

●巻頭特集

S P E C I A L A R T I C L E

# Interventional Radiology

## 画像診断装置を用いた低侵襲的治療

Interventional Radiology (以下IVR)とは、画像診断装置の誘導下に穿刺術や血管造影の手技を応用し、より精度の高い診断や、手術と同等あるいはそれ以上の効果をもたらす低侵襲的治療をめざした放射線医学の中の専門領域を総称する。

その内容は、経皮経血管的に行われる血管塞栓術、薬剤動注療法、血管拡張術、血栓除去術 溶解術などの血管内治療や、経皮非経血管的に行われる各種生検術、膿瘍ドレナージ術、胆道ドレナージ術、胆道内、消化管内、気管内ステント留置術などきわめて多岐にわたる。IVRという名称は専門外の方々には馴染みの少ないわかりにくい名称かも知れないが、その内容は、Image Guided Navigation Surgeryと表現すると理解して頂き易いかも知れない。誘導に用いられる画像は手技により異なるが、X線透視、超音波、CT、MRIなどが使用される。

IVRは、近年の画像診断装置の進歩と手技に用いる器具の開発により著しく進歩し、現在もなお発展を続ける領域である。IVRは、現在の医学の中で最も研究と臨床が直結し、その成果が治療効果の向上として実現されている研究分野の一つである。本稿では、IVR手技の全般を概説した後、滋賀医科大学で行われている肝腫瘍と門脈圧亢進症に対するIVR治療につき紹介する。



古川 顕 講師  
(放射線科)



村田 喜代史 教授  
(放射線医学講座)



IVR 概説

経皮経血管的 手技

A 血管塞栓術

血管塞栓術は、腫瘍の治療、動脈瘤、血管奇形、腫瘍、外傷などによる出血に対する止血などの目的で行われる。外科的血管結紮術に比べ手技に伴う侵襲性は極めて低く、目的血管の選択、止血がより正確で確実である。血管塞栓術の手技は血管造影と同様で、通常は大腿動脈から直径約2mmのカテーテルを挿入し目的血管に到達した後、塞栓物質を注入留置する。塞栓物質は、永久塞栓物質である金属コイル、ヒストアクリル、一時塞栓物質であるゼルフォール、リピオドール、DSMなどから目的に応じた最適のものが選択される。例えば、動脈瘤の治療には金属コイルが、腫瘍の治療にはゼルフォール、リピオドール、DSMなどの一時塞栓物質が単独あるいは同時に複数使用される場合が多い。

また、出血を起こしている血管そのものを閉塞させることなく止血を行う必要がある場合には人工血管（ステントグラフト）の留置がやはり経カテーテル的に行われる（図1）。

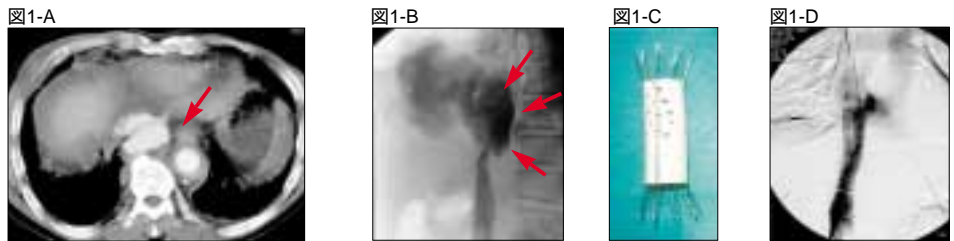


図1 交通外傷による肝部下大静脈損傷に対する経皮的人工血管留置術  
 (A) 造影CTにて肝部下大静脈損傷を認め、その背側に偽性動脈瘤が形成される(矢印)。  
 (B) 下大静脈造影にても同様、肝部下大静脈背側に偽性動脈瘤が認められる(矢印)。  
 (C、D) 下大静脈を閉塞させることなく止血する目的で大腿静脈からIVRの手技を用いて人工血管(C)が留置された。留置後の下大静脈造影では、造影剤の漏出はなく止血が確認された。

