

## 下部尿路における排尿の水力的研究

## 第II編 排尿時膀胱内圧測定

(前立腺肥大症と尿道狭窄について)

岐阜大学医学部泌尿器科学教室(主任:後藤 薫教授)

大学院学生 木 村 泰 治 郎

## URODYNAMIC STUDIES OF THE LOWER URINARY TRACT

PART II. VOIDING INTRAVESICAL PRESSURE IN PROSTATIC  
HYPERTROPHY AND URETHRAL STRICTURE

Taijiro KIMURA

*From the Department of Urology, Gifu University School of Medicine**(Chairman: Prof. K. Gotoh, M. D.)*

The bladder was punctured suprapubically and a small polyethylene tube was introduced. The intravesical pressure on voiding was measured with strain gauge manometer. Uroflometry was simultaneously performed.

1) Voiding intravesical pressure was measured in 15 normal males, 17 patients with prostatic hypertrophy, 10 cases after prostatectomy, and 7 cases after dilatation for urethral stricture.

2) The intravesical pressure curves in both prostatic hypertrophy and urethral stricture showed prolonged voiding time and high pressure. The difference was that in the former the curves showed remarkable fluctuation and in the latter they were rather regular and flat.

3) Voiding intravesical pressure was remarkably lowered after prostatectomy reaching the normal detrusor pressure in three to four weeks.

4) After dilatation for urethral stricture, the maximum voiding pressure was lowered but the detrusor pressure was still high.

5) With measurement of voiding intravesical pressure, the potential emptying ability of the bladder detrusor muscle could be demonstrated.

## I 緒 言

著者は第I編で下部尿路通過障害の程度を客観的に観察するために、排尿流力曲線で最高排尿比(MVR)を測定したが、この障害の程度は膀胱の収縮力の減退と尿道抵抗の増大によって変化してくるわけであるから、本編では排尿経過を膀胱内圧の面から観察してみることにした。膀胱内圧は古くDubois(1876)により始められたが、臨床的応用はRose(1927)<sup>1)</sup>が最

初であり、その後各種の膀胱内圧測定器や測定方法が発表されてきた。

## a) 経尿道的膀胱内圧測定法

Dubois(1876)は尿道よりカテーテルを膀胱に挿入して、垂直硝子管を使って水柱圧で内圧測定を行なった。その後多くの膀胱内圧測定器および測定法が発表された<sup>2,3,4,5,6,7,8,9)</sup>。

## b) 恥骨上経皮的膀胱内圧測定法

本法はAdler(1929)<sup>10)</sup>によって最初に紹介された。恥骨上より膀胱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した。この方法の特長は尿道にカテーテルなどの異物を挿入しないので、外的刺激が比較的少ない点である<sup>11,12)</sup>。

### c) 遠隔測定法

Gleason & Lattimer (1962)<sup>13)</sup> は小さな radiotransmitter を使用し、膀胱内に挿入して圧の変化を体外で受信するしくみを考案した。

d) 排尿時膀胱内圧と排尿流力の同時測定法  
細いポリエチレンチューブを経尿道的に挿入し、排尿時カテーテルを通して排尿流力計に排尿させ、カテーテルは電気測定器に接続した。この方法により von Garrelts (1957)<sup>14)</sup> は、排尿時の膀胱内圧と排尿流力を初めて同時記録している<sup>15,16,17,18)</sup>。

著者は上記のb)とd)の長所をとって、b)法に排尿流力測定を組合わせて行なった。

## II 測定の対象および方法

### 1. 測定装置

日本光電製の多用途2素子記録装置、形式RM-20と電気血圧計トランスジューサーMP-4Tを組みあわせ、strain gauge manometerを受圧器として使用し、増幅器も同社製を使用した(Fig. 1)。排尿流力測定には円筒形硝子管の底にstrain gaugeをつけ、排尿時手動スイッチで排尿開始、終了を記録した。記録用紙は毎秒5mmの速度とした(Fig. 2)。

### 2. 測定操作および方法

①仰臥位で経尿道的にネラトン氏カテーテルを挿入し、②膀胱内に37°Cの生理食塩水300ml以上を注入して膀胱を充満させてから恥骨上2cmの高さで正中線上の部位に局麻を行ない、前立腺生検針を使用して、膀胱内にポリエチレンカテーテル20号を留置した。③留置後膀胱内液を排除してネラトン氏カテーテルを抜去する。④ポリエチレンカテーテルより1分間約120滴の割合で37°Cの生理食塩水を、尿意感を訴えるまで(約200~300ml)滴下し、尿意を訴えたときそのカテーテルをstrain gaugeに接続する。⑤仰臥位、坐位、立位における休止期圧変化を調べ、立位で測定用ルート内へ排尿させる。⑥排尿終了後ポリエチレンカテーテルより残尿を測定する。測定開始前に圧の0基準は、被験者を仰臥位とした場合の恥骨上に0基準にとり、strain gauge transducerは腰部に恥

