

大動脈主要分枝の経皮的選択的血管造影

Percutaneous selective angiography of the main branches of the aorta

Per Ödman*. Acta Radiologica (Stockholm) 45, 1-14, 1956

大動脈分枝の1本を造影するには、一般にその血管の起始部付近で造影剤を注入する。

中でも最も一般的なものは腎動脈造影で、腹部大動脈に造影剤を注入して腎血管を造影する方法である。同様の方法は、例えば腹腔動脈枝 (Rigler 他), 大動脈弓部枝 (Helmsworth 他) でも報告されている。

大動脈弓部枝については逆行性カテーテル挿入でも造影可能であり (Helmsworth 他, Radner, Seldinger 他), あるいはカテーテルを使用せず逆行性造影剤注入のみの報告もある (Freeman, Miller)。鎖骨下動脈は直接穿刺でも造影できる。

カテーテルを使用するにせよ穿刺針からの造影にせよ、大動脈内の造影剤は基本的に血流によって分布し、かなりランダムである。従って、造影剤が一定の場所に集中してその大部分がうまく1本の血管に流入するような確率は小さい。このため大量の高濃度造影剤が必要になるが、それには脳、腎のような敏感な臓器に高濃度造影剤が流入するリスクを負うことになる。この点については最近, Broman & Olsson, Idborn & Berg, Alwall らも問題にしている。

また上記の血管造影法では、大動脈枝のみならず他の血管も造影されてしまうことも不満足な点である。無関係な分枝の造影によって、目的とする病変がしばしば不明瞭になる。特に腰部の大動脈造影では、多くの場合ほとんど全ての腹部大動脈分枝が造影されてしまうことから問題になりやすい。

Bierman らは、次のような手技を 24 症例に行なっている。

先端に一定の彎曲をもたせたX線不透過性心臓カテーテルを使用する。充分太い動脈を露出、壁を切開してカテーテルを血管内腔に挿入する。透視下にカテーテルを動脈内に進める。さらに様々な方法によって、大動脈枝の1本に進める。腹部大動脈枝へのカテーテル挿入では、頸動脈あるいは上腕動脈からカテーテルを挿入する。大動脈弓部枝の造影では、大腿動脈から挿入する。カテーテル端が目的とする血管に達したら、適当な量の造影剤を注入する。

この Bierman らの方法は、滅菌環境下での外科的処置が必要である。これはカテーテル操作そのものを困難にするとともに、多少なりともリスクが存在する。事実 4 例において露出した動脈が閉塞したり様々な理

由で廃用となっている（手術ミス、術後血栓症、創感染など）。カテーテルを頸動脈経由で挿入した 3 例において、このような合併症に引き続いて麻痺を見た症例も報告されている。従って、これらの動脈からのカテーテル挿入はほとんど推奨し得ない。頸動脈のかわりに上腕動脈を使う方法は、術後血栓が 1 例報告されているが、これよりも危険性は低い。しかし、カテーテルを上腕動脈、特に右上腕動脈から腰部大動脈に導くのはかなり難しい。さらに心臓カテーテルが体温で軟化し、所定の彎曲が失われて操作しにくくなることも、さらにこの方法を難しくしている。

Tillander は、やはり動脈の露出、切開を必要とする同様な方法を提唱しているが、このカテーテルは特殊なもので、遠位部に玉継ぎ手式 (ball and socket) の小さな鋼製ジョイント構造を備えている。このジョイントを X 線透視下に強力な磁石を使って大動脈枝に誘導する。

この方法は Bierman らが考案した方法から発展したものであるが、おそらく原法よりもカテーテルの操作性は優れていると思われる。しかし Tillander 法で必要とされる器材は複雑で取扱いも難しく、従ってカテーテル挿入自体が容易とは言い難い。

著者は 1954 年秋より経皮的穿刺による主要大動脈枝の選択的血管造影を試みている。この方法は以下のようなものである。

X 線不透過性ポリエチレンカテーテルを使用する（これは 1954 年 12 月 4 日のスウェーデン医学放射線学会で発表したもので、Nordisk Medicin 誌に掲載されて

