

腎動脈撮影法の研究

第2編 腎動脈内径及びネフログラムと腎機能との関係

京都大学医学部泌尿器科教室 (主任 稲田 務教授)
副手 六谷 幸郎

A Study on Renal Arteriography

II. Relationship Between Internal Diameter of Renal Artery and Nephrogram and Renal Function

Yukio OHTANI

From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kyoto, Japan
(Director : Prof. T. Inada, M. D.)

Relationship between internal diameter of renal artery and renal function and that between nephrogram and renal function have been studied in 75 cases out of 206 cases to whom translumbar aortography was performed during the period of April 1953 through March 1960 at the department of Urology, Kyoto University Hospital.

1) Maluf's method was employed for measurement of internal diameter of renal artery. If more than two renal arteries were branched off from the aorta, diameters were calculated by Poiseuille's equation.

$$D = \sqrt[4]{D_1^4 + D_2^4 + D_3^4 + \dots + D_n^4}$$

where D is internal diameter of renal artery.

2) Average internal diameter of both sides of renal artery with normal kidneys was 5.5 mm with standard deviation of 1.01 mm for the right and 0.68 mm for the left. The author considered this average 5.5 mm as normal value which is less than normal value of 6.5~6.7 mm by Maluf, though it might be due to difference of species.

3) Average diameter of renal arteries with renal tumor was 6.3 mm \pm 1.79 mm, and that of normal side was 5.4 mm \pm 0.91 mm. The diameter of tumor side was markedly larger than that of normal side.

4) In renal stone and ureteral stone, average diameter of renal artery of ill side was 5.2 mm \pm 2.3 mm and that of normal side was 5.9 mm \pm 1.2 mm. The diameter of ill side was slightly smaller than that of normal side.

5) In renal tuberculosis, average diameter of renal artery of tuberculous side was 3.9 mm \pm 4.4 mm, and that of normal side was 5.6 mm \pm 1.5 mm. The diameter of tuberculous side was markedly smaller than that of normal side.

6) In hydronephrosis average diameter of renal artery of ill side was 3.2 mm \pm 3.6 mm, and that of normal side was 5.1 mm \pm 0.6 mm. The diameter of ill side was markedly smaller than that of normal side.

7) In the above mentioned cases of renal tumor, renal stone, renal tuberculosis, and hydronephrosis, the average diameter of renal artery of ill side was larger than normal side only in renal tumor, which may be due to increased vascularity in the

tumor and the diameter was smaller in the other three diseases, which may be due to renal dysfunction of ill side and consequent decrease in the diameter.

8) Nephrogram in the above mentioned disorders produced the similar shadow contrast to that of normal side if both renal functions were within normal limits. However, nephrogram produced less shadow contrast as renal function was disturbed and in complete renal dysfunction nephrogram could not be obtained.

9) In such hydronephrosis and urolithiasis complicated by hydronephrosis that renal function was markedly or completely disturbed, the internal diameter of renal artery of ill side was within normal range and satisfactory nephrogram was obtained. In these cases renal arteriogram and nephrogram may tell us the possibility of palliative therapy to the kidney. On the contrary, in such cases that renal arteriogram was not obtained, or artery was markedly small in diameter even if the arteriogram was obtained, or nephrogram lacked its clearness, the arteriogram and nephrogram may clearly tell us the indication of nephrectomy. Therefore, they can be of great help in decision of surgical treatment of renal disorders.

10) Measurement of internal diameter of renal artery was performed in congenital malformation of the kidney.

The diameter was small in the arteriogram and nephrogram was not obtained in the typical polycystic kidney. However, the diameter in the arteriogram was close to normal value in the early stage of this disease.

In the solitary cyst of the kidney, both arteriogram and nephrogram were not obtained if the cyst was extremely large. However, in most case the diameter was rather larger than normal value in nephrogram.

In the majority of nephroptosis the both diameters were smaller than normal value. This may be due to skinny physique of the patient.

In horseshoe kidney the both diameter were smaller than the normal value. This may be due to abnormal vascularity in the isthmus.

The diameter of normal side in the patients with renal aplasia and renal hypoplasia was larger only in one case, and in the others the diameter was slightly smaller than the normal value. This author's results were different from the diameter by Maluf which was greater than that of the artery going to one kidney of a normal pair.

目 次

I	緒 言
II	測定方法
III	測定成績
1	健常腎の腎動脈内径及びネフログラム
2	腫瘍腎の腎動脈内径及びネフログラム
3	結石腎の腎動脈内径及びネフログラム
4	結核腎の腎動脈内径及びネフログラム
5	水腎症の腎動脈内径及びネフログラム
6	先天性奇形腎の腎動脈内径及びネフログラム
IV	総括ならびに考察
V	結 語
	文 献

I 緒 言

生体内の臓器の萎縮はその臓器への動脈、或は動脈枝の内腔の解剖学的狭小を伴なつてくる。経腰的腹部大動脈撮影法を報告している Doss, Smith, Rush and Evans, Harvard, Vogler and Herbst, Idbohrn, Maluf 等は腎の機能評価に際して、他の泌尿器科的検査によつても、患腎が実際幾何の機能を有するかを決定する事は不可能の場合に、blood supplyを示す事によつて腎機能を知り得る事を述べている。特に Maluf は腎動脈の内径を測定して腎機能を検討した研究発表を行つている。

著者は第1編において報告した当教室の経腰

的腹部大動脈撮影法実施症例 206例中, 腎動脈像の鮮明な75例を選び, それらの腎動脈の内径を測定して, 腎機能との関係の検討を行った。

II 測定方法

腎動脈内径の測定はフィルム上で行った。測定はフィルム測定値より10%減じた。これは, 第1~2腰椎間腔がフィルムの中位に位置し, フィルム・焦点間距離が32インチ(80cm)の時は, この椎間腔が腎動脈の高さとなり, X線的に10%の拡大が見出だされる故である。測定法は Maluf の方法に準じて行った。即ち, 腎動脈は大動脈の外縁 2cm で平行な線を横切る所で, その交叉部で腎動脈の長軸に直角に行つた (Fig. 1)。又, 症例によつては大動脈より直接に腎動脈が2本以上分枝していることがある。かかる場合, それらの腎動脈内径の単なる合計は血力学的に不合理

である。下記の Poiseuille 式に従つて算出した。

$$D = \sqrt[4]{D_1^4 + D_2^4 + \dots + D_n^4}$$

D_1, D_2, \dots, D_n ...腎動脈の内径

附記: 腎機能検査としてはインジゴカルミン排出能(青排出), フェノールズルフォンタレーン試験(PSP)を用いた。図表には青排出の初発時間, PSPの3時間合計値(%)を記載した。

III 測定成績

1. 健常腎の腎動脈内径及びネフrogram

(Table 1)

腎機能正常なる特発性腎出血, 前立腺肥大症, 膀胱結石症等の症例を両側健常腎と見做して腎動脈内径を測定した。附表に示せる16例中, 青排泄試験を行える12例はすべて健常値を示し, PSPを行える4例も健常範囲内である。

Table 1. Patients with two relatively normal kidneys.