B 血管拡張術

血栓除去術 溶解術

血管拡張術は、動脈硬化症や腫瘍の浸潤などにより狭窄した血管に対し施行される。腸骨動脈を含む四肢動脈、腎動脈病変などが良い適応となる。血管造影と同様の手技で血

管拡張用のバルーンカテーテルを目的の狭窄血管まで挿入し拡張術が行われる。

また、拡張術後の血管の再狭窄を防止する目的で必要に応じて金属ステントの留置が追加される。血栓除去術 溶解術は、上腸間膜動脈、腎動脈、四肢動脈、肺動脈などの主要血管の血栓塞栓症に対して行われる。血栓内にカテーテルを挿入し、吸引血栓除去あるいは血栓溶解剤注入が行われる。

A 穿刺術

体表からは観察、触知不能な臓器、病変に対し、画像の誘導下に穿刺術が行われる。超音波画像が最も時間分解能に優れているため好んで用いられるが、超音波では観察不能な領域についてはCTやMRIが用いられる。近年では、誘導画像としてのCT、MRIの技術開発が進められ、その役割は拡大している。画像誘導下の穿刺術は、生検術、腫瘍治療(エタノール注入、腫瘍焼灼術など)、胆道ドレーナージ術、膿瘍ドレーナージ術などに応用される。

B 胆道、気道、消化管拡張術、ステント留置術

胆道、気道、食道の狭窄性病変に対し拡張術が行われる(図2)。

主に悪性病変に対しては、バルーン拡張術に引き続いてステントの留置が行われるが、特に近年では、腫瘍ステント内進展を防ぐ目的で膜のつげられたステントグラフトが開発され良好な成績をあげている。



図2 胃部分切除後の吻合部狭窄に対する金属ステント留置術  
 (A) 消化管造影検査で胃部分切除後の吻合部に腫瘍再発による狭窄が確認される。バルーンを用いた拡張術を施行するため狭窄部にガイドワイヤーが挿入されている(矢印)。  
 (B) ガイドワイヤーに沿わせてバルーンカテーテルを狭窄部に挿入した後、膨張(矢印)させ狭窄部治療にあっている。  
 (C) 狭窄部の拡張後、再狭窄防止のために金属ステントが留置された(矢印)。

## 肝腫瘍に対する IVR治療

肝腫瘍に対する最も根治性の高い治療法は外科的切除であるが、多くの肝腫瘍に多発傾向、再発傾向があるためその適応症例は限られる。したがって、現実的には大部分の肝腫瘍がIVRの適応症例となる。肝腫瘍に対するIVR治療法は、大きくわけて、腫瘍直達療法、肝動脈化学塞栓療法、肝動注化学療法にわけられる。

**腫瘍直達療法**  
画像誘導下に腫瘍を直接穿刺しマイクロ波、ラジオ波、レーザー光、エタノールなどを用いて焼灼凝固する治療法である。いずれの治療法でも腫瘍径が4〜5cm以下で腫瘍の数が4個以下を適応症例としている場合が多い。誘導画像には、超音波を用いる場合が多いが、滋賀医科大学では新しく開発されたMRIを用いて治療が行われている(図3)。MRI画像は超音波に比べて視野が広く、また、治療効果の判定を治療に並行して行なえる点が優れている。現在のところ本法を用いた腫瘍の局所制御率は70%前後とする報告が多く手術成績にかなり近い成績が得