骨上縁と同一水平面に固定した(Fig. 3, 4)。

### 3. 測定の対象とその内訳

本学泌尿器科教室外来および入院患者の男子を対象とし、56例について検査を行なった。その内訳は、正常例15名、前立腺肥大症17名(うち術後10名)、尿道狭窄7名(ブジー拡張術後7名)について行なった。いずれも自力排尿が可能な患者について行なった(Table 1)。

Table 1 測定を行なった症例数

分類	疾患名	例数
1	正常例	15
2	前立腺肥大症	17
3	尿道狭窄	7
4	前立腺被膜下摘除術後	10
5	尿道ブジー拡張術後	7
計		56

## III 測定成績

### 1) 正常例

泌尿器科的に下部尿路に異常のないもの(尿道撮影、膀胱鏡検査などにより異常所見のないもの)で排尿流力測定によるMVRが18ml/sec以上の自力排尿が可能な患者で、排尿開始時の膀胱容量が200ml以上の19~58才の男子15名について測定した(Table 2)。排尿時膀胱内圧曲線は、Fig. 6, Table 3のようである。排尿時膀胱内圧の平均値はFig. 7のようである。この曲線を分析するためにTable 4のごとき記号を付記した。排尿開始により内圧は上昇し、排尿がはじまる(IVP)。膀胱内圧は上昇しながら最高内圧(MVP)になり、つぎに内圧の下降がおこり排尿は終了(FVP)する。排尿流力曲線は排尿開始より約2秒遅れて記録される。排尿時最高内圧(MVP)は、33.5~60.1mmHgの間であった。MVRの最小値は第I編で記述したごとく18ml/secであった。IVPはFVPよりも高かった(Table 2)。休止期圧は立位では、仰臥位よりも2倍前後高い(Table 5)。

### 2) 前立腺肥大症例

排尿困難のある17例の前立腺肥大症のある患者について検査を行なった。そのうちの10例については、前立腺被膜下摘除術後4週目に検査をした。その成績はTable 6のごとくである。

### 代表症例

症例3 MO, 71歳。前立腺結石、前立腺肥大症約3年前より排尿痛と夜間頻尿があって、1週間前

Table 2 正常者の排尿時膀胱内圧測定値

症例	年齢	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	M-P mmHg	MVR ml/sec	C ml	Tsec	
1	MN	36	23.1	26.0	40.5	31.0	12.4	17.4	21.0	300	20.0
2	MR	19	16.5	24.2	47.0	34.9	9.9	30.5	24.0	250	19.0
3	IM	47	25.0	58.4	60.1	27.7	17.1	35.1	25.1	315	17.4
4	HT	29	22.9	43.5	47.1	31.1	15.0	24.2	24.0	280	19.0
5	TS	24	18.9	20.1	33.5	25.4	9.4	14.6	18.0	250	11.0
6	HF	58	19.0	29.9	46.1	19.9	16.6	27.1	24.0	265	9.4
7	OT	32	18.0	29.7	53.0	29.0	11.0	35.0	22.1	270	14.9
8	MO	27	19.6	28.1	46.0	23.6	14.0	26.4	19.0	280	17.3
9	YH	40	14.9	23.1	36.0	23.6	14.7	21.1	23.1	240	19.0
10	MK	34	20.1	42.9	49.9	27.1	15.4	29.8	24.0	290	15.6
11	AM	52	17.0	24.3	47.9	27.9	12.4	30.9	28.0	305	19.0
12	MH	46	19.8	21.6	34.0	26.4	6.6	14.2	24.1	220	11.0
13	YT	50	15.9	37.0	48.1	25.4	10.9	32.2	23.0	245	14.0
14	TS	45	17.9	32.4	48.9	41.0	9.9	31.0	22.0	250	10.6
15	HO	29	16.4	33.0	49.5	33.0	5.1	33.1	27.9	285	14.5
平均値		19.0	31.6	45.8	28.4	12.2	26.8	23.3	269	15.4	

Table 3 症例 12. MH, 46歳. 正常例

PVP mmHg	19.8
IVP	21.6
MVP	34.0
FVP	36.4
PoVP	6.6
MVR ml/sec	24.0
C ml	220
T sec	19

より排尿困難が強くなってきた。

直腸内触診で前立腺は鶏卵大、弾性硬、表面平滑であった。尿道撮影では、後部尿道の著明な延長と前立腺部に結石陰影を認めた (Fig. 8)。排尿時膀胱内圧曲線では排尿困難のため排尿に努力していることが、曲線の著明な変動で推定でき、また排尿流曲線も非常にゆるやかである。IVP 52.2mmHg, MVP 119.0mmHg, PoVP 33.0mmHg と全体的に内圧は高値をしめしている。排尿時間も延長し、途中で排尿が一時中断されてふたたび排尿が行なわれている (Fig. 9, Table 7)。

Table 4 排尿時膀胱内圧曲線の分析

排尿前膀胱内圧	Pre-Voiding Pressure	略して	PVP
排尿開始時膀胱内圧	Initial Voiding Pressure	略して	IVP
排尿時最高内圧	Maximum Voiding Pressure	略して	MVP
排尿終了時膀胱内圧	Final Voiding Pressure	略して	FVP
排尿後膀胱内圧	Post-Voiding Pressure	略して	PoVP