Case No.	Age and sex	RR	LR	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
21	59♂	5.2	5.2	1.00	1.00	3'07"	3'40"	112	++	++	Prostatic hypertrophy
46	62♂	4.1	5.1	0.80	1.24	5'30"	4'30"		++	++	Vesical stone
67	19♂	5.1	5.1	1.00	1.00	5'55"	5'20"		##	##	Essential renal hematuria, left
72	49♂	4.3	5.6	0.77	1.29	13'6"	16'9"		+	+	" , left
82	52♂	4.9	5.6	0.87	1.15	5'49"	5'47"	72	++	++	" , right
95	60♂	7.8	7.4	1.05	0.95	4'2"	4'52"	82	++	++	" , left
96	60♂	5.0	4.8	1.04	0.96	3'13"	2'54"		++	++	Normal
97	61♂	4.7	5.6	0.84	1.19	6'53"	7'20"	71	++	++	Vesical diverticulum
106	48♂	6.2	5.8	1.07	0.93	3'55"	3'52"		+	+	Ureter spasmus
111	35♀	6.8	6.0	1.13	0.88				+	+	Normal
120	20♂	4.0, 5.5 (=5.8)	5.7	1.01	0.98				+	+	Essential renal hematuria, left Two renal arterieies on right
122	30♂	7.5	6.3	1.19	0.84				+	+	Hypertension
133	49♀	5.0	4.5	1.11	0.90	6'37"	4'20"		+	+	Colic tumor
153	41♂	5.2	5.1	1.02	0.98	4'35"	5'10"		+	+	Essential renal hematuria, left
168	54♂	4.9	4.7	1.04	0.96	3'45"	3'20"		+	+	" , left
185	69♂	5.4	5.5	0.98	1.01				+	+	Normal
Average		5.5	5.5	1.0	1.0						
Standard deviation		1.01	0.68								

All measurement in mm. RR...right renal artery LR...left renal artery
RR/LR...ratio of RR to LR LR/RR...ratio of LR to RR

1例 (Case 120) の右腎動脈は2本あり (4.0, 5.5), 前述の Poiseuille 式により 5.8mm と算出した。

右腎動脈内径は最小 4.1mm, 最大 7.8mm, 平均 5.5mm, 標準偏差 1.01mm, 左腎動脈内径は最小 4.5mm, 最大 7.4mm, 平均 5.5mm, 標準偏差 0.68mm である。健常腎の左右腎動脈内径の平均値は 5.5mm の同径の結果を得た。これを両側健常腎を有する腎動脈内径の健常値とした。

個々の症例についてみると左右腎動脈内径の同径2例, 右腎動脈内径が左腎動脈内径より大なるもの9例, 左腎動脈内径が右腎動脈内径より大なるもの5例となっているが, 左右腎動脈内径の比率には大きな差はなかつた。

ネフログラムは動脈撮影法において, その撮影時期により陰影濃度に影響をうけるが, 健常腎ではすべて左右同等の濃度に描出された。

2. 腫瘍腎の腎動脈内径及びネフログラム

(Table 2)

腎腫瘍の15例に腎動脈内径の測定を行つた。腫瘍側腎動脈内径は最小 4.3mm, 最大 11.1mm, 平均 6.3mm, 標準偏差 1.79mm, 健側腎動脈内径は最小 4.5mm, 最大 8.1mm, 平均 5.4mm, 標準偏差 0.91mm の結果を得た。即ち腫瘍側腎動脈内径は健側腎動脈内径より著明に大となつており, 前記の両側健常腎動脈内径の健常値 5.5mm に比しても明らかに大となっている。健側腎動脈内径は健常値に略近い値を示している。

個々の症例についてみると, 腫瘍側腎動脈内径が健側腎動脈内径より大なるもの9例, 腫瘍側腎動脈内径が健側腎動脈内径より小なるもの6例となり, 腫瘍側の大となるものが多く, 健側に対する比率も大である。これに反し健側が腫瘍側より大となつている6例があるが, その比率は小さくて1に近いものが多い。

青排出試験を行える14例についてみると, 2例 (Case 114, 159) は腫瘍側が健側より青排出が遅延

Table 2. Patients with renal tumor.

Case No.	Age and sex	RR	LR	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
16	43 ♂	5.1	4.5	1.14	0.88	3' 47"	2' 52"	87	++	++	Renal tumor, right
59	59 ♂	5.2	4.6	1.13	0.88				++	+	" , left
63	46 ♂	11.1	6.5	1.71	0.58	4' 35"	3' 40"	95	++	++	" , right (Fig. 2)
65	66 ♂	5.8	4.9	1.18	0.84	3' 13"	till 10' (-)	70	+	+	" , left
70	34 ♂	4.9	5.0	0.98	1.02	till 10' (-)	3' 35"	57	++	++	" , right
113	56 ♂	5.6	6.8	0.82	1.21	4' 55"	5' 35"		++	++	" , left (Fig. 3)
114	64 ♂	5.3	4.6	1.15	0.87	4' 13"	11' 0"	64	++	++	" , left (Fig. 4)
118	50 ♂	5.8	7.6	0.76	1.31	4' 20"	4' 52"	70	+	+	" , left
124	47 ♀	6.6	4.5	1.46	0.68	till 10' (-)	4' 54"	57	++	+	" , right
151	58 ♂	4.5	5.8	0.78	1.29	4' 45"	till 10' (-)		+	+	" , left
159	60 ♂	4.7	4.3	1.09	0.88	3' 45"	7' 0"		+	+	" , left
176	53 ♂	5.3	6.7	0.78	1.26	4' 50"	4' 15"	70	+	+	" , left
177	55 ♂	8.1	9.0	0.90	1.11	4' 12"	till 10' (-)		+	+	" , left
198	55 ♂	5.1	7.2	0.71	1.41	4' 45"	5' 37"	81	+	+	" , left
206	52 ♂	5.1	4.8	1.06	0.94	6' 10"	5' 15"		++	++	" , right
Average		Tumor side 6.3		Normal side 5.4							
Standard deviation		Tumor side 1.79		Normal side 0.91							

し、5例 (Case 65, 70, 124, 151, 177) は腫瘍側の青排出は10分後に至るもみないものであり、他は腫瘍側と健側との青排出は略々同様である。上記の内 Case 70, 114, 124 は PSP 値も低下している。青排出の遅延或は陰性の7例中4例 (Case 114, 159, 65, 70) の腫瘍側腎動脈内径は健側腎動脈内径より小さくなつており、3例 (Case 124, 151, 177) の腫瘍側腎動脈内径は健側腎動脈内径より大となつている。腫瘍側と健側との青排出の略々等しい7例中、6例の腫瘍側腎動脈内径は健側腎動脈内径より大となつている。即ち、腫瘍側腎動脈は腎機能が健全ならば健側腎動脈内径より大となつており、又、腎機能が低下している如く見えても健側より大となつている症例もある。この事は腫瘍腎においては、腫瘍の部分に相当して pooling 等といわれている造影剤の乱れた貯溜像を生ずることからも推察できるように、腫瘍部の血管増殖が旺盛であり、そのために腎動脈内径も大となるものが多いと考えられる。

