

死後CTと解剖による死亡前から死戦期、死後の 生理的变化・病態変化の解明

東京大学医学部附属病院 放射線科
特任講師 石田 尚利

(共同研究者)

東京大学医学部 放射線医学教室	教授	阿部 修
東京大学医学部 放射線医学教室	講師	五ノ井 渉
東京大学医学部 放射線医学教室	大学院生	沖元 斉正
東京大学医学部 放射線医学教室	大学院生	藤本 幸多朗
東京大学医学部 病理学教室	教授	牛久 哲男
東京大学医学部 病理学教室	講師	阿部 浩幸

はじめに

今日、本邦ではCTを用いた死亡時画像診断が広く行われているが、依然として未だ探索されていない臓器や病態が多く残されており、死亡時画像の読影や死因究明の限界を規定してしまっている現状がある。今回、我々は以下の3項目について研究を行った。1. 肝臓の体積とCT値に関して同一症例における生前CTと死後CTを病理解剖所見とともに比較する、2. 死後CTでの脳脊髄液のCT値と死後経過時間の関係を生前CT値などの複数因子と比較する、3. 生前情報や病理解剖所見をもとに死後CTで上部消化管出血を推定するCT所見を解明する。

結 果

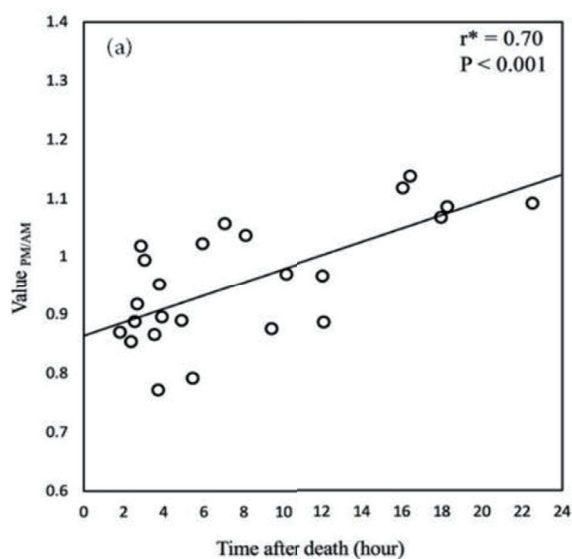
1. 肝臓の体積とCT値に関して同一症例における生前CTと死後CTを病理解剖所見とともに比較する

生前と死後CTで肝臓のCT値(図1)に統計学的に有意な変化を認めなかった(生前中央値=51.9HU [四分位範囲(IQR)、50.0-53.9HU]、死後中央値=49.1HU [IQR、44.8-54.9HU]、 $P=0.07$)。また、生前と死後CTで肝臓の体積にも有意な変化を認めなかった(生前の平均体積=1094cm³ [IQR、783-1281cm³]、死亡後の平均体積=1049cm³ [IQR、821-1339cm³]、 $P=0.73$)。しかし、CT値は死後時間が経過するにつれて増加する傾向が示された(スピアマンの順位相関係数; $r=0.70$ 、 $P<0.001$ 、図2)。

図1



図2



2. 死後CTでの脳脊髄液のCT値と死後経過時間の関係を生前CTとともに比較する

年齢、性別、死後経過時間、生前CTにおける脳脊髄液のCT値（図3）が死後CTにおける脳脊髄液のCT値に及ぼす影響を検証したが、いずれの因子も生前CTと死後CTにおける脳脊髄液のCT値の間に有意な差を及ぼさなかった。一方で、死後CTでの脳脊髄液のCT値は死後時間の自然対数と正の相関があった（ピアソンの相関係数； $r = 0.70$ 、 $P < 0.001$ 、図4）。死後CTにおける脳脊髄液のCT値は、死後短時間での死後経過時間にも依存した。

