JSRT企画⑦
CT班

腹部領域における低管電圧撮影・Dual Energy技術の応用
すぐに使える低管電圧撮影
―導入の経緯から運用まで―

新潟県立中央病院 放射線科　○小田 雄一(Oda Yuichi)

【はじめに】

CT検査に携わっていると、様々な理由から造影剤の減量が必要になる場面に遭遇する。本稿では当院において造影剤減量のため行っている低管電圧撮影の概略を記載し、読者の皆さんが低管電圧撮影を導入する際の一助となれば幸いである。

【導入の経緯、条件決定方法】

当院でCT装置更新の際に、放射線科医から造影剤量の減量がしたいと申し入れがあった。当院では低管電圧撮影を用いることにより、コントラスト増強効果を保ちながら、造影剤減量をしようと考えた。管電圧は選択できる管電圧のうち、従来使用していた120 kVpより一つ下の100 kVpとした。造影剤量の決定は、いくつかの濃度の希釈造影剤をシリンジに入れ、水ファントム内に固定し、120 kVp、100 kVpで撮影し、CT値を比較した。Fig.1に結果のグラフを示す。検討の結果、従来の造影条件より2割減とした。線量の決定方法は均一なファントムを撮影し、Noise Power Spectrumを測定し、できるだけノイズ量に変化がない条件設定とした。低管電圧撮影は従来条件に比べてノイズを同等にすると、高mAs値が必要になる。管球のmAには制限があるので、mAs値を確保するために撮影時間を延長した。

以上の条件で低管電圧撮影を開始したが、造影剤の減量が適正かどうか、臨床に使用した後、早い段階で検証を行うことが大切だと考える。当院ではダイナミック検査で検証した。単純と後期動脈相の大動脈、および単純と門脈相の肝実質にそれぞれ関心領域を設定し、CT値を差分することにより、造影剤による造影効果を検証した。Fig.2に結果のグラフを示す。造影効果は減少しておらず、適切な造影剤減量であったと結論付けた。当院では造影CTの検査においてほぼ全例低管電圧撮影を行っている。

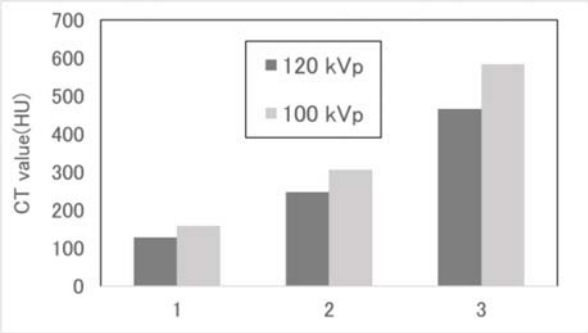


Fig.1 管電圧による希釈造影剤のCT値

また、より造影剤低減を求められる場面を想定して、80 kVpの条件設定を行っている。条件設定の方法は100 kVpの時と同様に行うが、設定が違う点としてのノイズの設定と、逐次近似再構成の強度を変更している。ノイズを同等にすると、高mAs値が必要になる。ただ、管球のmAの制限や、撮影時間の延長には限界があるので少しノイズが増える条件設定とし、増えたノイズを逐次近似再構成の

