Pressure-flow study 施行時の経尿道的カテーテルの 影響に関する検討

—uroflowmetry との比較検討—

大和高田市立病院泌尿器科

鳥本 一匡* 安川 元信 丘田 英人**

仲川 嘉紀 吉田宏二郎

星ヶ丘厚生年金病院泌尿器科

百 瀬 均

THE STUDY ON THE EFFECT OF THE TRANSURETHRAL CATHETER IN PRESSURE-FLOW STUDY —THE COMPARISON WITH THE URINATION IN UROFLOWMETRY—

Kazumasa Torimoto*, Motonobu Yasukawa, Hideto Okada**,

Yoshinori Nakagawa and Kojiro Yoshida

Department of Urology, Yamatotakada Municipal Hospital

*Department of Urology, Hoshigaoka Koseinenkin Hospital in present

**Department of Urology, Takanohara Central Hospital in present

Hitoshi Momose

Department of Urology, Hoshigaoka Koseinenkin Hospital

(Objective) Pressure-flow study (PFS) is an excellent method for detecting the bladder outlet obstruction. However, PFS with the transurethral catheter has the disadvantage of unphysiological urination during testing. In the present study, we compared the urination in PFS with that in uroflowmetry (UFM) and analyzed the effect of the transurethral catheter.

(Materials and Methods) The subjects were 43 men who underwent PFS at Yamato Takada Municipal Hospital. PFS and UFM were compared with respect to four parameters, i. e., Qmax, the residual urine volume, the region on Liverpool nomogram, and the flow curve pattern (Jørgensen's classification).

(Results) For PFS using a transurethral catheter, (1) Qmax was decreased by a mean of 2.6 ml/s and the residual urine volume was increased by a mean of 26.3 ml compared with UFM, and (2) the Liverpool nomogram and the flow curve pattern showed more impairment of urination with PFS than UFM.

(Conclusion) It is suggested that PFS using a transurethral catheter may not reflect physiological urination.

Key words : pressure-flow study, uroflowmetry, bladder outlet obstruction

*現 星ヶ丘厚生年金病院泌尿器科

**現 高の原中央病院泌尿器科

要旨：(目的) pressure-flow study (以下 PFS) は尿道閉塞に対する優れた検査法であるが、経尿道的カテーテルを用いた場合、検査時の排尿状態が非生理的であるところに若干の問題点を有している。今回、PFS と uroflowmetry (以下 UFM) とを比較し、経尿道的カテーテルの影響について検討した。

(対象と方法) 大和高田市立病院で PFS を施行された男性 43 例を対象とし、PFS と UFM それぞれにおける、最大尿流率、残尿量、Liverpool nomogram 上の所属領域、Jørgensen の分類による flow curve pattern の 4 項目について比較した。

(結果) 圧測定に経尿道的カテーテルを用いた PFS では UFM に比較して、(1) 最大尿流率は平均 2.6 ml/s 低下し、残尿量は平均 26.3ml 増加していた。また、(2) Liverpool nomogram、および、flow curve pattern における排尿状態の悪化が認められた。

(結語) 経尿道的カテーテルを用いた PFS では、生理的な排尿状態を反映していない可能性が示唆された。

キーワード：pressure-flow study, uroflowmetry, 尿道閉塞

緒 言

前立腺肥大症における排尿障害出現のメカニズムについては、近年飛躍的に研究が進み、尿道閉塞 (bladder outlet obstruction: 以下、BOO と略す) の程度と排尿筋収縮力という 2 つの因子が病態に強く関係していることが明らかとなっている¹⁾。pressure-flow study (PFS) は、個々の症例におけるこの 2 つの因子の関わりを客観的に評価する検査法として有用であり、病態の把握・治療効果の正確な予測には必要不可欠なものであるといわれている²⁾。しかし、一方では、特殊な環境下での排尿結果に基づいて評価を下す PFS は、必ずしも生理的な排尿状態を反映していない危険性がある。特に、同検査が標準検査化し、広く普及するに従って、侵襲性の問題から膀胱内圧測定を経尿道的に行うことが多くなっているが、尿道内に留置されたカテーテルの影響が、検査施行時の排尿をより非生理的なものにできる可能性が考えられる。一方、従来より基本的な排尿状態評価法として用いられている uroflowmetry (UFM) は、PFS よりも生理的な条件下で行われ、より自然な排尿状態を反映する検査法であると考えられる。今回、UFM を対照として、PFS 施行時の排尿状態の特性を検討した。