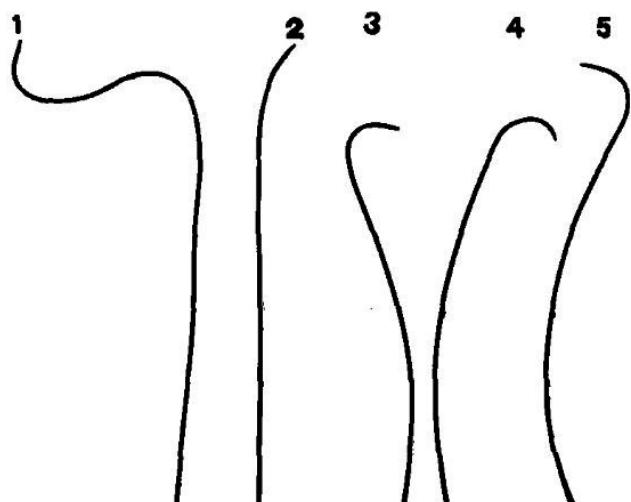


図 1. 血管造影用 X 線不透過性ポリエチレンカテーテル。腕頭動脈用 (タイプ 1), 左鎖骨下動脈用 (タイプ 2), 腹腔動脈用 (タイプ 3), 同側大腿動脈穿刺による腎動脈用 (タイプ 4), 対側大腿動脈穿刺による腎動脈用 (タイプ 5)。

* 投稿 1955 年 9 月 5 日。ストックホルム南病院 (Södersjukhuset)
第 1 放射線科 (Gunnar Jönsson 部長)。

いる。この種のカテーテルに関する詳細は後日発表予定である)。市販されているポリエチレン管と同じように、このカテーテルは温水(72度以上)に浸すと弾性を失って成型可能となる。その後速やかに冷却すると、通常の弾性を回復し、所望の彎曲した形状に固定される。この方法で、ポリエチレンカテーテルを任意の適当な形状に成型できる。またこのカテーテルは体温により軟化せず、血管内に挿入後も事前に成型した形状を保持している。

選択的血管造影では、検査する大動脈枝の形状に合わせてX線不透過性ポリエチレンカテーテルを成型しておく(図4~9)。通常、カテーテル遠位部では内径を細くし、先端からやや離れた位置に側孔を設ける。これにより反跳が緩和され、造影剤注入時のカテーテルの移動をかなり軽減できる(Ozman)。

カテーテルは、Seldingerが報告した方法で大腿動脈から経皮的に動脈系に挿入する。ポリエチレン管の遠位径は、Seldingerキットの径PE160に正確にフィットする。カテーテルを大動脈内に挿入し、目的とする分枝のレベル付近で、先端を目的とする方向に向けられるところまで進める。この時カテーテル端を、動脈枝がその起始部から走行する方向に一致するように向

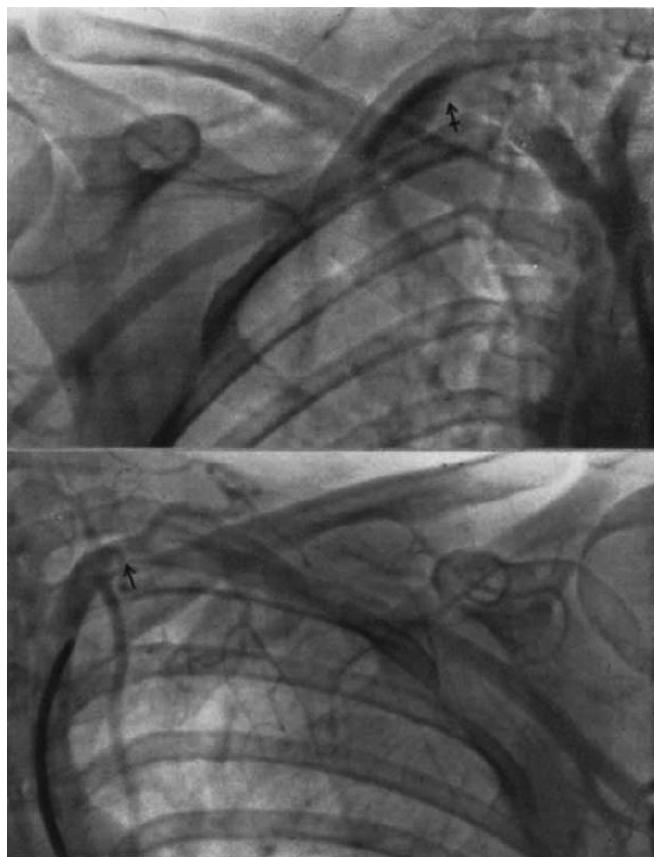


図2. 前斜角筋症候群。手術にて頸肋が証明された。(a) 経皮的左大動脈穿刺によりカテーテルを腕頭動脈に挿入。25%トリウロール18mLにより造影。右前斜角筋による右鎖骨下動脈の圧迫(→)。(b)X線透視下にカテーテル端を左鎖骨下動脈に挿入後。25%トリウロール15mLにより造影。左前斜角筋による左鎖骨下動脈の圧迫(→)。

