

● 達人の考える合格画像とは… 的確な画像のキモ [胸部]

青森市民病院 医療技術局 診療放射線部 | 小澤友昭

胸部CT撮影における合格画像を得るには国内のCTスペシャリストが執筆した「X線CT撮影における標準化～GALACTIC～」に記載されているとおりに撮影すれば合格である。ただ臨床ではイレギュラーなことが発生し、合格とはいかない結果となったことを少なからず誰もが経験しているはずである。また、2019年12月中国で新型コロナウイルス感染症が初めて報告されてから現在まで世界中で猛威を振るい、未だに出口が見つからない状態が続いており、各施設では毎日のようにPPE着用でのCT撮影等の対応に追われているだろう。こうした非日常的な状態の中でも我々の仕事はCT検査をこなしていかなければいけないということである。今回はその非日常的な状態の中、イレギュラーなことを少しでも未然に防ぎ、不合格画像を合格画像にする手助けになれば幸いである。

There is no problem with chest CT if it is taken as described in "Standardization in X-ray CT Imaging ~GALACTIC~". However, in clinical practice, various things can cause bad images.

This time, I hope that it will help prevent irregular things from happening even a little before they happen, and to make the failed image a good image.

● 胸部CT撮影における 合格画像への 第一歩に向けて

胸部CT撮影における合格画像への第一歩にむけて、2つの面から考えていきたい。一つは胸部という部位は常に拍動している心臓が存在することや呼吸による肺の動きがもたらす画像に影響するため、撮影条件の設定が重要になる点、もう一つは撮影中に適切な画像が得られているかの判断を瞬時にできているかという点、場合によっては再検査を未然に防ぐことも可能であり、この2点について今回は検討をする。なお、検討に使用する装置はSOMATOM Definition Edge(SIEMENS

社製)、SOMATOM Definition Flash(SIEMENS社製)であり、機種依存性が多々あると思いますがご了承ください。

● 心臓の拍動と呼吸 による体動への対策

心臓の拍動への対応としての第一選択は心電同期撮影が挙げられる。同一心位相のみで画像再構成を行うことにより、拍動による画像のブレをほぼ無くすることが可能であり、冠動脈CT撮影に用いられる方法である。胸部CT撮影の全検査を心電同期撮影することが最良の方法ではあるが、スキャンのオーバーラップによる被ばく線量の増加や、検査前準備、後処理等による検査のスループットの低下

があり現実的ではない。次の選択として時間分解能を考慮した撮影条件による動きに強い撮影を用いることである。呼吸の体動への対応はまずは息止め撮影である。基本中の基本であり息止め撮影が可能なら呼吸による体動の問題は発生しない。患者の状態により息止めが不可能なケースはこちらも時間分解能を考慮した撮影条件による動きに強い撮影を用いることになる。つまり、胸部CTの心臓の拍動と呼吸による体動の対策は時間分解能を考慮した撮影条件の設定が重要となってくる。時間分解能を高くすると画質を多少犠牲にすることになるが、ブレている画像よりもブレていない画像を得ることを優先していることが念頭にある。

時間分解能を考慮した撮影条件の設定

時間分解能を高めるパラメータとして、機種依存なところはあるが一般的には、

1. ピッチファクタを大きくする
2. ローテーションタイムを速くする
3. スライス厚を小さくする
4. 使用検出器列数を少なくする（16列より64列）
5. 再構成方法（360度補間より180度補間）がある。この中で特に重要と考える1. ピッチファクタを大きくする 2. ローテーションタイムを速くするの2点について検討する。

ピッチファクタを大きくすると以下のような影響がある。

1. ノイズが増える
2. 実行スライス厚が大きくなる
3. 時間分解能が高くなる
4. 画像内の均一性が下がる
5. 風車アーチファクトが増える
6. 最大照射線量が下がる

このなかでメリットは3. 時間分解能が高くなるだけであり、他は全てデメリットである。臨床でピッチファクタを変える場合、ノイズ等他の影響を把握して設定する必要がある。

ピッチファクタによるノイズの変化は以下の関係にある。

$$PV(\text{ピクセル値の変動}) \propto 1/\sqrt{\text{mAs}}$$

$$\text{mAs} = \text{Eff.mAs} \times \text{ピッチファクタ}$$

当院のCT装置で水ファントムを120kV、185mA、管球回転速度1sの撮影条件でピッチファクタを1.0から1.7にするとCT値SDは24.6から31.3となる。つまりピッチファクタだけ変化させると同一のSD画像にはならず、異なるピッチファクタで同一のSDを得るには、Eff.mAsを一定にする必要がある。また、逐次近似再構成を用いることにより異なるEff.mAsでもSDを同じくすることが可能だが、これはノイズのみの話であり他の画質評価への影響も考慮する必要がある。

