

腹部血管撮影検査について

NTT 東日本関東病院 塚本 篤子

(循環器撮影技術研究会)

1. はじめに

世界で最初の血管撮影は 1936 年市川が大動脈にカテーテルを挿入し造影したと記載されているが、手技が煩雑で副障害も多かったため普及しなかった。

1953 年スウェーデンの Seldinger が、経皮的に動脈穿刺を行い、穿刺針の中にガイドワイヤを通して血管内にワイヤを挿入した後穿刺針を抜き、ワイヤに沿ってカテーテルを挿入するという方法を考案した。この手技は、Seldinger 法（経皮カテーテル法）として現在広く用いられている。

その後、1956 年にスウェーデンの Odman が X 線不透過性のポリエチレンカテーテルを用い、先端部を加熱し屈曲させ、任意な血管分岐にカテーテルを進め造影する選択的血管撮影を行い、現在の血管撮影法を確立させた。

Interventional Radiology（以下 IVR）という言葉は、1967 年に Margulis によって最初に使われた。1964 年 Dotter が動脈硬化による血管閉塞を経皮的に開通、治療したのが実質的な臨床の端緒とされるが、以来薬剤の動注療法や血管塞栓術など血管造影手法を用いたものだけでなく、非血管系などあらゆる領域で多くの経皮的療法が考案されている。

2. 血管撮影検査

2.1 血管撮影検査の目的

- 血管自体の病変の質的および局在診断
- 血管像より種々の臓器やその周囲組織の病変の診断
- 循環動態や機能の診断
- 治療方法の決定や治療効果の判定

IVR

が考えられるが、腹部血管撮影では CT・MR など各モダリティの普及と目覚ましい進歩により適応が減少してきており、現在では腹部血管撮影の目的は IVR にあると言っても過言ではない。

2.2 血管撮影の異常像

- 血管径の異常
 - 血管辺縁の異常
 - 血管走行の異常
 - 血管分岐の異常
 - 血管数の異常
 - 実質像の異常
 - 循環速度の異常
- を挙げることができる。

2.3 腫瘍性病変の血管造影読影のポイント

血管支配から見た病巣の正確な局在

病巣を栄養している血管 (feeding artery) を正確に同定することによって、精度の高い局在診断を下すことができる。栄養血管には、本来の臓器固有血管の他、隣接する臓器から入り込んでくる寄生血管 (parasitic supply) にも注意が必要である。

血管増生 (increased or hypervascularity)

a) 腫瘍血管 (tumor vessel)

腫瘍により新生された血管で腫瘍の存在や形・大きさに関する直接所見として重要である。

b) 腫瘍濃染 (tumor stain)

腫瘍血管が見られる場合は、毛細血管相において腫瘍自体が濃染し、その形態・広がり・大きさなどを知ることができる。

c) pooling 像

悪性腫瘍が壊死に陥りこれらに小間隙が形成され、造影剤が一時貯留して見える状態 (通常は腫瘍の中心部)。

d) 血管の圧排・偏位 (displacement)

腫瘍がある程度大きくなると、近接する血管はこの腫瘍によって圧排・偏位される (同時に伸展像を呈する)。

腫瘍性血管に乏しい場合は、この所見のみの場合もある。

e) 取込み像 (encasement)

悪性腫瘍が発育に伴って、周囲の血管を取込みこれらの血管に不規則な狭窄像を形成することも少なくない。血管に乏しい腫瘍 (膀胱癌など) の場合は重要な所見になる。

f) 腫瘍の動静脈内進展

静脈内に進展した腫瘍成分は腫瘍血栓 (tumor thrombus) を形成して、これらの血流を遮断する。それに伴い、腫瘍を栄養する線条血管像を示すことがある (肝細胞癌の場合は、threads and streaks sign と呼び、腎細胞癌の場合は striated vascular pattern と呼ぶ)。

g) 動静脈短絡 (arterio-venous shunt)

悪性腫瘍・外傷などでしばしば動脈系から静脈系に短絡が認められる。

血管撮影画像を見るときは、以上のような所見に注意を払う必要がある。

2.4 副作用について

《手技による副作用》

穿刺部位の出血・血腫

動脈の痙攣 (スパスム)

動脈の穿孔・内膜損傷・内膜下造影剤注入

動脈血栓・塞栓

カテーテルおよびガイドワイヤの離断

《造影剤による副作用》

悪心・嘔吐

蕁麻疹

気管支痙攣・喉頭痙攣

血圧低下・徐脈

手技によるものに関しては、施行医の技術レベルや熟練度、経験が大きく影響するが、担当技師もチームスタッフの一員として注意をはらうべきである。造影剤によるものに関しては、初期症状であるくしゃみ・かゆみ・息苦しさ・吐き気などを見逃さないように、担当スタッフ全員で患者様の様子を注意深く観察する必要がある。非イオン性造影剤になって、副作用の出現率が低くなったが、0 になったわけではないので注意を怠ってはいけない(選択的血管撮影で、副作用発現率 4.3% : 造影剤要覧 2002、SCHERING)。

2.5 IVR について

IVR は Vascular IVR (血管性 IVR) と Non Vascular IVR (非血管性 IVR) に大きく分かれる。

Vascular IVR

a) 血管に対するもの

バルーン血管形成術 : 腎動脈・腸骨・下肢動脈・冠動脈など

ステント留置術 : 大動脈・腎動脈・腸骨・冠動脈など

血栓溶解療法

下大静脈フィルター留置術

血管内異物除去など

b) 動脈塞栓術

TAE : 肝細胞癌や腎細胞癌に対する TAE (transcatheter arterial embolization)

外傷性出血

動脈瘤

消化管出血など

c) 門脈圧亢進症 : 経静脈的肝内門脈静脈短絡術 TIPS (transjugular intrahepatic portosystemic shunt)、バルーン下逆行性経静脈的塞栓術 B-RTO (balloon-occluded retrograde transvenous obliteration) など

d) 動注化学療法 : 経皮的リザーバー植込み術、リピオドールと抗癌剤の混和液などの注入 TAI (transcatheter arterial infusion) など

Non-vascular IVR

透視下ドレナージ術や経皮経肝的胆道ドレナージ術 (percutaneous transhepatic biliary drainage : PTBD)、胆道ステント留置術、胆道バルーン拡張術、経皮的エタノール注入療法 (percutaneous ethanol injection therapy : PEIT)、経皮的マイクロ波凝固療法 (PMCT)、ラジオ波焼灼治療 (RFTA) などがある。

Vascular IVR が発展した背景には、

DSA 装置の発達

フィルムに比べて、

a) 即時性に優れ、血流状態を直接観察しながら撮影できる。

b) コントラスト分解能が良いので造影剤使用量が少なく済み、造影剤の注入速度を下げ安全に撮影できる。

c) デジタルなので、ロードマップ機能などを使用し、安全にカテーテルの操作ができ、リマスキング (remasking) やピクセルシフト (pixel shift) などの後処理 (post processing) の機能もあり患者様の動きにも、対応しやすい。

器具の発達（ガイドワイヤやカテーテルなど）
手技が熟成
などの理由が考えられる。

3. 腹部血管の解剖

腹部に限らず血管解剖を知っておくことは、血管撮影検査を行う上で、大変重要なことなので以下に簡単にまとめた。

腹部血管とは、胸部大動脈が横隔膜の大動脈裂孔を通過して腹部大動脈に移行した所より、第4腰椎付近で左右の総腸骨動脈に分岐するまでの範囲をいう。

3.1 腹部大動脈 (Fig.1)

腹部大動脈の第12胸椎下部から第1腰椎のレベルで腹腔動脈 (celiac trunk) を分岐し、腹腔動脈の直下部で第12胸椎から第2腰椎レベル前面から上腸間膜動脈 (superior mesenteric artery (以下 artery を a.と略す)) を分岐し前下方に向かう。

