

排尿障害の臨床的研究

大阪医科大学泌尿器科学教室（主任：宮崎 重教授）

西 村 保 昭*

CLINICAL STUDIES ON DISTURBANCE OF
MICTURITION

Yasuaki NISHIMURA

*From the Department of Urology, Osaka University Medical School**(Chairman : Prof. S. Miyazaki, M. D.)*

In order to investigate vesical function and analyse nature of voiding in adults both normal and with impaired micturition, the following studies were made.

Measurement of the urethral resistance in a simplified voiding method and uroflometric studies were carried out on 80 healthy male adults, 64 benign prostatic hyperplasia and 10 urethral strictures before and after treatments.

Continuous retrograde cystometry was also performed on 30 healthy adults, 10 cerebral bladder, 20 spinal bladder, and 5 peripheral bladder under the loading of autonomic nerve drugs.

A. Results

1. Urethral resistance of healthy male adults was $0.60 \text{ cmH}_2\text{O}/\text{ml}^2/\text{sec}^2$ in average according to the simplified voiding method. In prostatic hypertrophy, it was much greater than normal but decreased to almost normal value after surgery.

2. Uroflometric examinations on healthy adult males showed the lowest urethral resistance $0.24 \text{ mmHg}/\text{ml}^2/\text{sec}^2$, initial intravesical pressure 54.9 mmHg , maximum voiding pressure 58.8 mmHg , and maximum flow rate $16.4 \text{ ml}/\text{sec}$ in average. In prostatic hypertrophy and urethral stricture, the minimum urethral resistance and intravesical pressure were higher and the maximum flow rate was lower than normal, and these values returned about normal after treatment. In urethral stricture, however, the intravesical pressure generally remained higher than that in prostatic hypertrophy even after urethral dilatation.

3. Continuous retrograde cystometry under administration of autonomic nerve drugs showed that normal or cerebral bladder scarcely responded to these drugs. In cerebral bladder, vesical capacity was greater and the maximum voluntary pressure was strikingly lower than values observed in normal bladder. On the other hand, spinal or peripheral bladder responded to these drugs. Injection of Buscopan® produced a low and that of bethanechol chloride a high cystometric curve. These responses seemed to be most striking at the time of maximum vesical capacity in spinal bladder and at the beginning of intravesical infusion in peripheral bladder. Vesical capacity was also affected by these drugs in spinal bladder and much less in peripheral bladder.

B. Clinical significance of the urodynamic examinations.

1. The simplified measurement of urethral resistance is clinically useful as a screening method to evaluate the lower urinary tract obstruction.

* 大学院学生

2. Uroflometric examinations enable us to know grade and nature of the obstruction more accurately and concretely than the above, and they give us clinically useful informations as to treatment and its evaluation.

3. Continuous retrograde cystometry under administration of autonomic nerve drugs is also helpful in diagnosis and clinical judgment of neurogenic bladder.

論文内容

緒言

〔I〕排泄性尿道抵抗測定

1. 簡易排泄性尿道抵抗測定

- (i) 検査対象
- (ii) 検査器具および検査方法
- (iii) 検査成績
 - a. 正常例
 - b. 前立腺肥大症例
 - c. 治療後症例
 - d. 代表症例

小括

2. 排尿力検査

- (i) 検査対象
- (ii) 検査装置および検査方法
- (iii) 検査成績
 - a. 正常例
 - b. 前立腺肥大症例・尿道狭窄症例
 - c. 治療後症例

緒言

排尿障害を主訴とする患者の診断にあたり、従来、前立腺直腸内触診、残尿測定、尿路のX線の検査、膀胱鏡の検査などが一般に行なわれている。しかし、治療法の発達に伴い、排尿障害の性質およびその程度を更に詳しく知ることが必要となってきた。それには従来の検査法のみでは不じゅうぶんであって、最近種々の検査法が諸家により報告されている。すなわち、これらを総括すると、膀胱の静止内圧を測定する方法、排尿時の膀胱内圧を測定する方法、尿流量を測定する方法、排尿時膀胱内圧と尿流量とを同時に測定し尿道抵抗値を算出する方法などに大別される。

静止膀胱内圧測定について

1876年、Dubois¹⁾が水圧力計を用いて人体の膀胱内圧を測定し報告しているが、これを臨床的に応用したのは、Rose²⁾が最初であり、その後各種の膀胱内圧測

d. 代表症例

小括

3. 簡易排泄性尿道抵抗測定と排尿力検査との成績の比較

〔II〕薬剤負荷による逆行性連続膀胱内圧測定

- (i) 検査対象
- (ii) 検査装置および検査方法
- (iii) 検査成績
 - a. 正常例
 - b. 脳膀胱例
 - c. 脊髄膀胱例
 - d. 末梢膀胱例
 - e. 代表症例

小括

総括ならびに考按

結語

参考文献

定器や測定方法が発表されている^{3,4,5,6,7,8)}。

排尿時膀胱内圧測定について

本法はAdler⁹⁾によって最初に紹介された。恥骨上より膀胱内へ細いポリエチレンカテーテルを挿入して、排尿時の膀胱内圧を測定する方法である¹⁰⁾。またGleason & Lattimer¹¹⁾は経尿道的に膀胱内へ細いポリエチレンカテーテルを挿入して、排尿時膀胱内圧を測定し報告している。さらにGleason & Lattimer¹²⁾はカテーテルによる利尿筋の刺激をさけるため、低比重の小さなradio transmitterを膀胱内に挿入して、圧の変化を体外で受信する方法を考案した。

尿流量測定について

排尿状態を客観的に把握する方法の一つとして、はじめて尿流量を測定したのはSchwarz & Brenner¹³⁾であり、その後、Drake¹⁴⁾、Kaufman¹⁵⁾らが種々の尿流量計を考案し、排尿中の尿流量を測定し報告している。

排尿時膀胱内圧と尿流量の同時測定について

vonGarrelts¹⁶⁾ によりはじめて報告されたもので、細いポリエチレンチューブを経尿道的に膀胱内に挿入し、これを電気圧力計に接続して膀胱内圧を測定し、同時に尿流量計に排尿させて、尿流量をも測定する方法である^{17,18,19,20)}。また、排尿時膀胱内圧を測定するために経尿道的にチューブを膀胱内に挿入することは、チューブ自体が尿道抵抗を増加させ、また尿道粘膜を刺激するという考えから、恥骨上膀胱穿刺によりチューブを膀胱内に挿入し、このチューブを通して膀胱内圧を測定する方法なども報告されている^{21,22,23)}。

さらにその後、多チャンネル記録装置を用いて、後部尿道内圧や直腸内圧なども同時に測定するという方法も加わり^{24,25,26)} 現在まで数多くの検査方法が報告されてきた。しかし方法が複雑で研究的要素の強いものが多く、現在のところでは実際の一般臨床検査法としては適当でないものが多い。

排尿障害はその原因により2つに大別することができる。そのひとつは、中枢または末梢における膀胱支配神経の障害によるいわゆる神経因性膀胱による排尿障害であり、他のひとつは、下部尿路の疾患にもとづく排尿障害である。このように日常遭遇する排尿障害の原因を大きく分けても全く異なった原因が存在することを考えると、おのずからそれぞれの検査方法の適応を考慮しなければならない。

私は下部尿路の器質的疾患による排尿障害に対しては、排泄性尿道抵抗測定(1.簡易排泄性尿道抵抗測定, 2.排尿力検査)を、神経因性膀胱による排尿障害に対しては、薬剤(自律神経剤)負荷による逆行性連続膀胱内圧測定を従来の検査法に加えて施行した。そしてこれらの方法の臨床検査法としての意義を検討し、若干の知見を得たので報告する。

〔I〕排泄性尿道抵抗測定

1. 簡易排泄性尿道抵抗測定

(i) 検査対象

1966年5月から1967年6月末までの間に、本学泌尿器科を訪れた外来および入院患者のうち81例の男子を本検査の対象とした。その内訳は、全く排尿障害を自覚せず、諸種の泌尿器科的検査においても下部尿路に何ら異常を認めなかった正常例35例、前立腺肥大症例26例(完全尿閉のものは除いた)、同手術療法後症例

20例(前立腺被膜下摘除術後5例、経尿道的前立腺切除術後15例)である。手術療法後症例の検査は、前立腺被膜下摘除術後のものでは手術創が完全に治癒し、患者がほぼ日常の生活に復帰可能となった時期に施行した。また、経尿道的前立腺切除術後のものでは、肉眼的に尿がほぼ清澄となり、鏡検にて赤血球が認められなくなった時期に行なった。

(ii) 検査器具および検査方法

検査器具

- イ) 16Fr 5ml バルーンカテーテル(カッターレジフレックス社製)
- ロ) 容量 300~500ml の目盛付シリンダー
- ハ) ストップウォッチ
- ニ) ネラトン氏カテーテル(主として8号を使用した)
- ホ) 100ml 注射器

検査方法

Kleeman²⁷⁾ の方法にならい、尿道抵抗を尿の尿道内流量、カテーテル内流量およびカテーテルの抵抗の三者から求めた。この三者の間には Fig. 1 に示すごとき関係式がなり立つ。

$$R_u = \frac{F_c^2}{F_u^2} \times R_c$$

F_c = flow through catheter
(ml/sec)

F_u = flow through urethra
(ml/sec)

R_c = resistance of catheter
(cmH₂O/ml²/sec²)

R_u = resistance of urethra
(cmH₂O/ml²/sec²)

Fig. 1

まずネラトン氏カテーテルを経尿道的に被検者の膀胱内に挿入し、約 30°C の滅菌水を毎分約 50ml の速度で注入し、尿意を感じたところでカテーテルを抜去する。カテーテル抜去後約 2 分後に日常の排尿姿勢で目盛付シリンダー内に排尿させる。そしてその排尿に要した時間をストップウォッチではかり、平均の尿流量を算出する。次に 16Fr 5ml のバルーンカテーテルを膀胱内に挿入して残尿をはかり、排尿量と残尿量とを加えた量の滅菌水を膀胱内に注入する。2 分後に最初と同じ姿勢でかつ同じ程度の腹圧を加えて、カテーテルを通して、シリンダー内に排尿させ、初回と同様にして尿流量を測定する。そしておのおのの値を前述の公式にあてはめて尿道抵抗値を算出する。

なお、おのおのの流量におけるカテーテルの抵抗を

知るために、実験的に種々の圧で水をカテーテル内に流して、圧と流量の関係をグラフにあらわした(Fig. 2)。そしてこのグラフから、測定したカテーテル内流量に対する圧を求め、圧を流量の2乗で除し、そのときのカテーテルの尿流に対する抵抗を求めた。

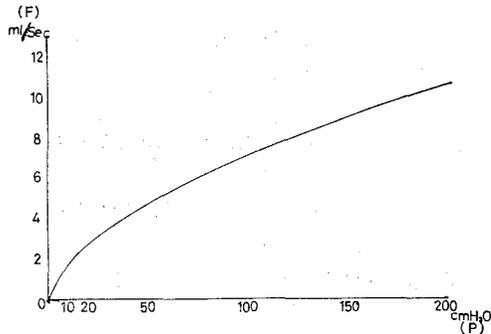


Fig. 2

(iii) 検査成績

a. 正常例

全く排尿障害を自覚せず、泌尿器科的な一般検査においても下部尿路に何ら異常を認めなかった27~68才の男子35例について検査を施行した。

測定値の範囲は 0.43~1.43cmH₂O/ml²/sec² で、平均値は 0.60cmH₂O/ml²/sec² であった (Table 1)。

b. 前立腺肥大症例

排尿困難を訴える前立腺肥大症の患者(完全尿閉は除く)26例(54~81才)に対して検査を行なった。

測定値の範囲は 1.73~97.25cmH₂O/ml²/sec² で、その平均値は 15.99cmH₂O/ml²/sec² と正常例に比し著明な高値を示した (Table 1)。

c. 治療後症例

上記症例のうち、観血的治療を行なった20例について検査を行なった。

Table 1

	症例数	年 令 (才)	尿 道 抵 抗 値 (cmH ₂ O/ml ² /sec ²)		
			範 囲	平 均 値	
正 常 例	35	27~68	0.43~1.43	0.60	
前立腺肥大症例	治療前	26	54~81	1.73~97.25	15.99
	治療後	20	54~81	0.16~2.21	1.04

測定値は 1.04cmH₂O/ml²/sec² と治療前に比し著明に低下しており、ほぼ正常に近い状態で排尿が可能になったことを示している (Table 1)。

d. 代表症例

T.Y. 66才 ♂ 前立腺肥大症。

約6カ月前より夜間頻尿があり、10日前から排尿困難、残尿感を自覚するようになった。

直腸内触診にて前立腺は、くるみ大、弾性硬、表面平滑であった。尿道撮影では後部尿道の延長を認めた。この患者に簡易排泄性尿道抵抗測定を行なった。

まず自然排尿にて140mlを41.1秒で排尿した。すなわち平均の尿道内流量(Fu)は3.4ml/secである。このときの残尿は65mlであった。次に16Fr 5mlバルーンカテーテルを通して205mlを30.1秒を要して排尿した。すなわちカテーテル内流量(Fc)は平均6.8ml/secである。一方16Frバルーンカテーテルの圧流曲線(Fig. 2)からカテーテル内を尿が平均6.8ml/secで通るときのカテーテルの尿流に対する抵

