められる。尿道圧曲線は、他の排尿因子に認められない棘状波を混えた排尿波形であり、尿道平滑筋由来の末梢側尿道閉塞とも考えられる。本症例はこのspasmの影響と腹圧排尿の影響とが尿流量率に反映したものと思われる。

Fig. 14は再発性尿路感染と排尿困難のため受診した成人女性のVUD波形である。本症例は現在尿閉となっているが、脳波やmyelographyを含む神経学的検査、精神心理学的諸検査では異常がなく、自律型神経因性膀胱の疑いとして加療中の症例である。尿流量率曲線は波状波形である。膀胱圧と腹腔内圧曲線の波

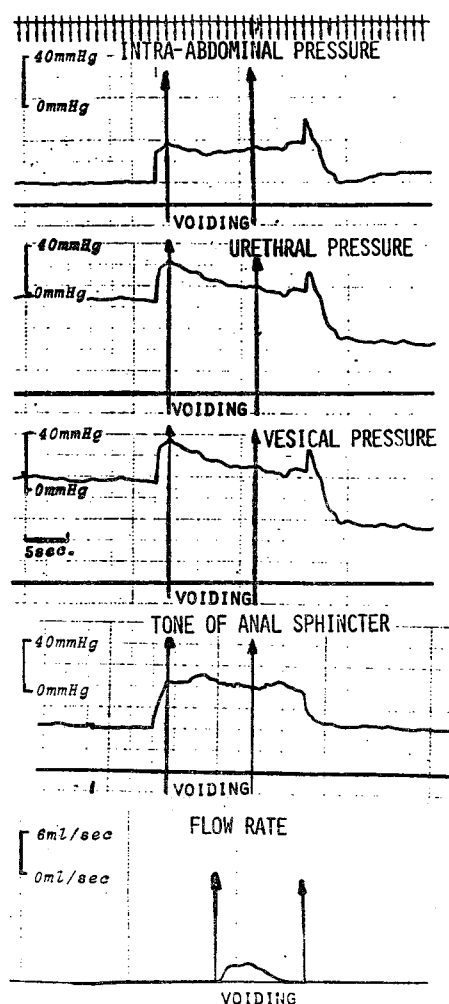


Fig. 10. 骨盤底筋群の排尿中の弛緩が不十分のために、腹圧を利用して高い排尿圧を得て、排尿をなしている症例のVUD波形。膀胱圧と尿道圧とは、著しく高いことより、膀胱頸部は開大しているが、尿道圧測定部以下の末梢側尿道（尿道膜様部）が閉塞状態にあることがわかる。すなわち、排尿中に、肛門括約筋トームス曲線の上昇、すなわち骨盤底筋群の収縮が存在し（利尿筋-外尿道括約筋共同不全）、このため高い排尿圧が必要となったものと思われる。尿流量曲線は波状波形であり、その高さも著しく低い。

形とは類似しており（腹圧排尿）、膀胱圧より腹腔内圧の方が高く、利尿筋の収縮力は認められない。排尿期間中の肛門括約筋トームスの低下がなく、肛門括約筋筋電図で著明な干渉波形が出現し、利尿筋-外尿道括約筋共同不全が存在する。尿道圧曲線の上昇は良好であり、膀胱頸部の抵抗の増大もない。本症例の尿流量率は、利尿筋の収縮力の喪失、腹圧排尿、利尿筋-

外尿道括約筋共同不全などの因子の影響を受けていると考えられる。

膀胱頸部の開口と開大不全：Fig. 15 は子宮癌術後の不完全末梢神経損傷症例のVUD波形である。尿流量率曲線は低丘状、鋸歯状波形である。膀胱圧曲線の高さは正常範囲にあるが腹腔内圧と類似しており（腹圧排尿）、利尿筋の収縮力は低下している。肛門括約筋トームス曲線では、あたかも利尿筋-外尿道括約筋共同不全を示しているようであるが、膀胱圧の上昇時には肛門括約筋は弛緩しており、排尿期間中では骨盤底筋群の弛緩は良好である。したがってenergy喪失の部位は膀胱頸部である。尿流量率曲線は膀胱圧上昇時に高くなっており、腹圧排尿であり、利尿筋収縮力と腹圧との影響を受けている。