Table 5 休止期圧の体位による変化 (mmHg)  
(膀胱容量 200ml 以上のとき)

症例	仰臥位	立位
15	4.3~19.2 (8.1)	14.9~25.0 (19.0)

症例14 EH, 67歳. 前立腺肥大症  
数年前より尿線細小と夜間頻尿を認めるようにな

り、最近完全尿閉となって一度導尿を受けたことがある。前立腺は直腸内触診で鶏卵大、弾性硬、表面平滑、圧痛なしであった。尿道撮影では後部尿道の延長を示した。排尿時膀胱内圧測定では、IVPは39.5mmHgとやや高く、MVPは109mmHgで正常例の2倍以上に高い。排尿量は90ml、排尿時間は39秒、正常人の1.5倍以上を要した。残尿130mlを認めた (Fig. 10)。前立腺被膜下摘除術1カ月後の排尿内圧曲線は、全体的に低く内圧の改善が認められた。MVP

Table 6 前立腺肥大症例

症例	年齢	前立腺直腸内触診 大きさ 表面性状	尿道X線影	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	M-P mmHg	MVR ml/sec	膀胱容量		Tsec
											C ml	残尿	
1 TO	76	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	30.4	58.2	85.0	35.2	35.2	54.6	11.0	180	30	39.0
2 OH	63	鳩卵大 弾性硬平滑	延長	25.8	77.0	110.1	48.5	23.0	84.3	7.0	190	45	37.5
3 MO	71	鶏卵大 弾性硬平滑	著明延長	18.4	52.2	119.0	62.1	33.0	100.6	3.4	50	180	41.0
4 HY	57	鳩卵大 弾性硬平滑	軽度延長	23.1	42.5	68.9	27.0	36.0	45.8	15.1	210	5	19.5
5 MH	55	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	29.3	56.1	88.0	41.5	30.7	58.7	3.9	120	100	60.6
6 YK	65	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	34.0	49.0	109.4	38.1	27.0	75.4	4.1	100	120	48.0
7 TY	76	鳩卵大 弾性硬平滑	軽度延長	25.2	48.0	63.5	41.9	21.4	38.3	11.4	190	30	32.0
8 RS	61	鳩卵大 弾性硬平滑	延長	24.4	48.7	92.0	35.0	23.1	67.6	6.3	140	80	43.9
9 TY	58	小鶏卵大 弾性硬平滑	軽度延長	17.0	26.7	49.1	20.6	20.0	32.1	8.0	170	60	29.0
10 HS	54	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	32.9	60.0	69.0	36.1	34.0	36.1	12.1	200	15	36.4
11 YT	65	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	35.0	58.1	70.9	41.5	37.1	35.9	3.9	140	80	85.6
12 KT	78	小鶏卵大 弾性硬平滑	延長	39.1	80.4	110.0	53.9	36.4	70.9	4.0	180	50	66.2
13 SN	62	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	16.5	92.5	110.6	56.1	18.9	94.1	3.5	140	90	60.0
14 EH	67	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	19.8	39.5	109.0	52.5	34.0	89.2	3.4	90	130	39.0
15 YM	72	小鶏卵大 弾性硬平滑	延長	33.1	109.0	112.7	98.0	50.0	79.6	4.7	160	60	37.0
16 TK	67	鶏卵大 弾性硬平滑	延長	32.4	56.5	104.0	84.0	26.9	71.6	3.3	180	110	41.6
17 MK	63	小鶏卵大 弾性硬平滑	延長	39.5	62.9	69.1	42.1	28.1	29.6	8.9	150	80	37.9
平均値				27.9	59.8	90.6	47.9	29.0	62.6	6.7	152	74	44.4

Table 7 前立腺肥大症（症例3）の排尿時膀胱内圧

症例	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	MVR ml/sec	C ml	Tsec
3	18.4	52.2	119.0	62.1	33.0	3.4	50(残尿 180)	41.0

Table 8 前立腺肥大症（症例14）の排尿時膀胱内圧

	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	MVR ml/sec	C ml	Tsec
術前	19.8	39.5	109.0	52.5	34.0	3.4	90(残尿 130)	39.0
術後	14.8	23.0	44.0	17.7	12.1	25.0	200	19.0

Table 9 前立腺被膜下摘除術後の排尿時膀胱内圧

症例	年齢	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	M-P mmHg	MVR ml/sec	C ml	Tsec
2	OH	21.0	40.9	45.3	29.4	13.0	24.3	21.4	235	16.0
5	MH	15.3	27.0	52.9	30.5	19.1	37.6	23.1	210	19.1
6	YK	16.8	36.0	46.9	37.1	12.0	30.1	24.1	310	17.3
11	YT	20.1	41.5	47.1	40.1	22.0	27.0	22.0	230	19.0
12	KT	21.0	38.4	51.0	30.0	14.4	51.0	19.1	280	14.0
13	SN	17.1	23.5	46.1	24.0	10.4	29.0	23.9	240	12.3
14	EH	14.8	23.0	44.0	17.7	12.1	29.2	25.0	200	19.0
15	YM	24.9	33.1	49.0	30.0	20.3	24.1	18.1	330	17.1
16	TK	17.9	29.0	49.8	25.0	12.0	31.9	42.0	250	19.5
平均値		19.0	32.4	47.8	28.9	15.5	30.8	22.0	254	17.0

は 44mmHg と約 1/2 に減じ排尿流曲線も正常形を示し、MVR は改善されている (Fig. 11). Table 8 は術前後の排尿時膀胱内圧を示す. Fig. 12 は前立腺被膜下摘除術後の尿道撮影を示す.

