

デュアルエネルギーを用いた造影剤低減に関する検証

一般財団法人竹田健康財団 竹田総合病院 CM 部 放射線科 ○二瓶 陽子(Nihei Yoko)
千葉 沙織 佐藤 貴文 飯塚 英広 足利 広行 鈴木 雅博
一般財団法人竹田健康財団 竹田総合病院 診療部 放射線科 間島 一浩

【はじめに】

血管評価を目的とした造影CT検査では、腎機能が良くない患者の造影剤投与量を減量すると、減量しないものと比べて評価したい血管のCT値が下がってしまう。

当院ではデュアルエネルギー撮影が可能なCT装置を有している。その機能を使い造影剤投与量を低減できるか検証したので報告する。

【使用機器・機材】

撮影装置はGE社製DiscoveryCT750HD、画像解析装置はGE社製Advantage WorkstationVS5、画像処理ソフトにImage-Jを使用した。また、自作ファントムに30cm×30cm×40cmの水槽、模擬血管、模擬石灰化、希釈造影剤を使用した。造影剤注入装置には根本杏林堂製デュアルショットGX7、造影剤にイオプロミド300mgI/mlを使用した。

【方法】

- 1.希釈した6種類の希釈造影剤をシリンジに入れ模擬血管を作る。
- 2.水で満たした水槽に模擬血管を固定した自作ファントムを作成し、デュアルエネルギー（以降DEと表記）と80kVp,100kVp,120kVp,140kVpのシングルエネルギー（以降SEと表記）でそれぞれ3回撮影する。
撮影条件はDE撮影SE撮影ともCTDIvolを23mGy程度（80kVpを除く）とした。また使用装置のDECTは80kVpと140kVpのFast Switching方式である。
- 3.DE撮影データから40keV～140keVを5keV間隔で仮想単色エネルギー画像を得る。
- 4.仮想単色エネルギー画像とSE画像の各模擬血管のCT値とCNRをImage-Jにて測定し、グラフ化して最適なエネルギーを比較する。
- 5.最適な仮想単色エネルギーを臨床画像で視覚評価を行う。
造影剤投与量を300mgI/kg（通常の血管評価目的の使用量600mgI/kgの半量）、注入方法は造影剤と生理食塩水を5:5で混合注入、注入時間は30秒程度、40秒後に120kVpの単純撮影と同範囲同等線量（CTDIvol:16mGy程度）でDE撮影を行い、仮想単色エネルギー画像を得る。
視覚評価の方法はWW400、WL40に設定し、水平断、冠状断それぞれにおいて70keV画像を基準とし、主に大血管が良好:3、同等:2、悪い:1、と点数を付ける。これをCT画像解析業務に携わる6名で行う。
- 6.血管内石灰化の膨張を検証する。
骨形成で使用するセメントを用いて径9mmの模擬石灰化を作成し模擬血管の1つに入れ、DEとSE120kVpで撮影、それぞれの水平断面で模擬血管径と模擬石灰化径のプロファイルカーブを描く。

【結果】

Fig.1に自作ファントムをSE120kVpで撮影した水平断像を示す。試料①が水、試料②～⑦が低濃度～高濃度造影剤である。試料⑦は303HUで血管評価に必要なと思われるHUに近い値となり、試料③は約半分のHUであったため、このHUとエネルギーの関係をグラフ化した。

まず、仮想単色エネルギー画像及びSE画像双方でエネルギーが下がるとHUの上昇を確認できた。SE120kVp画像のHUと仮想単色エネルギー70keV画像がほぼ同等のHUだった。次に試料③について、SEにおいては80kVp画像のHUは120kVp画像の2倍上昇には至らなかったが、仮想単色エネルギー50keV画像のHUは70keV画像のHUの2倍以上に上昇した。これは試料⑦のSE120kVp画像相当のHUということになり(Fig.2)。