ネフログラムは腫瘍側、健側とも略々同等に描出されているが、腫瘍側に青排出を見ない症例にてもネフログラムが描出されている。即ち、前記の青排出をみず、一応腎機能低下乃至廃絶を思わせる症例にても、

腎動脈像 (症例によつては健側より大となつている)、ネフログラムが描出され、これらの腎血流供給量より腎の潜在的機能を示すものである。

Fig. 2 (Case 63) は右腎腫瘍にて、青排出は腫瘍側と略々等しく、PSP も正常値である。右腎部には定形的な造影剤の乱れた貯溜像を認め、右腎動脈内径は 11.1mm, 左腎動脈内径は 6.5mm にて腫瘍側は健側より著しく大となつている。ネフログラムは両側とも鮮明に描出されている。

Fig. 3 (Case 113) に左腎腫瘍にて、青排出は腫瘍側と健側とは略々等しい。本例には後腹膜腔気体撮影法を併用している。左腎部には定形的な貯溜像は認め難いが、腎内動脈枝の走行異常 (蛇行) があり、右腎動脈内径は 5.6mm, 左腎動脈内径は 6.8mm にて腫瘍側は健側より大となつている。ネフログラムは両側とも鮮明に描出されている。

Fig. 4 (Case 114) は左腎腫瘍にて、青排出は腫瘍側は健側より遅延し、PSP は低下している。本例には後腹膜腔気体撮影法と左逆行性腎盂撮影法を併用している。左腎盂には圧迫像を見るが定形的な造影剤の貯溜像は認め難く、右腎動脈内径は 5.3mm, 左腎動脈内径は 4.6mm にて腫瘍側が健側より稍々小さく

Table 3. Patients with renal and ureteral stone.

Case No.	Age and sex	RR	LR	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
23	25 ♂	4.6	4.6	1.0	1.0				卅	卅	Ureteral stone, right
28	42 ♂	4.6	5.8	0.96	1.04	11' 50"	9' 44"	57	卅	卅	Renal stone, right
45	29 ♂	3.1	4.8	0.65	1.55	till 20' (-)	14' 50"	69	-	+	Renal stone, right
52	44 ♂	6.7	7.7	0.87	1.15	3' 30"	3' 45"	77	卅	+	Ureteral stone, left
73	46 ♂	5.5	6.6	0.83	1.20	8' 25"	6' 5"	90	+	+	Renal stone, right
76	47 ♂	5.0	6.3	0.80	1.25	7' 0"	3' 10"	57	±	+	Renal staghorn stone, right
94	43 ♂	8.3	8.3	1.0	1.0	10' 55"	3' 45"	65	卅	卅	Renal stone, right
147	37 ♀	5.6	5.2	1.24	0.81	5' 20"	4' 50"		卅	卅	Renal stone, left
166	47 ♀	5.2	5.2	1.0	1.0	5' 25"	11' 30"		卅	卅	" , left
191	31 ♂	2.9	6.5	0.44	2.14	9' 20"	6' 57"		卅	卅	" , right
203	52 ♀	3.9	4.5	0.87	1.15	till 10' (-)	6' 25"	66	卅	卅	Renal stone, bilateral.
205	48 ♀	5.1	4.4	1.16	0.76	4' 20"	till 10' (-)		卅	±	Puncture of A. renalis dextra (Report 1 Fig. 9) Renal stone, with hydronephrosis, left (Fig. 5)
Average		Stone side 5.2		Normal side 5.9							
Standard deviation		Stone side 2.3		Normal side 1.2							

なっている。

3. 結石腎の腎動脈内径及びネフログラム (Table 3)

腎結石, 尿管結石の12例に腎動脈内径の測定を行った。結石側腎動脈内径は最小 2.9mm, 最大 8.3mm, 平均 5.2mm, 標準偏差 2.3mm (両側腎結石を除く), 健側腎動脈内径は最小 4.6mm, 最大 8.3mm, 平均 5.9mm, 標準偏差 1.2mm の結果を得た。即ち結石側腎動脈内径は健側腎動脈内径より小となっており, 両側健常腎動脈内径の健常値 5.5mm に比しても小となっている。健側腎動脈内径は健常値より大となっている。

個々の症例についてみると, 結石側腎動脈内径と健側腎動脈内径とが等しいもの3例, 結石側腎動脈内径が健側腎動脈内径より大なるもの1例, 結石側腎動脈内径が健側腎動脈内径より小なるもの7例となり, 結石側の小となるものが多い。

青排出試験を行える10例についてみると, 2例 (Case 45, 205) は結石側よりの青排出は10~20分後に至るもみず, 6例 (Case 28, 73, 76, 94, 166, 191) は結石側が健側より遅延し, 2例 (Case 52, 147) は結石側と健側との青排出は略々等しい。青排出の遅延或は排出を見ない8例中6例の結石側腎動脈内径は健側腎動脈内径より小となっており, 2例は結石側, 健側腎動脈内径は等しくなっている。結石側と健側との青排出の略々等しい2例は, 1例 (Case 52) の結石側腎動脈内径は健側腎動脈内径より大となり, 1例

(Case 147) は小となっている。即ち結石側腎動脈内径は, 腎機能の低下しているものに於て小となつているものが多い。

ネフログラムは青排出の遅延或は排出をみない症例8例中, 3例 (Case 45, 76, 205) は描出されなかつたり或は不鮮明な描出である。他はすべて結石側, 健側ともネフログラムは同等に描出されている。

Case 203 (第1編の Fig. 9 参照) は両腎結石にて偶然に右腎動脈を穿刺して極めて鮮明なる腎動脈像, ネフログラムを得た症例である。青排出は右側は10分後迄排出をみず, 左側は6分25秒で排出をみて稍々遅延し, PSP も66%にて稍々低下している。腎動脈内径は右側 3.9mm, 左側 4.5mm と両側とも健常値より小となつている。

Fig. 5 (Case 205) は左尿管結石 (尿管末端部) にて, 著明な水腎, 尿管を伴っており, 青排出は右側4分20秒にて正常, 左側は10分後迄排出をみない。右腎動脈内径は 5.1mm, 左腎動脈内径は 4.4mm にて, 結石側が健側より小となつている。ネフログラムは右側は鮮明であり, 左側 (結石側) は不鮮明ながら描出されている。本例は著明な水腎症を伴い, 青排出が不良なるも, 狭小であるが腎動脈は描出され, 又ネフログラムも描出されて, 腎血流供給の存在を知り, 腎の潜在的機能を示すものである。よつて腎摘出術を施行せず, 尿管切石術のみ施行した。

4. 結核腎の腎動脈内径及びネフログラム (Table 4)

Table 4. Patients with renal tuberculosis.

