OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	新しい亜選択的腎,腰動脈造影法-本法の考案とその造影能に関する基礎的,臨床的検討-
Author(s)	小川, 隆平
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(1), p. 20-33
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15964
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

新しい亜選択的腎，腰動脈造影法

——本法の考案とその造影能に関する基礎的，臨床的検討——

小川　隆平

市立伊丹病院放射線科

Semiselective Renal and Lumbar Angiography: Experimental and Clinical Evaluation of This New Angiographic Method

Ryuhei Ogawa

In conventional aortography, all branches of the aorta may be visible, making interpretation difficult. By a new angiographic method, only the dorsal and lateral branches of the aorta are made visible, without the appearance of ventral branches such as the celiac, superior mesenteric, and inferior mesenteric arteries. The contrast medium is injected slowly through a closed-end catheter with side holes arranged on one side only. The best conditions for such angiography were as follows: a catheter with five side holes (the two proximal holes were small) with neighboring holes 3 cm apart, injection of 12 ml of contrast medium at the rate of 4 ml/second, and the catheter placed next to the dorsal wall of the aorta. The catheter could be held in this position when the aorta was curved provided that the head of the catheter was spiral and the next portion was convex.

In clinical angiography, 24 patients suspected to have retroperitoneal or spinal disease were examined. The dorsal branches of the aorta were seen but the ventral branches were not seen in 19 of the patients. This method was superior to conventional aortography for the evaluation of lumbar arteries and the main trunks of renal arteries. In nine patients, the evaluation of abnormal findings such as feeding arteries was easier by this method than by conventional aortography.

Research Code No. : 517．4

Key words : *Aortography*, *Renal artery*, *Lumbar artery*

Received May 30, 1994; revision accepted Sep. 21, 1994

Department of Radiology, Itami City Hospital

はじめに

腎癌等の後腹膜の腫瘍性病変の質的診断および進展度診断のために，近年CT scanや超音波検査が施行されるが，腫瘍の栄養動脈や血管への浸潤などを評価するためには腹部血管造影が現在もなお最も有用な方法である[1,2]．後腹膜病変では腰動脈，腎動脈等が異常血管として関与することが多い[3]が，従来の方法では腹腔動脈や上腸間膜動脈との重なりのためにこれら動脈の評価が難しいこともあった[4]．腰動脈，肋間動脈は大動脈の背側，腎動脈は大動脈の外側から分岐する枝であるから[5]，理論的には造影剤を大動脈の背側から外側のみに流すことができればこれらの背側分枝のみを造影できるはずである．著者は1方向のみに側孔を持つカテーテルを考案し，これを大動脈の背側に位置させ，側孔を背側に向けて造影剤を緩徐に注入すると(Fig. 1)，造影剤は血液より比重が大きいため大動脈の背側から外側を流れ，腰動脈，腎動脈等の背側および外側分枝のみが造影されるのではないかと考え，本法の造影法および造影能に関する基礎的，臨床的検討を施行したので報告する．

基礎的検討

1．実験材料

カテーテルは5Frのポリエチレン製工作用チューブ(PERT-5.0M, Cook社製)を使用し，側孔作製機(HPFTS-100, Cook社製)を使用して側孔を作製した．造影剤はiopamidol 370 mgI/ml (Iopamiron 370, 日本シェーリング社製)を37℃に加温して使用した．造影実験を施行するための腹部大動脈モデルは内径20，7，4，2㎜の塩化ビニールチューブを使用して作製した．モデル内に水を流すために直流ポンプ(エーハイム社製No. 1048)を，水流を拍動流にするために人工心肺蘇生装置(Life safe, Dixie社製)を使用した．

撮影には血管造影装置(Advantx, GE社製)を，digital subtraction angiography (以下，DSA)装置はDF6000を，造影剤の注入には自動注入器(Mark V. Medrad社製)を使用した．

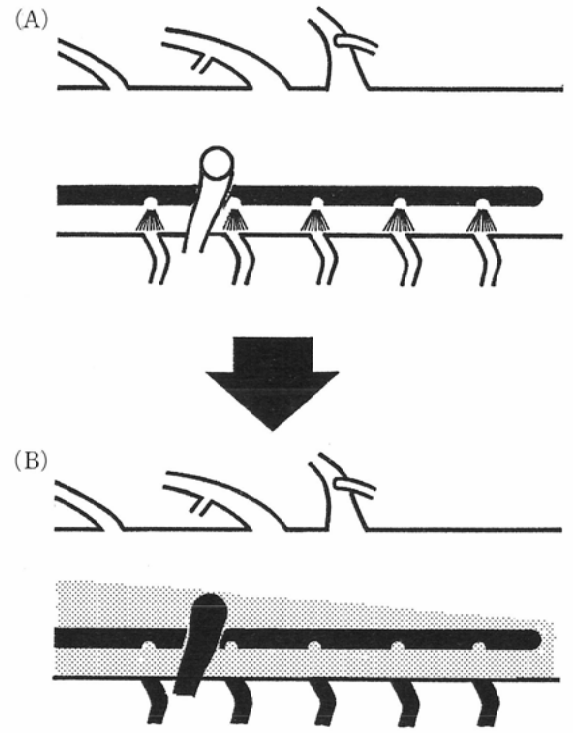


Fig. 1　Method of semiselective renal and lumbar angiography
(A) Contrast medium is injected slowly through a catheter placed posteriorly in the aorta and with side holes near the dorsal side of the vessel.
(B) The contrast medium does not spread anteriorly, so that only the dorsal and lateral branches of the aorta are seen.

2．実験方法

(1)　カテーテルの作製（Fig. 2）

カテーテル長は75cmとし，先端は盲端とした．先端6cmの部分（以下，先端部分）は側孔を開けずJ型に曲げた．側孔は先端部分に続く部分に一定間隔で同一方向に開けたが，盲端を腹側に向けたときに側孔が背側を向くようにした（以下，カテーテルの側孔のある部分を側孔部分と呼称する）．

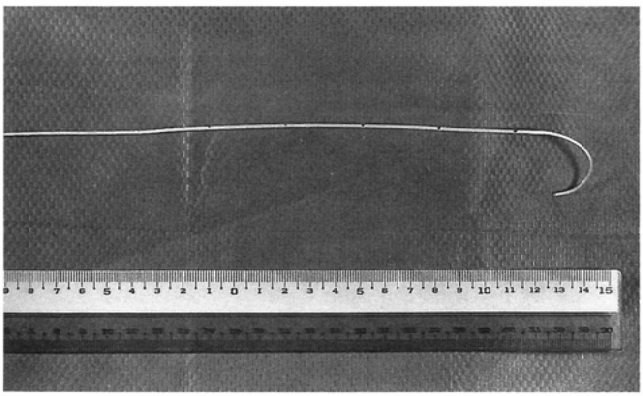
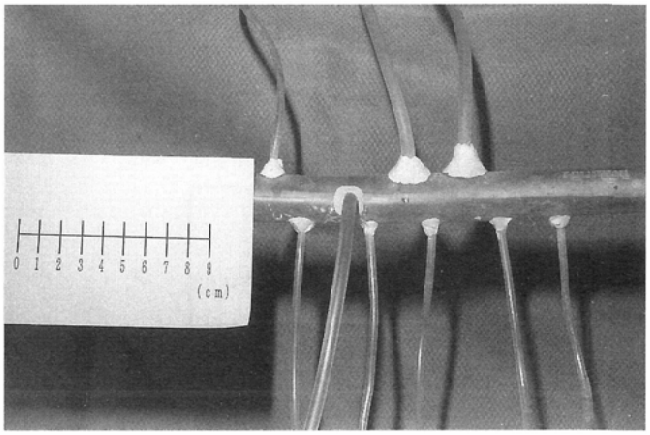
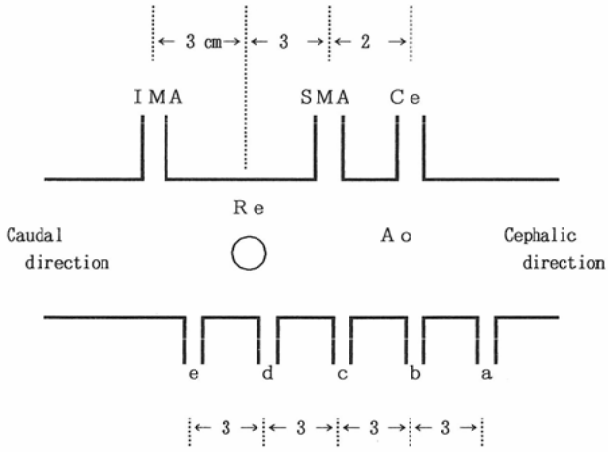


Fig. 2　Catheter used
The head of the catheter is curved into a J-shape and the side holes are on one side only.