ける。そして先端を、起始部と思われるところをゆっくりと通過させる。先端が血管口に達すると、カテーテルの弾性によって血管内腔に進入する。多くの場合、カテーテルはさらに2次分枝レベルまで進めることができる。このカテーテル操作はすべてX線透視下に行なう。これによってカテーテルの動きを詳細に観察し、先端が大動脈内にあるか、分枝内あるかを見きわめることができる。カテーテルを適切な位置に置いて、造影剤を用手的にあるいは圧入装置を使って注入する。造影剤の量と濃度は、目的とする血管領域だけが明瞭に造影されるように調整する。

現在までに、この選択的造影法を約20例に施行した。この経験から、各動脈に応じて特別な形状のカテーテルと、手技の調整が必要であることが分った。以下のように、さまざまな動脈を検査した。

1. 腕頭動脈造影

カテーテル先端はS字型に成型してある(図1のタイプ1)。上行大動脈上部に、先端が前上方を向くように置き、透視下にゆっくりとその方向を維持するよう引いてくる。腕頭動脈起始部に来ると、先端が動脈腔内に進入する。これで良ければ、この段階で造影剤を



図3. 右腋窩動脈の外傷後動脈瘤術後(動脈瘤切除、大伏在静脈移植後)。経皮的右大腿動脈穿刺によりX線透視下にカテーテルを右鎖骨下動脈に挿入。40%レオパーク[†]35mLを注入。静脈グラフト(→)。



図4. 経皮的左大腿動脈穿刺により、X線透視下にカテーテルを右総頸動脈に挿入。

注入する(図2a). 必要ならカテーテルをさらに進めて腕頭動脈の分枝に挿入し(図3, 4), 右鎖骨下, あるいは右総頸動脈を選択的に造影剤することもできる。

2. 左鎖骨下動脈造影

この場合は, カテーテル先端がわずかに屈曲したものを使用する(図1のタイプ2). 下行動脈の上部を通過後, カテーテルを頭側に押して左鎖骨下動脈に挿入する(図

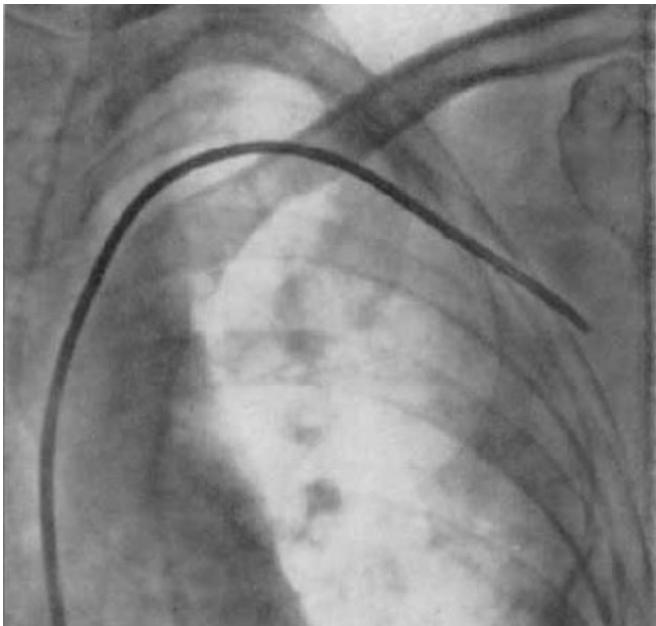


図5. 経皮的左大腿動脈穿刺により, X線透視下にカテーテルを左上腕動脈に挿入.

5). さらに上腕の動脈幹に進めることもできる. 症例に応じて適当な領域に造影剤を注入する(図2b, 図6).

