

放射線科医から死後画像診断 (Ai : Autopsy imaging) の現状

前原 純樹[†]第77回国立病院総合医学会
2023年10月20日 於 広島

IRYO Vol. 78 No. 6 (374-378) 2024

要旨

死後画像診断 (Autopsy imaging ; Ai) は、CT (Computed tomography) の技術的進歩や普及を背景として、およそこの20年間で広く用いられるようになった。日本は欧米諸国と比べ異状死体に対する解剖率が著しく低い。また、昨今のコロナ禍の影響により減少してしまった病理解剖を補うという意味でも、死因究明のために Ai の果たす役割は重要である。Ai の利点としては、病理解剖と比較してコストや医療スタッフの身体的負担が少ない点が挙げられる。結果の判明までの時間が短い点もメリットである。病理解剖では最終的な診断確定に通常1から数カ月程度要するのに対し、Ai は撮影した当日もしくは翌営業日には読影報告書が完成する。迅速な結果判明により、患者遺族ならびに治療に携わった医療スタッフが納得を得ることができるのが Ai の意義である。一方で、Ai による死因の解明には限界がある。現時点での Ai による死因判明率は30%前後と決して高くない。頭蓋内出血や大動脈破裂などの出血性病変に関しては正確に評価できる反面、心筋梗塞や肺塞栓、内因性要因については画像での評価が難しい。Ai による画像診断は発展途上であり、所見の評価、解釈について画像診断医間で意見が一致しないことがある点にも留意すべきである。本講演では、自施設における Ai 撮影の実状についても紹介し、病理解剖数が減少傾向を示す現状と、Ai に求められる役割と今後の展望についても述べる。

キーワード 死後画像診断, CT, 病理解剖

はじめに

死後画像診断 (Autopsy imaging, Ai) とは、患者の死因や死に関与した病態を調べる目的に、遺体を用いて画像検査を行うことである。日本では、他の先進国と比べ剖検率が著しく低い一方で、CT 撮影装置が広く普及しているという背景から、Ai は

死因検索のための有効な手段である。本稿では、Ai の概要、病理解剖との違い、画像診断において評価できることや出来ないことを解説し、自施設である国立病院機構九州医療センターにおける Ai 撮影の実状についても紹介する。

国立病院機構九州医療センター 放射線科 [†]医師
著者連絡先：前原純樹 国立病院機構九州医療センター 放射線科
〒810-0065 福岡県福岡市中央区地行浜1丁目8-1
e-mail : ddprogress@hotmail.co.jp
(2024年3月27日受付 2024年6月14日受理)
Current Status of Autopsy Imaging from a Radiologist's Perspective
Junki Maehara NHO Kyushu Medical Center
(Received Mar. 27, 2024, Accepted Jun. 14, 2024)
Key Words : autopsy imaging, computed tomography, pathological autopsy

Ai の 概 要

Ai は、CT・MRI 装置の普及とともに、この20年前後で普及が進んだ。2006年刊行の小説、『チームバチスタの栄光（海堂 尊 著）』のヒットが、Ai が社会に広く認知されるきっかけとなった。2020年以降は、新型コロナウイルス流行による病理解剖施行数の減少に対し、Ai に求められる役割が増加している。

Ai の撮影は、患者の死亡確認から数時間程度経過してからの実施されるのが一般的である。院内で死亡確認がなされた患者の場合、その多くが蘇生処置後である。すなわち、経時的に変化する死後変化ならびに蘇生処置による変化による修飾を加味した所見解釈が必要となる。

Ai は、原則として単純CTが撮影される。通常のCT撮影と異なり、手は下げた姿勢で撮影するため、胸腹部背側では上肢の骨によるアーチファクトが加わる。一方で呼吸や心拍動などの体動はなく、被曝低減を考慮する必要もないため、標準的な性能のCTでも良好な条件の画像を得ることができる。