(A)　Lateral view



(B)　Diagram of the model

Fig. 3　Model of aorta
IMA, inferior mesenteric artery (4 mm in diameter); SMA, superior mesenteric artery (7 mm); Ce, celiac artery (7 mm); Re, renal artery (7 mm); Ao, aorta (20 mm); a, intercostal artery (Th_{11}, 2mm); b, subcostal artery(Th_{12}, 2 mm); c-e, lumbar arteries (2mm).

(2)　カテーテル側孔からの造影剤流出量の測定方法

カテーテルの各側孔に合わせて試験管を固定し，造影剤注入器を使用してカテーテルに造影剤を注入した．個々の試験管に流入した造影剤はメスシリンダーにて測定し，5回測定の平均値を測定値とした．

(3)　腹部大動脈モデルの造影像の撮影方法

①　腹部大動脈モデルおよび実験システムの作製

Fig. 3（A），（B）に腹部大動脈モデルとその模式図を示す．大動脈には内径20mmのチューブを使用し，腹腔，上腸間膜動脈，腎動脈用として内径7mm，下腸間膜動脈用として内径4mm，下部肋間動脈，腰動脈用として内径2mmのチューブを図に示すように5本接続し頭側よりa～eとした．

実験システムはFig. 4に示すように腹部大動脈モデル，ポンプ，人工心肺蘇生装置，逆流防止弁を配列して作製し

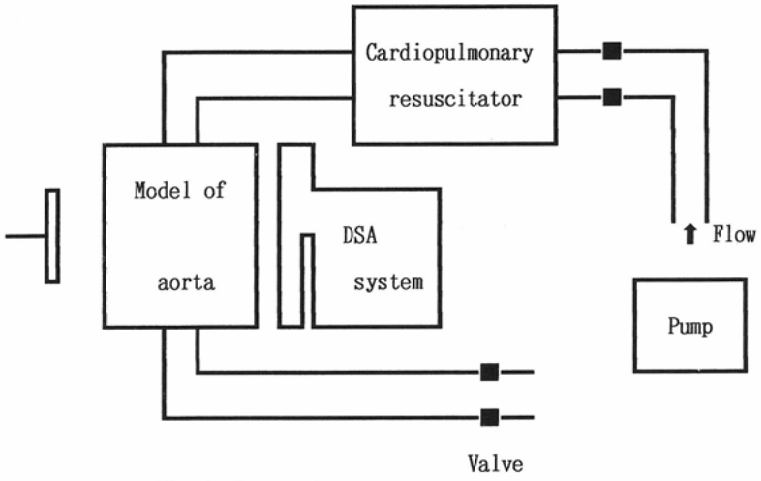


Fig. 4 System for experimental angiography
Water flow is provided by the pump. The cardiopulmonary resuscitator produces pulsations in the flow. DSA, digital subtraction angiography.

Table 1 Set-up flow volume of model of the aorta and its branches

Vessels	Volume (ml/min)
Thoracic aorta	4000
Celiac artery	300
SMA	300
IMA	150
Renal artery	600
Intercostal & lumbar arteries	40

SMA, superior mesenteric artery
IMA, inferior mesenteric artery

た．人工心肺蘇生装置でポンプと腹部大動脈モデルの間をつなぐビニールチューブを1分間に80回，約36kgの強さで圧迫することでシステム内に拍動流を作った．腹部大動脈モデルの各分枝の流量は成人の生理的血流量を参考にして[6)-8)]，Table 1の値に設定した．このとき，各分枝末梢には3方活栓をつけてコックの開閉量で流量を調節した．

② 撮影方法

撮影台の上に腹部大動脈モデルと20cm厚のmixed-DP phantomを置き，9-inchのfield of view（以下，FOV）にて側面DSA像を撮影した．撮影条件はすべてX線管電圧80kV，X線管電流800mAで，毎秒3回曝射のstatic modeで行った．Fig. 5にpig-tail型の腹部大動脈造影用カテーテル（ロイヤルフラッシュプラスHN5.0，Cook社製）による腹部大動脈モデルの造影像を示す．

(4) 検討の方法

① カテーテルの側孔の数，大きさ，間隔および造影剤注入条件に関する検討

Table 2に示すように側孔の数，大きさ，間隔を変えた22種類のカテーテルを作製した．側孔数は3個，5個，7個の3種類とし先端から順に1から7までの番号をつけた．側孔の大きさは0.035inch（大孔）と0.025inch（小孔）の2種類を組み合わせた．側孔の間隔に関しては12 cm間に上記の個数を開けた場合（Table 2のカテーテルコードにWが入る）とその半分（6cm）の間に開けた場合（カテーテルコードにNが入る）の2種類とした．造影剤注入条件は総量を4秒間かけて注入する緩徐注入法を3条件（総量/1秒注入量＝8/2，12/3，16/4）使用した．また，対照として総量を2秒間で注入する急速注入条件（総量/1秒注入量＝16/8）を使用した．上記22種類のカテーテルに上記4種類の注入条件で造影剤を流し，側孔からの流出量測定と腹部大動脈モデルの造影を施行した．ただし，造影時には先端部分のJ型のカーブを利用して，盲端を大動脈腹側壁に密着させ固定し，カテーテル側孔部分が大動脈の背側を走行し，側孔も背側を向く状態にした．また最先端の側孔を背側分枝aのやや頭側に位置させるように操作した．

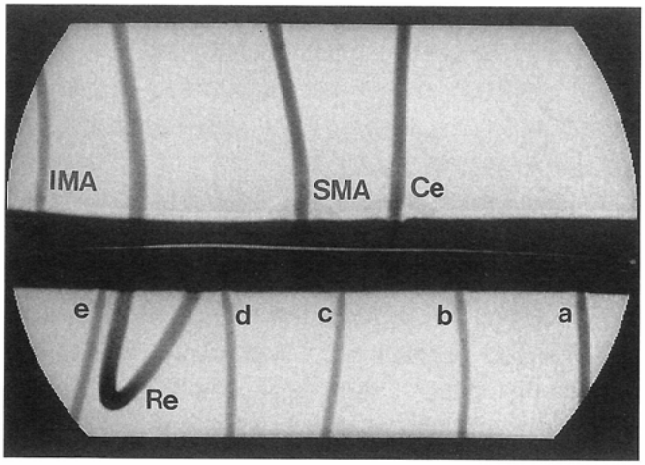


Fig. 5 Lateral angiogram of model of the aorta with a conventional pig-tail catheter. All branches of the aorta are seen. For abbreviations and symbols, see the legend of Fig. 3.

② カテーテルの側孔部分の大動脈内での位置による造影能の差に関する検討

上記①の造影像のうち最良の条件を選び，このカテーテルの先端部分のJ型を反対方向に曲げて側孔部分を大動脈の腹側に位置させ，側孔は背側に向けた状態で造影を施行した．この造影像と①の造影像を比較し，カテーテルの側孔部分の大動脈内での位置が造影像に与える影響を検討した．

③ カテーテル形状と腹部大動脈モデル形状による造影能の差に関する検討

上記①の造影像のうち最良の条件を選び，腹部大動脈が直線，腹側凸，背側凸，左側凸のおのおのの場合の造影を施行し，大動脈形状の造影像に与える影響を検討した．また，先端部分をループ状に曲げたカテーテル（以下，スパイラル型）と先端部分をループ状に曲げてさらに側孔部分

Table 2 Numbers, spacing, and size of side holes of the catheters

Code of catheter	Side holes		Size of side holes
	Number	Space (cm)	Top of catheter Catheter ← 6 cm →← 6 cm →← 6 cm →
3 − N − 0	3	3	1 2 3 ○ ○ ○
3 − N − 1			○ ○ •
3 − N − 2			○ • •
3 − W − 0		6	○ ○ ○
3 − W − 1			○ ○ •
3 − W − 2			○ • •
5 − N − 0	5	1.5	1 2 3 4 5 ○ ○ ○ ○ ○
5 − N − 1			○ ○ ○ ○ •
5 − N − 2			○ ○ ○ • •
5 − N − 3			○ ○ • • •
5 − N − 4			○ • • • •
5 − W − 0		3	○ ○ ○ ○ ○
5 − W − 1			○ ○ ○ ○ •
5 − W − 2			○ ○ ○ • •
5 − W − 3			○ ○ • • •
5 − W − 4			○ • • • •
7 − N − 0	7	1	1 2 3 4 5 6 7 ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
7 − N − 2			○ ○ ○ ○ ○ • •
7 − N − 4			○ ○ ○ • • • •
7 − W − 0		2	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
7 − W − 2			○ ○ ○ ○ ○ • •
7 − W − 4			○ ○ ○ • • • •