Fig. 16 は再発性尿路感染のため受診した女児のVUD波形である。Fig. 16-A では尿流量率曲線は低丘状波形である。膀胱圧と腹腔内圧曲線とは類似しており（腹圧排尿）、膀胱圧の方が高いが、利尿筋の収縮力は低下している。排尿期間中の肛門括約筋トームス曲線では、多発する鋭い棘状波が認められる。膀胱圧に比べ尿道圧は低く、膀胱頸部での抵抗増大が存在する。Fig. 16-B は塩酸トルペリゾンの内服後、尿路感染のない時の随意排尿中断時のVUD波形である。Fig. 16-A に比べ肛門括約筋トームス曲線で棘状波の出現は減少し、排尿も円滑となった。しかし膀胱頸部での抵抗は存在する。随意排尿中断時には、肛門括約筋トームス曲線の上昇、すなわち骨盤底筋群の収縮は良好であり、他の神経学的検査も正常であった。したがってこの骨盤底筋群の緊張状態が神経障害によるものとは診断しえなかった。本症例の尿流量率に影響を与えている因子として、利尿筋の収縮力低下、骨盤底筋群の排尿中の収縮、膀胱頸部の開大不全、腹圧排尿を挙げる。

考 案

下部尿路の機能的排尿障害に対する検査法として、無痛性、非閉塞性、かつ測定操作の簡単な方法が望ましい。尿流量率測定法は上記条件をほぼ満たしており、特に小児の下部尿路機能障害症例の診断法として適していると思われる。しかし尿流量率測定が機能的障害の診断法として適切でないとする報告^{10,11)}もある。尿流量率の測定が下部尿路のscreening法として適切であるかを検討し、さらに尿流量率以外の排尿因子である膀胱圧、尿道圧、腹腔内圧、肛門括約筋トームスおよび肛門括約筋筋電図が、尿流量率曲線に与える影響について検討を加えた。下部尿路障害を起こす個々の排尿因子についてはかなり研究¹²⁾されているが、多