小 括

イ) 排尿時膀胱内圧曲線は排尿につれて上昇し、その途中で排尿がはじまるが、排尿開始後も内圧は上下に変動している. MVP は平均 90.6mmHg あって正常例の 2 倍以上に高く、FVP 47.9mmHg で高い. 排尿所要時間も延長している.

ロ) 前立腺被膜下摘除術後の排尿状態は、著明に改善され全般的に内圧の低下がみられる. MVP は術前の 1/2 前後に低下し、利尿圧は 62.6 mmHg より 30.8mmHg と低下しているが正常例よりは高い (Table 9).

3) 尿道狭窄症例

外来において尿道撮影により尿道狭窄と診断された 7 例について検査を行ない、さらにブジー拡張術後 1 週目に再検査を行なった. Table 10 は治療前後における成績である.

代表症例

症例 4 TA, 51 歳. 淋疾後尿道狭窄, 前立腺結石 20 年前に淋病にかかり、数年前より尿線の細小に気づくもそのまま放置していた. 会陰部の疼痛があるため来院し、尿道狭窄, 前立腺結石を指摘された (Fig. 13). 排尿時膀胱内圧曲線は、排尿意識の開始とともに上昇し、排尿中変動しながら排尿終末につれて下降し、比較的平坦な丘状を示し (Fig. 14), IVP 46.1 mmHg, MVP 108.0mmHg はともに正常例より高い. ブジー拡張術後には内圧全体の低下はみられるが (Fig. 15), 利尿圧は術前 68.5mmHg, 術後 54.1mmHg といぜん高い. Table 11 はブジー前後の内圧測定値を示す.

小 括

尿道狭窄の膀胱内圧曲線は、治療前は排尿所要時間の延長と努力性排尿状態がうかがわれるが、その程度は前立腺肥大症より軽度で、内圧曲線波形の変動も比較的規則正しく、全体的にみて平坦で変化が少ない. しかし IVP, MVP, FVP はそれぞれ正常に比して高値を示している. ブジー拡張後の改善状態は、前立腺肥大症ほど著明ではなく、利尿圧の改善も前立腺肥大症に比して少ない.

Table 10 尿道狭窄症例

症 例	年令	原 因	尿道撮影 狭窄部位	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	M-P mmHg	MVR ml/sec	C ml
1 KM	66	淋 疾 性	尿道球部	29.6 (22.9)	51.2 (41.4)	80.3 (61.9)	39.0 (31.5)	21.2 (18.0)	50.7 (39.0)	4.5 (15.1)	150 (300)
2 KY	57	淋 疾 性	尿道球部	21.4 (18.1)	46.1 (28.1)	79.6 (52.4)	25.0 (22.6)	30.1 (14.0)	58.2 (34.3)	4.1 (20.0)	180 (290)
3 YS	64	淋 疾 性	尿道球部	27.8 (21.4)	58.7 (30.4)	90.1 (72.1)	32.5 (28.1)	24.3 (13.6)	62.3 (50.7)	6.8 (24.0)	240 (200)
4 TA	51	淋 疾 性	尿道球部	39.5 (14.9)	46.1 (16.6)	108.0 (69.0)	58.5 (43.0)	29.5 (19.9)	68.5 (52.4)	7.0 (25.3)	210 (385)
5 TI	58	淋 疾 性	尿道球部	32.7 (19.1)	60.8 (30.4)	74.9 (55.2)	28.0 (26.5)	19.5 (11.4)	42.2 (36.1)	7.2 (19.4)	210 (310)
6 TN	65	淋 疾 性	尿道球部	22.3 (17.1)	59.0 (29.0)	85.2 (51.0)	23.0 (21.4)	12.0 (14.7)	52.9 (33.9)	8.0 (21.0)	180 (240)
7 GM	69	淋 疾 性	尿道球部	30.1 (19.8)	69.0 (23.7)	75.9 (38.1)	49.0 (16.6)	32.4 (13.2)	45.8 (18.3)	7.5 (21.7)	240 (310)
平 均 値				29.0 (19.0)	55.8 (28.5)	84.9 (57.1)	36.4 (27.1)	24.1 (15.0)	55.8 (38.1)	6.4 (20.9)	247 (291)

( ) ブジー拡張術後

Table 11 前立腺結石, 尿道狭窄 (症例 4)

	PVP mmHg	IVP mmHg	MVP mmHg	FVP mmHg	PoVP mmHg	M-P mmHg	MVR ml/sec	C ml	Tsec
拡 張 前	39.5	46.1	108.0	58.5	29.5	68.5	7.0	210	38
ブ ー ジ ー 拡 張 後	14.9	16.6	69.0	43.0	19.9	52.4	25.3	385	26

