

下部尿路における排尿の水力学的研究

第I編 排尿流力測定（とくに最高排尿比について）

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 I. UROFLOMETRIC STUDIES, ESPECIALLY ON THE
MAXIMUM VOIDING RATE

Taijiro KIMURA

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

Uroflometry has been well accepted as an objective method to examine the state of voiding. The author devised a type of uroflometer, with which uroflometric studies were carried out.

- 1) Uroflometry was found to be a simple and objective method to detect abnormal voiding.
- 2) Uroflometry of 153 normal males voiding more than 200 ml showed the maximum voiding rate (MVR) to be greater than 18 ml/sec. Low MVR was suggestive of disturbance of urination.
- 3) Improvement of MVR was observed after prostatectomy in 15 cases and urethral dilatation in 6 cases.
- 4) Uroflometry was useful to know the potential ability to void in 37 case of prostatic diseases and 6 cases of urethral stricture. It was also informative for establishment of the clinical judgment as to treatment.
- 5) Uroflometry was applicable to know the effectiveness of dilation for urethral stricture.

I 緒 言

排尿の状態については、患者の主観にもとづく問診にたよる場合が普通であるが、この排尿状態を客観的に測定する方法として初めて排尿流力を測定したのは Schwarz & Brenner (1922)¹⁾ であり、Grönwall (1925)²⁾ は排尿量に応じて、ペンが上昇して回転ドラム上に排尿量が記録される最初の排尿流力計を報告した。これが排尿流力計の基本となった。Ballenger (1932)³⁾ は前立腺疾患の排尿流力測定を行なった。重松 (1940)⁴⁾ は放尿曲線について述べ、Drake (1948)⁵⁾ は円筒上にペンにより排尿曲線が記録でき、排尿された尿は下の受容器

に落下し、円筒は回転しペンにより排尿流力曲線が記録される排尿流力計をつくり、つづいて Drake (1954)⁶⁾ は半月形のプラスチックよりできた受容器に排尿された尿が連続的に流れていく、最高排尿比だけがわかる簡単な排尿流力計を考案した。Johanson (1953)⁷⁾ は尿道狭窄の研究で、受容器に排尿させて排尿時間の平均値だけを測定し、岡 (1953)⁸⁾ らは放尿流量計をつくり、von Garrelts (1956~1958)^{9), 10), 11)} は円筒形の受容器に集めて、尿の重力の変化に応じて電氣的に変化させて写真をとったが、手技が複雑であった。Kaufman (1958)¹²⁾ は Drake (1948)⁵⁾ の排尿流力計を排尿開始から終了までが自動的に記録できるように改良した。

Davis (1958)¹³⁾, Shields (1958)¹⁴⁾, Peter (1958)¹⁵⁾ とも排尿流測定を記録し、排尿障害の発見に有用であると述べている。Scott (1959)¹⁶⁾ は硝子ロートの底に strain gauge をつけて排尿流を測定している。後藤 (1962)^{17,18)} は排尿障害の早期発見を可能にするために、Kaufman 型の排尿流計をつくった。Holm (1962)¹⁹⁾ は排尿量に応じて空気圧の変化が水銀計にあらわれるような排尿流計をつくった。著者は Kaufman 型の試作排尿流計をもちいて、排尿流測定（尿波測定）を行ない、正常者および前立腺疾患、尿道狭窄について測定を行なった。この方法は操作が簡単で被験者に苦痛がなく、排尿状態を客観的に知りうる利点があり、治療方針、経過観察などに応用できる。

II 測定の対象および方法

1) 測定対象

1962年よりの本学泌尿器科教室の外来および入院患者男子217名（8～76才）を対象とした。Table 1 は測定を行なった症例数である。正常例は膀胱鏡所見、X線検査、前立腺直腸内触診により泌尿器科的に下部尿路に異常がないと診断されたものである。

Table 1 測定を行なった症例数

分 類	疾 患 名	例 数
1	正 常 例	153
2	前 立 腺 疾 患	37
3	尿 道 狭 窄	6
4	前立腺被膜下摘除術後	15
5	尿道ブジー拡張術後	6

(計 217)

2) 測定装置

Kaufman 型の自動記録式排尿流測定器を試作した (Fig. 1, 二葉商事KK製)。その大きさは 300×240×165mm, 重さは 5.7kg にて携帯可能である。被験者に測定器のロートの中へ排尿させると、尿はビーカー内へ流入し、ビーカー内の尿重力に応じて排尿流力は、自動的に記録紙に描画される。排尿流曲線の記録用紙は 1 回転 60 秒であり、縦線の 1 目盛は 5ml, 横線の 5 目盛は 1 秒となっている。

3) 測定方法

患者に測定開始約 2 時間前にコップ 2 杯の水を飲用

させておき、尿意を訴えたときに排尿流測定を行なう。被験者の羞恥心をさけるため術者より隔壁された場所で、排尿開始より終了まで患者自身に foot switch でモーターの回転を操作させる。測定値の正確を期するため、1 回の排尿量が 200ml 以上について測定した。排尿困難例では、残尿量と排尿量の合計が 200ml 以上を測定の基準とした。排尿流曲線の最も急勾配の部分で最高排尿比 maximum voiding rate (以下 MVR と略す) を算出し (Fig. 2), 排尿量を排尿時間で除した値を平均排尿比 average voiding rate (以下 AVR と略す) として算出した (Table 2)。

Table 2 排尿流力の算出方法

全 尿 量	 C
排尿時間	 T
最高排尿比 (MVR): 1 秒当りの最高尿量	
平均排尿比 (AVR): $AVR = \frac{C}{T}$	

III 測定成績

1) 正常例

①正常例における排尿量と排尿曲線との関係

同一例においては MVR と尿量との関係をしらべると排尿量が多いほど MVR は大きい。つまり排尿量が 100ml 以下のときは MVR, AVR は一般に低値を示して変動する。しかし 200ml 以上では変動が少ない。Fig. 3 は同一人における排尿量と MVR との関係である。