抗値を求めると、 $Rc = \frac{89.7}{(6.8)^2} = 1.94$ (cmH₂O/ml²/sec²) となる。以上の値から尿道抵抗値は、 $Ru = \frac{(6.8)^2}{(3.4)^2} \times 1.94 = 7.76$ (cmH₂O/ml²/sec²) と算出され、正常値より著しく高い値が得られた。

この患者に対し、経尿道的に前立腺を10.7g切除した。術後2週間目には、尿は肉眼的に全く清澄となり、排尿困難も全く消失した。この時期においてふたたび簡易排泄性尿道抵抗測定を行なった。

尿道内流量(Fu)は平均10.8ml/sec、残尿5mlを認めた。また、カテーテル内流量(Fc)は平均6.8ml/secであった。以上の値から尿道抵抗値を計算すると、0.77cmH₂O/ml²/sec² と術前に比し著明に低下しており、排尿がほぼ正常の状態のできるよう改善されたことを示している。

小 括

簡易排泄性尿道抵抗測定による健康成人男子の尿道抵抗値は平均0.60cmH₂O/ml²/sec² で

あった。前立腺肥大症例では平常値より著明に高い尿道抵抗値を示し、またカテーテル内流量はほとんどの症例において、正常例の場合より増加しており、排尿時の膀胱内圧が正常例よりも高くなっていることが推察される。しかし、治療後には尿道抵抗値は、治療前に比し著明に低下し、またカテーテル内流量も一般に、治療前よりも減少する傾向を示し、排尿状態が改善されたことを認めた。

2. 排尿力検査法

(i) 検査対象

1967年4月から1968年11月末までの間に本学泌尿器科を訪れた外来および入院患者のうち140例の男子を本検査の対象とした。その内訳は、正常例50例、前立腺肥大症例（完全尿閉を除く）40例、尿道狭窄症例（完全尿閉を除く）10例、治療後症例40例（前立腺被膜下摘除術後8例、経尿道的な前立腺切除術後22例、尿道ブジー拡張術後10例）である。治療後症例の検査は、前立腺肥大症については、前記の簡易排泄性尿道抵抗測定の場合と同様である。尿道ブジー拡張術後のものでは、24号の金属ブジーの挿入が容易となり、自覚的に排尿困難が改善された時期に検査を施行した。

(ii) 検査装置および検査方法

検査装置

イ) 日本光電製の多用途2素子記録装置、形式RM-20（前置増幅器RP-2を内蔵）

ロ) 日本光電製の電気圧力計、MP-4T（高圧用、低圧用各1台）

ハ) 内径180mmのロートを付着した内径100mm、高さ250mmのステンレス製シリンダー

ニ) No. 4 アトム留置栄養カテーテル（外径1.35mmポリエチレン製）

多用途2素子記録装置と高圧用および低圧用の電気圧力計とを組合わせて使用した。すなわち、高圧用電気圧力計は膀胱内圧の受圧器として使用し、尿流量測定には、ステンレス製シリンダーの底部を低圧用電気圧力計に接続し、シリンダー内の尿の増加に伴うシリンダー底部の水圧の上昇から尿流量を算出した。なお、このさいの記録用紙の速度は毎秒3mmとした（Fig. 3）。

検査方法

高圧用と低圧用の電気圧力計を用いて、排尿中の膀胱内圧（P）と尿流量（F）とを同時に測定し、 $R = \frac{P}{F^2}$ から尿道抵抗（R）を算出した。

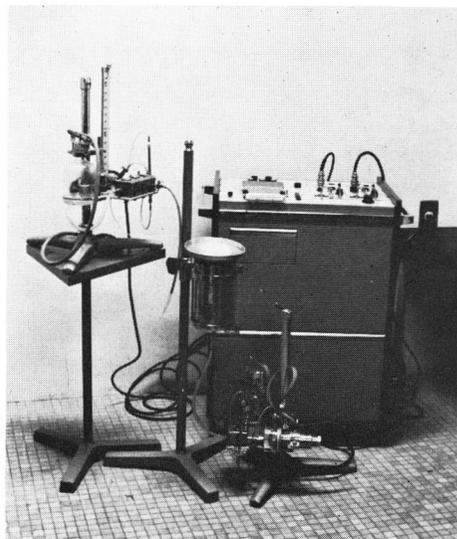


Fig. 3

簡易排泄性尿道抵抗測定の場合と同様の方法で、膀胱内に約30°Cの滅菌水を注入した後、No. 4 アトム留置栄養カテーテルを経尿道的に膀胱内に挿入する。次にカテーテルを高圧用の電気圧力計に接続し、日常の排尿姿勢で、測定用ロート内に排尿させ、排尿終了後残尿を測定する。

なお、測定開始前に圧の0基準は、被験者の恥骨上縁にとり、電気圧力計（高圧用）の0基準を恥骨上縁と同一水平面に固定した（Fig. 4）。

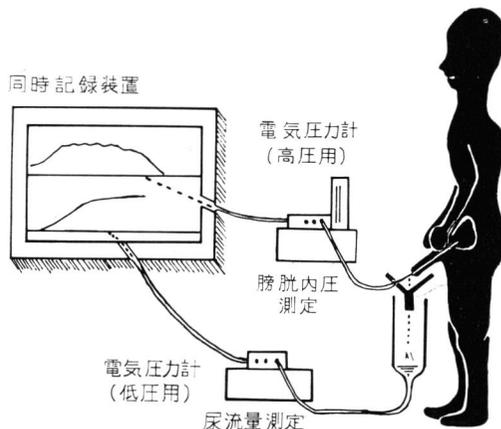
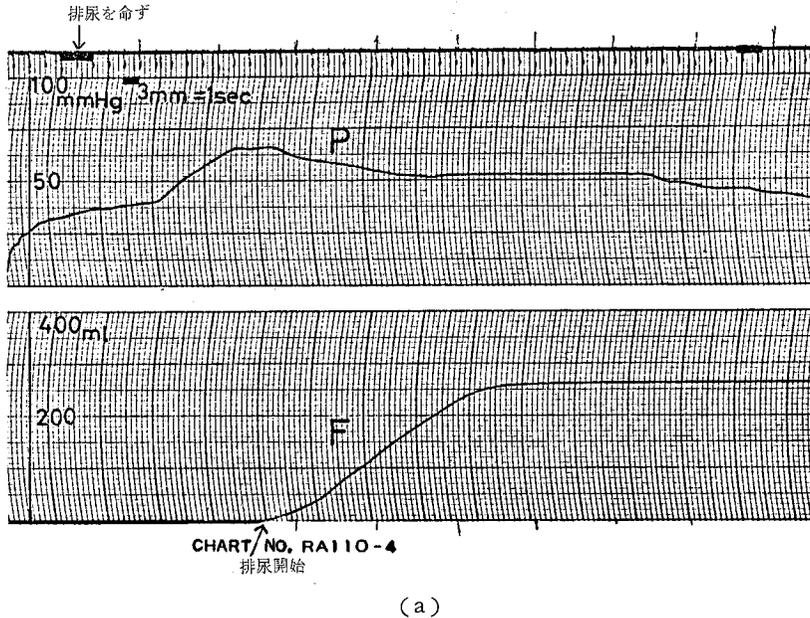


Fig. 4

以上のようにして、排尿時の膀胱内圧と尿流量を同時に測定記録し尿道抵抗を算出した（Fig. 5のa）。

このようにして得られた曲線について、まず排尿開始時の膀胱内圧をしらべる。次に5秒ごとに区切って、膀胱内圧、尿流量の計測値を出し、尿道抵抗値を算出する（Fig. 5のb）。そしておのおのの値をグラ



(a)

排 尿 時 間 (sec)	尿 流 量 (F) (ml/sec)	膀胱内圧 (P) (mmHg)	尿道抵抗値 (R) (mmHg/ml ² /sec ²)
0~5	0	36.5	∞
5~10	0	48.5	∞
10~15	4	64.0	4.00
15~20	18	57.7	0.16
20~25	20	52.6	0.13
25~30	10	52.5	0.53
30~35	1	52.5	52.50
35~40	0	50.4	∞
40~45	0	44.9	∞

(b)

Fig. 5

フに表わし、排尿力曲線を描く (Fig. 6)。これより、尿道抵抗の最低値、排尿中の最高膀胱内圧、最大尿流量などについて検討した。

(iii) 検査成績

a. 正常例

排尿障害を全く自覚せず、また泌尿器科的な一般検査にても下部尿路に全く異常を認めなかった23~65才の男子50例に対して検査を行なった。

最低尿道抵抗値は $0.03\sim 0.56\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ の範囲にあり、その平均値は $0.24\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ であった (Table 2)。排尿開始時の膀胱内圧は $32.5\sim 71.5\text{mmHg}$ の範囲にあり、その平均値は 54.9mmHg であった (Table 2)。排尿中の最高膀胱内圧は $38.3\sim$

71.0mmHg の範囲にあり、その平均値は 58.8mmHg であった (Table 2)。最大尿流量は $10\sim 32\text{ml/sec}$ で、その平均値は 16.4ml/sec であった (Table 2)。

Fig. 7 は正常例の各平均値から描いた排尿力曲線である。

b. 排尿障害例

前立腺肥大症例

前立腺肥大症患者40例 (48~81才) に対して検査を行なった (完全尿閉のものは除いた)。

最低尿道抵抗値は $0.71\sim 20.67\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ の範囲にあり、その平均値は $4.53\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ であった (Table 2)。排尿開始時の膀胱内圧は $52.8\sim 140.0\text{mmHg}$ の範囲で、その平均値は 89.7mmHg であっ

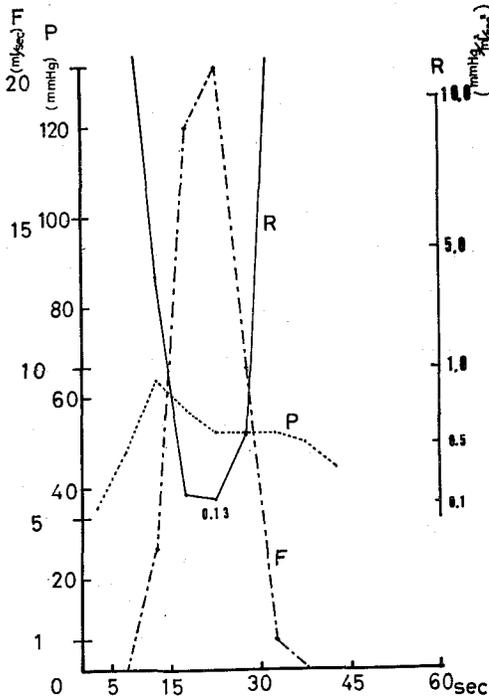


Fig. 6

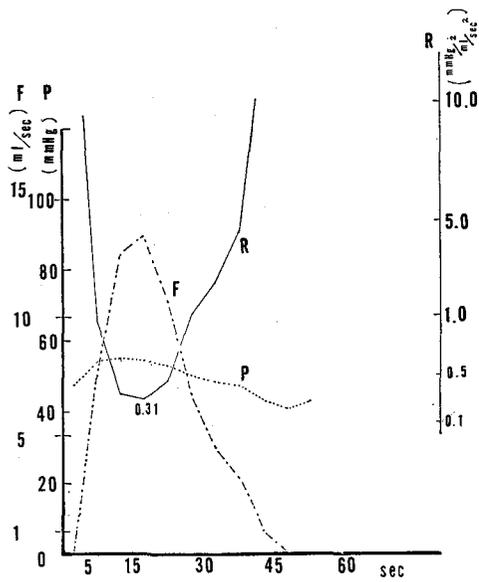


Fig. 7

た (Table 2). 排尿中の最高膀胱内圧は 52.8~140.0 mmHg の範囲で、その平均値は 95.1mmHg であった (Table 2). 最大尿流量は 2~12ml/sec の範囲で、その平均値は 5.9ml/sec であった (Table 2).

Fig. 8 は前立腺肥大症例の各平均値から描いた排

尿力曲線である。

尿道狭窄症例

淋疾性尿道狭窄による排尿困難を訴えた患者 (完全尿閉のものは除いた) 10例 (49~61才) に対して検査を行なった (ネラトン氏カテーテル挿入不能のものには N0.4 アトム留置栄養カテーテルにて、膀胱内に滅菌水を満たした。)

最低尿道抵抗値は 0.72~3.12mmHg/ml²/sec² の範囲にあり、その平均値は 1.78mmHg/ml²/sec² であった (Table 2). 排尿開始時の膀胱内圧は 62.5~81.5 mmHg の範囲にあり、その平均値は 72.4mmHg であった (Table 2). 排尿中の最高膀胱内圧は 70.0~105.7mmHg の範囲にあり、その平均値は 83.3mmHg であった。最大尿流量は 5~11ml/sec の範囲にあり、その平均値は 7.5ml/sec であった (Table 2).

