

●小児死後CTにおけるエアギャップ法の検討

1)島根大学医学部附属病院 放射線部

2)島根大学医学部 法医学講座

川角貴哉¹⁾、金山秀和¹⁾、細越翔太¹⁾、梶谷尊郁¹⁾、飯島 順¹⁾、
野津勝利¹⁾、宮原善徳¹⁾、木村かおり²⁾、竹下治男²⁾

小児Aiは死因究明だけでなく虐待の見逃し防止の観点からもとても重要である。小児は被写体が小さいため成人とは異なる画質の画像が得られることから装置毎の撮影条件の設定が不可欠である。今回、装置の性能に依存することなく画質改善が期待できるエアギャップ法について検討した。

Pediatric postmortem CT is very important for determining the cause of death and suspecting any child abuse. Since children and adults have different body sizes and materials (bone, tissue, air, fluid), it is necessary to adjust imaging acquisition parameters for children. We investigated the air-gap method which can be used in all CT scanners, expecting the improvement of image qualities.

●はじめに

島根大学医学部附属病院は、2011年6月より中四国初となるAi (Autopsy imaging) 専用CT室を有するAiセンターを稼働した¹⁾。対象となるご遺体は、①本院入院患者及び外来患者（救命救急センター/高度外傷センター）で死亡を確認し主治医が必要と判断したご遺体、②本医学部にご献体となったご遺体、③警察からの依頼による法医検査ご遺体、④地域医療機関依頼のご遺体、である²⁾。このように、Aiセンターではさまざまご遺体を対象としている。警察依頼によるAiは5名の診療放射線技師（Ai認定診療放射線技師3名、取得予定2名）が担当しており24時間365日、撮影可能な体制を整えている。

警察依頼のAi-CT件数は、2019年度で

82件、2020年度で55件、2021年度で77件、2022年11月現在で78件実施した。島根県は独居高齢者が多く、県面積が広いために発見遅延による死因不明の遺体や異状死体などが多いことから司法解剖率が高く、負担軽減や補助診断目的のAi-CT検査は不可欠であると考える³⁾。一方で、警察依頼の小児（15歳未満）Ai-CTは、今日に至るまで2例経験した。厚生労働省の報告では、全国の児童相談所における児童虐待相談対応件数は、1990年度に1,101件であったのに対し、2021年度には20万7,659件と約190倍となり、増加傾向である⁴⁾。このように児童虐待は、重大な社会問題であり、毎年90名程度の虐待死が報告されているがその3倍以上が虐待死かどうか検討しなければならない症例がある⁵⁾。また、厚生労働省死亡時画像診断読影技術等向上研修事業の一環として日本医師会が受託者となり、小児死亡例に対する死亡時画像診断の情報を収集・

分析し、そこから得られた知見を今後の教育・研修に役立てることを目的に「小児死亡事例に対する死亡時画像診断モデル事業」を実施していることから、小児Aiの意義は高いと考えられる⁶⁾。しかし、小児Ai-CT撮影の具体的な撮影条件や、適切な画像表示条件などは示されていないため、施設毎に設定を行い撮影しているのが現状である⁷⁾。小さい被写体の場合の過剰線量は、画像の違和感や検出器のエラーによるアーチファクトの報告もあるため十分な検討が必要である。

●背景

X線画像の画質を損なう原因の一つに散乱線がある。散乱線はX線と被写体の相互作用により二次的に発生する。散乱線のエネルギーや散乱方向は種々様々であり、X線写真のコントラストや鮮鋭度は

低下する⁸⁾。その散乱線を除去する方法の一つにエアギャップ法(グレーデル効果)がある。エアギャップ法は、被写体とフィルム間距離を離すことで、被写体から発生する散乱線を距離の逆二乗則によって減弱し除去できる方法で、主に一般撮影領域で用いられる。エアギャップ法はCTにも応用され、小児領域で有用であると報告されている。小児の身体は脂肪組織が少なく、X線による組織コントラストが低下するため、低コントラスト分解能の改善が重要である⁹⁾。また、小児は被写体が小さく、CT寝台と被写体の間に発泡スチロールを配置しやすいことからエアギャップが作りやすい。エアギャップ法はCT寝台からの散乱線を除去し、画質が向上すると考えられる(図1)。Aiは被ばくを考慮する必要がなく、臨床の撮影条件より高めに設定することで画質の向上が可能である。しかし、当院のAi専用CT装置(Aquilion16, Canon社製)は、現在の臨床機と比較して高出力が難しく、ノイズ低減処理はなくFBP(Filtered back projection)再構成処理の使用に限られる。装置の性能にとらわれることなく画質の向上が期待できるエアギャップ法に着目し、SD(Standard deviation)の改善を目的に小児死後CTにおける画質評価を行った。