②年齢による測定値の変動

A: 8～30才	51名	計153名
B: 31～50才	56名	
C: 51～70才	46名	

上記 A, B, C の測定値をそれぞれ Table 3, 4, 5 に示す。年齢別に MVR を比較検討してみると、Fig. 5, 6, 7 に示すように、31～50才の壮年期における症例の MVR が最高値 (27.3ml/sec) を示し、8～30才の年齢層がその次に高く (24.8ml/sec), 老年期 (51～70才) になると低下する傾向がみられた (Table 6)。MVR は膀胱充満量の多少と密接な関係があり、同一例においても 100ml 以下の排尿量の場合では MVR は低い値を示すので、排尿量は 200ml/sec 以上をもって測定の有効量とした。正常例で排尿量が 200ml/sec 以下であった 28 名中 16 名の MVR は 18ml/sec よりも小さかった。また排尿量が 200ml 以上であった 124 名の MVR は 14～36ml/sec の間にあり、その 95% は MVR が 18ml/sec 以上を示した。したがって排尿量 200ml のときの MVR 18

Table 3 A) 8~30才の排尿流

症 例	年 令	MVR ml/sec	AVR ml/sec	T sec	C ml
1 TK	18	22.4	17.1	12.9	220
2 ZI	8	20.0	16.9	17.1	290
3 YN	10	25.9	20.7	10.1	210
4 TA	18	20.9	13.5	15.5	210
5 AE	29	21.4	15.4	14.9	230
6 KH	14	7.0	5.5	7.6	40
7 NH	18	14.8	11.7	4.3	50
8 TE	12	19.4	17.9	3.4	60
9 YO	14	15.1	12.3	9.6	115
10 OW	20	20.1	14.0	20.7	290
11 SA	25	22.4	18.7	8.6	160
12 CK	20	29.1	20.5	12.2	250
13 GM	18	28.5	21.2	10.3	220
14 SK	10	23.0	17.3	7.3	125
15 MS	18	24.1	16.4	14.1	230
16 TW	21	22.5	15.4	17.5	270
17 MS	22	27.9	20.5	11.7	240
18 MO	20	22.1	16.5	15.2	250
19 MM	29	20.4	15.0	10.7	160
20 SK	19	28.3	20.6	10.1	230
21 KH	20	22.0	17.8	18.0	320
22 TY	10	27.1	20.4	14.8	300
23 KY	19	21.8	17.1	18.1	310
24 HT	21	24.5	20.9	10.2	250
25 TY	18	25.6	18.7	16.0	300
26 HN	18	29.9	26.2	12.0	315
27 TW	22	26.1	21.6	16.7	360
28 KH	25	26.2	21.4	18.3	390
29 MO	18	24.9	16.6	15.0	250
30 HS	19	28.7	22.2	10.8	240
31 TY	19	22.0	15.5	14.9	230
32 MS	22	24.9	19.3	12.9	250
33 KY	19	22.4	18.0	13.4	240
34 MO	18	25.0	20.6	10.3	235
35 ZI	17	29.7	26.1	17.3	450
36 OW	17	25.7	19.1	18.3	350
37 YN	19	27.0	21.6	18.5	400
38 MS	20	30.1	21.0	13.0	275
39 AE	20	33.1	28.3	12.9	370
40 SO	29	29.0	24.9	13.0	325
41 HT	18	22.7	17.7	5.9	105
42 KH	24	34.1	28.5	10.4	300
43 HN	28	34.9	29.2	7.7	225
44 TY	27	32.1	27.9	11.8	330
45 AF	22	21.9	17.7	8.5	150
46 KY	18	25.0	18.4	9.8	180
47 YS	24	25.0	19.0	14.7	280
48 YS	15	17.6	14.1	7.1	100

49	OW	21	25.0	19.3	7.7	150
50	SA	28	31.9	17.8	17.5	310
51	HK	16	33.7	26.6	17.0	480
	平均値	19	24.8	19.3	12.7	247

Table 4 B) 31~50才の排尿流

症 例	年 令	MVR ml/sec	AVR ml/sec	T sec	C ml
1 TD	38	31.7	27.0	11.0	300
2 KH	45	29.1	22.4	15.6	350
3 YI	39	21.4	17.8	20.0	360
4 KY	35	20.9	16.6	20.4	340
5 YY	39	23.1	17.8	19.0	340
6 RK	42	26.5	21.4	15.5	330
7 SO	50	30.8	22.0	15.0	330
8 AH	38	33.9	25.3	12.6	320
9 YH	33	20.9	15.0	27.0	405
10 RK	47	35.1	24.9	17.3	430
11 AK	37	28.3	21.7	18.9	410
12 TN	31	30.0	21.5	20.4	440
13 BK	40	25.3	17.1	22.1	380
14 YH	50	30.5	22.0	16.8	370
15 KM	31	29.0	21.8	12.4	270
16 KY	49	24.8	18.4	17.4	320
17 YS	39	29.4	21.0	15.5	330
18 TN	35	34.8	27.1	12.9	350
19 TI	48	31.0	25.9	13.0	340
20 TK	46	29.0	20.0	20.5	250
21 KH	31	19.9	14.4	10.2	150
22 HB	32	30.1	24.0	12.5	300
23 NH	32	29.0	22.1	12.7	280
24 TE	50	27.1	26.6	9.4	250
25 MO	45	14.1	11.8	8.4	100
26 YO	38	18.7	13.4	12.7	170
27 SK	31	17.4	14.4	8.3	120
28 GM	33	20.1	15.4	13.0	200
29 AM	42	17.4	13.8	9.4	130
30 SY	50	16.2	11.5	13.9	160
31 CK	33	24.8	19.5	8.2	160
32 SK	31	25.1	19.9	10.0	200
33 MM	31	28.8	21.5	10.7	230
34 SA	42	27.2	20.7	10.6	220
35 AE	49	25.1	19.9	11.0	220
36 TW	65	29.5	24.4	9.4	230
37 ZO	32	31.8	25.3	9.1	230
38 YN	45	21.9	17.4	14.9	260
39 TW	32	24.4	17.0	15.1	260
40 IS	49	29.4	21.1	13.3	280
41 NH	32	32.7	25.8	10.4	270
42 KY	36	33.5	26.1	8.0	210

