

腹部領域における画像支援

一般財団法人太田綜合病院附属太田西ノ内病院 ○深谷 理人(Fukaya Masato)

【はじめに】

当院の腹部 IVR（主にTranscatheter Arterial Chemo Embolization、TACE）の際にどういった画像支援を行っているか時系列に沿って紹介する。

【入室前】

入室するまでに行うことは、画像支援をするために必要な情報を収集しておくことである。術前CTやMRIでまず腫瘍の位置を確認することから始める。ConeBeamCT（CBCT）と比較しCTは低コントラスト分解能や均一性、アーチファクトの点で有利なため、術前CTでの腫瘍確認が容易である（Fig.1）。腫瘍の位置確認ができれば今度は栄養血管や塞栓を避けるべき血管の予想を行う。なぜ予想なのかというと、術前CTは術中CBCTよりも血管の描出に関しては大きく劣るためである。CBCTは経動脈的に注入された高濃度の造影剤でも表現できる広いダイナミックレンジを持ち、かつ、非常に高い空間分解能をもつ。必死に術前CTで血管を探したところでいざ術中CBCTを撮影するとはるかに多くの血管が描出される（Fig.2）。術前CTでは何番の垂

区域動脈が栄養血管なのか予想しておく程度で十分である。次に、撮影可能範囲が非常に広い、かつ、撮影した範囲全体の造影情報が得られる、というCTのメリットを生かして肝外の情報を収集する。具体的には、肝外側副路の有無、アクセスルート（血管破格、解離、血栓、正中弓状症候群など）の確認である。この点に関しては術中CBCTでは評価困難である。

【手技開始～CBCT撮影まで】

CBCTを撮影するまでは術前CTを用いた画像支援が主となる。目的血管起始部Axial画像を表示し、そのカットラインを位置決め画像とともに表示する方法が従来からある。最近の血管撮影装置では3D roadmapという機能が搭載され、術前CTから作成した3D画像を透視にfusionすることができる（Fig.3）。便利な機能ではあるが穿刺前のタイミングで位置合わせをしなければいけない。通常の手技では問題とならないが外傷等の緊急IVR時にはほぼ不可能である。その場合にVirtual Fluoroscopic Pre-procedural Planning（VFPP）を使用している。術前CTで目的血管にパスを引き、その線をRay Sum、白黒反転、エッジ強調したものに重ねて表示するというものである。このVFPPは非常に簡便であり、一般的なCTと一般的なWork Station（WS）さえあればすぐできる。手技開始後でも作成が間に合う上に、術中に方針が変わって