種々の要因から、病理解剖の代わりとしてAi が実施される機会が増加している。Ai と病理解剖との比較を以下に示す。

検査や診断の所要時間については、いうまでもなくAi に優位性がある。Ai の場合、CT撮影は10分前後、読影は患者の病態により左右されるが、通常は10分前後、カルテ情報を参照し詳細に行っても、概ね30分前後で終了する。病理解剖では、解剖自体に通常2-4時間、切り出しに2-3時間、検鏡、診断作成に数時間を要する。診断結果判明までの時間も、Ai では撮影後即時～翌営業日までには完了するのに対し、病理解剖の場合は臓器の固定や標本作成に要する期間があり、早くても1カ月程度、通常は数カ月を要することになる。

また Ai では検査・診断の再現性という点でも利点がある。撮影は、機器の性能や技師の技量にあまり左右されない。得られたデータを用いて、後から複数人で検討することが容易であり、他施設への相談も行いやすい。病理解剖は、一とおりの解剖の流れは概ね共通しているが、病態により『ここは追加で検索しておけばよかった』、『この臓器は一塊にして取り出しておけばよかった』という場面に遭遇する。術者の技量や熱意により、得られる結果が左右される部分がある。

一方、Ai による死因の診断能には限界がある。現時点でのAi による死因判明率は30%前後と決して高くなく¹⁾、病理解剖により診断される直接死因とAi での診断結果の相関率は60-70%程度である。最終結論としての病理診断にとって代わるものではないという点を理解しておかねばならない。

Ai 撮影の意義として、患者の死因究明に加え、患者遺族や診療に携わった医療スタッフに迅速な結果説明が可能であるという点が挙げられる。家族を亡くした直後の遺族の納得やグリーフケアに貢献することができ、医療スタッフにとっても納得が得られ、治療内容が誤っていなかったことを確認することができる。

現状でのAi の課題について、以下が挙げられる。依頼医側のAi への期待と実状との間に乖離が存在することがあり、現時点でのAi による死因判明率は決して高いことについての周知が必要である。病理解剖と比べ、所見の評価、解釈について統一された見解のない部分もあり、画像診断医間で意見が一致しない。Ai による画像診断は発展途上で、模索的な部分が存在する。体動のない高精細な画像が得られるのがAi の利点であり、人工知能の方のAI (Artificial Intelligence) を用いた定量的解析との相性もよいと考えられ、今後の発展が期待される分野である。

Ai の画像診断

Ai による画像診断には、通常の画像診断の知識に加え、死後変化や蘇生処置による変化といったAi 独自の修飾を加味した評価が必要である。頭部、頸部、胸部、腹部の各所見の評価について、簡潔に解説する（表1）。

頭部

脳の病理解剖には別途の承諾が必要であり、解剖、切り出しともかなりの労力を要する。検査により得られる情報とそれに必要な労力とを踏まえると、Ai が優れている。Ai により、脳出血や脳ヘルニアはほぼ確実に検出可能で、脳萎縮や水頭症など形態的变化も評価可能である。脳の死後変化として、脳実質の虚血による皮髄境界の不明瞭化、血液就下による上矢状静脈洞の濃度上昇がある（図1）。

表1 Ai にできることと不得意なこと

	Ai にできること	Ai の不得意なこと
頭部	脳出血、脳ヘルニア 脳萎縮や水頭症など形態変化	脳炎、脳症、脳腫瘍の評価
肺	胸水や気胸の評価	死後変化・蘇生処置後変化と、肺炎や肺水腫との区別
心大血管	大動脈破裂、血性心嚢水の評価	心筋梗塞、肺動脈塞栓の評価
腹部	粗大な腫瘍の評価 消化管穿孔の評価	小病変の描出 充実組織と等吸収の病変の描出
骨軟部	解剖では観察しづらい四肢や胸腹壁内、 骨病変の描出	小病変の描出 充実組織と等吸収の病変の描出