○ = 0.035 inch • = 0.025 inch

を凸状にしたカテーテル（以下，スパイラル＋背側凸型）を作製し（Fig. 6），大動脈の形状を上記のように変えて造影し，その像を検討した．

3．結 果

(1) カテーテルの側孔の数，大きさ，間隔および造影剤注入条件

① 側孔からの造影剤流出量の測定

22種類のカテーテルの各注入条件における側孔からの造影剤流出量を棒グラフで示す（Fig. 7）．側孔の大きさが一定の場合（3-N-0，3-W-0，5-N-0，5-W-0，7-N-0，7-W-0）は，手元寄りから先端に向かって漸次造影剤流出量は少なくなり，側孔の大きさを途中から変えることで各側孔からの造影剤流出量の差を少なくすることができた．しかし，側孔数7個のカテーテルでは先端2個の側孔からの造影剤流出量が少ない傾向にあった．また，側孔の間隔は狭い方が各側孔から流出する造影剤量の差は少ない傾向にあった．

②腹部大動脈モデルの造影像

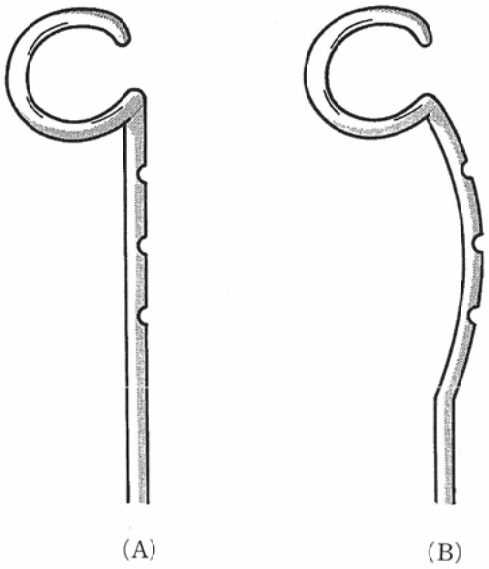


Fig. 6　Shape of catheters
(A) Head of the catheter is curved into a spiral.
(B) Head of the catheter is curved into a spiral and then there is a convex portion.

腹部大動脈モデルの造影像は各分枝の造影度を4段階に分けて評価した（Fig. 8（A），（B），Table 3）．分枝の造影が鮮明で辺縁が明瞭なものを＋＋，造影濃度が低く辺縁がやや不明瞭なものを＋，わずかに造影されるものを±，造影されないものを－とした．造影剤注入条件が8/2ではすべてのカテーテルで造影像は淡かった．造影剤注入条件が12/3（Table 3）では側孔数5個で側孔間隔が3cmのカテーテル（5-W-0～4）の造影像は腹側分枝が造影されにくく，背側分枝の造影は良好であり，特に5-W-2のカテーテルが最良であった（Fig. 8（A））．同じ側孔数でも1.5cm間隔のカテーテル（5-N-0～4）は尾側の大動脈内で造影剤が広がりやすく，腹側の分枝（SMA, IMA）が造影され，尾側の背側分枝の造影はやや不鮮明になった（Fig. 8（B））．また，側孔数3個のカテーテルでは腹側分枝が造影されやすく，側孔数7個のカテーテルでは頭側の背側分枝（a，b）の造影が不良であった．造影剤注入条件16/4では12/3と類似の傾向にあったが，造影剤は大動脈内を広がる傾向があり，腹側分枝が造影されやすくなった．対照の造影剤注入条件16/8ではいずれのカテーテルでも造影剤は大動脈内全体に広がり，腹側の分枝が造影された．

以上の検討結果から，側孔数5個，側孔間隔3cm，小孔2個のカテーテル（5-W-2），造影剤注入条件12/3を使用して以下の検討を行った．

(2)　カテーテルの側孔部分の大動脈内での位置による造

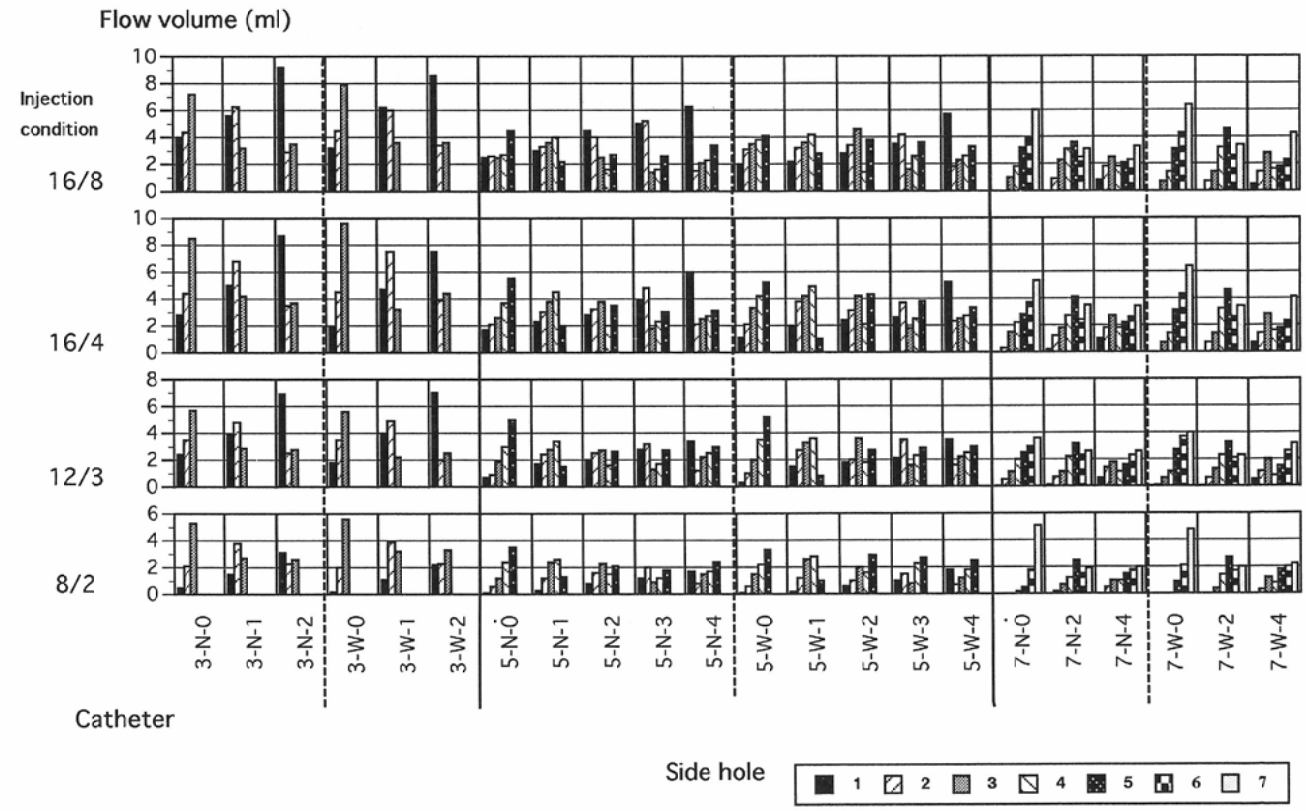


Fig. 7　Flow volume of contrast medium from each side hole of catheters

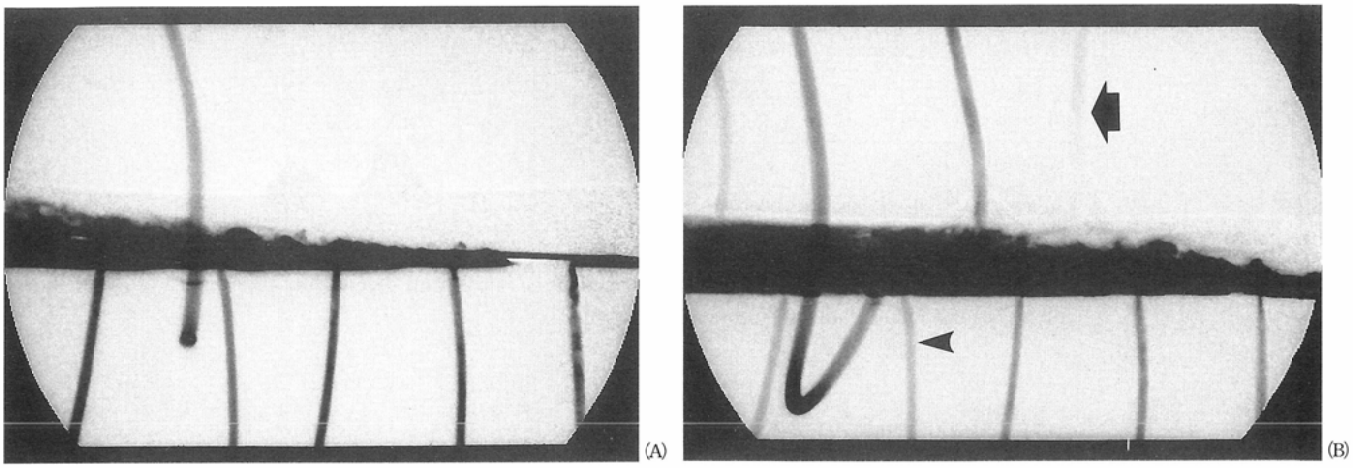


Fig. 8 Lateral angiogram of model of the aorta

(A) A 5-W-2 catheter was used and 12 ml of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. The contrast medium did not spread anteriorly and the dorsal branches were seen clearly. The visibility was classified as "++."