Case No.	Age and sex	RR	LR	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
20	22♂	3.4, 4.8 (=5.06)	5.7	0.89	1.13	4'32"	6'22"	105	++	+	Renal tbc., left. Two renal arteries on right
39	33♂	5.7	5.8	0.98	1.02	6'45"	7'30"	81	++	++	Renal tbc., bilateral (Fig. 6)
46	55♂	6.3	5.8	1.09	0.92	3'45"	till 10'(-)	62	++	+	" , left
66	32♂	5.1	5.1	1.0	1.0				++	++	" , right
121	32♀	5.4	5.9	0.92	1.09			85	++	++	" , left
134	28♂	4.8	4.2	1.14	0.87	8'20"	8'45"		++	++	" , right
145	32♂	4.0	1.8	2.22	0.45	5' 0"	till 10'(-)		+	+	" , left
184	40♀	2.3	7.9	0.29	3.43	till 10'(-)	5' 0"		+	++	" , right
187	60♀	6.53	Absent			6'40"	till 10'(-)	88	++	-	" , left (mortar kidney) (Fig. 7)
Average		Tbc. side 3.9		Normal side 5.6							
Standard deviation		Tbc. side 4.4		Normal side 1.5							

腎結核の9例に腎動脈内径の測定を行った。結核側腎動脈内径は最小 0mm, 最大 5.9mm, 平均 3.9mm, 標準偏差 4.4mm (両側腎結核症例を除く); 健側腎動脈内径は最小 4.0mm, 最大 7.9mm, 平均 5.6mm, 標準偏差 1.5mm の結果を得た。即ち結核側腎動脈内径は健側腎動脈内径より小となっており, 両側健常腎動脈内径の健常値 5.5mm に比しても小となっている。健側腎動脈内径は健常値より少々大の程度である。

個々の症例についてみると, 結核側腎動脈内径と健側腎動脈内径とが等しいもの1例, 結核側腎動脈内径が健側腎動脈内径より大なるもの3例, 結核側腎動脈内径が健側腎動脈内径より小なるもの4例となり, 結核側の小なるものが少々多い。

青排出試験を行える症例についてみると, 結核側より青排出を10分後に至るものみない4例 (Case 46, 145, 184, 187) はすべて腎動脈内径は健側より小となり, 2例 (Case 145, 184) は著明に狭小であり, 1例 (Case 187) は漆灰腎にて腎動脈像の描出をみない。青排出が少々遅延或は健側と略々等しい2例 (Case 20, 134) では, 結核側腎動脈内径は健側より大となっている。即ち, 結核腎においては腎機能の著しく低下せる場合には, 腎動脈内径は健側より小となり, その程度も著明である。

ネフログラムは青排出不良の症例でも健側より濃度は淡であるが描出され, 漆灰腎の1例 (Case 187) のみが描出されていない。他の症例では両側とも略々同等に描出されている。

Fig. 6 (Case 39) は両側腎結核にて青排出は両側とも略々等しく, PSP も 81% で正常である。本例には逆行性腎盂撮影法を併用している。腎動脈内径は右側 5.7mm, 左側 5.8mm にて健常値 5.5mm より少々大である。本例は両側とも初期腎結核にて腎機能も略々正常にて, 腎動脈内径に迄影響を与えていない。ネフログラムは両側とも同等に描出されている。

Fig. 7 (Case 187) は左漆灰腎にて, 青排出は右側 6分40秒, 左側は排出を10分後にもみない。右側の腎動脈内径は 6.5mm にてネフログラムも鮮明に描出されているが, 左側の腎動脈は描出されず, ネフログラムも描出されていない。左腎への腎血流供給が全くないことより, 左腎の完全なる腎機能廃絶を示すものである。

5. 水腎症の腎動脈内径及びネフログラム (Table 5)

結石以外の各種の原因 (尿管狭窄, 異常血管による尿管の圧迫, 膀胱腫瘍による尿管口の閉塞等) による水腎症7例に腎動脈内径の測定を行った。水腎症側腎動脈内径は最小 0mm, 最大 5.6mm, 平均 3.2mm, 標準偏差 3.6mm, 健側腎動脈内径は最小 4.0mm, 最大 6.3mm, 標準偏差 0.6mm の結果を得た。即ち, 水腎症側腎動脈内径は健側腎動脈内径より著明に小となっており, 両側健常腎動脈内径の健常値 5.5mm に比しても著明に小となっている。健側腎動脈内径は健常値より少々小の程度である。

個々の症例についてみると, 水腎症側腎動脈内径が健側腎動脈内径より大なるもの2例, 水腎症側腎動脈

Table 5. Patients with renal hydronephrosis.

Case No.	Age and sex	R R	L R	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
30	28 ♂	5.7	5.2	1.10	0.91	4' 5"	15' 0"		+	+	Hydronephrosis, left ureter strictur
109	27 ♀	5.1	5.6	0.92	1.09	5' 55"	15' (-)		+	+	Hydronephrosis, left ureter pressed by vessel
129	23 ♂	5.4	Absent			4' 5"	15' (-)		+	-	Hydronephrosis, left
143	55 ♀	4.0	1.8	2.2	0.45	4' 0"	15' (-)		+	±	Hydronephrosis, left ureter obstructed by vesical tumor (Fig. 8)
175	52 ♀	3.7	5.3	0.69	1.43	till 10' (-)	5' 15"		-	+	Hydronephrosis, right ureter obstructed by vesical tumor
192	38 ♀	2.0	6.3	0.31	3.15	till 10' (-)	5' 30"	78	±	+	Hydronephrosis, right
199	60 ♂	4.3	4.1	1.05	0.95	till 10' (-)	9' 30"		+	+	Hydronephrosis, right ureter obstructed by vesical tumor
Average		Hydronephrosis side 3.2		Normal side 5.1							
Standard deviation		Hydronephrosis side 3.6		Normal side 0.6							

内径が健側腎動脈内径より小なるもの5例となり、水腎症側の小なるものが多い。

水腎症側の青排出は1例 (Case 30) のみが遅延し、他の6例は10~15分後に至るも排出をみていない。青排出をみない2例 (Case 109, 199) にて腎動脈内径は健側より大となつており、ネフログラムも左右同等に描出されているが、他の4例はすべて健側より小であり、2例 (Case 143, 192) は著明に狭小であり、1例 (Case 129) は腎動脈像は描出されず、ネフログラムもすべて不鮮明か或は描出されていない。即ち、青排出不良にて腎機能低下の水腎症にて、腎動脈内径が健側より大であり、ネフログラムが描出されている症例は腎血流供給より潜在的腎機能の良好なるを示し、腎動脈内径が著明に狭小或は腎動脈像が描出されず、又ネフログラムも不鮮明或は描出されない症例は、腎機能が廃絶に近い、或は完全なる廃絶を示すものである。

Fig. 8 (Case 143) は左水腎症にて、膀胱腫瘍が左尿管口を圧迫せるために起因するものである。青排出は右側4分にて正常、左側は15分後に至るも排出をみない。右腎動脈内径は4.0mmにて、ネフログラムは鮮明に描出されている。左腎動脈は起始部のみ描出されて、それより急に狭小となり内径は2.0mmであり、ネフログラムは不鮮明である。左腎の腎血流供給の極めて不良な状態より、左腎機能の廃絶状態に近いことを示すものである。本例には膀胱部分切除術とともに左腎摘出術をも施行した。

6. 先天性奇形腎の腎動脈内径及びネフログラム (Table 6)

嚢胞腎の3例に腎動脈内径の測定を行つた。腎盂像にて初期と思われるCase 88の腎動脈内径は右側5.5mm、左側5.1mmにて、両側健常腎動脈内径の健常値5.5mmに等しいか或は近い結果を得、ネフログラムも両側とも同等に描出された。本症に特有な

Table 6. Patients with congenital anomaly of the kidney.

