

## CQ1

CQ1死後画像診断の際、死後変化として認められる所見は何か？（文献 87、75）

推奨グレード： C1

死後画像診断においては、臨床画像の所見と異なり、非特異的な死後変化として、血液就下、大動脈壁の濃度上昇、静脈洞などの高濃度化が認められるという報告がある。臨床画像と似ていても解釈が異なるような紛らわしい所見があるため、読影には注意が必要である。（部位別のまとめは下表）

推奨グレード： C1

時間経過とともに、死後変化が強くなり、元の所見がマスクされてしまう可能性があるなど、撮影時の死後経過時間を考慮する必要がある。

目的・背景：死後画像は、死後変化の影響をうけるため、通常放射線科が取り扱う臨床画像（生体の画像）とは異なる所見が多くみられる。したがって、読影にあたっては見誤らないように注意しなければならない。死後 CTの「正常」像や、死因となるような所見などについての知識を得、それらの整理をする必要がある。

解説【死後変化とは】生物学的な死亡は、循環及び呼吸の停止、脈幹機能の停止により確認される。死体においては循環停止によって時間経過ごとに、様々な死後変化がみられるようになる。それらは体内でも、外表検査でみられるような変化と同様の機序で生じている。主に重力や細菌等の生物の影響をうけるため、体位、環境温、死亡場所等に左右される。比較的死後短時間から見られる死後変化（数日以内）を早期死体現象、時間がたって見られる死後変化（数日～）を晚期死体現象と呼ばれる。早期死体現象には、体温低下、角膜混濁、死斑、死後硬直があり、画像でよく描出されるのは、死斑すなわち血液就下である。循環が停止したことにより重力に従って臓器内で血液が背側・下側に就下していく。就下した血液は、周囲よりも高濃度に描出される。肺や頭蓋内がわかりやすい（図）。一方晚期死体現象は、鞣己融解・腐敗、白骨化、死蠟化・ミイラ化がある。腐敗の結果、ガス産生菌によりガスが発生するが、画像上、晩期に至る前の比較的早期（死後数時間）から描出されていることがある（図）。

【非特異的所見について】 臨床画像（生体）では通常みられない所見で、死後画像として「正常」と考えられる画像

## CQ1

部位	非特異的所見
頭部	皮質髄質境界不明瞭化脈浮腫（脈溝、脈槽などの狭小化）矢状静脈洞、静脈の高濃度化気泡（腐敗ガスによる）
胸部	* 動きのアーチファクトがない肺内血液就下大動脈壁の濃度上昇
腹部・骨盤	* コントラスト低下大動脈・大血管の虚脱肝内ガス像（腐敗の過程で出現）

検索 PubMed 2014/2/25

式

#1 Search (postmortem CT) OR (postmortem computed tomography)

#2 Search (causes of death) AND (autopsy)

#3 Search (#1) AND (#2)

#4 Search (#3) AND English[Language] Filters: published in the last 10 years

# “cervical spine”

2

“

（血液就下、腐敗によるガス像など）を下表に示す。死後画像における非特異的な所見であり、異常所見ではないことが多い。（#87）

より正確に診断するためには血管造影や、CTとMRIの併用などの追加検査が必要だろう。生体とは似たような所見があっても、その形成機序や解釈が異なるものがあるとしている。（#87）  
\* コメント：特徴的な所見を列挙し、いわゆる「正常」について示した総説。すべてを網羅しているわけではないので参考程度にとどめておくべきか。

【時間をおくと死後変化が増強される】死亡直後と、1日以上経過した時点（解剖直前に）の2回撮影した画像について肺の所見を比較した報告があり、2回めに撮影したものの方が、死後変化の影響を強く受け、それに伴いもともとあった病変をマスクしてしまうおそれがあり症度を見誤る可能性があることを指摘している。死亡直後のCTは死後変化の影響が少ないため死因、死に至る経過を判断するのに適しており、後から撮影したものは、解剖所見を反映すると考えられる。それぞれの特性を理解すれば活用できる可能性がある。すべての事例で2回撮影できるとは限らないが、解剖所見ともあわせれば、死後変化の修飾を考慮した、より正しい診断ができるのではないかと考えられる。（#75）

\* コメント：死後変化は経時的にも変化していくため、撮影時の死後経過時間は重要なファクターであり、死因などを判断する上で考慮する必要がある。

オリジナル画像（未発表画像）

肺の血液就下像

頭蓋内血液就下像

大動脈壁高濃度化

肝内ガス像

## CQ1

検索式 postmortem, CT, imaging, autopsy, cause of death ; 過去 10年で検索  
postmortal changeを加えて、文献を増やす予定

文献 (#87) Christe A, Flach P, Ross S, Spendlove D, Bolliger S, Vock P, Thali MJ. Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. Leg Med (Tokyo). 2010; 12(5): 215-22. (エビデンスレベル )

(#75) Shiotani S, Kobayashi T, Hayakawa H, Kikuchi K, Kohno M. Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Leg Med (Tokyo). 2011; 13(3):151-5. (エビデンスレベル )

## CQ1-1

CQ1-1死後頭部 CTで頭蓋内に高吸収域を認めた場合、頭蓋内出血と診断可能か。(作成途中)

推奨グレード C2死後頭部 CTでは、血液就下により静脈洞が高吸収域を呈する。また、脳浮腫を伴う急性期脳梗塞で出血でない脳槽高吸収域を呈する場合がある。これらの状態を頭蓋内出血と誤ってはならない。

### [解説]

死後頭部 CTでは、静脈洞内の血液就下が高濃度に描出される(1-6)。こうした高吸収域がくも膜下出血と誤られた例が報告されている(6, 7)。特に小児で強く認められる。静脈洞内の血液就下は、大脳鎌に沿った位置や、正常の静脈洞に一致して存在し、背側に左右対称性に存在することが多い。

また、脳浮腫を伴う急性期脳梗塞で出血ではない脳槽高吸収域が出現する場合があり、pseudo-subarachnoid hemorrhageとして知られている(8)。こうした正常死後変化や他の病態に伴う高吸収域を、頭蓋内出血と誤ってはならない。

[検索式] postmortem CT, postmortem change, hypostasis, pseudo subarachnoid hemorrhageのキーワードを用いて、過去 10年の検索を行った。

### [文献]

1. Smith AB, Lattin GE, Jr., Berran P, Harcke HT. Common and expected postmortem CT observations involving the brain: mimics of antemortem pathology. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2012;33(7):1387-91. (レベル V)
2. Yen K, Lovblad KO, Scheurer E, et al. Post-mortem forensic neuroimaging: correlation of MSCT and MRI findings with autopsy results. *Forensic Sci Int.* 2007;173(1):21-35. (レベル IVb)
3. Levy AD, Harcke HT, Mallak CT. Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition. *Am J Forensic Med Pathol.* 2010;31(1):12-7. (レベル V)
4. Takahashi N, Satou C, Higuchi T, Shiotani M, Maeda H, Hirose Y. Quantitative analysis of intracranial hypostasis: comparison of early postmortem and antemortem CT findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;195(6):W388-93. (レベル IVb)
5. Jackowski C, Thali M, Aghayev E, et al. Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med.* 2006;120(4):233-40. (レベル IVb)
6. 小林雅彦, 渡辺慎, 高田綾, 齊藤一之. 頭部 CTにて外傷性頭蓋内出血と診断され、剖検で否定された乳児 CPA症例. *救急医学.* 2003;27:617-9. (レベル V)
7. Kibayashi K, Shojo H, Sumida T. Dural hemorrhage of the tentorium on postmortem cranial computed tomographic scans in children. *Forensic Sci Int.* 2005;154(2-3):206-9. (レベル V)
8. Yuzawa H, Higano S, Mugikura S, et al. Pseudo-subarachnoid hemorrhage found in patients with postresuscitation encephalopathy: characteristics of CT findings and clinical importance. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29(8):1544-9. (レベル III)

CQ1-1

## CQ1-2

CQ1-2死後 CTにて血管内に存在する凝血塊は、血栓症と診断できるか？（製作途中）

推奨グレード C2死戦期が長かった場合、慢性疾患で死亡した場合、焼死では、血管に沿った凝血塊を生じる場合がある。死後 CTでこうした凝血塊を認めた場合、血栓症と診断してはいけない。

解説死戦期が長かった場合、慢性疾患で死亡した場合、焼死では、血管に沿った凝血塊を生じる。こうした凝血塊は、chicken fat clotとして知られる(1)。死後 CTでは、鑄形状の凝血所見を呈する(2-4)。死後 CTで、こうした凝血塊を認めた場合、血栓症と診断してはならない。

検索式 postmortem CT, postmortem change, chicken fat, postmortem clottingのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。

### 文献

1. Uekita I, Ijiri I, Nagasaki Y, et al. Medico-legal investigation of chicken fat clot in forensic cases: immunohistochemical and retrospective studies. *Leg Med (Tokyo)*. 2008;10(3):138-42.
2. Jackowski C, Thali M, Aghayev E, et al. Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med*. 2006;120(4):233-40.
3. Jackowski C, Schweitzer W, Thali M, et al. Virtopsy: postmortem imaging of the human heart in situ using MSCT and MRI. *Forensic Sci Int*. 2005;149(1):11-23.
4. O'Donnell C, Woodford N. Post-mortem radiology--a new sub-speciality? *Clin Radiol*. 2008;63(11):1189-94.

## CQ2

死後画像診断の際、外因死を**示唆するためにの判定**に有用な所見は何か？

推奨グレード **C1B?**

外因死を示唆するために有用な死後 CT所見としては、骨折や硬膜下血腫などの外傷性死亡を示唆する所見、溺死を示唆する所見群、頸部圧迫による窒息を示唆する舌骨骨折の所見、誤嚥による窒息を示唆する気道内異物の所見、薬物過量服薬を示唆する腎の所見、低体温による死亡を示唆する所見群、空気塞栓を示唆する所見、虐待を疑わせる所見などが挙げられる。外因死という「死因の種類」は本来、捜査情報なしで判断することは不可能であるばかりでなく、中毒検査結果を含めた解剖所見も併せて総合的に診断すべきである。死後画像診断でこれらの外因死を示唆する所見を見つけた場合は、捜査機関に通報後、更なる調査や解剖を勧めることは最低でも実施すべきである。

された場合でも、死亡までの経緯や解剖結果次第では外因死である場合がある。さらに、中毒や頸髄損傷の一部など、死後 CTで外因死を示唆する所見のない外因死もある。従って、

解説（外因死の定義について）外因死とは、日本の死亡診断書・死体検案書の中で「死因の種類」欄に記載する事項の内、「病死および自然死」以外の全てである。死体検案書上、不慮の事故死(交通事故/転倒・転落/溺水/煙、火災及び火焰による傷害/窒息/中毒/その他)、

また、死後 CT 上くも膜下出血や脳梗塞、動脈瘤破裂等内因死と判定されがちな病変が確認

自殺、他殺、その他及び不詳の外因死に分類されている。また日本法医学会の作成したガイドラインに強調されている様に、外因による続発症や後遺傷害による死亡及び診療関連死も外因

死後画像を外因死の除外のために利用することは非常に危険であり、推奨できない。

死の枠の中で考慮しなければならないが、本ガイドラインでは主に医療機関外の原因不明死亡を対象としているので、本稿では取り上げないこととする。

（背景・目的）死後画像診断と言っても、本邦では一般に死後非造影 CTという単一のモダリティを用いていることが多いため、ここでは死後非造影 CT（以下死後 CT）所見についてのみを対象とする。死後 CTによる死因判定の可能性に関して、解剖との比較に基づいて議論している論文報告は複数存在するが、これらの多くは死体検案書における「死亡の原因」にあ

る概念についての議論である (1-6)。外因死という「死因の種類」の決定にまで踏み込んで言及しているものは少ない。そもそも「死因の種類」とは一般に、上記論文の考察等に書かれている

コメント [YM1]:班会議のあとに思いついたのですが、この部分の CQを分けて、「死後画像診断で外因死を除外できるか？」→推奨グレード D(できない)という風にすればわかりやすいかもしれませんが、ご意見いただければ幸いです。

## CQ2

様に、状況捜査や中毒検査の結果などを含めて総合的に判断すべきものであり、画像所見のみから判定できることではない。だが一方で、本邦には、警察によって捜査されていても犯罪性がないとされ、司法解剖・行政解剖などが施行できないと判定された場合のご遺体に対し、死後 CTが病院等において施行される場合があり、このとき外因死を示唆する所見が死後 CTによってはじめて指摘されることがある(7,8)。また医療機関が内因死と判定している様な場合でも、死後 CTではじめて外因死が疑われることもある(9)。このような場合、もし異状死届出がされていないなら当然届出をし、捜査機関に新たに判明した外因死を疑う所見を元に結論の再考をうながし、改めて犯罪性の有無を検討してもらわなければいけない。また再考後にたとえ犯罪性が認められなくても、労災保険等の認定の観点からも解剖を促す必要がある。従って、外因死を示唆する所見の有無を判定することは、医療機関外の死亡時画像診断を担当する医師が、死亡の原因を特定するよりも前に最低限履行しなければいけない必須事項と言える。以下、各外因死の画像所見について簡単に解説及び注意点を書く。また各項目に該当する本ガイドラインの他項目も参照されたい。

Hayakawaらの報告(7)ではCT検査を行った20例の内5例で、外表所見から指摘できなかった致死性所見が見出されたとしているが、そのうち3例は外傷所見であった(硬膜下血腫2例、肝挫傷1例)。Iwaseらの80例の検討(8)では死後CTによって改めて犯罪性が疑われた所見が10例で見つかり、その内7例が外傷所見(硬膜下血腫4例、心臓刺創1例、外傷性緊張性気胸1例、腹部臓器損傷1例)であった。Takahashiらの報告(9)では、内因死と思われた494事例の検討で3例の外因死が死後CTで見出され、その所見は多発外傷2例、頸椎損傷が1例であった。このように、外表検査や捜査では判らなかった外因死が死後CTにより発見されたという本邦の報告事例において、その契機となった(外傷性死亡)死後CT所見は多くが外傷の所見である。従って、死後CT読影医は隠された外傷がないか探索する必要がある。解剖所見と死後CT所見を比較した多数の報告で、外傷の剖検所見と死後CT所見の一致が認められている(1,2,4-6,10-15)。Scholingらのメタ・アナリシスの結果、外傷性死亡事例における死因の死後CTと解剖の一致率は46-100%、個々の外傷の指摘についての一致率は、53-100%であった(15)。報告間のばらつきが多く、今後の大規模研究が待たれるが、少なく見積もっても約50%程度の外傷は死後CTで指摘できる。多くの論文で解剖と同等に死後CTで指摘できると共通して報告されている外傷所見は、骨折や、頭蓋内出血・後腹膜出血などの体内の致死性出血所見である。一方、血管損傷や、頸髄損傷・肺挫傷や肝挫傷などの致死性臓器損傷は死後CTで指摘しにくく、外傷全体の指摘率を下げている。また、外傷が生前に生じたものなのか死後の損傷なのか(生活反応の有無)という視点も重要であり、この概念の下では、生前外傷の判定率は下がると考えられる(1,6,16)。くも膜下出血の項

コメント [YM2]:以下、各論については、各CQに任せて減らすという案と、残してほしい(外傷のCQと視点が違う)という意見にわかれて結論が出なかったため、とりあえずこのまま残し、最終的なガイドライン稿のバランス及び委員の方のアドバイスなどを受けて適宜調整する様にしたいと考えています。



## CQ2

でも述べられているが、椎骨、脳底動脈に損傷を起こし、脳底槽に広範なくも膜下出血を起こした場合、死後 CT上所見があっても外傷と気づきにくく、かえって内因死と誤診されてしまう事例がある(4)。外傷性脳梗塞・外傷性心タンポナーデ・外傷性大動脈瘤破裂なども同様である。これらの諸問題により、死後 CTによって外傷性死亡を除外することは非常に危険である。

(溺死)溺死を示唆する所見として、副鼻腔内の液体貯留、気管気管支内の液体貯留像、肺のすりガラス様濃度などが報告されている(17)。これらに精通していれば、死後画像診断により、溺死を推測することはある程度可能であると考えられる。注意すべき点は、溺死の死後 CT所見はいずれも非特異的であり、確定診断には体内のブランクトンの分布を調べる事や、その他の死因を除外する必要があるという点であり、これらは当然死後画像診断では不可能である。また、なぜ水の中に入ってしまったのか(誰かに故意に沈められていないかなど)という状況捜査が最終的診断には必須である。

(火災に関連した死亡)火災に関連した死亡において評価すべき点として、気道内の煤、血中一酸化炭素濃度、熱傷の程度などがあり、いずれも死後 CTで判定できる有用な所見の報告はない。しかし、一見して焼死体であるが、実は銃殺されてから焼かれたという様な事例では死後 CTがその判定に有用である。Levy ADらの報告(18)に基づく、死後 CTにおける骨の熱変性所見に精通すれば、焼かれる前に発生した外傷性の骨折が死後 CTで指摘できる可能性があり、火災に関連した死亡とは別の外因を判定するという意味で死後 CTは有用である。

(窒息)頸部圧迫による窒息(縊頸、絞頸、扼頸)を判定するのに有用な所見として、舌骨の骨折が知られている(6,19)。異物誤嚥による窒息は、死後 CTによってその異物を気道内に指摘することが報告されており、有用である(20,21)。ただし、鼻口部閉塞による窒息などその他の窒息に関しては死後 CTにおいてそれを判定するのに有用な所見は知られていない。頸部圧迫による窒息においても舌骨が折れていない事例は多々あり、その場合、死後 CTからは窒息死を指摘できない。窒息の生活反応を示唆する溢血点などは死後 CTで描出されない。従って、死後 CTによって窒息死を除外することは非常に危険である。

