

学位論文の要旨

Distinguishing true from pseudo hematoma in the cervical
spinal canal using postmortem computed tomography
(死後 CT 画像を用いた真と疑似の頸椎脊柱管内血腫の鑑別)

March, 2024

(2024 年 3 月)

Hikaru Kuninaka

國中 光

Legal Medicine,

Yokohama City University Graduate School of Medicine

横浜市立大学 大学院医学研究科 医科学専攻 法医学

(Doctoral Supervisor : Yoko Ihama, Professor)

(指導教員 : 井濱容子教授)

学位論文の要旨

Distinguishing true from pseudo hematoma in the cervical spinal canal using postmortem computed tomography

(死後 CT 画像を用いた真と疑似の頸椎脊柱管内血腫の鑑別)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1344622323001682>

1. 序論

頸髄損傷は致命傷となるため (Sekhon et al., 2001) , 法医学領域において正確な診断は不可欠であるが, 死後 CT 画像を用いて頸髄損傷を直接診断することは困難である. そこで, 我々は頸椎脊柱管内血腫に着目して死後 CT 画像から頸髄損傷を正確に診断しようと試みたところ, 死後 CT 画像上頸椎脊柱管内に血腫を認めたものの, 解剖では血腫を認めなかった症例を複数経験した. このような症例を「疑似の頸椎脊柱管内血腫」とし, 本研究では, 死後 CT 画像と身体所見を用いて, 頸椎脊柱管内の血腫を正確に診断できるのか検討した.

2. 実験材料と方法

2018 年 12 月から 2022 年 6 月まで, 当法医学教室で 16 列検出器 CT (Aquilion Lightning, キヤノンメディカルシステムズ, 栃木県大田原市) を使用して死後 CT 画像検査を施行した法医学解剖症例 499 例から, 未成年および頸髄周囲の所見を正しく評価のできない (脳軟化, 造影剤などの残存, 顕著な頸椎の逸脱を伴う) 症例を除外した. 残りの 338 例について, 死後 CT 画像で第 1 から 4 頸椎の脊柱管内に血腫様の領域 (CT 値 60~100 HU) を持つ症例を陽性とするスクリーニングを実施したところ, 140 例がスクリーニング陽性であった. そのうち 35 例を測定群とし, 頸椎の開検を実施して頸髄周囲の観察を行った. 次に, 適切に再構成した死後 CT 画像の各頸椎の軸位断で頸椎脊柱管内の腹側と背側の血腫領域 (CT 値 60~100 HU) と脊髄・脳脊髄液領域 (CT 値 60 HU 未満) の長さ, および脊柱管内の血腫領域の面積と平均 CT 値を測定した. さらに, 死後 CT 画像で頸椎骨折の有無, 頸椎脊柱管内ガスの有無を評価し, 解剖所見についても比較検討した. この研究は横浜市立大学倫理委員会によって承認された (F230202313) .

3. 結果

測定群 35 例のうち, 22 例が真の頸椎脊柱管内血腫, 13 例が疑似の頸椎脊柱管内血腫と診断された.

各頸椎の軸位断で測定した長さおよび脊柱管内の血腫領域の面積とその平均 CT 値について真と疑似の頸椎脊柱管内血腫群で比較したところ, 真の頸椎脊柱管内血腫群において

背側の血腫領域の長さおよび背側と腹側の血腫領域の合計の長さが統計学的に有意に長い箇所があった。さらに、疑似の頸椎脊柱管内血腫において、脊髄・脳脊髄領域（CT 値 60 HU 未満）の長さが統計学的に短い箇所があった。

年齢、性別、BMI、死亡から死後 CT 画像撮影までの死後経過時間、死斑の有無、顔面のうっ血の有無、心臓血液量、頭蓋内出血の有無について真と疑似の頸椎脊柱管内血腫群で比較したところ、真の頸椎脊柱管内血腫群において顔面のうっ血がある症例が統計学的に有意に少なかった（ $P = 0.00091$ ）。

多重ロジスティック回帰分析を使用して、真と疑似の頸椎脊柱管内血腫群を予測する式を作成したところ、いずれの頸椎の高さでも顔面のうっ血の有無が変数として採用された。さらに、作成した式について ROC 曲線分析をしたところ、AUC はいずれの頸椎の高さにおいても 0.7 を超えた。

4. 考察

本研究は、これまで検討されてこなかった死後 CT 画像上の疑似の頸椎脊柱管内血腫の存在を指摘し、死後 CT 画像のみによる頸髄損傷の診断には注意が必要であることを啓発するものである。