Case No.	Age and sex	RR	LR	RR/LR	LR/RR	Indigocarmine test		PSP	Nephrogram		Remarks
						R	L		R	L	
9	41♂	4.8	4.7	1.02	0.98	8'30"	9'50"	115	-	-	Polycystic kidneys
88	33♂	5.5	5.1	1.08	0.93				+	+	" (initial)
141	40♀	2.3	2.4	0.95	1.04	till 10' (-)	till 10' (-)		-	-	" (Fig. 9)
105	45♂	6.3	5.1	1.23	0.81	12' 0"	3' 5"	87	+	+	Solitary cyst, right
117	31♀	3.7	Absent			3' 16"	till 10' (-)	72	+	-	" , left (giant)
190	56♂	5.8	3.1, 5.2 (=5.4)	1.07	0.93				+	+	Two renal arteries on left (Fig. 10)
64	46♂	4.5	6.4	0.70	1.42	3' 46"	3' 50"		+	+	Nephroptosis, right
164	62♂	4.8	4.2	1.14	0.88				+	+	" , right
173	49♀	3.6	4.3	0.84	1.26			81	+	+	" , right
116	35♂	4.9	5.2	0.94	1.06	4' 15"	6' 0"	81	+	+	Ectopic kidney, left
102	21♀	3.8	3.7	1.01	0.97	2' 15"	3' 30"		+	+	Horseshoe kidney
180	27♂	4.4	4.8	0.92	1.09	4' 50"	4' 45"		+	+	" (Fig. 11)
8	22♂	Absent	5.1			-	4' 30"		-	+	Renal aplasia, right
85	44♂	7.7	Absent			5' 27"	-		+	-	" , left
165	24♀	Absent	4.7			-	3' 15"		-	+	" , right
103	40♂	1.8	5.0	0.36	2.77	till 10' (-)	2' 36"		+	+	Renal hypoplasia, right

腎盂像を呈し、青排出の低下せる Case 9 の腎動脈内径は右側 4.8mm, 左側 4.7mm にて健常値 5.5mm より狭小であり、ネフログラムは両側とも描出されていない。青排出が両側とも10分後に至るも見ない Case 141 の腎動脈内径は右側 2.3mm, 左側 2.4mm にて健常値 5.5mm より著明に狭小となり、ネフログラムは両側とも描出されていない (Fig. 9)。

孤立性腎嚢腫の3例に腎動脈内径の測定を行つた。

巨大な嚢腫を有する Case 117 は、右側(健側)の青排出は3分16秒にて正常なるも、腎動脈内径は 3.7mm にて健常値 5.5mm より狭小であり、しかしネフログラムは鮮明に描出されている。左側(嚢腫側)の青排出は10分後に至るも見ず、腎動脈像、ネフログラムは描出されていない。Case 105 は、右側(嚢腫側)の青排出12分にて稍々遅延しているが、腎動脈内径は 6.3mm にて、左側(健側) 5.1mm より大であり、又健常値 5.5mm に比しても大となつている。ネフログラムは左右とも同等に描出され、右側は嚢腫部に一致した陰影欠損 (auascularity) がある。Case 190 (Fig. 10) の腎動脈内径は、右側(健側)は 5.8mm にて健常値 5.5mm より稍々大にして、左側(嚢腫側)は大動脈より直接2本分枝し、Poisuille 式に従つて 5.4mm と算出した。嚢腫側は健常値に近い値であるが、健側に比して小となつている。ネフログラムは両側とも描出されているが、嚢腫側には上記の側と同様に嚢腫部の陰影欠損がみられる。

腎下垂の3例に腎動脈内径の測定を行つた。下垂側腎動脈内径は1例 (Case 64) のみが 6.4mm にて健常値 5.5mm より大であるが、他の2例 (Case 104, 173) は 4.2mm, 4.3mm にて健常値より小である。健側腎動脈内径は3例とも 4.5mm, 4.8mm, 3.6mm にて健常値より小である。全体として両側とも健常値より小なるものが多いと云える。ネフログラムは両側

とも描出されている。

廻転異常腎の1例 (Case 116) の腎動脈内径は、右側(健側)は 4.9mm にて健常値より小であるが青排出は4分15秒にて正常、左側(廻転例)は 5.2mm にて健常値より小であるが健側より大であり、青排出は6分にて稍々遅延している。ネフログラムは両側とも描出されているが、廻転側が健側に比し濃度が稍々淡である。

馬蹄鉄腎の2例に腎動脈内径の測定を行つた。青排出は2例とも両側正常であるが、腎動脈内径は Case 102 の右側 3.8mm, 左側 3.7mm, Case 180 の右側 4.4mm, 左側 4.8mm にても、いづれも健常値 5.5mm より狭小である。ネフログラムは両側同等に、峽部をも描出されている。Fig. 11 に Case 180 の腎動脈像を示す。

腎の先天性欠損の3例に腎動脈内径の測定を行つた。健側の青排出は3例とも正常であり、腎動脈内径は1例 (Case 85) は 7.7mm にて健常値 5.5mm より大であるが、他の2例 (Case 8, 165) は 5.1mm, 4.7mm にて健常値より小である。ネフログラムは健側のみ描出されている。欠損側の腎動脈、ネフログラムは描出されていない。

發育不全腎の1例 (Case 103) の腎動脈内径は、右側(發育不全腎側)は 1.8mm にて健常値 5.5mm より著明に狭小であり、青排出は10分後に至るもみず、左側(健側)は 5.0mm にて健常値に近く、青排出は2分36秒にて正常である。ネフログラムは両側とも描出されているが、發育不全腎側の濃度は淡である。

IV 総括ならびに考察

主要なる泌尿器科疾患について測定した腎動脈内径の平均値は Table 7 に示す如くである。大動脈より直接に2本の腎動脈を分枝して

Tabl 7. Average of internal diameter of renal antery on some diseases.

