『ルーチン検査でDual Energy始めました』

医療法人社団相和会 渕野辺総合病院
医療技術部 放射線室
長野裕朗

はじめに

渕野辺総合病院（以下、当院）は首都圏近郊の中小規模（161床）の急性期総合病院で、健診センターを併設し肺がんCT検診も実施している。CT装置は1台の稼働で、2019年度のCT検査数は9024件（造影1201件）、うち肺がんCT検診は788件であった。当院は規模に比して胸部、腹部の手術件数が多く、他に腎結石・尿管結石の体外衝撃波結石破砕術（以下、ESWL）や経尿道的尿路結石破砕術（以下、TUL）、肝腫瘍に対するラジオ波焼灼療法（以下、RFA）の件数が多い特徴がある。さらに近年は高齢者が増加し、腎機能障害や診断困難な骨折などMRI検査まで必要とされる症例も多くなっている。今回16列CT装置の更新に伴い、被ばく線量の低減、CT検査で診断確定可能な検査を増やすことによる画像検査全体の効率向上、特に造影時のスループット向上、肺動脈血栓塞栓症など脈管疾患の診断能向上、空間分解能の向上を目標とした。以上の観点から64列装置を考え、中でもDual Energy撮影が可能で、既存のCT室に設置可能なSOMATOM go.Top（以下、go.Top）を選定し、2020年10月より使用している。本稿では導入後2カ月の短い経験の中で、Dual Energyを主体に初期使用経験を述べる。

Dual Energy データ解析の利点

go.TopにおけるDual Energyデータ収集には、往復撮影で各々異なる管電圧のデータ収集を行うTwinSpiral Dual Energyと、Au（金）、Sn（錫）を組み合わせたSplit filterを利用することで、一回の撮影で同時に2種類の異なるデータを収集するTwinBeam Dual Energyがある（図1）。この2つの方法を使い分けることにより、尿路結石など各種の物質弁別や、骨挫傷・骨折時の骨髄評価（Bone marrow）、仮想非造影画像（Liver VNC: Virtual Non Contrast）、肺灌流画像（Lung PBV: Perfused Blood Volume）と言った通常の臨床現場において有用な情報提供が可能になっている。さらに、Dual Energy検査をルーチン化し、実用的に活用するためには、これら複雑なDual Energy解析が専用のワークステーションを必要とせず、コンソール上で一般的な多段面画像作成の計算と並行して処理できるという点が活かされると考えている。

当院での Dual Energyの利用

当院におけるDual Energy解析について述べる。尿路結石治療センターからの依頼を対象に、腎・尿路結石の物質弁別を、またRFA対象患者に対しLiver VNCの活用を放射線科および各診療科の医師と共に試用している。以下に使用しているアプリケーションと内容を述べる。

1.物質弁別（*syngo*.CT DE Calculi Characterization）

腎結石・尿管結石の患者に対して使用している。本解析では結石の候補を選択すると結石成分、ボリューム、直径などが自動的に計算され、解析画像やグラフ上で尿酸結石・非尿酸結石の識別ができる（図2）。当院では、従来画像と共に解析データを提供しており、直径に加え、成分分析は診療方針検討の参考に使用される。また、尿路結石破砕センターからの患者はほとんどが当日予約外で撮影し、CT検査後に再度診察を行うが、Dual Energy解析を含めた画像処理の自動化により、遅延なく情報提供が可能である。撮影は往復撮影であるTwinSpiral Dual Energyを用いており、CTDIvolとDLPの平均値はそれぞれ13.50 mGy、620.95 mGy・cmである。Single Energy 120kVでの上腹部～骨盤部1相の平均値はそれぞれ13.89 mGy、607.34 mGy・cmであり、一般の全腹部1相の撮影と比較して