疑似の頸椎脊柱管内血腫群では、脊柱管を開検した際に、しばしば硬膜外の血管が怒張していた。解剖学的に、脊柱管内の硬膜外腔には内椎骨静脈叢が発達している（Carpenter et al., 2021）。本研究では、この内椎骨静脈叢の血液うっ滞が疑似の頸椎脊柱管内血腫の原因であると推測している。

ROC 曲線分析から得られた AUC はいずれの頸椎の高さにおいても 0.7 を超えたため、多重ロジスティック回帰分析を用いて作成した式の鑑別能は十分にあると考えられる。さらに多重ロジスティック回帰分析の結果から、顔面のうっ血の有無が鑑別に最も有用な指標であることが分かった。疑似の頸椎脊柱管内血腫群で顔面のうっ血を伴う症例は、一般的に頸静脈の怒張や頭部・顔面や上半身に血液が貯留する死因であった。また、疑似の頸椎脊柱管内血腫群において顔面のうっ血を伴わない症例の死因の多くは低酸素脳症で、脳浮腫を呈していた。以上のことから、疑似の頸椎脊柱管内血腫が生じる理由として、内椎骨静脈叢が存在する頭頸部に血液が多量に貯留していること、脳脊髄の浮腫によって静脈還流障害が起きている可能性が示唆された。

真の頸椎脊柱管内血腫群において背側の血腫領域の長さが長くなったのは、頸椎脊柱管内で制限なく血腫が広がったためと考えられる。また、真の頸椎脊柱管内血腫群において脊髄と脳脊髄液の領域が短くなったのは、血腫そのものが脊髄と脳脊髄液の領域を圧迫したためと考えられる。

本研究は、死後 CT 画像上の真と疑似の頸椎脊柱管内血腫を統計学的に区別し、疑似の頸椎脊柱管内血腫は、内椎骨静脈叢のうっ血と脊髄周囲の静脈還流障害が関連していることを示唆する貴重な基礎研究となった。

引用文献

Carpenter, K., Decater, T., Iwanaga, J., Maulucci, C.M., Bui, C.J., Dumont, A.S., and Tubbs, R.S. (2021), Revisiting the vertebral venous plexus-a comprehensive review of the literature, *World Neurosurg*, 145, 381–395.

Sekhon, L. H., and Fehlings, M.G. (2001), Epidemiology, demographics, and pathophysiology of acute spinal cord injury, *Spine (Phila Pa 1976)*, 26, S2–S12.

論文目録

I 主論文

Distinguishing true from pseudo hematoma in the cervical spinal canal using postmortem computed tomography.

Kuninaka, H., Usumoto, Y., Tanabe, M., Ogawa, N., Mukai, M., Nasu, A., Maeda, K., Fuke, C., Sawamura, S., Yamashiro, T., Utsunomiya, D., and Ihama Y. :

雑誌名 : Legal Medicine (Tokyo) Vol.48, 101821, 2023

II 副論文なし

III 参考論文

1 Identification of aortic injury site using postmortem non-contrast computed tomography in road traffic accident.

Horie, K., Ihama, Y., Aso, S., Kuninaka, H., Mochizuki, H., Tamashiro, T., Kato, S., and Utsunomiya, D. :

雑誌名 : Radiol Case Rep (USA) Vol. 16(1), p5-8, 021

2 Kinetics and distribution of benzalkonium compounds with different alkyl chain length following intravenous administration in rats.

Kera, H., Fuke, C., Usumoto, Y., Nasu, A., Maeda, K., Mukai, M., Sato, W., Tanabe, M., Kuninaka, H., and Ihama Y. :

雑誌名 : Legal Medicine (Tokyo) Vol.48, 101821, 2021

3 リアルタイム RT-PCR 法により体液や臓器から新型コロナウイルスを検出した一例
田邊桃佳, 前田一輔, 解良仁美, 國中光, 佐藤若菜, 向井萌, 那須亜矢子, 白元洋介, 福家千昭, 井濱容子 :

雑誌名 : 法医病理 第 27 巻第 1 号 75 頁~77 頁 2021 年

4 ベビーチェアのシートベルトの不適切な装着により死亡した幼児の 1 例

田邊桃佳, 白元洋介, 國中光, 解良仁美, 佐藤若菜, 向井萌, 那須亜矢子, 前田一輔, 福家千昭, 井濱容子 :

雑誌名 : 法医学の実際と研究 第 64 巻 107 頁~111 頁 2021 年