Name of disease	Diseased side		Normal side	
	Average	Standard deviation	Average	Standard deviation
Renal tumor	6.3	1.79	5.4	0.91
Renal and ureteral stone	5.2	2.3	5.9	1.2
Renal tbc.	3.9	4.4	5.6	1.5
Hydronephrosis	3.2	3.6	5.1	0.6
Normal	Right 5.5	Right 1.01	Left 5.5	Left 0.68

いる症例には前述の Poiseuille 式に従つて算出した。

両側健常腎を有すると考えられる腎動脈内径の平均値は左右とも 5.5mm, 標準偏差は右 1.01mm, 左 0.68mm を示し, この平均値 5.5mm を健常値と見做した。Maluf の測定した両側健常腎の平均値は右 6.7mm, 左 6.5mm, 標準偏差は右 0.88mm, 左 0.75mm であり, 著者の測定値より大であるが, 人種差によるものと推察している。

腎腫瘍, 腎及び尿管結石, 腎結核, 水腎症の各疾患の腎動脈内径の平均値は, それぞれ 6.3mm, 5.2mm, 3.9mm, 3.2mm, 標準偏差は 1.79mm, 2.3mm, 4.4mm, 3.6mm となつている。腎腫瘍は健常値 5.5mm より大であり, 結石は健常値に近い値であるに反して, 腎結核, 水腎症の 2 者は健常値より著しく狭小となつている。前記の腎腫瘍, 結石, 腎結核, 水腎症の健側腎動脈内径の平均値はそれぞれ 5.4mm, 5.9mm, 5.6mm, 5.1mm, 標準偏差は 0.91mm, 1.2mm, 1.5mm, 0.6mm となつており, 多少の差はあるが何れも健常値 5.5mm に近い値を示している。これらの疾患の罹患側と健側との腎動脈内径を比較すると, 腎腫瘍のみは健側より著明に大となつているが, 結石, 腎結核, 水腎症は健側より小となつている。腎腫瘍においては, dos Santos が記載した如く, 腫瘍の部分に相当して pooling, laking 或は puddling, stippling 等といわれている造影剤の乱れた貯溜像を生ずることからも推察できるように, 腫瘍部の血管増殖が旺盛であり, それに応じて腎動脈内径が大になつたものと考えられる。結石, 腎結核, 水腎症においては病変の程度により腎機能の低下を来している症例が多くあり, そのために腎動脈内径が狭小になつたと考えられる。結石以外の尿管狭窄, 異常血管による尿管圧迫等に原因している水腎症は長期間に亘るもので腎機能が高度に低下するものが多く, 腎動脈内径も著明に狭小となつている。結石にても程度の差はあるが水腎症を伴うことが多いが, この場合は原因が比較的短期間であるため腎動脈内径の著明な狭小を来したものは少い。Maluf も結石により急性に來

たした水腎症は腎動脈内径には変化がないが, 長期に亘り高度になつた水腎症の腎動脈内径は著明な狭小を来すことを述べている。

ネフログラムの描出は後藤等の連続撮影法の結果より, 動脈像より稍々遅れて出現することが知られている。従つて動脈撮影時の X 線露出時期により描出程度に多少の差を生ずるのは止も得ないことである。しかし, 前記の疾患についてみると, 一般に腎機能が良好ならば罹患側も健側と同等の陰影濃度にてネフログラムが描出されているが, 腎機能が低下するにつれて濃度が淡となり, 乃至は全く描出されない場合がある。

前記の如く, 水腎症, 水腎症合併の結石等にて, 腎機能検査により腎機能の著明な低下, 或は廃絶を思わせる症例 (Case 109, 175, 199, 205) において, 患側腎動脈内径は 5.6mm, 3.7mm, 4.1mm, 4.4mm を示し, 健常値 5.5mm に近いもの或は狭小であつてもその程度は比較的軽度なものである。又ネフログラムも描出されている。かかる症例にては, 他の方法により発見できない腎実質の状況が, 腎動脈像 (特に腎動脈内径), ネフログラム等によつて腎血流供給の存在, 腎の潜在的機能が示されるものである。よつて, かかる症例に対する腎の保存的療法の可能性を決定する重要な指針を与えるものである。これと反対に, Case 129, 143, 192 は腎機能検査にて著明な低下, 廃絶を思わせ, 患側腎動脈像は描出されなかつたり (Case 129), 描出されても腎動脈内径は 1.8mm, 2.0mm の著明な狭小を示している。又ネフログラムも描出されなかつたり, 描出されても不鮮明である。かかる症例は腎動脈像及びネフログラムによつて腎血流供給の停止, 不良なことを示し, 腎の完全な或は完全に近い機能廃絶を示すものである。よつて, かかる症例に対する腎摘出術決行の指針を与えるものである。かくの如く本法は腎に対する外科的療法の重要な治療方針の診断法と云うべきである。

先天性奇形を伴う腎の 2, 3 についても腎動脈内径の測定を行つた。

嚢胞腎においては, 腎盂像にて初期と思われるものは, 健常値に近い腎動脈内径を示し, 定

形的な腎盂像を呈し腎機能も低下したものは、狭小な腎動脈内径を示し、ネフログラムも描出されなかつた。Maluf は定形的な症状を呈したものはすべて狭小な腎動脈内径であつたと述べている。

孤立性腎嚢腫においては、巨大な嚢腫を有するものは腎動脈及びネフログラムが描出されなかつたが、他の症例では健常値以上の内径を示し、嚢腫部に一致した陰影欠損(avascularity)のあるネフログラムが描出された。Maluf は大なる孤立性嚢腫を有する腎にても健側腎より狭小な腎動脈内径を有しないと述べているが、著者の例の如く余りに巨大な嚢腫を有する腎は腎動脈の描出さえない場合がある。

腎下垂においては、下垂腎の腎動脈内径は1例のみ健常値より大であるが、他の例は健常値より狭小であり、健側はすべて健常値より狭小である。全体として腎下垂の症例は両側とも健常値より小なるものが多い。これはかかる症例の患者には腹部の細く長いやせた体格のものが多いためと推察している。

廻転異常腎の1例にては、腎動脈内径は患側が健側より少々狭小にて、ネフログラムも患側の陰影濃度が健側より少々淡であつた。

馬蹄鉄腎においては、両側とも腎動脈内径は健常値より狭小であつた。これは本症にては峽部その他へ分枝する異常血管が多いためではないかと推察している。

腎の先天性欠損、発育不全腎の健側腎の腎動脈内径は1例のみが7.7mmと、健常値5.5mmより大であつたが、他は5.1mm, 4.7mm, 5.0mmと、健常値より少々狭小であつた。これはMalufがかかる症例の健側腎動脈内径が平均8.4~8.6mmにて、両側健常腎の偏側腎へ行く腎動脈内径の約22%大であると述べている事実と反している。

V 結 語

著者は京大泌尿器科教室にて1953年4月より1960年3月迄の7年間に実施せる経腰的腹部大動脈撮影法206例の内、75症例にて腎動脈内径の測定を行い、腎動脈内径と腎機能との関係及びネフログラム描出状態と腎機能との関係につ

いて検討を加え、その得たる知見を報告した。

(1) Malufの方法に従つて腎動脈内径の測定を行つた。大動脈より直接に2本以上の腎動脈を分枝している時は、下記のPoiseuille式により算出した。

$$D = \sqrt[4]{D_1^4 + D_2^4 + \dots + D_n^4}$$

D_1, D_2, \dots, D_n …腎動脈の内径

(2) 両側健常腎を有すると考えられる腎動脈内径の平均値は左右とも5.5mm、標準偏差は右7.01mm、左0.68mmを示し、この平均値5.5mmを健常値とした。これはMalufの健常値6.5~6.7mmより小であるが、人種差であるとも推察する。

(3) 腫瘍腎の腎動脈内径の平均値は6.3mm、標準偏差は1.79mm、その健側腎の腎動脈内径の平均値は5.4mm、標準偏差は0.91mmであり、腫瘍側は健側より著明に大である。