(中毒)中毒の診断には当然ながらご遺体から得られた血液など各種試料からの薬物検査が、その判定に必須であり、死後 CTで判定するのに有用な所見はない。しかし、薬物過量服薬後の

## CQ2

死亡事例において、錠剤に由来する高吸収内容が胃や十二指腸内に見られることが知られており、この所見を契機として中毒死を発見できる可能性はあり、診断医は注意すべきである(22)。

(その他) 低体温による死亡に関して、これを示唆する所見群(肺の透過性亢進、血管内凝血塊形成を示唆する心大血管の所見、膀胱容量の増加)が溺死と同様に検討されつつある(23,24)。注意点は、どうして低温状況に陥ったかを考察しなければ最終診断には到らないという点である。空気塞栓は非常に稀で特殊な外因死であるが、空気塞栓が疑われる事例で、血管内空気を死後 CTで指摘しえた事例が複数報告されている(24-26)。しかし、一方で死後発生する血管内ガスの存在が知られており、診断には通常の死後変化による血管内ガスに精通することが重要である。乳幼児等の死亡事例で、陳旧性肋骨骨折など身体虐待を疑わせる所見がある場合、これは直接的死因を示すわけではないが、虐待を示唆しており、ネグレクトを含む外因死の可能性を考慮しなければいけない(5)。

検索式 PubMedで、“postmortem CT” or “postmortem imaging” or “forensic radiology” or “virtual autopsy” or “virtopsy”と autopsy, cause of death, traumaのキーワードを組み合わせ、過去 10年間の検索を行った。また、平成 25年度版死亡診断書(死体検案書)記入マニュアル及び、日本法医学会の異状死ガイドラインを参照した。

1 Thali, MJ et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI)--a feasibility study. *Journal of Forensic Sciences*, 2003;48(2):386-403. 2 Leth, PM. Computerized Tomography Used as a Routine Procedure at Postmortem Investigations. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 2009;30(3):219-222. 3 Roberts, IS et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet*, 2012;379(9811):136-142. 4 Kasahara, S, et al. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, 2012;14(5):239-245. 5 Proisy, M, et al. Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. *European*

文献

コメント [YM3]:エビデンスレベルは構造化抄録を参照に作成したいのですが、まだ完成していない部分もあるので完成してからでもいいでしょうか。

## CQ2

Radiology, 2012;23(6):1711–1719. 6 Blanc-Louvry I, et al. Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. *European Radiology*, 2013;23(7):1829–1835. 7 Hayakawa, M et al. Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? *International Journal of Legal Medicine*, 2005;120(1):24–26 8 Iwase, H et al. Screening Test for Death Inquest. *Journal of Forensic Sciences*, 2010;55(6):1509–1515. 9 Takahashi, N et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *European Radiology*, 2012;22(1):152–160. 10 Yamazaki, K et al. Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Science International*, 2006;162(1-3):163–166. 11 Levy, G et al. Postmortem computed tomography in victims of military air mishaps: radiological-pathological correlation of CT findings. *The Israel Medical Association Journal : IMAJ*, 2007;9(10):699–702. 12 Hoey, BA et al. Cipolla, J., Grossman, M. D., McQuay, N., Shukla, P. R., Stawicki, S. P., et al. Postmortem computed tomography, “CATopsy,” predicts cause of death in trauma patients. *The Journal of Trauma*, 2007;63(5):979–85– discussion 985–6. 13 Sochor, MR et al. Postmortem Computed Tomography as an Adjunct to Autopsy for Analyzing Fatal Motor Vehicle Crash Injuries: Results of a Pilot Study. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 2008;65(3):659–665. 14 Christe, A et al. Abdominal Trauma—Sensitivity and Specificity of Postmortem Noncontrast Imaging Findings Compared With Autopsy Findings. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care*, 2009;66(5):1302–1307. 15 Scholing, M et al. The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review. *European Radiology*, 2009;19(10):2333–2341. 16 Iwase, H., Yamamoto, S., Yajima, D., Hayakawa, M., Kobayashi, K., Otsuka, K., et al. (2009). Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? *Legal Medicine (Tokyo, Japan)*, 11(4), 168–174. doi:10.1016/j.legalmed.2009.02.032 17 Levy, AD et al. Virtual autopsy: two-and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with autopsy comparison. *Radiology*, 2007;243(3):862–868. 18 Levy, AD et al. Multidetector Computed Tomography Findings in Deaths With Severe Burns. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology*,

## CQ2

2009;30(2):137–141. 19 Kempter, M et al. Post-mortem imaging of laryngo-hyoid fractures in strangulation incidents: First results. *Legal Medicine*. 2009;11(6):267–271. 20 Oesterhelweg, L et al. Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 2009;133(5):806–810. 21 Iino, M et al. (2010). Postmortem computed tomography findings of upper airway obstruction by food. *Journal of Forensic Sciences*, 2010;55(5):1251–1258. 22 Burke, M et al. The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose. *Forensic Science, Medicine, and Pathology*, 2011;8(3):218–236. 23 Kawasumi, Y et al. Hypothermic death: possibility of diagnosis by post-mortem computed tomography. *European Journal of Radiology*, 2013;82(2):361–365. 24 Hyodoh, H et al. Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. *Forensic Science International*, 2013;231(1-3):190–194. 25 Thomas Plattner et al. Virtopsy–Postmortem Multislice Computed Tomography (MSCT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) in a Fatal Scuba Diving Incident. *J Forensic Sci*. 2003 Nov;48(6):1347-55. 26 Jackowski, C et al. Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. *Journal of Forensic Sciences*, 2004;49(6):1339–1342. 27 Makino, Y et al. Massive gas embolism revealed by two consecutive postmortem computed-tomography examinations. *Forensic Science International*, 2013;231(1-3):e4–10.

CQ3 死後画像の際、内因死の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード： C2

脳内出血や大動脈解離による心膜血腫などに代表される血管外貯留出血の所見は、内因性疾患として、有用であり、その程度によっては、死因と考えられる場合がある。

脳出血( CQ8)、くも膜下出血 ( CQ7)、大動脈解離 ( CQ9)、等別項 CQ69、CQ15 - 16を参照されたい。

臨床診断に用いられる疾患の所見も参考になると考えられる。何れの所見も疾患の所見として考慮するも、死因と考えるにはさらなる除外診断を含め、慎重に検討する必要がある。

#### 解説

死因判定において、内因死か外因死か判断することは、法医学的に非常に重要である。内因死とは、疾患に基づく死亡、若しくは老衰などの驟然死であり、外因の続発したものは含まれない。画像所見としては、内因性疾患の所見の意義について扱う。剖検診断でさえもしばしば判断に苦慮する症例が存在する。

1 内因性疾患を示唆する所見が重要であり、心臓・大血管系の疾患のうち、大動脈解離や心筋梗塞後心破裂に伴う心膜血腫の所見は有用である。特に、死後血管造影により、破裂部位の特定に至れば、判断根拠となり得る。(10)

2 外因死に比較して、内因死を診断することは難しい。(39)

個々の所見については、CQ6 - 9、CQ15 - 16を参照されたい。

死因となるような外因を除外することが可能かどうか慎重に検討することが必要と考えられる。画像に判定不可能な機能性疾患や中毒などを常に念頭に置く必要がある。

#### 文献 No :

10. Filograna L, Hatch G, Ruder T, Ross SG, Bolliger SA, Thali MJ. The role of post-mortem imaging in a case of sudden death due to ascending aorta aneurysm rupture. *Forensic Sci Int*. 2013 May 10;228(1-3):e76-80.

39. Bedford PJ. Routine CT scan combined with preliminary examination as a new method in determining the need for autopsy. *Forensic Sci Med Pathol*. 2012 Dec;8(4):390-4.

## CQ4

CQ4 死後画像診断の際、外傷の判定に有用な所見は何か？推奨グレード： C2

外傷の判定に有用な所見としては、外力がはたらいた結果生じる体内の所見と、外力を生じさせた物体そのものの所見がある。

外力がはたらき内部構造が損壊した所見：骨折，臓器挫傷，臓器の変形・偏位

外力を受けた結果体内の物体（液体・気体）が異所に移動した所見：血液（出血），ガス像

外力を受け損傷した部位に体外から気体が侵入した所見：ガス像

体外から侵入した成傷器そのもの：鋭器，鈍器，銃弾など

解説（外傷の定義）外傷（損傷）は人体に機械的エネルギーが生じて起こり，それを引き起こす物体を成傷器という。また，外傷が生じるメカニズムのことを成傷機軸という。死後画像診断において，外傷の有無を判定することは法医学的見地から重要である。

（外傷の判定に有用な死後 CT所見）外傷の死後画像所見は死後経過時間の影響を受けにくいことから生前画像所見と死後画像所見の一致率が高いといわれている（1）。

1．外力がはたらき内部構造が損壊した所見：骨折，臓器挫傷，臓器の変形・偏位

骨折の診断には CTが有効であるが（2），上腕骨の骨折は撮影対象から外れ，見落とされやすい（3）。明らかな交通事故で死因の種類は判明していても，死因がわからない場合に死後画像が有用である（4）。腹部に鈍的外力を受けた際に最も損傷を受けやすいのは肝臓であるが（5），致命的肝損傷であっても CTで見落とす場合がある（6）。CTでわかりにくい外傷は，軟部組織内の出血，脾臓裂傷，甲状腺挫傷，腸間膜挫傷などである（2，3）。

2．外力を受けた結果体内の物体（液体・気体）が異所に移動した所見：血液（出血），ガス像

胸部に鈍的外力を受け，心嚢が破裂した所見として，心嚢のくぼみや不連続性といった心嚢変形の所見のほか，大動脈と肺動脈の間に肺が位置したり，心臓と横隔膜の間に肺が位置するといった臓器の偏位が認められるほか，心嚢内に空気が入り込んだ心嚢

## CQ4

気腫がある。その他、心臓が心嚢から脱出し、心嚢内が空になっていることもある(7)。一方、腹腔内エアや皮下気腫、筋肉内出血といった所見は解剖で見落とすことがあり CTが有用である(6,2)。外傷例の空気塞栓事例において死後画像と解剖による死因診断が異なることがある(2)。

### 3. 外力を受け損傷した部位に体外から気体が侵入した所見：ガス像

刺創の事例では、外力を受けた部位のガス像を見ることで、刺創管内の診断ができる(9)。

### 4. 体外から侵入した成傷器そのもの：鋭器、鈍器、銃弾など

刺創事例では体幹部を貫通する成傷器そのものが撮像されている場合がある(8)。銃創事例では体内に銃弾とその破片が見つかることがあり陳旧性銃創の診断も可能である(10)。焼損死体など体表面から銃創がわからない場合でも CTで射入口・射出口の鑑別ができる(2)。銃創事例では死後 CTは必須の検査になるであろう(2)。

部位	非特異的所見
頭部	皮質髄質境界不明瞭化脈浮腫(脈溝、脈槽などの狭小化)矢状静脈洞、静脈の高濃度化気泡(腐敗ガスによる)
胸部	*動きのアーチファクトがない肺内血液就下大動脈壁の濃度上昇
腹部・骨盤	*コントラスト低下大動脈・大血管の虚脱肝内ガス像(腐敗の過

検索式(PubMed)

検索結果 196 #5 Search (#4) AND (injury)検索結果 68

## 文献

- [1] M. Scholing, T. P. Saltzherr, P. H. P. Fung Kon Jin, K. J. Ponsen, J. B. Reitsma, J. S. Lameris, and J. C. Goslings, "The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review.," *Eur. Radiol.*, vol. 19, no. 10, pp. 2333–2341, Oct. 2009.
- [2] M. a Andenmatten, M. J. Thali, B. P. Kneubuehl, L. Oesterhelweg, S. Ross, D. Spendlove, and S. a Bolliger, "Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study.," *Leg. Med. (Tokyo)*., vol. 10, no. 6, pp. 287–292, Nov. 2008.
- [3] B. a Hoey, J. Cipolla, M. D. Grossman, N. McQuay, P. R. Shukla, S. P. Stawicki, C. Stehly, and W. S. Hoff, "Postmortem computed tomography, 'CATopsy', predicts cause of death in trauma patients.," *J. Trauma*, vol. 63, no. 5, pp. 979–985; discussion 985–986, Nov. 2007.
- [4] T. D. Ruder, G. M. Hatch, M. J. Thali, and N. Fischer, "One small scan for radiology, one giant leap for forensic medicine -Post-mortem imaging replaces forensic autopsy in a case of traumatic aortic laceration.," *Leg. Med. (Tokyo)*., vol. 13, no. 1, pp. 41–3, Jan. 2011.
- [5] A. Christe, S. Ross, L. Oesterhelweg, D. Spendlove, S. Bolliger, P. Vock, and M. J. Thali, "Abdominal trauma--sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings.," *J. Trauma*, vol. 66, no. 5, pp. 1302–1307, May 2009.
- [6] M. R. Sochor, M. J. Trowbridge, A. Boscak, J. C. Maino, and R. F. Maio, "Postmortem computed tomography as an adjunct to autopsy for analyzing fatal motor vehicle crash injuries: results of a pilot study.," *J. Trauma*, vol. 65, no. 3, pp. 659–665, Sep. 2008.
- [7] P. B. Sherren, R. Galloway, and M. Healy, "Blunt traumatic pericardial rupture and cardiac herniation with a penetrating twist: two case reports.," *Scand. J. Trauma. Resusc. Emerg. Med.*, vol. 17, p. 64, 2009



- [8] T. Germerott, P. M. Flach, M. Furter, G. Ampanozi, T. D. Ruder, and M. J. Thali, "Fatal thoracic impalement on postmortem imaging.," *Leg. Med. (Tokyo)*., vol. 13, no. 2, pp. 83–86, Mar. 2011.
- [9] J. Schnider, M. J. Thali, S. Ross, L. Oesterhelweg, D. Spendlove, and S. a Bolliger, "Injuries due to sharp trauma detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study.," *Leg. Med. (Tokyo)*., vol. 11, no. 1, pp. 4– 9, Jan. 2009.
- [10] G. Ampanozi, N. Schwendener, A. Krauskopf, M. J. Thali, and C. Bartsch, "Incidental occult gunshot wound detected by postmortem computed tomography," *Forensic Sci. Med. Pathol.*, vol. 9, no. 1, pp. 68–72, Mar. 2012.

CQ5死後画像診断の際、頸椎損傷の判定に有用な所見は何か？

死後 CTの頸椎損傷の所見として、頸椎骨折、脱臼、頸椎周囲組織の血腫や浮腫の報告がある。死後 MRIでは、これらに加え頸髄や椎間板、靭帯の損傷の指摘が可能になるとの報告がある。これらの所見は生体の画像診断における頸椎損傷の所見と同様であるが、死後画像診断特有の問題点として、CTで頸椎の骨折が指摘されても、周囲組織の出血が明瞭に描出されていなければ、受傷時期が生前か死後かの区別が難しい点や、死後硬直のため適切なポジショニングがとれず、環軸回旋位固定を過剰に判定してしまうという問題点が報告されている。また、頸髄損傷をきたすほどの外傷にもかかわらず画像で異常が指摘できない症例があることが報告されており注意が必要である。

解説（頸椎損傷の定義）追加記載予定

（頸椎損傷に関する外表・内景所見）追加記載予定

（適切な modalityの選択：単純 X線写真 vs CT vs MRI）

近年の CTの発達により、3D画像あるいは画像劣化の少ない矢状断の再構成画像を得ることができるようになり、頸椎損傷が強く疑われる症例においては、単純写真（断層撮影を含む）よりも CTの方が頸椎の骨折や脱臼といった損傷の指摘が容易となった [1]。可能な限り薄いコリメーションで撮像するのが望ましいが、再構成に関しては、多断面で評価できれば 3mm厚でも診断能に問題はないとする生体画像での報告もある [2]。MRIは頸髄、椎間板、靭帯などの病変を描出でき、骨折を含めた頸椎損傷、頸髄損傷の診断に非常に有用である。特に頸髄損傷における出血や浮腫が描出可能という特徴があるが、頸椎骨折に関しては単純写真と同程度とする生体画像での報告がある [3]。このため頸椎骨折による骨折線の把握や小さな骨片の描出については CTの方が優れていると言える。しかし、死後画像診断においては、頸髄損傷の有無が指摘できる MRIの有用性を強調する報告があるため [6,9,10]、もし撮像可能であれば死後 MRIも検討する必要がある。

#### (頸椎損傷に関する死後 CT・MRIの報告)

死後 CTの頸椎損傷の所見として、頸椎骨折、脱臼、頸椎周囲組織の血腫や浮腫の報告がある [5-10]。骨折の指摘は剖検よりも容易とされ、脱臼の評価は剖検に劣るとの報告がある[8]。死後 MRIでは、これらに加え頸髄や椎間板、靭帯の損傷が指摘可能になるとの報告があり [6,9,10]、その有用性が指摘されている。

生体の画像診断においては spinal cord injury without radiographic abnormalities syndrome (SCIWORA)という病態が提唱され、頸髄損傷をきたすほどの外傷にもかかわらず CTで異常が指摘できない症例があることが知られており[4]、死後画像診断においても同様の報告があるため [5,6]、死後 CTで有意な所見がないからといって頸椎損傷が完全に否定できるわけでないことに注意が必要である。

また、死後画像診断特有の問題として、CTで頸椎の骨折が指摘されても、周囲組織の出血が明瞭に描出されていなければ、受傷時期が生前か死後かの区別が難しい点が挙げられる [5]。従って、この点に関しても出血や浮腫を描出しうる MRIの方が有用である可能性があり、今後の症例の蓄積が待たれる。この他、死後硬直のため適切なポジショニングがとれず、環軸回旋位固定を過剰に判定してしまうという問題点も指摘されている [7]。