第1腰椎中部から第2腰椎中部のレベルで大動脈側壁より左右の腎動脈 (renal a.) を分岐し、第2腰椎から第3腰椎のレベルで下腸間膜動脈 (inferior mesenteric a.) を分岐する。下腸間膜動脈は上腸間膜動脈より鋭角に前下方に走る。

第4腰椎の高さで左右の総腸骨動脈 (common iliac a.) に分岐し骨盤内を側下方に向かい、第5腰椎か第1仙椎付近で外腸骨動脈 (external iliac a.) と内腸骨動脈 (internal iliac a.) に分岐する。

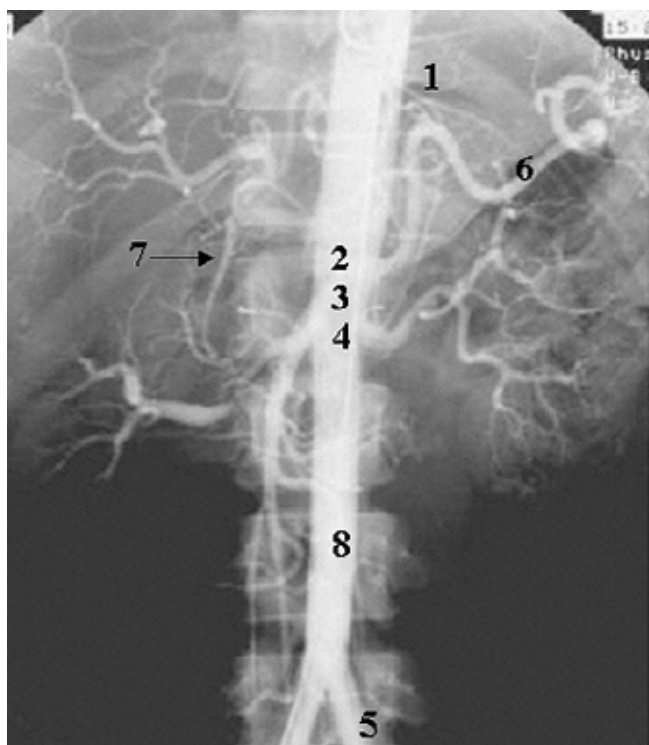


Fig.1 腹部大動脈

- 1: 肋間動脈
- 2: 腹腔動脈
- 3: 上腸間膜動脈
- 4: 腎動脈
- 5: 総腸骨動脈
- 6: 脾動脈
- 7: 胃十二指腸動脈
- 8: 下腸間膜動脈

他に腹部大動脈からは、肋間動脈 (intercostal a.)、肋下動脈 (subcostal a.)、下横隔動脈 (inferior phrenic a.)、腰動脈 (lumber a.)、中副腎動脈 (middle adrenal a.)、精巣 (卵巣) 動脈 (testicular (ovarian) a.) などを分岐する。

3.2 腹腔動脈 (Fig.2)

腹腔動脈は大動脈から分岐した後、多くは脾動脈 (splenic a.) と左胃動脈 (left gastric a.) と総肝動脈 (common hepatic a.) に分かれる。総肝動脈は、胃十二指腸動脈 (gastroduodenal a.) を出した後、固有肝動脈 (proper hepatic a.) となる。固有肝動脈は左葉外側区の背外側区枝と腹外側区枝を分岐する左肝動脈 (left hepatic a.) と、左葉内側区を走る中肝動脈 (middle hepatic a.)、右葉前区と右葉後区に分岐する右肝動脈 (right hepatic a.) に分岐する。

肝動脈のうち、総肝動脈末端以外より分岐するものを補動脈 (supplementary a.)、そのうち一肝葉以上を栄養するものを置換肝動脈 (replaced hepatic a.)、1 肝葉の垂区域 1 部のみを栄養するものを副肝動脈 (accessory hepatic a.) と呼ぶ。

右胃動脈は、固有肝動脈や左肝動脈起始部から分岐し、胃小彎側で左胃動脈と吻合する。右肝動脈が右葉前後区に分岐する前に胆嚢動脈 (cystic a.) を出す。

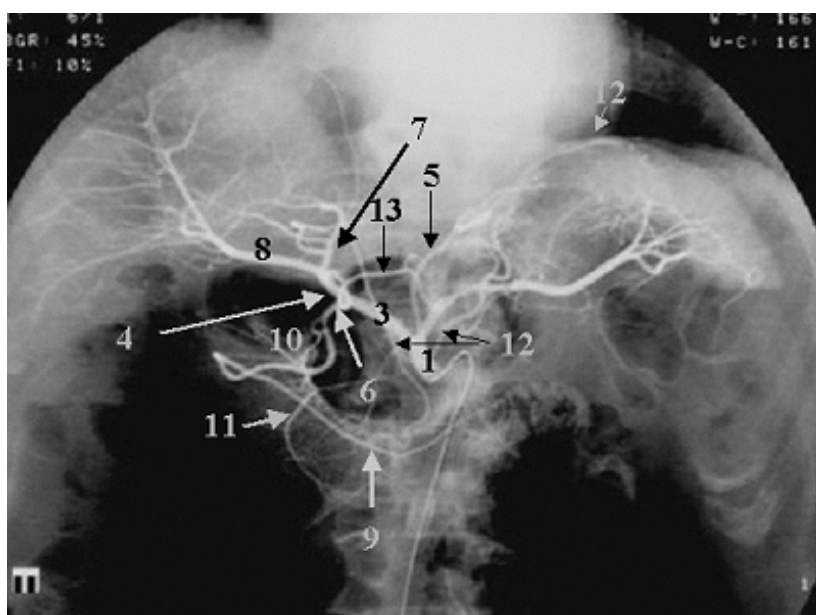


Fig.2 腹腔動脈

- 1: 腹腔動脈
- 2: 脾動脈
- 3: 総肝動脈
- 4: 固有肝動脈
- 5: 左胃動脈
- 6: 胃十二指腸動脈
- 7: 左肝動脈
- 8: 右肝動脈
- 9: 胃大網動脈
- 10: 後膵十二指腸動脈
- 11: 前膵十二指腸動脈
- 12: 下横隔動脈
- 13: 右胃動脈

胃十二指腸動脈は、後上膵十二指腸動脈 (posterior superior pancreaticoduodenal a.: PSPD) を出しながら、十二指腸球部の後部を下行し、膵頭部の前面に出て前上膵十二指腸動脈 (anterior superior pancreaticoduodenal a.: ASPD) を分岐した後、右胃大網動脈 (gastroepiploica a.) となり脾動脈から分岐した左胃大網動脈と胃大彎側にて吻合する。(Fig.3)

脾動脈は腹腔動脈から分岐した後、左方に走り脾臓に入るが、途中膵臓の上縁に沿ってゆるやかに蛇行しながら背側膵動脈 (dorsal pancreatic a.)・大膵動脈 (great pancreatic a.)・膵尾動脈 (caudal pancreatic a.) などを膵臓に向かって分岐する。背側膵動脈は膵頭部への吻合枝と横行膵動脈 (transverse pancreatic a.) に分かれる。脾動脈はその他に脾門近くで短胃動脈 (short gastric a.) や左胃大網動脈を分岐するが、脾の上極に分布する上極動脈 (superior polar a.) が早く分岐していることもある。



Fig.3 腹腔動脈のステレオ像

- | | |
|------------|------------|
| 1：腹腔動脈 | 6：前膵十二指腸動脈 |
| 2：左肝動脈 | 7：胃大網動脈 |
| 3：右肝動脈 | 8：下膵十二指腸動脈 |
| 4：胃十二指腸動脈 | 9：背側膵動脈 |
| 5：後膵十二指腸動脈 | |