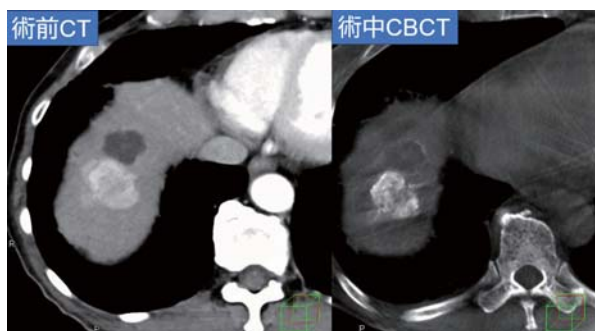


Fig.1 術前CTと術中 CBCTの腫瘍描出

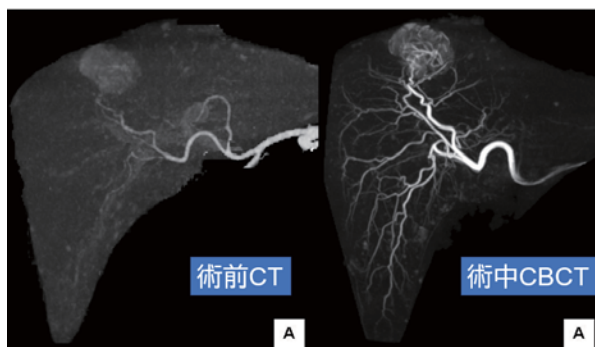


Fig.2 術前CTと術中CBCTの血管描出

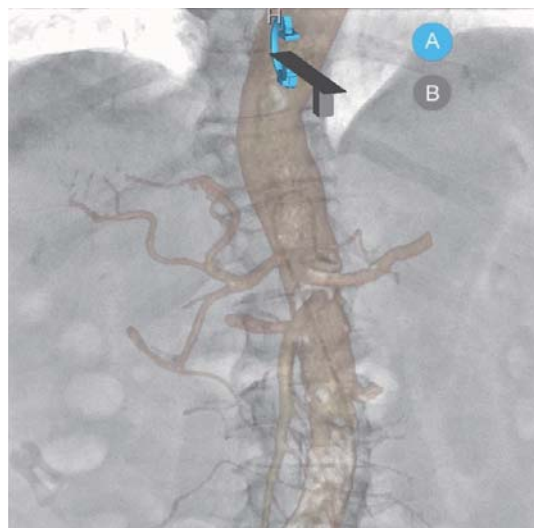


Fig.3 3D Roadmap

も対応できるというメリットを持つ。一般的にはVFPPはRay Sumが用いられるが当院では骨の辺縁を強調したVolumeRenderenig (VR) を使用している。術者は透視にて骨をランドマークにして手技を行うことが多い。骨がより見やすい表示方法が当院の医師に求められたためである (Fig.4)。

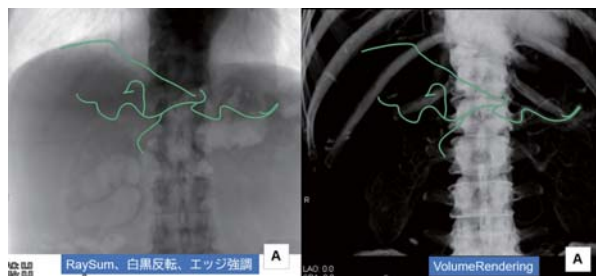


Fig.4 VFPP

【CBCT撮影】

目的血管の起始部までカテーテルが到達したあとはCBCT撮影となる。当院でのCBCT撮影は、カテーテル先端は症例ごとに決定している。直前のDSAを参考にdelay timeを決定し、50%希釈造影剤を1段階注入、撮影終了まで造影剤を注入しつづける1相撮影を基本としている。症例によっては造影剤2段階注入（原液→40%希釈）や2相撮影も行うことがある。

【CBCT撮影後～塞栓開始まで】

ここからはCBCTでの画像支援が主となる。術前CTでは栄養血管を予想までしかできていないが、CBCTのMPRで栄養血管を確定する。その血管をVRにて術者へ提示する。分岐で難渋するようであれば、その血管分岐部がより広く描出できるworking angleを提案する (Fig.5)。分岐をこえることができた次はカテーテル先端位置の提案を行う。腫瘍に入らない血管はパスし、腫瘍に入る血管を取りこぼさないカテーテル位置をMPRで入念にチェックしVRにて術者へ提示する。カテーテルが到達したら、その血管選択が正しいかどうかを確認する造影を行うことがある。それに適した角度は血管と腫瘍がより離れる角度である。この角度も探しておく必要がある。

これらの画像支援に並行してTACE支援ソフトウェアを使用する (Fig.6)。TACE支援ソフトウェアは各社からリリースされているが、いずれも非常に高いdetect率が特徴である¹⁾²⁾³⁾。非常に高いがもちろん100%ではない。そのため人間の眼による確認・修正が必須である。この確認・修正はMPRを観察

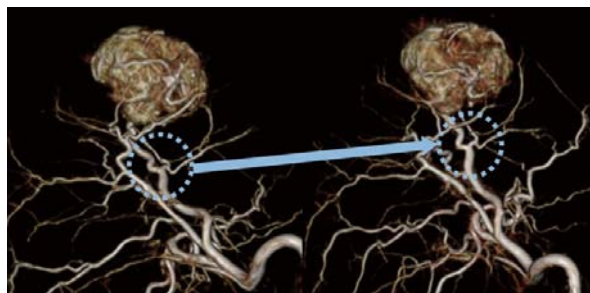


Fig.5 working angleの提案

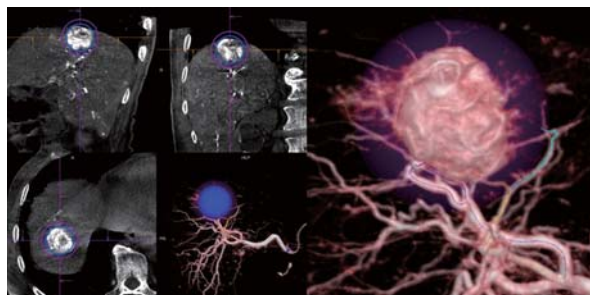


Fig.6 TACE支援ソフトウェア

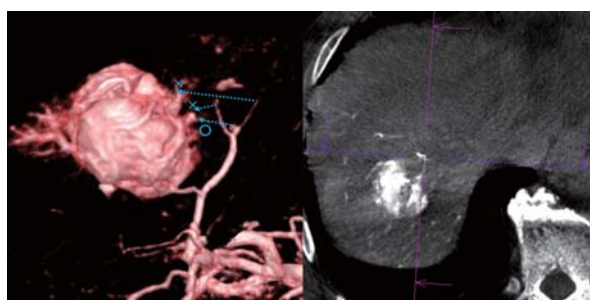


Fig.7 feeder の確認・修正

するのが有効である。VRで確認したくなるが、VRでの細い血管の描出には限界がある。VRは術者へ3次元的な情報を提示するのに非常に有用なツールではあるが、細い血管の観察には向かない、ということを確認しておくべきである (Fig.7)。