43	NN	30	30.4	24.4	16.5	400
44	IO	33	24.6	19.7	21.5	425
45	NE	38	33.7	25.5	15.3	390
46	TN	43	34.0	22.2	13.0	290
47	TI	52	35.1	24.5	15.9	390
48	YS	48	26.0	15.4	13.7	210
49	YK	50	25.9	19.1	15.7	300
50	NT	47	24.4	17.9	12.9	230
51	KS	38	30.1	21.6	17.5	380
52	YI	50	29.5	20.0	14.5	290
53	KS	33	30.3	25.5	8.7	210
54	NT	50	32.9	25.3	9.1	230
55	YI	33	30.4	25.1	7.9	200
56	TK	30	34.0	26.4	9.5	250
平均値		40	27.3	20.9	13.8	282

32	WK	50	24.3	18.2	12.0	220
33	HK	51	28.0	21.5	9.6	200
34	ON	53	15.4	9.8	26.5	260
35	SY	60	18.8	14.0	14.5	210
36	TO	59	24.9	17.9	12.3	220
37	HY	61	26.4	21.9	10.5	230
38	IN	64	28.2	21.3	12.2	260
39	OT	63	14.0	9.7	25.6	250
40	TN	52	16.0	11.3	21.3	240
41	KI	52	21.0	17.1	24.0	410
42	TH	59	20.8	15.1	27.9	420
43	MY	54	22.1	17.5	22.9	400
44	TN	67	19.4	14.3	14.0	200
45	HM	61	20.8	14.1	16.1	225
46	YS	59	21.4	17.7	11.9	210
平均値		58	20.3	15.1	17.5	255

Table 5 C) 51~70才の排尿流率

症 例		年 令	MVR ml/sec	AVR ml/sec	T sec	C ml
1	TM	70	18.8	14.8	16.9	250
2	UM	51	24.5	18.4	14.1	260
3	MD	60	16.4	12.3	22.7	280
4	SM	55	20.7	14.0	20.0	280
5	IU	64	21.0	17.7	14.1	250
6	BI	63	19.7	12.4	21.8	270
7	GM	51	22.5	18.3	13.1	240
8	KH	60	22.8	15.0	20.0	300
9	KY	67	19.1	15.6	19.8	310
10	IS	70	24.8	19.3	17.1	330
11	YT	65	19.7	14.1	22.0	310
12	KM	52	19.6	15.3	22.9	350
13	YS	56	20.6	15.7	21.7	340
14	GM	57	22.6	17.4	19.0	330
15	NF	59	24.7	19.4	17.0	330
16	IO	54	19.9	15.3	16.9	260
17	SN	57	23.4	18.4	14.7	270
18	TK	64	24.3	19.7	18.3	360
19	AK	59	26.4	21.0	17.5	370
20	MK	64	20.1	15.6	23.0	360
21	TG	51	10.3	7.3	20.6	150
22	EK	54	12.2	8.5	11.8	100
23	TY	70	14.7	9.0	13.4	120
24	SS	60	16.1	11.0	10.0	110
25	TT	53	8.0	5.1	29.4	150
26	RK	60	10.9	7.9	20.3	160
27	MR	62	12.5	9.9	17.5	170
28	TS	64	16.8	10.0	16.0	160
29	NK	54	22.3	17.8	7.9	140
30	KF	52	20.4	19.7	12.1	240
31	SK	57	23.9	17.6	12.2	215

Table 6

年 令		MVR ml/sec	AVR ml/sec	症例数
8~30	変動範囲	7.0~33.7	5.5~28.3	51
	平均値	24.8	19.3	
31~50	変動範囲	14.1~35.1	11.5~26.4	56
	平均値	27.3	20.1	
51~70	変動範囲	14.0~28.2	5.1~21.5	46
	平均値	20.3	15.1	

(計 153)

ml/sec を基準として測定の対照とした。正常例の排尿量と MVR について以上のことを図示すると Fig. 4 のごとくである。Fig. 5 はAグループの、Fig. 6 はBグループの、Fig. 7 はCグループにおけるそれぞれ正常例の排尿量と MVR との関係を示す。

代表症例

症例B-46, TN, 43才。正常例。排尿流率曲線は Fig. 8, Table. 7 のごとくである。

Table 7 正常例の排尿流率

MVR ml/sec	34.0
AVR ml/sec	22.2
C ml	290
T sec	13

2) 病的例

排尿困難を主訴として来院し泌尿器科的検査により前立腺腫瘍（肥大症を含む）、尿道狭窄などと診断されたものおよび前立腺被膜下摘除術後の患者、尿道ブジー拡張術後の患者を対象とした (Table 8)。

Table 8

分 類	疾 患 名	症 例 数
1	前立腺肥大症	31
2	前立腺腫瘍	5
3	前立腺被膜下摘除術後	15
4	尿道狭窄	6
5	尿道拡張術後	6

(計 63)

①前立腺疾患症例

検査の対象としたのは37例(58~73才)で、全例とも程度の差はあるが排尿困難および残尿を伴った症例である。前立腺の大きさは直腸診により測定し、正常大より鶏卵大まで種々であった(Table 9)。