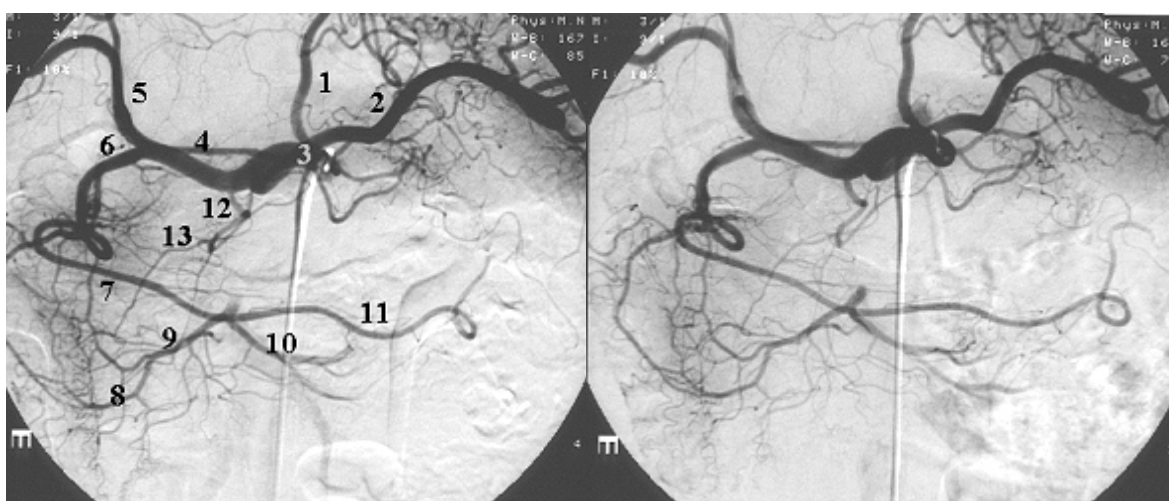


Fig.4 膵臓の血管

- | | |
|-------------|----------------------------------|
| 1：左胃動脈 | 8：前上膵十二指腸動脈 |
| 2：脾動脈 | 9：下膵十二指腸動脈 |
| 3：腹腔動脈 | 10：副中結腸動脈 |
| 4：右胃動脈 | 11：右胃大網動脈 |
| 5：固有肝動脈 | 12：背側膵動脈 |
| 6：胃十二指腸動脈 | 13：Prepancreatic Arterial Arcade |
| 7：後上膵十二指腸動脈 | |

3.3 門脈 (Fig.5)

門脈 (portal vein) は、脾静脈と上・下腸間膜静脈、胃冠状静脈が臍頭部背部にて 1 本の太い静脈となり、固有肝動脈の背側を走り肝門部にて左葉および右葉枝に分岐する。一般に、門脈系の分枝は同名の動脈と伴走する。肝内門脈枝は比較的変異が少ない。

門脈の造影には、経動脈的造影、経脾門脈造影、経臍静脈造影、経皮経肝門脈造影などがある。

クイノー (Couinaud) は、肝臓を 8 つの亜区域に分けた。胆嚢窩と肝上部の下大静脈を結ぶカントリー線 (Cantlie line) によって左葉と右葉に分け、左葉は肝鎌状間膜によって内側区域と外側区域に分かれる。さらに外側区域は前後に、内側区域は尾状葉と方形葉に分かれ、右葉は前後および上下に 4 分割される。

中肝静脈の本幹は右葉と左葉の境界 (Cantlie line) を走り、右肝静脈は右葉前後区の間を、左肝静脈は左葉内外側区の間を走る。動脈と門脈のそれぞれの枝が各亜区域を灌流する。

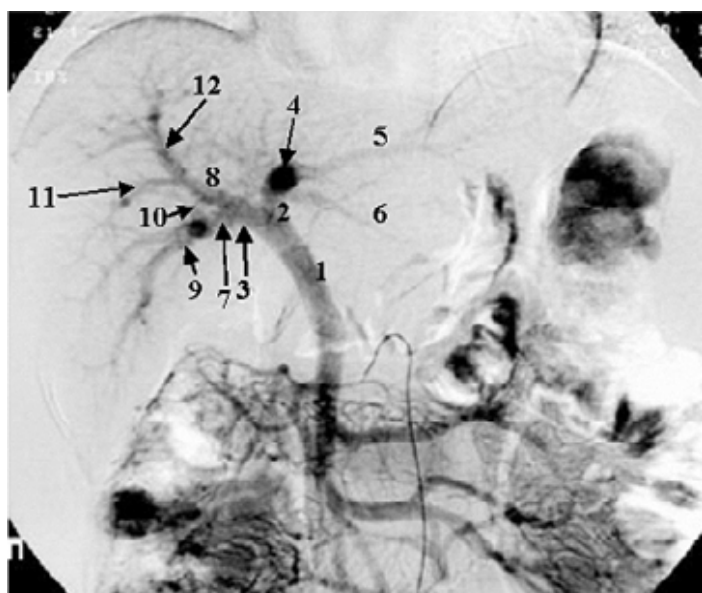


Fig.5 門脈

- 1 : 門脈本幹
- 2 : 門脈左枝
- 3 : 門脈右枝
- 4 : Umbilical point (UP)
- 5 : 左葉外側区枝 (S2)
- 6 : 左葉外側区枝 (S3)
- 7 : 右葉後区枝
- 8 : 右葉前区枝
- 9 : 右葉後下区枝 (S6)
- 10 : 右葉後上区枝 (S7)
- 11 : 右葉前下区枝 (S5)
- 12 : 右葉前上区枝 (S8)

3.4 上腸間膜動脈 (Fig.6,7)

上腸間膜動脈の主な分岐は、下臍十二指腸動脈 (inferior pancreaticoduodenal a.)、中結腸動脈 (middle colic a.)、右結腸動脈、回結腸動脈 (ileocolic a.)、空腸動脈 (jejunal a.)、回腸動脈 (ilial a.) である。

下臍十二指腸動脈は、前後二本の上臍十二指腸動脈と吻合し臍十二指腸 arcade をつくる。総肝動脈が閉塞した場合などは、この arcade を介して肝内を栄養する場合がある。

上腸間膜動脈全体を一度で撮影するのは難しいので、最初から二度に分けた方がよい。下縁は恥骨結合まで入れる。

3.5 腎・副腎動脈 (Fig.8,9)

腎動脈は腎門部の手前で腹側枝 (ventral branch) と背側枝 (dorsal branch) に分かれ、区域動脈 (segmental a.)、葉間動脈 (interlobar a.)、弓状動脈 (arcuate a.)、小葉間動脈 (interlobular a.) に分岐する。

腎動脈本幹より、上極動脈や腎皮膜動脈 (capsular a.)、下副腎動脈なども分岐する。複数本の腎動脈が存在すると考えられる場合や、腎動脈以外からも血液供給を受けていると考えられる腎腫瘍には、腹部大動脈造影も必要である。右腎動脈のステレオ像を示す。

