

令和 5 年 4 月 14 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12591

研究課題名（和文）頸部圧迫の死後画像診断システム開発

研究課題名（英文）Development of a postmortem diagnostic imaging system for neck compression

研究代表者

臼井 章仁（Usui, Akihito）

東北大学・医学系研究科・講師

研究者番号：90588394

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、法医学的に、縊頸（首吊り、自殺・他殺を含める）による頸部圧迫が死因であった症例の死後CTについて研究を行いました。頸部のどの高さにも頸部圧迫の痕（索溝、索痕）が多く生じて、舌骨や甲状軟骨〔喉仏（喉頭隆起）を形成する軟骨〕のどの部分が骨折しやすいのか、さらに、死後CTによって明らかにできるのはどのような骨折であるのか調べました。結果、索溝が頸部の正中（体の真ん中）において、甲状軟骨の喉頭隆起よりも頭側（上側）に位置することが多く、直径数mmの甲状軟骨上角部が前方に変形した骨折を生じていました。このような骨折を明らかにするには、頸部を後屈させるなど撮影方法が必要と分かりました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

臨床（通常の病院診療）では、それほど関心の高くない骨格である舌骨・甲状軟骨、および縊頸といった、さらに臨床では、ほぼお目に掛かることのない遺体について、索溝の位置や甲状軟骨上角の骨折といった、死後CTで注目すべきポイントを少なからず明らかにできた。解剖医不足を補完する死後CTの需要は、今後高まることが予想されているが、これにより、臨床で撮影を行っているような、死後CTの経験の少ない従事者にも、撮影・読影の要訣を示すことができたと考えている。

研究成果の概要（英文）：We studied postmortem computed tomography (CT) in cases in which the cause of death was neck compression by hanging as determined by forensic autopsy. We examined which parts of the hyoid bone and thyroid cartilage were prone to fracture because of the presence of many grooves at the level of the neck, and which types of fractures could be identified by postmortem CT. As a result, the funicular groove was often located in the midline of the neck, more cephalad than the laryngeal prominence of the thyroid cartilage. As a result, the superior angle of the thyroid cartilage was deformed anteriorly by several millimeters in diameter, resulting in a fracture. In order to reveal such a fracture, it was found that an imaging method such as neck flexion was necessary.

研究分野：法放射線

キーワード：死後画像診断

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、所属する東北大学オートプシー・イメージングセンターにて、ほぼ全例において、撮影後に法医解剖に立ち会い、画像を使用した解剖のナビゲートや所見提示などに従事することで、1800 例以上の死因診断を経験してきた。この中には、死後画像が剖検時の死因診断に大いに寄与するものとして、前述の溺死・低体温症があるがこれに加え、捜査機関あるいは法医側から、死後画像診断に求められているものに縊頸を含めた頸部圧迫がある。索状物による圧痕である索溝や、発見現場の状況から縊頸がほぼ明らかな場合もあるが、索溝の形成が浅くわずか、もしくは非典型的である事例など、現場の状況が相応しくない場合もある。そのような場合、剖検では「甲状軟骨上角・舌骨の骨折」が頸部圧迫を示唆する有力な情報となる。しかし甲状軟骨上角は、元は軟骨であり、非常に小さな部分である上に、石灰化による弾性を喪失した中高齢者と異なり、弾性に富む軟骨が石灰化していない若年者の場合には折れにくいことがあり、CT 画像上にて、その変形を検出するのは困難である。さらに骨折時の偏位や出血がわずかであるため、色調や骨折の手触り・感触が確認できない画像では、評価が難しい。実際、我々の経験上でも、臨床と同じ CT の撮影方法・画像再構成では、2D、3D を含めた retrospective な画像観察であっても、骨折を指摘することは非常に困難である事が多く(図1)、ガスの存在(図2)や明らかな変形など指摘できることは少ない。そこで今回我々は、剖検で確実に甲状軟骨上角骨折の診断がなされた結果を参考に、甲状軟骨上角骨折のファントムモデルを作成し、骨折を的確に描出する撮影方法および再構成条件の確立や読影上有用な特異的所見を見出すことを目指す。



図 1. 判別困難な症例の CT 画像
(矢印：骨折部)