a) 前立腺肥大症の MVR

代表症例

症例 2 S T, 66歳。前立腺肥大症

Table 9 前立腺疾患症例

症 例	年 令	病 名	前立腺直腸内触診			X線検査 尿道撮影	MVR ml/sec	AVR ml/sec	T sec	膀胱容量		
			大 き さ	表 面 性 状	中溝					C ml 排尿量	残 尿	
1	SK	61	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	5.1	3.5	6.0	210	90
2	ST	66	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	8.8	7.1	27.9	198	70
3	TS	57	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	中等度延長	2.5	2.8	53.6	150	115
4	KS	68	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	3.7	2.1	66.9	140	80
5	GT	71	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬不規則	明	延 長	3.1	1.5	33.0	200	40
6	KR	64	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	3.9	2.4	37.5	90	210
7	ST	59	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	3.4	1.8	94.5	170	85
8	HM	67	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	3.5	2.5	119.0	300	80
9	YM	72	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	8.2	6.4	34.4	220	50
10	KT	70	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	軽 度 延 長	7.0	5.2	36.6	190	95
11	SH	68	前立腺腫瘍	鳩 卵 大	硬 不規則	不明	軽 度 延 長	5.4	3.7	35.6	120	110
12	MH	66	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	4.3	3.0	24.2	75	190
13	HK	68	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	5.0	2.3	30.4	70	185
14	KO	62	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	4.9	3.0	5.0	150	90
15	TK	68	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	3.6	2.1	23.8	50	70
16	JS	70	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬不規則	明	軽 度 延 長	9.1	4.9	43.9	210	40
17	TT	58	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	軽 度 延 長	10.3	7.5	33.4	250	25
18	SS	60	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	中等度延長	3.9	1.9	68.5	130	150
19	ST	64	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	7.2	5.0	23.0	115	100
20	SK	69	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	6.9	4.1	43.9	180	65
21	KM	73	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	8.1	6.5	24.1	150	80
22	IS	64	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	中等度延長	14.0	11.2	21.9	250	20
23	TY	67	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	10.5	7.4	39.7	220	45
24	NK	65	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬 不規則	不明	延 長	5.9	3.8	39.5	150	210
25	YS	71	前立腺腫瘍	鳩 卵 大	硬 不規則	不明	圧 迫 延 長	15.0	10.1	20.6	210	70
26	TG	68	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	5.0	2.2	32.9	75	240
27	SN	66	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	軽 度 延 長	6.1	3.9	33.3	130	85
28	ST	58	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	中等度延長	8.2	6.1	18.0	110	190
29	TG	73	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	4.1	2.5	8.0	200	80
30	KN	66	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	5.9	4.2	35.8	150	90
31	TO	76	前立腺肥大症	鶏 卵 大	弾性硬 平滑	明	延 長	6.0	2.3	46.0	100	120
32	FK	47	慢性前立腺症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	延長認めず	4.6	3.0	50.0	150	90
33	RK	65	前立腺肥大症	小鶏卵大	弾性硬 平滑	明	延 長	4.9	2.1	57.1	120	210
34	KW	65	前立腺腫瘍	鳩 卵 大	硬 不規則	不明	圧 迫 像	6.1	4.9	38.7	190	30
35	NO	73	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬 不規則	不明	延 長	4.2	2.8	30.2	85	130
36	TT	68	前立腺腫瘍	小鶏卵大	硬 不規則	不明	延 長	4.1	3.0	43.4	130	150
37	GM	59	前立腺肥大症	鳩 卵 大	弾性硬 平滑	明	多 少 延 長	15.1	11.0	19.5	215	5
平 均 値								6.4	4.3	37.8	158	102

約1年前より排尿困難，尿線細小，夜間頻尿を認めるようになり，最近自覚症状が増強してきたが排尿痛は認めなかった．前立腺は直腸内触診で鳩卵大，表面平滑，弾性硬，左右対称的，境界明瞭，圧痛はなかった．尿道撮影では後部尿道の軽度の延長を認め（Fig. 10），膀胱鏡検査で中葉部の突出隆起を認めた．本例の排尿流曲線は Fig. 9 のごとく正常例に比し比較的平坦で，MVR 8.8ml/sec と低下していた（Table 10）．

Table 10 前立腺疾患代表症例の排尿流曲線

	症例2	症例13	症例26	症例31 術前術後
MVR ml/sec	8.8	5.0	5.0	6.0/20.0
AVR ml/sec	7.1	2.3	2.2	2.3/16.9
C ml	198	70	75	100/255
残尿	70	185	240	120/0
T sec	27.9	30.4	32.9	46/15

症例 13 HK, 68歳. 前立腺肥大症

約7カ月前より頻尿，排尿困難，残尿があって来院し，1週間前に突然尿閉となり前立腺肥大症を指摘された．残尿は200ml，前立腺は，境界，中溝明瞭で圧痛はなかった．尿道撮影では後部尿道の延長（Fig. 12），膀胱鏡検査で頸部の中等度の膨隆を認めた．本例の排尿流曲線は症例2よりもさらに平坦で，MVR は5.1ml/sec と低値を示した（Table 10）．

症例 26 TG, 68歳. 前立腺肥大症

2年前より排尿困難，夜間頻尿をきたし，2週間

前より自覚症状が増強したが排尿痛は認めなかった．前立腺は直腸内触診で鶏卵大，表面平滑，左右対称，弾性硬，圧痛なしであった．尿道撮影では後部尿道は著明に延長していた（Fig. 14）．本例は前2例に比して臨床症状もさらに悪く，排尿流曲線も Fig. 13 のごとくほとんど水平線に近く，MVR は5.0ml/sec と低値を示した（Table 10）．

b) 前立腺の大きさと MVR との関係

一般に腺腫の触診上の大きさと MVR の値とは必ずしも平行せず，時には第9例のごとく鶏卵大に腫大した例でも MVR は，比較的高値の8.2ml/sec を示し，また腫大程度の低い第3例のように鳩卵大程度のもので MVR が3.5ml/sec と低値を示している．これは腺腫の腫大部位の位置や膀胱あるいは，尿道内腔への突出状態に関係があるものと考えられる．また残尿の多少あるいは，病状の長短による膀胱収縮力の強弱などにも関係しているものと思われる．

c) 前立腺被膜下摘除術前後の MVR の変動—Table 11.

症例 31 TO, 76歳. 前立腺肥大症

1年前より頻尿と排尿困難に気づいていた．尿放出力の減退がある．直腸内触診では前立腺は，鶏卵大，弾性硬，表面平滑，尿道撮影で後部尿道の延長がある．膀胱鏡検査でも膀胱頸部に前立腺中葉の中等度の隆起突出が認められた．前立腺摘除術後4週間目に排尿流曲線測定を行なった．排尿流曲線は正常形となり MVR, AVR とともに正常範囲に回復していた（Fig. 15, 16 および Table 10）．