副腎動脈は、下横隔動脈・腹部大動脈・腎動脈からそれぞれ上・中・下副腎動脈が分岐する割合が多いが変異も多く、3本がすべて存在するとは限らない。



Fig.6 上腸間膜動脈

- 1：上腸間膜動脈
- 2：中結腸動脈
- 3：右結腸動脈
- 4：回結腸動脈
- 5：空腸動脈
- 6：回腸動脈
- 7：下膵十二指腸動脈



Fig.7 上腸間膜動脈のステレオ像

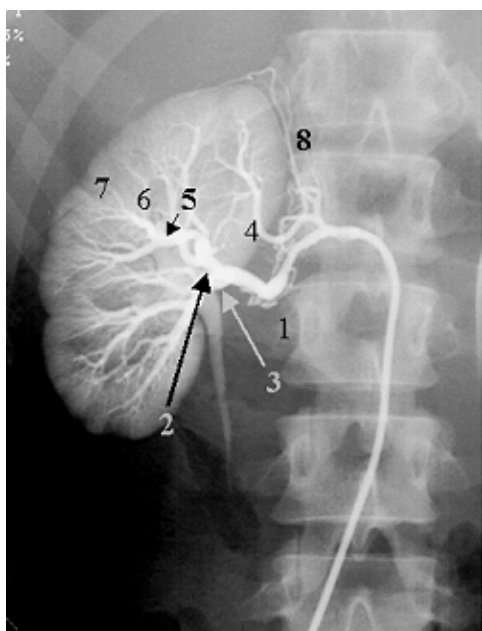


Fig.8 腎動脈

- 1：腎動脈本幹
- 2：腹側枝
- 3：背側枝
- 4：上極動脈
- 5：区域動脈
- 6：葉間動脈
- 7：弓状動脈
- 8：被膜動脈

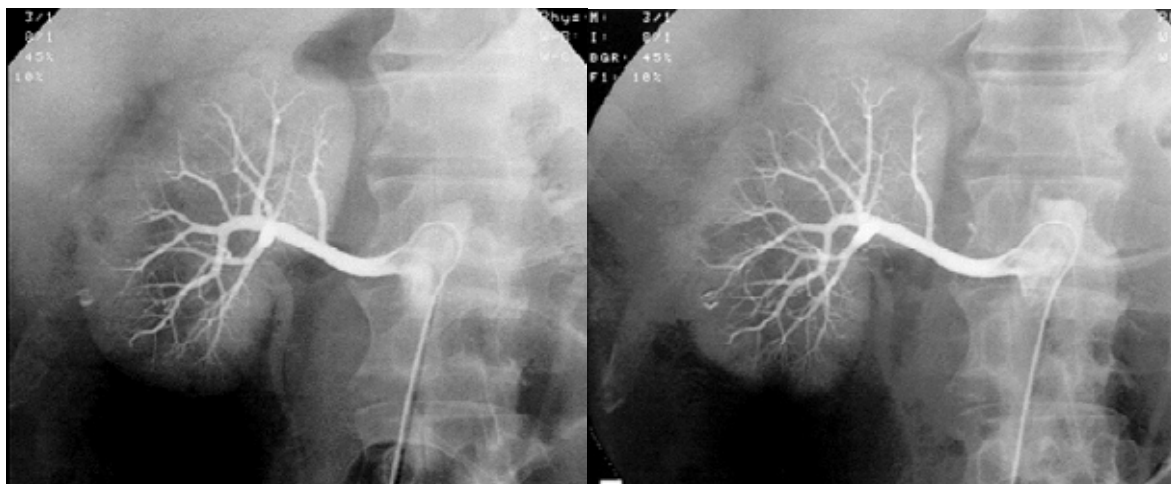


Fig.9 腎動脈のステレオ

3.6 下腸間膜動脈 (Fig.10)

左結腸動脈・S状結腸動脈 (sigmoidal a.) 上直腸動脈 (superior rectal a.) などが分岐する。上直腸動脈が下腸間膜動脈の終末枝 (end a.) となる。上直腸動脈は、内腸骨動脈の分枝である中直腸動脈や下直腸動脈と吻合する。

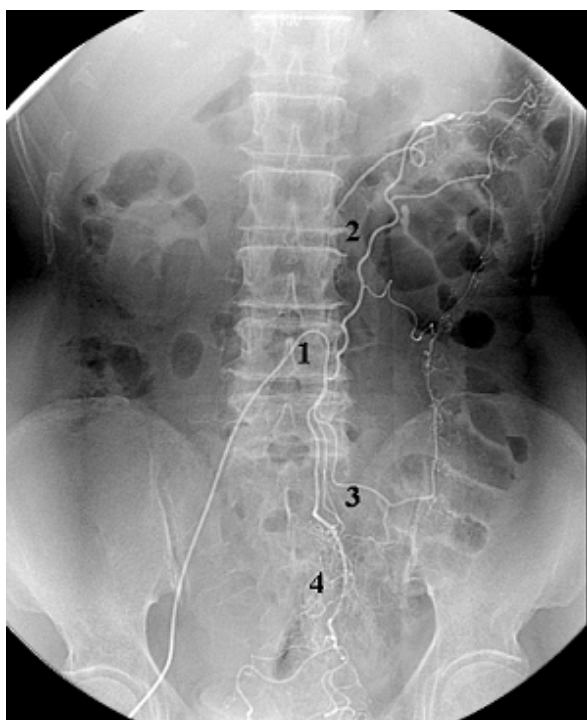


Fig.10 下腸間膜動脈

- 1：下腸間膜動脈
- 2：左結腸動脈
- 3：S状結腸動脈
- 4：上直腸動脈

3.7 静脈系

静脈系には、体循環に属する下大静脈系と腹腔内臓器のうち、消化器管・膵臓・脾臓・胆道の毛細管からの静脈血を集め肝内に入る門脈系の2系統より構成される。

下大静脈は、第4から第5腰椎レベルで左右の総腸骨静脈が合流して形成され、椎体の前方やや右寄りを行く。

静脈は、造影剤の流れが速いので、3f/秒の早い撮影レートで撮影する必要がある。ただし、静脈閉塞で側副路を描出する場合はゆっくりしたプログラムも必要である。

3.8 変異 (破格) (Fig.11)