(B) A 5-N-2 catheter was used and 12 ml of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. The contrast medium spread anteriorly and the ventral branches are seen. The visibility of the celiac artery (arrow) is classified as "±," and that of the cephalic lumbar artery (arrowhead) as "+."

影能の差

カテーテルの側孔部分が大動脈の腹側を走行する場合は，背側を向いた側孔から流出した造影剤が頭側の背側分枝（a，b）の起始部に十分到達せず，これらの分枝の造影が悪かった．また，造影剤は腹側にも広がり，腹側分枝が造影されやすい傾向があった（Table 4，Fig. 9）．

Table 3 Clarity of branches in experimental angiography

Code of catheter	Dorsal branch a	b	c	d	e	Renal	Ventral branch Ce	SMA	IMA
3-N-0	++	++	++	++	+	++	−	+	+
3-N-1	++	++	++	++	+	++	±	+	+
3-N-2	++	++	++	++	+	++	+	+	+
3-W-0	++	+	++	++	++	++	−	±	±
3-W-1	++	++	++	++	++	++	±	+	+
3-W-2	++	++	++	+	++	++	+	+	+
5-N-0	+	++	++	++	+	++	−	±	+
5-N-1	++	++	++	+	+	++	−	±	+
5-N-2	++	++	++	+	+	++	±	+	+
5-N-3	++	++	++	+	+	++	±	+	+
5-N-4	++	++	++	+	+	++	±	+	+
5-W-0	±	+	++	++	++	+	−	−	−
5-W-1	++	++	++	++	++	++	−	−	±
5-W-2	++	++	++	++	++	++	−	−	−
5-W-3	++	++	++	++	++	++	−	−	±
5-W-4	++	++	++	++	++	++	−	+	+
7-N-0	−	++	++	++	+	++	−	−	+
7-N-2	−	++	++	++	+	++	−	−	+
7-N-4	±	++	++	++	+	++	−	−	+
7-W-0	−	±	+	++	++	+	−	−	−
7-W-2	−	±	++	++	++	+	−	−	−
7-W-4	−	+	++	++	++	++	−	−	−

Twelve milliliters of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. See Fig. 3(B) for diagram of dorsal branches.

Ce, celiac artery; SMA, superior mesenteric artery; IMA, inferior mesenteric artery. ++, seen clearly; +, seen everywhere but faintly; +, seen faintly in places, and not visible elsewhere; − not seen.

(3) カテーテル形状と腹部大動脈モデルの形状による造影能の差に関する検討

Table 5 に造影結果を示す．大動脈が直線状の場合はカテーテルの形状によらず良好な造影像が得られた．先端部分がJ型のカテーテルは大動脈が屈曲すると側孔部分の大動脈背側壁への密着，固定が不十分となり，やや造影不良であった．スパイラル型のカテーテルでは大動脈の形が左側凸，背側凸の場合はやや造影不良であった（Fig. 10（A））．スパイラル＋背側凸型のカテーテルは大動脈の形状が変化しても大動脈背側壁との密着度が高く良好な造影像が得られた（Fig. 10（B））．

4．小 括

(1) 亜選択的腎，腰動脈造影を施行するために側孔が1方向に向いたカテーテルを作製した．

(2) このカテーテルを大動脈の背側に位置させ，側孔を背側に向けて造影剤を緩徐に注入することで，腹部大動脈モデルの背側および外側分枝のみを選択的に造影することができた．

(3) 側孔は3cm 間隔で5個（先端3個は0.035inch，手元寄りの2個が0.025inch）開け，造影剤を12/3の条件で注入するのが最良であった．

Table 4 Effects of the position of the side holes of the catheter in the aorta to the experimental angiographic image

Catheter position	Dorsal branch a	b	c	d	e	Renal	Ventral branch Ce	SMA	IMA
Ventral	−	−	+	+	+	++	±	±	++
Dorsal	++	++	++	++	++	++	−	−	−

A 5-W-2 catheter was used.
Twelve milliliters of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. For abbreviations and symbols, see footnote of Table 3.

(4) カテーテルの側孔部分は大動脈の背側に位置することがよい造影像を得るために重要であった．

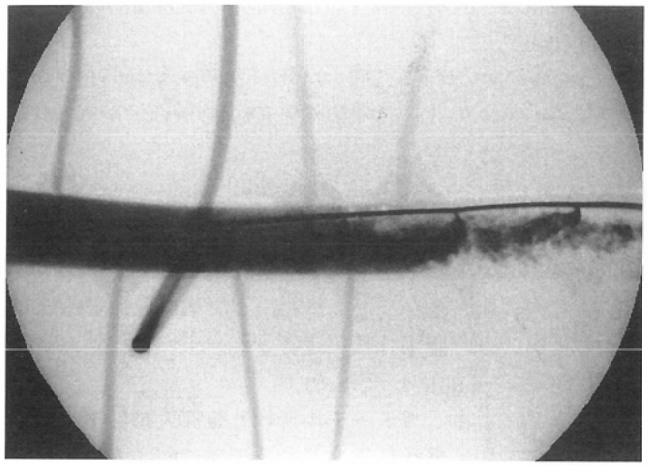


Fig. 9 Lateral angiogram of model of the aorta with a 5-W-2 catheter placed anteriorly in the aorta with side holes near the dorsal side of the model. Twelve milliliters of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. The dorsal branches in the cephalic direction are not seen, but the ventral branches are visible.

(5) 先端部分をループ状に曲げ，側孔部分は凸状にすることで屈曲させた大動脈モデルでも良好な造影が得られた．

臨床的検討

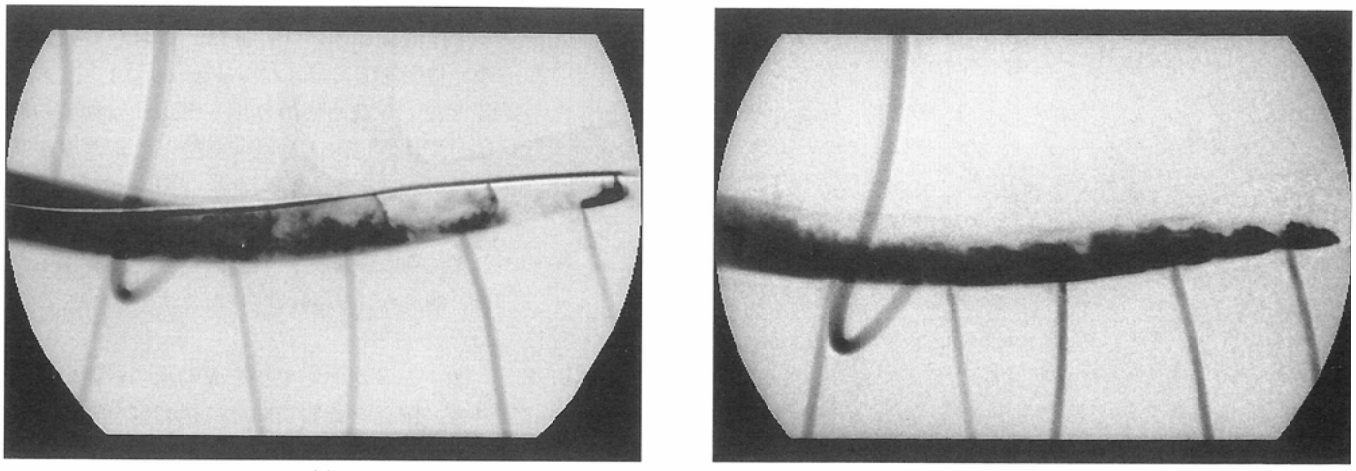
1．対 象

後腹膜の腫瘍性病変（腎細胞癌 16 例，転移性腎癌 1 例，傍大動脈腫瘍 1 例，十二指腸腫瘍 1 例，副腎腫瘍 1 例；疑診例を含む）20 例，脊椎腫瘍 2 例，脊髄動静脈奇形 1 例，腎動静脈奇形 1 例の合計 24 例を対象として以下の検討を行った．

2．方 法

(1) 撮影方法

同一症例で本法と従来の腹部大動脈造影法の 2 回の造影を行い，その画像評価を行った．本法では基礎的検討の結果に従い，5-W-2 のカテーテルを使用し，最先端の側孔が第 10～11 胸椎の下端で背側を向くように位置させ，造影剤総量 12m*l* を 3m*l*/秒で注入し DSA 正面像を得た．腹



(A) (B)

Fig. 10 Lateral angiogram of model of the aorta with a 5-W-2 catheter
The aorta is convex on its dorsal side. 12 ml of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second.
(A)Head of the catheter is curved into a spiral and then there is a straight portion. Because the side holes are far from the posterior wall of the aorta, the injected contrast medium is diluted. The dorsal branches are all seen, but are faint.
(B) Head of the catheter is curved into a spiral and then there is a convex portion. The contrast medium is not diluted, and the dorsal branches are seen clearly.