目的

小児死後CTを想定した撮影条件にて、エアギャップ法を用いて低コントラスト評価を行った。

方法

CT装置は、Aquilion one vision (Canon社製)を使用し、CTDI(Computed tomography dose index)測定用16cmアクリルファントム内5点に希釈造影剤を封入した自作ファントム(ファントム内CT値は135HU(Hounsfield unit)、希釈造影剤のCT値は145HU)を作成した(図2a)。常にCTガントリの中心にファントムを配置し、エアギャップ(ファントムとCT寝台の距離)の距離を変化(なし(0cm)、5cm、

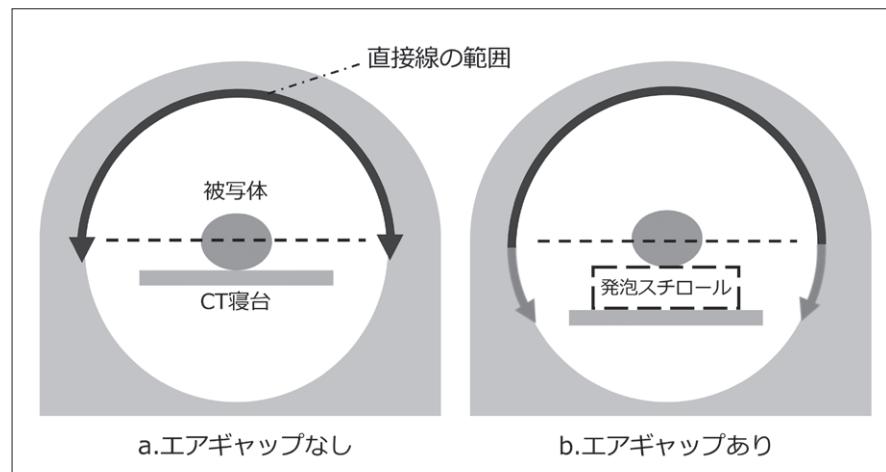


図1 CTにおけるエアギャップ法

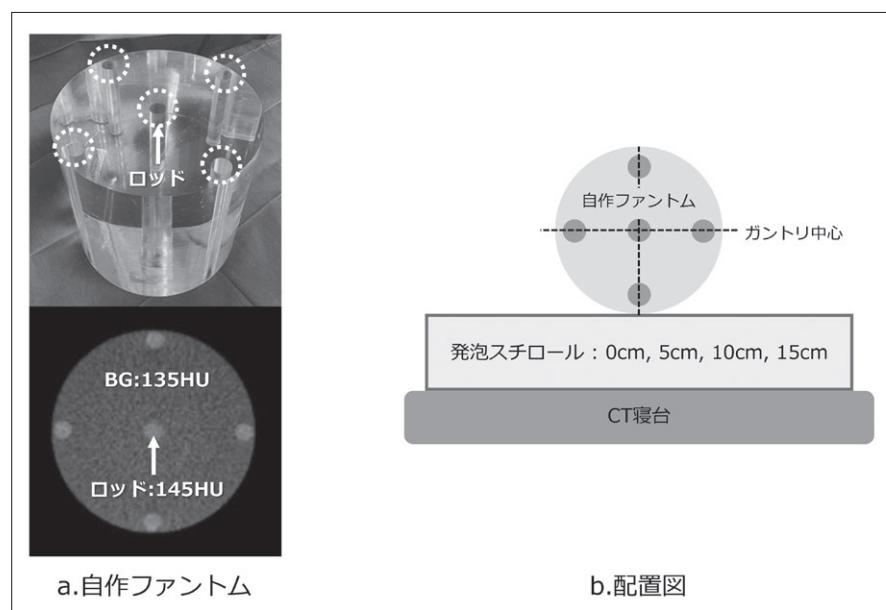


図2 自作ファントム及び配置図

10cm、15cm)させ各々の距離で3回撮影した(図2b)。撮影条件は管電圧120kV、管電流300mA、回転速度0.75 sec/rot、コリメーション16×0.5mm、ビームピッチ11.0、再構成視野(field of view: FOV)240mm、マトリックスサイズ512×512、焦点サイズsmall、画像再構成関数FC13、画像スライス厚2mm、画像再構成法FBP法とした。また、DICOM(digital imaging and communication in medicine)形式で出力し、解析にはImageJ(NIH)を使用した。コントラスト検出能を定量評価するため、コントラスト-ノイズ比(contrast-

to-noise ratio: CNR)を用いた。計算式は以下に示す。
$$CNR = (ROI_S - ROI_B) / SD_B$$
ここで、 ROI_S および ROI_B は、それぞれロッドの信号値(Signal)およびBG(Background)のROI(Region of interest)で測定されたCT値であり、 SD_B はBGのSDである。

1. エアギャップの変化による平均CNRの算出方法

希釈造影剤を封入したロッド内5点にROI(ROI1~5)を置き、3回撮影した画像の計15個のROIからロッドの平均CT値を算出した(図3a)。また、アクリルファン