#### (考察)

頸椎損傷に関して死後 MRIの有用性が報告されているが [6,9,10]、我が国の死後画像診断の現状として死後 MRIは一部の施設でしか施行できない状況にある。従って現状では死後 CTのみで詳細を検討する必要があり、その読影は重要である。頸椎損傷が疑われる事例に対しては、適切な条件で撮像された死後 CTを多断面で観察し、頸椎の骨折線や変形、骨片の偏位の有無を確認し、骨折の分布や脱臼の有無からその受傷機序を推定し、致死的な上位頸髄の損傷をきたしうるか否かを判定することが重要となる。また、骨折や脱臼を伴わない頸髄損傷が存することにも念頭に起き、骨折や脱臼の指摘のみならず、周囲の血腫や軟部組織の腫脹も同時に評価し、受傷機序を推定することも重要である。参考までに次項で CTで指摘すべき代表的な頸椎損傷の病態と鑑別すべき病態を示す。

(参考：代表的な頸椎損傷の病態と鑑別すべき病態)

頭蓋頸椎移行部(C1-2)環椎後頭関節脱臼環椎骨折(後弓骨折、外側塊骨折、Jefferson骨折)軸椎骨折(歯突起骨折、ハングマン骨折、伸展涙痕骨折)環軸椎亜脱臼環軸回旋位固定

頸椎下部(C5-7)過屈曲損傷(靭帯損傷、椎体圧迫骨折、屈曲涙痕骨折、両側性椎間関節嵌頓

シャル作業骨折)過屈曲回旋損傷(片側性椎間関節嵌頓)過伸展損傷(伸展涙痕骨折、椎体の後方圧り、椎体終板の剥離骨折や椎間の開

大、脊椎前方の軟部組織の腫脹)鑑別すべき病態・疾病正常変異(os odontoideumなど)、先天奇形(二分脊椎、癒合椎など)、頸椎症による骨棘形成や変形、後縦靭帯骨化症

#### 検索ワード

Cervical spine injury, computed tomography, postmortem computed tomography, magnetic resonance

検索式 CT・MRIにおける頸椎損傷の評価(PubMed) #1 “computed tomography” OR “magnetic resonance” #2 “cervical spine injury” #3 #1AND #2 #4 #1 AND #2 Filters: Publication date from 1990/01/01 to 2013/12/31; Humans; English検索結果 3279件 (該当する論文 [1-4])

死後画像診断(死後 CT)における頸椎病変の評価(PubMed)

#1 “postmortem CT” OR “postmortem computed tomography”OR  
“postmortem MR” OR “postmortem magnetic resonance”

部位	非特異的所見
頭部	皮質髄質境界不明瞭化脈浮腫（脈溝、脈槽などの狭小化）矢状静脈洞、静脈の高濃度化気泡（腐敗ガスによる）

Humans; English検索結果 60件（該当する論文 [5-10]）

#### 参考文献

- 1) Holmes JF, Akkinapalli R. Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. J Trauma. 2005 May;58(5):902-5. (219レベル )
- 2) Phal PM, Riccelli LP, Wang P, Nesbit GM, Anderson JC. Fracture detection in the cervical spine with multidetector CT: 1-mm versus 3-mm axial images. AJNR Am J Neuroradiol. 2008 Sep;29(8):1446-9. doi: 10.3174/ajnr.A1152. Epub 2008 Jun 4. (220レベル b)
- 3) Katzberg RW, Benedetti PF, Drake CM, Ivanovic M, Levine RA, Beatty CS, Nemzek WR, McFall RA, Ontell FK, Bishop DM, Poirier VC, Chong BW. Acute cervical spine injuries: prospective MR imaging assessment at a level 1 trauma center. Radiology. 1999 Oct;213(1):203-12. (221レベル )
- 4) Kasimatis GB, Panagiotopoulos E, Megas P, et al. The adult spinal cord injury without radiographic abnormalities syndrome: magnetic resonance imaging and clinical findings in adults with spinal cord injuries having normal radiographs and computed tomography studies.

The Journal of Trauma 2008; 65:86–93. (222

レベル )

5) Iwase H, Yamamoto S, Yajima D, Hayakawa M, Kobayashi K, Otsuka K, Sato K, Motani H, Kasahara S, Ito H. Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? *Leg Med (Tokyo)*. 2009 Jul;11(4):168-74. doi: 10.1016/j.legalmed.2009.02.032. Epub 2009 Apr 11. (114レベル )

6) Yen K, Sonnenschein M, Thali MJ, Ozdoba C, Weis J, Zwyzgart K, Aghayev E, Jackowski C, Dirnhofer R. Postmortem multislice computed tomography and magnetic resonance imaging of odontoid fractures, atlantoaxial distractions and ascending medullary edema. *Int J Legal Med*. 2005 May;119(3):129-36. Epub 2005 Jan 12. (169レベル )

7) Persson A, Falk J, Berge J, Jackowski C. Atlanto-axial rotatory subluxations in postmortem CT: radiologists be aware of a common pitfall. *Forensic Sci Int*. 2013 Feb 10;225(1-3):9-14. doi: 10.1016/j.forciint.2013.01.001. Epub 2013 Jan 24. (17 レベル b)

以下の論文を構造化抄録に追加予定。

8) Uhrenholt L, Boel LWT. Contributions from forensic imaging to the investigation of upper cervical fractures. *Journal of Forensic Sciences* 2010; 55:1598–1602 (レベル )

9)Okuda T, Shiotani S, Hayakawa H, Kikuchi K, Kobayashi T, Ohno Y. A case of fatal cervical diskoligamentous hyperextension injury without fracture: Correlation of postmortem imaging and autopsy findings. *Forensic Science International* 2013; 225:71-74 (レベル )

10)Stäbler A, Eck J, Penning R, Milz SP, Bartl R, Resnick D, Reiser M. Cervical spine: postmortem assessment of accident injuries--comparison of radiographic, MR imaging, anatomic, and pathologic findings. *Radiology*. 2001 Nov;221(2):340-6. (レベル )

## CQ6非造影死後 CTで死因を急性冠症候群と確定診断できるか？

推奨グレード C2非造影死後 CTは、冠動脈血栓塞栓と虚血心筋のどちらも描出することができないので、急性心筋梗塞、虚血性心臓性突然死を確定診断できない。

### 解説

急性冠症候群は、急激な冠動脈狭窄によって生じる不安定狭心症、急性心筋梗塞、虚血性心臓性突然死の三つの病態を包括した名称である。心臓性突然死は心臓疾患による突然死を指し、その原因には、急性心筋梗塞、致死性不整脈、心筋症、心臓サルコイドーシス、心筋炎などがある。

生きているときには、狭心症、心筋梗塞、不整脈を診断するために、心電図、冠動脈血管造影、造影 CT、非造影 / 造影心臓 MRI、心臓核医学検査が施行される。しかし、死後に前記検査を施行することは不可能または一般的ではない。異状死の死因をスクリーニングする画像診断として広く施行されているのは非造影死後 CTである。非造影死後 CTは、致死性出血性病変(脳出血、くも膜下出血、大動脈解離、大動脈瘤破裂)を検出するが、急性心筋梗塞や虚血性心臓性突然死例においては、冠動脈血栓塞栓や虚血心筋という直接所見を検出できない。

来院時心肺停止状態で救急病院に搬送され、蘇生術を施行するも死亡したような患者では、現病歴(例:急な胸痛)、既往歴(例:狭心症、陳旧性心筋梗塞)、検査所見(例:心電図異常)、死後 CT上の間接所見(例:肺水腫、冠動脈石灰化、著しい心拡大や肥大)を総合的に判断することで、虚血性心疾患を疑うことが出来る。このような死に至る経過が急で、よくわかっている症例においては、死後 CT上、急性左心不全による肺水腫は虚血性心疾患の間接所見となりうる。しかし、肺水腫は、薬物や窒息といった外因でも起こりうる非特異的所見であること、肺炎による浸潤影のような肺水腫以外の陰影と鑑別が難しいことがあること、時間経過と共に死後肺水腫が出現し死直前の肺水腫はマスクされてしまうといった特徴がある。ゆえに発見された状詞や死に至る経過が不明な症例では、肺水腫の所見を根拠にして虚血性心疾患と診断してはならない。

死後 CT上、肺の荷重部に胸膜に沿うような帯状陰影をしばしば認める。これは、血液就下による陰影(死後変化)である。死亡してからしばらく仰臥位の状態であった死体では背側に、腹臥位では腹側に出現する。

### 検索式

Pubmedで、postmortem CT、cause of death、myocardial infarction、cardiac sudden death、pulmonary edemaのキーワードを組み合わせ検索した。また、以下の二次



資料を参考にした。

文献【二次資料】

·Saukko P, et al. The pathology of sudden death. In: Saukko P, Knight B, eds. Knight's Forensic Pathology. 3rd ed. London UK: Hodder Arnold, 2004; 492-526.

【文献】

172 Shiotani, Seiji, et al. Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. Forensic Sci Int 2004; 139: 39-48.

115 Weusink AC, et al. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy?

Radiology 2009; 250:897-904. 159 Takahashi N, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. Eur Radiol 2012; 22:152-160. 75 Shiotani

S, et al. Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Legal Med 2011; 13:151-155. 44 Michiue T, et al.

Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Sci Int 2012; 220:232-238. 53 Robert ISD, et al.

Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. Lancet 2012; 379:136-142.

CQ7死後画像診断の際、急性冠症候群の判定に有用な所見とそれを検出する画像診断モダリティは何か？

## 推奨グレード C2

冠動脈造影 CT、心臓 MRIを用いることで、非造影 CTでは描出できない冠動脈血栓塞栓、虚血心筋を描出できることがあり、施行を考慮しても良い。

### 解説

急性冠症候群の画像診断で検出すべき病変は、冠動脈血栓塞栓と虚血心筋である。急性冠症候群内の虚血性心臓性突然死例に用いられている死後画像診断モダリティは、冠動脈 computed tomographic angiography (以下 CTA)、あるいは心臓 magnetic resonance imaging (MRI)が報告されている。冠動脈血栓塞栓を検出する目的で主に冠動脈 CTAが、虚血心筋を検出する目的で心臓 MRIが施行されている。

・冠動脈 CTA主な施行方法は以下の三つである。 パートプシーグループからの報告:エンバミングの手法を応用し、大腿動、静脈にカニューレションし、人工心肺を回して循環を発生させながら、動脈側から造影剤を注入、静脈側から血液を除去する方法。冠動脈を含めた全身血管が造影されるが、解剖を前提としている。

レスター大学からの報告:内頸動脈から尿道バルーンカテーテルをカニューレションし、上行大動脈近位部でバルーンを膨らませた後にカテーテルから造影剤を注入する方法。 よりも簡便な方法で冠動脈が造影されるが、これも基本的に解剖を前提としている。

東京医療センターからの報告:救急外来で心肺蘇生術の一環として留置された末梢静脈ルートから造影剤を注入しながら胸骨圧迫する方法。前二者より簡便かつ解剖を前提としないが、より造影能は劣る。

### ・心臓 MRI

心筋梗塞による病理学的変化が出現するのは、顕微鏡的には発症から数時間、肉眼的には 6~12時間後である。発症から死亡までの時間が数分~1時間以内の虚血性心臓性突然死では、病理学的診断が非常に難しい。心臓 MRIは、そのような超急性期から、それ以降の急性期、亜急性期、慢性期までの虚血心筋を区別できると報告されている。心臓 MRIの T2強調像は、超急性期の虚血心筋を低信号として描出する。低信号の原因は、心筋の酸性化や、静脈還流が保たれた状態での動脈血流低下の可能性が挙げられている。冠動脈閉塞から 3時間も経過すれば、虚血と再灌流障害による心筋浮腫が出現する。ゆえに、急性期虚血心筋は T2強調画像上、高信号として描出される。

MRIで心臓を評価する場合には、胸部全体の撮像プロトコルでなく、心臓を標的とした撮像プロトコルが必要である。死後の心筋生検で急性期以降の虚血心筋を診断できることがある。

#### 検索式

Pubmedで、postmortem CT、postmortem MRI、cause of death、myocardial infarction、cardiac sudden deathのキーワードを用いて検索した。また、以下の二次資料を参考にした。

#### 文献【二次資料】

- ・ Saukko P, et al. The pathology of sudden death. In: Saukko P, Knight B, eds. Knight's Forensic Pathology. 3rd ed. London UK: Hodder Arnold, 2004; 492-526.
- ・ Morgan B, et al. Postmortem computed tomography (PMCT) scanning with angiography (PMCTA): a description of three distinct methods. In: Ruttly GN ed. Essentials of autopsy practice. 1st ed. London UK: Springer, 2014; 1-21.
- ・ Ruder TD, et al. Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. Br J Radiol 2013, Epub ahead of print, Nov 4.

#### 【文献】

19 Michaud K et al. Postmortem imaging of sudden cardiac death. Int J Legal Med 2014; 128:127-37. 41 Ross SG, et al. Sudden death after chest pain: feasibility of virtual autopsy with postmortem CT angiography and biopsy. Radiology 2012; 264:250-259.

・ Iizuka K, et al. Feasibility of resuscitation contrast-enhanced postmortem computed tomography using cardiopulmonary resuscitation technique with chest compression immediately after death. SpringerPlus 2013;2:663-.

155 Shiotani S, Yamazaki K, Kikuchi K, Nagata C, Morimoto T, Noguchi Y, et al.

Postmortem magnetic resonance imaging (PMMRI) demonstration of reversible injury phase myocardium in a case of sudden death from acute coronary plaque change.

Radiat Med 2005; 23:563-565.

204 Ruder TD, Ebert LC, Khattab AA, Rieben R, Thali MJ, Kamat P. Edema is a sign of early acute myocardial infarction on post-mortem magnetic resonance imaging.

Forensic Sci Med Pathol 2013; 9:501-505. 205 Jackowski C, Schwendener N, Grabherr S, Persson A. Post-mortem cardiac 3-T magnetic resonance imaging: visualization of sudden cardiac death? J Am Coll Cardiol 2013; 62:617-629.

死後 CTで、死因となるくも膜下出血を診断可能か？推奨グレード死後 CT上、特に脳底部に密なくも膜下出血、脳室内出血を伴うくも膜下出血、肺水腫を伴うくも膜下出血を認めた場合、くも膜下出血を死因として強く疑う。

解説(くも膜下出血に対する CTの有用性)( 1 - 5)くも膜下出血に対するCTの有用性は臨床的に確立されている。非造影 CT上、クモ膜下出血は、くも膜下腔や脳槽の高吸収として描出され、容易に診断可能である。

(頭蓋内病変についての死後 CTの撮影条件)( 6)

死後 CTにおいて、頭蓋内病変の検出は、ヘリカルスキャンと比較して、クラスタースキャンが優れるとする報告がある。死後 CTでも頭部 5mm厚のクラスタースキャンが望ましい。

(くも膜下出血の死後 CTと解剖所見との対比)( 7 - 11)

死後 CTと解剖を対比させた研究で、死後 CTで認めたくも膜下出血が解剖で確認された例が報告されている。

(病院到着前死亡したくも膜下出血症例の特徴) ( 12 - 14)

病院到着前死亡は、くも膜下出血の 3 - 17%におこる。それらの症例で多く認める所見は、脳室内出血、肺水腫、椎骨 脳底動脈系動脈瘤破裂である。ゆえに、死後 CT上、特に脳底部に密なくも膜下出血、脳室内出血を伴うくも膜下出血、肺水腫を伴うくも膜下出血を認めた場合、くも膜下出血を死因として強く疑う。

(内因性くも膜下出血と外傷性くも膜下出血の鑑別) ( 15 - 20)

臨床的には、脳動脈瘤の破裂によるくも膜下出血と外傷性くも膜下出血の区別は、CT上の血腫分布や、外傷で合併する脳挫傷の所見などからほとんどの場合で可能である。

比較的軽度な程度を含む頭頸部外傷(顔面、顎、頸部打撲や頸部の捻転を伴うさまざまなスポーツや運動)が椎骨、脳底動脈に損傷を起こし、脳底槽に広範なくも膜下出血を起こすと、内因性と外傷性の鑑別が困難になる。

検索式 (PubMed) 死後 CTの死因と剖検結果 #1 “postmortem CT” OR  
“postmortem computed tomography” #2 “causes of death” AND “autopsy”  
#3 #1 AND #2 #4 #1 AND #2 Filters: Publication date from 2000/01/01 to  
2012/12/31; Humans; English 検索結果 152件 (該当する論文 [3-7])

病院外死亡とくも膜下出血 #1

‘sudden death out of hospital’ #2

‘subarachnoid hemorrhage’ #3 #1 and

#2 検索結果 5件

## 文献

1 Connolly ES, et al. Guidelines for the management of aneurismal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. Stroke 2012;43:00-00. (レベル )

2 Black M, Graham DI. Sudden unexpected death in adults caused by intracranial pathology. J Clin Pahtol 2002; 55: 44-50. (レベル )

3 Gijn JV, et al. Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. Brain 2001;124:249-278. (レベル )

4 Edirisinghe PAS. Subarachnoid haemorrhage as a cause of death: a review of forensic autopsies conducted in Edinburgh. Sri Lanka Journal of Forensic Medicine, Science & Law 2010;1:14-19. (レベル )

5 Lemonick DM. Subarachnoid hemorrhage: state of the art(ery). American Journal of Clinical Medicine 2010;7:62-73. (レベル )

6 Daly B, et al. Sensitivity of conventional head CT compared with helical head CT for intracranial findings during whole body imaging autopsy in a U.S. state medical examiner's investigation of sudden death. RSNA2008, scientific assembly and annual meeting program. 2008:977. (レベル )



7 Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012;14(5):239-45. (レベル )

8 Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, Hirose Y, Shibuya H, Yamanouchi H, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol*. 2012;22(1):152-60. (レベル )