腹部血管には変異が多くあり、その理解が血管撮影特に IVR を行う上で重要である。

肝臓への血流支配では、

上腸間膜動脈から

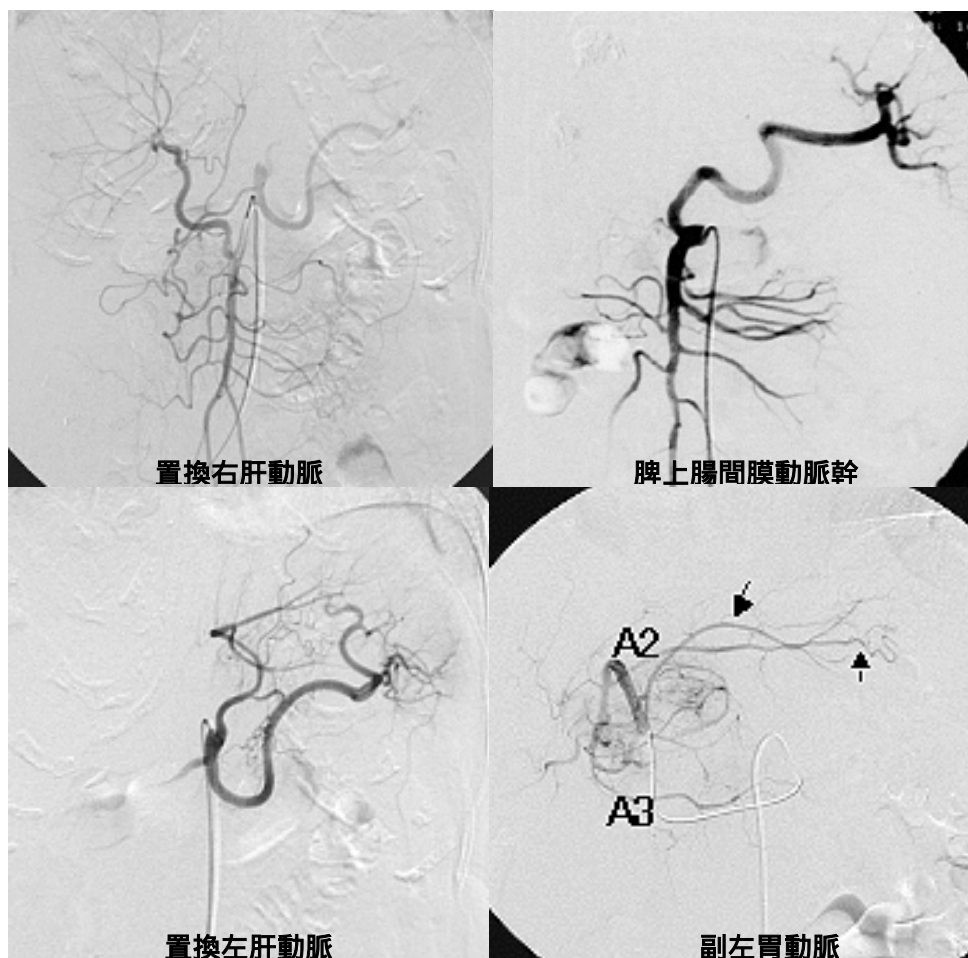
- a) 右肝動脈
- b) 右垂区域枝
- c) 右垂区域枝の一分枝

左胃動脈から

- d) 左肝動脈
- e) 左外側区域枝
- f) 左垂区域枝

腹腔動脈本幹から

- g) 右肝動脈
 - h) 右肝動脈の一分枝
- が分岐するものがある。



3.9 側副血行路

肝臓の側副血行路を例にとる。肝動脈の狭窄・閉塞や、腫瘍が肝辺縁に存在あるいは肝外に突出した場合に発達し、栄養血管となりうるものとして、

- 下横隔動脈
- 副腎動脈
- 腎被膜動脈
- 肋間動脈、肋下動脈
- 大網動脈
- 傍胆管動脈、胆管周囲動脈
- 内胸動脈
- その他 (左胃動脈、右・中結腸動脈など)

以上のような血管が考えられる。この理解も IVR を行う上で重要である。

Fig.11 変異 (破格)

4. 腹部血管撮影について

4.1 造影剤の注入量・注入レート・撮影レート

各血管撮影の注入量と注入レートを Table1 に示す。(造影剤要覧 23: SCHERING より抜粋) フィルムから DSA になりコントラスト分解能が良くなったため、造影剤の注入速度、注入量、造影剤濃度が少なくなっている。(フィルムの 2/3 から 1/2 程度)

当院の平均的な造影剤注入量と注入速度 (4Fr のカテーテルを使用時)、DSA 撮影レートを Table2 に示

す。現在 IVR 時にはマイクロカテーテルの使用がほとんどであり、その場合の造影剤注入速度、注入量は親カテ（ガイディングカテーテル）で造影する場合より少ない量になる（マイクロカテーテルを使用する場合は造影剤自動注入器の耐圧、立ち上がり時間の設定に十分に注意する）。DSA の撮影レートや造影剤の注入速度・注入量、造影剤自動注入器の耐圧は、撮影する臓器の大きさ、血管の太さ、血流状態、使用カテーテル、カテーテルの位置、テストインジェクションなどにより増減する。

Table1 造影剤使用量

	フィルム		DSA	
	用量(ml)	注入速度(ml/sec)	用量(ml)	注入速度(ml/sec)
腹部大動脈	40~50	20~25	30	15
腹腔動脈	35~40	8~10	20~30	4~5
総肝動脈	35	4~5	15~20	3~5
固有肝~右肝動脈	20~30	3~4	10~20	2~3
上腸間膜動脈	30~40	8~10	20~25	4~5
経上腸間膜動脈性門脈	60~70	8~10	25~30	4~5
下腸間膜動脈	15~20	3~5	10	2~3
腎動脈	8~12	5~6	6	3
総腸骨動脈	25~30	10~15	15~25	5~7
内腸骨動脈	20~25	4~6	10~15	3~5

造影剤 イオパミロン 300、 造影剤要覧2002 (SCHERING)より抜粋)

Table2 撮影レート、注入速度、注入量

	DSA	DSA	
	撮影レート	用量(ml)	注入速度(ml/sec)
腹部大動脈	3f/s → 1f/s	20	10
腹腔動脈	3f/s → 2f/s → 1f/s	18	6
総肝動脈	2f/s → 1f/s	12	4
固有肝~右肝動脈	2f/s → 1f/s	8~12	2~3
上腸間膜動脈	3f/s → 2f/s → 1f/s	16~18	4~6
経上腸間膜動脈性門脈	2f/s → 1f/s → 0.5f/s	18~21	6~7
下腸間膜動脈	2f/s → 1f/s	10	2~3
腎動脈	3f/s → 1f/s	9~12	3~4
総腸骨動脈	2f/s → 1f/s	15~20	5~6
内腸骨動脈	1f/s	9~12	3~4

造影剤 イオパミロン 300

4.2 塞栓物質

次に当院で使用されている塞栓物質の一部を示す。(Fig.12) ゼルフォーム(塞栓期間:約2週間程)スフレックス(同:10~20分)は短期の塞栓物質であり99.5%エタノール・ヒストアクリル(n-butyl cyanoacrylate:NBCA)・コイル(コイルの種類には、写真のような金属コイルの他にプラチナコイル、離脱コイル(IDC:interlocking detachable coil、GDC:guglielmi detachable coil)など多種ある)などは永久塞栓物質である。その他に一時的塞栓物質として熱凝固自家凝血塊、永久塞栓物質として離脱バルーンやオルダミン(ethanolamine oleate:EO)Ivalon(polyvinyl alcohol foam)などがある。



Fig.12 塞栓物質

一時的塞栓物質

- 1: ゼルフォーム
- 2: スフレックス

永久塞栓物質

- 3: ヒストアクリル
- 4: エタノール
- 5: コイル

4.3 腹部血管撮影検査の流れ

腹部血管撮影検査の流れを当院で最も多く行われている肝細胞癌(hepatocellular carcinoma:以下HCC)の塞栓術(TAE)で説明する。

《血管撮影検査前情報収集》

前日までに、各種検査(CT・MR・USなど)と血液検査(腎・肝機能検査や感染症など)を終えている。過去の血管撮影検査、CT・MR・USなどの画像やレポート、カルテを利用し、腫瘍の位置、広がり、性状、肝臓など臓器の大きさ、血管の変異、肝・腎機能、感染症の有無、過去の既往、患者様の状態などについて情報収集を行う(電子カルテ、PACSでは、情報収集がいつでもでき検査前の準備や医療スタッフ間の情報の共有化という点で有用である)。

《血管撮影検査前準備》

看護師が、病棟看護師との申し送り、自動血圧計、サチュレーションのセット(不整脈などの既往があれば心電図のセット)、カテーテルなどの物品や使用する薬剤などを用意する。担当技師も患者様に自分の名前を伝え患者様の名前を確認し(当院では担当の看護師が自分の名前を告げて患者様から名前を聞きリストバンドに書かれている名前と確認する作業を行っている)、技師は患者様の名前を呼びかけて返事を聞くことで確認としている。過去の血管撮影検査の既往や造影剤の使用を確認する。血管撮影検査

の既往があればその時の状態を患者様に聞き（医師・看護師にも伝えて、情報の共有化を計る）それに
 応じて造影剤や呼吸方法などの説明を行う。検査内容に応じて造影剤自動注入器に造影剤の準備をする。

《血管撮影検査中》

まず経上腸間膜動脈性門脈造影を行う（上腸間膜動脈から補動脈があれば、動脈相も腹腔動脈撮影と同じ撮影レートに増やして撮影する。この場合肝臓に血流がいくので門脈の描出能が悪くなる。そのため動脈相の撮影のみと、カテーテルを肝臓にいく補動脈分岐部より末梢に進めて門脈相撮影の2度に分けることもある）。門脈造影では、門脈の開存と腫瘍の門脈内浸潤の有無と広がり程度を確認する。経上腸間膜動脈性門脈造影では、血管拡張剤としてプロスタグランジン E1 製剤（パルクス）を使用している（血圧が低い患者様には使用しない。また注入後血圧が下がることがあるので、注意する）。

ついで腹腔動脈撮影を行い肝動脈の状態や走行、変異、AV・AP シャントの有無、腫瘍濃染などをみる。ステレオ画像を撮影することにより血管の走行や、腫瘍血管の前後関係の同定などに役立つ。（Fig.13）