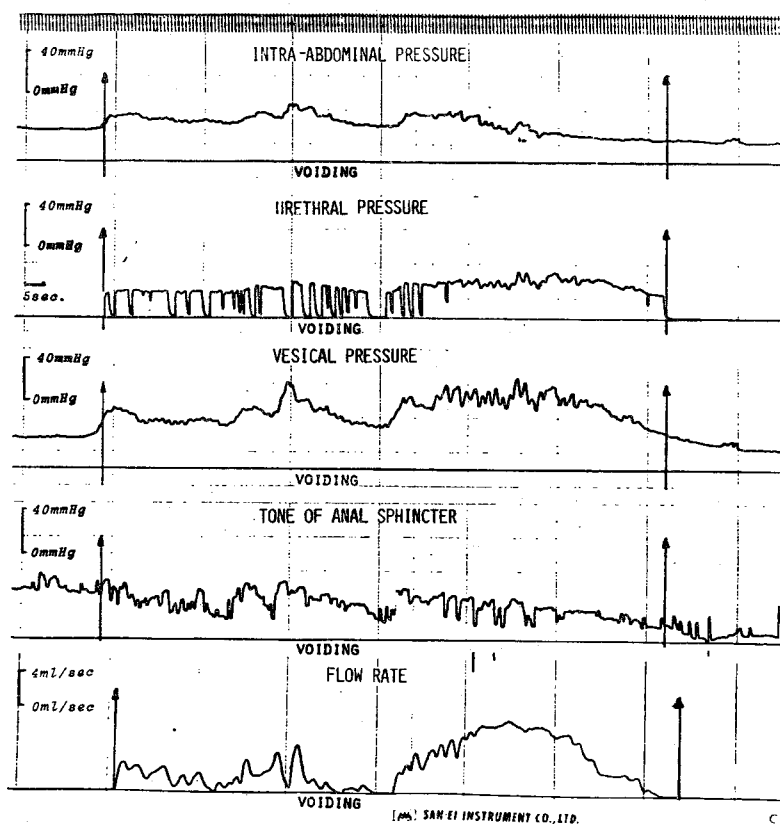


Fig. 11. 利尿筋の収縮力は認められるが、外尿道括約筋の強い spasm のため、排尿障害を生じ、腹圧を利用した高い排尿圧により排尿している症例の VUD 波形 (external urethral sphincter spasticity syndrome). 排尿中に肛門括約筋トーン曲線の低下はなく、棘状波を混えた不規則な波形が認められる。尿道圧曲線も肛門括約筋トーンス波形を反映している。尿流量率曲線でも同様に反映が認められ、棘状波を混えた小波形が認められる。

Table 1. 利尿筋の収縮力の程度を基とした尿流量率の分類法

- | | |
|---|---|
| <p>1. 正常の尿流量率曲線を示すが、他の排尿因子から下部尿路障害が疑われる群</p> <p>2. 病的な尿流量率曲線を示す群 (利尿筋の収縮力の程度よりの分類)</p> <p>A. 利尿筋の収縮力が亢進している群</p> <p>B. 正常の利尿筋の収縮力を有する群</p> <p>(i) 利尿筋の収縮異常が尿流量率に影響を与えている群</p> | <p>(ii) 腹腔内圧が尿流量率に影響を与えている群</p> <p>(a) 骨盤底筋群の弛緩の程度より</p> <p>(b) 膀胱頸部の開口、開大の程度より</p> <p>C. 利尿筋の収縮力が低下している群 (腹腔内圧が尿量流率に影響を与えている群)</p> <p>(a) 骨盤底筋群の弛緩の程度より</p> <p>(b) 膀胱頸部の開口、開大の程度より</p> |
|---|---|

(利尿筋収縮力 = 膀胱内圧 - 腹腔内圧)

