

Aiにおける画像技術の アプローチ

東北大学大学院 医学系研究科 画像診断学分野 | 小林智哉

Autopsy imaging (Ai) は体動がなく、被ばくも問題とならないため、撮影技術は不要と言われることが多いが、検査の目的によって様々な応用が可能であり、それらは技術によって裏付けることができる。本稿では画像再構成、アーチファクト、死後変化に伴うガスの技術的なアプローチを解説する。

It is said that postmortem CT (PMCT) does not require imaging techniques because high radiation exposure dosage is not an issue for a corpse and the body does not move during examination. PMCT can be applied in a variety of ways depending on the examination, which can be supported by technology. This paper describes technical approaches to image reconstruction, artifacts, and intravascular gas.

はじめに

日本は超高齢化社会から多死社会に向かっており、2040年の年間死者数は160万人を超えると推計されている(厚生労働省「人口動態統計」)。死者が増加するなかで社会問題となっているのが孤独死である。孤独死は、親子の同居の減少、未婚者の増加、社会から途絶した無縁化、そしてそれらの高齢化によって増加しており、年間18.8万人となっている(2019年：厚生労働省「人口動態統計」)。それらの多くは異状死(明らかな病死以外)として扱われ、2018年の異状死は年間170,174人である。そのうちの約1/3にあたる58,689人(34.5%)が死亡時画像診断(Autopsy imaging: Ai)を実施している(総務省「死因究明等の推進に関する政策評価書」)。

異状死のAiは、臨床で経験しない状態で撮影することも多く、目的に留意する必要がある。欧米では銃創が多いため、

異状死のAiのCT(Ai-CT=海外ではpostmortem CT: PMCT)は、日本と異なる画像技術のアプローチで使用されることがある。筆者は、2022年10月のThe International Association of Forensic

Radiographers (IAFR) The Australian and New Zealand (ANZ) Branchウェビナーにてスイスのチューリッヒ大学Virtopsyグループに所属するGaschoと共にAi-CTについて講演を行った¹⁾(図1)。Gaschoはオ



図1 ANZ Branch Webinarのホームページ案内
2022年10月26日にANZ Branch Webinarで、Dominic Gaschoと筆者はAi-CT(=postmortem CT: PMCT)に関する講演を行なった。

オーストリア出身の診療放射線技師で、Aiの撮影技術に関して多くの業績がある。この講演でGaschoは、体内に残された銃弾の物質解析をdual energy CTで解析することを発表していた²⁾。このような検査目的は、臨床では経験せず、異状死Aiに特有である。

Aiは体動がなく、被ばくも問題とならないため、撮影技術は不要と言われることが多いが、目的によって様々な応用が可能であり、それらは技術によって裏付けることができる。本稿では画像再構成、アーチファクト、死後変化に伴うガスの技術的なアプローチを解説する。

1. Ai-CT 逐次近似画像再構成の活用と検討事項

Ai-CTの撮影は、被ばくの問題がなくなるため高線量で撮影し、フィルタ補正逆投影法 (filtered back projection : FBP) で画像再構成法することが推奨されている³⁾。近年、臨床におけるCTの画像再構成は逐次近似再構成 (iterative reconstruction: IR) 法を使用することが一般的になっており、Ai-CTでも応用が可能である。その理由は、①上肢からのストリークアーチファクトを軽減でき、②管球熱量の上昇を抑えられるためである。以下、この2点について解説する。

①上肢からのストリークアーチファクトを軽減する

Aiではご遺体をそのままの状態に撮影することが推奨されており、CTでも上肢を挙上せずに撮影する。挙上されていない上肢からのストリークアーチファクトは診断の妨げになる。一般的に管電圧を下げると画像コントラストは上昇するが、透過したX線量が不足することで、ストリークアーチファクトが発生する。逆に高電圧ではコントラストは低下するが、アーチファクトが減少する。IR法は、ストリークアーチファクトを軽減するが、80kVpの撮影ではアーチファクトがかなり残存している (図2)。死因と関係し、上肢からのストリークアーチファクトが影響するものとして肝損傷、腎損傷、腹腔内出血、椎体骨折、大動脈損傷・解離などがある。これらの画像所見の検出がアーチファクトの有無やIR法によるアーチファクト軽減によって、どの程度影響するか検討が必要である。近年ではDeep Learning 再構成が実装されており、このような画像再構成技術を有効に活用して「そのままの状態」で撮影することが重要となる。