図3

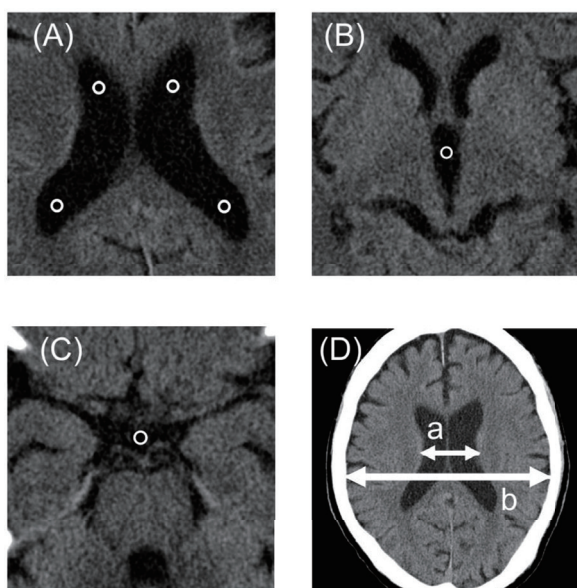
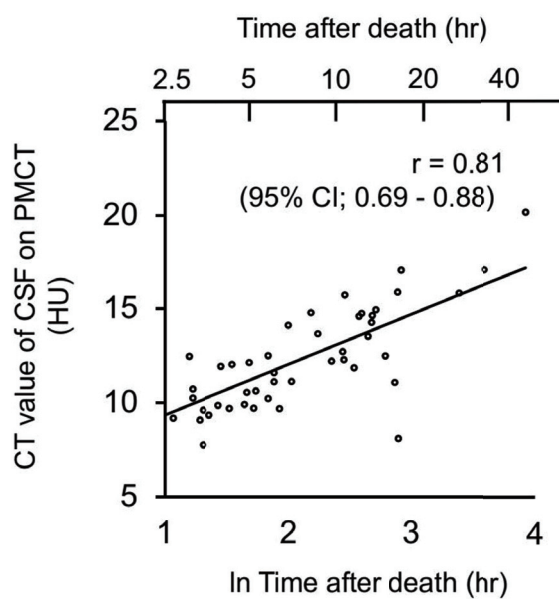


図4



3. 生前情報や病理解剖所見をもとに死後CTで上部消化管出血を推定するCT所見を説明する

Derivation set (上部消化管出血あり12例、なし85例)において、上部消化管内容物の最適CT値は27.7HUとされた(図5、6)。この最適CT値によって上部消化管内容物が高密度(≥ 27.7 HU)であった27例(上部消化管出血あり11例、なし16例)では、高密度の内容物の性状(塊状)、気泡の大きさ(≥ 4 mm)に有意な差が認められた。Validation set (上部消化管出血あり13例、なし85例)では、30例(上部消化管出血あり11例、なし19例)で上部消化管の高濃度含有物を検討し、感度84.6%、特異度77.6%であった($P < 0.001$)であった。また、30例中で高濃度含有物の性状にも有意差があった(感度72.7%、特異度84.2%、 $P = 0.0045$)。気泡の大きさにも有意な差が認められた(感度85.7%、特異度83.3%、 $P = 0.0029$)。

図5

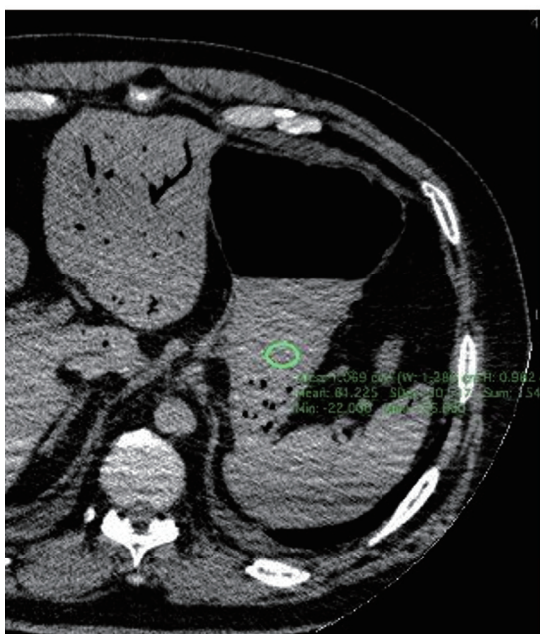
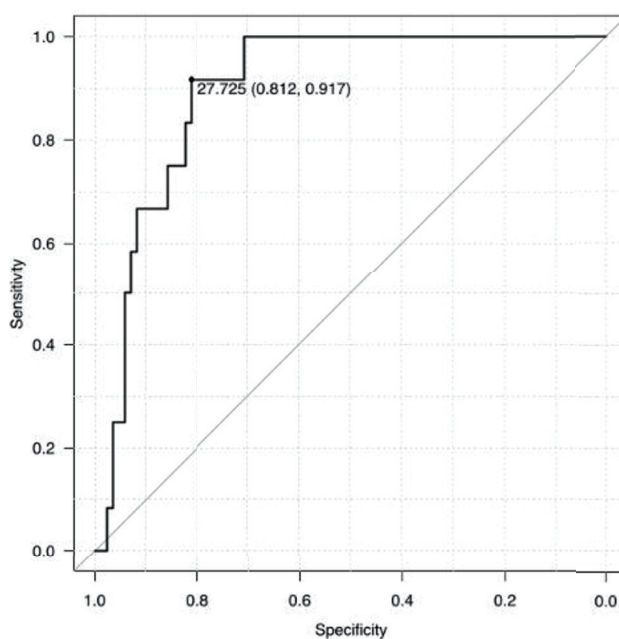


