

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：24402

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26860467

研究課題名(和文) 死後CT検査による致死呼吸・循環病態の分析

研究課題名(英文) Analyses of cardiopulmonary function using postmortem computed tomography

研究代表者

道上 知美 (Michiue, Tomomi)

大阪市立大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号：00529240

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：死後3日以内の法医学剖検例の開胸前の胸部CTデータを利用し、画像解析ソフトを用いて肺の含気量・水分含有量の分布、胸腹腔内大血管の扁平化率、推定心臓内血液貯留量や心臓の拡張度などの指標について3次元的に分析して死因による相違を明らかにしたうえで、死亡過程における致死呼吸・循環病態の評価法を確立することを目的とした。その結果、死後CTデータから得られる上記の各種指標は、死因に特徴的な所見がみられることが解明され、開胸前の心臓や肺の状態および循環血液量などを反映して死亡時の呼吸・循環病態を評価する一助になりうるものと考えられた。

研究成果の概要(英文)：The present study investigated the terminal cardiopulmonary pathophysiology with regard to the cause of death by means of postmortem CT data analysis of forensic autopsy cases within 3 days postmortem, using the following indices: the estimated total lung air/gas content and aeration ratio; the virtual morphometric analysis of thoracic and abdominal great vessels; the estimated virtual total heart weight in situ, and estimated heart blood pooling (difference between estimated and measured heart weight) and the cardiac dilatation index (the ratio of estimated to measured heart weight). These parameters showed specific results with regard to the cause of death. The results suggest that the usefulness of applying these parameters as supplementary indicators of the terminal respiratory function, circulatory status, and central congestion to reinforce autopsy findings.

研究分野：法医学

キーワード：死後CT 呼吸・循環動態 CT値(HU) 肺含気量 肺含気率 大血管扁平化率 心臓拡張度

1. 研究開始当初の背景

(1)法医学分野では、死後の画像診断は主に骨折や放射線非透過性異物の検索などに限定されていたが、CTやMRIなどの導入によってより詳細な病態検索に役立つことが期待されており、本邦でも研究が活発化して種々の利用法が報告され始めている。

(2) 死後早期(概ね3日以内)の剖検例では心胸郭比や肺の平均CT値が死因と関連していることが明らかになり、また死因によって肺野のCT値の分布に独特のパターンがみられるなどの所見は死亡過程における心機能障害による心臓容積の増大と溺水や呼吸不全に関連した肺の膨大あるいは肺の換気やうっ血・水腫を反映していると考えられた。

2. 研究の目的

(1)本研究では、法医剖検例の開胸前の胸部CTデータを利用し、画像解析ソフトを用いて心臓・肺および大血管の拡張度や肺の含気量・水分含有量分布などを3次元的分析して死因による相違を明らかにしたうえで、死亡過程における致死呼吸・循環病態の評価法を確立する。

(2)具体的には、まず画像解析ソフトを用いて死後CTデータから心臓・大血管と肺の3次元(3D)画像を再構築し、それぞれのCT(HU)値を分析、容積・重量を算出、心臓・大血管や肺の推定容積・重量と剖検時の心重量・心腔内血液量や肺重量との関係を検討することにより、立体的に心臓・肺や大血管の拡張度や肺の含気量・水分含有量の分布を分析し、剖検所見などと比較・検討して致死傷病による死亡過程における呼吸・循環病態の死因別相違を明らかにする。

3. 研究の方法

(1)死後CT画像データの分析

全身用マルチスライスX線CT装置ECLOS®(日立メディコ)を用いて剖検前に撮影された胸部CT画像データについて、画像解析システムHyper Q-net®、肺気腫診断用画像解析ソフトriskPointer®および3Dビューワ・ポリウムアナライザーSYNAPSE VINCENT®(富士フィルムメディカル株式会社)を用いて心臓・大血管と肺を3D再構成する。

(2)剖検所見との比較・検討

上記のCTデータを分析して得られた心臓・大血管や肺の定量結果と剖検時の心重量・心腔内血液量や肺重量との関係を死因別に検討、立体的に心臓・大血管の拡張度、肺の拡張度や含気量・水分含有量の分布を分析し、死亡過程における呼吸・循環病態の死因別相違を分析する。