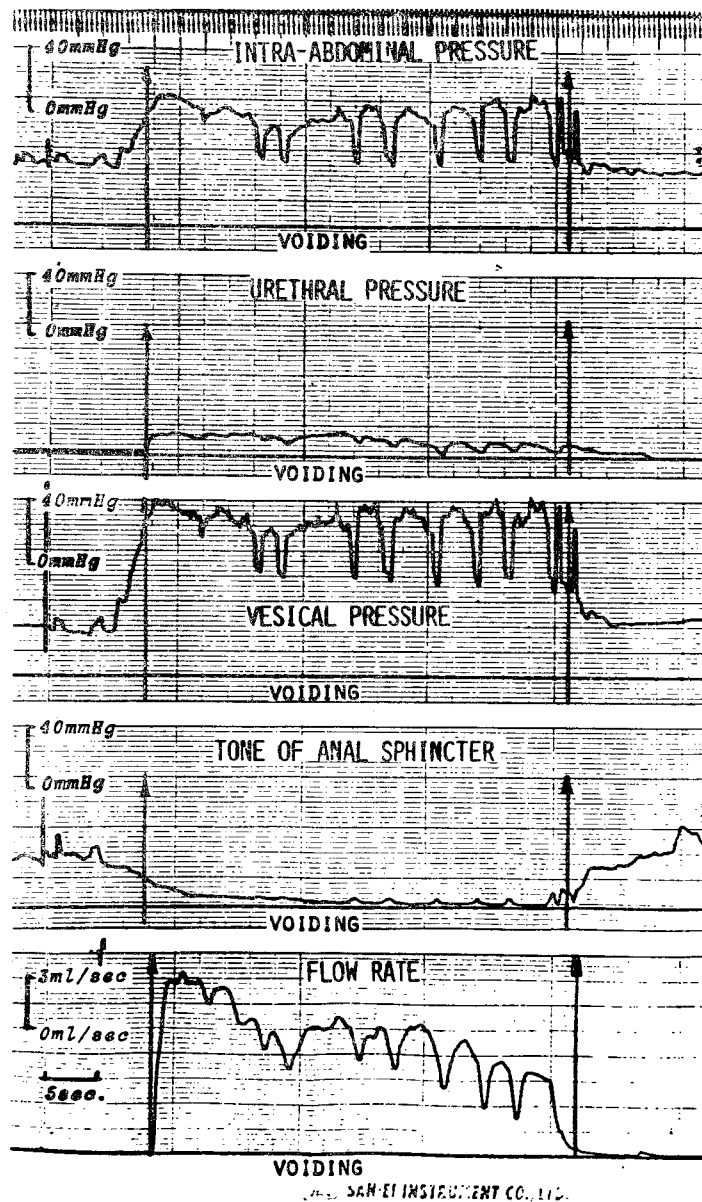


Fig. 12. 膀胱頸部での energy 喪失が大きいため、利尿筋の収縮力は認められるが、高度の腹圧を利用して排尿をなしている症例の VUD 波形。膀胱圧に比べ尿道圧は著しく低く、膀胱頸部での閉塞が考えられる。この抵抗に打ち勝って排尿せんがために、膀胱圧波形で著しく上昇を認める。この膀胱圧の上昇には、腹腔内圧が加わっており（腹圧排尿）、利尿筋の収縮力は正常範囲である。尿流量率曲線は鋸歯状波形であり、これは腹圧排尿と膀胱頸部の抵抗との影響を受けたためと考えられる。

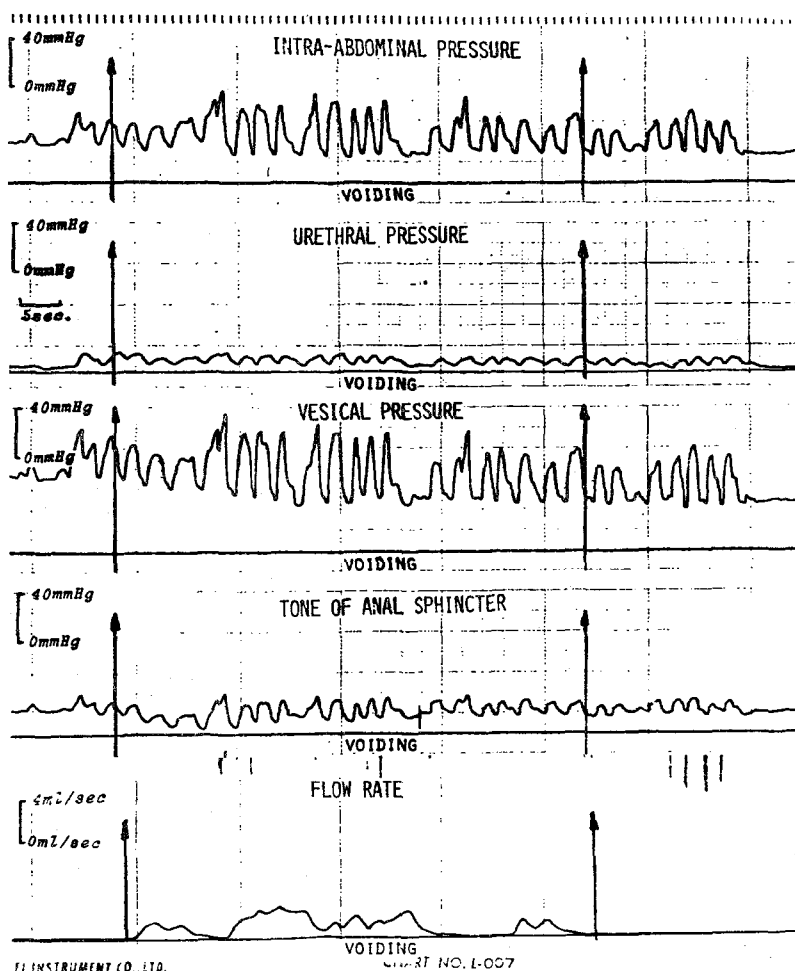


Fig. 13. 利尿筋の収縮力は存在するが、膀胱頸部の開大不全と外括約筋の弛緩不全のために高い膀胱圧を要し、これを腹圧で補っている症例の VUD 波形。著しく高い膀胱圧に比べ尿道圧は低く、また排尿中の骨盤底筋群の弛緩も不十分である。高い膀胱圧を得るために腹圧を用いており（腹圧排尿）、これらの腹圧排尿、外括約筋弛緩不全、膀胱頸部開大不全などの影響が尿流量率曲線に影響を与えていると思われる。尿流量率波形は波状波形で低い。