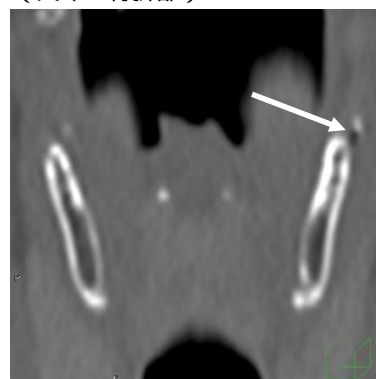


図 2. 骨折部ガス

2. 研究の目的

当初、剖検で確実に甲状軟骨上角骨折の診断がなされた結果を参考に、甲状軟骨上角骨折のファントムモデルを作成し、骨折を的確に描出する撮影方法および再構成条件の確立や読影上有用な特異的所見を見出すことを目指す。そこで、これまでに蓄積されている縊頸症例に、期間中に剖検された縊頸症例を加えつつ、甲状軟骨上角骨折のファントムを作成することを目的としていた。しかしながら、まだ経験の無い状態で撮影した、初期(2009年から2013年)の撮影画像の画質が、3D 造形物を形成するには poor であったため、索溝の位置と骨折頻度の高い部位を同定する作業から研究を開始し、骨折を分かりやすく撮影するにはどうすべきか考えることを目標とし、索溝位置と骨折部位の関連は何かを探ることが研究目的となった。

3. 研究の方法

これまでに蓄積されている縊頸症例に、期間中に剖検された縊頸症例を加えつつ、解剖により骨折が明らかだった症例について、索溝位置を外表面所見と画像から同定し(図3)、舌骨、甲状軟骨の骨折部位、CT 画像で骨折は検出できているのか、という問いに対して、解剖所見を骨折診断の基準にして、その関係を調べた。



図 3. 索溝位置(矢印)と甲状軟骨

4. 研究成果

甲状軟骨喉頭隆起よりも頭側に索溝の頻度が高く、この場合、甲状軟骨上角が変形・骨折する頻度も高かった（詳細な数値は、学会発表前なので省略）。また、通常の頭部撮影のポジショニングでは、いわゆる顎を引いた（やや前屈）の姿勢になるため、義歯や何らかの歯科治療痕が舌骨や甲状軟骨上角の観察に影響することが多く（圧迫により甲状軟骨が上方に偏位することもある）、死体発見時の体位とは異なることになるが、図4に示したように、後屈することで死後CTによる診断能が向上することも判明した。しかしながら、索溝が不明瞭な例や発見時には既に高度腐敗した例などは、索溝位置と骨折部位の関連を明らかにできなかった。とはいえ、解剖医不足を補完する死後CTの需要は、今後高まることが予想されており、臨床で撮影を行っているが、死後CTの経験の少ない従事者にも、撮影・読影の要訣を示すことができたと考えている。