Fig. 9 は尿道狭窄例の各平均値から描いた排尿力曲線である。

c. 治療後症例

前立腺肥大症の治療後の症例

前立腺肥大症の手術療法後の症例30例について検査を行なった。

最低尿道抵抗値は 0.12~1.09mmHg/ml²/sec² の範囲にあり、その平均値は 0.31mmHg/ml²/sec² であった (Table 2). 排尿開始時の膀胱内圧は 45.0~68.2 mmHg の範囲にあり、その平均値は 54.4mmHg であった (Table 2). 排尿中の最高膀胱内圧は 45.7~88.5mmHg の範囲にあり、その平均値は 58.8mmHg であった (Table 2). 最大尿流量は 7~20ml/sec の範囲で、その平均値は 13.9ml/sec であった (Table

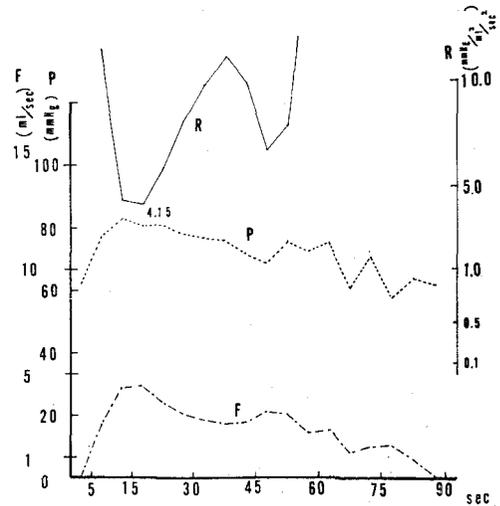


Fig. 8

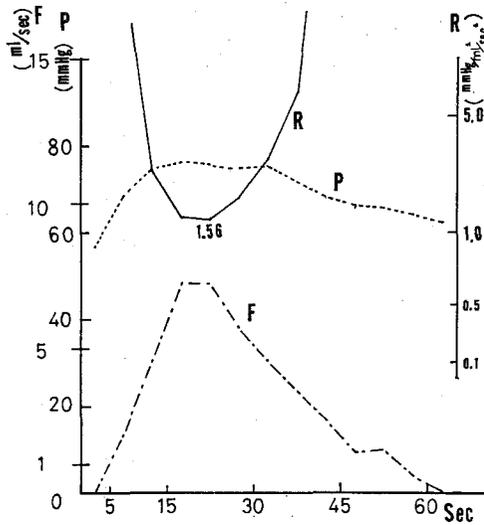


Fig. 9

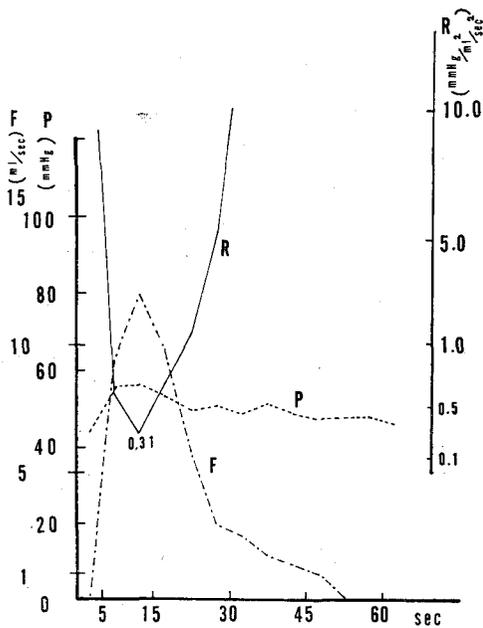


Fig. 10

2).

Fig. 10 は前立腺肥大症術後症例の各平均値から描いた排尿力曲線である。

尿道狭窄の治療後症例

尿道ブジー拡張術後の10例について検査を行なった。最低尿道抵抗値は $0.24\sim 0.33\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ の範囲にあり、その平均値は $0.24\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ であった。排尿開始時の膀胱内圧は $52.5\sim 68.5\text{mmHg}$ の範

围で、その平均値は 58.4mmHg であった(Table 2)。排尿中の最高膀胱内圧は $58.2\sim 80.5\text{mmHg}$ の範囲で、その平均値は 67.9mmHg であった (Table 2)。最大尿流量は $13\sim 21\text{ml/sec}$ で、その平均値は 16.7ml/sec であった (Table 2)。

Fig. 11 は尿道狭窄ブジー拡張術後症例の各平均値から描いた排尿力曲線である。

d. 代表症例

症例1. S.T. 61才 ♂ 前立腺肥大症。

数年前より冬期になると夜間頻尿を認めるようになり、2カ月前より尿線細小となり、排尿困難が強くなってきた。

直腸内触診で前立腺は、くるみ大、弾性硬、表面平滑、圧痛(±)であった。尿道撮影では後部尿道の延長を認めた。排尿力検査の結果は次のごとくであった。

最低尿道抵抗値は $3.88\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ と正常人よりも著明に高く、排尿開始時の膀胱内圧は 140mmHg 、排尿中の最高膀胱内圧は 140mmHg と著しく高くなっており、最大尿流量は 6ml/sec と減少していた。自然排尿の量は 165ml で残尿 115ml を認めた。Fig. 12 はその排尿力曲線である。

この患者に経尿道的前立腺切除術(12.8g 切除)を施行し、術後3週間目に排尿力検査を行なった。

その結果は、最低尿道抵抗値が $0.22\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ と著明に低下し、排尿開始時の膀胱内圧は 56.5mmHg 、排尿中の最高膀胱内圧は 57.7mmHg といずれも治療前に比し $1/3$ 近くに低下し、最大尿流量は 16ml/sec と治療前に比し著明に増加した。Fig. 13 は治療後の排尿力曲線であるが、正常の排尿状態に回復していることがわかる。

症例2. S.S. 48才 ♂ 淋疾後尿道狭窄症

13年前に淋菌性尿道炎に罹患し、治療を受け全治したが、数年前より尿線の細小を自覚するようになり、最近になってその程度が増強してきたので来院した。尿道撮影で前部尿道に狭窄を認めた。

排尿力検査の結果は、最低尿道抵抗値は $3.12\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ と正常値より高く、排尿開始時の膀胱内圧は 68.5mmHg 、排尿中の最高膀胱内圧は 80.1mmHg と、ともに高く、最大尿流量は 5ml/sec と減少していた (Fig. 14)。

この患者に尿道ブジー拡張術を12号から24号まで11回施行した。その後の排尿力検査の結果は、最低尿道抵抗値 $0.34\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ 、排尿開始時の膀胱内圧 63.5mmHg 、排尿中の最高膀胱内圧 68.5mmHg 、最大尿流量 16ml/sec とそれぞれほぼ正常値にまで改善されていた (Fig. 15)。

Table 2

	症例数	年齢 (才)	最低尿道抵抗値 (mmHg/ml ² /sec ²)		排尿開始時膀胱内圧 (mmHg)		排尿時最高膀胱内圧 (mmHg)		最大尿流量 (ml/sec)		
			範囲	平均値	範囲	平均値	範囲	平均値	範囲	平均値	
正常例	50	23~65	0.03~0.56	0.24	32.5~71.5	54.9	38.3~71.0	58.8	10~32	16.4	
前立腺肥大症例	治療前	40	48~81	0.71~20.67	4.53	52.8~140.0	89.7	52.8~140.0	95.1	2~12	5.9
	治療後	30	48~81	0.12~1.09	0.31	45.0~68.2	54.4	45.7~88.5	58.8	7~20	13.9
尿道狭窄症例	治療前	10	49~61	0.72~3.12	1.78	62.5~81.5	72.4	70.0~105.7	83.3	5~11	7.5
	治療後	10	49~61	0.24~0.33	0.24	52.5~68.5	58.4	58.2~80.5	67.9	13~21	16.7

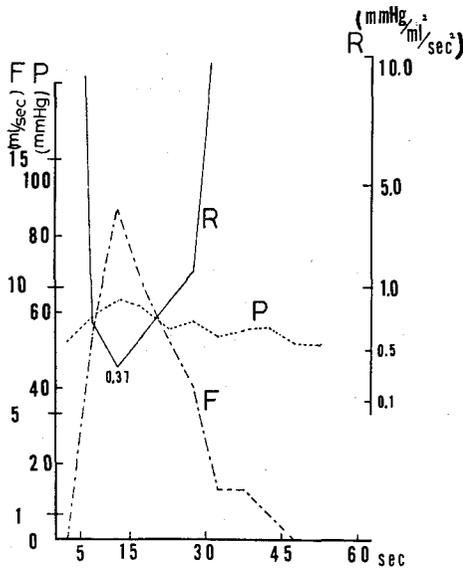


Fig. 11

小 括

排尿時膀胱内圧曲線は、正常では一般に排尿を命じたあとに比較的急なカーブを描いて上昇し最高に達する。最高に達するとカーブは平坦となり、しばらく同じ高さを保つ。その後はわずかに下降を示し、次いでほぼ一定の高さを保ちながら徐々に下降の傾向を示す。そして排尿が終了しても、排尿を命ずる以前の高さよりわずかに高値を示している。一方、排尿は膀胱内圧が最高になる直前に開始されるものと、膀胱内圧が最高となり、カーブが平坦になってから開始されるものがある。そして、尿流量が最

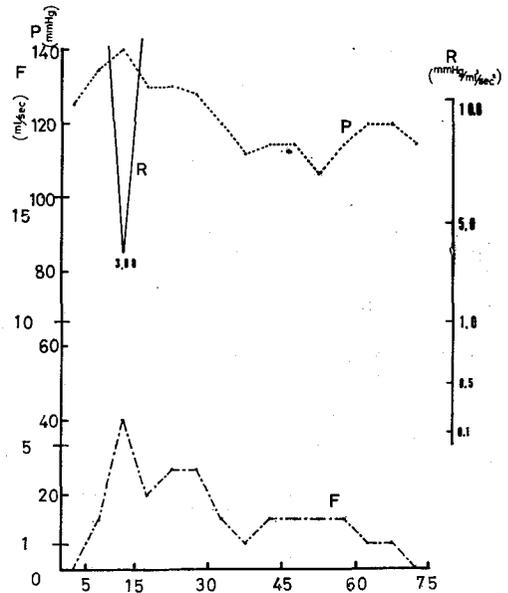


Fig. 12

大に達するのは膀胱内圧が最高値を示す時点よりわずかに遅れるようである。そして、尿流量は最大に達したあとは、すみやかに減少し0となる (Fig. 5 の a)。

下部尿路通過障害例においては、排尿時膀胱内圧はほとんどの症例で高値を示し、尿流量は減少している。そのため、尿道抵抗値も高い値を示す。しかし、治療後の排尿状態は著明に改善され、治療前に比し膀胱内圧は低下し、尿流量は増加し、その結果尿道抵抗値もほぼ正常値にまで下降している。

前立腺肥大症の手術療法後のものと、尿道狭

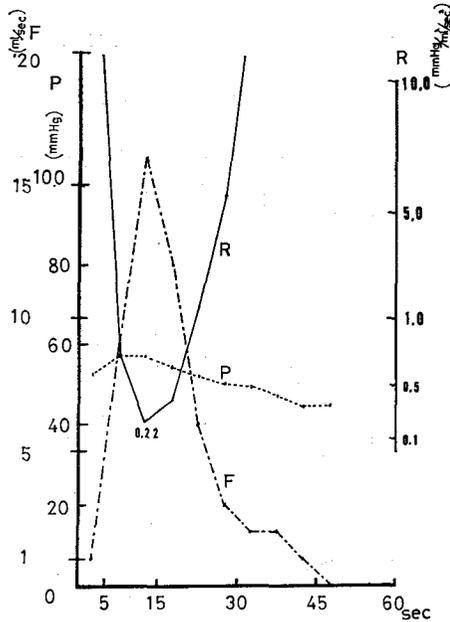


Fig. 13

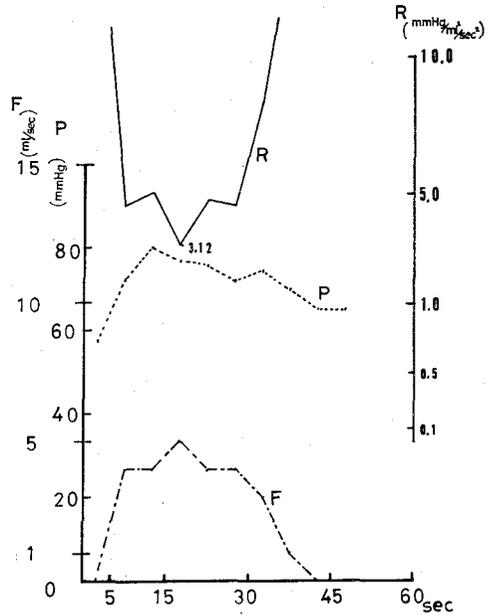


Fig. 14

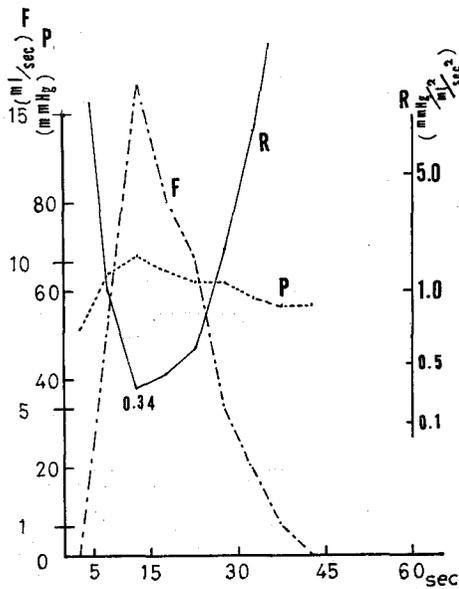


Fig. 15

窄ブジー拡張術後のものとを比較すると、治療前後における排尿時膀胱内圧の改善の程度に共通したひとつの相違点が見られるようである。すなわち、尿道狭窄例では前立腺肥大症例に比し、治療後の膀胱内圧の低下の程度がやや少なく、治療後においてもなお正常値より高い値を示していた。