面内MTFにおいては、周知のとおり中心部よりも辺縁部の方がMTFは低下し、ピッチファクタを変えてもその関係は変わらない。Z軸の評価はファントム（くし）を長手方向にガントリー中央及び12cmオフセンターに設置しピッチファクタを変えたMPR画像で評価した（図1）。厳密に言えば違いがあると思うが肉眼で見る限り違いはない。これは当院のCT装置にはZ軸方向の空間分解能を向上させるz-Sharp-Technologyが搭載されているためであり、このような機能がないCT装置ではピッチファクタを上げるとZ軸方向の空間分解能は低下する装置もあるため、撮影条件の検討が必要となってくる。

ピッチファクタを変えると最大照射線量に制限が発生する。当院の装置で

120kV、管球回転速度0.5s、ピッチファクタ1.0、Eff.mAs334の撮影条件をピッチファクタ1.7に変えるとEff.mAs218と低下する。体格の大きい患者等、線量を必要とする検査では線量不足となることが想定される。

以上、ピッチファクタを変えると様々な影響が発生するため各CT装置の挙動を把握してピッチファクタを変えることが必要となってくる。実際の撮影時期の異なる同一患者の胸部単純CTを比較すると、同Eff.mAsで撮影されており、CTDI.volもほぼ一定になっているが、ピッチファクタを上げたほうが心臓の拍動のブレが抑えられているのが確認できる（図2）。

ローテーションタイムを短くすると以下のような影響がある。

1. 時間分解能が高くなる
2. 空間分解能が低くなる
3. 最大照射線量が下がる
4. ノイズが増える

このなかでメリットは1. 時間分解能が高くなるだけであり、他は全てデメリットである。臨床でローテーションタイムを変える場合、ピッチファクタを変える場合と同様にノイズ等他の影響を把握して設定する必要がある。ローテーションタイムを変えた時のノイズの変化は、考え方として先に述べたピッチファクタを変えた時のノイズの変化と同じ挙動をとり、異なるローテーションタイムで同等

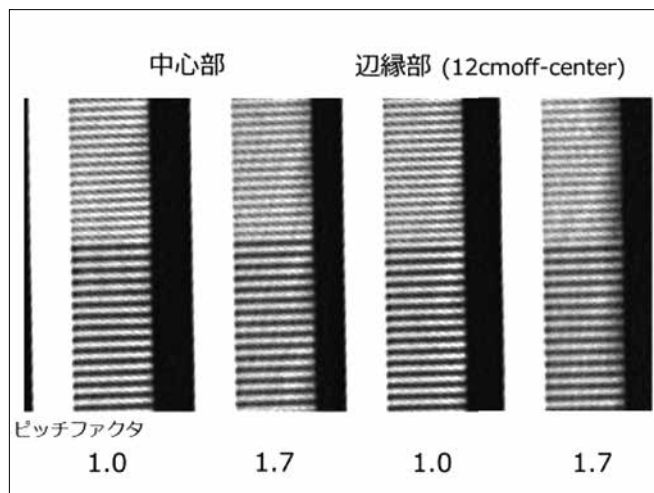


図1 ピッチファクタを変えた

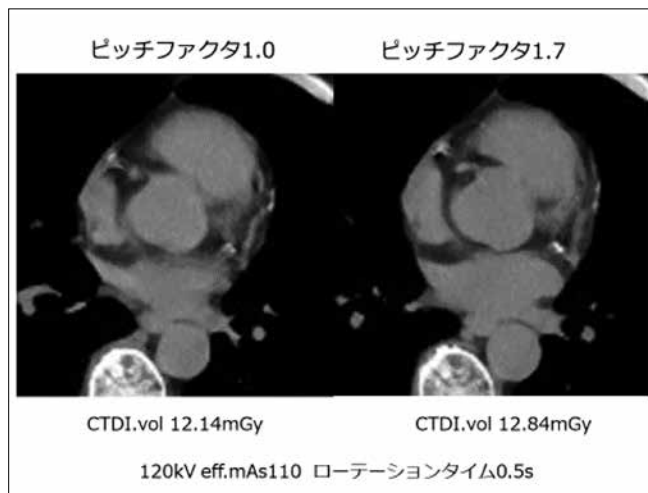


図2 ピッチファクタを変えたAx画像