図6



考 察

1. 肝臓の体積とCT値に関して同一症例における生前CTと死後CTを病理解剖所見とともに比較する

死後の肝臓のCT値変化を説明するメカニズムとして、ひとつに遺体の温度低下によるCT値の上昇が挙げられる。もうひとつには死後に肝臓はうっ血をきたすため、CT値の低下をもたらすと予想される。これらがあいまって死後CTでのCT値が構成されると考えられるが、

今回の検討では生前と死後のCT値に有意な変化が生じなかった。また、死後の肝臓のCT値は、死後時間が経過するにつれて増加する可能性がある。死後、体温は徐々に低下するが、死後の肝うっ血は死後早期にしか発生しない。したがって、死後早期に発生する肝うっ血によるCT値の低下を死後の体温低下によるCT値の上昇がどこかの時点で上回るためだろうと考えられる。死後早期では死後CTが生前CTと変化の乏しい肝臓が描出されるという結果に基づけば、死後CTで生前の肝臓の状態を推定できる可能性が示唆された。

2. 死後CTでの脳脊髄液のCT値と死後経過時間の関係を生前CTとともに比較する

死後CTにおける脳脊髄液のCT値上昇のメカニズムは次の項目が挙げられる：髄液蛋白の分解、上衣層の分解、脳実質からの蛋白質様物質の漏出である。死後CTにおける脳脊髄液のCT値は、死後短時間での死後経過時間にのみ依存したという今回の結果を踏まえ、脳脊髄液のCT値が死後経過時間を推定するためのバイオマーカーとして使用される可能性が示唆されたと考える。なお、脳萎縮や側脳室の大きさ、年齢、性別、生前CTにおける脳脊髄液のCT値は、死後CTでの脳脊髄液のCT値と関係がなかったが、55例と症例数が少ないことによる影響が否定できないと考える。

3. 生前情報や病理解剖所見をもとに死後CTで上部消化管出血を推定するCT所見を解明する

本研究では予測因子の解析を行い、その後に検証を行うコホート研究であった。上部消化管内容物のCT値、高濃度内容物の性状、気泡の大きさを注意深く読影することで、死後CTでの上部消化管出血を推定できる可能性が示された。上部消化管内で出血が持続した場合、出血は塊となって内腔の空気を包含しながら塊を形成するからではないかと考えられる。上部消化管出血を死後CTで推定するのに役立つ所見を初めて同定することができた。

要 約

本邦では社会制度として死因究明体制を強化する機運が高まっている。高齢化に伴う死亡数の増加、在宅死など医療機関外の死亡数の増加による死体検案体制への負荷が増大することが見込まれ、死亡時画像診断の効果的な利用がますます期待される。死後CTを解剖所見や生前情報と対比した死亡時画像診断の研究がさらに進められることが期待され、科学的知見の確立により、重要な公益性を有する死因究明が客観性をもって実施されることに寄与していく必要があると考えられる。

文 献

本研究により以下の論文を発表し、投稿中である。

1. Fujimoto K, Gonoï W, Ishida M, et al. Early postmortem changes in liver volume and CT value: An antemortem and postmortem computed tomography study. *Int J Radiol Med Imag* 7:131,2021
2. Fujimoto K, Gonoï W, Ishida M, et al. Association between postmortem computed tomography value of cerebrospinal fluid and time after death: A longitudinal study of antemortem and postmortem computed tomography. (under submission)
3. Okimoto N, Ishida M, Gonoï W, et al. Identifying upper gastrointestinal bleeding on postmortem computed tomography. (under submission)