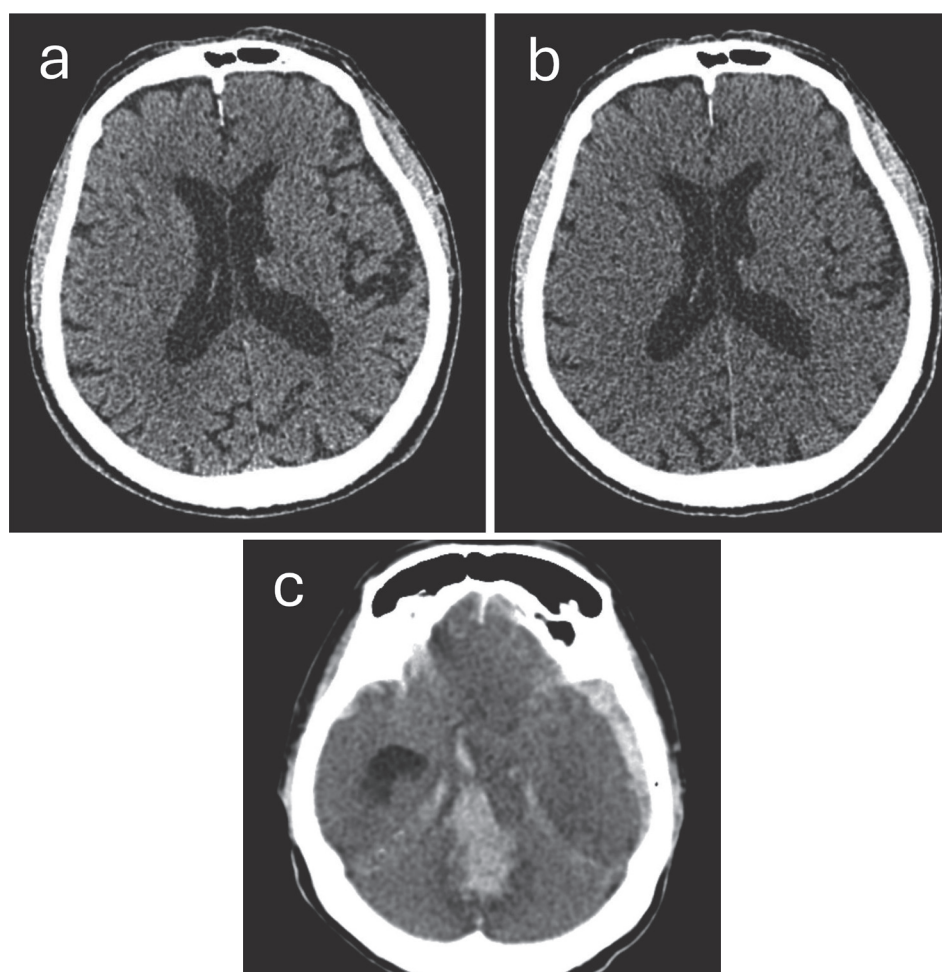


図1 Ai での脳所見

a, b : 70歳代男性. 死亡1カ月前と死亡時の脳実質の比較. 死亡1カ月前のCT(a)と比べ, Ai(b)では皮髄境界の不明瞭化が認められる.
c : 80歳代女性. 脳出血での死亡例. 粗大な脳幹部出血, 硬膜下血腫が認められ, 脳ヘルニアをきたしている.

頭頸部

頭頸部領域の病変が死因に直接かわることは少ないが, 解剖で得られる情報の補完に Ai が有用である. 顔面や副鼻腔は, 解剖では通常触らない部位であり, 表面からではわからない. 頭頸部癌を有す

る患者の場合, 顔面を損壊させることなく癌の深達度のある程度評価できるのは Ai の利点である.