3. 腹腔動脈造影

腹腔動脈の場合は, 全長にわたってS字型で, 先端で特にこれを強調した形状のカテーテルが必要である(図1のタイプ3). 患者は仰臥位とし, 腰椎の彎曲ができるだけ伸ばす. これによって腹部大動脈内のカテーテル操作が容易となる. この状態で, カテーテル端を腹側に向ける. そして透視下にこの方向を維持するように注意しながらカテーテルをゆっくりと引いてゆく. 先端が腹腔動脈の起始部に達すると, カテーテルがここに滑り込む(図7a). これは通常, 透視で明瞭に観察することができる. しかし, カテーテル端と他の血管との位置関係を知ることが難しい場合もある. これは特に腹腔動脈が左右外側に偏位している場合に見られる(図8, 図9). このような状況では, 少量の造影剤(35%ウンブラジール[†] 20mL, 図8)を注入してテスト撮影してみると判断できる. カテーテル端が腹腔動脈内にあることを確認してから, 50%ウンブラジール30~50mLを10~12mL/秒で注入して血管造影を行なう. 撮影は, 直交する2方向から行なうと, さまざまな造影血管の同定と, 病変の解釈が容易になる. この種の検査では, 腹腔動脈枝だけでなく, 静脈還流, 特に脾静脈, 門脈も造影できる(図7, 図9). 従ってこの検査では, 少なくとも30秒間撮影し, 異なる循環相を記録するべきである.