9 Cha JG, Kim DH, Paik SH, Park JS, Park SJ, Lee HK, et al. Utility of Postmortem Autopsy via Whole-Body Imaging: Initial Observations Comparing MDCT and 3.0T MRI Findings with Autopsy Findings. *Korean J Radiol*. 2010;11(4):395-406. (レベル )

10 Bolliger SA, Filograna L, Spendlove D, Thali MJ, Dirnhofer S, Ross S. Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195(5):1051-6. (レベル )

11 Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP,

Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology*. 2009;250(3):897-904. (レベル ) 12 Schevink WI, Wijdicks EF, Parisi JE, Piepgras DG, Whisnant JP. Sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 1995; 45: 871-4. (レベル ) 13 Huan J, van Gelder JM. The probability of sudden death from rupture of intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Neurosurgery*. 2002; 51: 1101-1107. (レベル ) 14 Sheikhazahi A, Gharehdaghi J. Survey of sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage in cadavers referred to Legal Medicine Organization of Tehran, 2001-2005. *Am J Forensic Med Pathol*. 2009; 30: 358-61. (レベル ) 15 Contostavlos DL. Massive subarachnoid haemorrhage due to laceration of the vertebral artery associated with fracture of the transverse process of the atlas. *J Forensic Sci* 1971; 16: 40-56. (レベル ) 16 Harland WA, Pitts JF, Watson AA. Subarachnoid haemorrhage due to upper cervical trauma. *J Clin Pathol* 1983; 36: 1335-41. (レベル )

17 Dowling G, Curry B. Traumatic basal subarachnoid hemorrhage. Report of six cases and review of the literature. (review). Am L Forensic Med Pathol. 1988; 9: 23-31. (レベル )

18 Kindelberger D, Gilmore K, Catanese CC, Armbrustmacher VW. Hyperextension and rotation of head causing internal carotid artery laceration with basilar subarachnoid hematoma. J Forensic Sci 2003; 48: 1366-8. (レベル )

19 Kaiser Ch, et al. Traumatic rupture of the intracranial vertebral artery due to rotational acceleration. Forensic Sci Int. 2008;182:15-17. (レベル )

20 Iwase H, et al. Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? Leg Med (Tokyo) 2009;11:168-74. (レベル )

## CQ8

### 参考

#### 死後 CTで死因となる大動脈瘤破裂・大動脈解離ガイドライン

大動脈瘤破裂・大動脈解離は AIを用いて死因として確定できるか。

推奨グレード大動脈解離・大動脈瘤破裂は出血性病変であり AIで検出が可能である。ただし解離の範囲

書式変更: 中央揃え

—どのような所見が認められるか致死性出血性病変の存在

1 大血管周囲の高濃度液体（血腫）貯留（4-8）

2 ⑦

や、破裂部位の特定については限界がある。

3 壁血栓、偽腔の存在

4 血性胸水、腹水

コメント [M1]: 胸部大動脈瘤と腹部大動脈瘤に分けてはいかがでしょうか。

5 動脈壁の変形、動脈瘤の変形

6 動脈瘤部動脈壁の断裂所見

—どのような所見があれば死因と判定できるか

1～6のいずれか。ただし、心嚢内血腫のみでは心筋梗塞による左室破裂と鑑別できない

大動脈解離は、大動脈内膜に生じた亀裂から血液が中膜に流入し、中膜の外層と内層との間に解離を生じる疾患である。上行大動脈に及び Stanford A型では保存的に治療した場合、発症より 24時間以内に 20%、48時間以内に 30%、1週間で 40%、1ヶ月で 50% が死亡するとされるが、その死因の多くは破裂が心嚢に及んだことによる心タンポナーデ

1～6のいずれか。ただし、心嚢内血腫のみでは心筋梗塞による左室破裂と鑑別できない。血性胸水がある場合でも、心筋梗塞による左室破裂後の胸骨圧迫による心嚢破裂という例がある<sup>9)</sup>。また、腹部大動脈瘤破裂では、腹腔内ではなく後腹膜に出血する。

存在す

—どのような所見がなければ疑い診断となるか特になし

—どのような撮像条件であれば判定不能—疑い診断となるか矢状断像などの再構成画像の作製の場合は entry, re-entryの存在部位診断が可能になる可能性がある。また、動脈瘤の破裂でも同様である。解説

り解  
つい

書式変更: コメント文字列

そ

コメント [M2]: 心嚢内血腫のみでは心筋梗塞による左室破裂と鑑別できません。血性胸水がある場合でも、心筋梗塞による左室破裂後の胸骨圧迫による心嚢破裂という例が存在します<sup>9)</sup>。腹部大動脈瘤破裂では、腹腔内ではなく後腹膜に出血します。

## CQ8

### 検索ワード

~~Aortic dissection, aortic aneurysm, postmortem CT, AAA,~~

~~ある。1.9) また、死後造影を用いることにより、より確実に診断が可能となる。9)~~

コメント [M13]: 死後造影を用いることにより、より確実に診断が可能となります。9)

~~検索式 (PubMed) #1 "postmortem CT" #2 "aortic dissection" #3 "aortic aneurysm" #4 #1 and #2 #5 #1 and #3 検索結果 105件 (#4: 44件 + #5: 61件)~~

~~検索式 (医中誌) #1 大動脈解離 /TH #2 死後 CT/TH #3 #1 and #2 #4 #3 and (LA=日本語, 英語, CK=ヒト) 検索結果 1件~~

### 参考文献

- ~~1) Sakamoto N, Miyaso H, Komiyama M, et al. Interpretation of multi-detector computed tomography images before dissection may allow detection of vascular anomalies: a postmortem study of anomalous origin of the right subelavian artery and the right vertebral artery. Anat Sci Int. 2012 Aug 29. (レベル V)~~
- ~~2) Vogt KM, Kauh CY, Holder DM, DePhilip RM. Fluoroscopic angiography in the gross anatomy dissection laboratory: visualizing the aortic arch and its branches in a cadaver. Clin Anat. 2011 Mar;24(2):253-7. doi: 10.1002/ca.21080. Epub 2010 Oct 29. (レベル V)~~
- ~~3) Ross SG, Thali MJ, Bolliger S, Germerott T, Ruder TD, Flach PM. Sudden death after chest pain: feasibility of virtual autopsy with postmortem CT angiography and biopsy. Radiology. 2012 Jul;264(1):250-9. Epub 2012 May 8. (レベル V)~~
- ~~4) Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Yamazaki K, Nakayama H, Watanabe K, Oyake Y, Itai Y. Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. Forensic Sci Int. 2004 Jan 6;139(1):39-48. (レベル V)~~
- ~~5) Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: a review of~~

339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012 Sep;14(5):230-45. doi-

10.1016/j.legalmed.2012.03.007. Epub 2012 Apr 28. (レベル V)

6) Yamazaki K, Shiotani S, Ohashi N et al. Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int*. 2006 Oct 16;162(1-3):163-6 (レベル V)

7) Shiotani S, et al. Postmortem computed tomographic (PMCT) findings of pericardial effusion due to acute aortic dissection. *Radiat Med* 2004;22(6):405-407 (レベル V) 榎野陽介 (千葉大学大学院医学研究院放射線医学), 山本正二, 下総良太, 梁川範幸, 横田元, 藤本肇, 伊東久夫。腹部大動脈瘤破裂死亡例の死後 CT画像所見 (会議録) 日本医学放射線学会学術集会抄録集 (0048-0428) 69回 PageS354-S355(2010.02) (レベル V) Michael

Burke · Sarah Parsons · Richard Bassed: Management of medicolegal natural deaths from hemopericardium or hemothorax using postmortem CT scanning. *Forensic Sci Med Pathol* 2012 (レベル V)

8)

大動脈解離の分類 大動脈解離の形態的分類としては Stanford分類, DeBakey分類が頻用される。DeBakey分類は1982年に改訂されているので, この分類を使うこともできる。しかし, その分類は Stanford分類と類似しており, 外科的手術法の選択等に関しては改訂前の分類がより役立つものと考えられる。いずれの分類を使う場合にもどちらを使用したか明記したほうがよい。一方, 偽腔の血流状態からみた分類として偽腔開存型と偽腔閉塞型がある。偽腔閉塞型は画像診断上, 偽腔に血流が認められないもので早期血栓閉塞型とも称され, 欧米で言う intramural hematoma (intramural hemorrhage: IMH) にほぼ相当すると思われる。次に病期による分類がある。Hirstは発症 2 週間以内が「急性期 (acute)」, 以後 6 週間まで「亜急性期」, 6週間以降を「慢性期 (chronic)」とし, DeBakeyはこれを, それぞれ 2 週間以内, 2 ヶ月以内及び 2 ヶ月以降とした。更に救急医療の立場からは, 発症 48時間以内を「超急性期」とする事もできる。

書式変更: インデント: 左: 6.3 mm, 行頭文字または番号を削除

#### 病態と合併症

大動脈解離は中膜の剥離を本態とする疾患であるが, 動的な変化をすることによって種々の病態を呈する。そしてその病態は破裂による出血や, 狭窄による虚血など死亡につながるような重篤なものが多い。剖検例の検討からは死亡症例の約 20%が発症から 24時間以内, 51%から 62%が 1週以内, そして 64%から 74%が 2 週以内のものであり, その多くのものが心タンポナーデを含む出血によるものである。しかし, このような大動脈解離の合併症はその発生する部位によって多様な病態を呈するため, それを理解するには解離

## CQ8

の生じている部位と、解離によって生じた変化が拡張か、破裂か、または狭窄などによる末梢循環不全かで分けて考えると理解しやすい。

1. 心タンポナーデを診断可能か？

心嚢腔を占拠する高吸収を認めた場合その存在を判定でき、大量に存在する場合直接死因が強く疑われる。しかし、出血減を特定し原死因を診断することは難しい。

### 解説

急性期の大動脈解離の死因として最も頻度が高く重篤なものであり、剖検例の報告では急性期症例の死因の70%が心嚢内出血によるものであったとされている<sup>1)</sup>。特に心膜が覆っている上行から弓部大動脈に解離が波及した場合には、心タンポナーデを発症する可能性が常に存在する。心嚢のスペースは限られており、200から300ml程度の少量の出血であってもそれが急速に貯溜をきたした場合には心臓の動きを障害し急死の原因となる。しかし、

100ml以下の量では心タンポナーデは発症しないとされている<sup>2)</sup>が、例外的に100-150mlの出血でも死亡に至った例もある。出血源を特定することは死後CTでは難しく、原死因の診断は容易ではない。

### 鑑別すべき病態・疾病

a) 心筋梗塞後心破裂

b) 解離性大動脈瘤心嚢内破裂

c) 胸部打撲による心嚢内心血管損傷

d) 胸骨圧迫呆(心肺蘇生)による心血管損傷

e) 死後心腔穿刺による心腔内からの漏出

f) 希な事例；心膜炎・冠動脈破裂・肺動脈解離・医原性(IVR合併症)→

書式変更: インデント : 最初の行 : 0  
字

### 検索式

#### 2. 胸腔など他の部位への出血

破裂出血は大動脈の走行に伴って、胸腔、縦隔、腹腔、後腹膜など様々な部位に起こりうる。また、それぞれの部位は心嚢のように限られたスペースではないため大量の出血をきたしうる。剖検例からの検索では、死因となるような大量出血の見られた部位のうち最も頻度の高い部位は左胸腔である<sup>2,3)</sup>。これは胸部大動脈が脊椎の左側を下行するという位置的な状態に関連している。ついで、縦隔であり、右胸腔や後腹膜がこれに続く。

#### 3. 分枝動脈の狭窄などによる末梢の循環不全

書式変更: インデント : 最初の行 : 0  
字

解離により大動脈の分枝に狭窄などの解剖学的異常をきたした場合には、その分枝の血流が障害され末梢の虚血を生じる。慢性例まで含めればこのための四肢虚血や臓器虚血は約 3 割の症例に発生すると報告されている。また、この末梢の血行障害による合併症が発生した症例の死亡率は、それが無い症例の死亡率よりも高い。分枝狭窄の発生のメカニズムは、イ)大動脈の偽腔の拡大による大動脈の真腔または分枝入口部の狭窄、ロ)解離の分枝への進展による分枝の真腔の狭窄、ハ)解離による分枝入口部内膜の離断、ニ)内膜フラップによる分枝入口部の閉鎖、ホ)偽腔内血栓形成による末梢の動脈塞栓、のように様々なメカニズムによるため単純ではない。比較的大きな分枝への解離の進展に関して言えば冒されやすい分枝は順に、総腸骨動脈、腕頭動脈、左総頸動脈、腎動脈、左鎖骨下動脈、腹腔動脈、上腸間膜動脈、冠動脈である。しかし、この頻度はあくまでも剖検症例において解離が進展しているかどうかを肉眼的に判断しているものであり、末梢に臨床医学的に明らかな虚血症状をきたしたかどうかについては不明である。しかし、どの臓器に虚血が生じやすいかの目安にはなるであろう。

書式変更: インデント : 最初の行 : 0  
字

#### 参考文献

1) Tyson MD: Dissecting aneurysms. Am J Path 1931 ; 7 : 581-603 2) Hirst AE Jr, Johns VJ, Kime SW : Dissecting aneurysms of the aorta. Medicine 1958 ; 37: 217-279 3) Nakashima Y, Kurozumi T, Sueishi K, Tanaka K : Dissecting aneurysm : a clinicopathologic and histopathologic study of 111autopsied cases. Human Pathology. 1990 ; 21 : 291-296(レベル V)  
・ Ebert LC, Schön CA, Ruder TD, Thali MJ, Hatch GM. Fatal left ventricular rupture and pericardial tamponade following a horse kick to the chest. Am J Forensic Med Pathol. 2012 Jun;33(2):167-9. (レベル V) 4) Willoteaux S, Lions C, Gaxotte V et al. Imaging of aortic dissection by helical computed tomography (CT). Eur Radiol. 2004 Nov;14(11):1999-2008-5) ams DM, Cronin P, Dasika N et al. Aortic branch artery pseudoaneurysms accompanying aortic dissection. Part I.Pseudoaneurysms anatomy. J Vase Interv Radiol. 2006 May;17(5):765-71-6) Lederle, GR Johnson, SE Wilson, et al.Rupture rate of large abdominal aortic aneurysms in patients refusing or unfit for elective repair.JAMA 2002 Jun 42;287(22):2968-72

書式変更: インデント : 最初の行 : 0  
字



## CQ8

7) Fultz PJ, Melville D, Ekanej A et al. Nontraumatic rupture of the thoracic aorta: chest radiographic features of an often unrecognized condition. AJR 1998 Aug;171(2):351-7

GLGL ver.4

I: システマティック・レビュー / メタ・アナリシス

—: 一つ以上のランダム化比較試験による

—: 非ランダム化比較試験による

—: 分析疫学的研究 (コホート研究や症例対照研究による)

—: 記述研究 (症例報告やケースシリーズ)による

—: 患者データに基づかない, 専門委員会や専門家個人の意見

## CQ9

死後 CTで、死因となるくも膜下出血を診断可能か？

死後 CT上、特に脳底部に密なくも膜下出血、脳室内出血を伴うくも膜下出血、肺水腫を伴うくも膜下出血を認めた場合、くも膜下出血を死因として強く疑う。内因性と判定する場合には十分な根拠が呈示される必要があり、少しでも不明な点が残される場合には（死体検案書作成時）不詳を選択し、解剖等による詳細な検討を促すよう努める。

解説（くも膜下出血に対する CTの有用性）（1 - 5）くも膜下出血に対するCTの有用性は臨床的に確立されている。非造影 CT上、クモ膜下出血は、くも膜下腔や脳槽の高吸収として描出され、容易に診断可能である。

（頭蓋内病変についての死後 CTの撮影条件）（6）

死後 CTにおいて、頭蓋内病変の検出は、ヘリカルスキャンと比較して、クラスタースキャンが優れるとする報告がある。死後 CTでも頭部 5mm厚のクラスタースキャンが望ましい。

（くも膜下出血の死後 CTと解剖所見との対比）（7 - 11）

死後 CTと解剖を対比させた研究で、死後 CTで認めたくも膜下出血が解剖で確認された例が報告されている。

（病院到着前死亡したくも膜下出血症例の特徴）（12 - 14）

病院到着前死亡は、くも膜下出血の 3 - 17%におこる。それらの症例で多く認める所見は、脳室内出血、肺水腫、椎骨 脳底動脈系動脈瘤破裂である。ゆえに、死後 CT上、特に脳底部に密なくも膜下出血、脳室内出血を伴うくも膜下出血、肺水腫を伴うくも膜下出血を認めた場合、くも膜下出血を死因として強く疑う。

（内因性くも膜下出血と外傷性くも膜下出血の鑑別）（15 - 20）

臨床的には、脳動脈瘤の破裂によるくも膜下出血と外傷性くも膜下出血の区別は、CT上の血腫分布や、外傷で合併する脳挫傷の所見などからほとんどの場合で可能である。

比較的軽度な程度を含む頭頸部外傷（顔面、顎、頸部打撲や頸部の捻転を伴うさまざまなスポーツや運動）が椎骨、脳底動脈に損傷を起こし、脳底槽に広範なくも膜下出血を起こすと、内因性と外傷性の鑑別が困難になる。

検索式（PubMed）

## CQ9

死後 CTの死因と剖検結果 #1 “postmortem CT” OR “postmortem computed tomography” #2 “causes of death” AND “autopsy” #3 #1 AND #2 #4 #1 AND #2 Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2012/12/31; Humans; English検索結果 152件（該当する論文 [3-7]）

病院外死亡とくも膜下出血 #1 ‘sudden death out of hospital’ #2 ‘subarachnoid hemorrhage’ #3 #1 and #2検索結果 5件