肺

肺は死後変化, 蘇生処置の影響を大きく受けるた

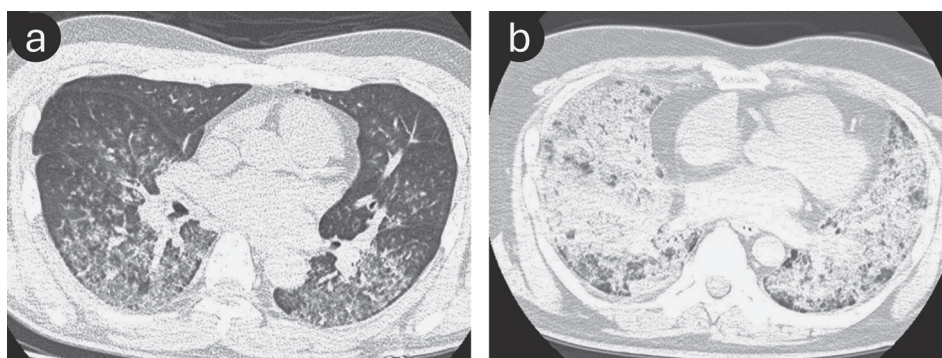


図2 Aiでの肺所見

a: 90歳代女性. Aiでの死因特定に至らなかった症例. 両肺の背側優位にすりガラス影, consolidationを認める. 死後変化や蘇生処置による変化で矛盾しない所見であり, 誤嚥性肺炎との区別は困難である.

b: 60歳代男性. COVID19肺炎による死亡例. 両肺に広範な consolidationを認め, COVID19肺炎による呼吸不全が死因と考えられた.

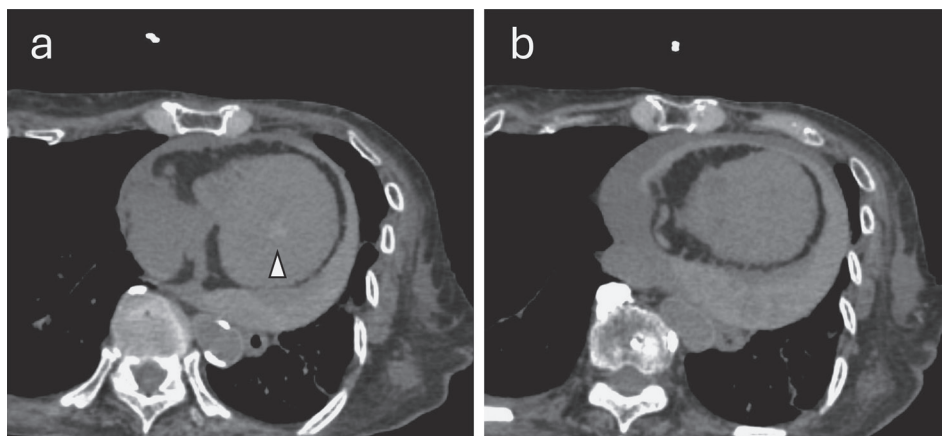


図3 Aiでの心所見

a, b: 60歳代男性. 心嚢水の貯留を認め, 背側優位に血腫と思われる高吸収域を認める. 心左室壁に限局性の高吸収域を認め(△), 心筋梗塞などによる心破裂による血性心嚢水と推察された.

め, 正確な所見評価が難しい領域である. 死後変化として, 肺内の血液就下による背側優位の濃度上昇が出現する. また, 蘇生処置による大量輸液で両肺びまん性の濃度上昇, 胸骨圧迫での物理的な圧負荷により, 肺水腫が生じる²⁾. これらの所見は, 死戦期の患者で高頻度に認められる誤嚥性肺炎や病的な肺水腫との区別が難しい(図2). 胸骨圧迫により血気胸や縦隔内血腫を合併する場合がある. 死後変化や蘇生処置後変化で説明できない病変は生前からの所見と推察し, 死因との関連性について考察を行う.