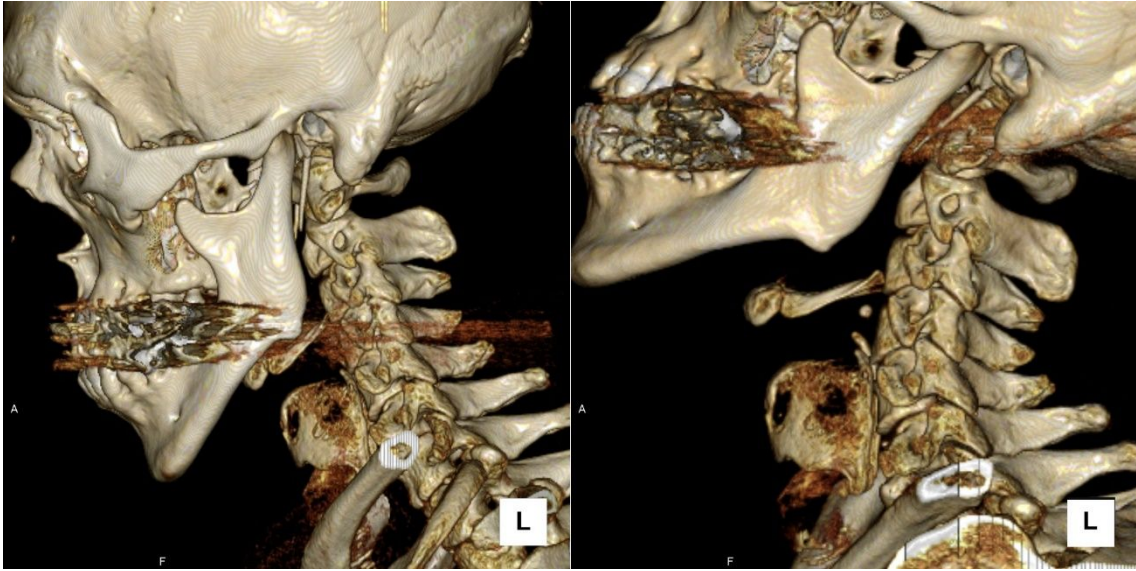


図4. 義歯からのアーチファクトと舌骨・甲状軟骨の位置

左図：前屈、右図：後屈

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 3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 Kudo Seina, Kawasumi Yusuke, Usui Akihito, Igari Yui, Funayama Masato, Ueda Takuya, Ishibashi Tadashi, Saito Haruo	4. 巻 330
2. 論文標題 Cervical intervertebral separation caused by trauma on post-mortem computed tomography: Possibility of a diagnosis based on intervertebral gas	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Forensic Science International	6. 最初と最後の頁 111049 ~ 111049
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.forsciint.2021.111049	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 Kasagawa Akito, Usui Akihito, Kawasumi Yusuke, Funayama Masato, Saito Haruo	4. 巻 31
2. 論文標題 Block-like and cast-like hyperdense areas in the right heart cavities on post-mortem CT strongly suggest the presence of intracardiac blood clots at autopsy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 8879 ~ 8886
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00330-021-08052-z	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 奥村 颯紀, 川住 祐介, 臼井 章仁, 舟山 真人, 植田 琢也, 金田 朋洋	4. 巻 64
2. 論文標題 高エネルギー外傷症例における死後CTによる肝損傷評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 法医学の実際と研究	6. 最初と最後の頁 63 ~ 67
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 横山 光, 臼井 章仁, 川住 祐介, 舟山 真人	4. 巻 64
2. 論文標題 法医解剖前CT画像を用いた精神神経疾患罹患患者・向精神薬服用者の頭蓋骨厚の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 法医学の実際と研究	6. 最初と最後の頁 51 ~ 61
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 Sato R, Usui A, Kawasumi Y, Ito Y, Hirakawa N, Ishizuka Y, Saito H, Funayama M	4. 巻 63
2. 論文標題 Post-mortem Computed Tomographic Features of Hepatic Steatosis: A Retrospective Observational Study.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Res Pract Forens Med.	6. 最初と最後の頁 159-166
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 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 笠川 明敏, 平川 奈津希, 白井 章仁, 川住 祐介, 舟山 真人, 齋藤 春夫.	4. 巻 63
2. 論文標題 高所転落・墜落症例における肋骨骨折と胸腹部臓器損傷の関係.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 法医学の実際と研究	6. 最初と最後の頁 55-62
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 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 小河原 輝正, 舟山 真人, 猪狩 由, 関 雪てい, 横山 光, 白井 章仁.	4. 巻 63
2. 論文標題 大動脈弓離断による新生児死亡の一部検例.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 法医学の実際と研究	6. 最初と最後の頁 51-54
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 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4件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 琵琶坂 仁, 青木 康博, 福田 真未子, 白井 章仁, 齋藤 春夫, 藤田 さちこ, 高宮 正隆, 出羽 厚二, 舟山 真人, 杉山 一洋
2. 発表標題 主成分分析を利用した骨盤骨の年齢依存性変化の解析(第4報)
3. 学会等名 第104次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 舟山 真人, 今野 拓哉, Amber Qureshi, 佐藤 亮太, 白井 章仁, 川住 祐介, 小河原 輝正, 猪狩 由, 張 暁勇, 本間 経康
2. 発表標題 溺死例の肺CT画像をAI(人工知能)で解析する
3. 学会等名 第104次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福田 真未子, 琵琶坂 仁, 加藤 千晶, 堀田 哲也, 大瀧 純, 中村 昌美, 菅野 さな枝, 加藤 秀章, 白井 章仁, 青木 康博
2. 発表標題 深層学習による骨盤骨の2次元深度画像を用いた性別推定
3. 学会等名 第104次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横山 光, 白井 章仁, 川住 祐介, 猪狩 由, 舟山 真人
2. 発表標題 死後CTを用いた向精神薬長期服用者の頭蓋骨厚の検討
3. 学会等名 第104次日本法医学会学術全国集会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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	舟山 真人 (Funayama Masato)		

6. 研究組織（つづき）

	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	川住 祐介 (Kawasumi Yusuke)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関