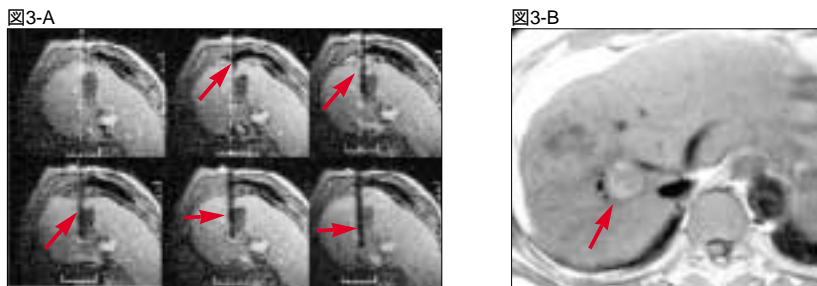


図3 IV-MRIを誘導画像に用いたマイクロ波腫瘍焼灼術  
(A) マイクロ波腫瘍焼灼術用のプロ-ブをIV-MRI誘導下に肝腫瘍内へ挿入する連続画像である。点線は刺入方向を示す誘導線で、黒い線状の像はプロ-ブ(矢印)である。  
(B) 治療後、腫瘍は熱凝固を起こし、MRI上、高信号領域として描出されている(矢印)。

られているが、治療器具の開発をはじめ技術進歩の著しい領域であり、近い将来に手術と同等の治療成績が得られ手術に置き換わる治療法となることが期待される。  
**肝動脈化学塞栓療法**  
肝腫瘍に対する肝動脈化学塞栓療法は、阻血による腫瘍壊死、抗癌剤の局所高濃度長期滞留による作用の増強を目的とした治療法である。

血流に富む肝腫瘍全てが適応症例となり得るが、日常臨床では原発性肝細胞癌がその大半を占める。非癌部の肝臓が肝動脈と門脈の二重支配であるのに対して肝腫瘍は肝動脈のみの栄養を受けるため、肝動脈を塞栓した場合非癌部肝組織の壊死を招くことなく抗腫瘍効果が期待できるといのが肝動脈塞栓療法の基本的な考え方である。

現在では、腫瘍の存在する領域までカテーテルをすすめて担癌領域のみに抗癌剤と塞栓物質を注入し、より高い抗腫瘍効果と非癌部への副作用の軽減を目指した治療が可能となっている(図4)。原発性肝細胞癌に対する肝動脈化学塞栓療法の局所制御率は直達療法には及ばないが、腫瘍の大きさや数による制限がないため適応範囲が広い。本法は、直達療法と競う性格のものではなく相補う治療法であると考えられる。

**肝動注化学療法**  
血流に乏しい腫瘍など阻血による治療効果が見込めない場合や、門脈閉塞症例など正常肝組織への影響が懸念される場合には塞栓術は行わず、腫瘍の栄養血管に抗癌剤の注入を行う。経静脈性投与に比べ極めて高い濃度の抗癌剤が腫瘍に到達するので高い治療効果が得られる。肝動

注化学療法は、転移性肝癌に対して行われる場合が多い。  
また、肝以外の領域でも肺癌、子宮癌などに対して同様の動注化学療法が行われ良好な成績が得られている。また、長期間にわたりくり返し動注化学療法を行う必要がある症例に対しては、動注用リザーバカテーテルの動脈内留置術がIVRの手法を用いて非手術的に行われる。

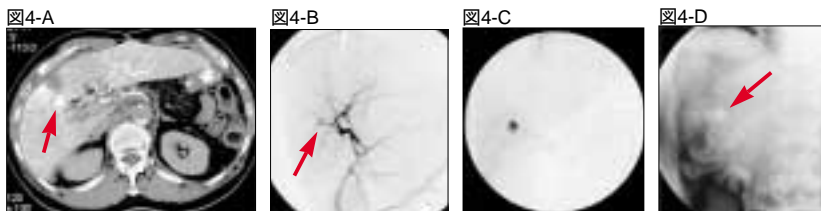


図4 原発性肝細胞癌に対する肝動脈化学塞栓療法  
(A) 肝左葉内側区に強い造影効果を示す原発性肝細胞癌が認められる(矢印)。  
(B) 血管造影では、同腫瘍に一致して濃染像が確認される(矢印)。  
(C) マイクロカテーテルを末梢まで挿入し、腫瘍が存在する区域血管のみに対し化学塞栓療法を行っている。  
(D) 治療後のX線写真で腫瘍に塞栓物質が貯留しているのが確認される(矢印)。