3. 簡易排泄性尿道抵抗測定と排尿力検査との成績の比較

正常例5例，下部尿路通過障害例5例について，簡易排泄性尿道抵抗測定による尿道抵抗値と排尿力検査による最低尿道抵抗値とを比較してみた。その結果，両検査法による値は Table 3 および Fig. 16 に見るごとく，正常例ではいずれも正常範囲の値を示し，下部尿路通過障害例ではいずれも高値を示した。簡易排泄性尿道抵抗測定による尿道抵抗値と排尿力検査による最低尿道抵抗値との間の相関係数は0.91であった。

Table 3

症例	排尿力検査法 (mmHg/ml ² /sec ²)	簡易法 (cmH ₂ O/ml ² /sec ²)
1	0.14	0.40
2	0.21	0.48
3	0.32	0.53
4	0.37	0.55
5	0.56	0.77
6	0.68	1.98
7	0.93	1.73
8	1.07	3.10
9	1.47	3.93
10	3.88	7.21

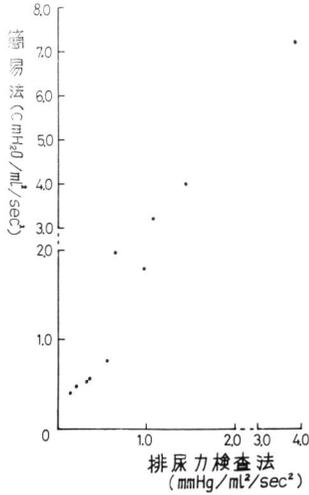


Fig. 16

〔Ⅱ〕薬剤負荷による逆行性連続膀胱内圧測定

(i) 検査対象

1967年4月から1968年11月末までの間に本学泌尿器科を訪れた外来および入院患者のうち65例を本検査の対象とした。その内訳は、正常例30例、脳膀胱例10例、脊髓膀胱例20例、および末梢膀胱例5例である。

(ii). 検査装置および検査方法

検査装置

- イ) ACMI 社製 Lewis Recording Cystometer
- ロ) 500ml 容量のイリゲーター
- ハ) 18Fr 5ml パルーンカテーテル (カッターレジフレックス社製)
- ニ) Hyostin-N-butylbromid 20mg (C・H・ペーリンガーゾーン社製の複合ブスコパン® 20mg. 以下ブスコパン®と略記する)

ホ) Bethanechol chloride 2.5mg (エーザイ社製のベサコリン® 2.5mg または 吉富製薬社製のピセンコール® 2.5mg を使用)

検査方法

仰臥した被検者の膀胱内に、経尿道的に 18Fr 5ml パルーンカテーテルを挿入・留置し、膀胱尿を除いて膀胱内を空虚にする。カテーテルを cystometer に連結し、被検者の恥骨の高さより約 150cm 上方に固定したイリゲーターより約 30°C の滅菌水を毎分30mlの速度で膀胱内に注入する (Fig. 17, 18)。この方法により以下の順序で3回、逆行性連続膀胱内圧曲線を描く。すなわち、(イ) まず何も注射を行わず、そのまま上記のごとく測定を行なう (注射前)。 (ロ) anticholinergic drug であるブスコパン® 20mg を静

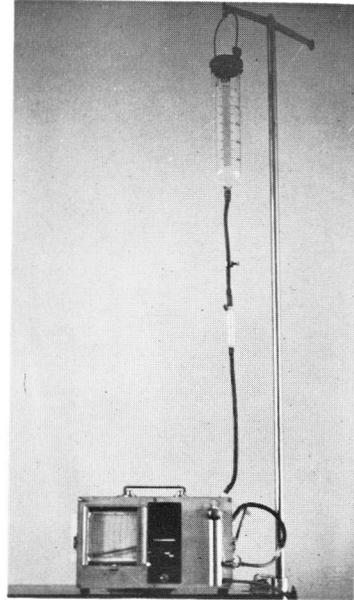


Fig. 17

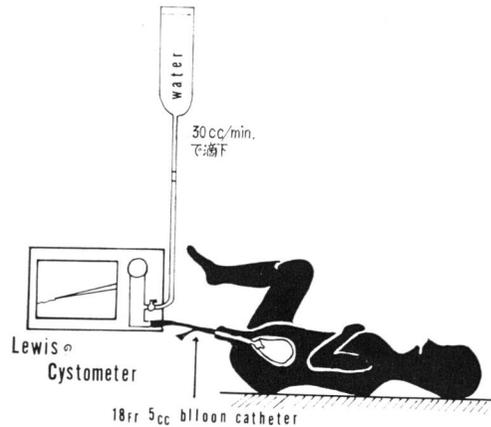


Fig. 18

注し、注射終了5分後に測定を開始する。(ハ) ブスコパン® 静注後の測定が終わったのち、さらに30分以上経過後に、cholinergic drug であるベサネコールクロライド 2.5mg を皮下注射し、注射終了10分後に測定を開始する。

このようにして得られた3つの曲線 (Fig. 19)を、圧と容量の関係のグラフに書きなおし (Fig. 20), それぞれ最大尿意時の注入量を最大膀胱容量*1, そのときの膀胱静止圧を最大静止圧 (MRP*2), 普通排尿時に加えると同じ程度の腹圧を加えさせ、これを最高意識圧 (MVP*3), とする。以上について検討した。

*1 maximum capacity of the bladder
 *2 maximum resting pressure
 *3 maximum voluntary pressure

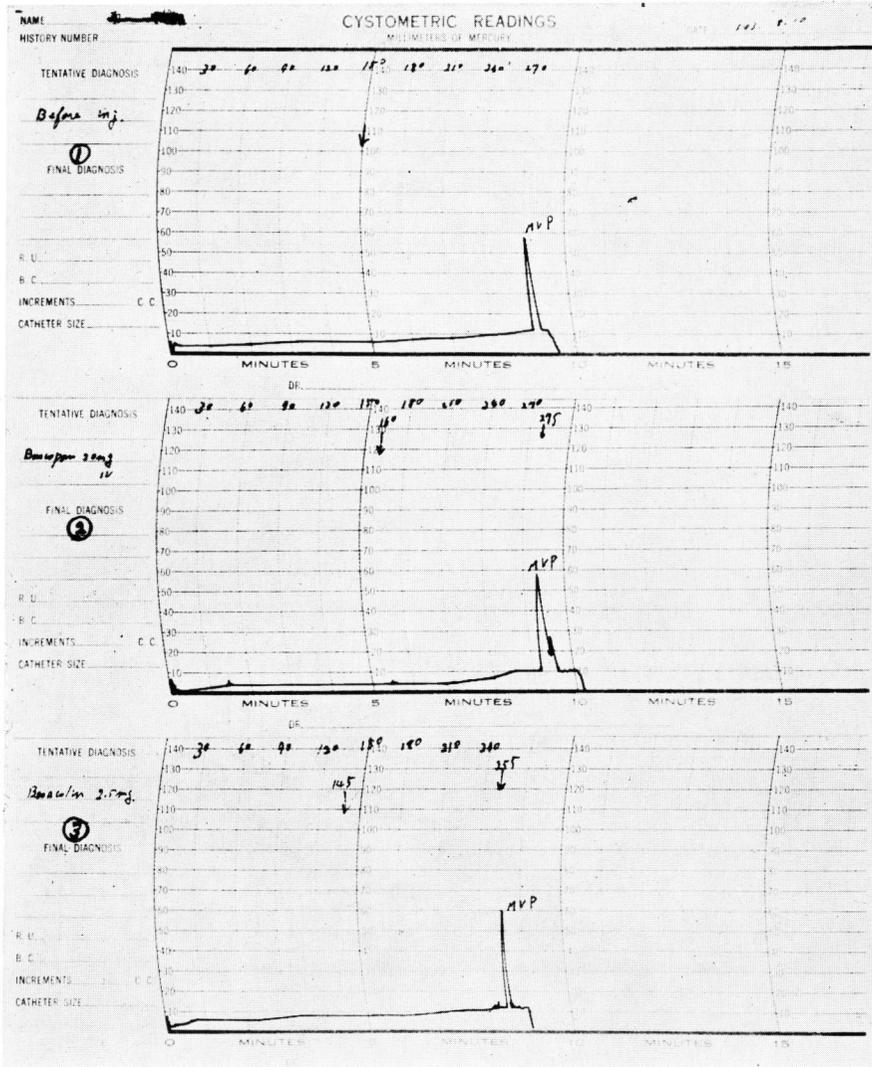


Fig. 19

(iii) 検査成績

a. 正常例

正常膀胱の成人男子24例，成人女子6例について検査を行なったが，3つの曲線の間にはほとんど変化は認められなかった (Table 4)。

b. 脳膀胱例

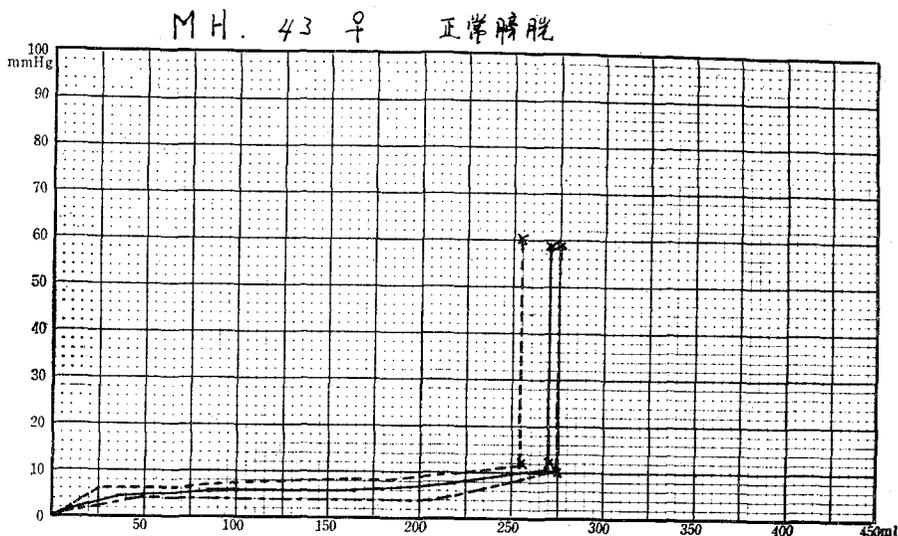
本学内科において脳出血後と診断され，排尿障害を訴えたもの10例について検査を行なった。その結果，ブスコパン®およびベサネコールクロライド注射の膀胱内圧曲線におよぼす影響はほとんど認められなかったが，最大膀胱容量は，やや増加しており，最大静止圧は正常例の最大静止圧とほぼ同様の値を示した。

そして全例に共通した最も大きな特徴は，最高意識

圧が著明に低いことであった (Table 4)。

c. 脊髄膀胱例 (ショック期のものは除く)

脊髄損傷後回復期または固定期にある脊髄膀胱による排尿障害を訴えた成人男子の患者20例について検査を行なった。脊髄膀胱例では，正常例，脳膀胱例に比し個人差が大きく，薬剤投与後における内圧曲線の変動は種々の形が得られたが，以下に記すごとき共通の傾向が見られた。ブスコパン®注射後の膀胱内圧曲線は一般に注射前におけるよりも低い曲線となり，膀胱容量は増加を示した。ベサネコールクロライド注射後では，膀胱内圧曲線は注射前，ブスコパン®注射後におけるものよりも一般に高い曲線を描き，膀胱容量は減少を示した。20例の平均値について比較した値を参



	最大尿量(静止圧)	最高意識圧
Before injection	270 ml(12 mmHg)	59 mmHg
Inj. Buscopan	275 ml(10 mmHg)	59 mmHg
Inj. Besacolin	255 ml(12 mmHg)	60 mmHg

Fig. 20

考までにあげると、ブスコパン®注射後とベサネコールクロライド注射後の2つの曲線の最大静止圧の差は23mmHg, 最大膀胱容量は212ml, 最高意識圧は29mmHgであった(Table 4).

本検査法においては、最高意識圧は最大静止圧に腹腔内圧その他が加わったものであるため、薬剤注射前後における最高意識圧の差は主として最大静止圧の差によるものと考えてよい。また、膀胱利尿筋の異常収縮を認める例では、いずれもブスコパン®注射後にその消失を認めた。すなわち、注射前、ベサネコールクロライド注射後の膀胱内圧曲線において認められる突然の曲線の上昇または乱れが、ブスコパン®注射後の膀胱内圧曲線では認められなくなる。

d. 末梢膀胱例

子宮広汎全摘除術後に排尿障害を訴えた患者5例に対して検査を行なった。その結果、膀胱内圧曲線は、ブスコパン®注射により、注射前におけるよりも低い曲線となり、ベサネコールクロライド注射後では注射前、ブスコパン®注射後よりも高い曲線を示した。その

反応性は最大静止圧においてではなく、膀胱に滅菌水の注入を開始した初期の時点で著明であった。膀胱容量は薬剤投与により、脊髓膀胱のごとくに著明な変化を示さなかった(Table 4).

e. 代表症例

症例1. TH. 67才 ♀ 脳膀胱

10数年前より、動脈硬化による高血圧を指摘されていたが、2カ月前突然脳出血発作をおこした。そのご片麻痺が続いており、発作直後から遺尿を認め、2カ月経過しても軽快しないため当科を受診した。

本患者に上記のごとく、薬剤負荷逆行性連続膀胱内圧測定を行なった。自律神経剤投与の膀胱内圧曲線におよぼす影響はほとんど見られず、正常例に比し、膀胱容量の増加と、最高意識圧の著明な低下が認められた(Fig. 21).