Table 11 前立腺手術前後の MVR の変動

症	例	年 令	術 前 の MVR ml/sec	術 後 の MVR ml/sec	AVR ml/sec	T sec	C ml	摘出標本の 重量 g
1	SK	61	5.1	25.0	21.4	14.0	300	33
4	KS	68	3.7	18.0	12.0	19.1	230	23
5	GT	71	3.1	25.1	18.0	15.0	270	14
7	ST	59	3.4	27.9	21.9	13.7	300	25
8	HM	67	3.5	26.1	20.0	12.0	240	31
9	YM	72	9.0	25.0	18.0	15.0	270	20
10	KT	70	7.0	23.0	16.0	16.7	280	42
13	HK	68	5.0	24.1	16.7	15.0	250	33
15	TK	68	3.9	23.1	18.9	11.2	210	25
20	SK	69	6.9	20.5	16.0	18.1	290	13
21	KM	73	8.1	15.0	10.5	17.8	180	26
23	TY	67	10.5	21.8	17.2	16.6	290	18
26	TG	68	5.0	25.8	9.5	22	210	16
31	TO	76	6.0	20.0	16.9	15.0	255	24
33	RK	65	4.9	18.0	14.5	17.3	250	15
平 均 値		68	5.7	22.6	16.6	15.8	255	24

Table 12 尿道狭窄症例

症 例	年 令	原 因	尿道レ線撮影	MVR ml/sec	AVR ml/sec	C ml	T sec
1 MH	25	外 傷	尿道膜様部	7.2	2.8	200	71
2 KY	23	外 傷	尿道球部	5.9	3.0	250	86.1
3 HH	60	淋 疾	尿道球部	6.1	4.2	220	52.2
4 MO	58	淋 疾	尿道球部	4.0	2.3	260	113.0
5 YT	21	外 傷	尿道膜様部	8.9	5.1	210	41.1
6 YK	52	淋 疾	尿道球部	10.0	8.4	205	25

d) 前立腺肥大症と前立腺癌との比較

排尿流力曲線においてはいずれの場合も MVR の低下がみられるが、MVR の数値の上では有意の変化はみられなかった (Table 9).

②尿道狭窄症例

検査の対象とした症例は、尿道X線撮影において尿道狭窄と診断された6例 (Table 12) でブジー拡張1週間後にも排尿流力測定を行なった (Table 13).

Table 13 尿道狭窄ブジー拡張術後

症 例	年 令	MVR ml/sec	AVR ml/sec	C ml	T sec
1 MH	25	12.5	10.2	225	22
2 KY	23	20.1	15.0	240	15.9
3 HH	60	18.0	12.8	270	21.1
4 MO	58	21.4	15.1	210	13.9
5 YT	21	29.0	20.5	300	14.6
6 YK	52	22.0	13.0	235	18

代表症例

症例1 MH, 25才. 外傷性尿道狭窄症

数年前に高所から落ちて会陰部を強打した直後血尿が著明で一時尿閉となったが、翌日から排尿可能になった。しかしそれ以来尿線が細く、排尿に時間を要するようになった。来院1週間前より急に排尿困難が強くなった。尿道撮影では膜様部に中等度の狭窄像をみとめた (Table 14, Fig. 17, 18).

術前の排尿流力測定で MVR は 7.2ml/sec であったが、ブジー拡張後1週間目の MVR は 15.4ml/sec とよくなっている (Fig 19, Table 14).

Table 14 尿道狭窄の代表症例
治療前後の排尿流力

	症 例 1		症 例 6	
	拡張前	ブジー拡張後	拡張前	ブジー拡張後
MVR ml/sec	7.2	12.5	10.0	22.0
AVR ml/sec	2.8	10.2	8.4	13.0
C ml	200	225	205	235
T sec	71	22	25	18

症例6 YK, 52才. 尿道狭窄症 (淋疾後)

約15年前から尿線が細く排尿に長時間を要した。1カ月前に突然会陰部に疼痛を訴え、排尿障害も高度になった。尿道撮影では尿道の会陰球部に狭窄をみとめた (Table 14, Fig. 20, 21). ブジー拡張前の MVR は 10ml/sec で拡張術1週目には MVR は 22.0ml/sec と改善した (Table 14, Fig. 22).

IV 総括および考察

排尿流力測定は、患者の身体に操作を加えないので自然の状態で排尿の経過を記録することができる^{6,7,8,17)}.

正常例の場合では排尿量 200ml 以下で比較的小さいときには、排尿量の増加につれて MVR, AVR も大きくなってくる。von Garrelts¹⁰⁾ は1人の患者で75回も排尿流力測定を行ない、150ml 以下では MVR は減少するので、測定にさいしては一定量以上の排尿量をもって有効量としている。また Schwarz¹⁾ は 200ml 以上では MVR は一定であると述べている。著者の自験例でも正常例で 200ml 以上の排尿量を有する症例 124 例の MVR は 14~36ml/sec の間にあって、これらの 95% は 18ml/sec 以上の MVR があった。したがって著者は排尿量 200ml 以上を有効量とし、MVR 18ml/sec を正常値の基準とした。ただし排尿障害の例 (残尿のある症例) では、排尿量と残尿の合計が 200ml 以下のものは除外した。Schwarz¹⁾ は3人の患者について種々の排尿量につき繰り返し検査を行ない、それぞれ 17, 19, 20ml/sec という MVR を測定し、排尿量の大きさに無関係に 200ml 以上ではほぼ一定であるとのべ、von Garrelts²⁰⁾ の排尿量の増加に対して MVR が増加するという見解に反対した。著者は正常例では排尿量が少ない場合 (200ml 以下)