門脈圧亢進症に対する  
IVR治療

ウイルス性肝炎、肝硬変の頻度が高い我が国では、門脈圧亢進症およびその続発症は日常臨床でしばしば遭遇する治療困難な厄介な病態である。静脈瘤の硬化療法はさらに門脈圧を上昇させる可能性があり、また一方、門脈圧を低下させる門脈大循環短絡術は高アンモニア血症を悪化させるという問題があり、単独最良の治療法というものは存在しない。したがって、門脈圧亢進症に対する治療法の選択はそれぞれの症例ごとに慎重に行われる必要があり、しばしば対症的に複数の治療法を組み合わせる必要がある。

本稿では、門脈圧亢進症に対する代表的なIVR治療法であるバルーン下逆行性経静脈的塞栓術（B R T O）と経皮的肝内門脈静脈短絡術（T I P S）について解説する。

**バルーン下逆行性経静脈的塞栓術（B R T O）**

B R T Oは、門脈圧亢進に伴い発達した胃腎静脈短絡により形成された胃静脈瘤の閉鎖を目的とした治療法である。大腿静脈穿刺後左腎静脈経路でバルーンカテーテルを静

脈瘤流出路に挿入し、バルーン閉鎖下に液体塞栓物質を逆行性に静脈瘤内へ注入し硬化する（図5）。

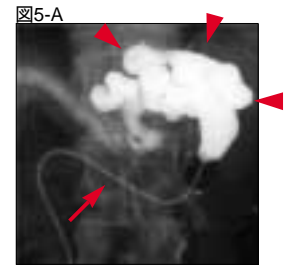


図5 胃静脈瘤に対するB R T O  
バルーンカテーテル（矢印）を大腿静脈から左腎静脈経路で胃静脈瘤の流出静脈に挿入し、液体塞栓物質を注入している。胃静脈瘤は、塞栓物質で充満している（矢頭）。

**経皮的肝内門脈静脈短絡術（T I P S）**

T I P Sは、門脈圧亢進症に対し肝内に門脈静脈短絡路を非外科的に作成し門脈圧低下を図る治療手技である。右頸静脈経路でカテーテルを右肝静脈内に挿入し経カテーテル的に肝内で門脈を穿刺した後、その穿刺ルートをバルーンで拡張し、さらに再開鎖を防ぐために金属ステントを留置する。外科的治療法に比べて経皮的に血管内で治療が行われるため侵襲が少なく、出血の危険も少ないため肝機能の低下した患者にも比較的安全に施行することができる（図6）。

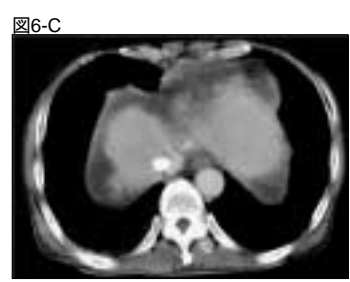


図6 門脈圧亢進症による難治性腹水に対するT I P S  
（A）頸静脈からのアプローチにて、門脈-下大静脈間に金属ステントが留置され（矢印）、肝内門脈下大静脈短絡が形成されている。（B、C）術前多量に認められたコントロール不能の腹水（B）が術後著しく減少した（C）。

今回紹介できたものは、きわめて範囲の広いInterventional Radiologyのごく一部の領域である。滋賀医科大学ではInterventional Radiologyの技術を駆使して日常臨床の中であらゆる可能性に挑戦し疾患の治療にあたっている。また、各診療科と協力して、画像診断装置の進歩と器具の開発を基盤に新たな治療法を開発を行っている。外科、内科、放射線科による肝腫瘍の集学的治療は、MRIを用いたマイクロ波焼灼術を中心に進行中であり、整形外科との椎体形成術、血管外科との大動脈内ステント留置術などが近日中に診療開始できるよう準備進行中である。