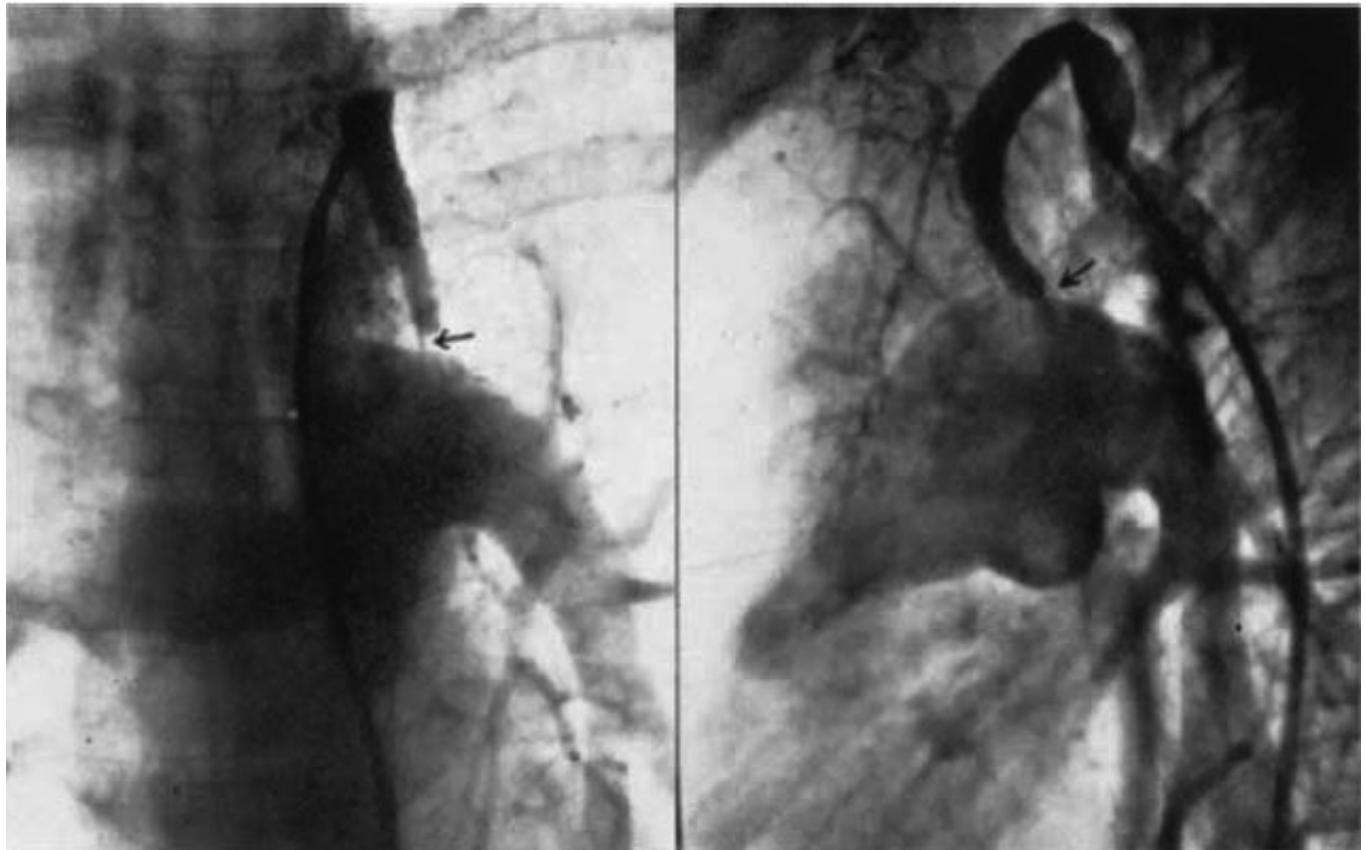


図6. Fallot四徴症術後(左鎖骨下動脈と肺動脈のBlalock吻合術後). (a)正面像, (b)側面像. カテーテルを左鎖骨下動脈に挿入. 40%レオパーキ[†] 35mLを注入. 左鎖骨下動脈, 肺動脈が認められ, 両者の吻合部は非常に細い(→). 前縦隔上部に, 体循環系と肺循環系の間の側副路が認められる.

