

2. 腹部領域における仮想単色X線画像と物質弁別画像の有用性

黒木 英郁 久留米大病院画像診断センター

近年、X線CT装置の性能向上は著しく、検出器のワイドカバレッジ化や超高分解能化、回転時間の高速化、逐次近似画像再構成法などの利用により、適応検査の拡大や被ばく低減、高精細な画像の取得にその能力を発揮している。また、dual energy CT (以下、DECT)も臨床で利用されるようになって数年が経過し、従来の120kVや100kVなどの単一管電圧を用いるsingle energy CT (以下、SECT)では得られない情報を臨床に提供している。

DECTでは、仮想単色X線画像(virtual monochromatic image : VMI)と物質弁別画像(material decomposition image : MDI)という代表的な2種類の画像を作成できる。VMIは、任意の仮想単色X線エネルギー画像の作成が可能であり、臨床では主に、後頭蓋窩のアーチファクト低減や、金属など高X線吸収物質に起因するアーチファクトの抑制、コントラスト分解能の向上などに応用され、その有用性は数多く報告されている^{1)~3)}。一方、MDIは、仮想単純CT画像やヨード画像などの密度画像の作成、CT angiographyにおける骨除去などに応用されている^{4)~6)}。このようにDECTの臨床利用は、画質改善と物質弁別の2つに大別される。今回は、これら2種類の画像の腹部領域CT検査への適応に際し、臨床的に有用であった2症例について報告する。

GE社の“GSI”について

当院に導入されたDECT検査が可能なCT装置は、GE社製の「Discovery CT 750HD」である。本装置のDE技術にて得られるDEイメージングは、“GSI

(Gemstone Spectral Imaging)”と呼ばれる。GE社が独自に開発した“Gemstone”をシンチレータの素材にした、従来の検出器のおよそ100倍の応答特性を有する新たな検出器を用いることで、GSIの撮影を可能としている。その撮影方式は、1つの管球で低管電圧(80kV)と高管電圧(140kV)の異なる2種類の管電圧を0.25msで高速に切り替えながら、回転中に2つの異なるエネルギーデータを収集する“Ultra Fast kVp Switching”方式であり、ほかのDECTの撮影方式と比較して、データの収集角度差や時間位相差に優れ、ミスレジストレーションの影響がない撮影方式と言われている。さらにGSIでは、投影データ上で水やヨードなどそれぞれの対象物質に対してビームハードニング補正を行っており、これらのraw dataを画像再構成することで、非常に精度の高いVMIやMDIが得られる。

検証1 (VMIの臨床利用)： 肝切除術前シミュレーション 造影CT検査を対象とした 血管描出能向上の検討

肝切除を目的とした術前造影CT検査では、肝動脈、門脈、肝静脈の形態情報は重要で、術前情報としてこれらの三次元画像の必要性は高い。これらの腹部領域の血管系の描出を向上させるために、100kVや80kVを利用した低管電圧撮影法による検討が行われてきた^{7)~9)}。今回、管電圧120kVによる従来の撮影方法(以下、従来法)で得られた造影CT画像とGSIで得られた低い仮

想単色X線エネルギーのVMIの血管描出能の比較を行った。GSIは、先に述べたように、ビームハードニング効果の影響が非常に少ない密度画像が得られるが、この密度画像を水とヨードの質量減弱係数の比にて加重加算することでVMIが得られる。GSIでは、40~140keVで計101種類のVMIを作成することが可能である。図1は、GSIによる肝臓ダイナミック撮影で得られた門脈相の造影CT画像で、仮想単色X線エネルギーを40~140keVまで20keVごとに変化させたときの画像の変化を示す。低い仮想単色X線エネルギーになるほどヨードのk吸収端(約33keV)に近づくため、造影剤のCT値が上昇し、コントラストが増強される。この症例では、門脈部分のCT値が、約8倍も変化しているのが確認できる。このVMIの仮想単色X線エネルギーの変化における造影剤(ヨード)増強効果が肝切除術前シミュレーション用造影CT検査に適用可能であるか基礎的検討を行った。

1. 方法

評価の対象としたVMIの仮想単色X線エネルギーは、70keVから、最も低い40keVとした。評価に用いたファントムは、美和医療電機社製の胸腹部ファントムで、2層構造のファントムである。今回は、中心部を模擬肝臓に設定し、その中心部を動脈相など肝臓実質の造影が比較的不十分な早期相を想定して水で満たした場合(以下、ファントムW)と、同じく中心部を門脈相や平衡相など、肝臓実質が造影されているタイミングを想定して希釈造影剤で満たした場合(以