#### IV 総括および考按

理想的な膀胱内圧測定法は膀胱に機械的な刺激を全く与えないで、生理的状态において測定することであるが、現段階ではそのような方法は発見されていない。しかし前述したようにこれまで諸家ができるだけ生理的な状態に近い方法で測定することを考案してきた。このような観点から、内圧を測定するのにカテーテルを経尿道的に入れるより、経皮的にできるだけ細いカテーテルを用いた方がよいことはいうまでもない。著者もその点を考慮して行なった。

恥骨上経皮的膀胱内圧測定法は Adler (1929)<sup>10)</sup> により紹介された。本邦でも伊丹(1944)<sup>20)</sup> は、膀胱瘻より排尿時の膀胱内圧を記録し、この方法は排尿に最も関係の深い膀胱頸部および尿道括約筋に影響をおよぼさない点が利点であるとのべている。Murphy (1960)<sup>12)</sup> にも細いポリエチレンカテーテルを用いて同様に測定した。

一方 Gleason & Lattimer (1962)<sup>13)</sup> は、カテーテルを用いなくて排尿圧を測定する方法を考案した。それは小さな radiotransmitter を膀胱内に入れて体外の receiver により遠隔的に記録したものである。しかしこれも膀胱内の器具が膀胱三角部を刺激するという欠点があった。

現段階における最も簡単、かつ比較的膀胱に刺激を加えないで膀胱内圧を測定する方法としては、著者の行なった細いポリエチレンカテーテルによる恥骨上経皮的膀胱内圧測定法が最良のものと考えられる。

膀胱の排尿機構については諸説があるが、近年 X線映画などにより、その機序を動的に観察できるようになり、その詳細が解明されてきた。Hinman<sup>19)</sup> は排尿の開始については排尿筋の収縮、内尿道口の開大、そのあと膀胱底部の下降に続いて外括約筋が開大し、排尿が開始されることを報告した。Muellner<sup>20)</sup> は膀胱底部下降の刺激により、利尿筋の収縮が起こり内尿道口が開口し、排尿が始まると主張した。

経皮的恥骨上膀胱内圧測定法による排尿曲線を全体的にみると、内圧は排尿運動の開始と

ともに多少の動揺を示しながら比較的急に上昇し、その途中で外尿道口より尿流がみられる (IVP)。排尿開始により内圧は急に変わらず徐々に上昇し最高内圧 (MVP) に達するがそのあと内圧は減少し、内圧がある点に達すると (FVP)、外尿道口の排尿はとまる。内圧の下降の度合は上昇の度合よりもゆるやかであることが多い。排尿終了後 (PoVP) も膀胱内圧はそのままの傾斜をつづけて徐々に下降し、膀胱が全く弛緩状態になるが、岡ら<sup>21)</sup> の報告によれば、30秒以上を要することが多い。休止期圧は立位では仰臥位よりも2倍以上に内圧が高く描かれるが、Zinner ら<sup>22)</sup> は腹部内臓の重力の圧力が影響するためであると考えている。自験例でも同様の成績が得られ、仰臥位 8.1mmHg、立位 19.0 mmHg との差は 10.9 mmHg で2倍の差が認められた。以下自験例と Scott ら<sup>23)</sup> の報告とを比較する。( ) 内は Scott らの成績である。

①排尿前膀胱内圧 (PVP)：これは膀胱に尿が充満して膀胱収縮筋が収縮を開始する直前の圧である。著者の場合は 19.0 (22.0) mmHg、前立腺肥大症は 27.9mmHg で正常の約0.7倍となっている。尿道狭窄の場合も 20.0mmHg と高い。

②排尿開始時膀胱内圧 (IVP)：排尿開始時の内圧をさし、正常例では 31.6 (39.0) mmHg で、前立腺肥大症で 59.8mmHg、尿道狭窄で 55.8 mmHg と高値であった。

③排尿時最高内圧 (MVP)：排尿時における最高内圧を示す。正常では 45.8 (45.0)mmHg、前立腺肥大症で 90.6mmHg、尿道狭窄で 84.9 mmHg と正常例の2倍の高値を示した。

④排尿終了時膀胱内圧 (FVP)：排尿終了時の内圧で正常例では 28.4mmHg、前立腺肥大症では 47.9mmHg、尿道狭窄では 36.4mmHg であった。

⑤排尿後膀胱内圧 (PoVP)：排尿終了後の内圧で正常例では 12.2 (15.0)mmHg、前立腺肥大症では 30.0mmHg、尿道狭窄で 24.1mmHg といずれも2倍以上の高値を示した。これはおそらく残尿のあることを示すものにほかならな

