

令和 2 年 4 月 23 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K17644

研究課題名(和文)死因究明法としての死亡時画像診断の学問的基礎の確立

研究課題名(英文) Establishing the Fundamentals of Postmortem Imaging as a Method for Corpse Examination

研究代表者

五ノ井 渉 (GONOI, Wataru)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：60631174

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：診療関連死を包括的に対象として、臨床経過 - 生前CT - 死後CT - 解剖所見の対比を行い、死因や病態推定に有用な死後CT所見を探索した。検討項目は、肺の死後CT所見、肺血管の死後CT所見、腹水の死後CT所見、肝臓の死後CT所見、新生児・乳幼児の死後CTの診断能であった。結果的に、肺では死後経過時間と共に特定の所見の増強が見られ、肺炎や肺水腫の診断に有用な死後CT所見が特定できた。また、生前の造影剤投与が死後の腹水濃度を上昇させることや、肝臓の濃度が死後に急激に低下する症例の存在が判明した。さらに新生児や乳幼児の死後CTを加えると死因診断の精度が改善する可能性が明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

死亡時画像診断は、重要な死因推定手段であるが、未だに多くの臓器や疾患で正しい解釈方法が明らかでない。肺や肺血管は死因に関与することが多いにも拘らず、これまで死後CT所見の報告が乏しく、判断材料に欠けていた。今回の研究では、正常な肺・肺動静脈の死後CT所見から始まり、頻度の高い肺炎や肺水腫の死後CT所見を明らかにした。本研究結果は、死後CTによる肺病変の診断を大きく前進させるものである。また、今回は腹水や肝臓についても新たな知見を得た。新生児や乳幼児においては、死後CTの施行が死因診断を改善することも明らかにした。死因推定の精度向上は、医療の発展、犯罪見逃し減少、社会の安寧に役立つ。

研究成果の概要(英文)：I conducted postmortem computed tomography (PMCT) in patients following non-traumatic in-hospital death. PMCT findings were compared to the clinical course, antemortem computed tomography (AMCT) findings, and autopsy findings. I assessed the following items: (1) PMCT of the lungs; (2) PMCT of the pulmonary vessels; (3) PMCT of ascites; (4) PMCT of the liver; (5) PMCT of the children up to 3 years of age. As a result, I found the following findings: (1) Some pulmonary PMCT findings increased with time elapsed since death, and specific findings were useful to diagnose pneumonia and pulmonary edema; (2) Diameters of pulmonary vessels decreased with time since death; (3) Elevation in CT value of ascites was observed due to administration of contrast-medium shortly before death; (4) CT value of the liver significantly decreased on PMCT compared to that of AMCT; (5) PMCT could improve diagnosis of causes of death over clinical diagnosis alone in fetuses and children.

研究分野：画像診断学

キーワード：死亡時画像診断 死後画像診断 Postmortem Imaging Forensic Radiology 死後CT Autopsy imaging
Postmortem CT Virtopsy

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

1. 研究開始当初の背景

【死亡時画像診断の社会的需要の高まりと問題点】

近年、死亡症例に対する解剖率が20年前の数分の1の数%まで激減し、死因推定力不足による犯罪(他殺・虐待等)の見逃しや医事紛争が社会問題となっている。解剖に代わる死因推定手段として、死亡時画像診断に大きな期待が寄せられており、2016年10月に施行された医療事故調査制度では、死亡時画像診断は発展途上の技術であるとしながらも、一定の有用性が認められた。これを受け、全国の医療機関では、死因に疑問のある症例に対し、死後CTを撮像する動きが加速した。しかし、申請者の研究グループを中心に、死後CTでは、生前CTとは異なる解釈手法・基準を用いなければ、実際の病態と大きな乖離が生じる事実が、次々に明らかにされた。

【申請者のこれまでの研究成果】

申請者らは、2009年4月から2016年10月現在まで、大学病院内で死亡し、病理解剖された診療関連死症例約440症例(ほぼ全例)について、旧式の4列CT(故障のため2017年3月機器更新予定)を用いて、臨床経過-生前CT-死後CT-解剖の対比検討を行った。その結果、少なくとも以下の臓器で、生前CTであれば病的と診断されるCT所見が、死後CTでは病的でない死後変化であることを、定量的に明らかにした;(1)甲状腺 Leg Med (Tokyo). 2011;13:318-22、(2)腹部血管 Leg Med (Tokyo). 2011;13:174-9、(3)大血管 Int J Legal Med. 2014;128:987-93、(4)気管 Am J Forensic Med Pathol. 2014;35:113-7、(5)副腎 Radiol Med. 2015;120:662-9、(6)骨格筋・心筋 PLoS One. 2013;27;8:e76026、(7)脾臓 Int J Legal Med. 2016;130:1081-7、(8)脳 Forensic science, medicine, and pathology 2016;12(3) 267-275、(9)その他全般 Korean J Radiol 2015;16:798-809。一連の成果から判明したことは、死後CTで死因を正確に推定するためには、全ての臓器ごとに、死後CTの正常所見と病的所見の境界を明らかにする必要があることである。そしてこれは、疾患群・臓器ごとに、普及モデルの多列CTを用いて、臨床経過-生前・死後のCT画像-解剖所見の精密な対比によりなされる必要がある。