症例2. YO. 38才♂ 脊髓膀胱

1カ月前に落下してきた鉄板を背部に受け、その直後から下半身の運動・知覚麻痺を訴え、本学整形外科に入院、Th 10, 11の脊髓不全損傷と診断された。

Table 4

健康成人 (30例)

	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
before inj.	285 ml (13mmHg)	63 mmHg
inj. Buscopan	315 ml (12mmHg)	62 mmHg
inj. Besacolin	280 ml (13mmHg)	65 mmHg

脳膀胱 (10例)

	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
before inj.	315 ml (13mmHg)	18 mmHg
inj. Buscopan	324 ml (14mmHg)	16 mmHg
inj. Besacolin	293 ml (14mmHg)	16 mmHg

脊髄膀胱 (20例)

	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
before inj.	231 ml (41mmHg)	54 mmHg
inj. Buscopan	318 ml (21mmHg)	38 mmHg
inj. Besacolin	159 ml (44mmHg)	66mmHg

末梢膀胱 (5例)

	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
before inj.	272 ml (24mmHg)	47 mmHg
inj. Buscopan	290 ml (20mmHg)	45 mmHg
inj. Besacolin	260 ml (29mmHg)	51 mmHg

受傷直後から自発排尿不能のため、3週間持続導尿を受けていた。その間歇的に遺尿が認められるようになったため、当科を受診した。

本患者の膀胱内圧曲線は、注射前日はほぼ正常膀胱の場合と同じであるが、最大膀胱容量に達すると、ほとんど垂直に曲線が上昇し、ブスコパン®注射により、この内圧曲線の急激な上昇は消失する。また、ブスコパン注射後は内圧曲線は全体として注射前よりやや低くなり、膀胱容量は著明な増加を示した。ベサネコールクロライド注射後では、注射前よりも膀胱内圧曲線は著明に高くなり、膀胱容量の著明な減少とともに、急激な内圧曲線の上昇の程度も増強を示した (Fig. 22)。

症例3. S.K. 55才♀ 末梢膀胱

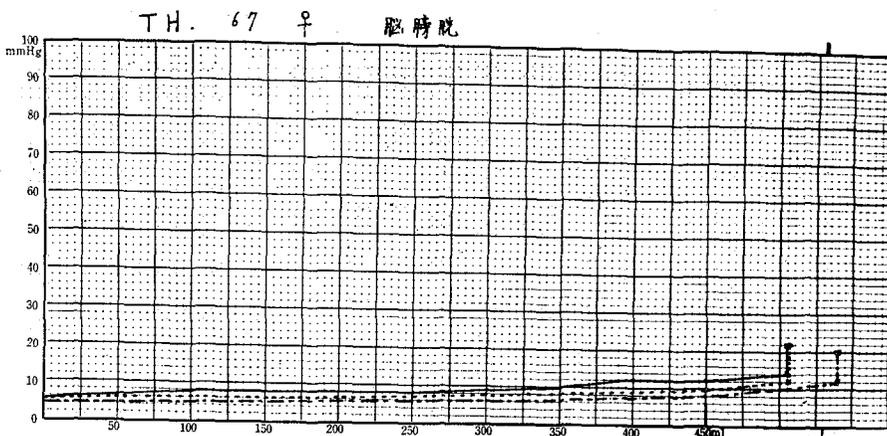
子宮頸癌のため本学産婦人科にて子宮広汎摘除術を受けた。術後自発排尿不能のため10日間持続導尿を受

けたが術後11日目より自発排尿可能となった。しかし、多量の残尿を認めるため(残尿率72%)当科を受診した。

本患者の膀胱内圧曲線は、ブスコパン®注射により、注射前よりも低くなり、ベサネコールクロライド注射により、注射前よりも高い曲線を描く。その反応の程度は、膀胱内に滅菌水を注入しはじめた初期において著明であった。膀胱容量は、注射前、ブスコパン®注射後、ベサネコールクロライド注射後、の3回の測定において大きな変動を示さなかった (Fig. 23)。

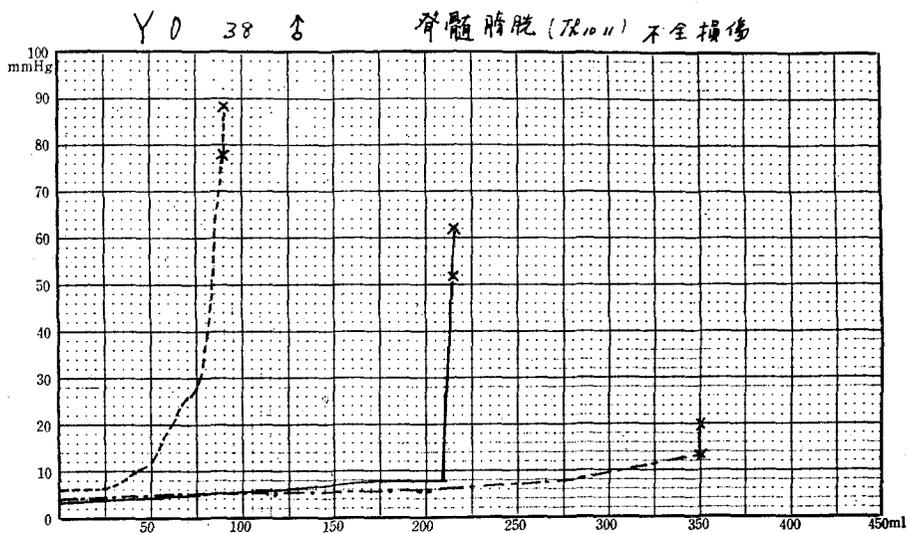
小括

正常膀胱の逆行性膀胱内圧曲線は、私の使用した量では自律神経剤投与によってほとんど影響されない (ブスコパン® 20mg, ベサネコールクロライド 2.5mg)。脳膀胱においても、自



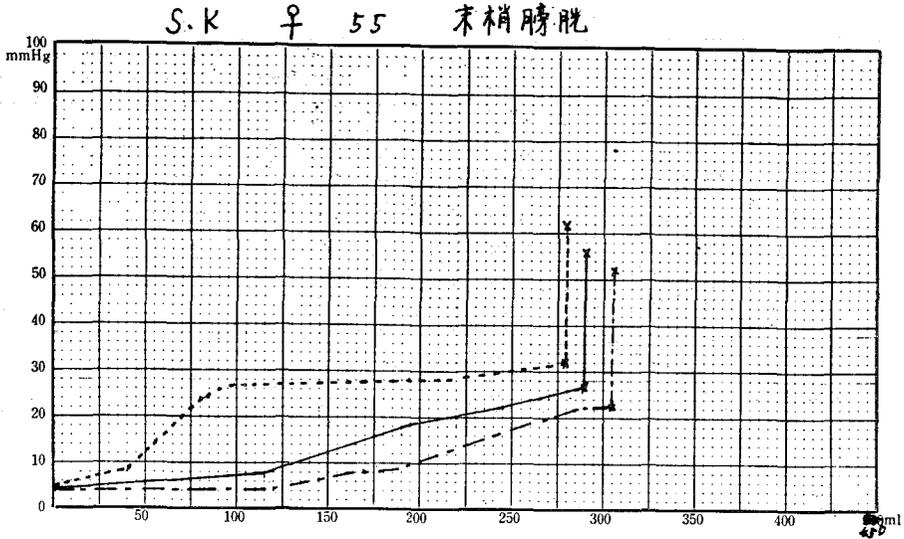
	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
Before injection	505ml(14 mmHg)	22 mmHg
Inj. Buscopan	540ml(12 mmHg)	20 mmHg
Inj. Besacolin	505ml(12 mmHg)	22 mmHg

Fig. 21



	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
Before injection	215 ml(52 mmHg)	62 mmHg
Inj. Buscopan	350ml(13 mmHg)	20 mmHg
Inj. Besacolin	90ml(78 mmHg)	88 mmHg

Fig. 22



	最大尿量(静止圧)	最高意識圧
Before injection	290ml(26 mmHg)	56 mmHg
Inj. Buscopan	305ml(22 mmHg)	52 mmHg
Inj. Besacolin	280ml(32 mmHg)	62 mmHg

Fig. 23

自律神経剤投与によってほとんど影響を受けなかったが膀胱容量は正常膀胱に比し増加している。しかし、脳膀胱の最大の特徴は、最高意識圧が著明に低いことである。脊髄膀胱では各症例により、内圧曲線の自律神経剤投与前後における変動は著明で、個人差も大きく、症例により種々の形のものが得られた。しかし、ブスコパン®注射により内圧曲線は注射前よりも低くなり、また膀胱容量も増加する傾向を示した。ベサネコールクロライド注射後の膀胱内圧曲線は、注射前およびブスコパン®注射後の曲線より高くなり、膀胱容量は減少する傾向を示した。また注射前およびベサネコールクロライド注射後において膀胱容量が一定量に達すると利尿筋の異常収縮により内圧曲線が急激な上昇を示す症例では、すべてブスコパン®注射後にはその消失が認められた。末梢膀胱の内圧曲線

も、自律神経剤投与により影響を受けるが、その程度は脊髄膀胱にくらべると軽微であり、ベサネコールクロライド注射後において膀胱に注入を開始した早期における膀胱内圧曲線の上昇が特徴的であった。

総括ならびに考按

緒言にも述べたごとく、排尿障害の種類、程度を詳細に知るためには、今日までに種々の検査方法が試みられている。

理想的な検査方法は、膀胱、尿道に機械的な刺激を全く与えず、生理的状态において検査を行なうことであると考えられるが、現在ではまだそのような方法は見いだされていない。

簡易排泄性尿道抵抗測定については、つぎのような指摘ができる。(1)尿道壁よりも弾力性に乏しいカテーテルの抵抗を基準にしている。

(2) 2回の排尿時膀胱内圧が同じと仮定している。(3) 膀胱内圧、尿流量がともに1回の排尿の平均値である。

このような点から、本法による尿道抵抗値は生理的な排尿時の尿道抵抗を正確にあらわしたもとはいいがたい。しかし、その成績はより生理的な排尿状態に近い排尿力検査から得られた最低尿道抵抗値とほぼ相関しており、特殊な器具を必要とせず簡単に施行することができる。したがって本法は排尿困難のスクリーニングテストとして適していると考えられる。

Kleeman²⁷⁾ は尿道抵抗の計算にオームの法則を適用して、抵抗 $=\frac{P}{Q}$ から尿道抵抗を求めている。しかし、Morales & Romanus²⁸⁾, Smith²⁹⁾らは、ヒトの尿流は乱流であり、乱流にはオームの法則を適用するのは不適當であると述べている。Claridge & Shuttleworth³⁰⁾ は乱流においては抵抗 $=\frac{P}{(Q)^2}$ という関係式のほうがより適切であると述べ、Hopkins³¹⁾はこの説を実験的に立証した。それゆえ、私も抵抗 $=\frac{P}{(Q)^2}$ から尿道抵抗を算出した。

排尿力検査については、膀胱内圧を測定するために経尿道的に膀胱内に挿入したカテーテルが尿道を刺激し、またそれ自体が尿道抵抗を増加させるという点に多少問題が残されている。この点に関して Hopkins³¹⁾, King¹⁹⁾は、正常例では尿道内のカテーテルは排尿時の膀胱内圧、尿流量に影響をおよぼさないが、下部尿路の通過障害を有するものでは、尿流量が減少すると報告している。そして、排尿機構の研究などを行なう場合には膀胱穿刺により膀胱内圧を測定するほうが望ましいと述べ、vonGarrelts³²⁾, Enhorming³³⁾ にも同様の考えを述べている。Enhorming³³⁾ は尿道から挿入するカテーテルの外径が1.9mm以下であれば、臨床的検査に使用してさしつかえないといっている。

カテーテルの刺激性に関しては、Arbuckle³⁴⁾はポリエチレン製のものが刺激性が最も少なく、また圧縮性に乏しいため内圧のprobeとしては最適であると述べている。

そこで、私は同一人について、膀胱内圧を尿道カテーテルを通して測定する方法 (Fig. 24

のa, Fig. 25のa)と恥骨上膀胱穿刺カテーテルを通して行なう方法 (Fig 24のb, Fig 25のb) について外径1.35mmのポリエチレン製のカテーテルを使って排尿力検査を行ない、成績を比較した。その結果、健康成人男子については、両者の方法の間に有意の差を認めなかった。しかし、下部尿路に通過障害を有する患者では、尿道にカテーテルを挿入した場合のほうが恥骨上穿刺の場合に比し尿流量が少なく、排尿時膀胱内圧は変わらないため、尿道抵抗値がいくぶん高くなることを認めた。すなわち、膀胱穿刺により膀胱内圧を測定するほうが尿道カテーテルを通して圧を測定するより生理的排尿状態に近い。しかし、被検者に与える肉体的、精神的負担、くり返して施行することなどを考慮すると、臨床検査法として排尿力検査を行なう場合には、経尿道的にカテーテルを挿入して行なったほうが好都合である。