くの因子を系統的に検討を加えた報告はみられない。われわれはすでに報告した同時測定法による 6 排尿因子の VUD 波形を基に、Table 1 に示した分類に基づいて検討を加えた結果、以下のごとき結果をえた。

尿流量率曲線が下部尿路障害症例の screening 法として適切であるかについては、Fig. 4～7 に示したごとく、本検査法の単独使用は用いるべきでなく、screening 法としても適当でないと考えられる。

他の排尿因子による尿流量率曲線上への影響については、Fig. 8～16 に示すごとく、利尿筋の収縮力の障害程度、腹圧排尿の程度、排尿中の外尿道括約筋の弛緩程度、膀胱頸部の開口と開大の程度という 4 因子

が影響していることがわかった。特に腹圧排尿の程度は下部尿路閉塞状態を知るための指標として優れた因子であると考えられる⁹⁾。

利尿筋収縮力：利尿筋の収縮力の低下が尿流量の低下を生ずることは当然である。自律型神経因性膀胱症例でよく認められる。

腹腔内圧：腹圧排尿は一部女性を除いて正常例では認められない⁹⁾。しかし膀胱容量も少なく尿意のない時の排尿では、腹圧排尿を認めることもある。通常の排尿時に腹腔内圧の上昇がある時は、(1) 下部尿路の閉塞状態に打ち勝つために、正常以上の膀胱圧を必要とし、腹圧を用いて高い排尿圧をえている場合、(2)