CBCTを撮影してすぐにTACE支援ソフトウェアを使用すると、確認・修正の作業が終わるまで術者へ誘導先を伝えられなくなってしまう。TACE支援ソフトウェアを使用する前に原画をすぐに観察し、おおまかに向かう血管を把握し、とりあえずの目的血管（前区域枝やA8など太い血管）を提示することで術者が手技に戻れる。その間に確認・修正作業を行うとタイムロスを少なくできる。

「TACEの成績はカテーテル位置に影響され、常に選択的TACEを心がける必要があるといえる」と斎藤らは述べている⁴⁾。術者と連携して、より末梢までカテーテルを誘導する必要があるが、問題が一つある。A6やA8などの亜区域動脈レベルまでしか呼び名をもっていないということだ。これより

細い血管までカテーテルを進めることは多々あるが、呼び名がないため、操作室-撮影室間で連携をとりにくい。解決するため、WS上で矢印および番号を血管に割り振っている (t1、t2、t3…など)。術者-技師間で共通の画面をみながらその番号を呼び名とすることでスムーズな連携が可能となる (Fig.8)。(例「t1とt2は塞栓範囲に含めてください」「t2の両脇の2本は腫瘍に関与していません」など。) また、番号を振った画像を保存しPACSへ送信することで、術者がレポートを書く際の一助ともなる。

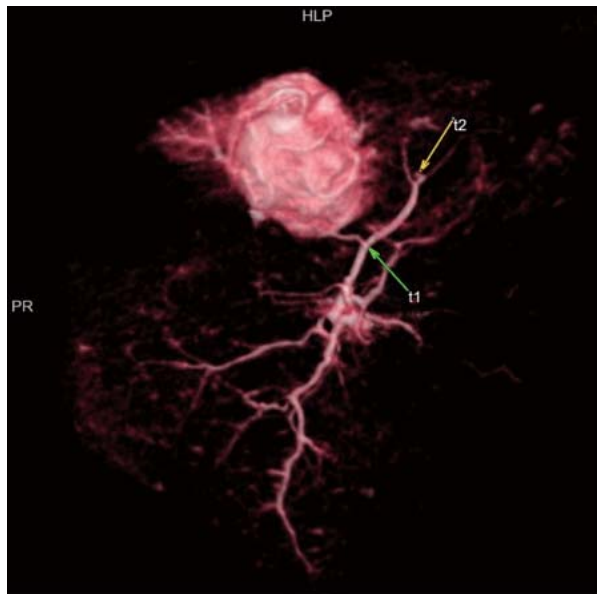


Fig.8 画像支援時の工夫

【まとめ】

腹部IVRにおける「放射線技師に求められている画像支援」を私は次のように考えている。

- ・ 入室する前に画像支援に必要な情報を収

集する。

- ・ CTとCBCTのそれぞれの長所を把握し、長所を生かした支援をする。
- ・ アプリケーションの特徴を把握し、適切なタイミングで使用する。従来の技術も併用する。
- ・ 画像を「表示するだけ」ではIVRの画像支援とはいえない。画像を提示しながら、術者へ「提言・助言・確認」を行うことが必要。

IVRに配置される人員にはさまざまな技師がいるであろう。新人だろうとベテランだろうと、IVRが得意であろうと苦手であろうと、どんな技師でもIVRに配置された以上、自分は「IVRチームの一員である」という強い自覚をもつことが最も重要だと考える。この自覚があればきっと指示を待つことなく上記のような画像支援を達成できるであろう。

【参考文献】

- 1) 羽室 雅夫, 他. シーメンス製TACE支援ソフトウェア (syngo Embolization Guidanceなど) 日本インターベンショナルラジオロジー学会誌. 2020年34巻4号
- 2) 穴井 洋. GE社製TACE支援ソフトウェア (FlightPlan for Liver). 日本インターベンショナルラジオロジー学会誌. 2020年34巻4号
- 3) 宮山 士朗. フィリップス社製TACE支援ソフトウェア (EmboGuide). 日本インターベンショナルラジオロジー学会誌. 2020年34巻4号
- 4) 齊藤 夏彦, 他: Intermediate stage HCCに対するTACEの成績と限界. 日本インターベンショナルラジオロジー学会雑誌. 2022年36巻3号p. 236-243