対象と方法

1998 年 2 月から 10 月までに、下部尿路症状を主訴として大和高田市立病院を受診し、PFS を施行された男性 43 例を対象とした。年齢は 66.7 ± 7.7 歳、前立腺体積は 36.1 ± 16.3 ml、IPSS は 12.6 ± 6.4 点、QOL score は 3.8 ± 1.2 点であった。

UFM および PFS には、メディカル・メジャメント・システムズ社製 UD-1030 ウロダイナミックシステム・リブラを用いた。

最初に、自然蓄尿で普段トイレに行くくらいの尿意をもよおした時点で立位にて UFM を行い、残尿量を導尿により測定した。

次に、患者を仰臥位とし、経尿道的に 4.7Fr. ピッグテールカテーテル (Dretler ureteroscopy stent set: Cook Urological) および 8Fr. サフィードを膀胱内に留置し、前者は膀胱内圧測定に、後者は膀胱への注水に用いた。直腸内に直腸圧測定用カテーテル (Rectal Balloon Catheter with Introducer: エムエスメディカル社) を挿入し、カフを蒸留水約 5ml で膨らませた。仰臥位のままで、8Fr. カテーテルより膀胱内へ室温の生理食塩水を最大尿意を感じるまで毎分 50ml で注入した。生理食塩水注入時 (蓄尿時) には膀胱内圧、腹腔内圧 (直腸圧で代用) を、排尿時には 8Fr. カテーテルを抜去して立位でこれらと尿流率とを同時に測定し、排尿後ピッグテールカテーテルで残尿測定を行った。

検討項目としては、排尿状態の基本的な指標である最大尿流率と残尿量に加えて、排尿量による排尿状態への影響を考慮し、Liverpool nomogram³⁾での検討を行った。更に、最大尿流率と残尿量とは観点の異なった排尿状態の評価法であると考えられる flow curve pattern についても検討した。Liverpool nomogram については Fig. 1 の如く同じ排尿量で最大尿流率の低い領域から順に class 1~8 とした。flow curve pattern については Jørgensen らによる分類⁴⁾を用いた。Fig. 2 の type I が正常形態で、type II・III・IV・V はそれぞれ異なった排尿状態を示すが、便宜上 type II・III・IV・V の順に排尿状態が悪化するものとした。

検討方法としては、上記各項目についての全症例での UFM と PFS の比較に加えて、PFS の結果を Schäfer nomogram⁵⁾に従って解析し、全症例を排尿筋

Fig. 1 Liverpool nomogram for maximum urine flow rate (men 50 years and over: median 60)³⁾

各領域を尿流量率の低い方から順に class 1~8 とした。

Fig. 2 Jørgensen の分類による urinary flow curve patterns⁴⁾

力別・BOO の程度別に層別化した上で、各検討項目の UFM と PFS での相違について群間比較した。

結 果

1. PFS の結果

PFS の結果を Schäfer nomogram に従って解析すると、排尿筋力別では very weak の症例はなく、strong (S 群) 13 例、normal (N 群) 24 例、weak (W 群) 6 例であった。また、BOO の程度別では I 群 2 例、II 群 3 例、III 群 9 例、IV 群 15 例、V 群 9 例、VI 群 5 例で、I・II 群を合わせて軽度閉塞群 (5 例)、III・IV 群を合わせて中等度閉塞群 (24 例)、V・VI 群を合わせて高度閉塞群 (14 例) とし、以下の解析を行った。

2. Qmax

43 例中 30 例 (69.8%) で UFM に比較して PFS での Qmax が低値を示した。全症例では、UFM で 10.5 ± 4.5 ml/s、PFS で 8.3 ± 3.6 ml/s と PFS の方が有意に低かった ($p < 0.05$, t 検定)。排尿筋力別では、UFM、PFS の順に、S 群で 10.9 ± 4.7 ml/s から 8.7 ± 3.7 ml/s に、N 群で 10.9 ± 4.7 ml/s から 8.4 ± 3.6 ml/s に、W 群で 10.5 ± 4.5 ml/s から 8.3 ± 3.6 ml/s に変化した。閉塞度合い別では、同様に、軽度閉塞群で 10.7 ± 4.6 ml/s から 8.3 ± 3.0 ml/s に、中等度閉塞群で 10.9 ± 4.7 ml/s から 8.4 ± 3.6 ml/s に、高度閉塞群で 10.8 ± 4.6 ml/s から 8.6 ± 3.6 ml/s に変化した。いずれにおいても、PFS の方が有意に低下した。