(4) 腎結石、尿管結石の腎動脈内径の平均値は5.2mm、標準偏差は2.3mm、その健側腎の腎動脈内径の平均値は5.9mm、標準偏差は1.2mmであり、結石側は健側より少々小である。

(5) 結核腎の腎動脈内径の平均値は3.9mm、標準偏差は4.4mm、その健側腎の腎動脈内径の平均値は5.0mm、標準偏差は1.5mmであり、結核側は健側より著明に小である。

(6) 水腎症の腎動脈内径の平均値は3.2mm、標準偏差は3.6mm、その健側腎の腎動脈内径の平均値は5.1mm、標準偏差は0.6mmであり、水腎症側は健側より著明に小である。

(7) 前記の腎腫瘍、腎結石、腎結核、水腎症において比較観察すると、腎腫瘍のみ罹患側が健側より大であり、健常値5.5mmに比しても大となつている。これは腫瘍部の血管増殖が旺盛で、そのために腎動脈内径が大となつたものと考えられる。他の3者は罹患側が健側より小となつている。これは夫々の疾患の病変程度により腎機能が低下し、それに応じて腎動脈内径が狭小となつたと考えられる。

(8) ネフログラムは前記の疾患についてみると、一般に腎機能が良好ならば罹患側も健側と同様の陰影濃度にて描出されているが、腎機能が低下するにつれて濃度が淡となり、乃至は全

く描出されない場合がある。

(9) 水腎症, 水腎症合併の結石症等にて腎機能の著明な低下, 或は廃絶を思わせる症例にて, 腎動脈の内径が健常値に近く, 又, ネフログラムも描出されている. かかる症例に対しては腎の保存的療法の可能性を決定する指針を与える. これと反対に, 同様な症例にて腎動脈像が描出されなかつたり, 描出されても著しく狭小であつたり, かつネフログラムも描出されなかつたり, 不鮮明であつたりする. かかる症例は腎の完全な機能廃絶を意味し, 腎摘出術決定の指針を与える. かくの如く本法は腎の外科的療法の治療指針となり得る.

(10) 先天性奇形を伴つた腎についても腎動脈内径を測定した.

定形的な症状を有する嚢胞腎は狭小な腎動脈内径を示し, ネフログラムも描出されなかつたが, 初期と思われるものは健常値に近い内径を示した.

孤立性腎嚢腫においては, 巨大な嚢腫を有するものは腎動脈, ネフログラムが描出されなかつたが, 他の症例では健常値以上の内径を示し, 嚢腫部に一致した陰影欠損 (avascularity) のあるネフログラムが描出された.

腎下垂にては全体として両側とも腎動脈内径は健常値より小なるもの多く, これはやせた体格のものが多いためと推察する.

馬蹄鉄腎においては, 両側とも腎動脈内径は健常値より狭小であつた. これは峽部その他への異常血管が多いためではないかと推察する.

腎の先天性欠損, 發育不全腎の健側腎の腎動脈内径は1例のみが健常値より大であつたが, 他は健常値より少々狭小であり, Maluf が述べている両側健常腎の偏側腎より大であるという結果を得なかつた.

稿を終るに当り終始御懇篤な御指導, 御校閲を賜つた恩師稲田教授に心からなる謝意を表する.

文 献

- 1) 江藤: 京都医学部雑誌, **16**: 1050, 1919.
- 2) 塩田・高橋: グレンツゲビード, **8**: 393, 1934.
- 3) 齊藤: 日外会誌, **37**: 1477, 1937.

- 4) Nelson: Surg. Gyn. & Obst., **74**: 655, 1942.
- 5) Doss: J. Urol., **55**: 594, 1946.
- 6) Smith, Rush and Evans: J. Urol., **65**: 911, 1951; **66**: 145, 1951; J. A. M. A., **148**: 255, 1952.
- 7) 稲田・後藤・大森・八田: 臨牀皮泌, **8**: 687, 1954.
- 8) Walter and Goodwin: J. Urol., **70**: 526, 1953.
- 9) Loose: Chirurg., **9**: 1951.
- 10) Hinman: J. Urol., **70**: 118, 1953.
- 11) 岸本: 日泌尿会誌, **45**: 126, 404, 1954.
- 12) Peirce: Surg. Gyn. & Obst., **93**: 56, 1951.
- 13) Peire and Ramey: J. Urol., **69**: 1, 1953.
- 14) 市川・岸本: 外領, **1**: 297, 1953.
- 15) Gollmann: Fortschr. Roentgen-str., **87**: 211, 1957.
- 16) Morino et al.: Urol. internation., **4**: 321, 1957.
- 17) Oedmann: Acta radiol., **55**: 1, 1956.
- 18) Edholm and Seldinger: Acta radiol., **45**: 15, 1956.
- 19) 後藤・大森・他: 日泌尿会誌, **50**: 648, 1959.
- 20) Robb and Steinberg: J. Clin. Investigation, **17**: 507, 1938.
- 21) Weens and Florence: Am. J. Roentgenol., **57**: 338, 1947.
- 22) Wall and Rose: J. Urol., **66**: 305, 1951.
- 23) 稲田・後藤・大森: 治療, **37**: 714, 1955.
- 24) 後藤・大森・他: 泌尿紀要, **4**: 392, 1958.
- 25) Deterling: Surgery, **31**: 88, 1952.
- 26) Boyarsky: J. A. M. A., **156**: 599, 1954.
- 27) Wagner: J. A. M. A., **125**: 958, 1944.
- 28) Sante: Radiology, **56**: 183, 1951.
- 29) Maekawa, Sawami et al.: Japanese Circulation J., **23**: 681, 1959.
- 30) Harvard: J. Urol., **70**: 15, 1953.
- 31) Vogler and Herbst: Angiographie der Nieren, Stuttgart, Georg Thieme, 1958.
- 32) Idbohrn: Acta radiol., **42**: 1, 1954.
- 33) Maluf: Surg. Gyn. & Obst., **107**: 415, 1958.
- 34) Poiseuille: quoted by Maluf.
- 35) 後藤・大森・他: 泌尿紀要, **3**: 99, 1957; **4**: 421, 1958.

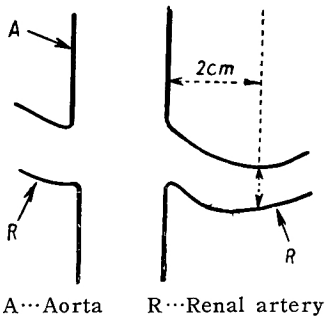


Fig. 1 Drawing illustrating method of measuring internal diameter of renal arteries (quoted by Maluf).

The renal arteries are measured where they intersect a line 2 centimeters from and parallel to the lateral border of the aorta. The measurements are made at right angles to the longitudinal axis of the vessel at the 2 centimeter intersection.