【死亡時画像診断の今後】

今後、死亡時画像診断は、死因推定手段の主流になると考えられる。その理由となる特長は、CTなどの画像診断機器がある全国の医療機関ですぐに撮像可能であること、その場に解剖医や画像診断医がいなくとも施行可能であること、遺体の侵襲・破壊が無いこと、解剖より低コストであること、データを半永久的に保存できること、第三者により繰り返し検証可能で客観性が高いこと、生前の画像と比較できること、が挙げられる。死亡時画像診断が広く適正に行われれば、死因推定の精度が高まり、医療の発展、犯罪の見逃しの減少、医事紛争の早期解決などの、社会的な恩恵が期待できる。このためには、死後CTの正常所見と病的所見の境界を明らかにすることを始めとして、死後CTの撮像法の適正化、解釈手法の確立が急務である。

2. 研究の目的

本研究では、単一の大学病院での診療に関連した死(診療関連死)を包括的に対象とし、臨床経過-(必要に応じ生前CT)-死後CT-解剖所見の精密な対比を行う。これにより、疾患群・臓器ごとに、死後CTの正常所見と病的所見の境界を明らかにし、死後CTの撮像法を適正化し、死因推定力を検証することが目的である。研究成果は、死亡時画像診断を適正に行う際の指標となる。

全身の臓器を対象に網羅的に検討可能項目を探したが、具体的に検討がうまくいった項目は、次の通りである。(1A)正常な肺の死後CT所見、(1B)肺炎の死後CT所見、(1C)肺水腫の死後CT所見、(2A)肺動脈の死後CT所見、(2B)肺静脈の死後CT所見、(3)腹水の死後CT所見、(4)肝臓の死後CT所見、(5)新生児・乳幼児の死後CTの診断能。

3. 研究の方法

当大学病院で治療後に死亡した非外傷死患者の病理解剖施行直前に全身の死後CTを撮像した。臨床情報、病理所見を盲検化した状態で1~3名の死亡時画像診断のトレーニングを受けた放射線科専門医が、死後CTを解析し、画像所見と死後経過時間や病理組織学的所見との関係や診断能について統計解析を行った。検討項目により、抽出した症例の背景や数は異なるが、横断的な症例抽出を行った:(1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C), 病理学的に正常肺・肺炎・肺水腫のいずれかと診断された104名(208肺);(3), 死亡前に造影CTが行われた35名;(4), 特徴的な画像所見を呈した2名;(5)5名の新生児および20名の乳幼児。

4. 研究成果

(1A) 死後経過時間とともに死後 CT 所見では水平面形成を伴う陰影、びまん性の浸潤影・すりガラス影、びまん性の気管支壁肥厚、対側と対称な陰影が増加し、区域性の浸潤影・すりガラス影は減少した。

(1B) 病理組織学的な肺炎を予測する肺の死後 CT 所見は、水平面形成を伴わない陰影と小葉中心性粒状影・結節影の存在、びまん性の気管支壁肥厚がないことであった。

(1C) 病理組織学的な肺水腫を予測する肺の死後 CT 所見は、水平面形成を伴う陰影、びまん性の浸潤影・すりガラス影、小葉間隔壁肥厚の存在であった。

(2A) 肺動脈径は、死亡直後は生前と同程度であるが、死後経過時間とともに減少する傾向があった。

(2B) 肺静脈径は、死亡直後は生前と同程度であるが、死後経過時間とともに減少する傾向があった。

(3) 死亡直前に造影 CT を受けていると、死後 CT で腹水濃度が上昇する傾向があった。

(4) 死後 CT では生前 CT と比較して、急激な濃度低下が見られる症例が存在し、病理学的変化を反映しているようであった。

(5) 新生児や乳幼児の死後 CT は、臨床診断のみに比べて、臓器別の診断能を改善する可能性が示唆された。

(1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 2C, 3, 5)は原著論文にまとめて、査読付き英文専門誌に投稿中である。