また、UFM 時の Qmax から PFS 時の Qmax の値を引いたものを ΔQ とすると、 ΔQ の平均は、S 群で 1.8 ml/s、N 群で 1.8 ml/s、W 群で 5.3 ml/s であったが、各群間で有意差は認めなかった (t 検定)。同様に、 ΔQ の平均は、軽度閉塞群で 2.4 ml/s、中等度閉塞群で 2.5 ml/s、高度閉塞群で 2.2 ml/s であったが、各群間で有意差は認めなかった。

3. 残尿量

43 例中 23 例 (53.5%) で UFM に比較して PFS での残尿量が高値を示した。全症例では、UFM で 40.9 ± 50.8 ml、PFS で 67.2 ± 73.8 ml と PFS の方が有意に増加した ($p < 0.05$, t 検定)。排尿筋力別では、UFM、PFS の順に、S 群で 34.1 ± 38.8 ml から 54.5 ± 55.2 ml に、N 群で 40.6 ± 50.3 ml から 67.2 ± 73.1 ml に、W 群で 40.9 ± 50.8 ml から 67.2 ± 74.2 ml に変化した。全て有意に PFS の方が増加した。閉塞度合い別では、同様に、軽度閉塞群で 42.0 ± 57.1 ml から 67.5 ± 72.1 ml に、中等度閉塞群で 40.6 ± 50.3 ml から 67.2 ± 73.1 ml に、高度閉塞群で 41.0 ± 52.2 ml から 62.2 ± 64.1 ml に変化した。中等度閉塞群で PFS の方が有意に増加したが ($p < 0.05$, t 検定)、軽度閉塞群及び高度閉塞群で有意差は認められなかった。

また、PFS 時の残尿量から UFM 時の残尿量を引いたものを ΔRU とすると、 ΔRU の平均は、S 群で 12.3 ml、N 群で 23.7 ml、W 群で 66.5 ml であったが、各群間で有意差は認めなかった (t 検定)。同様に、 ΔRU の平均は、軽度閉塞群で 25.5 ml、中等度閉塞群で 26.5 ml、高度閉塞群で 21.2 ml であったが、各群間で有意差は認めなかった。

4. Liverpool nomogram 上の所属領域 (Fig. 3)

25 例 (58.1%) において PFS 時の排尿量が UFM 時の排尿量を上回っていたが、UFM、PFS それぞれに

Fig. 3 Liverpool nomogram における所属領域の変化

UFM \ PFS	class 5	4	3	2	1
class 5	●	●	●		
4		●●●	●●●	●	●●●●●●●●
3			●●●		●●●●●●●●
2				●●●	●●●●●●●●
1					●●●●●●●●

における平均排尿量は 171.9ml, 200.3ml で両者の間に有意差は認められなかった (t 検定)。

PFS で、排尿状態が悪化したものは 25 例 (58.1%)、変化がなかったものは 18 例 (41.9%) で、好転したものはなかった。悪化したものの中では、class 1 への変化が 19 例 (44.2%) で最も多かったが、排尿筋力別、閉塞度合い別では、明らかな傾向は認められなかった。

5. flow curve pattern (Fig. 4)

今回、UFM には、type V の症例はなかった。

PFS で、悪化したものは 16 例 (37.2%)、変化がなかったものは 24 例 (55.8%)、好転したものは 3 例 (7.0%) であった。悪化したものの中では、type II, V への変化が 6 例ずつで最も多く、閉塞度合い別では、type V への変化は、軽度閉塞群で 0、中等度閉塞群で 3 例 (16%)、高度閉塞群で 2 例 (23%) と閉塞度合いが強くなるにつれて type V へ変化するものの頻度が高くなっていた。排尿筋力別では、明らかな傾向は認められなかった。