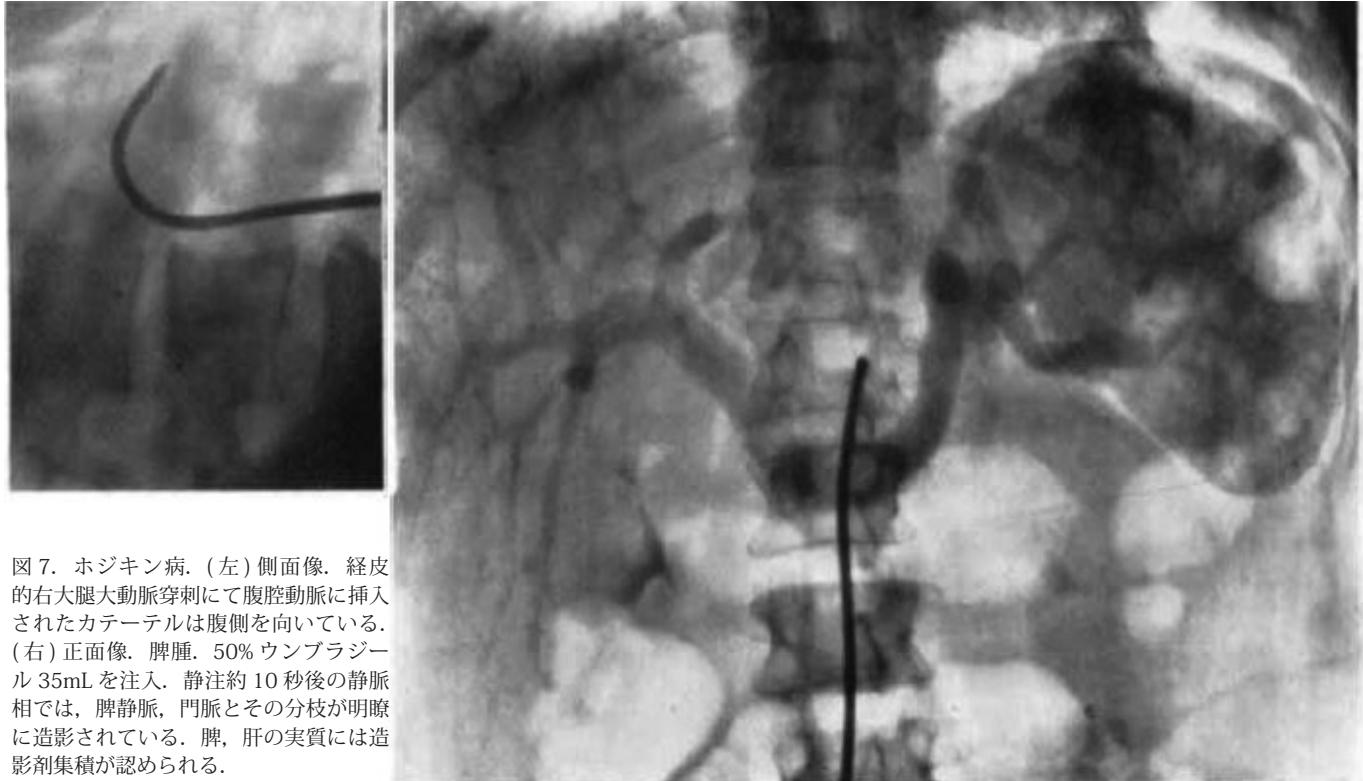


図 7. ホジキン病. (左) 側面像. 経皮的右大腿大動脈穿刺にて腹腔動脈に挿入されたカテーテルは腹側を向いている. (右) 正面像. 脾腫. 50% ウンプラジール 35mL を注入. 静注約 10 秒後の静脈相では、脾静脈、門脈とその分枝が明瞭に造影されている. 脾、肝の実質には造影剤集積が認められる.



図 8. 正面像. 腹腔動脈は左に偏位している. 35% ウンプラジール 20mL を注入. 1. 腹腔動脈, 2. 脾動脈, 3. 左胃動脈, 4. 総肝動脈, 5. 胃十二指腸動脈, 6. 固有肝動脈

4. 腎動脈造影

腎動脈造影では、カテーテル全長を軽度に彎曲させ、先端部近傍で特に強い彎曲をつける(図 1 のタイプ 4). この形状のカテーテルは、同側の大動脈経由で最も有用である。腎血管の造影にはこれが最も適した方法である。これが不可能な場合は、対側大腿動脈も施行できるが、その場合はカテーテル全長を S 字型とし、先端部に特に強いカーブをつける(図 1 のタイプ 5). 腎動脈にカテーテルを挿入するには、腎動脈分岐部と思われる位置の上または下にカテーテルを置き、先端を患側に向ける。X 線透視下にカテーテルを上下に動かすと動脈内に挿入され、この様子は透視で容易に確認できる(図 10a, b). 造影剤は 35% ウンプラジール

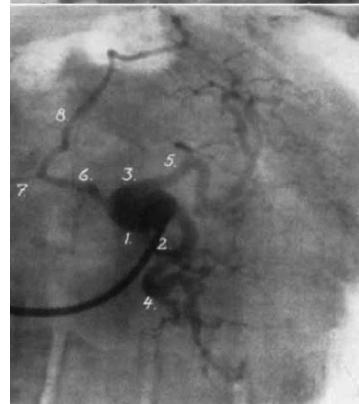
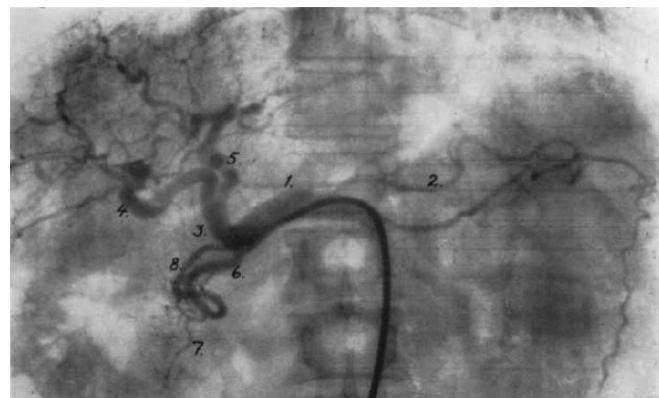


図 9. (上) 正面像, (下) 側面像. 脾摘後. 経皮的右大腿動脈穿刺により X 線透視下にカテーテルを腹腔動脈に挿入。血管は右側に偏位している。50% ウンプラジール 35mL を注入。腹腔動脈とその分枝が造影されている。
1. 総肝動脈(拡張している),
2. 左胃動脈,
3. 固有動脈,
4. 右肝動脈,
5. 左肝動脈,
6. 胃十二指腸動脈,
7. 上脾十二指腸動脈,
8. 右胃大網動脈。肝実質が濃染している。

あるいは 25% トリウロール[†] 15mL を用手的あるいは圧入装置を使って、8~10mL/秒で注入する。このとき、カテーテル端はごく短い距離だけが腎動脈内にあるようにして、すべての腎動脈枝が造影され、造影剤が腎の血管床全体に分布するようとする。カテーテルが深く入りすぎると、1 本ないし少数の分枝のみが造影され、その領域に不必要に高濃度の造影剤が流入する結果となる。腎動脈奇形(異所性動脈)がある場合は、