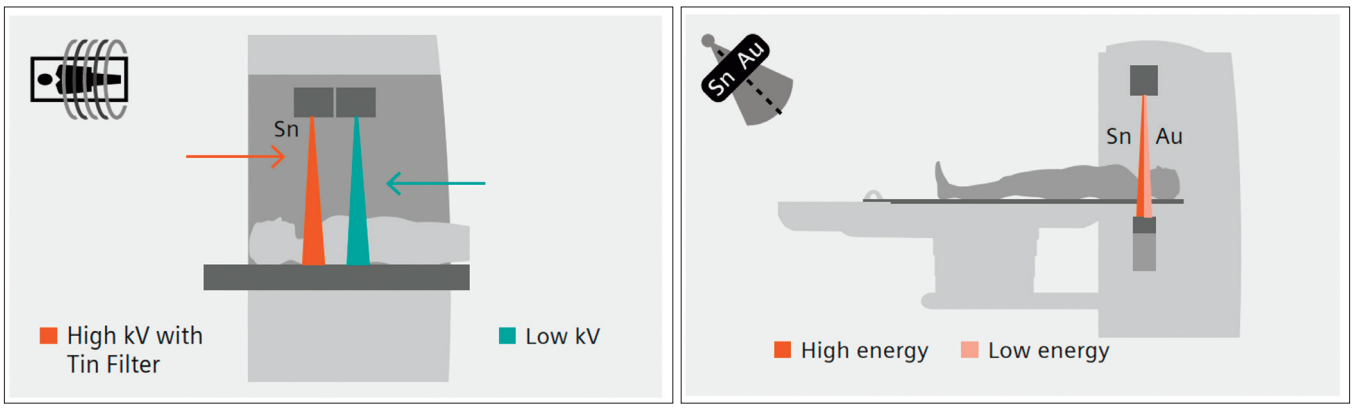

図1　Dual Energyのデータ収集方式
左）TwinSpiral Dual Energy　右）TwinBeam Dual Energy　画像提供:Siemens Healthineers

も被ばく線量に大きな差はない。

2.仮想非造影画像（*syngo*.CT DE Liver VNC）

RFA対象患者は治療前後で肝ダイナミックCT撮影が依頼されるため、被ばく線量が多くなることが課題となっている。RFA後のCT検査には単純撮影における腫瘍の吸収値の変化も重要な要素であるが、治療後の効果判定にはVNCが有用との報告がある[1]。また、腹水の吸収値など腫瘍以外の所見も評価しなければならないが、症例を選択することによりLiver VNC、Iodine mapを活用して撮影回数を減らすことが可能か検討中である。現時点では肝ダイナミック撮影時、TwinBeam Dual Energyで撮影した門脈相からLiver VNCを作成しTrue Non Contrast（以下、TNC）と画像の臨床的有用性を比較している。Liver VNCはTNCと比べCT値、及び周囲肝実質などとのコントラストに若干の違いはあるものの、視覚的にはヨード成分の除去が概ね問題なくできている。実用化されれば上腹部1～2相の被ばく線量（当院での実効線量換算[2]の1相当たり平均値で5.56mSv）が低減可能と想定している（図3）。

