5. TACEにおける画像支援技術の進化と将来展望

室谷 和宏 和歌山県立医科大学附属病院中央放射線部

肝細胞がん（hepatocellular carcinoma：HCC）に対する肝動脈化学塞栓療法（transarterial chemoembolization：TACE）は，画像情報を基盤として成立する治療である。TACEでは，腫瘍濃染を確認するだけでなく，複雑な肝動脈解剖の中から腫瘍栄養血管を同定し，マイクロカテーテルを目的血管へ安全かつ選択的に誘導し，適切な範囲を塞栓することが求められる[1]。そのため，血管撮影装置やangio CT装置に求められる役割は，単に血管や腫瘍を描出することにとどまらず，治療に必要な三次元画像を作成し，術者が判断しやすい形で提示し，治療を支援することへと変化している。

当院では，血管撮影装置とCT装置を組み合わせたangio CTシステムを用いてTACEを施行している（図1）。digital subtraction angiography（DSA）による血流情報に加え，CTによる断層情報を同一治療室内で取得できることは，腫瘍と栄養血管の把握，治療範囲の決定，塞栓後評価に大きな利点を有する[2,3]。さらに，近年では，deep learning reconstruction（DLR），自動腫瘍栄養血管検出（automated tumor-feeder detection：AFD），三次元血管情報を用いた3Dロードマップなど，画像取得後の処理とナビゲーション技術も発展している[4)~6)]。本稿では，当院におけるTACEを題材として，angio CTを中心とした画像支援技術の現状を診療放射線技師の視点から整理し，人工知能（artificial intelligence：AI）を含む今後の展望について述べる。



図1 当院のangio CT装置の外観

TACEに求められるangio CTによる画像支援

TACEの成否を左右する重要な要素の一つは，腫瘍栄養血管を正確に把握し，可能なかぎり選択的あるいは超選択的に治療することである。しかし，肝動脈は分岐形態の個人差が大きく，多発病変や過去の治療によって血行動態が変化した症例では，栄養血管の同定が容易でない場合も多い。DSAは高い時間分解能を有し，造影剤の流入・流出など血流動態をリアルタイムに評価できる一方，二次元投影画像であるため，血管の重なりや腫瘍と血管との三次元的位置関係を把握しにくい場合がある。angio CTでは，カテーテル留置下でCT撮影を行うことで，DSAによる血流情報にCTの断層情報を付加できる。angio CTやコーンビームCTを用いた検討では，腫瘍および腫瘍栄養血管の検出に有用であることが報告されている[2,3,7]。一方，CTを追加すれば必ずしも有益な情報が得られるとは限らない。画像の質は，カテーテル先端位置，造影剤濃度，注入速度・注入量，撮影開始タイミング，呼吸停止などの影響を受ける。そのため，診療放射線技師には，目的とする血管領域や病変に応じて撮影条件を最適化するとともに，maximum intensity projection（MIP）やvolume rendering（VR）など，治療に必要な画像を迅速に再構成し，術中にリアルタイムで術者へ提示することが求められる（図2）。TACEにおけるangio CTの価値は装置そのものではなく，撮影から画像処理，情報提示までを含めたワークフロー全体によって決まると考える。

DLRによる高画質化と被ばく低減

DLRは，deep convolutional neural networkを利用して画像を再構成し，画像ノイズを低減しながら，空間分解能やノイズ特性を維持することを目的とした画像再構成技術である（図3）。従来のfiltered back projection（FBP）や逐次近似再構成法と比較して，低線量領域においても画質を維持しつつ，被ばく線量の低減を図ることが期待されている[4,8]。TACEにおけるangio CTでは，選択的に留置したカテーテルから造影剤を直接注入するため，対象血管や腫瘍濃染部では比較的高いコントラストが得られることが多い。この特性により，撮影線量を低減しても，血管や腫瘍と周囲組織とのcontrast to noise ratio（CNR）を維持できる可能性がある。一方，末梢の細径血管や淡い腫瘍濃染の

〈0913-8919/26/￥300/論文/JCOPY〉