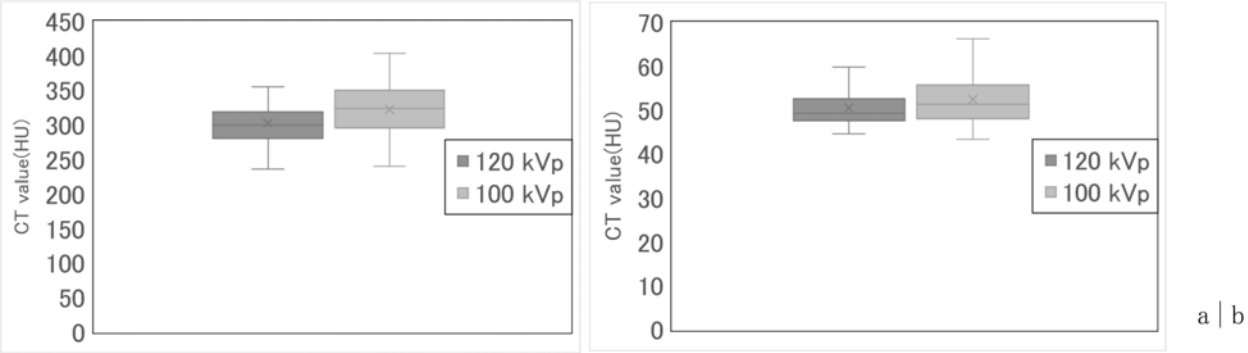
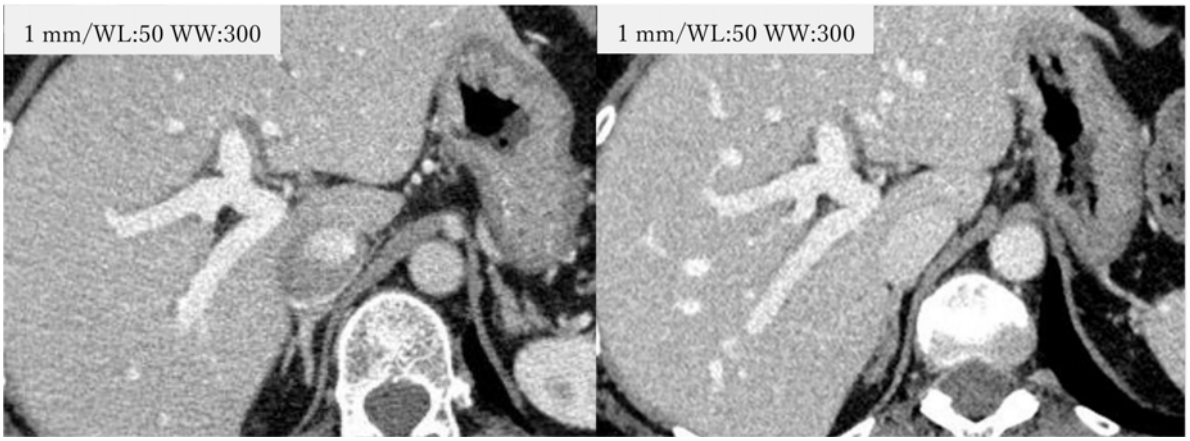
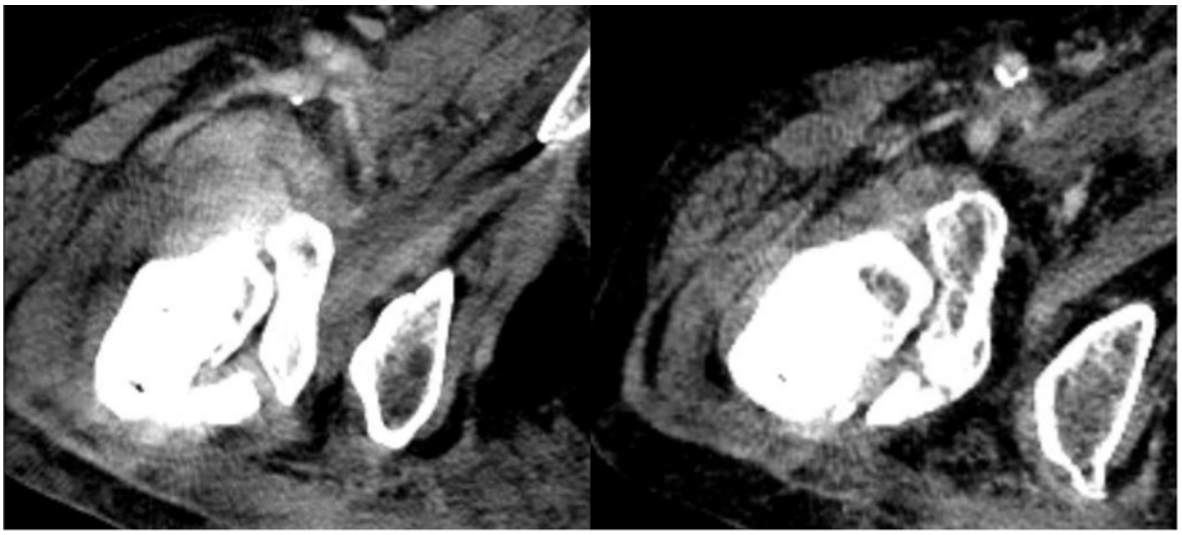