## CQ9

### 文献

- 1 Connolly ES, et al. Guidelines for the management of aneurismal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. *Stroke* 2012;43:00-00. (レベル )
- 2 Black M, Graham DI. Sudden unexpected death in adults caused by intracranial pathology. *J Clin Pathol* 2002; 55: 44-50. (レベル )
- 3 Gijn JV, et al. Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. *Brain* 2001;124:249-278.(レベル )
- 4 Edirisinghe PAS. Subarachnoid haemorrhage as a cause of death: a review of forensic autopsies conducted in Edinburgh. *Sri Lanka Journal of Forensic Medicine, Science & Law* 2010:1:14-19. (レベル )
- 5 Lemonick DM. Subarachnoid hemorrhage: state of the art(ery). *American Journal of Clinical Medicine* 2010:7:62-73. (レベル )
- 6 Daly B, et al. Sensitivity of conventional head CT compared with helical head CT for intracranial findings during whole body imaging autopsy in a U.S. state medical examiner's investigation of sudden death. *RSNA2008, scientific assembly and annual meeting program*. 2008:977. (レベル )
- 7 Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012;14(5):239-45.(レベル )
- 8 Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, Hirose Y, Shibuya H, Yamanouchi H, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol*. 2012;22(1):152-60. (レベル )
- 9 Cha JG, Kim DH, Paik SH, Park JS, Park SJ, Lee HK, et al. Utility of Postmortem Autopsy via Whole-Body Imaging: Initial Observations Comparing MDCT and 3.0T MRI Findings with Autopsy Findings. *Korean J Radiol*. 2010;11(4):395-406. (レベル )
- 10 Bolliger SA, Filograna L, Spendlove D, Thali MJ, Dirnhofer S, Ross S. Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195(5):1051-6. (レベル )
- 11 Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP, Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology*. 2009;250(3):897-904. (レベル )
- 12 Schevink WI, Wijdicks EF, Parisi JE, Piepgras DG, Whisnant JP. Sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 1995; 45: 871-4. (レベル )

## CQ9

- 13 Huan J, van Gelder JM. The probability of sudden death from rupture of intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Neurosurgery*. 2002; 51: 1101-1107. ( レベル )
- 14 Sheikhezahi A, Gharehdaghi J. Survey of sudden death from aneurismal subarachnoid hemorrhage in cadavers referred to Legal Medicine Organization of Tehran, 2001-2005. *Am J Forensic Med Pathol*. 2009; 30: 358-61. ( レベル )
- 15 Contostavlos DL. Massive subarachnoid haemorrhage due to laceration of the vertebral artery associated with fracture of the transverse process of the atlas. *J Forensic Sci* 1971; 16: 40-56. ( レベル )
- 16 Harland WA, Pitts JF, Watson AA. Subarachnoid haemorrhage due to upper cervical trauma. *J Clin Pathol* 1983; 36: 1335-41. ( レベル )
- 17 Dowling G, Curry B. Traumatic basal subarachnoid hemorrhage. Report of six cases and review of the literature. (review). *Am J Forensic Med Pathol*. 1988; 9: 23-31. ( レベル )
- 18 Kindelberger D, Gilmore K, Catanese CC, Armbrustmacher VW. Hyperextension and rotation of head causing internal carotid artery laceration with basilar subarachnoid hematoma. *J Forensic Sci* 2003; 48: 1366-8. ( レベル )
- 19 Kaiser Ch, et al. Traumatic rupture of the intracranial vertebral artery due to rotational acceleration. *Forensic Sci Int*. 2008;182:15-17. ( レベル )
- 20 Iwase H, et al. Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? *Leg Med (Tokyo)* 2009;11:168-74. ( レベル )

## CQ9-1

死後 CTで、死因となる脳出血を診断可能か

死時 CTで、脳幹出血、30 cm<sup>3</sup>以上の出血、脳室に穿破あるいは圧迫する出血、5 mm以上の midline shiftを伴う脳出血を認めた場合、死因が強く疑われる。

解説（脳出血に対する CTの有用性）脳出血に対する CTの有用性は臨床的に確立されている。出血は、脳実質と比較して高濃度に描出され、容易に診断可能である [1]。

（頭蓋内病変についての死後 CTの撮像条件）死後 CTにおいて、頭蓋内病変の検出は、ヘリカルスキャンと比較して、クラスタースキャンが優れるとする報告がある [2]。死後 CTでも頭部 5mm厚のクラスタースキャンが望ましい。

（脳出血の死後 CTと剖検所見との対比）死後 CTと剖検を対比させた研究で、死後 CTで認められた脳出血が剖検で確認された例が報告されている [3-7]。Kasaharaらは、死後 CTで検出された 6例の脳出血が剖検所見と一致し死因と診断可能であったと報告している [3]。

（臨床的な脳出血の致死性所見）脳出血の発症後、30日以内に死亡する CT画像上の予後因子として、1) 脳幹出血、2) 30 cm<sup>3</sup>、3) 脳室穿破、4) 脳室圧迫、5) 5 mm以上の midline shift、が報告されている [8, 9]。これらを死後 CTで認めた場合、致死性所見となりうると考えられる。

・心肺蘇生による修飾・死後変化によって判定が困難になる場合がある。また、画像では微細な骨折の判定が困難であったり死後損壊による影響を考慮して判断することが望ましい。少しでも不明な点が残される場合には（死体検案書作成時）不詳を選択し、解剖などによる詳細な検討を促すよう努める。内因性か外因性かの判定は CT画像では不可能であり、内因性と判定する場合には十分な根拠が示されることが必要となる。

検索式死後 CTの死因と剖検結果（PubMed） #1 “postmortem CT” OR “postmortem computed tomography” #2 “causes of death” AND “autopsy”

## CQ9-1

#3 #1 AND #2 #4 #1 AND #2 Filters: Publication date from 2000/01/01 to 2012/12/31; Humans; English検索結果 152件 (該当する論文 [3-7])

脳出血における頭部 CT上の予後不良因子 (PubMed) #1 "prediction" AND "outcome" #2 "cerebral hemorrhage" OR "cerebral haemorrhage" #3 "computed tomography" #4 ((#1) AND #2) AND #3検索結果 56件 (該当する論文 [8, 9])

### 参考文献

1. Xavier AR, Qureshi AI, Kirmani JF, Yahia AM, Bakshi R. Neuroimaging of stroke: a review. *Southern Med J*. 2003;96(4):367. (レベル )
2. Daly B, Perlow D, Morales R, Sliker C, Amiridze N, Ashruf U. Sensitivity of conventional head CT compared with helical head CT for intracranial findings during whole body imaging autopsy in a U.S. State Chief Medical Examiner's investigation of sudden death. *RSNA2008, Scientific assembly and annual meeting program*. 2008:977. (レベル )
3. Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012;14(5):239-45. (レベル )
4. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, Hirose Y, Shibuya H, Yamanouchi H, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol*. 2012;22(1):152-60. (レベル )
5. Cha JG, Kim DH, Paik SH, Park JS, Park SJ, Lee HK, et al. Utility of Postmortem Autopsy via Whole-Body Imaging: Initial Observations Comparing MDCT and 3.0T MRI Findings with Autopsy Findings. *Korean J Radiol*. 2010;11(4):395-406. (レベル )
6. Bolliger SA, Filograna L, Spendlove D, Thali MJ, Dirnhofer S, Ross S. Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;195(5):1051-6. (レベル )
7. Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP, Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology*. 2009;250(3):897-904. (レベル )
8. Nilsson OG, Lindgren A, Brandt L, Saveland H. Prediction of death in patients with primary intracerebral hemorrhage: a prospective study of a defined population. *J*

## CQ9-1

Neurosurg. 2002;97(3):531-6. ( レベル )

9. Nag C, Das K, Ghosh M, Khandakar MR. Prediction of clinical outcome in acute hemorrhagic stroke from a single CT scan on admission. NorthAm JMed Sci. 2012;4(10):463-7.

( レベル )



## CQ10

大動脈瘤破裂・大動脈解離は Aiを用いて死因として確定できるか。

大動脈解離・大動脈瘤破裂等による大動脈の破綻は出血性ショックから致死的となる病態であり死後 CTで検出が可能である。単独病変による場合、直接死因の診断は容易であるが、損傷による場合には他の併存所見の重症度も併せて評価する。内因性・外因性の判定には注意を要し、少しでも不明な点が残される場合は（死体検案書作成時）不詳を選択し、解剖等による詳細な検討を促すよう努める。

どのような所見が認められるか致

死的出血性病変の存在

- 1 大血管周囲の高濃度液体（血腫）貯留 1-8)
- 2 7)
- 3 壁在血栓、偽腔の存在
- 4 血性胸水、腹水
- 5 動脈壁の変形、動脈瘤の変形
- 6 動脈瘤部動脈壁の断裂所見

どのような所見があれば死因と判定できるか1～6のいずれか。ただし、心嚢内血腫のみでは心筈梗塞による左室破裂と鑑別できない場合がある。血性胸水がある場合でも、心筈梗塞による左室破裂後の胸骨圧迫による心嚢破裂という例が存在する 9)。また、腹部大動脈瘤破裂では、腹腔内ではなく後腹膜に出血する。

どのような所見がなければ疑い診断となるか特になし

どのような撮像条件であれば判定不能 疑い診断となるか矢状断像などの再構成画像の作成により解離の場合は entry, re-entryの存在部位診断が可能になる可能性がある。また、動脈瘤の破裂部位についても同様である。

鑑別すべき病態・疾病

- a) 大動脈破裂（解離性・真性瘤）
- b) 外傷性大動脈破裂（大動脈峡部）
- c) 外傷性心破裂心膜破裂（高所落下）
- d) 胸郭内多発損傷（肺挫傷・気胸・臑間動静脈損傷）
- e) 胸骨圧迫法（心肺蘇生）による心破裂・心膜破裂
- f) 希な事例として稟然気胸・子宮内膜症

## CQ10

### 解説

大動脈解離は、大動脈内膜に生じた亀裂から血液が中膜に流入し、中膜の外層と内層との間に解離を生じる疾患である。上行大動脈に及ぶ Stanford A型では保存的に治療した場合、発症より 24時間以内に 20%、48時間以内に 30%、1週間で 40%、1ヶ月で 50%が死亡するとされるが、その死因の多くは破裂が心嚢に及んだことによる心タンポナーデである。1-8)また、死後造影を用いることにより、より確実に診断が可能となる。9)

### 検索ワード

Aortic dissection, aortic aneurysm, postmortem CT, AAA,

検索式 (PubMed) #1 "postmortem CT" #2 "aortic dissection" #3 "aortic aneurysm" #4 #1 and #2 #5 #1 and #3 検索結果 105件 (#4: 44件 + #5: 61件)

検索式 (医中誌) #1大動脈解離 /TH #2死後 CT/TH #3 #1 and #2 #4 #3 and (LA=日本語, 英語, CK=ヒト) 検索結果 1件

### 参考文献

- 1) Sakamoto N, Miyaso H, Komiyama M, et al. Interpretation of multi-detector computed tomography images before dissection may allow detection of vascular anomalies: a postmortem study of anomalous origin of the right subclavian artery and the right vertebral artery. *Anat Sci Int.* 2012 Aug 29. (レベル V)
- 2) Vogt KM, Kauh CY, Holder DM, DePhilip RM. Fluoroscopic angiography in the gross anatomy dissection laboratory: visualizing the aortic arch and its branches in a cadaver. *Clin Anat.* 2011 Mar;24(2):253-7. doi: 10.1002/ca.21080. Epub 2010 Oct 29.

## CQ10

(レベル V)

- 3) Ross SG, Thali MJ, Bolliger S, Germerott T, Ruder TD, Flach PM. Sudden death after chest pain: feasibility of virtual autopsy with postmortem CT angiography and biopsy. *Radiology*. 2012 Jul;264(1):250-9. Epub 2012 May 8. (レベル V)
- 4) Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Yamazaki K, Nakayama H, Watanabe K, Oyake Y, Itai Y. Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. *Forensic Sci Int*. 2004 Jan 6;139(1):39-48. (レベル V)
- 5) Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: a review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012 Sep;14(5):239-45. doi: 10.1016/j.legalmed.2012.03.007. Epub 2012 Apr 28. (レベル V)
- 6) Yamazaki K, Shiotani S, Ohashi N et al. Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int*. 2006 Oct 16;162(1-3):163-6 (レベル V)
- 7) Shiotani S, et al: Postmortem computed tomographic (PMCT) findings of pericardial effusion due to acute aortic dissection, *Radiat Med* 2004;22(6):405-407 (レベル V)
- 8) 榎野陽介 (千葉大学大学院医学研究院放射線医学), 山本正二, 下総良太, 梁川範幸, 横田元, 藤本肇, 伊東久夫. 腹部大動脈瘤破裂死亡例の死後 CT画像所見 (会議録) 日本医学放射線学会学術集会抄録集 (0048-0428)69回 PageS354-S355(2010.02) (レベル V)
- 9) Michael Burke · Sarah Parsons · Richard Bassed: Management of medicolegal natural deaths from hemopericardium or hemothorax using postmortem CT scanning, *Forensic Sci Med Pathol* 2012 (レベル V)

(参考) 病態と合

併症

大動脈解離は中膜の剥離を本態とする疾患であるが、動的な変化をすることによって種々の病態を呈する。そしてその病態は破裂による出血や、狭窄による虚血など死亡につながるような重篤なものが多い。剖検例の検討からは死亡症例の約 20%が発症から 24時間以内、51%から 62%が 1週以内、そして 64%から 74%が 2 週以内のものであり、その多くのものが心タンポナーデを含む出血によるものである。しかし、このような大動脈解離の合併症はその発生する部位によって多様な病態を呈するため、それを理解するには解離の生じている部位と、解離によって生じた変化が拡張か、破裂か、または狭窄などによる末梢循環不全かで分けて考えると理解しやすい。

## CQ10

### 1.心タンポナーデ心タンポナー

デの項参照

### 2.胸腔など他の部位への出血

破裂出血は大動脈の走行に伴って、胸腔、縦隔、腹腔、後腹膜など様々な部位に起こりうる。また、それぞれの部位は心嚢のように限られたスペースではないため大量の出血をきたしうる。剖検例からの検索では、死因となるような大量出血の見られた部位のうち最も頻度の高い部位は左胸腔である 1, 2)。これは胸部大動脈が脊椎の左側を下行するという位置的な状態に関連している。ついで、縦隔であり、右胸腔や後腹膜がこれに続く。

### 3.分枝動脈の狭窄などによる末梢の循環不全

解離により大動脈の分枝に狭窄などの解剖学的異常をきたした場合には、その分枝の血流が障害され末梢の虚血を生じる。慢性例まで含めればこのための四肢虚血や臓器虚血は約 3 割の症例に発生すると報告されている。また、この末梢の血行障害による合併症が発生した症例の死亡率は、それが無い症例の死亡率よりも高い。分枝狭窄の発生のメカニズムは、イ)大動脈の偽腔の拡大による大動脈の真腔または分枝入口部の狭窄、ロ)解離の分枝への進展による分枝の真腔の狭窄、ハ)解離による分枝入口部内膜の離断、ニ)内膜フラップによる分枝入口部の閉鎖、ホ)偽腔内血栓形成による末梢の動脈塞栓、のように様々なメカニズムによるため単純ではない。比較的大きな分枝への解離の進展に関して言えば冒されやすい分枝は順に、総腸骨動脈、腕頭動脈、左総頸動脈、腎動脈、左鎖骨下動脈、腹腔動脈、上腸間膜動脈、冠動脈である。しかし、この頻度はあくまでも剖検症例において解離が進展しているかどうかを肉眼的に判断しているものであり、末梢に臨床医学的に明らかな虚血症状をきたしたかどうかについては不明である。しかし、どの臓器に虚血が生じやすいかの目安にはなるであろう。

1) Hirst AE Jr, Johns VJ, Kime SW : Dissecting aneurysms of the aorta. *Medicine* 1958 ; 37: 217-279 2) Nakashima Y, Kurozumi T, Sueishi K, Tanaka K : Dissecting aneurysm : a clinicopathologic and histopathologic study of 111autopsied cases. *Human Pathology*. 1990 ; 21 : 291-296

## CQ11

CQ11死後画像診断の際、溺水の判定に有用な所見は何か？溺水と急性心不全による肺水腫の鑑別に死後画像を用いることは有用か？（文献 138、225、#）

推奨グレード： C2

気道（気管・主気管支）内の沈殿物陰影、泡沫所見がみられたら溺水を積極的に疑うべし、という報告があるが、細かい泡沫所見は見られないという報告もあり、 controversialである。副鼻腔内液体貯留、乳突蜂巣内の液体像、肺野のスリガラス陰影は溺水で高頻度に見られる所見であるが、冠動脈疾患による死亡例でもしばしば認められるため、これらの所見のみでは鑑別は難しい。気腫性変化がみられるという報告もあるが、確定的ではない。

目的・背景：水中死体（水中から引き上げられた死体）を溺死かどうか診断するには、溺水なのか、二次的に溺没したかという点を鑑別するために死亡時の検査においては必須のことである。従来通りの解剖に加えて、CT所見が補助診断となるか、あるいは解剖前診断として有用かどうか検討したもの。

解説【溺死について】一般的には液体を気道内に吸引し肺胞でのガス交換が障害されて死亡した場合で、窒息の一種にあげられる。死因として考える場合、災害や事故が最も多いが、自他殺の可能性も否定できない。重要なのは、水中死体が溺死かそれ以外の死因か、ということであるが、鑑別は極めて困難である。淡水溺水の場合、淡水が血液中に移行し、血液希釈とともに循環血液量が増加する。電解質バランスも狂い（ナトリウム）、溶血も（カリウム）生じる。一方、海水溺水では逆に血液濃縮がおこり、循環血液量は減少する。電解質バランスも異常をきたす。典型的な死体所見は、鼻・口腔から気管支に至る気道内のメレンゲのような白色の細小泡沫、肺の膨隆と水性肺水腫、腎内の水分貯留などがあり、これらは生活反応として生前に溺没したことを間接的に示していると考えられる。しかし、水中死体一般にみられる漂母皮形成や鷺皮、水生動物による貪食や水中移動による損傷、死体の冷却などは、死後にも生じうるため、生活反応と混同してはいけない。

【画像診断】溺水例と冠動脈疾患による突然死例の死後CTについて比較した報告では、副鼻腔および気道内の液体貯留と沈殿物、乳突蜂巣内の液体貯留、気道内の泡沫状内容貯留、肺野スリガラス陰影、葉間隔壁の肥厚、腎の拡張所見と貯留内容を比較した結果、気道内の沈殿物陰影と、泡沫状内容は、溺死例でのみ認められた所見で、後者では認められなかった。したがって、これらの所見が認められれば、溺水を積極的に疑ってよいと結論づけている。一

## CQ11

方、副鼻腔内液体貯留など溺死例で高頻度に見られる所見があった場合、溺水として矛盾しないと考えられる。いずれにしても、全体的な傾向のみで統計学的な検討がなされておらず、補助的診断にとどめておくべきだろう。筆者らも、解剖の補助診断として位置付けている( #138 )。むしろ、死後変化が進行した事例では、従来の解剖で得られる所見がみられないこともあるので、死後 CT が有用といえるかもしれない。

\* コメント：溺水で高頻度に認められる所見が、全くみられないのであれば、溺水はどちらかという否定的であると考え。

### オリジナル画像（未発表画像）

- ・副鼻腔液体貯留像

検索式：

文献：( #138 ) Levy AD, Harcke HT, Getz JM, Mallak CT, Caruso JL, Pearse L, Frazier AA, Galvin JR. Virtual autopsy: two-and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with autopsy comparison. Radiology. 2007; 243(3): 862-8.