排尿量の増加につれて MVR は増加してくるので一定の基準を決めて 200ml 以上の膀胱容量（排尿量+残尿）について測定することにした。Drake⁵⁾ は排尿量 200ml 以上のときは 20ml/sec 以上であるとのべている。MVR に関する最小値については、Johanson⁷⁾ は 8ml/sec でも正常の排尿流力と考えているが、測定方法が不正確である。Stewart²¹⁾ は40人の男子を検査し、MVR の最小値は 15ml/sec と報告している。von Garrelts⁹⁾ は正常例76名中16名が 15ml/sec より少ない MVR であったとのべて MVR の一定値を考えようとしなかった。Drake⁶⁾ は正常者の MVR の最小値は 20ml/sec（排尿量 200ml 以上）ときめている。Kaufman¹²⁾ は同様に排尿量 150ml 以上を有効量とみなしている。後藤¹⁷⁾ は年齢別の MVR の平均値を算出し、20~49才では、おのおの 30ml/sec 前後の平均値を示し、50才以上では 15ml/sec の低い値となっているが、MVR の最小値については決定していない。Davis¹³⁾ は MVR の最小値は、200ml 以上では 22ml/sec としている。Stewart²¹⁾ は MVR の比較的低い症例で、内尿道口の部分的閉塞のあると思われる51例について、膀胱鏡検査で確かめた際に、それらの全例に残尿を認めたが、そのうち20名の患者では MVR が 15ml/sec もあり、必ずしも残尿量と MVR 値が平行しないことを述べ、排尿流力測定のみでは患者の病状を完全に表現しえないことを指摘している。著者は残尿測定と膀胱鏡検査を併用したところ、MVR が低い例では残尿が認められた。閉塞の程度の軽い例では、膀胱鏡検査だけでは満足に診断できないことがある。第一に膀胱鏡検査では排尿時の動的な機能状態がつかめない。第二に尿道の自然の状態を正しく評価できないからである。著者は Stewart²¹⁾ も言うように下部尿路の真の病態を知るためには、排尿流力測定、膀胱鏡検査、尿道撮影などから総合的に判断すべきであると考え。前立腺肥大症では MVR の減少状態は尿道の圧迫の初期の症状のひとつとして、残尿のあらわれる前にいつも MVR の低下が起るといわれている^{5,11)}。つまり同一患者で定

期的に排尿流力検査をすれば患者の気づかないうちにおこる排尿障害を早期に発見できるはずである。排尿流力測定では前立腺肥大症の場合はネラトン導尿により尿道の閉塞をとりのぞけば、膀胱機能が正常であれば MVR が正常値に近い値を示すので、原因除去前後の排尿状態を客観的に評価できると後藤¹⁷⁾ はのべている。またこの方法により手術可能か否かを決定することが可能である。つまり尿閉は尿流の完全な欠如をきたすが、導尿により排尿流力を測定することにより、MVR が正常値に近ければ膀胱機能は正常であるということになる。長年の排尿困難が続いている膀胱では、導尿時の MVR は非常に低下していて、膀胱内圧測定により無緊張型であることがわかる。MVR の値と直腸診による前立腺の腫大の大きさは一致しない場合もある。これは、前立腺の膀胱内に突出する部位により異なるものと考えられる。一般的には前立腺肥大症の場合は、MVR の低下は中等度または高度であって、18~15ml/sec の軽度の範囲では正常と病的との決定的な区別は不可能であり、直腸診、尿道撮影、膀胱鏡検査などを併用しなければならない。このような軽度の障害の場合（MVR が 18~15ml/sec）は、排尿流力測定をくりかえし行なう必要がある。

尿道狭窄ではブジー拡張前後を比較することにより、閉塞の程度および治療効果の評価に排尿流力測定は便利である。排尿流力曲線のみでは前立腺肥大症、尿道狭窄の区別は判然とはしない。

以上のように排尿流力曲線の測定は、被験者の排尿状態を客観的に記録し、一目瞭然にする。すなわち前立腺肥大症および癌、尿道狭窄、その他排尿障害のある場合には排尿速度が低下するので、その曲線は平坦となり、これらの疾患の診断、治療の一補助手段として、機能的な障害の評価に役立つが、常に X線検査、膀胱鏡検査など他の検査所見と比較検討することが望ましい。

V 結 語

①排尿流力測定により排尿異常が他覚的に

簡単に発見できる。

②正常人男子153名の排尿流力測定よりMVRの最小値は、18ml/sec (排尿量 200ml 以上)であった。MVR が低い場合は排尿障害が推定できる。

③前立腺摘除術後 (15例)、尿道ブジー拡張術後 (6例) は、MVR の改善がみられた。

④前立腺疾患 (37例) および尿道狭窄患者 (6例) における潜在的な排尿機能の判定に利用でき、治療方針の決定にも応用できた。

⑤尿道狭窄患者におけるブジー拡張術の効果判定に利用できた。

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御礼申し上げます。

(本論文の要旨は第28回日本泌尿器科学会東部連合地方会に発表した)。

文 献

- 1) Schwarz, O. & Brenner, A. : Ztschr. Urol., 8 : 32, 1922.
- 2) Grönwall, H. : Svenska Lakartidnigen, 20 : 577, 1925.
- 3) Ballenger, E. G. : South Med. J., 25 : 863, 1932.
- 4) 重松 俊 : 皮と泌, 8 : 42, 1940.

- 5) Drake, W. M. : J. Urol., 59 : 650, 1948.
- 6) Drake, W. M. : J. A. M. A., 156 : 1079, 1954.
- 7) Johanson, B. : Acta Chir. Scand., Supplement 176 : 1, 1935.
- 8) 岡 直友・森 晟 : 皮膚紀要, 49 : 321, 1953.
- 9) von Garrelts, B. : Acta Chir. Scand., 112 : 326, 1956.
- 10) von Garrelts, B. : Acta Chir. Scand., 114 : 49, 1957.
- 11) von Garrelts, B. : Acta Chir. Scand., 115 : 227, 1958.
- 12) Kaufman, J. J. : J. Urol., 78 : 97, 1957.
- 13) Davis, D. M. : J. Urol., 80 : 93, 1958.
- 14) Shields, J. R. : J. Urol., 79 : 580, 1958.
- 15) Peter, W. P. & Drake, W. M. : J. A. M. A., 166 : 721, 1958.
- 16) Scott, R., Jr. & Joes, M. : J. Urol., 82 : 224, 1959.
- 17) 後藤 薫・阿部貞夫 : 泌尿紀要, 8 : 466, 1962.
- 18) 後藤 薫 : 日泌尿会誌, 53 : 特別号31, 1962.
- 19) Holm, H. M. : J. Urol., 88 : 318, 1962.
- 20) von Garrelts, B. : Acta Chir. Scand., 114 : 197, 1957.
- 21) Stewart, B. H. : J. Urol., 84 : 414, 1960.