また、flow curve pattern の変化と排尿量の関係について検討してみると、PFS で flow curve pattern が好転した 3 例全例 (100%)、不変群であった 24 例中 11 例 (45.8%)、悪化した 16 例中 11 例 (68.8%) で PFS の方が排尿量が増加していた。好転した 3 例の平均排尿量は、UFM, PFS それぞれにおいて 64.3ml, 260.0 ml で、PFS 時の方が有意差をもって増加していた ($p < 0.05$, t 検定)。

考 察

これまで、様々な方法で BPH の排尿状態が検討されてきた。排尿状態についての客観的な評価方法とし

Fig. 4 flow curve pattern の変化

PFS \ UFM	type I	II	III	IV	V
type I	●●●	●●●●●●●●	●		●●●
II		●●●●●●●●		●●●	●●
III			●●●		●
IV		●●	●	●●●●●●●●	●
V					

ては、UFM, voiding cystourethrography, PFS が一般的であるが、いずれも完全に自然な排尿状態での検査ではなく、真の排尿状態 (これを調べることは不可能に近いが) との解離の程度については不明である。これらの検査の中では UFM が、外部からの影響の最も少ない条件下で行われている。PFS は下部尿流動態の評価法としては、現時点で最も詳細な情報の得られる検査法であるが、一方では各種圧測定用のカテーテル留置による心理的・直接的な影響が危惧される。特に、経尿道的カテーテル留置の場合、その影響は大きいと考えられる。

今回、BPH 診療の中で最も重要な検査法である PFS の排尿が、最も自然排尿に近いと思われる UFM の排尿とどのように異なるかを検討したが、排尿状態を比較するために用いた全ての指標において UFM と PFS の間に明らかな差が認められたことから、UFM と比較して PFS では排尿状態がより悪くなっていると結論づけることができる。PFS 時の排尿状態悪化の原因の一つとして、経尿道的カテーテルにより生じた尿道抵抗の増加が関与している可能性があげられる。我々は、尿道抵抗を出来るだけ小さくするために 4.7Fr. のピグテールカテーテルを用いているが、1991 年の International Continence Society による前立腺肥大症の研究においては、pressure flow study を行う上で尿の流出抵抗の影響を少なくするため、恥骨上カテーテルを用いるか、4Fr よりも細径カテーテルを用いるよう勧めている⁶⁾。宮川らは直径 1mm の硬膜外麻酔用カテーテルを経尿道的に用いて膀胱内圧・尿流同時測定を行っている。即ち、恥骨上穿刺により 18G 静脈圧測定用チューブを膀胱内に留置し、経尿道的カテーテ

ルの有無による排尿状態の変化を検討し、膀胱内圧、最大尿流率、尿流曲線の変化は僅かであったと報告している⁷⁾。この様に、細径カテーテルを用いることでPFS時の排尿状態の悪化を防ぐことが出来るかもしれないが、排尿時の膀胱内圧を正確に伝達する最小のカテーテルサイズは4.7Fr.であるという報告もある⁸⁾。実際には、4~8Fr.くらいのカテーテルが用いられることが多いため、排尿状態の悪化は常に念頭に置いておくべきである。

今回の検討では、UFMと比較してPFSの方が残尿量が増加した。残尿量は、尿道閉塞の程度によってのみ決まるものではなく、尿道抵抗増大による二次的変化としての膀胱機能障害が関与している可能性がある⁹⁾。残尿量の増加は、尿道抵抗の増加により膀胱の仕事量が増大した結果、機能が低下した膀胱では代償できなかったものと考えられ、今回、有意差はないものの、Schäfer nomogramに従って評価した排尿筋収縮力がstrong, normal, weakと低下するにつれて、ΔRUの増加が認められたことは、このことを支持するものであったと思われる。

Qmaxは排尿状態の評価において、最も一般的に用いられている指標であるが、排尿量により影響を受けることから、種々のnomogramが考案されている⁹⁾¹⁰⁾。今回の検討においては、UFMでは自然蓄尿、PFSでは生理食塩水の注入と蓄尿方法が異なっていることから、排尿量にも差が生じることを考慮して、Liverpool nomogramによる検討を加えた。Liverpool nomogram上で両者を比較すると、多くの症例でPFSの方が最大尿流率が低い領域に属しており、排尿量の影響を考慮しても、PFSで排尿状態が悪化する可能性が確認された。