(4)は下記に掲載されている。

Ishida M, Gonoi W, Shiota G, Okuma H, Yamazawa S, Hinata M, Hayashi A, Fukayama M, Abe O. Diffusely decreased liver attenuation on post-mortem computed tomography: Comparison with ante-mortem computed tomography and autopsy findings. *Journal of Forensic Radiology and Imaging* 16:1-4, 2019

上記は実験結果のまとめであるが、これらの他に、これまでの知見を元に、『死後画像読影ガイドライン 2020年版』(金原出版)、『Autopsy imaging 症例集 第2巻』(ベクトル・コア)の分担執筆を行った。

また、これらの成果は、大阪大学大学院医学系研究科科目等履修生高度プログラム(2019・2018・2017)、第78回日本医学放射線学会総会(2019)、第42回日本脳神経 CI学会総会(2019)などにおいて講演した。

さらに、これらの研究が注目され、毎日新聞の全国紙及びオンライン版で紹介された(2020/4)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ishida Masanori, Gonoji Wataru, Shirota Go, Okuma Hidemi, Yamazawa Sho, Hinata Munetoshi, Hayashi Akimasa, Fukayama Masashi, Abe Osamu	4. 巻 16
2. 論文標題 Diffusely decreased liver attenuation on post-mortem computed tomography: Comparison with ante-mortem computed tomography and autopsy findings	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JOURNAL OF FORENSIC RADIOLOGY AND IMAGING	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.jofri.2018.12.003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 石田尚利, 五ノ井渉, 阿部浩幸, 牛久哲男, 横野陽介, 岩瀬博太郎, 阿部修	4. 巻 17
2. 論文標題 オートプシーイメージング2019 東京大学放射線科における死亡時画像診断	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Rad Fan	6. 最初と最後の頁 46-49
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 石田尚利, 五ノ井渉, 白田剛, 田島拓, 大熊ひでみ, 渡邊祐亮, 和田智貴, 阿部修	4. 巻 33
2. 論文標題 オートプシー・イメージング[Ai]第八弾 高精度の死因究明に向けた定量化技術の最新動向 V Aiの診断・解析の現状 1. 頸部, 頸椎における死後CT・MRIに関する論文レビュー	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Innervision	6. 最初と最後の頁 56-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 石田尚利, 五ノ井渉, 白田剛, 田島拓, 大熊ひでみ, 和田智貴, 渡邊祐亮, 阿部修	4. 巻 59
2. 論文標題 小児医療における診断・治療の進歩2018 12 I 診断技術 小児死亡事例におけるオートプシー・イメージング(Ai)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 小児科	6. 最初と最後の頁 1705-1712
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石田尚利, 五ノ井涉, 白田剛, 田島拓, 渡邊祐亮, 阿部修	4. 巻 33
2. 論文標題 シーン別画像診断のいま 社会的要求への対応と課題 Scene Vol.12 オートプシー・イメージング(Ai)第七弾:多死社会の到来で多様化するニーズに対応するAiの最前線 V Aiの検査・診断の最前線 2.頭部領域における死後CT・MRIに関する論文レビュー	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Innervision	6. 最初と最後の頁 45-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石田尚利, 五ノ井涉, 大熊ひでみ, 白田剛, 新谷裕加子, 阿部浩幸, 深山正久, 阿部修	4. 巻 37
2. 論文標題 死後CTと対峙する おさえたいエッセンスとピットフォール	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 画像診断	6. 最初と最後の頁 359-370
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.15105/J00235.2017135963	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shirota G, Gonoi W, Ikemura M, Ishida M, Shintani Y, Abe H, Fukayama M, Higashida T, Okuma H, Abe O	4. 巻 131
2. 論文標題 The pseudo-SAH sign: an imaging pitfall in postmortem computed tomography.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International journal of legal medicine	6. 最初と最後の頁 1647-1653
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s00414-017-1651-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 8件/うち国際学会 2件)