また、カテーテルの先端が膀胱壁を刺激することを少なくするために、カテーテルの挿入にさいし、尿が流出しはじめた部位から更に約1.5cmカテーテルを挿入、陰茎に固定した。

尿流量の測定に関しても、緒言に述べたごとく、種々の尿流量計が考案されている。シリンダー内に蓄積する尿の圧力で尿流量を測定する方法では、シリンダーの大きさが問題となる。すなわち、シリンダーの内径を短く、高さを長くすればそれだけ感度は高くなる。しかし、シリンダーの高さが増すとシリンダーの底部が外尿道口より遠くなるため、排尿時の膀胱内圧と尿流量との測定記録の時間的なずれが大きくなる。私はシリンダーの内径を100mm、高さを250mmとすることによって尿流量もかなり高感度で測定でき、また膀胱内圧と尿流量との測定記録の時間的なずれも0.8秒以内におさえることができた。

従来、排尿機構に関しては諸説があるが、X線映画などの発達により、近時その機序を動的に観察することができるようになった。Hinman³⁵⁾は排尿時の膀胱尿道X線映画により、利尿筋の収縮、内尿道口の開大、次いで膀胱底部

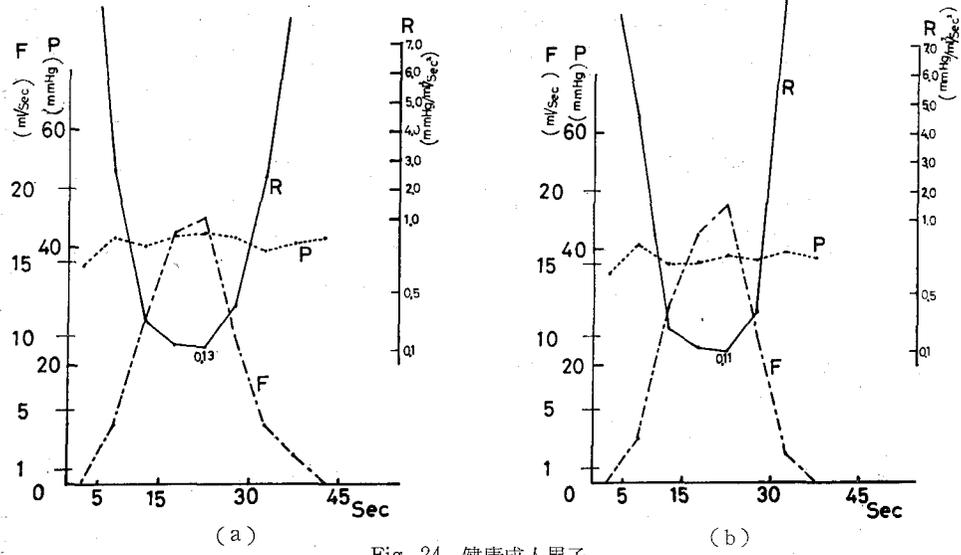


Fig. 24 健康成人男子

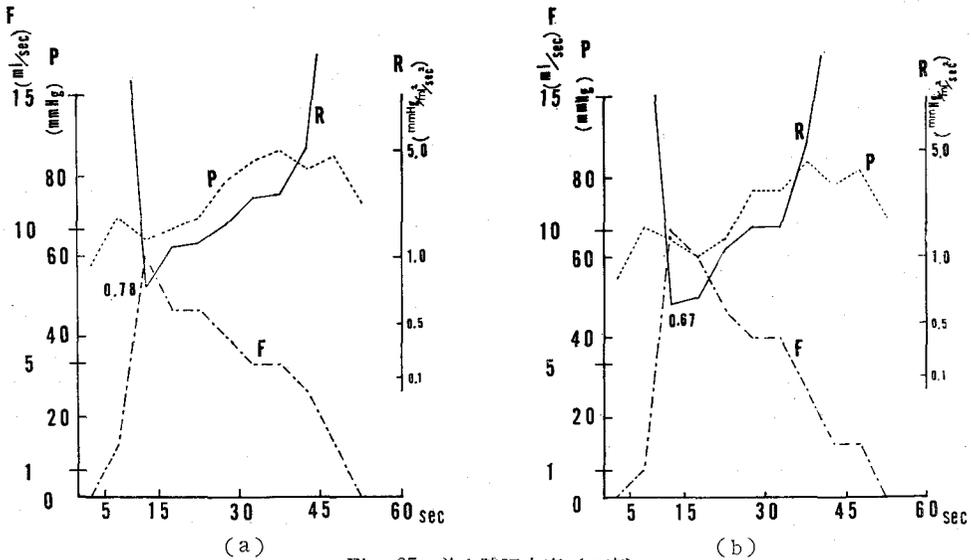


Fig. 25 前立腺肥大症 (I度)

の下降，更に続いて外括約筋が開大して排尿が開始されると述べている。また，Hutch³⁶⁾は排尿時膀胱尿道X線撮影，膀胱頭部の組織学的研究の結果，内尿道口は弾性線維に富んだ組織に包圍されていると報告し，この組織を base plate と名づけた。そして，利尿筋の収縮により膀胱内圧が上昇し，膀胱が卵形から球形に変形することにより，base plate はその弾性線維のためスプリング様に下方に陥凹して内尿道口を開大し，膀胱頭部は漏斗型を形成して排尿が始まると述べている。伊丹³⁷⁾も恥骨上膀胱鏡検

査を行なって，排尿時の内尿道口は陥凹し円形に開大することを観察している。また，Lapides³⁸⁾は静止時，排尿時の膀胱および尿道各部の圧を測定した結果，利尿筋である縦走平滑筋が尿道の一部に移行し，排尿時にこの縦走平滑筋が収縮するため，後部尿道は短くなり，拡張し，そのため尿流に対する抵抗は最小となると述べ，Holm³⁹⁾も同様の考えを述べている。

以上の諸説を総合すると，利尿筋の収縮により膀胱は静止状態から活動状態に変形すると続いて後部尿道が拡張し，Hutch³⁶⁾のいう base

plate が陥凹することにより、膀胱頸部が漏斗型を形成して尿を排出することになる。このような経過をたどって、膀胱頸部から外尿道口までがひとつの管に類する形となった状態が、下部尿路の機能が最高に発揮されているときである。Pierce²²⁾はこの時点で尿道抵抗は最小となり、下部尿路の通過障害の程度は最低尿道抵抗値で評価されるべきであると述べている。

一方、排尿力検査を通して排尿機構を観察してみると、排尿を命ずると膀胱内圧曲線は急カーブで上昇する。これは膀胱の利尿筋が収縮を始め、膀胱が静止状態から活動状態に移行したことを示している。そして、内圧が最高に達したとき、またはその直前に内尿道口が開大し、尿流が形成されるものと思われる。また尿流量が最大に達したときに尿道抵抗値は最低を示し、この時期が膀胱頸部から外尿道口までがひとつの管の状態となったときと考えられる。すなわち、私の行なった排尿力検査の成績は前述の排尿機構を反映しているものと思われる。

つきに、本検査の成績と諸家の成績との比較について述べる。

(1) 最低尿道抵抗値

イ. 正常例

Pierce²²⁾は $0.05 \sim 0.55 \text{ cmH}_2\text{O/ml}^2/\text{sec}^2$, Zatz²⁴⁾は $0.5 \sqrt{\text{mmHg/ml/sec}}$ 以下, Susset⁴⁰⁾は $0.17 \text{ dyne} \cdot \text{sec}^2 \cdot \text{cm}^{-8}$ 以下と報告している。自験例では $0.03 \sim 0.56 \text{ mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ であった。報告者により計算方法が異なり、そのため単位が異なり数値をそのまま比較はできないが、Pierce²²⁾ および Zatz²⁴⁾ の値の単位を $\text{mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ に換算すると、ほぼ自験例と同様の値となっている。

ロ. 下部尿路通過障害例

Pierce²²⁾は $0.55 \text{ cmH}_2\text{O/ml}^2/\text{sec}^2$ 以上, Zatz²⁴⁾は $0.5 \sqrt{\text{mmHg/ml/sec}}$ 以上, Susset⁴⁰⁾は $0.25 \text{ dyne} \cdot \text{sec}^2 \cdot \text{cm}^{-8}$ 以上と述べ、自験例では前立腺肥大症例は $0.71 \sim 20.67 \text{ mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$, 尿道狭窄症例は $0.72 \sim 3.12 \text{ mmHg/ml}^2/\text{sec}^2$ といずれも正常例に比し著しく高い値を示した。

(2) 排尿開始時の膀胱内圧

イ. 正常例

Cardus²¹⁾は平均 39.7 mmHg , 木村²³⁾は平均 31.6 mmHg と報告しているが、自験例では $32.5 \sim 71.5 \text{ mmHg}$, 平均 54.9 mmHg と Cardus²¹⁾, 木村²³⁾よりも高い値を示した。

ロ. 下部尿路通過障害例

木村²³⁾は前立腺肥大症例では平均 59.8 mmHg , 尿道狭窄症例では平均 55.8 mmHg と報告している。自験例では、前立腺肥大症例は $52.8 \sim 140.0 \text{ mmHg}$, 平均 89.7 mmHg , 尿道狭窄症例は $62.5 \sim 81.5 \text{ mmHg}$, 平均 72.4 mmHg といずれも木村²³⁾の報告より高い値を示した。

(3) 排尿中の最高膀胱内圧

イ. 正常例

木村²³⁾は平均 45.8 mmHg , Gleason¹¹⁾は $47 \sim 77 \text{ cmH}_2\text{O}$, vonGarrelts³²⁾は $60 \sim 102 \text{ mmHg}$ と報告しているが、自験例では $38.3 \sim 71.0 \text{ mmHg}$, 平均 58.8 mmHg であり、木村²³⁾の報告よりも高く、vonGarrelts³²⁾の報告より低く、Gleason¹¹⁾の値とほぼ同様の値を示した。

ロ. 下部尿路通過障害例

木村²³⁾は前立腺肥大症例では平均 90.6 mmHg , 尿道狭窄症例では平均 84.9 mmHg と報告し、Gleason¹¹⁾は前立腺肥大症例では $81 \sim 141 \text{ mmHg}$ と述べている。自験例では前立腺肥大症例は $52.8 \sim 140.0 \text{ mmHg}$, 平均 95.1 mmHg , 尿道狭窄症例では $70.0 \sim 105.7 \text{ mmHg}$, 平均 83.3 mmHg で木村²³⁾, Gleason¹¹⁾の報告とほぼ同様の値を示した。

(4) 最大尿流量

イ. 正常例

木村²³⁾は平均 18 ml/sec , Cardus²¹⁾は平均 13.5 ml/sec , Zatz²⁴⁾は平均 15 ml/sec , 後藤⁴¹⁾は $14.6 \sim 30.1 \text{ ml/sec}$ と報告しているが、自験例では $10 \sim 32 \text{ ml/sec}$, 平均 16.4 ml/sec であり、木村²³⁾の報告よりやや低く、Cardus²¹⁾, Zatz²⁴⁾の報告よりやや高く、後藤⁴¹⁾の報告とほぼ同様の値を示した。

ロ. 下部尿路通過障害例

木村²³⁾は前立腺肥大症例で平均 5.7 ml/sec , 尿道狭窄症例で平均 7.0 ml/sec と報告しており、自験例では前立腺肥大症例は平均 5.9 ml/sec , 尿道狭窄症例は 7.5 ml/sec といずれも木

村²³⁾の報告と同様の値を示した。

以上は自験例の成績と諸家の報告と比較したものであるが、私の行なった排尿力検査の結果から特に目につくことは、前立腺肥大症例で膀胱内圧が異常に高くなっている点である。これは、内尿道口と後部尿道の開大および拡張が妨げられるため利尿筋の緊張を増加させ、増加した抵抗に勝とうとする膀胱の代償機能によると考えられる。この時期に膀胱鏡的に膀胱壁の肉柱形成が著明に認められる。この場合、膀胱頸部の器質的通過障害を除去するとすみやかに膀胱内圧は正常値に回復する。しかし、通過障害を除去せずこのような状態が長期間持続すると、肥厚した利尿筋がかえって衰弱して排尿時膀胱内圧は低下し、膀胱は代償機能不全の状態となるものと考えられる。

一方、尿道狭窄症例では、ブジー拡張術後も、前立腺肥大症の術後症例におけるほど著明な膀胱内圧の低下は認められない。これはブジー拡張術後も尿道壁の弾力性が正常より劣るためと推察される。

次に、神経因性膀胱患者に対し排尿力検査を行なったが Fig. 26 のごとく不規則な排尿力曲線を得た。本法の神経因性膀胱診断上の意義については今後更に検討を要すると思われる。