(1968年3月4日特別掲載受付)

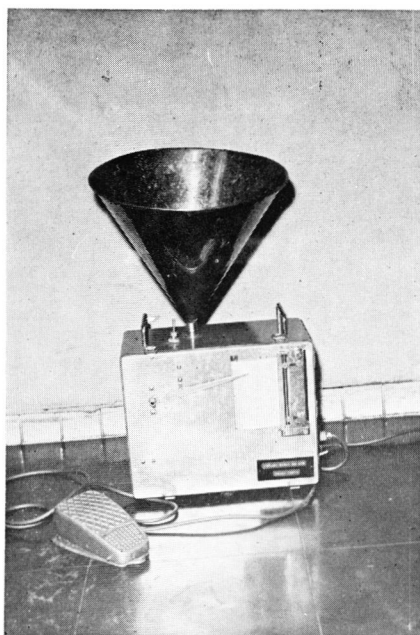


Fig. 1 排尿流計

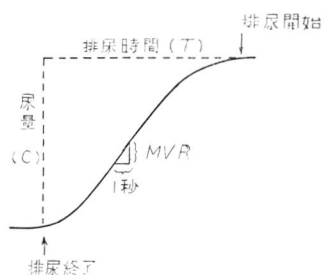


Fig. 2 排尿流率曲線

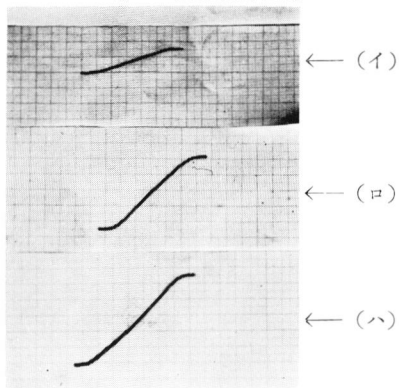


Fig. 3 同一人の排尿量と最高排尿比 (MVR) の変動

	(イ)	(ロ)	(ハ)
MVR Mml/sec	10.0	22.2	25.0
AVR ml/sec	6.8	19.1	20.0
Cml	75	230	280
Tsec	11	12	14

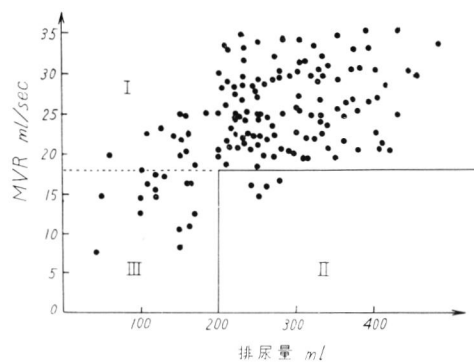


Fig. 4 排尿量と MVR

- I MVR よりみて正常の排尿流力の範囲にあるグループ
 II MVR の低いグループ (MVR 18ml/sec 以下)
 III 排尿量が不足、再検査が必要なグループ (排尿量 200ml 以下)