心大血管

死後早期から, 心腔内, 大血管内の血液就下が出現する. 水平面を形成する就下のほか, 大動脈や肺動脈内に鑄形状の血塊を形成する場合もある. 心タ

ンポナーデは, 直接的な死因となりうるほか, 胸骨圧迫でも生じうる(図3). 心嚢内の血液の分布が重力に従わず, 中心部が高吸収で周囲が低吸収を示す場合は“Hyperdense armored heart”と呼ばれ, 生前からの出血の存在を示唆する³⁾.

腹部

蘇生処置の人工換気により消化管内へのガス貯留をきたし, 腸閉塞と誤認されやすい. また腸管内ガスの門脈への侵入や, 血管内ガスの気化により, 門脈内ガスの貯留が生じる. 腹部諸臓器の評価の精度は, 一般的な単純CTと同程度である. 画像評価にはガスが邪魔なことが多く, 小病変の評価は難しい.

九州医療センターにおける Ai 撮影の実状

筆者の勤務する九州医療センターでは、2019年以降、救急処置室内にCT撮影装置が導入され、救急患者のCT撮影をきわめて簡便に実施できるようになった。心肺停止状態の患者の撮影を、患者搬送の物理的・心理的負担なく迅速に実施でき、日常的に多数のAi撮影がおこなわれている。当院でのAi撮影状況について以下に簡潔に示す。2021年1月から2023年6月の期間で集計した。救急処置室での死亡診断後の撮影、および心肺蘇生中の撮影で経過中に心拍再開が得られなかった症例、病棟での死亡例をあわせ、Aiの撮影件数は109例であった。Aiの後に解剖を実施した症例は3例であった。男：女は58：51、平均78.5歳であった。109例中30例（27.5%）で画像上死因と考えられる所見が認められ、既報と大差のない結果であった。頻度の高い所見として、頭蓋内出血が6例、胸部大動脈解離が5例、溺水疑いが4例、うっ血性心不全が3例などであった。最終健常確認からAi撮影までは平均207.7分という短時間のうちに撮影されていた。過去のAiに関する報告では、死亡確認から数時間以内に撮影された症例での検討が多く、死後超急性期における死後変化についての知見の蓄積が必要と考えられた。

Aiの今後について

コロナ禍によって病理解剖件数は大きく減少し、2023年現在も、全国的に病理解剖件数が回復したとは言い難い状況である。元々、近年の病理診断における業務負担増加により、病理解剖の負担が課題となっていた。そのため今後も、病理解剖件数が以前の水準にスムーズに回復するとは考えにくい。画像診断技術の向上（Aiならびに生前のCTやMRI）を

理由に、病理解剖の実施件数は今後も減少していく可能性が高い。解剖の件数を少しでも増加させるための努力に加え、Aiとの協調、協働を進めてゆくことも必要である。Aiによってわかること、わからないことを周知し、Aiを活用してもらう一方で、Aiでわからない病態は病理解剖による死因究明を薦める。また病理解剖の前にAiを撮影し、たとえば頭蓋内に特別な異常がなければ頭部の解剖は省略するなど、より柔軟な運用が求められる。Aiは、死因検索の省力化という観点のほか、解剖では評価の難しい領域（頭頸部、骨軟部、四肢など）の補完、より質の高い死因・病態の評価という観点からも有効に活用されるべきである。

〈本論文は第77回国立病院総合医学会シンポジウム「病理ともう一つのAi－病理解剖とAutopsy Imaging」において「放射線科医からAIの現状」として発表した内容に加筆したものである。〉

利益相反自己申告：申告すべきものなし

【文献】

- 1) 日本医学放射線学会、北海道大学大学院医学研究院、死因究明教育研究センター編。死後画像読影ガイドライン2020年版。東京；金原出版。2020。
- 2) Ishida M, Gonoi W, Abe H, et al. Essence of postmortem computed tomography for in-hospital deaths: what clinical radiologists should know. Jpn J Radiol 2023 ; 41 : 1039-50.
- 3) Filograna L, Thali MJ, Marchetti D. Forensic relevance of post-mortem CT imaging of the haemopericardium in determining the cause of death. Leg Med 2014 ; 16 : 247-51.