( #225 ) これに否定的な論文を探して加える予定です。

## CQ13

死後画像診断の際、凍死 / 低体温死の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード C1<sup>2</sup>死後 CTで、肺の透過性亢進が認められる場合、心大血管内の凝血（鑄型様の円柱状高吸収体）を示唆する所見がある場合、あるいは膀胱容量が多い場合、凍死 / 低体温死が示唆される。これらの所見を認めた場合でも、低体温症に至った原因（意識障害を生じる薬物の服用や、何者かによって放置された可能性等）の検索は不可欠であり、原因が不明な限りは、捜査機関に更なる調査・解剖を勧めるべきである。

解説

### （背景・目的）

凍死 / 低体温死は、寒冷のため体温が下降して生命維持機能が低下し死亡するものと定義することができる。解剖所見には腎の黒色出血斑（Wischnewski斑）や左右心臓血の色調差、虚脱状の肺や、尿の貯留などが挙げられるが、これらの所見だけで単純に凍死 / 低体温死と診断することはできない。何よりも死者が死亡時に低体温環境になぜいたったのか考察することが重要である。凍死 / 低体温死の所見を指摘できても、死亡診断書・死体検案書においては「直接死因」の欄に「低体温症」と記載できるだけであり、「原死因」や「死因の種類」の判定にはさらに検討が必要であることを忘れてはならない。例えば、もし何者かによって寒冷地に置き去りにされた様な場合は他殺であるし、糖尿病性昏睡、肝性脈症あるいは脈梗塞等で身動きがとれず低温に晒されてしまったのであれば、病死になる。近年本邦から、解剖結果と死後 CT所見を比較し、凍死 / 低体温死に伴う死後 CT所見を検討した報告が散見されるので紹介するが、これらの所見をどのように解釈すべきかは、凍死 / 低体温死そのものの統一的診断基準がない点など批判すべき余地が残されており、コンセンサスを求めるには時期尚早と思われる。現時点では前段落で述べた凍死 / 低体温死（以下凍死）診断に関する一般的注意点を考慮し、事例毎に慎重に検討するよりほかない。検討の後、不明な点が残されているのならば、診断医は改めて捜査機関にさらなる調査を促し、解剖を勧めるべきである。

（肺の透過性亢進）「血液就下像」と名付けられる重力側肺が濃度上昇して見える現象は死後画像では通常観察される所見（1）であるが、凍死ではその所見が軽度という特徴がある。Hyodohらは13例凍死と118例の非凍死で比較検討した結果、肺内の空気に近いCT値域（-700～-1000HU）の容積とその肺全体容積に対する割合が、凍死群で有意に高いと報告している（2）。Kawasumiらは凍死24例と、非凍死53例の比較検討で、肺濃度上昇の有無を検討し、凍死群で有意に肺濃度上昇が少なかったと報告している（3）。Michiueらは、8例の凍死を含む135例事例の死後CTの、代表断面における平均CT値等から、凍死が他の死因に比して透過性の高

## CQ13

いパターンに属する事を報告している (4)。この報告では、餓死や閉塞性肺疾患による死亡事例が同パターンに含まれることも報告しており、鑑別として考慮すべきである。

(血管内凝血) 死後 CTではしばしば心臓や大動脈内部に、肺動脈血栓の様な「鑄型様」としばしば形容される円柱状構造物が高吸収体として認められる (5)。Kawasumiらの検討では、死後 CTにおいてこの高吸収体が認められることが凍死群で非凍死群に比して有意に高かった (3)。

(膀胱容量) 凍死の解剖例ではしばしば膀胱容量が多い事が知られ、死亡に至る時間経過が長いためなどと考えられている。Kawasumiらの検討では、カットオフ値 67.1 mlに設定して、膀胱内容が凍死群で非凍死群に比較して有意に多いと報告している (3)。

(3所見を全て認めた場合)さらに、Kawasumiらは、死後 CTで以上の 3所見を全て認めた場合感度 29.2%、特異度 100%と極めて特異度が高かったと報告している (3)。診断的価値の高い結果だが、凍死の診断基準が不明瞭な点など批判の余地がある。また先述のように、これら所見があっても、凍死に至った原因が不明瞭な場合、原死因及び死因の種類を判断するために、更なる捜査や解剖所見・中毒検査等が必要である。

検索式 PubMedで、“postmortem CT” or “postmortem imaging” or “forensic radiology” or “virtual autopsy” or “virtopsy”と hypothermia, cause of deathのキーワードを組み合わせ、過去 10年間の検索を行った。

1 Shiotani, S et al. Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. Forensic Science International. 2004;139 (2004):39–48 2 Hyodoh, H et al. Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. Forensic Science International, 2013;231(1-3):190–194. 3 Kawasumi, Y et al. Hypothermic death: possibility of diagnosis by post-mortem computed tomography. European Journal of Radiology, 2013;82(2):361–365. 4 Michiue, T et al. Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Science International, 2012;220(1-3):232–238. 5 O'Donnell, C et al. Post-mortem radiology--a new sub-speciality? Clinical Radiology, 2008;63(11):1189–1194.

文献

コメント [YM1]:エビデンスレベルは構造化抄録を参照に作成したいのですが、まだ完成していない部分もあるので完成してからでもいいでしょうか。



推奨グレード状態評価 C1死因判定 C2

飢餓における死後 CT所見として、肺野の気腫性変化・透過性亢進が認められるとする報告がある。但し、飢餓に特異的な所見ではない。飢餓に近い状態と推定される神経性食欲不振症の患者を対象にした研究では、CTで肺気腫性変化、脳室拡大や脳溝開大、眼窩脂肪減少と眼球陥凹を認めたとの報告がある。また、飢餓死の法医学的な外表所見として皮下脂肪減少、筋萎縮、眼球陥凹、肋間・季肋部・腸骨部の陥凹、内景所見として腔水症(胸水・腹水・心嚢水)、内臓脂肪減少、腸管内空虚、胆嚢腫大が知られている。これらの所見は死後画像を撮影するうえで参考になる可能性がある。飢餓に関する死後画像の研究は現状のところ不十分であり、飢餓を判定する確立したエビデンスは得られていない。↓~~いない~~おらず、死後画像によって飢餓死因を判断する基準は確立されていない。とはならない。

書式変更: インデント : 最初の行 : 5.5 字

## 解説(飢餓の定義)

飢餓は生命維持に必要な栄養摂取の停止や不足した状態とされる。その結果、体内のエネルギー源を消費して死に至ることを飢餓死という。高度なるいそぎに伴い、皮下脂肪の減少や筋の萎縮、脳以外の諸臓器の重量減少が見られる。また、蛋白質が熱源として使われるため、低蛋白血症による浮腫や心嚢水・胸水・腹水貯留などが生じる。

## (飢餓に関する死後 CT所見)

Michiueらは、死後 CTの肺所見と死因の関係について、肺野の CT値を用いた評価を行っている。この中で、飢餓死では肺野のびまん性気腫性変化と vascularityの減少を認め、肺野の透過性亢進を反映して CT値は平均 -760HU、最頻値 -560HUと報告されている [1]。但し、飢餓に特異的な所見ではない点、死後変化の考慮が十分とは言えない点など、検討の余地は残る。現状において飢餓に関する死後画像の研究報告は乏しい。

## (飢餓に関する外表・内景所見)

ハンガーストライキや虐待による飢餓死の検討では、外表所見として、皮下脂肪の減少、筋萎縮、眼球陥凹(眼窩内脂肪減少)、頬部・鎖骨下・肋間・季肋部・腸骨部の陥凹、踵部・仙骨部の褥瘡を認めたと報告されている。また、内景所見として、胸水・腹水・心嚢水貯留、皮下大網・腸間膜・腎周囲・心膜外などの脂肪減少、腸管内空虚、胆嚢腫大、脳腫脹を認めたと報告されている [2,3]。これらの飢餓に特徴的な法医学的所見が死後画像でも認められる可能性があり、飢餓の判定に参考となるかもしれない。

## CQ14

(飢餓に関する生前 CT・MRI所見)

Coxsonらは、神経性食欲不振症の患者を対象にした胸部 CT所見の検討で、長期の栄養不良状態が肺気腫性変化を惹起すると報告している [6]。前記の飢餓死における肺野透過性亢進を報告した Michiueらの研究結果と関連する。

また、神経性食欲不振症の患者の頭部 CTで脳室拡大と脳溝開大、眼窩内脂肪織・皮下脂肪の濃度上昇、眼球陥凹、眼窩内脂肪の減少と眼球陥凹を認めたとの報告がある [5]。頭部 MRIでは側脳室下角拡大と脳溝開大、頭蓋骨骨髄・頭部皮下・眼窩の脂肪信号消失を認めたとの報告がある [6,7]。

(考察)

死後 CTでの肺気腫性変化は飢餓を示唆する可能性があるが、この所見のみで飢餓死を判定するのは不十分であり、外表所見などを合わせて評価する必要がある。

飢餓死の解剖前の外表所見では、著明な脂肪減少や眼球陥凹などが認められたとする複数の報告がある。神経性食欲不振症の患者を対象にした生前 CT・MRIでいそを反映した所見が報告されており、死後 CT・MRIでも同様の所見を確認できる可能性がある。飢餓の脳所見については、内景所見で腫脹、生前 CT・MRIで萎縮を認めたとする相反する報告があるが、解剖時の内景所見として認められる脳腫脹は死後変化による影響が考えられ、飢餓による影響とは異なっている可能性がある。

検索式

PubMedで、postmortem, forensic, legal, CT, computed tomography, MRI, magnetic resonance imaging, malnutrition, undernourishment, undernourished, poor nutrition, undernutrition, emaciation, starve, starving, starvation, hunger, deathのキーワードを用いて検索した。

文献

1. Michiue T et al: Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Sci Int 220:232-238, 2012(レベル )
2. Altun G et al: Deaths due to hunger strike: post-mortem findings. Forensic Sci Int 146:35-38, 2004(レベル )
3. Solarino B et al: Child starvation and neglect: A report of two fatal cases. J Forensic Leg Med 19:171-174, 2012(レベル )
4. Coxson HO et al: Early emphysema in patients with anorexia nervosa. Am J Respir Crit Care Med 170:748-752, 2004(レベル )
5. Demaerel P et al: Orbital fat edema in anorexia nervosa: A reversible finding. AJNR

## CQ14

17:1782-1784, 1996(レベル )

6. Drevellengas A et al: Reversible brain atrophy and subcortical high signal on MRI in a patient with anorexia nervosa. *Neuroradiology* 43:838-840, 2001(レベル )

7. Okamoto K et al: Change in signal intensity on MRI of fat in the head of markedly emaciated patients. *Neuroradiology* 43:134-138, 2001(レベル )

## CQ15-1

CQ15-1死後画像診断の際、悪性腫瘍の診断は可能か？

推奨グレード C1死後 CTにて、肺腫瘍、気管支腫瘍、胸膜腫瘍、咽頭腫瘍、腸管腫瘍、肝腫瘍、脳腫瘍、副腎腫瘍などが指摘可能である。しかし、腫瘍の由来や組織を診断するには穿刺診断などの組織学的検査が必要である。また、死後 CTにて、腫瘍と誤りやすい他の疾患や、指摘できない腫瘍がある。

[解説]悪性新生物は、昭和 56年以降、一貫して我が国の死因順位第 1位であり、平成 23年の全死亡者に占める割合は 28.5%となっている (1)。

死後 CTで検出された腫瘍が剖検で確認された例として、肺腫瘍 (2-4)、気管支腫瘍 (5)、胸膜腫瘍(5)、咽頭腫瘍 (5)、腸管腫瘍 (6-8)、肝腫瘍 (9)、脳腫瘍 (3, 4)、副腎腫瘍 (10)が報告されている。死後 CTにて腫瘍が認められる場合でも、原発性肺癌と転移性肺腫瘍、肝腫瘍と肝膿瘍が鑑別できなかったとする報告がある (5)。腫瘍の確定診断には組織診が必要であり、そのためには死後穿刺診断が有用とされている (3, 8)。また、膵癌、胆嚢癌が十二指腸癌と誤られたとする報告があり (5)、近接する臓器の腫瘍を診断することが難しい場合がある。死後 CTで検出できなかった腫瘍として、転移性肝腫瘍 (2)、大腸癌 (5)、気管支癌 (5)、腎癌 (11)、肺癌 (4)が報告されている。肺癌は、小さい場合、孤立性でない場合、他の肺陰影に重なって存在する場合には、指摘が困難であるとされている (4)。生前の CT検査で所見が不明瞭で、死後診断された悪性腫瘍として、浸潤性肝転移 (乳がん (12-14)、悪性リンパ腫 (13, 15)、肺癌 (13)、前立腺癌 (13)、腎癌 (13)、黒色腫 (13)、神経芽腫 (13))、intravascular lymphoma(16)、浸潤性膵癌 (17)、肺動脈腫瘍塞栓症 (18) が報告されていて、こうした疾患は死後 CTでも検出できないと考えられる。

生前に悪性腫瘍が診断されている場合でも、死後 CTで診断できる例は限られている (19)。また、悪性腫瘍の再発に類似した所見で他の疾患の場合がある (19) ため、再発の診断には注意を要する。

死後造影 CTにて、転移性肝腫瘍が明らかになった例が報告されており (7)、死後造影 CTが腫瘍の検出に有用な可能性がある。

[検索式、参考にした二次資料] PubMedで、postmortem CT, malignancy, autopsy, causes of deathのキーワードを用いて、

## CQ15-1

過去 10年間の検索を行った。検索された論文の参考文献で、有用と思われる論文を追加で参考にした。死因統計は、厚生労働省のホームページから引用した。

### [文献]

- 1.厚生労働省ホームページ . 平成 24年人口動態統計月報年計 (概数) の概況 .  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai12/dl/gaikyou24.pdf> 2013  
(2014/2/14アクセス ) 2. Ikeda G, Yamamoto R, Suzuki M, Ishikawa H, Kikuchi K, Shiotani S. Postmortem computed tomography and magnetic resonance imaging in a case of terminal-stage small cell lung cancer: an experience of autopsy imaging in tumor-related death. *Radiat Med.* 2007;25(2):84-7. ( レベル V )
3. Bolliger SA, Filograna L, Spendlove D, Thali MJ, Dirnhofer S, Ross S. Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;195(5):1051-6.( レベル IVb )
4. Poulsen K, Simonsen J. Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. *Forensic Sci Int.* 2007;171(2-3):190-7. ( レベル V )
5. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet.* 2012;379:136-42. ( レベル IVb )
6. Li HJ, Gao YQ, Cheng JL, Zhang YZ. Diagnostic imaging, preautopsy imaging and autopsy findings of 8 AIDS cases. *Chin Med J (Engl).* 2009;122(18):2142-8. ( レベル IVb )
7. O'Donnell C, Hislop-Jambrich J, Woodford N, Baker M. Demonstration of liver metastases on postmortem whole body CT angiography following inadvertent systemic venous infusion of the contrast medium. *Int J Legal Med.* 2012;126(2):311-4. ( レベル V )
8. Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP, Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology.* 2009;250(3):897-904. ( レベル IVb )
9. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol.* 2012;22(1):152-60. ( レベル IVb )
10. Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo).* 2012;14(5):239-45. ( レベル IVb )
11. Yamazaki K, Shiotani S, Ohashi N, et al. Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int.* 2006;162(1-3):163-6. ( レベル IVb )
12. Hanamornroongruang S, Sangchay N. Acute liver failure associated with diffuse liver infiltration by metastatic breast carcinoma: A case report. *Oncology letters.* 2013;5(4):1250-2. ( レベル V )
13. Simone C, Murphy M, Shifrin R, Zuluaga Toro T, Reisman D. Rapid liver enlargement and hepatic failure secondary to radiographic occult tumor invasion: two case reports and review of the literature. *Journal of medical case reports.* 2012;6(1):402. ( レベル V )
14. Allison KH, Fligner CL, Parks WT. Radiographically occult, diffuse intrasinusoidal hepatic metastases from primary breast carcinomas: a clinicopathologic study of 3 autopsy

cases. Arch Pathol Lab Med. 2004;128(12):1418-23. ( レベル V )