Fig.2 管電圧毎の造影効果の検証
a:大動脈の造影効果　b:肝実質の造影効果



a | b

Fig.3 100 kVpと80 kVpの比較
a：100 kVp（420 mgI/kg） b：80 kVp（330 mgI/kg）



a | b

Fig.4 管電圧変化によるメタルアーチファクトの変化
a：100 kVp b：120 kVp

強度を上げてノイズの増加を補う設定としている。Fig.3は腎機能悪化のため同一患者でヨード量を変更し撮影した100 kVpと80 kVpの画像である。

【低管電圧撮影の問題点】

低管電圧撮影の問題点は様々あるが、大きく二つの問題点があると考える。

1.高mAs値の要求

2.アーチファクトの増大

以上の二点について、対応方法を記載する。

1.高mAs値の要求

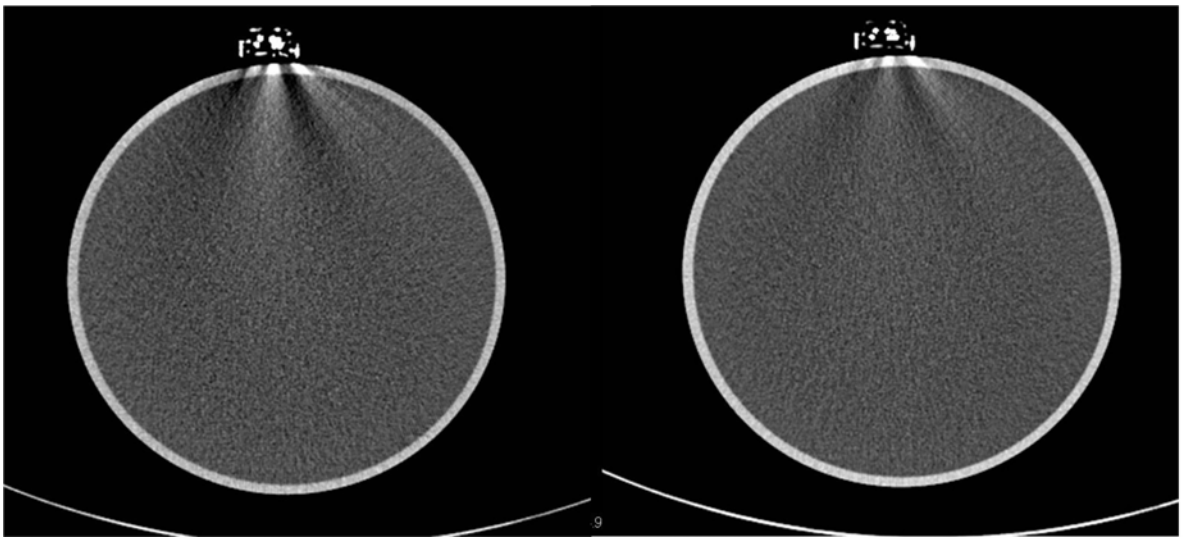
X線管から発生する連続X線の強度 I は係数 k、X線管電圧 V、X線管電流 i、ターゲットの原子番号 Z で次の式であらわされる。

$$I = k \cdot V^2 \cdot i \cdot Z \qquad (1)$$

管電圧を下げることはX線強度に大きく影響することがわかる。つまりX線の強度を保つためには高mAs値が必要なのがわかる。管球のmAには制限があるため、当院では撮影時間を延長して高mAs値を確保している。しかし、高体重群の患者を撮影する際は画質を保つため、より多くのmAsが必要になる。そのような患者には撮影時間のさらなる延長で高mAs値を得る方法がある。ただ、撮影時間の延長により高mAs値を得るので時間分解能が求められる検査や呼吸を長く停止できない患者には不向きである。そのような場合には検査目的に応じて管電圧を従来の120 kVpに戻し、場合によっては造影剤の増量を検討している。

2.アーチファクトの増大

低管電圧撮影は前述した通り、X線の強度が低下する。体幹部を撮影する際に上肢を挙上できない患者の場合は腕から発生するストリークアーチファクトが従来条件と比べて顕著になる。対策として、腕の位置を工夫するなどの対策を徹底するか、管電圧を120 kVpにして対応するといった対策をしている。



a | b

Fig.5 管電圧変化による生体モニタからのアーチファクトの変化
a:80 kVp　b:140 kVp

また、メタルアーチファクトも増大する。体内金属周囲の状態を確認する際には高管電圧を使用するとメタルアーチファクトが少ない画像を得ることができる。Fig.4は股関節にインプラントが入った同一患者を異なる管電圧で撮影した画像である。高管電圧を使用した画像がアーチファクトの発生が少ないことがわかる。

生体モニタのリードから発生するアーチファクトも低管電圧撮影でより顕著に発生するので注意が必要である。Fig.5は異なる管電圧で生体モニタのリードとファントムを撮影した画像である。低管電圧撮影ではアーチファクトが顕著に発生するので撮影範囲内にアーチファクトを発生させるものがないか、より注意を払う必要がある。

【まとめ】

今回は低管電圧による造影剤低減について解説した。低管電圧撮影は造影剤減量や、造影効果増強に有効な手段であることは周知の事実である。ただ、低管電圧撮影は様々なノイズやアーチファクトがより強く発生するため、様々な工夫を徹底する必要があると考える。

造影剤減量が求められることは多く経験する。その際の解決策の一つとして低管電圧撮影のプロトコルを準備しておき、すぐに使用できる状態にしておくことは臨床上有用であると考える。

【参考文献・図書】

1)CT造影技術 八町 淳 寺澤和晶 MEDICAL EYE