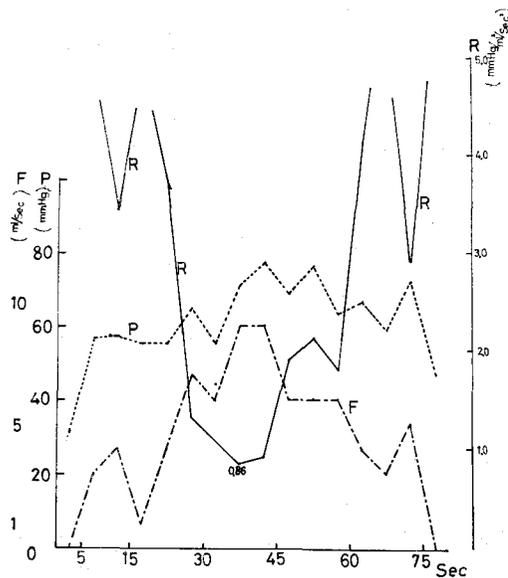


Fig. 26

排尿の神経支配機構に関しては、生理学的、臨床的に多くの業績が発表されている^{42,43,44,45,46,47,48,49)}。それらを総括すると、いずれも脊髄に中枢を有する反射路が重要視されている。特に膀胱に尿が蓄積する過程においては、仙髄反射弓による膀胱伸展反射が、また排尿に際しては、上位中枢から仙髄を経て末梢に伝達される遠心性衝撃による膀胱収縮運動が、それぞれ排尿機構の中心的役割を果すものと考えられている。

しかし、Nesbitら⁵⁰⁾は、脊髄損傷ショック期の患者および脊髄麻酔下の患者の膀胱内圧を測定することによって、脊髄が損傷され損傷部以下の反射がすべて低下または消失した場合には、膀胱利尿筋の排尿収縮運動は完全に欠如するが、利尿筋の緊張性は正常に比し変化しないことを示した。また Gjone⁵¹⁾は自律神経の二重支配、すなわち、膀胱利尿筋は副交感神経による収縮促進作用と交感神経による収縮抑制作用とに依存する性質があると述べている。一方、宍戸⁴⁶⁾は交感神経である下腹神経の膀胱利尿筋に対する役割ははなはだ劣性で、ほとんど排尿機構に関与しないと報告している。また、横山⁵²⁾は神経節細胞が膀胱壁内各部に存在するが、副交感神経節細胞は主として漿膜内に認められ、この神経細胞より起始する無髄線維は膀胱平滑筋に直接終止すると報告している。

膀胱支配神経の障害にもとづく神経因性膀胱は、膀胱利尿筋と括約筋との協力作用が失われる結果生ずる排尿障害であると考えられ、本症の診断には膀胱内圧測定が古くから試みられており、膀胱内圧曲線の分析に関しても幾多の報告がある^{2,3,53)}。しかし、前述の諸説を考慮すれば、膀胱内圧曲線は膀胱支配神経の機能的特性を一元的に表現するものであるとはいいがたく、在来神経の脱落により引き起こされる支配機構のひずみ、ならびに膀胱壁の各種の機能的あるいは構造的異常の総合的な状態を反映していると考えられる。

一方、支配神経の機能が脱落した状態にある脊髄膀胱および末梢膀胱においては、受傷直後を除き、しだいに膀胱利尿筋である平滑筋の反

応性（興奮性）が亢進することは一般に知られている⁴⁸⁾。

このように複雑な要素を有する膀胱の機能を臨床的に検査するにさいしては、できるだけ生理的な状態で施行しなければならない。そのため種々のくふうがなされている。Nesbit & Baum⁵⁴⁾、Comarr⁷⁾は膀胱内にカテーテルを挿入し、逆行性に水を注入することは膀胱に非生理的な反射を引き起こし、測定された膀胱内圧曲線は生理的な状態におけるものとは異なると述べ、逆行性膀胱内圧測定の臨床的意義について疑問をいだいた。そのため Munro⁹⁾は注入速度を生理的な状態に近づけるため、点滴球を用いて1分間100滴で滴下するのが適当といい、Comarr⁷⁾は排泄性膀胱内圧測定がより生理的で好ましいと報告している。

しかし、これらの方法によっても、カテーテルを膀胱内に挿入することによる膀胱粘膜の刺激は避けられず、また1分間100滴という速度は検査に長時間を要し臨床的に routine な方法として施行するには適していない。そこで私はより簡便に臨床的検査法として使用できる方法について検索した。

1947年Nesbitら⁴³⁾は薬剤により自律神経節をブロックすることによって、uninhibited contraction が消失することを報告している。また1953年Lapides & Dodson⁶⁾、Keizur & Hodges⁴⁴⁾は、anticholinergic drugであるBanthine®を uninhibited neurogenic bladder の治療に用いて有効であったと報告している。すなわち、かれらはBanthine® 75mg を静注、または100mg を経口的に1日4回投与することにより、尿意頻度の減少、尿失禁の消失などをみたと述べている。なお、このさい用いたBanthine® 75mg 静注、または100mg 経口投与という量は、正常膀胱の内圧曲線に対して何らの影響をおよぼさなかったといっている。

膀胱利尿筋に対する各種薬剤の影響に関しても従来多くの報告が見られ、その種類は、adrenolytic, adrenergic, anticholinergic, cholinergic および antihistaminic drugs などに大別される^{55,56,57,58,59,60,61,62)}。

Lapides ら⁵⁹⁾はこれらの薬剤のおのおのについてその影響を実験的および臨床的に研究した結果、膀胱の排尿機構に大きな関係を有するものは anticholinergic および cholinergic drug であると報告している。そして、その影響度は正常膀胱と神経因性膀胱とは異なり、正常膀胱に対しては全く影響しない程度の量の投与によっても神経因性膀胱は非常に敏感に反応することを認めている。

1949年Lee⁶²⁾は低緊張性膀胱および術後尿閉の患者に、choline ester である Urecholine® 10~20mg を6~8時間ごとに内服させることによって排尿時膀胱内圧が上昇するのを認め、本薬剤の投与が排尿の改善に有効であったと報告している。またLapidesら⁶⁰⁾も神経因性膀胱に cholinergic drug を投与して膀胱内圧の上昇、容量の減少をみたと報告している。

1962年Lapidesら⁶⁰⁾は神経因性膀胱の新しい検査法として、stretch response test を報告している。その方法は1秒間1ml の速度で水を膀胱内に注入し、100ml に達したときに注入を止めて膀胱内圧を測定する。次いで2.5mg の Urecholine® を皮下注射し、注射後、10、20、30分にそれぞれ同様の方法で内圧を測定し、注射前の内圧との差が15cmH₂O 以上ある場合には本法が神経因性膀胱の診断に有意義であると述べている。

宮崎ら⁶³⁾はcholinergic drug であるベサコリン® 2.5mg を使用して、脊髄膀胱では著明な反応、すなわち膀胱内圧曲線の著しい上昇と膀胱容量の減少が認められ、この反応は、あらかじめ anticholinergic drug であるブスコパン® 20mg 静注した後においても認められたが、正常膀胱では薬剤によるこのような膀胱内圧曲線の変動はみられないことを報告している。更に他の論文⁶⁴⁾で、ブスコパン® 20mg 静注後には正常膀胱では膀胱内圧曲線に何ら影響は見られないが、脊髄膀胱においては明らかな影響が見られ、高緊張性のものでは膀胱内圧曲線が低下し、uninhibited neurogenic bladder および reflex bladder に対しては、uninhibited あるいは reflex contraction が完全に抑制されると

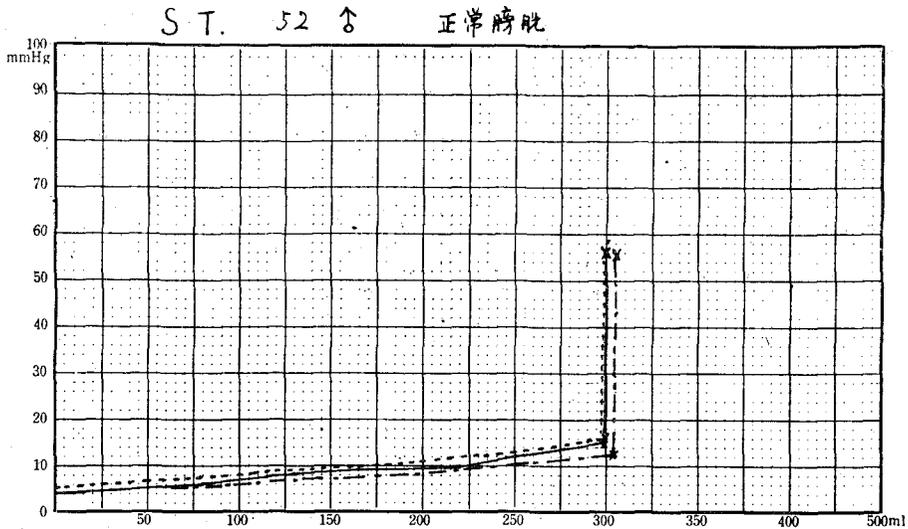
報告している。

私は上記の宮崎^{63,64)}の方法に従って、まず、何も薬剤を投与しない状態で膀胱内圧を測定し、次いで、健康膀胱では影響を受けない量の anticholinergic drug (ブスコパン®20mg) を静注し、膀胱利尿筋の異常に亢進した反応性を抑制した状態で内圧測定を行なう。更にそのあと cholinergic drug (ベサネコールクロライド 2.5mg) を皮下注射して、膀胱利尿筋の反応性を高めた状態で測定を行ない、この3つの膀胱内圧曲線を比較することによって、これが神経因性膀胱の診断に役だつか否かを検討した。

その結果、薬剤投与前後において、最大静止圧には、正常膀胱、脳膀胱ではほとんど差が認められなかったが、脊髓膀胱では著明な変動が認められた。しかし、末梢膀胱では、ブスコパン®あるいはベサネコールクロライドなどの薬剤の注射後において、膀胱内に滅菌水を注入し

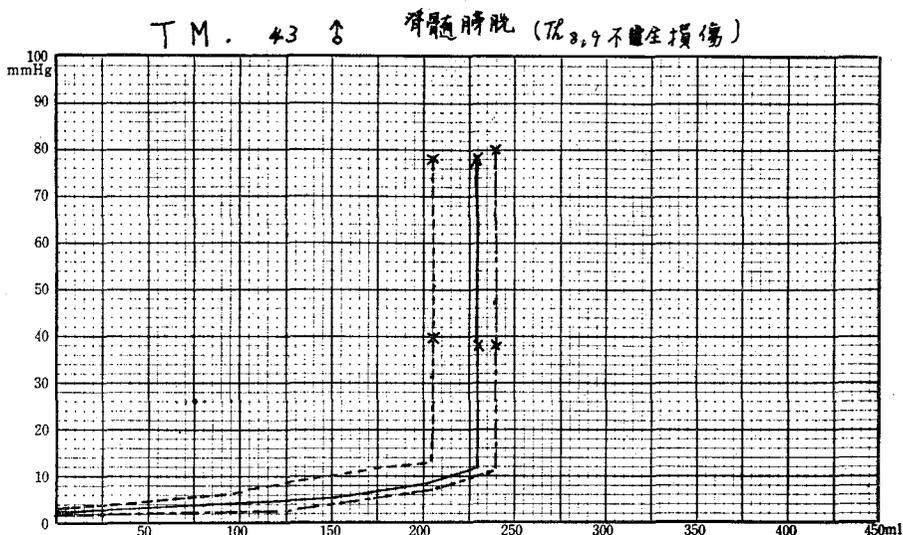
はじめた早期に明らかな一定の内圧の変動が認められたが、最大静止圧にはそれほど大きな変動は認められなかった。最高意識圧も、正常膀胱、脳膀胱では薬剤投与前後において、有意の変動が認められず、また末梢膀胱でもそれほど著明な変動は認められなかったが、脊髓膀胱では著明な変動が認められた。しかし、この最高意識圧の変動は主として最大静止圧の変動の結果であって、腹直筋その他の横紋筋の収縮による腹腔内圧には薬剤投与前後においてほとんど変化がないものと考えられる。また、膀胱容量についても、正常膀胱、脳膀胱、末梢膀胱では薬剤投与前後においてほとんど著明な変動を認めなかったが脊髓膀胱では著明な変動が認められた。これは注水刺激による膀胱利尿筋の反応性が薬剤投与により抑制あるいは異常に亢進されたためと考えられる。

以上、脊髓膀胱の反応性の異常亢進を自律神



	最大尿意(静止圧)	最高意識'圧
20 $\frac{ml}{sec}$	305ml(12 mmHg)	56 mmHg
30 $\frac{ml}{sec}$	300ml(15 mmHg)	56 mmHg
60 $\frac{ml}{sec}$	300ml(15 mmHg)	56 mmHg

Fig. 27



	最大尿意(静止圧)	最高意識圧
20 ml/sec	240ml(38 mmHg)	80 mmHg
30 ml/sec	230ml(38 mmHg)	78 mmHg
60 ml/sec	205ml(40 mmHg)	78 mmHg

Fig. 28

経剤を用いて検査した結果について記載したが、この反応性亢進の程度が薬剤投与によってでなく、Lapidesら⁶⁰⁾の述べているごとき注水刺激の程度を変えることによってでも見いだせるか否かを調べるため注水速度を変化させて、逆行性膀胱内圧測定を行なってみた。