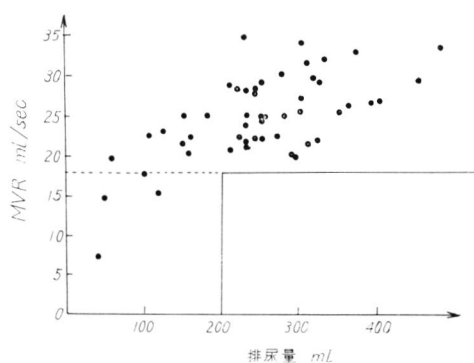


Fig. 5 8才～30才の正常例51名の排尿量と MVR との関係

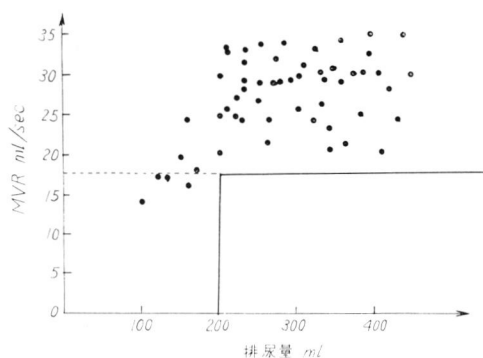


Fig. 6 31才～50才の正常例56名の排尿量と MVR との関係

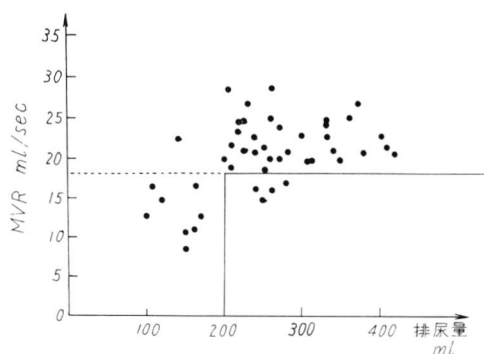


Fig. 7 51才～70才の正常例46名における排尿量とMVRとの関係

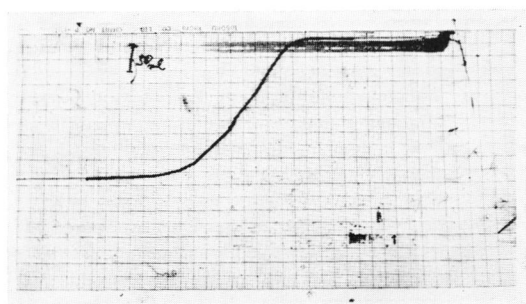


Fig. 8 正常例の排尿流曲線

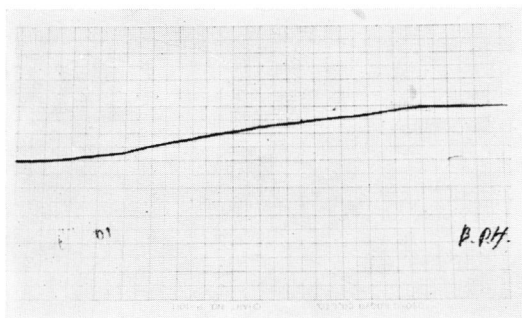


Fig. 9 症例2 ST, 66歳. 前立腺肥大症

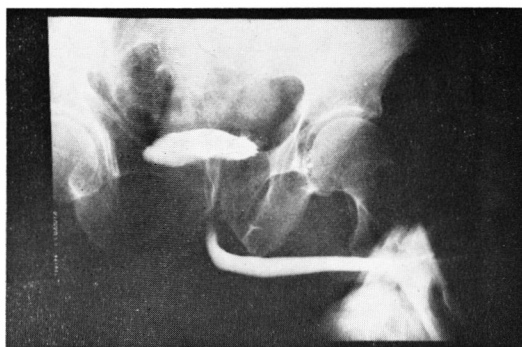


Fig. 10 症例2 ST, 66歳. 前立腺肥大症の尿道撮影

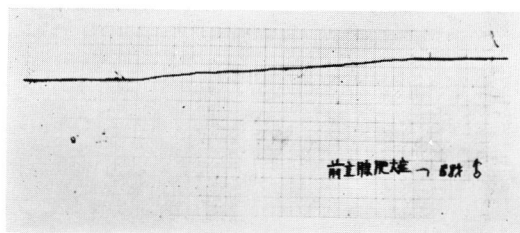


Fig. 11 症例13 HK, 68歳. 前立腺肥大症



Fig. 12 症例13 HK, 68歳. 前立腺肥大症の尿道撮影

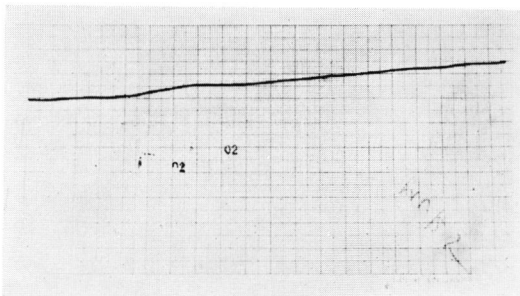


Fig. 13 症例26 TG, 68歳. 前立腺肥大症

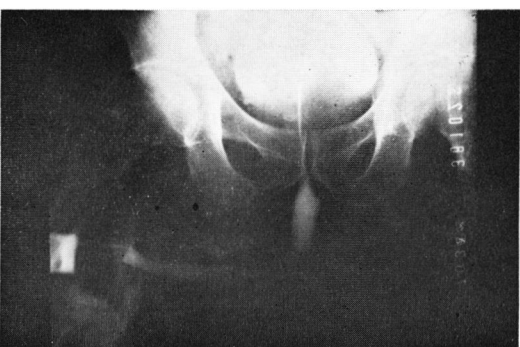


Fig. 14 症例26 TG, 68歳. 前立腺肥大症の尿道撮影

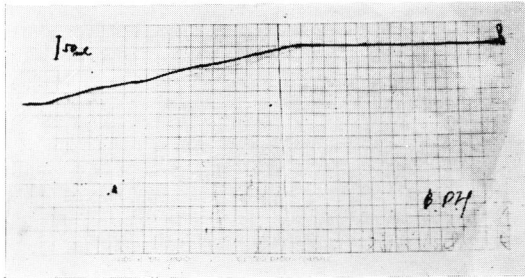


Fig. 15 症例 31 T O, 76 ♂. 前立腺肥大症
(術前)

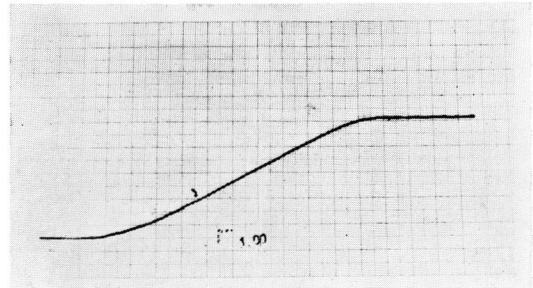


Fig. 19 症例 1 M H, 25 ♂. 外傷性尿道狭窄
ブジー拡張術後

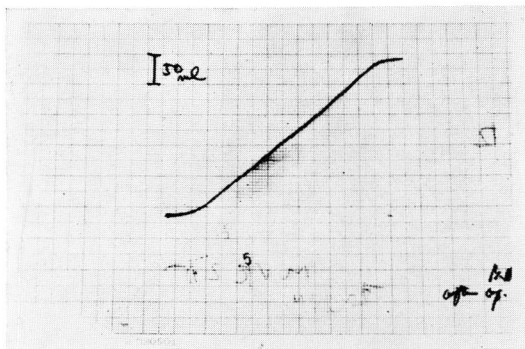


Fig. 16 症例 31 T O, 76 ♂. 前立腺肥大症
(被膜下摘除術後)

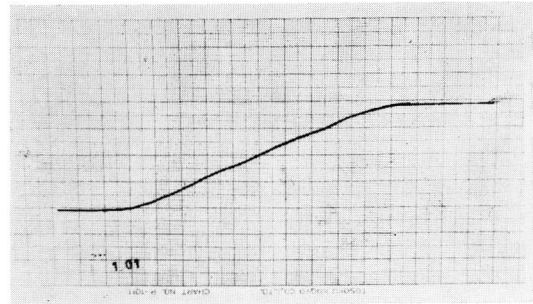


Fig. 20 症例 6 Y K, 52 ♂. 尿道狭窄

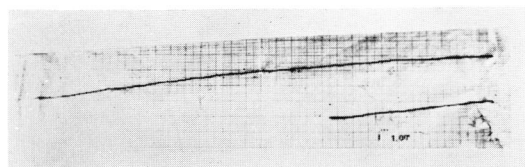


Fig. 17 症例 1 M H, 25 ♂. 外傷性尿道狭窄



Fig. 21 症例 6 Y K, 52 ♂. 尿道撮影



Fig. 18 症例 1 M H, 25 ♂. 外傷性尿道狭窄の
尿道撮影

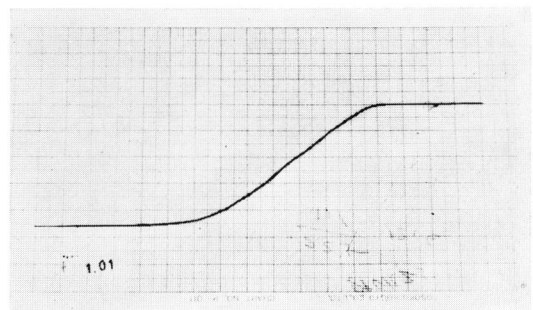


Fig. 22 症例 6 Y K, 52 ♂. 尿道狭窄
ブジー拡張術後