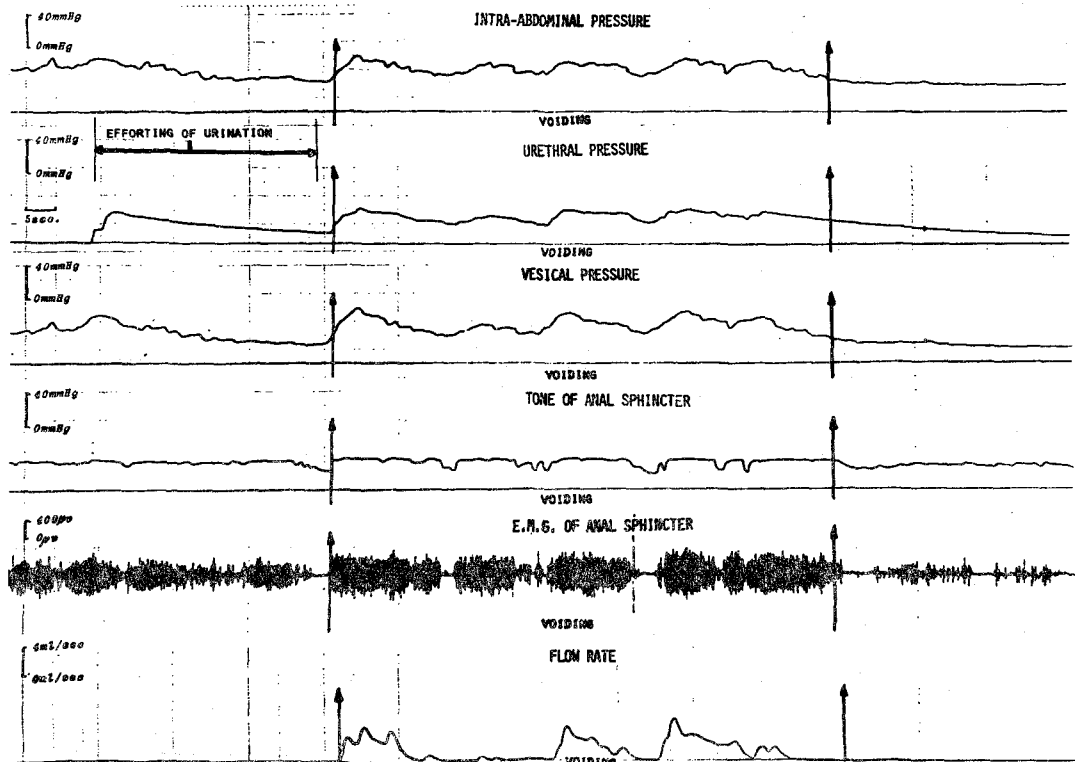


Fig. 14. 利尿筋の収縮力は認められず、腹圧のみにより排尿をなし、かつ排尿中に外括約筋の収縮を認める症例の VUD 波形。排尿努力時には、すでに膀胱頸部の開口が認められるが、外括約筋は収縮しており、排尿は起こらない。排尿中も、膀胱圧と腹腔内圧とは全く同一波形であり（腹圧排尿）、利尿筋の収縮力は認められない。また骨盤底筋群の弛緩も認められない。膀胱頸部での energy 喪失は存在しない。尿流量率波形は波状波形であり、これは腹圧排尿と排尿中の骨盤底筋群の収縮によるためと思われる。

下部尿路に閉塞状態が存在し、利尿筋の過度の伸展が長期間存在し、利尿筋が不可逆性に変化した時や、仙髄排尿中枢や末梢性神経障害のある時では、利尿筋の収縮力が減少または喪失し、腹圧を加えることにより排尿をなしうる場合がある。したがってこのような時には、腹圧の影響が尿流量率に反映される。

骨盤底筋群の弛緩不全：下部尿路機能障害による排尿困難のうちで、最も多いのが骨盤底筋群の弛緩不全状態である。特に神経因性膀胱症例での利尿筋-外尿道括約筋共同不全症例では、その典型をみることができる²⁾。

正常例でも、骨盤底筋群の弛緩程度により、尿流量率や膀胱圧に差を生ずる。特に女性では骨盤底筋群の弛緩が排尿中に著明に認められる時は、利尿筋の収縮力が弱くても正常の尿流量率をえることも可能である。われわれと同様の報告¹³⁾も認められる。

膀胱頸部の開口と開大不全：骨盤底筋群の弛緩不全

と同様に、この状態も下部尿路障害症例で比較的良好にみかけられる。従来この状態は排尿時膀胱尿道造影法により診断されていたが、われわれの方法を用いれば尿水力学的にも測定が可能である。

以上のごとく、排尿機構は数多くの排尿因子が複雑に組み合わさることにより成り立っており、数多くの排尿因子を同時に測定した時にはじめて診断が可能となる。したがって尿流量率の単独測定法では、大きな誤りを犯す可能性があると考えられる。

結 語

超音波 Doppler 式尿流量計よりえられた尿流量率曲線を基に、尿流量率の単独測定法が下部尿路障害の診断、特に screening 法として適切であるかについて排尿因子波形より検討した結果、尿流量率は多くの排尿因子の 1 つとしてはきわめて大切であるが、尿流量率の単独測定としては問題も多く、screening 法とし