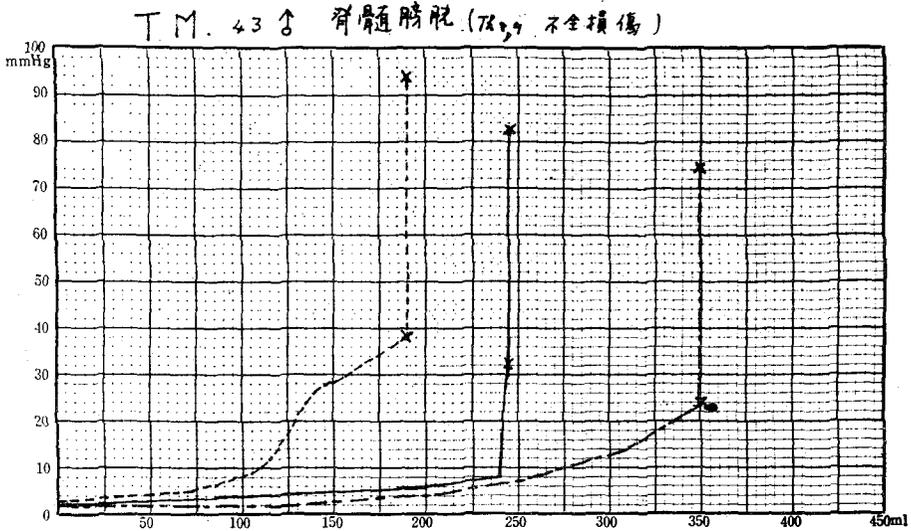
その結果、正常膀胱では全く変化を認めなかった (Fig. 27)。しかし、脊髄膀胱では変化を認め注水速度の増加により高い内圧曲線が得られたが (Fig. 28)、利尿筋の異常な反応性の亢進の有無を知るためには、薬剤負荷膀胱内圧測定法のほうがはるかにすぐれている (Fig. 29)。

脳膀胱に関する報告は少なく、その膀胱内圧曲線の特徴について明確に記載しているものはほとんど見られない。私の行なった検査からは、脳膀胱においては最高意識圧の著明な低下

と膀胱容量の増加が認められ、自律神経剤に対する反応性の亢進は認められなかった。この点が脳膀胱の膀胱内圧曲線上の大きな特徴であると考えられる。しかし、損傷部位により、また疾患により異なった結果が得られることも考えられるので、更に今後の研究に待たなければならない。

末梢膀胱については、本学産婦人科教室の藤本⁶⁵⁾が報告しているごとく、自律神経剤に対する利尿筋の反応性亢進は膀胱内圧曲線上、注水開始初期に認められ、膀胱容量や最大静止圧には、脊髄膀胱ほど著しい変動は認められない。

以上、神経因性膀胱についての、薬剤負荷逆行性連続膀胱内圧測定を行なった結果について述べたが、前述のごとく脊髄膀胱においては、脳膀胱、末梢膀胱の場合と異なり、各症例によって薬剤投与前後における膀胱内圧曲線の変動には



	最大尿意 (静止圧)	最高意識圧
— Before injection	245ml (32mmHg)	82 mmHg
- - - Inj. Buscopan	350ml (24mmHg)	74 mmHg
· · · · · Inj. Besacofin	190ml (38 mmHg)	94 mmHg

Fig. 29

種々の形が得られた。自験例において脳膀胱は脳出血後のもの、末梢膀胱は子宮頸癌による子宮広汎全摘除術後の患者を対象としたため、膀胱支配神経に關係ある損傷の部位および程度が、脳出血の好発部位、および子宮広汎全摘除術に伴う骨盤神経叢の損傷と一定している。しかし、脊髓膀胱では脊髓の損傷部位およびその程度が、各症例によって種々であることが、各症例によってその内圧曲線の変動が非常に異なった形を示したひとつの大きな原因と考えられる。

結 語

健康成人男子80例、前立腺肥大症例64例ならびに尿道狭窄症例10例の治療前後に排泄性尿道抵抗測定（簡易排泄性尿道抵抗測定、排尿力検査）を施行し、また、健康成人30例、脳膀胱例

10例、脊髓膀胱例20例、末梢膀胱例5例に薬剤（自律神経剤）負荷による逆行性連続膀胱内圧測定を施行した。そして、正常および排尿障害患者の排泄状態ならびに膀胱機能について検索した。

A 検査成績

1) 簡易排泄性尿道抵抗測定による健康成人男子の尿道抵抗値は平均 0.60cmH₂O/ml²/sec²であった。そして、前立腺肥大症例では正常値より著明な高値を示しているが、手術療法後にはほぼ正常値に近い値を得た。

2) 排尿力検査による健康成人男子の最低尿道抵抗値は平均 0.24mmHg/ml²/sec²、排尿開始時膀胱内圧は平均 54.9mmHg、排尿時最高膀胱内圧は平均 58.8mmHg、最大尿流量は平均 16.4ml/sec であった。前立腺肥大症例および尿道狭窄症例では、最低尿道抵抗値および膀胱

内圧は正常例に比し高く、最大尿流量は低くなっているが、治療後例では各値がほぼ正常値に回復している。しかし、尿道狭窄ブジー拡張後症例では前立腺肥大症手術療法後症例より高い膀胱内圧を示した。

3) 薬剤負荷逆行性連続膀胱内圧測定を行なった結果、正常膀胱、脳膀胱では自律神経剤に対してほとんど反応を示さず、脳膀胱では正常膀胱例より膀胱容量が増加し、最高意識圧は著明に低下していた。

脊髓膀胱、末梢膀胱では自律神経剤投与により明らかな反応を示す。すなわち、ブスコパン®注射により注射前より低い膀胱内圧曲線が得られ、ベサネコールクロライド注射により高い膀胱内圧曲線が得られた。しかし、その反応は脊髓膀胱では一般に最大膀胱容量時に最も著明な差が見られる傾向があり、末梢膀胱では膀胱内注入開始早期に認められた。また、膀胱容量も自律神経剤によって明らかな影響を受けるが、末梢膀胱ではその程度は脊髓膀胱におけるほど著明ではない。

B 本検査の臨床的意義

1) 簡易尿道抵抗測定は下部尿路通過障害の診断上、スクリーニングに用いて臨床上有用である。

2) 排尿力検査は下部尿路通過障害の診断上、簡易排泄性尿道抵抗測定よりもいっそう詳しくその障害の程度および性質を知ることができ、治療方針の決定、治療効果の判定に臨床上非常に有用である。

3) 薬剤負荷による逆行性連続膀胱内圧測定は、神経因性膀胱の診断ならびに治療方針の決定に有用である。

稿を終るに当たり、ご指導、ご校閲を賜わった恩師宮崎重教授に深謝し、本研究にご協力くださった教室員の皆様にお礼申し上げます。

本論文の要旨は第41回日本泌尿器科学会関西地方会、および第19回日本泌尿器科学会中部連合地方会において発表した。

参 考 文 献

- 1) Dubois : (佐藤 誠 : 日泌尿会誌, 29 : 447, 565, 771, 1940より引用).
- 2) Rose, D. K. : J. Urol., 17 : 487, 1927.
- 3) Munro, D. : J. Urol., 36 : 710, 1936.
- 4) Lewis, L. G. : J. Urol., 41 : 683, 1939.
- 5) 佐藤誠 : 日泌尿会誌, 29 : 447, 565, 771, 1940.
- 6) Lapides, J. & Dodson, A. : J. Urol., 69 : 96, 1953.
- 7) Comarr, A. E. : J. Urol., 77 : 622, 1957.
- 8) Marschall, S. : J. Urol., 91 : 458, 1964.
- 9) Adler, A. : (木村泰治郎 : 泌尿紀要, 14 : 251, 1968. より引用).
- 10) Murphy, J. J. & Schoenberg, H. W. : J. Urol., 84 : 106, 1960.
- 11) Gleason, D. M. & Lattimer, J. K. : J. Urol., 87 : 844, 1962.
- 12) Gleason, D. M. & Lattimer, J. K. : J. Urol., 87 : 507, 1962.
- 13) Schwarz, O. & Brenner, A. : Ztschr. Urol. Chir., 8 : 32, 1921.
- 14) Drake, W. M., Jr. : J. Urol., 59 : 650, 1948.
- 15) Kaufman, J. J. : J. Urol., 78 : 97, 1957.
- 16) vonGarrelts, B. : Acta Chir. Scand., 114 : 49, 1957.
- 17) Pierce, J. M., Jr., Braum, E. A. & Lewis, H. Y. : Surg. Gynec. & Obst., 116 : 217, 1963.
- 18) Ritter, R. C., Zinner, N. R. & Paquin, A. T., Jr. : J. Urol., 91 : 161, 1964.
- 19) King, L. R., Mellens, H. Z. & White, H. : J. Urol., 92 : 303, 1965.
- 20) Smith, J. C. : Brit. J. Urol., 11 : 125, 1968.
- 21) Cardus, D., Quesada, E. M. & Scott, F. B. : J. Urol., 90 : 425, 1963.
- 22) Pierce, J. M., Jr., Hopkins, W. F. & Roberts, V. L. : J. Urol., 95 : 516, 1966.
- 23) 木村泰治郎 : 泌尿紀要, 14 : 251, 1968.
- 24) Zatz, L. M. : Invest. Urol., 3 : 278, 1965.
- 25) Lewin, M. L., Culp, D. A., Flocks, R. H. & Spicer, P. F. : J. Urol., 96 : 756, 1966.
- 26) Wise, H. M., Many, M., Birtwell, W. C., Eyrich, T. B. & Maquire, M., : Invest. Urol., 5 : 539, 1968.
- 27) Kleeman, F. J. : J. Urol., 95 : 222, 1966.

- 28) Morales, O. & Romanus, R. : Acta Radiol. Suppl., 95 : 13, 1952.
- 29) Smith, J. C. : Invest. Urol., 1 : 477, 1964.
- 30) Claridge, M. & Shuttleworth, K. E. : Invest. Urol., 2 : 188, 1964.
- 31) Hopkins, W. F., Pierce, J. M. Jr. & Roberts, V. L. : J. Urol., 94 : 479, 1965.
- 32) vonGarrelts, B. : Acta Chir. Scand. Suppl., 115 : 227, 1958.
- 33) Enhorming, G. : Acta Chir. Scand. Suppl., 276 : 1, 1961.
- 34) Arbuckle, L. D. Jr. & Paquin, A. J. Jr. : Invest. Urol., 1 : 193, 1963.
- 35) Hinman, F., Jr. : J. Urol., 87 : 230, 1962.
- 36) Hutch, J. A. : J. Urol., 96 : 182, 1966.
- 37) 伊丹 昇 : 日泌尿会誌, 36 : 91, 1944.
- 38) Lapides, J., Ajemian, E. P., Stewart, B. H., Breakey, B. A. & Lichtwardt, J. R. : J. Urol., 84 : 86, 1960.
- 39) Holm, H. H. : J. Urol., 88 : 318, 1962.
- 40) Susset, J. G., Rabinovitch, H. H., Rosario, F. & Mackinnon, K. J. : J. Urol., 96 : 746, 1966.
- 41) 後藤 薫・阿部貞夫 : 泌尿紀要, 8 : 466, 1962.
- 42) Langworthy, O. R. & Kolb, L. C. : Brain, 56 : 371, 1933.
- 43) Nesbit, R. M., Lapides, J., Valk, W. W., Sutler, M., Berry, R. L., Lyons, R. H., Campbell, K. W. & Moe, G. K. : J. Urol., 57 : 242, 1947.
- 44) Keizur, L. W. & Hodges, C. V. : J. Urol., 69 : 259, 1953.
- 45) 久留 勝 : 綜合臨床, 9 : 1393, 1960.
- 46) 宍戸仙太郎 : 綜合臨床, 9 : 1371, 1960.
- 47) 中野修道 : 日泌尿会誌, 54 : 858, 1963.
- 48) 千葉隆一 : 日泌尿会誌, 58 : 692, 1967.
- 49) 五十嵐邦夫 : 日泌尿会誌, 59 : 493, 1968.
- 50) Nesbit, R. M. & Lapedes, J. : Arch. Surg., 56 : 138, 1948.
- 51) Gjone, R. : Acta Physiol. Scand., 65 : 370, 1956.
- 52) 横山文男 : 東北医誌, 42 : 28, 1949.
- 53) 今泉 弘 : 日泌尿会誌, 32 : 41, 171, 301, 1942.
- 54) Nesbit, R. M. & Baum, W. C. : Neurology, 4 : 170, 1954.
- 55) Lapedes, J. & Dodson, A. : J. Urol., 69 : 96, 1953.
- 56) Garvey, F. K., Bowman, M. C. & Absobrook, W. L. : Surg. Gynec. & Obst., 88 : 196, 1949.
- 57) Krainin, P. & Ney, C. : New Eng. J. Med., 253 : 1111, 1955.
- 58) 西谷錦雄 : 日泌尿会誌, 44 : 10, 1953.
- 59) Lapedes, J., Hodgson, N. B., Boyd, R. E., Schook, E. L. & Lichtwardt, J. R. : J. Urol., 79 : 707, 1958.
- 60) Lapedes, J. Friend, C. R., Ajemian, E. P. & Reus, W. F. : J. Urol., 88 : 245, 1962.
- 61) 後藤 薫・本郷美弥・北山太一・中川 隆・高橋陽一 : 泌尿紀要, 7 : 315, 1961.
- 62) Lee, L. W. : J. Urol., 62 : 300, 1949.
- 63) 宮崎 重・坂口 浩・鍼塚寿・成瀬幹夫 : 泌尿紀要, 9 : 398, 1963.
- 64) 宮崎 重・坂口 浩・鍼塚寿・成瀬幹夫 : 皮と泌, 25 : 377, 1963.
- 65) 藤本 昭 : 第6回日本癌治療学会総会にて発表.

(1969年1月18日受付)