い。

排尿困難の場合、前立腺肥大症はじめ尿道狭窄においては IVP は正常より高いが、これは内尿道口の正常の開口が妨げられるためである。したがって利尿筋が過緊張となり、内尿道口の抵抗に勝とうとする。前立腺腫では内尿道口が正常の開口を妨害されるため利尿筋線維は正常以上に働かなければならない。したがって利尿筋の休止期でも筋線維は収縮し、高い膀胱内圧となる。平滑筋線維の収縮力は、初めの長さ、内尿道口の開口状態および膀胱容量の増加により変化する。残尿の発生は利尿筋の収縮力の減退と排尿時の尿道抵抗の増加などが考えられる。換言すれば利尿筋の衰弱のあるとき膀胱内圧は低値を示す。さらに膀胱内圧が低下すると結果的に排尿の停止となるわけである。一方、前立腺あるいは膀胱頸部疾患などで、内尿道口の狭窄あるいは完全閉塞のある場合にも、たとえ利尿筋の収縮力が良好であっても一般的に残尿がみとめられる。しかし臨床的には上記の二つの原因が単純におこる尿道あるいは膀胱頸部疾患などで排尿時の尿道抵抗が強く、排尿困難が持続する場合には利尿筋が尿排出のために、より強力な収縮力を持続的に作用させねばならぬわけである。それがついに利尿筋の衰弱となり、肉柱形成および残尿を生ずるようになる。

排尿時の膀胱内圧測定は尿道閉塞のある患者で利尿圧が正常より高いのは利尿筋の機能の比較的良好的なことを示すが、肥厚した利尿筋あるいは膀胱粘膜に炎症がある場合は、正常の筋以上にその感受性が強く、より高い緊張を示す。このような例では、排尿困難の原因である尿道閉塞をとりのぞいてやると数週間後に、その利尿圧が正常値に近づくことが多い。これは著者の経験でも約3～4週の比較的短期間で起こった。前立腺肥大による尿道閉塞例の術前、術後の膀胱内圧曲線がそのことをよく示している。それに比して、尿道狭窄例ではブジー拡張後もそれほど著明な膀胱内圧の改善が認められない。これは一般に尿道狭窄による尿道抵抗は前立腺肥大症のそれに比べて、比較的長期間つづ

いて徐々に増悪した症例が多いため、膀胱利尿筋の衰弱も慢性化の傾向をとり、不可逆性の状態となっているものが多いためであると考えられる。

一般に平滑筋は疲労をみせないといわれているが、Davis<sup>24)</sup> は膀胱収縮筋は約20秒間は最大の収縮をつづけることができるといっている。また von Garrelts<sup>25)</sup> は前立腺肥大症の膀胱内圧曲線の特徴として、その曲線の一定のゆるやかな下降をあげているが、著者の経験では比較的長期間閉塞の続いた症例以外では、むしろ努力性収縮曲線を示した例が多かった。したがって前立腺肥大症の膀胱内圧曲線は、病状の経過および進行程度によって異なった形であらわれると考えた方が妥当であろう。このことは内圧曲線の詳細な分析によって、それぞれの患者の治療方針を決定する重要な手がかりにもなると考えられる。

## V 結 語

1. 排尿時膀胱内圧を正常者 (15例)、前立腺肥大症 (17例)、前立腺被膜下摘除術後 (10例)、尿道狭窄症 (7例)、ブジー拡張後 (7例) について測定した。

2. 前立腺肥大症、尿道狭窄症の排尿時膀胱内圧曲線はいずれも排尿所要時間の延長と内圧の高値を示したが、両者の違いは、前者では排尿中に内圧は波動の変動が著明であるのに比し、後者は比較的波動の変化が規則正しくかつ平坦であった。

3. 前立腺被膜下摘除術後の排尿時膀胱内圧は著明な低下がみられ、3～4週で利尿圧は正常値に近づく。

4. 尿道狭窄ブジー拡張術後は MVP は低下するが利尿圧はいぜん高い。

5. 排尿時膀胱内圧測定により潜在的な膀胱収縮筋の機能状態を知ることができる。

稿を終るに当り御指導を賜った後藤薫教授ならびに本学第二生理学教室田村喜弘教授に深謝し、本研究に御協力下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30回日本泌尿器科学会東部連合地方会、第51回日本泌尿器科学会総会において発表した)