Table 5　Effects of the shape of the aorta on the experimental angiographic image

Shape of catheter	Shape of aorta	Dorsal branch a	b	c	d	e	Renal	Ventral branch Ce	SMA	IMA
J	Straight	++	++	++	++	++	++	−	−	−
	Left convex	+	+	+	+	++	+	−	±	+
	Ventral convex	+	+	++	++	+	++	−	±	+
	Dorsal convex	+	+	+	+	+	+	−	±	+
Spiral	Straight	++	++	++	++	++	++	−	−	−
	Left convex	+	+	+	++	++	+	−	−	+
	Ventral convex	++	++	++	++	+	++	−	−	±
	Dorsal convex	+	+	+	+	+	+	−	−	+
Spiral + convex	Straight	++	++	++	++	++	++	−	−	−
	Left convex	++	++	++	++	++	++	−	−	±
	Ventral convex	++	++	++	++	+	++	−	−	±
	Dorsal convex	++	++	++	+	+	++	−	−	±

Twelve milliliters of contrast medium was injected at the rate of 3 ml/second. For abbreviations and symbols, see footnote of Table 3.

部大動脈造影法は pig-tail 型のカテーテル（基礎的検討と同じ）の先端を第 10～11 胸椎下端に位置させ，DSA 像あるいはフィルム像を得た．DSA 像では造影剤総量 20m*l* を 10m*l*/秒で，フィルム像は造影剤総量 40m*l* を 20m*l*/秒で注入した．血管造影装置は Advantx（DSA 装置は DF6000；GE 社製）である．DSA 像は 9 または 12-inch FOV を使用し X 線管電圧 80kV にて static mode で撮影した．フィルム像は造影剤注入直後より 1 秒間に 3 枚ずつ 2 秒間，次に 1 秒間に 2 枚ずつ 2 秒間，最後に 1 秒間に 1 枚ずつ 6 秒間，合計 16 枚を連続撮影した．

(2)　検討の方法

①　画像評価

本法と従来の pig-tail 型カテーテルによる腹部大動脈造影（以下，従来法）の腎動脈，腰動脈の造影度および腹腔動脈，上腸間膜動脈，下腸間膜動脈の描出度を検討した．腎動脈，腰動脈が造影不良とされた症例に関してはその原因を検討した．

②　病変の描出能に関する検討

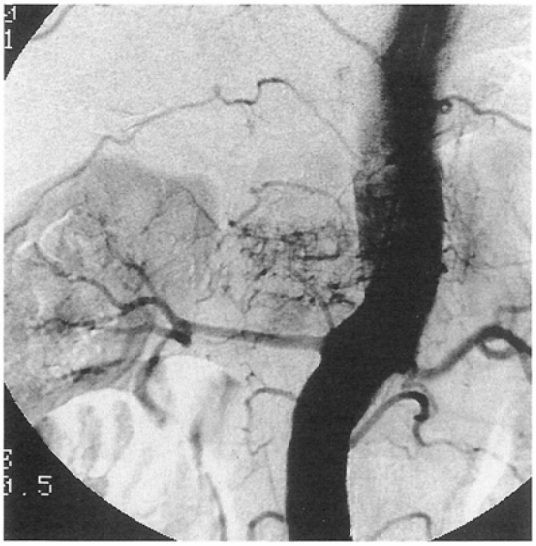
上記 24 例のうち栄養動脈が同定された例や腫瘍による血管浸潤の認められた例等の異常所見の認められた症例に関して，本法と従来法の異常所見の描出能を比較検討した．

3．結　果

(1)　画像評価

①　腰動脈の造影能

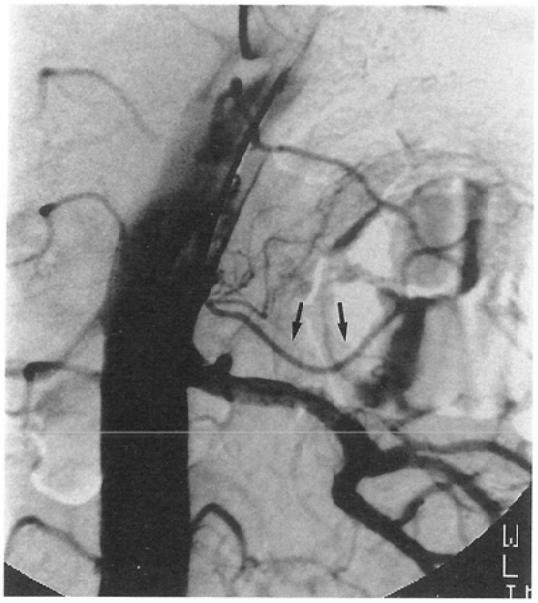
得られた DSA 正面像を描出される腰動脈，下部肋間動



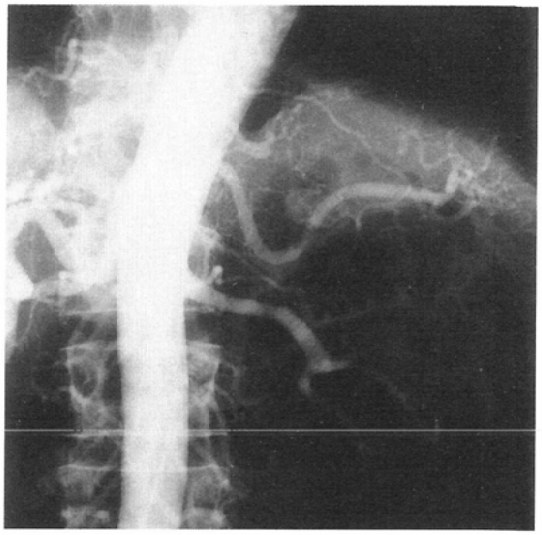
(A)　Semiselective renal and lumbar angiography.
The visibility of the lumbar arteries and the main trunk of the renal artery is excellent. By this method, the right first lumbar artery was seen to be the feeding artery.

(B)　Conventional aortography.
The tumor vessels are seen faintly, but the feeding artery and tumor vessels are even less clear.

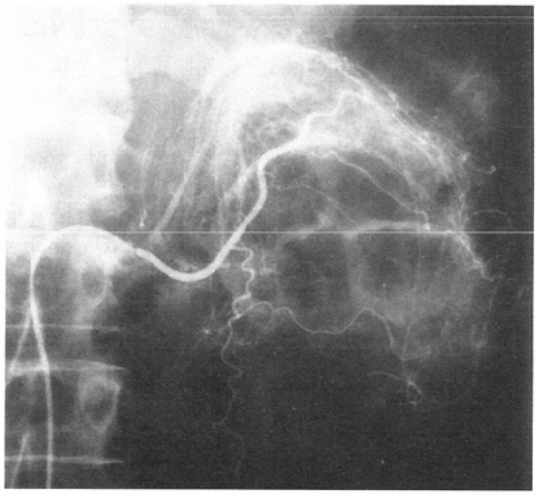
Fig. 11　A 52-year-old man with metastasis to the first lumbar vertebral body from a hepatoma



(A)

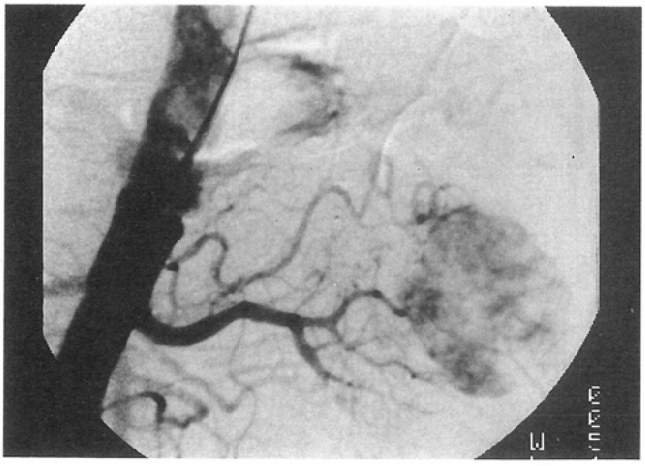


(B)

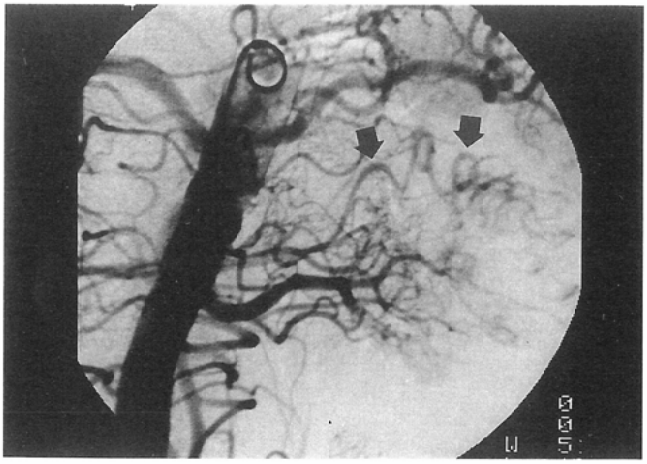


(C)

Fig. 12 A 71-year-old man with left renal cell carcinoma
(A) Semiselective renal and lumbar angiography.
The visibility of the lumbar arteries and the segmental arteries of the renal artery is good. The left renal capsular artery (arrows) is dilated and is suspected to be the feeding artery from the results of this method. Bowel gas at the upper pole of the left kidney makes portions of the renal artery and a lumbar artery unclear in this image.
(B) Conventional aortography. The renal capsular artery cannot be easily identified.
(C) Selective renal capsular arteriography. Tumor vessels are seen clearly.