②管球熱量の上昇を抑える

Ai-CTは高線量で全身の撮影を行うことが基本となるが、このような撮影をした場合、管球の熱容量を超え、次の撮影まで冷

却時間が必要になることがある。このような問題は、Ai専用装置を保有していない施設で問題となるが、IR法を使用することで管球の熱量を抑えることができる。また、Ai専用装置を保有している場合でも、負担を軽減しながら撮影することにより管球の寿命を延ばすことは継続的な運用のために重要となる。

Ai-CTにおいてIR法の応用による新たな知見が検証され、Ai検査ガイドライン³⁾の改正が期待される。

2. Ai-MRI 常磁性体における磁化率アーチファクトと温度の関係

常磁性体の磁化率アーチファクトが温度低下によって大きくなることは知られているが、実証実験は行われていない。我々は以下のような実験で磁化率アーチファクトと温度の実証した。

使用した装置はHITACHI社製の0.3TのMRIである。寒天状の円柱にストローを入れたファントムを作成し (図3a)、対象の磁性体はストローの内側に存在する空気とした。ファントムを「冷却から常温へ」「加温から常温へ」と変化させて、ある時点の温度と、「常温」を組み合わせ、温度計測機器 (TELEDYNE FLIR社製 FLIR TG56) (図3b) で温度を計測した。ストロ

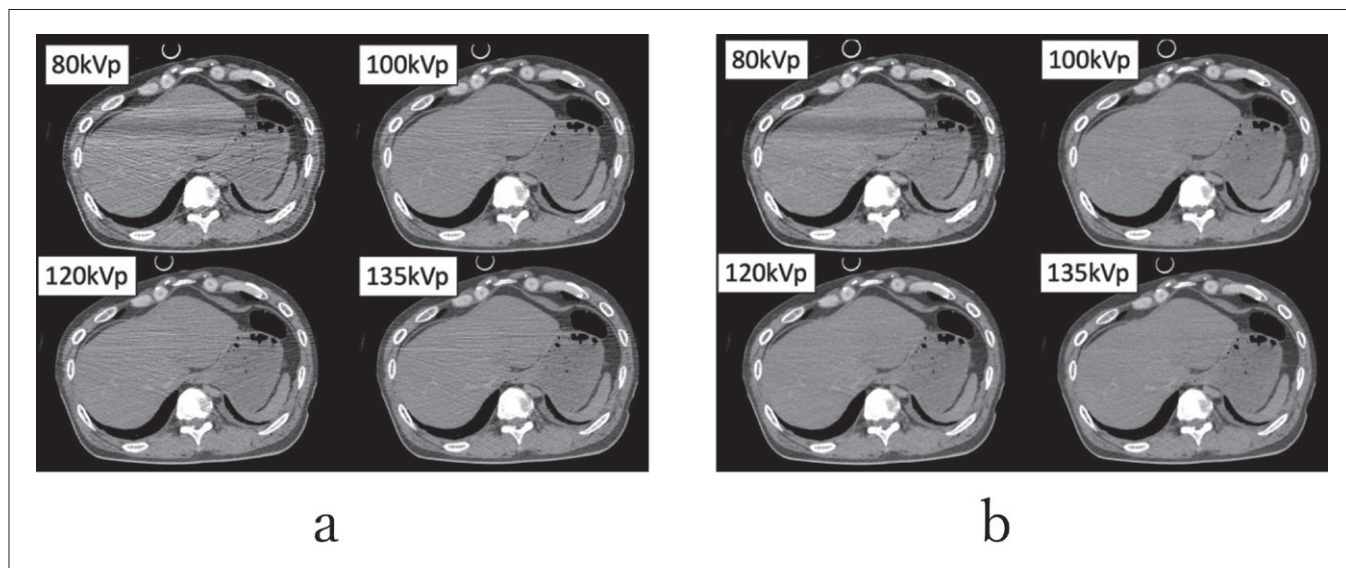


図2 逐次近似応用再構成 (Adaptive Iterative Dose Reduction 3D : AIDR 3D MILD) の有無と管電圧の違いによるストリークアーチファクト
aは、AIDR 3Dなし
bは、AIDR 3Dあり
aよりbの方がストリークアーチファクトは軽減しているが80kVpではアーチファクトがかなり残存している。