15. Rowbotham D, Wendon J, Williams R. Acute liver failure secondary to hepatic infiltration: a single centre experience of 18 cases. Gut. 1998;42(4):576-80. ( レベル V )

16. Kitanaka A, Kubota Y, Imataki O, et al. Intravascular large B-cell lymphoma with FDG accumulation in the lung lacking CT/(67)gallium scintigraphy abnormality. Hematological oncology. 2009;27(1):46-9. ( レベル V )

17. Hishinuma S, Ogata Y, Tomikawa M, Ozawa I, Hirabayashi K, Igarashi S. Patterns of recurrence after curative resection of pancreatic cancer, based on autopsy findings. J Gastrointest Surg. 2006;10(4):511-8. ( レベル IVa )

18. Lammi M, Wurzel J, Criner GJ. Pulmonary tumor embolism. Lung. 2010;188(5):441-3. ( レベル V )

19. Wichmann D, Obbelode F, Vogel H, et al. Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. Ann Intern Med. 2012;156(2):123-30. ( レベル IVa )

CQ15-1

## CQ15-2

CQ15-2死後画像診断の際、悪性腫瘍死の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード C2死後 CTにて悪性腫瘍による直接死因を剖検と比較して詳細に検討した報告はない。剖検で確認された悪性腫瘍にともなう致死性的所見として、呼吸不全をきたす大量の悪性胸水、肝不全をきたすびまん性肝転移、心不全をきたす心筋転移、肺動脈腫瘍塞栓、腹膜播種による大量腹水が報告されている。これらの疾患のうち、大量の胸水・腹水は死後CTで検出できる可能性がある。ただし、悪性腫瘍の診断には組織学的検査が必要であり、画像のみの診断には注意を要する。

[解説]死後 CTにて悪性腫瘍を検出した報告はあるが(1-9)、悪性腫瘍死を詳細に検討した報告はない。死後 CTにて腎がんの気管支転移による窒息死の症例報告があるが、組織学的な検討はなされていない(10)。

臨床的に、悪性腫瘍にともなう致死性的所見として、乳がん、肺がん、卵巣がん、中皮腫の胸膜播種に伴う大量の悪性胸水による呼吸不全(11)、びまん性肝転移による肝不全(12-15)、心筋や心臓流出路への転移による心不全(16, 17)、肺動脈腫瘍塞栓(18)、卵巣がんの腹膜播種による大量の腹水(19)の例が、報告されている。死後 CTでは体腔内の液体の検出は容易であるため、大量胸水・腹水の診断は可能である(8)。びまん性肝転移(12, 13, 15)、心筋転移、腫瘍塞栓は(16-18)は通常の CTでは診断が難しく、死後 CTでも検出できないと考えられる。

[検索式、参考にした二次資料] PubMedで、postmortem CT, malignancy, autopsy, causes of deathのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。検索された論文の参考文献や、その他に有用と思われる論文を追加で参考にした。

### [文献]

1. Ikeda G, Yamamoto R, Suzuki M, Ishikawa H, Kikuchi K, Shiotani S. Postmortem computed tomography and magnetic resonance imaging in a case of terminal-stage small cell lung cancer: an experience of autopsy imaging in tumor-related death. *Radiat Med.* 2007;25(2):84-7. (レベル V)
2. Bolliger SA, Filograna L, Spendlove D, Thali MJ, Dirnhofer S, Ross S. Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol.*



## CQ15-2

2010;195(5):1051-6. ( レベル IVb )

3. Poulsen K, Simonsen J. Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. *Forensic Sci Int*. 2007;171(2-3):190-7. ( レベル IVb )

4. Roberts IS, Benamore RE, Benbow EW, et al. Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet*. 2012;379:136-42. ( レベル IVb )

5. Li HJ, Gao YQ, Cheng JL, Zhang YZ. Diagnostic imaging, preautopsy imaging and autopsy findings of 8 AIDS cases. *Chin Med J (Engl)*. 2009;122(18):2142-8. ( レベル IVb )

6. O'Donnell C, Hislop-Jambrich J, Woodford N, Baker M. Demonstration of liver metastases on postmortem whole body CT angiography following inadvertent systemic venous infusion of the contrast medium. *Int J Legal Med*. 2012;126(2):311-4. ( レベル V )

7. Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP, Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology*. 2009;250(3):897-904. ( レベル IVb )

8. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol*. 2012;22(1):152-60. ( レベル IVb )

9. Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012;14(5):239-45. ( レベル IVb )

10. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, Maeda H, Sasaki O. Multiple lung tumors as the cause of death in a patient with subarachnoid hemorrhage: postmortem computed tomography study. *Jpn J Radiol*. 2009;27(8):316-9. ( レベル IVb )

11. Davidson B. Malignant effusions: from diagnosis to biology. *Diag Cytopathol*. 2004;31(4):246-54. ( レベル VI )

12. Hanamornroongruang S, Sangchay N. Acute liver failure associated with diffuse liver infiltration by metastatic breast carcinoma: A case report. *Oncol Lett*. 2013;5(4):1250-2. ( レベル V )

13. Simone C, Murphy M, Shifrin R, Zuluaga Toro T, Reisman D. Rapid liver enlargement and hepatic failure secondary to radiographic occult tumor invasion: two case reports and review of the literature. *J Med Case Rep*. 2012;6(1):402. ( レベル V )

14. Rowbotham D, Wendon J, Williams R. Acute liver failure secondary to hepatic infiltration: a single centre experience of 18 cases. *Gut*. 1998;42(4):576-80. ( レベル V )

15. Allison KH, Fligner CL, Parks WT. Radiographically occult, diffuse

## CQ15-2

intrasinusoidal hepatic metastases from primary breast carcinomas: a clinicopathologic study of 3 autopsy cases. *Arch Pathol Lab Med.* 2004;128(12):1418-23. ( レベル V )

16. Sawada Y, Yoshikawa T, Fujii S, et al. Remarkable tumor lysis in a hepatocellular carcinoma patient immediately following glypican-3-derived peptide vaccination: An autopsy case. *Hum Vaccin Immunother.* 2013;9(6). ( レベル V )

17. Murakami T, Komiya A, Mikata K, Kaneko S, Ikeda I. Cardiac metastasis of renal pelvic cancer. *Int J Urol.* 2007;14(3):240-1. ( レベル V )

18. Lammi M, Wurzel J, Criner GJ. Pulmonary tumor embolism. *Lung.* 2010;188(5):441-3. ( レベル V )

19.山崎元彦、的場梁次 . 未治療で死亡した卵巣がんの一部検例 . 犯罪学雑誌 . 2000;66:209-16. ( レベル V )

CQ16死後画像診断の際、肺炎の判定に有用な所見は何か？

以下のように答える。

#### 推奨グレード C1

1. 区域性浸潤影,多発融合斑状浸潤影 (Range -725~32 Hu, Mean -372~8 Hu)が認められた場合、肺炎の可能性はある。

#### 推奨グレード C2

2. 上記、陰影が認められた場合でも、肺血液就下、肺鬱血、肺水腫の可能性は残存する。画像所見のみにて肺炎の診断を下すべきではない。

#### 解説

肺炎症例で上記 PMCT所見が得られたという記述研究 1)があり、肺炎の可能性を示唆すると思われる。ただし本研究は PMCT所見から病理診断への比較試験ではない。

また高度損壊、胸部外傷、血胸・気胸、大量胸水、腐敗ガスの症例は除外されている点、肺の所見に左右差がある場合についての記述がない点、予想死亡時刻から PMCT撮影までの時間が調べられていない (死後変化による肺血液就下 2)の影響が考慮されていない)点があり、慎重に適応すべきと考える。

特に肺血液就下、肺水腫は類似した陰影を呈する事から注意が必要と思われる。

具体的な比較試験はない。根拠をうらづける論文はない。

#### 文献

1. Michiue T et al: Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Sci Int 2012; 220:232-238(レベル V)

2. Shiotani S et al: Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Leg Med (Tokyo) 2011; 13:151-155(レベル V)

# Last Change:28-Feb-2014.

## CQ18. 胃内薬物の検出に死後画像を用いることは有用か？推奨グレード C 1

死後 CTで高濃度を示す胃・十二指腸内の薬物が死後 CTで検出された報告がある。X線不透過性を示す薬物はCTで同定可能であり、服薬過量による薬物中毒死の可能性を疑う根拠になるが、陰性の場合も否定はできない。

### 解説（背景）

死後 CTで高濃度を示すX線不透過性の胃・十二指腸内容物が検出され、剖検で薬物が確認された例が報告されている [1-3]。高濃度胃内容物は服薬過量群に有意に認められ、薬物中毒との関連が示唆される [1]。

### （薬物について）

X線不透過性を示す薬物としてプロモワレリル尿素（睡眠薬）などの臭素を含む薬物が挙げられる [2,3]、その他に抱水クロラール、塩化重金属類・鉄、フェノチアジン、徐放剤などが知られている [3]。薬物のCT値は薬物自体によるが、胃内の薬物量、食物残渣量、内服後経過時間、死後経過時間の影響を受ける [2]。

### （胃内薬物検出の意義）

X線不透過性の薬物にはトライエージ検査で検出されない薬物も含まれており、高濃度胃内容物の検出は薬物中毒を疑う根拠になり得る [3]。ただし、薬物が胃・十二指腸内に残存している場合にのみ呈する所見であり、陽性の場合には薬物中毒を疑って、血液や胃内容物についての薬物分析を奨める根拠となるが、陰性の場合にも薬物中毒を否定は出来ない [2]。また、死後CTによる定量は難しく、胃内容物の薬物分析を行う必要がある [3]。

検索式、参考にした二次資料?? PubMedで postmortem CT、gastric content、duodenal contentのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。

### 文献

1. (054) Burke MP, O'Donnell C, Bassed R. The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose. *Forensic Sci Med Pathol.* 2012 Sep;8(3):218-36. (レベル b)
2. (213) Aghayev E, Jackowski C, Christie A, Thali M. Radiopaque stomach contents in postmortem CT in suicidal oral medication intoxication: report of three cases. *J Forensic Leg Med* 2010; 17:164-168. (レベル )
3. (215) Sano R, Takahashi K, Kominato Y, et al. A case of fatal drug intoxication showing a high-density duodenal content by postmortem computed tomography. *Leg Med (Tokyo)* 2011; 13:39-40. (レベル )

## CQ19

CQ19体腔内液体の検出・定量に死後画像診断を用いることは有用か？

推奨グレード C1体腔内液体は死後 CTにて、ほぼ完全に検出でき、体積を測定することも可能である。その検出能は剖検を上回る。ただし、腐敗の進んだ遺体では、液体貯留の判断が難しい場合がある。死後 CTでは液体の局在が明瞭であり、剖検で判断できない他の臓器との位置関係を正確に診断することができる。体腔内液体の性状（漿液、膿瘍、血液など）を鑑別することが困難な場合がある。

[解説]死後 CTにて体腔内の液体を検出し剖検で確認したとする多数の報告がある。副鼻腔(1, 2)、気管(1, 2)、胸膜腔 (1, 3-6)、心膜腔 (3-5, 7, 8)、腹膜腔 (5, 9-12)、後腹膜 (5, 13)の液体（血液を含む）と、ほぼすべての体腔で死後 CTは液体貯留を描出できる。胸膜腔、心膜腔では、剖検で検出できない少量の液体貯留でも、死後 CTにて検出することができる (2, 3, 7, 14)。腹膜腔内の液体貯留の診断能は死後 CTが剖検を上回るとする報告 (2)がある一方、腐敗による腸管ガスや腹膜腔内ガスの影響により死後 CTでは少量の腹膜腔内液体は検出が困難であるとする報告 (15)もある。

ファントムを利用した実験で、CTを用いて液体の体積を正確に測定できることが明らかにされている (8)。死後 CTでも、腹膜腔内出血・心膜腔内液体の量を計測しえたと報告されている(8, 12)。

死後 CTでは大量の胸水による縦隔の圧迫が明瞭であったが、剖検では胸水と縦隔の位置関係を評価できなかった症例が報告されている (6)。死後 CTでは、液体の局在を明らかにすることが可能であり、他臓器との位置関係を把握することが容易である。

死後 CTでは、一般に血液は高濃度を呈する (4, 9-14)が、漿液、膿瘍、血液の鑑別が難しいとする報告 (15)もある。死亡時や死後の条件により体腔内液体の濃度は変化するため、性状の診断には注意が必要である。

[検索式、参考にした二次資料] PubMedで、postmortem CT、fluid、effusion、autopsyのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。検索された論文の参考文献で、有用と思われる論文を追加で参考にした。

## CQ19

### [文献]

1. Kasahara S, Makino Y, Hayakawa M, Yajima D, Ito H, Iwase H. Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)*. 2012;14(5):239-45. ( レベル IVb )
2. Le Blanc-Louvry I, Thureau S, Duval C, et al. Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. *Eur Radiol*. 2013;23(7):1829-35. ( レベル IVb )
3. Wichmann D, Obbelode F, Vogel H, et al. Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann Intern Med*. 2012;156(2):123-30. ( レベル IVb )
4. Ruder TD, Ross S, Preiss U, Thali MJ. Minimally invasive post-mortem CT-angiography in a case involving a gunshot wound. *Leg Med (Tokyo)*. 2010;12(3):154-6. ( レベル V )
5. Takahashi N, Higuchi T, Shiotani M, et al. The effectiveness of postmortem multidetector computed tomography in the detection of fatal findings related to cause of non-traumatic death in the emergency department. *Eur Radiol*. 2012;22(1):152-60. ( レベル IVb )
6. Christoffersen S. CT verified cause of death in hepatic hydrothorax without ascites. *Forensic Sci Int*. 2010;198(1-3):e11-3. ( レベル V )
7. Weustink AC, Hunink MG, van Dijke CF, Renken NS, Krestin GP, Oosterhuis JW. Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology*. 2009;250(3):897-904. ( レベル IVa )
8. Ebert LC, Ampanozi G, Ruder TD, Hatch G, Thali MJ, Germerott T. CT based volume measurement and estimation in cases of pericardial effusion. *J Forensic Leg Med*. 2012;19(3):126-31. ( レベル IVb )
9. Cha JG, Kim DH, Paik SH, et al. Utility of Postmortem Autopsy via Whole-Body Imaging: Initial Observations Comparing MDCT and 3.0T MRI Findings with Autopsy Findings. *Korean J Radiol*. 2010;11(4):395-406. ( レベル IVb )
10. Christe A, Ross S, Oesterhelweg L, et al. Abdominal trauma--sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings. *J Trauma*. 2009;66(5):1302-7. ( レベル IVb )
11. Miyamori D, Ishikawa N, Akasaka Y, Yamada K, Ikegaya H. Temporal evolution in peritoneal hemorrhage as depicted by postmortem CT. *J Forensic Leg Med*. 2013;20(5):548-50. ( レベル V )
12. Ampanozi G, Hatch GM, Ruder TD, et al. Post-mortem virtual estimation of free abdominal blood volume. *Eur J Radiol*. 2012;81(9):2133-6. ( レベル IVb )
13. Arai A, Shiotani S, Yamazaki K, et al. Postmortem computed tomographic (PMCT) and postmortem magnetic resonance imaging (PMMRI) demonstration of fatal massive retroperitoneal hemorrhage caused by abdominal aortic aneurysm (AAA) rupture. *Radiat Med*. 2006;24(2):147-9. ( レベル V )
14. Daly B, Abboud S, Ali Z, Sliker C, Fowler D. Comparison of whole-body post mortem 3D CT and autopsy evaluation in accidental blunt force traumatic death using the abbreviated injury scale classification. *Forensic Sci Int*. 2013;225:20-6. ( レベル IVb )
15. Poulsen K, Simonsen J. Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. *Forensic Sci Int*. 2007;171(2-3):190-7. ( レベル V )

CQ19

## CQ20. 体内ガスの検出・定量に死後画像を用いることは有用か？ 推奨グレードC1

死後 CTで体内の様々な部位の異常なガスを検出し、検討した報告がある。体内ガスの存在診断は剖検に比べて容易であり、3D再構成の手法を用いることで体積を測定することも可能である。血管内ガスは空気塞栓症を疑わせるが、分布やガスの量、死後の経過時間等から慎重に判断する必要がある。腹腔内ガスは消化管穿孔の存在を示す間接所見となるが、死後変化（自家融解）による肯穿孔を鑑別する必要があり注意を要する。体内ガスの検出による死後経過時間の推定は困難である。

### 解説(背景)

死後 CTで体内の様々な部位に異常なガスを確認したという報告がある。肝臓、腎臓、脾臓、膵臓などの実質臓器（血管）内ガス [1,2]、大動脈、心腔内、冠動脈などの血管内ガス [2-6]及び頭蓋内気腫、縦隔気腫、気胸、腹腔内気腫、後腹膜気腫 [4,5,7]といった体腔内ガスが良好に描出される。

#### （非外傷性死について）

非外傷性死における血管内ガスの成因は臍敗によるものと心肺蘇生術によるものとされている [1]。

臍敗は死亡直後から始まり、発生したガスは腹部臓器に均一に分布を示し、臓器内ガスの分布から死後経過時間を推定することは難しい [1]。ただ、臍敗所見が死後 CTに現れるまで1-2日程度かかるため、死後1日以上 of 遺体に認められる血管内ガスは臍敗の影響を考慮する必要があると述べる報告もある [2]。死後数時間の CTで血管内ガスを臍敗と診断した報告 [3]もあるが、ガス分析は行われていない。

心肺蘇生術による臓器内ガスは肝臓、腎臓への貯留に相関すると報告されている [1]。また、心肺蘇生術によって発生した心血管内ガスが逆行性に脳静脈内に流入すると考察している報告がある [3]。