(A)



(B)

Fig. 13 A 62-year-old man with left renal cell carcinoma
(A) Semiselective renal and lumbar angiography.
The visibility of the lumbar arteries is poor and that of the segmental arteries of the renal artery is excellent. The left 12th subcostal artery is not seen because of bowel gas. By this method, the left renal capsular artery was seen to be one of the feeding arteries.
(B) Conventional aortography. A dilated tortous artery (arrows) is seen but its origin is not obvious.

Table 6 Visibility of lumbar arteries

Method	Excellent	Good	Poor	Total
SRLA	16	5	3	24
Conventional aortography	6	9	9	24

SRLA = semiselective renal and lumbar angiography

Table 7 Visibility of renal arteries

	Visibility of main trunk			Visibility of segmental artery		
Method	Excellent	Good	Poor	Excellent	Good	Poor
SRLA	19	3	2	12	9	3
Conventional aortography	10	8	6	19	5	0

SRLA = semiselective renal and lumbar angiography

脈の本数および分枝の描出能から以下の3段階に区分し評価した．DSA像の視野内でカテーテル先端より尾側の下部肋間動脈および腰動脈がすべて描出され，しかも病側の腰動脈はすべて2次分枝まで判別できるものをexcellent image（Fig. 11），カテーテル先端より尾側の下部肋間動脈および腰動脈がすべて描出されるが，病側の腰動脈の一部は1次分枝までしか判定できないものをgood image（Fig. 12），カテーテル先端より尾側の範囲の下部肋間動脈および腰動脈の一部のみが描出される（Fig. 13），あるいはすべての分枝が造影されても半数以上は1次分枝までしか判定できないものをpoor imageとした．その結果，本法では24例中excellent imageが16例，good imageが5例，poor imageが3例であった一方，同一症例に施行した従来法ではexcellent 6例，good 9例，poor9例で，本法の方が腰動脈の描出能に優れていた（Table 6）．

② 腎動脈の造影能

腎動脈起始部，本幹の描出度と腎内枝の描出度に分けて検討した．起始部，本幹に関しては病側腎動脈が他の動脈やartifact等と重ならず明瞭に描出されるものをexcellent image（Fig. 11），重なりはあるものの辺縁の評価は可能なものをgood image（Fig. 13），重なりにより辺縁の評価ができないものをpoor image（Fig. 14）とした．腎内枝に関しては，区域腎動脈（2次分枝）がすべて判別できるものをexcellent image（Fig. 13），区域腎動脈の一部が判別できないものをgood image（Fig. 12），区域腎動脈が判別できないものをpoor imageとした．その結果本法では24例中，起始部，本幹の評価はexcellent image 19例，good image 3例，poor image2例であった．腎内枝に関しては，excellent 12例，good 9例，poor 3例であった．同一症例に対して施行した従来法では起始部，本幹はexcellent 10例，good 8例，poor 6例，腎内枝はexcellent 19例，good 5例，poor 0例であった（Table 7）．本法による造影は起始部，本幹の造影能が優れており，従来法は腎内枝の造影能が優れていた．

③ 腹側分枝の描出度

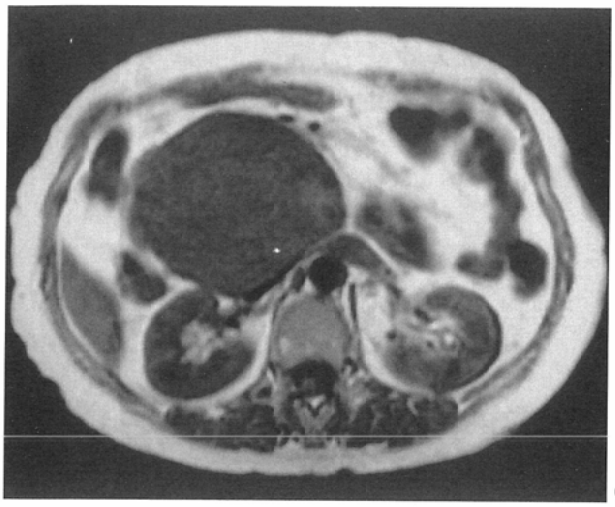
本法により腹腔動脈，上腸間膜動脈，下腸間膜動脈のすべてが造影されたのが1例，上腸間膜動脈と下腸間膜動脈が造影されたのが2例であった．下腸間膜動脈のみが造影されたのは1例であった．これらはすべて本幹から1次分枝程度までの中枢側の淡い描出であった．

④ 造影不良例の検討

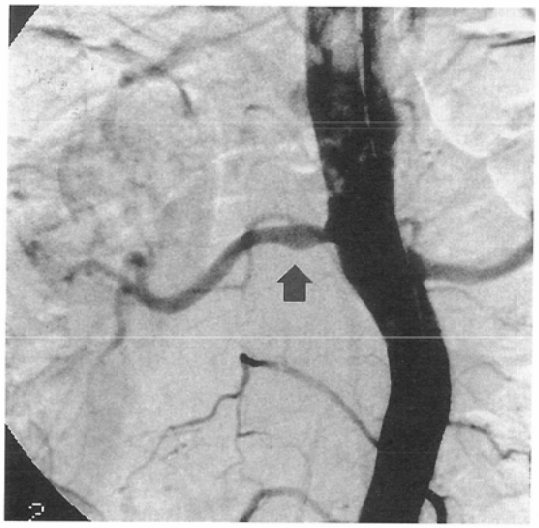
腰動脈，腎動脈の描出度がpoor imageと判定された例の原因をTable 8に示す．腰動脈の描出不良例は本法で3例，従来法で9例で，その原因は本法では腸管ガス像によるartifactであった（Fig. 13）．これに対して，従来法では腹側の血管，特に上腸間膜動脈の重なりが原因であった．また，腎動脈起始部，本幹の描出不良例は本法で2例，従来法で6例で，その原因は本法では大動脈の長軸に対する捻れ（rotation）であり，従来法では上腸間膜動脈や腹腔動脈の重なりであった．腎内枝の描出不良は本法のみに3例認められ，その原因は大動脈のrotationと腸管ガス像によるartifactであった．

(2) 病変部の描出能

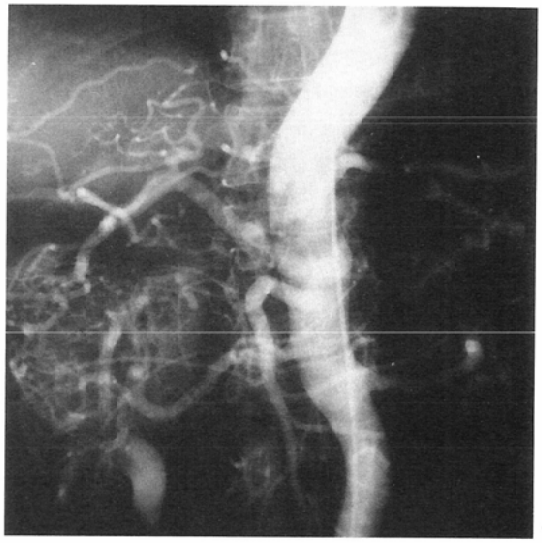
選択的造影を含めた血管造影検査で異常所見の認められたのは24例中19例（21動脈）であった（Table 9）．いずれの症例も本法あるいは従来法のいずれかあるいは両者で異常の指摘が可能であった．本法による造影では19例中19例（20動脈）に異常所見が認められた．内訳は腫瘍性病変の栄養動脈の同定が17例（18動脈），腫瘍による腎動脈浸潤の同定が1例，動脈硬化性腎動脈狭窄が1例であった．本法で異常所見を指摘できなかったのは症例2で腎癌の栄養動脈となっていた右腎動脈のみであった．これら19例中9例は本法の方が病変の描出が優れており，従来法では異常所見の指摘が難しい症例であった．症例1と2と3は栄養動脈が大動脈の背外側から直接分岐していた例，症例8と16は腎動脈本幹に病変の認められた例，症例14は腎動脈下極枝から細かい腫瘍血管が見られた例，症例15は馬蹄鉄腎で複数の腎動脈が栄養動脈となっていた例であるが，これらの症例では上腸間膜動脈や腹腔動脈が重なって，従来法よりも本法の方が異常の指摘が容易で



(A)



(B)



(C)

Fig. 14 A 55-year-old man with duodenal tumor
(A) MRI SE 500/20/1 (TR/TE/excitations). The tumor abuts on the right kidney.
(B) Semiselective renal and lumbar angiography.
Smooth encasement of the right renal artery (arrow) is clear. Invasion into the renal artery by the tumor was confirmed during the operation.
(C) Conventional aortography.
The visibility of the main trunk of the renal artery is poor. The superior mesenteric artery overlaps the right renal artery.