肝臓は、動脈と門脈（2～3：8～7 の血流比）の二重支配であり、HCC は動脈優位の腫瘍である。そのため栄養血管の動脈を塞栓しても、門脈からの血流が正常肝には流れ肝機能は保てる。そのため腫瘍の門脈浸潤が大きく門脈血流が阻害されると TAE は禁忌となる。

必要に応じて（腫瘍の位置・広がりや栄養血管など）固有肝動脈や左右肝動脈、亜区域枝、側副血行路となりうる血管などの撮影を行う。（Fig.14,15,16）その際胆嚢動脈や、左右胃動脈の分岐や走行にも気を付ける（抗癌剤や塞栓物質が流れないように気をつける）。マイクロカテーテルの使用が多いが耐圧が低いいため、造影剤自動注入器を使用する場合には、立ち上がり時間と耐圧設定に十分気を付ける（当院では造影剤の注入条件は、必ず施行医にその都度聞き、反復呼称して確認をとるようにしている）。（Table2）

照射野は術前情報で確認した肝臓の大きさ・腫瘍の広がりなどを考慮し必要な部位が欠けないようにする。選択的造影では、適宜入力視野サイズを変え目的とする血管ができるだけ大きく撮影できるようにポジショニングする。

US Angiography を併用する場合もある。腫瘍の栄養血管にカテーテルを挿入し、CO₂ を注入して行う。

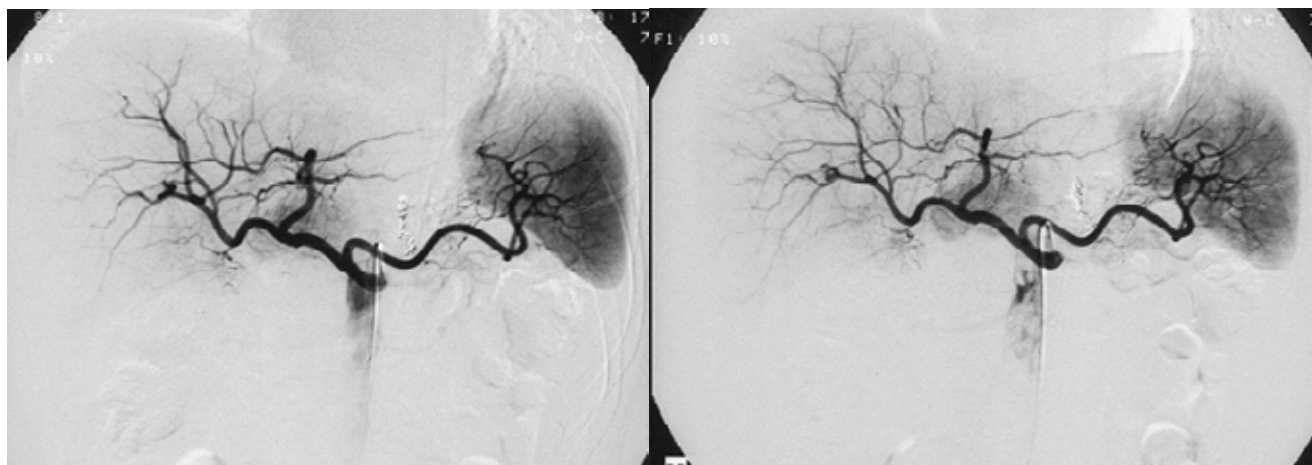


Fig.13 腹腔動脈撮影のステレオ像

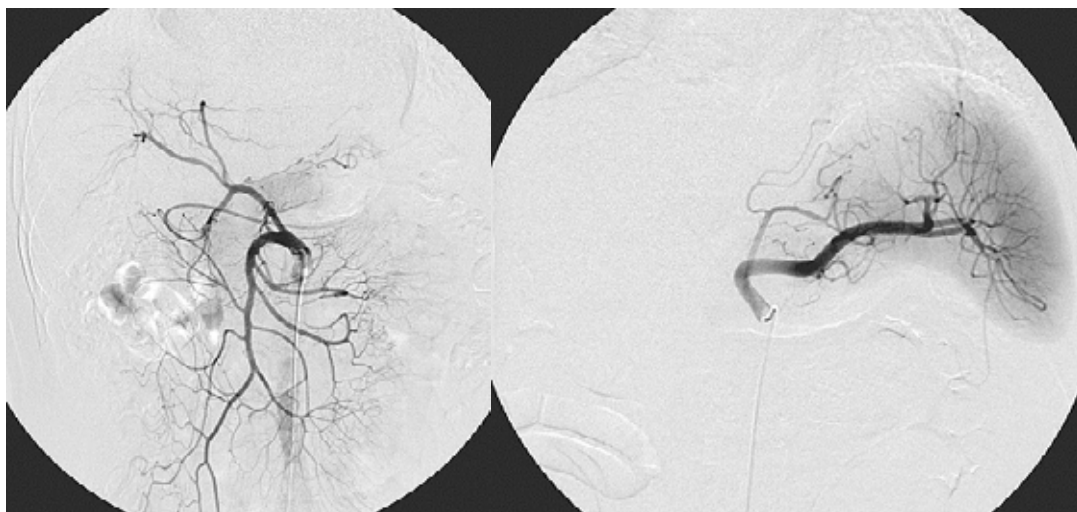
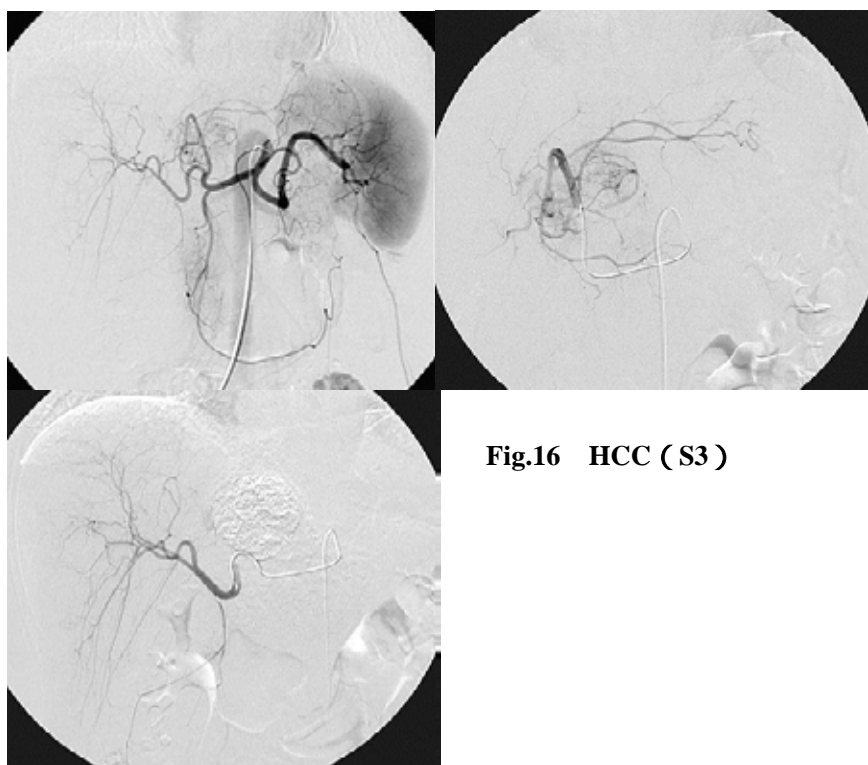


Fig.14 HCC (S7、S8)



Fig.15 HCC (S7、S8)



- 1 : 右胃大網動脈
- 2 : 右胃動脈
- 3 : 後上臍十二指腸動脈
- 4 : 前上臍十二指腸動脈
- 5 : 総肝動脈

Fig.16 HCC (S3)