4. 研究成果

(1)肺の含気量・分布

死後CT画像において、肺の含気量を最頻・平均CT値を指標として死因別に比べると、凍死、低栄養や閉塞性肺疾患では著しい低値(高含気)肺感染症では高値(低含気)を示した。窒息死、火災死、溺死や心膜血腫の最頻・平均CT値は通常肺と概ね同程度で顕著な相違は認められなかったが、CT値分布パターンには溺死の辺縁部気腫・中心性樹枝状水腫像や火災死の斑状高吸収域などの特徴がみられた。薬物中毒、うっ血性心不全や急性虚血性心疾患では肺野のCT値は概ね高値を示したが、症例毎に幾分異なり、死亡時の呼吸・循環状態を反映していると考えられた。3D再構成した肺の総含気量・含気率は窒息、溺死、火災による熱傷死や凍死で高値、心臓性突然死で低値であった(図1)。死後CT値・分布パターンや総含気量は死因診断と死亡時の呼吸・循環病態を評価するうえで有用と考えられた。

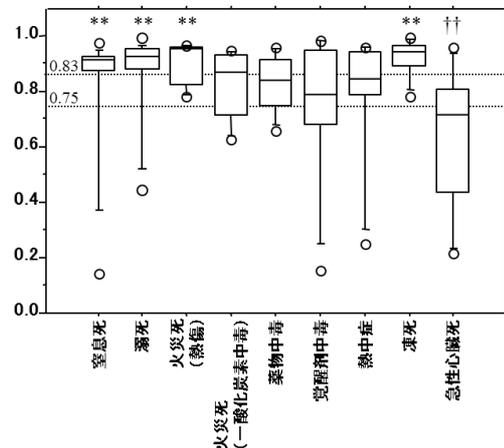


図1 死因別にみた肺含気率

(2) 胸・腹部大血管の扁平化率

死後CT画像上で胸・腹部の大血管の扁平化率を計算して死因別に比較すると、失血・出血死では胸腹部の大血管の扁平化が顕著であった。腹部大動脈と下大静脈の扁平化は、溺死、凍死や心臓性突然死ではみられず、熱中症で著しく、終末期のうっ血や脱水作用による循環血液量の減少を反映するものと考えられた(図2)。

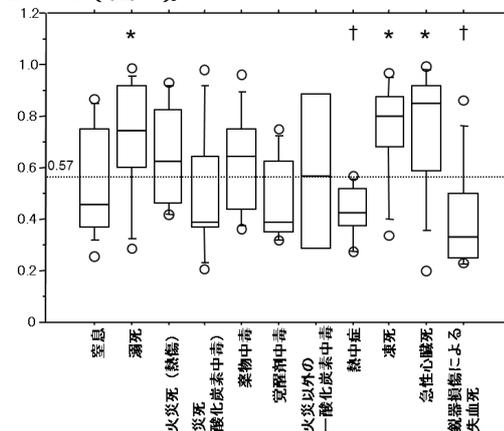


図2 死因別にみた下大静脈の扁平化率

(3) 推定心内血液貯留量と心拡張度
 死後 CT 画像上の推定心重量と、剖検時の実測心重量の差を推定心内血液貯留量とし、比を心拡張度として算出した。推定心内血液貯留量と心拡張度は急性心臓死例で高値を示し、出血・失血死、心膜血腫例、頸部圧迫による窒息死および熱中症で低値を示した。窒息死および溺死の推定心内血液貯留量は心臓死より有意に少なかった(図3)。熱中症例の心拡張度は、溺死、中毒死および急性心臓死より有意に低値を示した(図4)。