あった．症例 18，19 は腹側分枝のみならず脊椎椎体と重なる位置の病変で，従来法のフィルム像では異常の指摘が難しく，DSA 像で比較しても本法の方が優れている例であった（Fig. 11）．一方，従来法の方が優れていたのは 3 例で，1 例は本法では大動脈の rotation のために病側腎動脈の描出が不良な症例，他の 2 例は腫瘍の部分にガス像が重なり，異常所見の指摘が困難な症例であった．

4．小　括

(1) 基礎的検討で決定された条件を用いて，臨床例においても大動脈の背側および外側分枝のみを造影することができた．

(2) 本法は従来法と比較して腰動脈の造影能が優れてい

Table 8 Causes of poor visibility by semiselective lumbar and renal angiography or conventional aortography

	Problem with semiselective lumbar and renal angiography		Probrem with conventional aortography	
Lumbar artery	Artifact from bowel gas	(3)	Overlapped by both SMA and Ce	(9)
Renal artery main trunk	Not visible because of aortic rotation	(2)	Overlapped by SMA or Ce	(6)
segmental artery	Not visible because of aortic rotation	(2)		
	Artifact from bowel gas	(1)		

Number of patients is in parentheses.
SMA, superior mesenteric artery; Ce, celiac artery.

Table 9 Comparison of semiselective renal and lumbar angiography with conventional aortography

№	Diagnosis	Feeding artery	Superior method	Causes of inferiority of other method
1	Renal cancer	Renal (L)	−	−
		Renal capsular (L)	SRLA	Overlapped by SMA
2	Renal cancer	Renal (R)	C	Not visible because of aortic rotation
		4th lumbar (R)	SRLA	Overlapped by SMA
3	Renal cancer	Renal capsular (L)	SRLA	Overlapped by SMA
4	Renal cancer	Renal (R)	−	−
5	Renal cancer	Renal (L)	−	−
6	Renal cancer	Renal (L)	−	−
7	Renal cancer	Renal (L)	C	Artifact from bowel gas
8	Renal cancer Renovascular hypertension	Renal (R)*	SRLA	Stenosis of main trunk of the renal artery by atherosclerosis not seen because of over lapping SMA
9	Renal cancer	Renal (R)	−	−
10	Renal cancer	Renal (R)	−	−
11	Renal cancer	Renal (L)	C	Artifact from bowel gas
12	Renal cancer	Renal (R)	−	−
13	Renal cancer	Renal (R)	−	−
14	Renal metastasis	Renal (L)	SRLA	Overlapped by SMA
15	Renal AVM	Renal (L)	SRLA	One of two renal arteries not seen because of overlapping SMA
16	Duodenal tumor	Renal (R)**	SRLA	Stenosis of main trunk by invasion not seen because of overlapping SMA
17	Vertebral metastasis	12th subcostal (R)	−	−
18	Vertebral metastasis	lst lumbar (R)	SRLA	Overlapped by both SMA and celiac artery
19	Spinal dural AVM	10th intercostal (L)	SRLA	Overlapped by celiac artery

* This artery was the feeding artery of the tumor and was stenotic because of atherosclerosis. ** This artery was not the feeding artery. It was invaded by the tumor. SMA, superior mesenteric artery ; AVM, arteriovenous malformation ; SRLA, semiselective renal and lumbar angiography ; C, conventional aortography ; R, right side ; L, left side.

た．腎動脈に関しては起始部，本幹の造影能が優れていた．

(3) 腎癌，腎血管性高血圧，脊椎腫瘍等で本法の有用な症例が得られた．

考 察

腎動脈，腰動脈が異常血管として関係する疾患には後腹膜の腫瘍性病変のほかに脊髄，脊椎疾患[9]や腰背部の筋肉の病変，外傷性の出血[10]などがある．腎動脈は第1～第2腰椎の高さで左右1本ずつ分岐することが多いが，一側に2本以上の腎動脈が存在することも稀でない[11]．腰動脈はほぼ椎間のレベルで左右一対ずつ分岐し通常8本存在するが，下部肋間動脈と合わせると10本以上となる．しかも，これらの血管は比較的細く選択的なカテーテルの挿入は必ずしも容易でないため，血管造影においてこれらの動脈をすべて選択的に造影するとすれば検査時間を延長させ患者の負担を増加させることになる．そこで通常は腹部大動脈造影を施行し，栄養動脈の疑いのある部位に絞って選択造影を施行することが多いが，従来の方法では腹側の分枝の重なりにより腎動脈，腰動脈の評価の難しいこともあった[4]．Ovitt と Amplatz は腹部大動脈造影において腹腔動脈，上腸間膜動脈の重なりを避け，腎動脈の描出をより明瞭にするために，先端が ring 状となったカテーテルを腎動脈の分岐位置においた造影方法を報告しているが[12]，腎動脈の分岐する高さには変異があるため[13]，症例によっては腹側の分枝が造影されることがあり，しかも腎動脈分岐部より頭側の下部肋間動脈や腰動脈を描出することは困難であった．今回，著者は腹腔動脈より頭側で分岐する下部肋間動脈を含め腰動脈，腎動脈等の背側および外側の分枝のみを明瞭に描出するために Fig. 1に示すように，側孔を1方向に開けたカテーテルを大動脈の背側に位置さ

せ，側孔を背側に向けて造影剤を緩徐に注入する造影方法を考案し，本法の基礎的および臨床的検討を施行した．

腹側分枝が造影されないためには造影剤が腹側に広がらないことが必要であるが，基礎的検討は少量の造影剤を多数の側孔から均等かつ緩徐に流すのがよいことを示す成績であった．造影剤は血液より比重が大きく背側に沈みやすい性質を持つが，それ以上に使用する造影剤注入条件やカテーテルの影響が大きかった．本法の原理どおりに大動脈の背側から外側のみに造影剤を流すことができれば腹部大動脈造影としては比較的少ない造影剤量で良好な造影像を得ることができた．側孔数に関しては基礎的検討で使用した3種類の緩徐注入条件では，側孔を7個開けた場合，先端2個の側孔からは十分な造影剤の流出は得られず，側孔を6個以上開けることは無意味であった．側孔間隔に関しては，12cmの範囲に開けた方が良好な造影像が得られたが，この場合でもより尾側の大動脈では造影剤が腹側に広がる可能性がある．しかし，臨床的には下腸間膜動脈より尾側には腰動脈との重なりが問題になる腹側分枝は存在せず，腹腔動脈や上腸間膜動脈等の主な腹側分枝を避ける目的では12cmの範囲に側孔を開ければ十分と考えられた．

また，本法で良好な造影を得るためにはカテーテルの側孔部分が大動脈内で背側に位置することが重要であった．Table 4に示すように大動脈内での位置はカテーテルの側孔の開け方や造影剤量の違い以上に造影結果に影響を与えている．今回は大動脈の屈曲を4種類変えて検討してみたが，屈曲した大動脈ではカテーテル形状により造影中に側孔部分の大動脈背側壁への密着度に差があり，このことが造影像の優劣に関係するものと考えられた．先端部分のスパイラル型はこの類円形の部が大動脈の壁に沿う形でカテーテルを固定するために盲端の部分のみで固定するJ型よりも固定が確実であった．胸部下行大動脈径は年齢，性別により差が見られるので[14]，臨床例においてはスパイラルの径が違うものを数種類用意し，症例ごとに大動脈壁への固定を確かめて最良のものを使用した．

臨床的検討ではまず本法の画像が評価された．excellentおよびgoodを臨床的に有用な造影と考えると，腰動脈では24例中21例，腎動脈でも24例中22例（起始部，本幹），24例中21例（腎内枝）と高率に有用な像が得られた．また，腹側分枝に関しては背側分枝への重なりが問題になるような明瞭なものは見られなかった．