## 文 献

- 1) Rose, D. K. : J. Urol., **17** : 487, 1927.
- 2) Muschat, M. & Johnson, C. G. : J. Urol., **27** : 273, 1932.
- 3) Denny-Brown, D. & Robertson, G. : Brain, **56** : 149, 1933.
- 4) Lewis, L. G. & Langworthy, O. R. : J. Urol., **40** : 677, 1938.
- 5) Simons, I. : J. Urol., **34** : 493, 1935.
- 6) Weyrauch, H. M. : J. Urol., **35** : 103, 1936.
- 7) 佐藤 誠 : 日泌尿会誌, **29** : 477, 1940.
- 8) Milam, D. F. & Leberman, P. R. : J. Urol., **66** : 597, 1951.
- 9) 中島文雄 : 日泌尿会誌, **51** : 264, 1960.
- 10) Adler, A. : Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Berlin 1929.
- 11) Sandøe, E., Bryndorf, J. & Gerts, T. C. : Dan. Med. Bull., **6** : 194, 1959.
- 12) Murphy, J. J. & Schoenberg, H. W. : J. Urol., **84** : 106, 1960.
- 13) Gleason, D. M. & Lattimer, J. K. : J. Urol., **87** : 507, 1962.
- 14) von Garrelts, B. : Acta chir. Scand., **114** : 49, 1957.
- 15) Bryndorf, J. & Sandøe, E. : Dan. Med. Bull., **7** : 65, 1960.
- 16) Pierce, J. M., Braun, E. A. J. & Lewis, H. Y. : Surg., Gynec. & Obst., **116** : 217, 1963.
- 17) Ritter, R. C., Zinner, N. R. & Paquin, A. T., Jr. : J. Urol., **91** : 161, 1964.
- 18) King, L. R., Mellens, H. Z. & White, H. : J. Urol., **92** : 303, 1965.
- 19) Hinman, F., Jr. : J. Urol., **87** : 230, 1962.
- 20) Muellner, S. R. : J. Urol., **80** : 473, 1958.
- 21) 岡 直友・森 晟 : 皮科紀要, **50** : 322, 1955.
- 22) Zinner, R. N. & Albert J. P. Jr. : J. Urol., **90** : 719, 1963.
- 23) Scott, F. B., Quesado E. M. & Cardus D. : J. Urol., **92** : 455, 1964.
- 24) Davis, D. M. : J. Urol., **80** : 93, 1958.
- 25) von Garrelts, B. : Acta Chir. Scand., **115** : 227, 1958.
- 26) 伊丹 昇 : 日泌尿会誌, **36** : 91, 1944.

(1968年3月4日特別掲載受付)