腫瘍・栄養血管を確認し、外科的適応の有無、vascularity、門脈浸潤の有無や広がり、肝予備能、全身状態などを考慮し主治医の要望により、TAE（リピオドールと抗癌剤の混濁液を注入して、ゼルフォームで塞栓する）、TAI（リピオドールと抗癌剤の混濁液やリピオドールのみ注入）などを行う。患者様によっては抗癌剤注入時や塞栓時に強い痛みを感じる方があり、注意を怠らないようにする。上段がゼルフォームの用意と（実際には事前に看護師が用意したものを滅菌して使用している）下段がリピオドールと抗癌剤の混濁液を作っている所である。（Fig.17）最後に抗癌剤が腫瘍に十分に貯留しているか確認のため TAE 後の DA 撮影をして検査を終了する。（Fig.18）（当院の使用機器：AngioCT 雅：Multistar TOP/PLUS+SOMATOM PLUS4 Volume Zoom）

検査中は、造影剤の副作用など患者様の状態や、被ばく低減に気を配ることも大切である。また腹部血管撮影検査を行う患者様には、HCV・HBV(+)の患者様が少なくないので、手洗いの徹底や手袋の使用、針刺し、撮影前のエア抜き時の曝露への注意など基本的な感染予防も大切である。

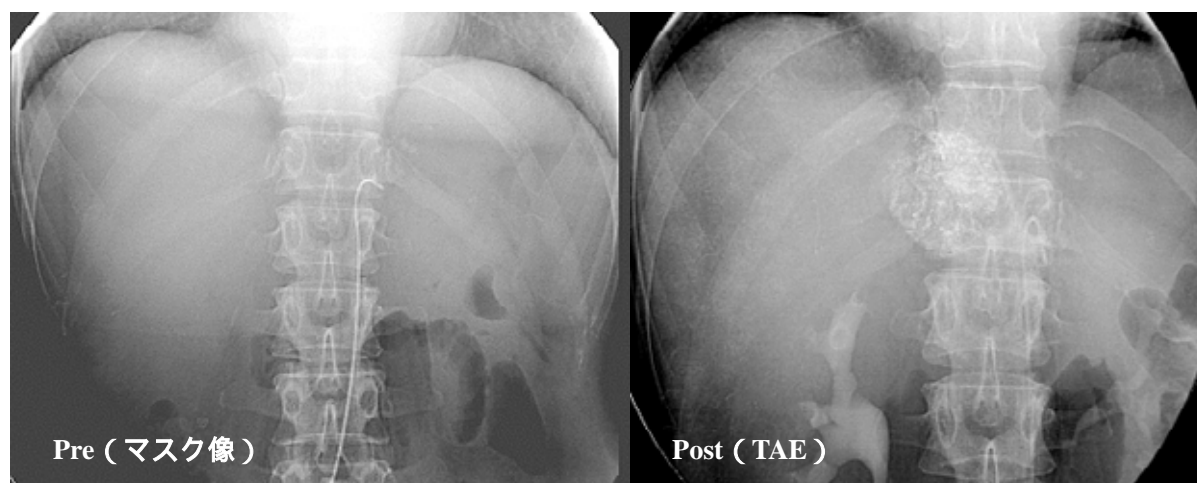
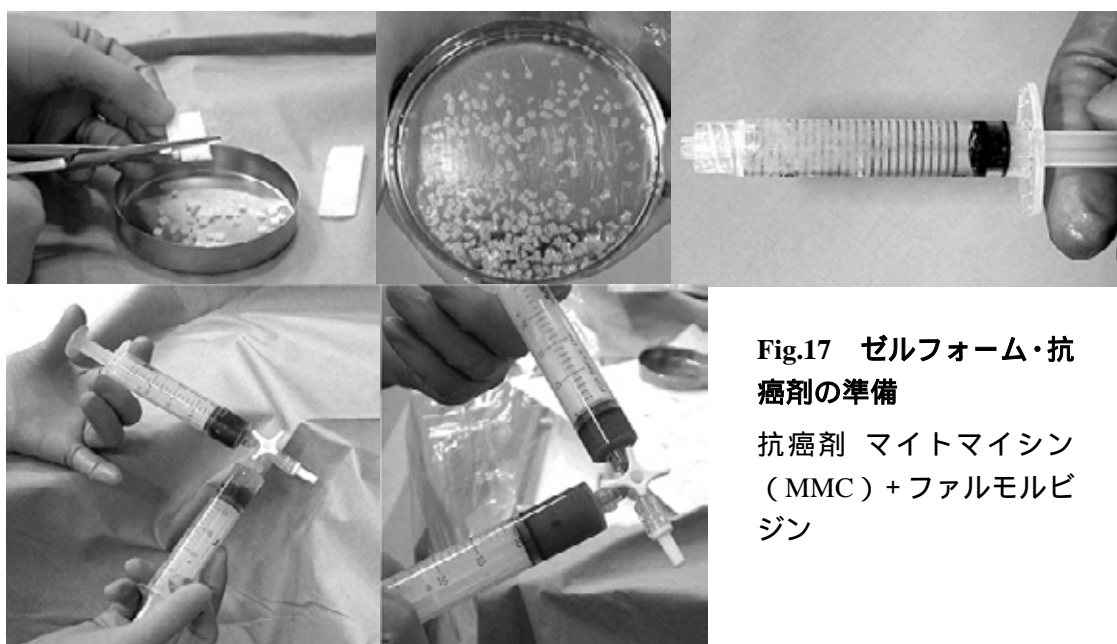


Fig.18 TAE (S3) 前後の単純写真

《血管撮影検査後》

リピオドール CT を約 3 週間後に行い治療の効果判定をしている。リピオドールには、治療の効果判定に使われているだけでなく、抗癌剤を HCC に運ぶ担体としての作用もある。

当院では PEIT・RFTA が可能な患者様については、TAE と併用して治療が行われている。

多発性肝細胞癌の腫瘍濃染像とマイクロカテーテルを使用した胆管周囲動脈を經由した肝動脈撮影を示す。(Fig.19)

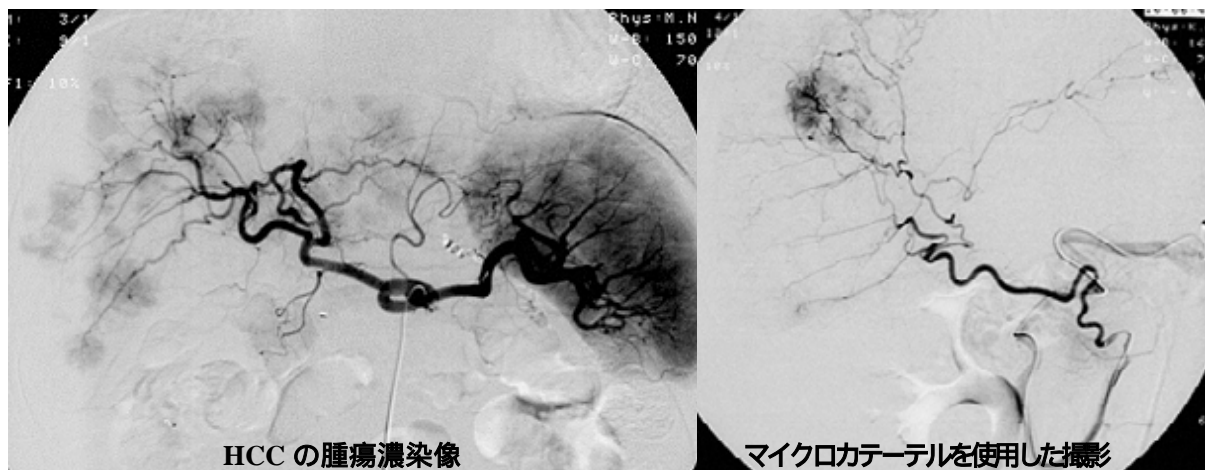


Fig.19 肝細胞癌の腫瘍濃染像

《Angio CT》

当院では Angio CT を使用しているので前述の検査方法や流れに CT が加わる。初回の血管撮影検査や上腸間膜動脈からの補肝動脈がある場合については、上腸間膜動脈の DSA を前述通り行う。2 回目以降の血管撮影検査では上腸間膜動脈からの DSA は行わず、CTAP (CT during arterial portography) のみを行う (その際補肝動脈がある場合はカテーテルをその分岐より末梢側まで進めて、肝動脈による肝臓の染まりの影響を除去する)。