腰動脈の描出に関して従来法と比較すると，本法の長所は上腸間膜動脈等の腹側分枝が重ならない点であった．従来法は重なりのない部位ではフィルム法，DSA法のいずれでも末梢枝まで十分に評価できるが，腹側分枝，特に上腸間膜動脈が重なる部位では腰動脈の分枝か上腸間膜動脈の分枝か判定困難な場合がしばしば認められた．逆に本法の短所として，必ずDSAを使用するために腸管ガス像等のartifactが生じる場合があることや撮像視野が狭いことが挙げられる．従来法では症例により適宜フィルム法とDSA法の両者が使用可能である．著者はフィルム法でも本法を施行してみたが，緩徐注入なので1秒間に注入される造影剤量が少なく，十分な濃度を得ることができなかった．本法はその原理から考えても，秒当たり大量の造影剤を注入することはできず，鮮明な画像を得るためにはDSAの使用が必要と考えられた．腸管ガスによるartifactの対策としては，副交感神経遮断薬を投与する方法が考えられた．また，DSAの撮影視野に関しては，9-inch FOVでは両側の腎臓を同時に撮像することができなかった．しかし，現在の新しい装置では12から14-inchのFOVが使用できるようになっており，著者らも12-inch FOVを使用してからは十分に広い範囲の撮影が可能になった．

次に腎動脈の描出に関しては，本法は起始部，本幹の描出が優れていた．従来法による造影でpoorと判定された6例中2例に本法で腎動脈起始部付近の狭窄が認められた．この部位に病変が存在すると，カテーテル挿入時に内膜損傷を防止するために注意深い操作が必要とされる[15]とともに，たとえ選択的に造影しても病変とカテーテル操作による血管攣縮との区別が難しくなるため，本法での評価が有用であった．一方，腎内枝に関しては本法は従来法に劣っていた．本法の造影不良の原因は大動脈の捻れとガス像によるartifactであった．高齢者では大動脈の捻れのため一側腎動脈がかなり腹側から分岐する形になることがあるために，本法では背外側を流れる造影剤がその側の腎動脈には十分流入しにくくなり，造影不良の原因となった．今後の対策として腎癌症例等で一側腎動脈が描出できればよい場合は，病側を下にした半側臥位をとらせ腎動脈を背側に向けて撮影する方法が考えられた．また，従来法では腹側分枝が重なっても，区域動脈の判別は十分可能で，poor例はなかった．

一方，腹側分枝の描出はほとんど無視できる程度におさえることができた．下腸間膜動脈の描出頻度はやや高かったが，これは臨床例では実験で考えた以上に大動脈の形に個人差があり，大動脈背側壁へのカテーテル側孔部分の密着も不良で，造影剤が腹側へ広がりやすいためと考えられた．

また，本法のように側孔から後方に向けて造影剤を緩徐に注入する方法では，心拍出量が低下し大動脈の血流が低下している場合には背側分枝の造影能は上がり，逆に大動脈の血流が多いと造影能が下がると考えられる．今回の症例でも大動脈の血流が低下していると判断された症例の方が腰動脈や腎動脈の造影濃度が高い傾向が見られたが，本法ではDSAを使用しているためにwindow level, window widthを調節して画像を観察することが可能で，心拍出量が多いと思われた若年男性でも本法により目的とする造影像が得られた．

次に，本法による病的血管の描出能について検討した．臨床例はその多くが腎癌例であった．腎癌例では末梢の微細な血管の描出能から選択的腎動脈造影は必要不可欠で，本法と従来法はスクリーニング検査としての役割が大きい

と考えられる．本法は腎動脈分岐部，本幹の描出に優れているうえに，ほとんどの症例で栄養動脈を指摘できており，臨床的に有用な検査であると考えられた．しかも腰動脈や腎被膜動脈が栄養動脈として関与していた症例に関しては，本法の方が従来法に比べてこれらの異常血管を明瞭に描出できている．近年，CT，超音波検査の発達により小さい腎癌が多く見つかるようになってきており[16),17)]，側副栄養動脈の存在する頻度は低下してきているが，側副栄養動脈としては腰動脈の頻度が最も多く[18)]，多くの症例において本法により正確な術前情報を提供できるとともに検査時間を短縮できるものと考えられた．ただし，本法では大動脈の前壁より分岐して下行し，尿管や腎被膜に分枝を出すgonadal arteryは造影できないという欠点がある．しかしgonadal arteryが栄養動脈となる頻度は高いものではなく，今回の検討例の中には見られなかった．

また，脊椎転移，脊髄動静脈奇形や腎血管性高血圧例等でも本法が従来法よりも優れている症例を経験した．以上の成績から本法は後腹膜病変や脊椎疾患の血管造影に際し，有用な方法と考えられた．

結　　語

1．大動脈の背側および外側の分枝（腰動脈や腎動脈）のみを選択的に造影するために，背側1方向のみに側孔をもつカテーテルを大動脈の背側に位置させ，側孔を背側に向けて造影剤を緩徐に注入する造影方法を考案した．

2．基礎的検討の結果，以下の条件で最良の造影像が得られた．

①カテーテル側孔は3cm間隔で5個，先端3個は大孔，手元2個は小孔．

②造影剤注入条件は12/3．

③カテーテル形状は先端部分はスパイラルで側孔部分は背側凸．

3．臨床例においても本法で背側および外側分枝のみを明瞭に描出できた．本法は従来の腹部大動脈造影と比較して，腰動脈の描出と腎動脈の起始部，本幹の描出が優れていた．

4．本法により，ほぼ全例で腫瘍の栄養動脈等の異常所見が描出できた．腎被膜動脈や腰動脈等が栄養動脈になっていた例や腎動脈本幹に狭窄の認められた例では従来法より本法の方が明瞭に病変を描出できた．

本稿を終えるに当たり，ご指導，ご校閲を頂きました大阪市立大学医学部放射線医学教室　小野山靖人教授に深く感謝いたします．また，臨床的検討にご協力いただいた大阪市立大学血管造影グループの諸先生方，基礎的検討にご協力いただいた市立伊丹病院放射線部の田中久雄氏，渡邊　歩氏に感謝申しあげます．

文　　献

1) Bosniak MA, Subramanyam BR: Renal parenchymal and capsular tumors in adults. (In) Taveras JM ed: Radiology revised edn chapter 116, 1-23, 1991, J B Lippincott Co Philadelphia
2) Stephens DH : Retroperitoneal masses. (In) Taveras JM ed: Radiology revised edn chapter 81, 1-12, 1991, JB Lippincott Co Philadelphia
3) Lowman RM, Grnja V, Peck DR, et al: The angiographic patterns of the primary retroperitoneal tumors: the role of the lumbar arteries. Radiology 104: 259-268, 1972
4) Boijsen E: Techniques and hazards. (In) Abrams HL ed: Abrams Angiography. 3rd edn 1091-1106, 1983, Little, Brown and Co, Boston
5) 平松京一：腹部血管X線解剖図譜．14，1982，医学書院，東京
6) 中村武史，森安史典，伴　信之，他：超音波Bモード・パルスドップラー複合法による腹部動脈血流の定量的測定－正常者における上腸間膜動脈，脾動脈，総肝動脈の測定－，日消誌82：1932-1939，1985
7) 木下直和：末梢および臓器循環の超音波による診断－腎血流－，超音波医学12：49-54，1985
8) 真島英信：循環；生理学改訂17版．379-418，1981，文光堂，東京
9) 鳶巣賢一，松本恵一，垣添忠生，他：腎癌転移病巣に対する動脈内注入療法，日泌尿器会誌，78：1205-1209，1987
10) 堀　晃，永田凱彦，花城可雅，他：骨盤骨折に伴う腰動脈出血に対する動脈塞栓術，臨放，34：1047-1050，1989
11) 平松京一：腹部血管X線解剖図譜．182，1982，医学書院，東京
12) Ovitt TW, Amplatz K: Semiselective renal angiography. AJR 119: 767-769, 1973
13) Aubert J, Koumare K: Variations of origin of the renal artery: a review covering 403 aortographies. Eur Urol 1: 182-188, 1975
14) Aronberg DJ, Glazer HS, Madsen K, Sagel SS: Normal thoracic aortic diameters by computed tomography. J Comput Assist Tomogr 8: 247-250, 1984
15) Talner LB, McLaughlin AP, Bookstein JJ: Renal artery dissection: a complication of catheter arteriography. Radiology 117: 291-295, 1975
16) Smith SJ, Bosniak MA, Megibow AJ, et al: Renal cell carcinoma: early discovery and increased detection. Radiology 170: 699-703, 1989
17) Yamashita Y, Takahashi M, Watanabe O, et al: Small renal cell carcinoma: pathologic and radiologic correlation. Radiology 184: 493-498, 1992
18) Nurmi M, Satokari K: Reliability of angiography in the evaluation of renal adenocarcinoma. Eur Urol 10: 233-237, 1984