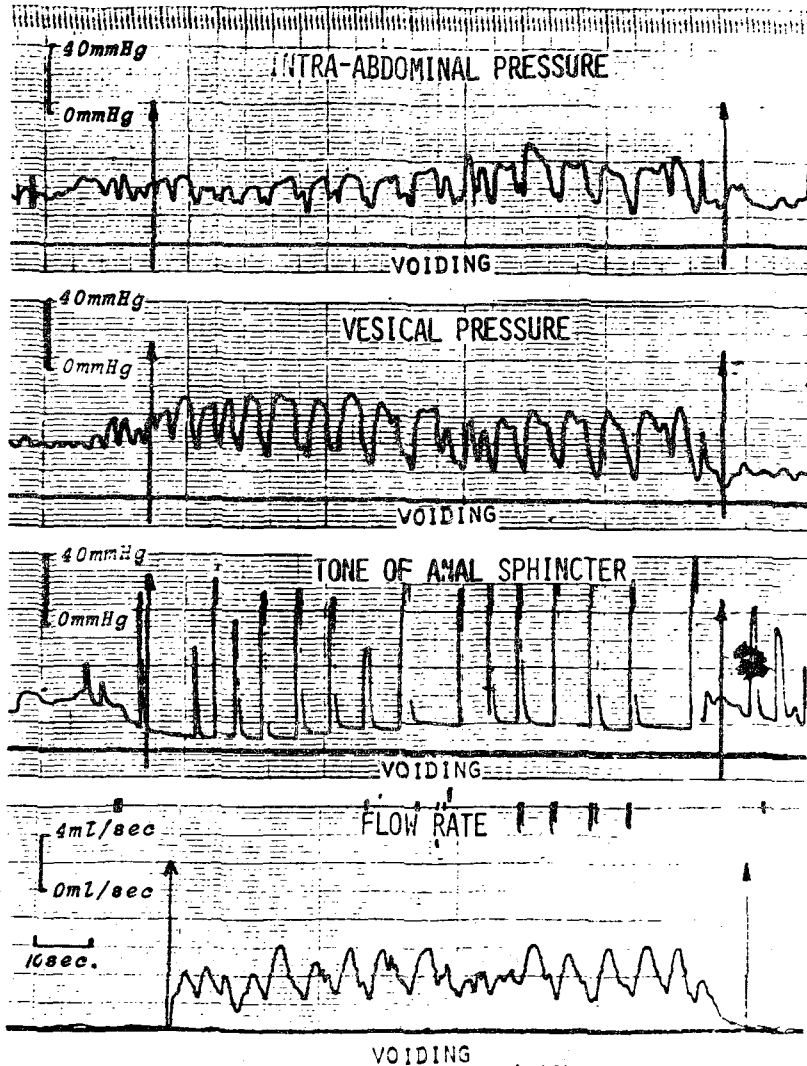


Fig. 15. 利尿筋の収縮力は低下し、腹圧排尿をなし、かつ膀胱頸部の開大不全を認める症例のVUD波形。膀胱圧は正常範囲にあるが、利尿筋の収縮力の低下が認められ、これを腹圧で補っている。排尿中の骨盤底筋群は利尿筋—外括約筋共同不全のごとき像を呈しているが、個々の波形を観察すると、膀胱圧上昇時には肛門括約筋トーンの低下が認められ、dyssynergiaは認められない。尿流量率波形は鋸歯状波形を呈している。

ても適当でないと考えられた。

さらに腹腔内圧、尿道圧、膀胱圧、肛門括約筋トーンおよび肛門括約筋筋電図の5排尿因子を尿流量率と同時に測定し、これら5排尿因子が尿流量率曲線上に与える影響について検討を加えた。その結果、(1)利尿筋の収縮力、(2)腹圧、(3)排尿中の骨盤底筋群の弛緩、(4)排尿中の膀胱頸部の開口と開大の状態などの諸因子が尿流量率曲線上に影響を与えることがわかった。したがって数多くの排尿因子を同時に測定することが、下部尿路通過障害症例には、きわめて大切で

あることを強調したい。

本論文の御指導を賜りました前信州大学泌尿器科学教室柿崎 勉前教授、および御校閲を賜りました小川秋実教授に深謝致します。

文 献

- 1) 土田正義・山口 侑・松村文隆・森田 隆：日泌尿会誌，67：326，1976.
- 2) 福井準之助：日泌尿会誌，67：417，1976.
- 3) 加藤金正：綜合臨床，22：1,733，1973.