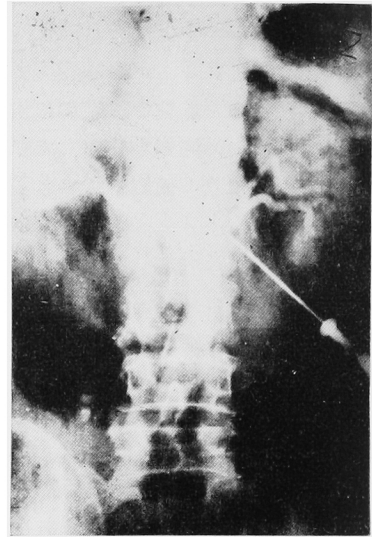


Fig. 3 Case 113 Renal tumor, left. Aortography combined with PRP.

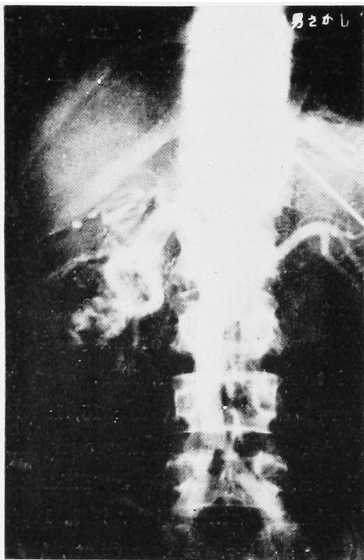


Fig. 2 Case 63 Renal tumor, right.

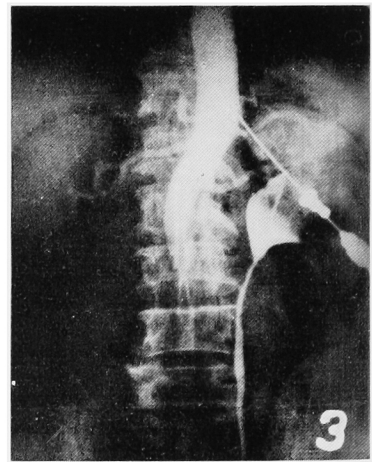


Fig. 4 Case 114 Renal tumor, left. Aortography combined with PRP and RP.

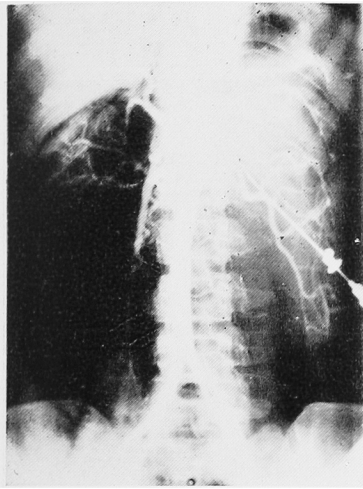


Fig. 5. Case 205 Renal stone with hydronephrosis, left.

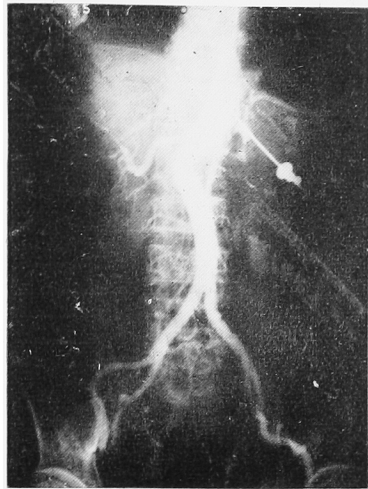


Fig. 7. Case 187 Renal tbc, left (Mortar kidney).

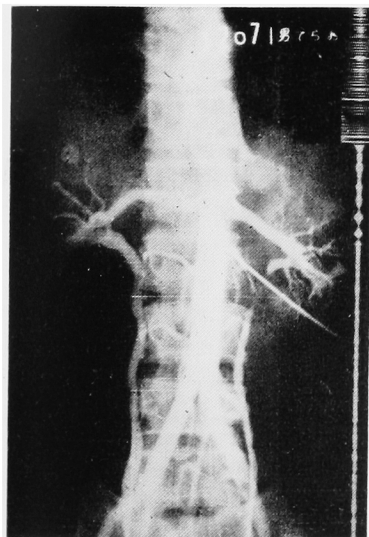


Fig. 6. Case 39 Renal tbc, bilateral. Aortography combined with RP.

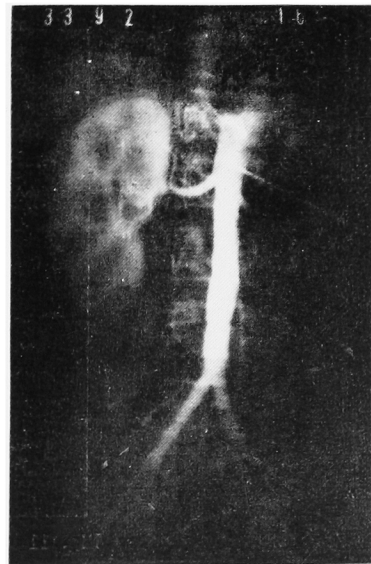


Fig. 8. Case 143 Left hydronephrosis, left ureter obstructed by vesical tumor.

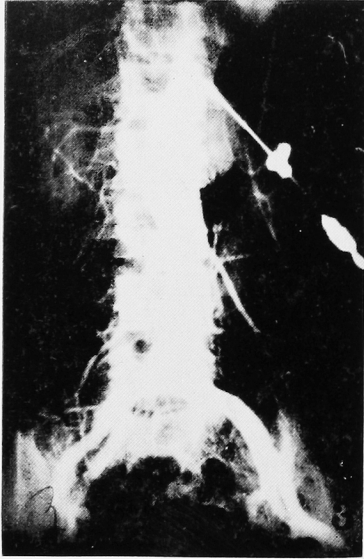


Fig. 9 Case 141 Polycystic kidneys.

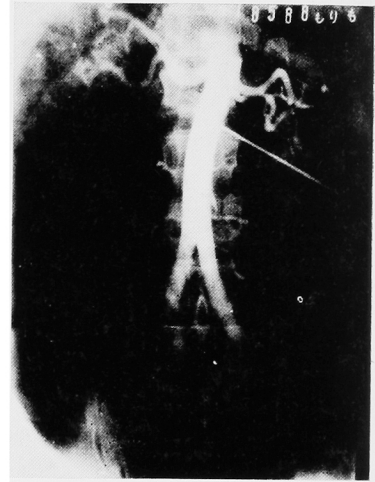


Fig. 10 Case 190 Solitary cyst of left kidney.

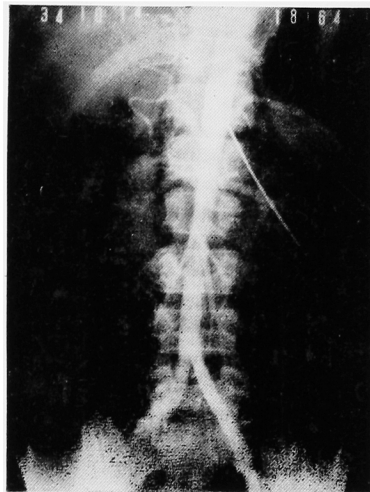


Fig. 11 Case 180 Horseshoe kidney.