1. 発表者名 五ノ井涉, 石田尚利, 大熊ひでみ, 白田剛, 渡邊祐亮, 田島拓, 和田智貴, 阿部修
2. 発表標題 もうひとつのフロンティアー脳神経領域の死亡時画像診断
3. 学会等名 第42回日本脳神経CI学会総会(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 W. Gonoï, Y. Watanabe, G. Shirota, H. Abe, H. Okuma, Y. Shintani-Domoto, M. Fukayama, O. Abe, M. Ishida
2. 発表標題 Postmortem lung CT of bacterial pneumonia and pulmonary edema in patients with natural in-hospital death.
3. 学会等名 European Congress of Radiology 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masanori Ishida, Wataru Gonoï, Hiroyuki Abe, Yukako Shintani Domoto, Kotaro Fujimoto, Naomasa Okimoto, Masako Ikemura, Tetsuo Ushiku, Osamu Abe.
2. 発表標題 Longitudinal comparison of attenuation in ascites between antemortem and postmortem computed tomography.
3. 学会等名 The 9th Annual Congress of the International Society of Forensic Radiology and Imaging (ISFRI) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五ノ井 渉
2. 発表標題 死因究明等推進基本法によって放射線科医師・技師は？
3. 学会等名 第79回日本医学放射線学会総会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 五ノ井 渉
2. 発表標題 死後画像診断学各論「頭部」
3. 学会等名 大阪大学大学院医学系研究科科目等履修生高度プログラム (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五ノ井渉
2. 発表標題 死後画像診断学各論「肺」
3. 学会等名 大阪大学大学院医学系研究科科目等履修生高度プログラム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥光優，阿部浩幸，池村雅子，五ノ井渉，石田尚利，榎野陽介，千葉文子，山口るつ子，恒矢重毅，岩瀬博太郎.
2. 発表標題 短期間に脳出血を複数回起こした原因としてリポヒアリノーシスが考えられた一剖検例
3. 学会等名 第103次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五ノ井渉，渡邊祐亮，石田尚利，白田剛，阿部浩幸，大熊ひでみ，新谷堂本裕加子，田島拓，深山正久，阿部修
2. 発表標題 非外傷性院内死亡症例における正常肺・肺炎・肺水腫の死後CT所見
3. 学会等名 第78回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 五ノ井渉
2. 発表標題 死後画像診断学各論「頭部」
3. 学会等名 大阪大学大学院医学系研究科科目等履修生高度プログラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五ノ井渉
2. 発表標題 死後画像診断学各論「肺」
3. 学会等名 大阪大学大学院医学系研究科科目等履修生高度プログラム（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 五ノ井渉
2. 発表標題 死後画像診断学各論：胸部疾患
3. 学会等名 大阪大学院医学系研究科修士課程（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 五ノ井渉
2. 発表標題 死後画像診断学総論
3. 学会等名 大阪大学院医学系研究科修士課程（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 五ノ井渉、石田尚利、大熊ひでみ、白田剛、渡邊祐亮、田島拓、阿部修、阿部浩幸、細井敦子、日比谷孝志、松坂恵介、高澤豊（分担執筆）	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ベクトル・コア	5. 総ページ数 132
3. 書名 Autopsy imaging（オートプシー・イメージング）症例集 第2巻	

1. 著者名 Japan Radiological Society and Study Group of Japan Health and Labor Sciences Research	4. 発行年 2017年
2. 出版社 KANEHARA & Co., LTD. (Tokyo)	5. 総ページ数 143
3. 書名 POSTMORTEM IMAGING INTERPRETATION GUIDELINE 2015 IN JAPAN	

1. 著者名 Edito dal Gruppo di Ricerca Scientifica, dal Ministero della Salute, Lavoro ed assistenza Sociale, Societa; Radiologica Giapponese.	4. 発行年 2017年
2. 出版社 KANEHARA& CO. LTD	5. 総ページ数 140
3. 書名 2015 GUIDE LINEA PER L' INTERPRETAZIONE DI IMMAGINI ACQUISITE POSTMORTEM (autopsia virtuale) Ver. 2015	

1. 著者名 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	4. 発行年 2020年
2. 出版社 金原出版	5. 総ページ数 176
3. 書名 死後画像読影ガイドライン 2020年版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>五ノ井 渉 https://researchmap.jp/gonoi/ 東京大学医学部放射線医学教室 死亡時画像診断研究グループ http://www.ut-radiology.umin.jp/division/autopsy.html</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	石田 尚利 (Ishida Masanori) (40822367)	東京大学・放射線科・助教 (12601)	
研究協力者	渡邊 祐亮 (Watanabe Yusuke)	東京大学・放射線科・研究員 (12601)	
研究協力者	阿部 浩幸 (Abe Hiroyuki) (40708632)	東京大学・病理部・講師 (12601)	
研究協力者	大熊 ひでみ (Okuma Hidemi)	東京大学・放射線科・研究員 (12601)	
研究協力者	白田 剛 (Shirota Go)	東京大学・放射線科・研究員 (12601)	
研究協力者	阿部 修 (Abe Osamu) (50302716)	東京大学・放射線科・教授 (12601)	
研究協力者	堂本 裕加子 (Dohmoto Yukako) (30596961)	東京大学・病理部・特任講師 (12601)	
研究協力者	牛久 哲男 (Ushiku Tetsuo) (60376415)	東京大学・病理部・教授 (12601)	