さらにCNRの比較を行った結果、仮想単色エネルギー画像において同等以上のCNRを得ることができた(Fig.3)。算出式は式1を用いた。

$$CNR = (ROI_M - ROI_B) / SD_B \dots (式1)$$

ROI_M : 試料のCT値
ROI_B : B.G.のCT値
SD_B : B.G.のSD値

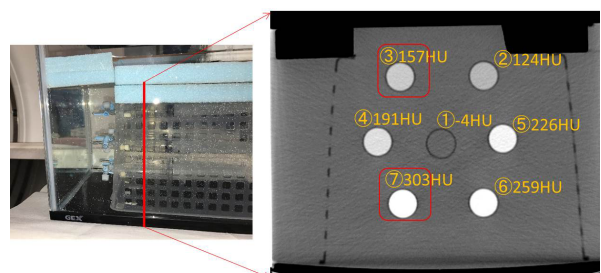


Fig.1 自作ファントムと水平断像

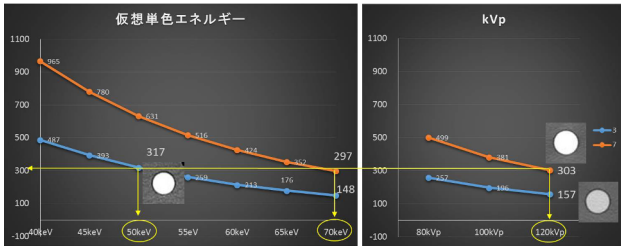


Fig.2 エネルギーとHUの関係

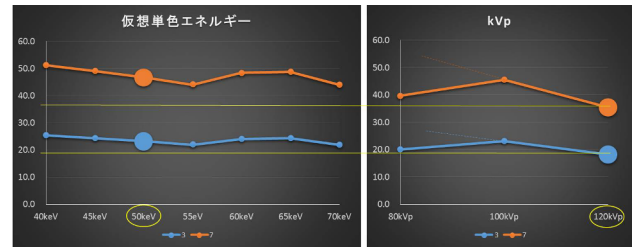


Fig.3 エネルギーとCNRの関係

Table 1 評価結果

		65keV	60keV	55keV	50keV	45keV	40keV
平均	Axial	2.5	2.3	2.3	2.0	1.3	1
	Coronal	2.8	2.3	2.4	2.6	1.8	1

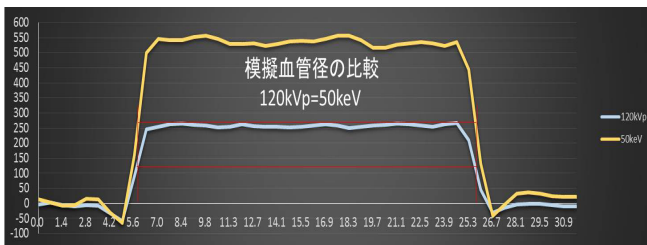


Fig.4 模擬血管径のプロファイルカーブ

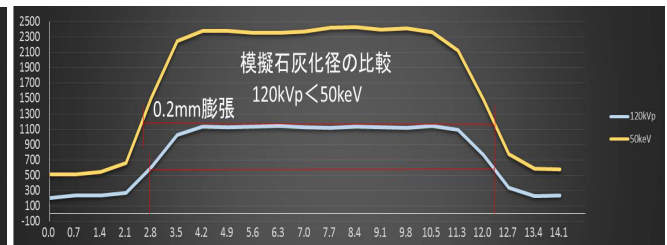


Fig.5 模擬石灰化径のプロファイルカーブ

以上の結果を踏まえて、仮想単色エネルギー50keVを臨床画像で視覚評価を行った結果をTable 1に示す。50keV画像までが70keV画像より同等以上の評価を得ることができた。

血管評価で気になるのが石灰化である。SEにおいて管電圧を下げると画像上で石灰化が膨張すると言われていたことに関して、仮想単色エネルギー50keV画像とSE120kVp画像を比較し、模擬石灰化の膨張を検証した。

その結果、模擬血管径の半値幅はほぼ同等(Fig.4)、模擬石灰化の半値幅は120kVp < 50keVとなったが0.2mm程度の膨張であった(Fig.5)。

【考察】

DE撮影を行えば、仮想単色エネルギー画像でHUを上げることができ、造影剤投与量低減につながると考えられる。また、仮想単色エネルギー50keV画像のHUがSE120kVp画像の約2倍になり、CNRもよく、臨床画像の視覚評価からも造影剤半量投与が可能であると思われる。さらに、50keV画像ではブルーミング効果と思われる石灰化の軽度膨張が見られたが、影響がない程度であると思われる。

【結論】

デュアルエネルギー撮影による造影剤投与量の低減が示唆された。これにより腎機能が良くない患者へのデュアルエネルギー撮影を利用した造影剤投与量の減量が可能である。

【参考文献】

- 1)市川勝弘 村松禎久;標準X線CT画像計測 日本放射線技術学会 オーム社
- 2) GE Healthcare ;Discovery CT7502HD Advanced Application Scan Protocol Guide