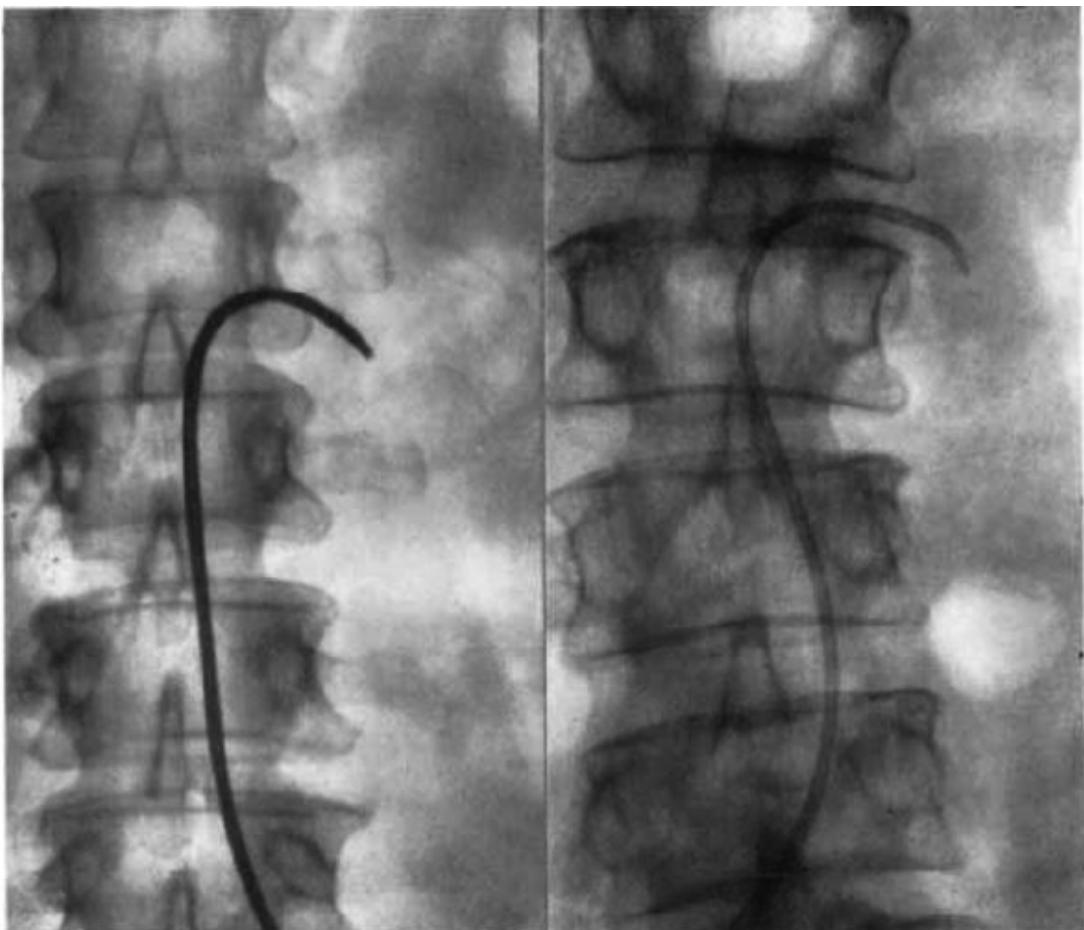


図 10. (左) 経皮的左大腿動脈穿刺によりX線透視下にカテーテルを同側腎動脈に挿入。(右) 右大腿動脈穿刺によりカテーテルを対側腎動脈に挿入。カテーテルの形状の違いに注目。



図 11. 左腎癌(図 10 と同一症例)。(左) 腎の正面像(↑カテーテル端)。(右) 腎の側面像。経皮的左大腿動脈穿刺。25% トリウロール 15mL を注入。動脈相。腎上半部に、腎癌に特徴的な異常血管増生が認められる。



図 12. 慢性腎孟腎炎. 経皮的穿刺による選択的左腎動脈造影. 25% トリウロール 15mL を注入. (左上)動脈相(腎の正面像). (右上)動脈相(腎の側面像). (左下) 静脈相. 腎実質が濃染されている(腎の正面像). (右下) 静脈相. 腎実質が濃染されている(腎の側面像).