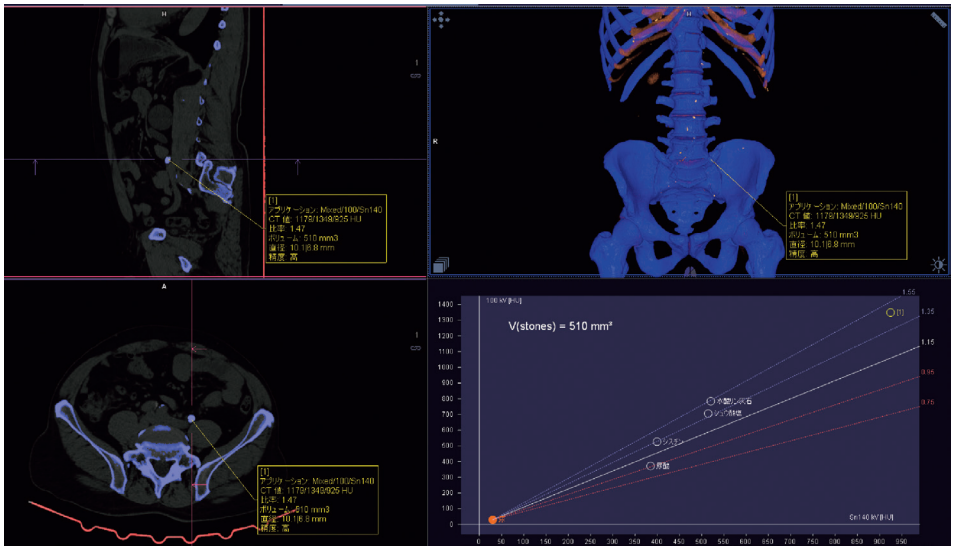

図2　*syngo*.CT DE Calculi Characterizationの解析画面
尿酸結石を赤色、非尿酸結石を青色で表示する。

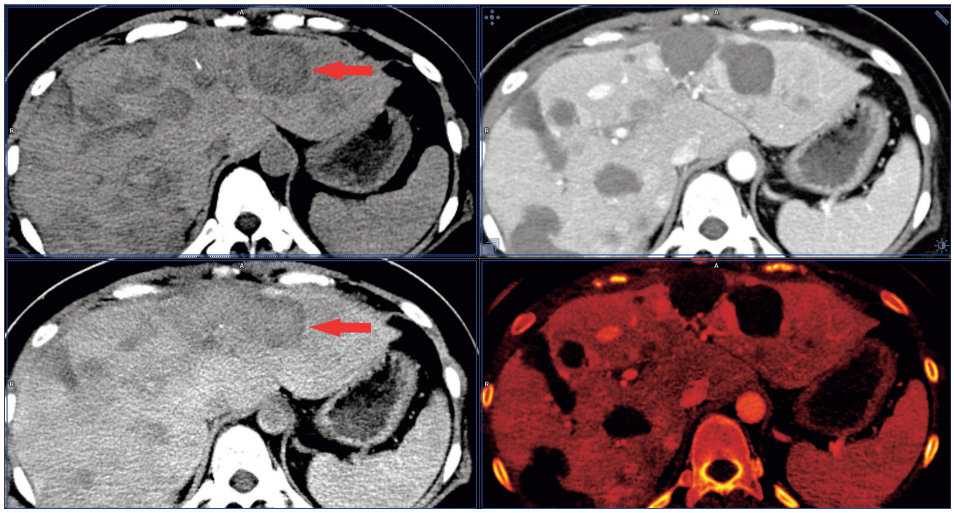

図3　RFA後の肝ダイナミック撮影の一例
アブレーション後のHigh Density がVNCでも確認できる（矢印）。スライス厚:5.0mm、CTDIvol:10.58mGy、DLP:356mGy·cm　a:TNC　b:門脈相　c:VNC（門脈相より作成）　d:Iodine map

a | b
c | d

今後の展望

今後は診断困難な骨折例に対するBone Marrow解析の利用や、深部静脈血栓症・肺動脈血栓塞栓症など呼吸器疾患へLung PBV解析を活用することで、診療に貢献できる実用的な情報を提供することを考えている。また、タブレット端末によるオペレーションの感染対策上の利点は本シリーズですでに詳細が報告されているが[3]、当院の検査環境では操作のみならず、感染対策として操作室・検査室の2チームに分かれて運用する場合の情報共有に多大な利点がある。検査準備における患者情報の確認や撮影条件の設定および確認、撮影後には操作室・検査室のどちらでも画像確認が可能となっている点は2チーム間の情報共有に役立っている。加えて、検査室のスペースに制限があるため、ガントリのコンパクトさは感染防護衣着用時にCT装置や室内への接触の機会を減らすことも利点となると考えている。また、タブレット端末によるオペレーションによって、いずれの部屋でも検査可能なことはコロナ禍の診療に適していると実感している。

<文献>
1) Lee SH, et al: Dual-energy computed tomography to assess tumor response to hepatic radiofrequency ablation: potential diagnostic value of virtual noncontrast images and iodine maps. Invest Radiol, 46: 77-84, 2011
2) ICRP Publication 102: Managing patient dose in MDCT. Annals of the ICRP 2007.
3) 森光祐介:コロナ禍における救急CT検査のワークフローとSOMATOM go.Top活用術. RadFan 18(10):2-3, 2020