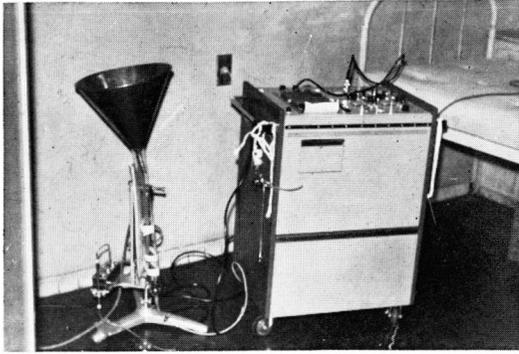


Fig. 1 測定装置

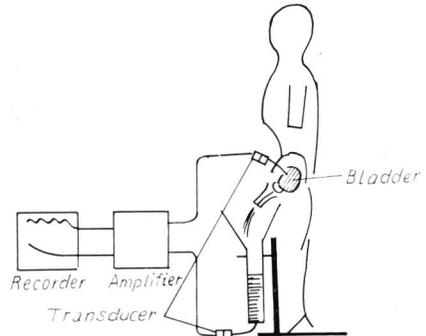


Fig. 4 排尿時膀胱内圧測定

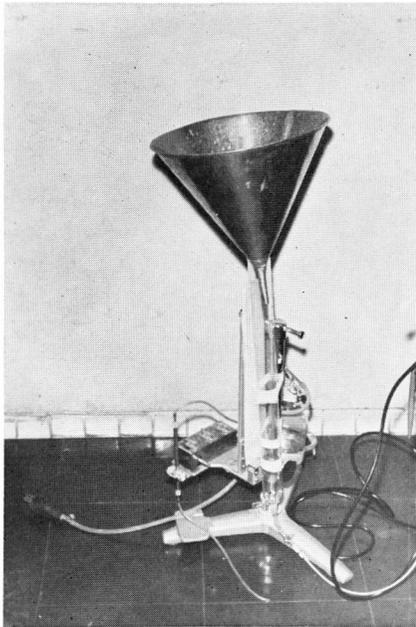


Fig. 2 排尿流測定装置

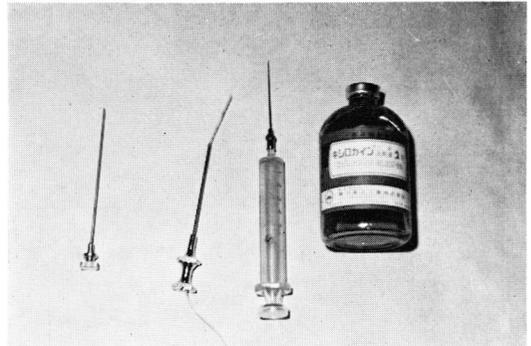


Fig. 5 著者使用の膀胱穿刺針とポリエチレンカテーテル

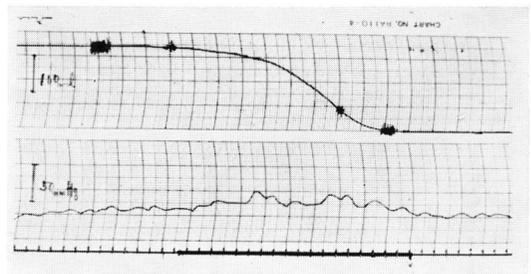


Fig. 6 症例12 正常者の排尿時膀胱内圧曲線

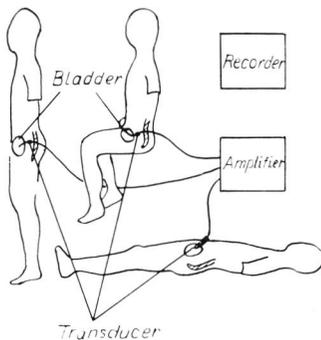


Fig. 3 休止期圧測定図

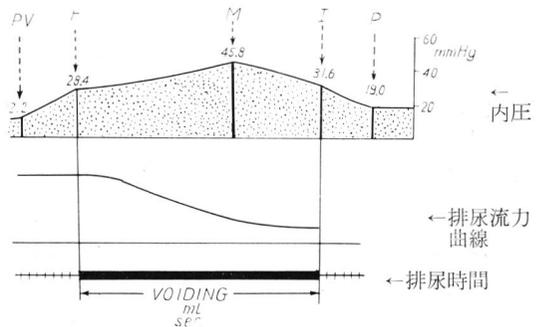


Fig. 7 排尿時膀胱内圧の平均値

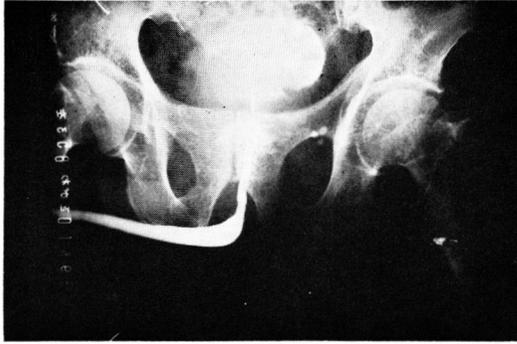


Fig. 8 症例3 MO, 71♂. 前立腺肥大症, 前立腺結石

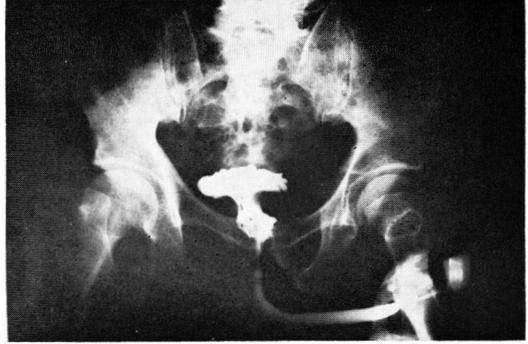


Fig. 12 症例14 EH, 67♂. 前立腺被膜下摘除術後の尿道撮影

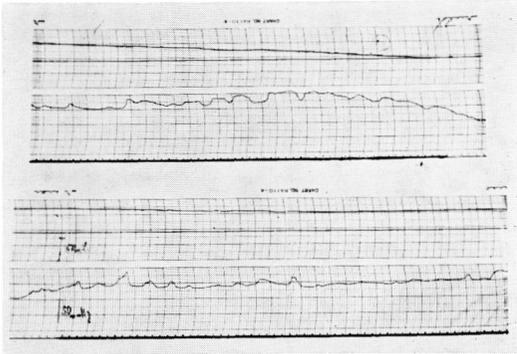


Fig. 9 症例3 MO, 71♂. 前立腺肥大症, 前立腺結石



Fig. 13 症例4 TA, 51♂. 前立腺結石, 尿道狭窄

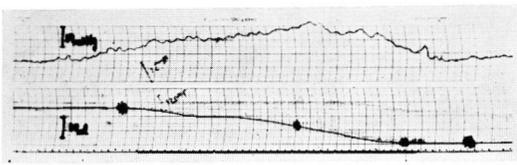


Fig. 10 症例14 EH, 67♂. 前立腺肥大症

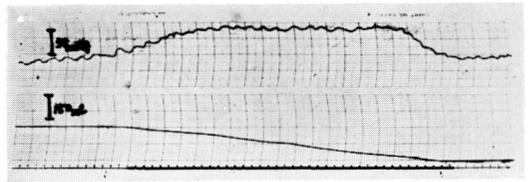


Fig. 14 症例4 TA, 51♂. 前立腺結石, 尿道狭窄

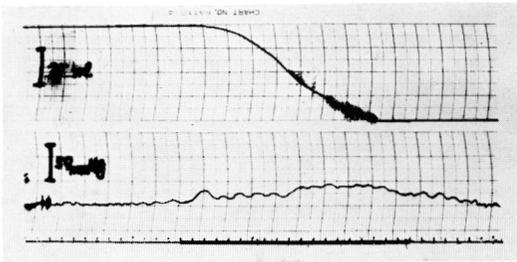


Fig. 11 症例14 EH, 67♂. 前立腺被膜下摘除術後

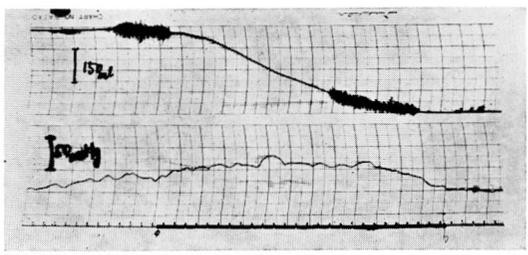


Fig. 15 症例4 TA, 51♂. ブジー拡張術後(1週)