腹腔動脈の DSA を行い、それをリファレンスにしてカテーテルを進め、必要に応じた血管 (固有肝動脈・左右の肝動脈・亜区域枝など) で CTA (CT arteriography) を行う。CTAP (造影剤 Iopamiron300 の 3 倍希釈を 3ml/秒、総量 80ml、造影剤注入開始 30 秒後から撮影する) と CTA (造影剤量は、カテーテルの位置、使用するカテーテル、総撮影時間などにより違うが、1.5 ~ 3ml/秒でそれに撮影時間をかけた総量を注入する。造影剤注入 5 ~ 7 秒後より撮影開始し早期と後期動脈相と静脈相 3 相の撮影をしている) を示す。

(Fig.20) HCC に限らず多くの肝腫瘍が動脈からのみ血流を受けているので、CTAP で陰影欠損として描出され CTA で腫瘍濃染像を示し、小病変の検出に有効である。栄養血管が多枝にわたる場合、十分に TAE が行われているかの確認で単純 CT を行い終了するか追加するか決定する場合もある。(Fig.21,22)

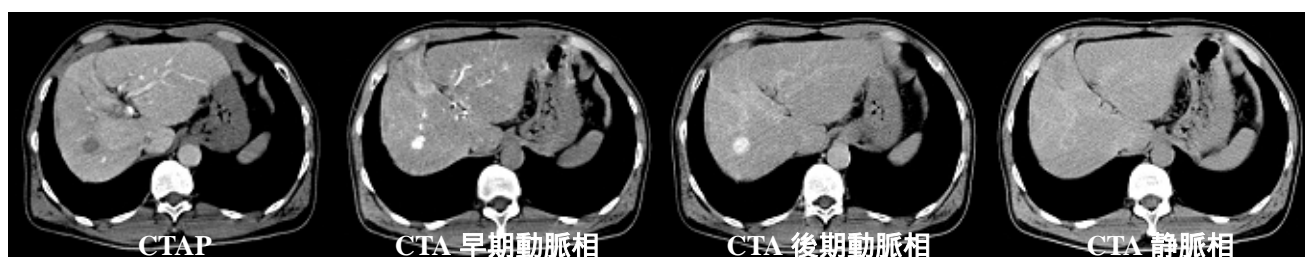


Fig.20 S7,8 領域の HCC に対する AngioCT 画像

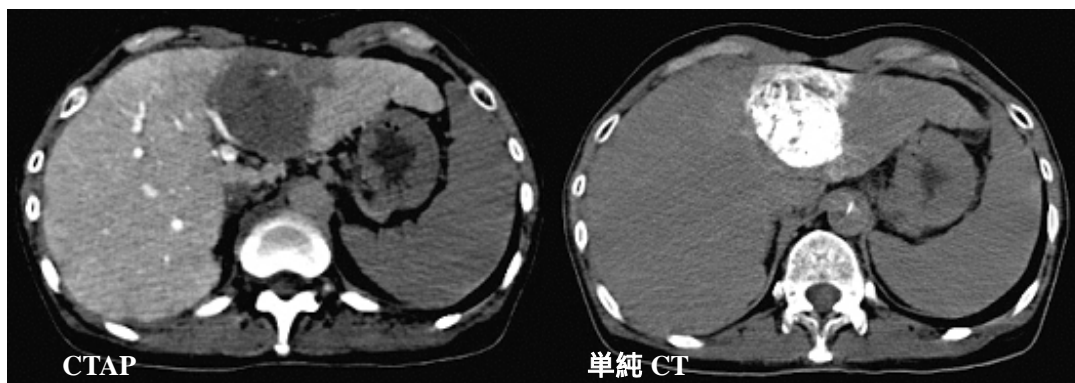


Fig.21 TAE (S3) 前後の CT 像

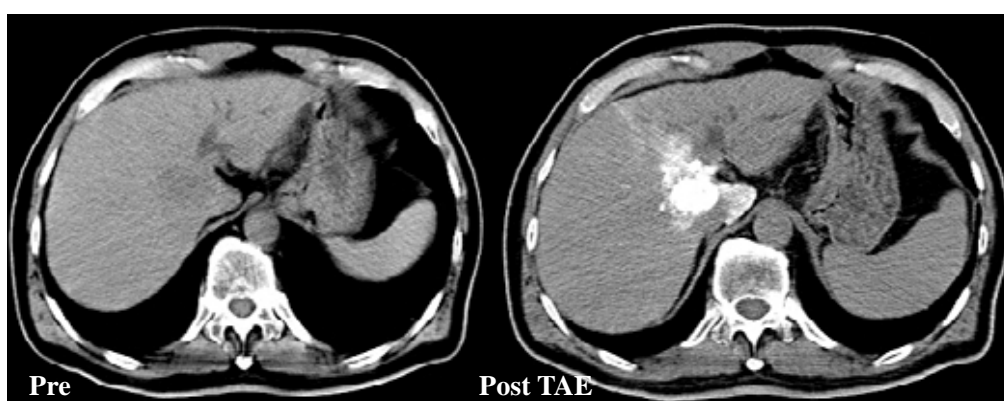


Fig.22 TAE (S1,4) 前後の単純 CT 像



Fig.23 CTAP の MIP (30mm) 画像

5. 被ばく低減について

血管撮影検査では IVR 中心になり、患者様および術者の被ばく線量は増加の傾向にある。当院の診断のみと IVR の場合の透視時間と推定皮膚線量の比較では、平均で約 2 倍 IVR の方が多い結果であった。またその他に CT による被ばくもあり、被ばく低減には十分に努めなければならない。

その方法としては、

透視時間・撮影時間の短縮

適切な透視・撮影条件の設定

適切な照射野に絞る

I.I.と皮膚間距離を近づける

付加フィルターの有効利用

適切な防護をする（防護衣や防護具の使用や X 線管からの距離をとるなど）

などが考えられる。

6. まとめ

腹部血管撮影検査は、現在診断としての位置付けより、IVR として治療を主にした位置付けになってきている。血管撮影検査を行うためには、日々発達していく IVR 手技やデバイスなどの知識も大切であるが、それと共に腹部血管の解剖や血管撮影の目的や読影のポイントなども重要である。

また腹部血管の IVR でも、患者様および医療技術者（特に術者）の被ばくは増加傾向である。被ばくの管理が重要であり被ばく低減に努めなければならない。

また血管撮影検査はチーム医療であり、担当者各々がそれぞれの仕事を責任もって行い、患者様を中心に考えてお互いに助け合う気持ちが大切である。

《参考文献》

1. 血管撮影技術（放射線医療技術学叢書 15）：社団法人 日本放射線技術学会
2. 石田修：脈管の造影 - 診断と治療的応用 -、南山堂、（1991）
3. 前原忠行編著：画像診断のための正常解剖図譜、新興医学出版社、（1992）
4. 鈴木宗治、多田信平編集：Interventional Radiology のコツ、金原出版、（1994）
5. 平松京一編集：腹部血管の X 線解剖図譜、医学書院、（1996）
6. 平松京一編著：腹部血管造影診断の基本と実際、金原出版（1997）
7. 山田章吾監修、石橋忠司編集：IVR 手技、合併症とその対策、メジカルビュー社、（1998）
8. 大友邦編著：腹部血管造影ハンドブック、中外医学社、（1999）
9. 循環器被曝低減技術セミナーテキスト：全国循環器撮影研究会
10. 打田日出夫、山田龍作監修：IVR マニュアル、医学書院、（2002）
11. 造影剤要覧 23：日本シェーリング株式会社