それぞれの動脈に個別にカテーテルを挿入すると良い。

選択的腎動脈造影では、直交する2方向撮影を行なう。患者の体位は、腎の眞の正面像、眞の側面像が得られるようとする(図11、図12)。造影剤が腎血管床を通過する異なる時相を撮影すると良い(図12)。

以上のような選択的血管造影は、これまで合併症なく、きわめて容易に施行できている。おそらくさらに選択性を高めることも可能であろう。例えば、鎖骨下動脈の分枝を個別に造影することは明らかに可能である。腹腔動脈の分枝を1本ずつ造影することもおそらく可能である。

前述の大動脈分枝以外にも、ここには示さないが上腸間膜動脈を含む他の動脈にもカテーテルを挿入している。さらに一側の大腿動脈から大動脈分岐を越えて対側の総腸骨動脈に挿入することも可能であろう。

結語

本法の長所は次のような点である。

X線不透過性カテーテルを、経皮的に動脈系の挿入し、X線透視下に大動脈の主要分枝に進めることができる。

充分な量と濃度の造影剤を注入することができ、それぞれの検査に応じて調整できる。

不要な血管領域の造影を回避できる。

造影剤の毒性による有害作用のリスクが、初期の従来法にくらべて大幅に低減される。これは特に腎動脈造影において重要である。通常の腎動脈造影では、両側腎が多少なりとも造影剤に曝露されるが、選択的腎動脈造影では、造影剤は一側腎のみに注入され、必要なX線濃度、腎実質障害のリスクという要因を考慮して投与量を調整できる。

要約

大動脈主要分枝の経皮的選択的血管造影について予備的報告を行なった。新しいタイプのX線不透過性ポリエチレンカテーテルを導入した。大動脈分枝に適合するようにこれを成型し、カテーテル端をX線透視下に大動脈分枝に進め、造影剤を注入する方法である。

【文献】

- ALWALL, N., JOHNSSON, S., TORNBERG, A. & WERKÖ, L.: Acute renal failure following angiography. *Acta chir. Scandinav.* 109 (1955), 11.
BIERMAN, H. R., MILLER, E. R., BYRON, R. L., DOD, K. S., KELLY, K. H. & BLACK, D. H.: Intra-arterial catheterization of viscera in man. *Am. J. Roentgenol.* 66 (1951), 555.
BROMAN, T. & OLSSON, O.: The tolerance of cerebral blood-vessels to a contrast medium of the diodrast group. *Acta radiol.* 30 (1948), 326.
FREEMAN, N. E. & MILLER, E. R.: Retrograde arteriography in diagnosis of cardiovascular lesions. I. Visualization of aneurysms and peripheral arteries. *Ann. Int. Med.* 30 (1949), 330.
HELMSWORTH, J. A., MCGUIRE, J. & FELSON, B.: Arteriography of the aorta and its branches by means of the polyethylene catheter. *Am. J. Roentgenol.* 64 (1950), 196.
IDBORN, H. & BERG, N.: On the tolerance of the rabbit's kidney to contrast media in renal angiography. *Acta radiol.* 42 (1954), 121.
ÖDMAN, P.: Ny kateter för kontrastundersökning av hjärtat och de stora kärlen. (Swedish.) *Nord. Med.* 54 (1955), 1577.
— Thoracic aortography by means of a radiopaque polythene catheter inserted percutaneously. *Acta radiol.* (in press).
RADNER, S.: Subclavian angiography by arterial catheterization. *Acta radiol.* 32 (1949), 359.
RIGLER, L. G. & OLFFELT, P. C.: Abdominal aortography for roentgen demonstration of the liver and spleen. *Am. J. Roentgenol.* 72 (1954), 586.
SELLINGER, S. I.: Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography. *Acta radiol.* 39 (1953), 369.
— Localization of parathyroid adenoma by arteriography. *Acta radiol.* 42 (1954), 353.
TILLANDER, H.: Magnetic guidance of a catheter with articulated steel tip. *Acta radiol.* 35 (1951), 62.

【訳注】†

- ・トリウロール (Triurol). アセトリゾン酸 (acetrizoate) 系水溶性ヨード造影剤 (sodium 3-acetamido-2,4,6-triiodobenzoate)。日本では未発売。
- ・レオパーク (Rheopak). 同上
- ・ウンブラジール (Umbradil). ヨードピラセット (iodopyracet) 系水溶性ヨード造影剤 (3,5-diiodo-pyridone-N-acetic acid)。別名 Diodrast, Diodone. 日本では未発売