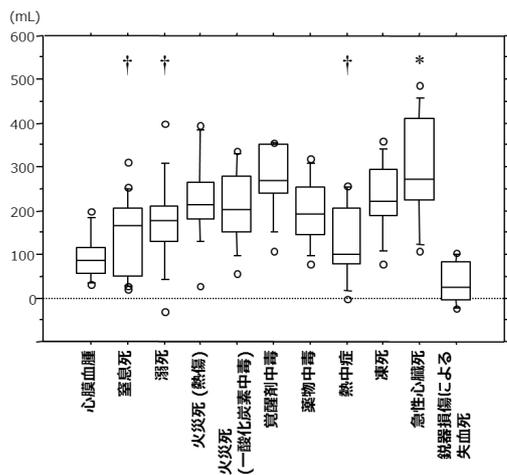


図3 死因別にみた推定心内血液貯留量

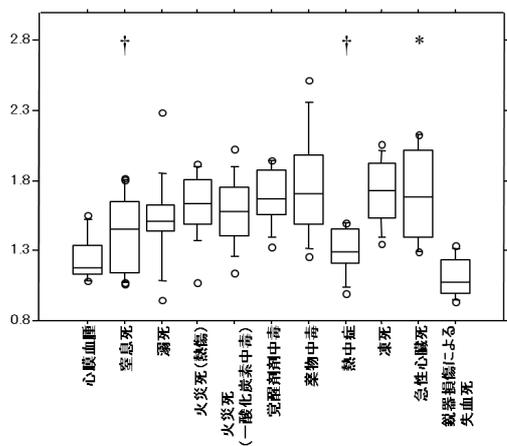


図4 死因別にみた心臓拡張度

(4) 心膜血腫例における死亡時呼吸・循環動態の評価

これまで検討してきた各種指標を用いて心膜血腫の成因別に呼吸・循環動態を評価したところ、心肺体積比は心臓・大動脈病変群で高値、胸部損傷群で低値であった。肺含気率は大動脈破裂例では低値、胸部損傷群では高値を示した。胸・腹部大血管の扁平化率は胸部損傷群で低値であった。心臓・大動脈病変群と胸部損傷群の心拡張度は低く、特に後者では失血死と同程度の低値を示した。

(5) 総括

死後 CT データから得られる各種指標は、開

胸前の心臓や肺・大血管の状態を反映し、死因によって差が見られることが判明し、死亡時の呼吸・循環状態を評価する一助になるものと考えられた。

<引用文献>

Michiue, T. et al., Legal Med 2010;12:73 - 78

Michiue, T. et al., Forensic Science Int 2012;220:232 - 238

Michiue, T. et al., Forensic Science Int 2012;220:232 - 238

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(雑誌論文)(計3件)

Sogawa N, Michiue T, Ishikawa T, Kawamoto O, Oritani S, Maeda H. Postmortem volumetric CT data analysis of pulmonary air/gas content with regard to the cause of death for investigating terminal respiratory function in forensic autopsy, Forensic Sci Int, 査読有, Vol. 241, 2014, pp. 112 - 117. DOI: 10.1016/j.forsciint.2014.05.012.

Sogawa N, Michiue T, Inamori-Kawamoto O, Hishmat AM, Oritani S, Ishikawa T, Maeda H. Postmortem CT morphometry of great vessels with regard to the cause of death for investigating terminal circulatory status in forensic autopsy, Int J Legal Med, 査読有, Vol. 129, No.2, 2015, pp. 551 - 558. DOI: 10.1007/s00414-014-1075-0.

Michiue T, Sogawa N, Ishikawa T, Maeda H. Cardiac dilatation index as an indicator of terminal central congestion evaluated using postmortem CT and forensic autopsy data, Forensic Sci Int, 査読有, Vol.263, 2016, pp.152 - 157. DOI: 10.1016/j.forsciint.2016.04.002.

(学会発表)(計3件)

Sogawa N, Michiue T, Kawamoto O, Oritani S, Ishikawa T, Maeda H. Postmortem changes in virtual volumetry of the heart and lung in situ using CT data: A pilot study. 93. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin. 2014年9月10日. グライフスヴァルト・ヘリングスドルフ(ドイツ)

Michiue T, Inamori-Kawamoto O, Sogawa N, Ishikawa T, Maeda H. Cardiac dilatation index as an indicator of

terminal central congestion in forensic autopsy: a comparison of the measured heart weight and in situ whole weight estimated using postmortem CT data. 23rd Congress of the International Academy of Legal Medicine. 2015年1月21日. ドバイ (アラブ首長国連邦)

道上 知美、石川 隆紀、前田 均、死後 CT データを用いた心膜血腫例の心・循環・呼吸機能分析. 第 99 次日本法医学会学術全国集会. 平成 27 年 6 月 11 日. 高知市文化プラザカルポート (高知県高知市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

道上 知美 (MICHIE, Tomomi)

大阪市立大学・大学院医学研究科・准教授

研究者番号: 00529240