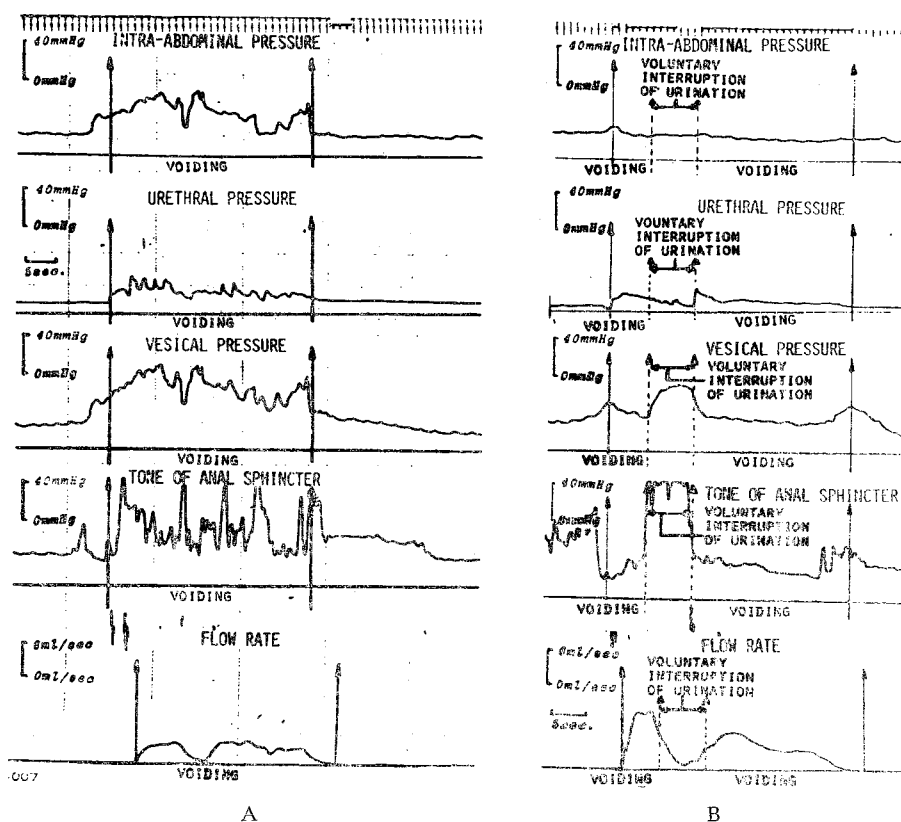


Fig. 16. 排尿期間中の強い外括約筋の spasm ために、高度の腹圧排尿を認めたが、塩酸トルペリゾンの投与により改善が認められた症例の VUD 波形 (external urethral sphincter spasticity syndrome).

Fig. 16-A: 膀胱圧に比べ尿道圧は低く (膀胱頸部での energy 喪失大)、かつ排尿中の肛門括約筋トーヌス波形で棘状波の多発を認める。これらの抵抗に打ち勝って排尿せんがため、腹圧を利用した高い排尿圧が認められる。尿流量率曲線は台形状波形で低い。

Fig. 16-B: 塩酸トルペリゾンにて治療後の VUD 波形。腹圧排尿は消失しているが、膀胱頸部での energy 喪失は存在している。排尿中の骨盤底筋群の弛緩は不十分であるが、Fig. 16-A よりは改善が認められる。随意排尿中断は骨盤底筋群の収縮により完全になされている。

- 4) Baker, D. W.: Hydrodynamics of micturition, ed. by Hinman, F., Jr., p. 325, Charles C Thomas Publ., Springfield, 1971.
- 5) 加藤金正: 超音波医学 (第2版), 日本超音波医学会編, p. 141, 医学書院, 東京, 1973.
- 6) 福井準之助: 日泌尿会誌, 68: 337, 1977.
- 7) 福井準之助: 日泌尿会誌, 68: 1,046, 1977.
- 8) 福井準之助: 日泌尿会誌, 68: 1,127, 1977.
- 9) 福井準之助: 泌尿紀要, 投稿中
- 10) Pierce, J. M., Hopkins, W. F. and Roberts, V. L.: J. Urol., 95: 516, 1966.
- 11) Stewart, B. H.: J. Urol., 84: 414, 1960.
- 12) Diokno, A. C., Koff, S. A. and Bender, L. F.: J. Urol., 112: 743, 1974.
- 13) Tanaghoo, E. A.: Hydrodynamics of micturition, ed. by Hinman, F., Jr., p. 18, Charles C Thomas Publ. Springfield, 1971.

(1978年7月12日受付)