一般に、排尿状態の指標として最大尿流率、排尿量、残尿量等の数値が用いられることが多いが、UFMでの尿流曲線形態もその一つとして重要であると考えられる。そこで、我々は、Jørgensenらによる尿流曲線形態の分類を用いて検討した。結果に示したように、概ねPFSの方が曲線形態は悪化し、尿流率の低下、排尿時間の延長、排尿の中断等の出現や増悪を認めた。中でも興味深かったのは、constrictive obstructionと関連があると考えられるtype Vへの変化があったことであり、PFSで前立腺肥大症を検討する場合、constrictive obstructionに類似した状態が作り出されている可能性を念頭に置く必要があると考えられる。また、PFSで尿流曲線形態の好転を3例に認めた。これらの

症例では、UFMに比べPFSの方が排尿量が有意に増加しており、このことがPFSで尿流曲線形態が好転した一因であると推測されるが、尿流曲線形態の不変群、悪化群においては必ずしも排尿量の増減と尿流曲線形態との間に関連を認めず、他の様々な因子も関与しているものと思われた。

Ryallらによると、経尿道的カテーテル(直径2mm)によるPFSではQmaxが低下する上、排尿圧が上昇する傾向があるため、obstructed groupに分類された症例の約25%、および、equivocal groupに分類された症例の43%が、カテーテルのない状態ではそれぞれequivocal group, unobstructed groupに分類されたという¹¹⁾。PFSがBOO評価の、現時点での唯一の標準的な方法である以上、真の値との解離を検証することは不可能であるが、PFSを用いて排尿動態を検討するには、排尿状態の特性を念頭に置いておく必要があり、注意を要するものと考えられる。

結 語

経尿道的カテーテルを用いたPFSでは、尿道抵抗の増加により排尿状態が悪化し、生理的な排尿状態を反映していない可能性がある。よって、PFSにより尿道閉塞を評価する際には、その程度を過大に評価している可能性を念頭に置いておく必要がある。

文 献

- 1) Abrams, P.H. and Griffiths, D.J.: The assessment of prostatic obstruction from urodynamic measurements and from residual urine. *Brit.J.Urol.*, **51**, 129—134, 1979.
- 2) 山口 脩: 前立腺肥大症におけるPressure Flow Study. *臨泌*, **51**, 183—194, 1997.
- 3) Haylen, B.T., Ashby, D., Sutherst, J.R., Frazer, M.I. and West, C.R.: Maximum and average urine flow rate in normal male and female populations—the Liverpool nomograms. *Brit. J. Urol.*, **64**, 30—38, 1989.
- 4) Jørgensen, J.B., Jensen, K.M.-E., Karskov, P., Bernstein, I., Abel, I. and Mogensen, P.: Intra- and inter-observer variations in classification of urinary flow curve patterns. *Neurourol. Urodynam.*, **9**, 535—539, 1990.
- 5) Schäfer, W.: Basic principles and clinical application of advanced analysis of bladder voiding function: *Urol. Clin. North. Am.*, **17**, 553—566, 1990.
- 6) International Continence Society: Proposal for the comparative study of symptoms and urodynamics in benign prostatic hypertrophy. ICS-BPH study, 1~6, 1991.

- 7) 宮川征男, 平川真治, 嶋本 司, 井上明道, 渡部信之: 硬膜外麻酔用カテーテルを用いた排尿時膀胱内圧・尿流同時測定法の検討. 臨泌, **40**, 731—834, 1986.
- 8) 小澤秀夫, 市川孝治, 志田原浩二, 小野憲昭, 大枝忠史, 公文裕巳, 大森弘之, 近藤厚生: Pressure flow study に用いる尿道カテーテルの圧力伝導性. 神経因性膀胱研究会誌, **4**, 28—31, 1993.
- 9) 八竹 直: 尿流量測定 of 臨床的意義について. 泌尿紀要, **27**, 1019—1024, 1981.
- 10) Siroky, M.B., Olsson, C.A. and Krane, R.J.: The flow rate nomogram: I. Development, J. Urol., **122**, 665—668, 1979.
- 11) Ryall, R.L. and Marshall, V.R.: The effect of a urethral catheter on the measurement of maximum urinary flow rate. J. Urol., **128**, 429—432, 1982.

(1999 年 10 月 6 日受付, 2000 年 6 月 16 日受理)