事件・事故に関連して、人為的に血管内にガス（酸素）を注入し、全身の血管内ガス、大量の皮下気腫、縦隔気腫、気胸、腹腔内気腫、後腹膜気腫が死後 CTで明瞭に検出されたという報告がある [5,6]。さらに3D再構成の手法を用いると、全体像の把握が容易となり、ガスの体積を定量することも可能である [6,7]。また、四肢の動脈内ガス注入、静脈内ガス注入においても注入量・注入速度によっては死因となる可能性を示唆する報告がある [8]。



腹腔内気腫（遊離ガス）は消化管穿孔の間接所見として有用であるが [9,10]、死後 CT では自家融解による穿孔を来す場合があり、診断には注意が必要である。死後 CTでは臍敗を示す所見、腹膜炎所見を欠く場合、腹腔内遊離ガスは死後変化による穿孔の可能性がある [10]。

#### （外傷性死について）

外傷性死においては胸部外傷後に動脈空気塞栓症を来した症例が多く報告されており、外傷性肺動脈-肺静脈瘻が主な原因とされている [4]。また、頭頸部外傷は静脈空気塞栓症の原因となると報告されている [7]。卵円孔開存や肺動静脈瘻などの右左シャントを有する場合、静脈内ガスは体循環に流入し、動脈空気塞栓症（奇異性塞栓症）を来すことがある [5,6]。これらの動脈空気塞栓症は死因となる可能性があり、血管内ガスの検出は死因推定の助けになる。死後経過時間の推定は困難である [1]。

検索式、参考にした二次資料？ Pubmedで postmortem CT、pneumoperitoneum、free gas のキーワードを用いて過去 10年の検索を行った。検索された論文の参考文献から有用と思われる論文を追加で参考にした。

#### 文献

1. (066) Ishida M, Gono W, Hagiwara K, Takazawa Y, Akahane M, Fukayama M, Ohtomo K. Intravascular gas distribution in the upper abdomen of non-traumatic in-hospital death cases on postmortem computed tomography. *Leg Med (Tokyo)*. 2011 Jul;13(4):174-9. (レベル )
2. (140) Jackowski C, Sonnenschein M, Thali MJ, Aghayev E, Yen K, Dirnhofer R, Vock P. Intrahepatic gas at postmortem computed tomography: forensic experience as a potential guide for in vivo trauma imaging. *J Trauma*. 2007 Apr;62(4):979-88. (レベル b)
3. (229) Shiotani S, Ueno Y, Atake S, Kohno M, Suzuki M, Kikuchi K, Hayakawa H. Nontraumatic postmortem computed tomographic demonstration of cerebral gas embolism following cardiopulmonary resuscitation. *Jpn J Radiol*. 2010 Jan;28(1):1-7. doi: 10.1007/s11604-009-0372-x. Epub 2010 Jan 30. (レベル b)
4. (073) Brook OR, Hirshenbaum A, Talor E, Engel A. Arterial air emboli on computed tomography (CT) autopsy. *Injury*. 2012 Sep;43(9):1556-61. (レベル )
5. (223) Laurent PE, Coulanges M, Desfeux J, Bartoli C, Coquart B, Vidal V, Gorincour G. Post-mortem computed tomography in a case of suicide by air embolism. *Diagn Interv Imaging* (2013) 94, 460-462. (レベル )
6. (224) Makino Y, Shimofusa R, Hayakawa M, Yajima D, Inokuchi G, Motomura A, Iwase H. Massive gas embolism revealed by two consecutive postmortem computed-tomography examinations. *Forensic Sci Int* 231 (2013) e4–e10. (レベル )
7. (171) Jackowski C, Thali M, Sonnenschein M, Aghayev E, Yen K, Dirnhofer R, Vock P. Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. *J Forensic Sci*. 2004 Nov;49(6):1339-42. (レベル )
8. (228) Inoue H, Ikeda N, Tsuji a, Kudo K. Cranial computed tomograms of arterial and venous cerebral air embolism. *Fukuoka Acta Med* 96, 326-330, 2006. (レベル )
9. (214) Dedouit F, Mallinger B, Guilbeau-Frugier C, Rouge D, Rousseau H, Telmon N. Lethal visceral traumatic injuries secondary to child abuse: a case of practical

application of autopsy, radiological and microscopic studies. *Forensic Sci Int* 2011; 206:e62-66. (レベル )

10. (096) O'Donnell CJ, Baker MA. Postmortem CT findings of gastromalacia: a trap for the radiologist with forensic interest. *Forensic Sci Med Pathol*. 2010 Dec;6(4):293-7. (レベル )

## CQ21

CQ21心肺蘇生術による肋骨骨折の判定に死後画像を用いることは有用か？

推奨グレード C1非外傷性心停止症例では有用である。単純 X線写真では不十分であり、CTが優れている。特に MPR・3Dによる肋骨骨折の質的診断、部位診断により、他の外因による肋骨骨折との鑑別が可能な場合がある。

心停止（Cardiac arrest）に対する心肺蘇生術（Cardio pulmonary resuscitation: CPR）には胸骨圧迫（Chest compression）が必須であり、その際には仰臥位の傷病者に対して胸骨を垂直方向に 5cmの深さまで圧迫することが求められている（成人の心停止）。この胸骨圧迫の合併症として肋骨骨折（含む胸骨骨折）が生じることが知られている。その発生率は報告によりさまざまである。胸骨圧迫による肋骨骨折に特徴的な所見は Buckle fractureと呼ばれる、内側あるいは稀に外側の皮質骨のみが骨折し、他方の連続性は保たれている不完全型骨折がしばしば見られることである。その部位は 95%が第 2～7肋骨の前方型骨折であり、特に後方型骨折を見た場合は胸骨圧迫以外の外力による骨折であると考えべきである。 evidence level<sup>1)</sup>また CTにおける Buckle fracture<sup>1)</sup>の診断率は autopsyよりも高く evidence level<sup>2)</sup>、単純 X線撮影では autopsyに及ばない。 evidence level<sup>3)</sup>

[検索式、参考にした二次資料] PubMedで、postmortem CT、CPR、rib fracture、autopsyのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。検索された論文の参考文献で、有用と思われる論文を追加で参考にした。また、胸骨圧迫後の蘇生例における検討も参考とした。

### [文献]

1. Kyung-moo Yang, Matthew Lynch, Chris O'Donnell. "Buckle" rib fracture: An artifact following cardio-pulmonary resuscitation detected on postmortem CT. Leggal Medicine. 2011; 13: 233-9.
2. Smekal D1, Hansen T, Sandler H, Rubertsson S. Comparison of computed tomography and autopsy in detection of injuries after unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation. 2013; 84: 357-60.
3. Lederer W1, Mair D, Rabl W, Baubin MF. Frequency of rib and sternum fractures associated with out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation is underestimated by conventional chest X-ray. Resuscitation. 2004; 60: 157-62.

## CQ22

CQ22心肺蘇生術による臓器損傷の判定に死後画像を用いることは有用か？

推奨グレード C1非外傷性心停止症例では有用である。胸骨圧迫による肋骨骨折による腹腔内ガス、気胸が読影可能で、肝損傷および脾損傷は造影 CTが有用である。肝損傷および脾損傷による腹腔内出血は autopsyまでに増加し死因診断に影響を与えるため、死亡判定早期に CT撮影を行うことを推奨する。胸骨圧迫による少量の心嚢内・縦隔内出血を突然死の原因としてはいけない。心停止 ( Cardiac arrest ) に対する心肺蘇生術 ( Cardio pulmonary resuscitation: CPR ) には胸骨圧迫 ( Chest compression )、陽圧式人工呼吸が必須であり、心拍再開後に明らかとなった臓器損傷に関しては多くの報告がある<sup>1)2)</sup>。胸部では心膜損傷・心損傷によって心タンポナーゼ、肺損傷によって気胸を来したという報告があり、腹部では肋骨骨折、および肝損傷・脾損傷による腹腔内出血などの報告がある。手術後の臓器損傷による死亡に対して死後の造影 CTを行うことにより出血病変が明確になったという報告があり<sup>3)</sup>、造影 CTは胸骨圧迫による実質臓器損傷と一次損傷との鑑別にも有用である。胸骨圧迫による臓器損傷は通常大量の出血を伴わない。外傷性心停止症例において、死後早期の CTでは見られなかった腹腔内出血が、autopsy時に著しく増加していたという報告があり、生前の損傷との鑑別のためには早期の CT撮影を推奨する<sup>4)</sup>。

[検索式、参考にした二次資料] PubMedで、postmortem CT、CPR、injury、complication、autopsyのキーワードを用いて、過去 10年間の検索を行った。検索された論文の参考文献で、有用と思われる論文を追加で参考にした。

### [文献]

1. Meron G, Kurkciyan I, Sterz F, Susani M, Domanovits H, Tobler K, Bohdjalian A, Laggner AN. Cardiopulmonary resuscitation-associated major liver injury. *Resuscitation*. 2007;75: 445-53..
2. Miller AC, Rosati SF, Suffredini AF, Schrupp DS. A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. *Resuscitation*. 2014 Feb 10.
3. J.-B. Zerlauth, F. Doenz, A. Dominguez, C. Palmiere, A. Uske', R. Meuli, S. Grabherr. Surgical interventions with fatal outcome: Utility of multi-phase postmortem CT angiography. *Forensic Science International*. 2013; 225: 32-41.
4. Miyamori D, Ishikawa N, Akasaka Y, Yamada K, Ikegaya H. Temporal evolution in peritoneal hemorrhage as depicted by postmortem CT. *J Forensic Leg Med*. 2013; 20: 548-50.

## CQ23

CQ23検案時に死後画像を用いることは有用か？推奨グレード： C2

死後画像のみで死因診断ができる場合があり，有用である。外的要因の関与の判断にも有用であり，検案のみではわからない外傷，異物を発見できる。一方で死後 CTには見落としやすい病態も数多くあり，注意が必要である。

解説日本の異状死体の解剖率は 10%程度に留まっており、これは欧米諸国のそれと比較して極めて低い( 1, 2)。検視官による検視および医師による検案の段階で，病死と判断され事件性なしと判断された場合は解剖が行われることは少ない( 1)。しかしながら現場の状況や外表検査のみで見落とされている病態や外傷等もあり，その診断に死後画像が有用であると考えられている( 1)。

(死後画像による死因診断率)死後画像所見と解剖を対比した研究によると，外傷死では 80%以上の死因が診断でき，内因死においては 30%程度が診断可能である( 2)。内因死では主に出血性疾患(脳出血，くも膜下出血，大動脈解離，腹部大動脈瘤破裂など)が診断できる( 2)が，CT像から内因か外因かわからない出血もあり( 1)，死後 CT画像を読影するのは法医学的知識のある医師がよい( 1)とされる。

(外的要因関与の見逃し防止) Iwaseらによると，検視時に事件性なしとされた 80事例を CT撮影し，うち 10例に外因との関与を認めた(1)。これら外的要因関与事例の見逃し防止に CTが有用である( 1)。薬物過量内服例においては，外表には所見が認められない場合であっても，死後 CTで胄内のスクリーニングと記録に有用であり，その場合胄に沈殿した高吸収層( 100HU以上)として示される(3)。また，外表からは判断できない喉頭の異物の同定が可能となり(4, 5, 6)，誤嚥による窒息例の見逃しを防止することができる。

(感染症事例における解剖回避)ハイリスク感染症( HIVや HCV陽性例)においては，迅速な中毒検査と適切な死後 CTの運用(撮影，読影)により，解剖を減らすことができる( 4)。

## CQ23

(他の検査との併用) CT画像のみでの死因診断の確率は低いものの(1), 死後画像に, 造影CTや組織採取検査を組み合わせることにより, 死因診断率が格段に向上することが知られている(7)。Bollingerらは, 単純CT+造影CT+生検の組み合わせで90%以上診断可能という(7)。また, 臨床情報やカルテ情報を追加すると診断率が高まるとされる(8)。しかしながら我が国の制度上, 組織採取や死後造影には解剖と同じく裁判所の許可状が必要となってくる(1)。

(CTで見落としやすいまたは診断不可能な病態) 死後CT画像では診断できない疾患として, 虚血性心疾患, 中毒, 代謝性疾患, 炎症性疾患があり(1), 見落としやすい病態としては, 頸髄損傷, 心破裂, 管腔臓器損傷, 横隔膜損傷, 縦隔血腫などが挙げられる(1)。解剖における重要所見をCTで判断できなかった事例としては, 冠動脈狭窄, 冠動脈血栓, 肺動脈塞栓, 気管支拡張症, 肺気腫, 肝挫傷, 脾挫傷, 誤嚥, 小結節性肝硬変, 頭蓋底骨折, 食道・十二指腸潰瘍などがあり(9), 解剖後の病理組織検査ではじめて発見された癌, 白血病, サルコイドーシス, 気管支肺炎, 結核(9)もある。

(解剖で見落としやすい, 重要なCT所見) CTで診断できたにもかかわらず, 解剖で見落とされた所見としては骨折(四肢, 骨盤, 顔面), 気胸, 骨転移, 胸水, 皮下気腫などがある(8)。

(胎児死亡の死後画像所見) 胎児死亡例の死因診断には, 脳奇形の診断に限りMRIが有用であるという報告がある(10)。

部位	非特異的所見
頭部	皮質髄質境界不明瞭化脈浮腫(脈溝、脈槽などの狭小化)矢状静脈洞、静脈の高濃度化気泡(腐敗ガスによる)
胸部	*動きのアーチファクトがない肺内血液就下大動脈壁の濃度上昇
腹部・骨盤	*コントラスト低下大動脈・大血管の虚脱肝内ガス像(腐敗の過

検索結果 196 #5 (#4) AND (external examination)検索結果 5 #6 (#4) AND (choking)検索結果 7医中誌(死後CT) OR (死後画像)検索結果 292

## 文献

- [1] H. Iwase, D. Yajima, M. Hayakawa, S. Yamamoto, H. Motani, A. Sakuma, S. Kasahara, and H. Ito, "Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest.," *J. Forensic Sci.*, vol. 55, no. 6, pp. 1509–15, Nov. 2010.
- [2] 塩谷清司, 河野元嗣, 菊地和徳, 早川秀幸死後 CT、死後 MRIを用いたオートプシーイメージングによる死因スクリーニングその利点、欠点. 大和証券ヘルス財団研究業績集 35号 Page16-20. 2012. <http://www.daiwa-grp.jp/dsh/results/37/>
- [3] M. P. Burke, C. O'Donnell, and R. Bassed, "The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose.," *Forensic Sci. Med. Pathol.*, vol. 8, no. 3, pp. 218–36, Sep. 2012.
- [4] L. Oesterhelweg, S. a Bolliger, M. J. Thali, and S. Ross, "Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies.," *Arch. Pathol. Lab. Med.*, vol. 133, no. 5, pp. 806–10, May 2009.
- [5] M. Iino and C. O'Donnell, "Postmortem computed tomography findings of upper airway obstruction by food.," *J. Forensic Sci.*, vol. 55, no. 5, pp. 1251–1258, 2010.
- [6] Y. Thali, S. Bolliger, G. M. Hatch, G. Ampanozi, M. J. Thali, and T. D. Ruder, "Death by biscuit--exhumation, post-mortem CT, and revision of the cause of death one year after interment.," *Leg. Med. (Tokyo)*, vol. 13, no. 3, pp. 142– 4, May 2011.
- [7] S. a Bolliger, L. Filograna, D. Spendlove, M. J. Thali, S. Dirnhofer, and S. Ross, "Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study.," *AJR. Am. J. Roentgenol.*, vol. 195, no. 5, pp. 1051–6, Nov. 2010.
- [8] A. E. Owais, T. R. Wilson, S. a Khan, J. Jaidev, I. Renwick, C. Mitchell, and J. Macfie, "Could pre-mortem computerised tomography scans reduce the need for coroner's post-mortem examinations?," *Ann. R. Coll. Surg. Engl.*, vol. 92, no. 5, pp. 422–4, Jul. 2010.

- [9] P. M. Leth, "Computerized tomography used as a routine procedure at postmortem investigations.," *Am. J. Forensic Med. Pathol.*, vol. 30, no. 3, pp. 219–22, Sep. 2009.
- [10] S. Thayyil, "Less invasive autopsy: an evidenced based approach.," *Arch. Dis. Child.*, vol. 96, no. 7, pp. 681–7, Jul. 2011.



CQ24剖検時に死後画像を用いることは有用か？

推奨グレード： C2

剖検により消失する所見、ガスの量と配置など、また、骨格など全身検索が剖検では困難な場合、画像は有用と考えられる。

死後画像から感染等、死体の取扱、特に解剖の際に安全上重要な所見が得られれば、設備・装備に検討を加える事が出来る。

骨の形状、整形外科手術の痕跡等個人識別に有用な骨所見が得られる場合がある。その情報は、解剖時に詳細な検索を可能とする。

死後画像の有用性の評価と共に、解剖に対する評価も行われている。画像診断が解剖の代替になるかと議論の一方、画像と解剖を組み合わせることにより一層の価値があるとの評価がある。

解説解剖を前提とした、死後画像の活用が有用かどうかについて検討している文献は、少なく、経験やコメントとしての記載のみであることがある。

- 1 ギザギザの弾丸や折れた骨、結核などの感染巣を示す所見は、解剖前画像として有用で有る。服装、装備など安全性や質を担保した解剖に必要な準備が可能となる。(177)
- 2 骨格など法人類学的に有意義な情報を得ることが出来る。(136)

検索式

文献. 136 Dedouit F, Telmon N, Guilbeau-Frugier C, Gainza D, Otal P, Joffre F, Rougé D. Virtual autopsy and forensic identification-practical application: a report of one case. J Forensic Sci. 2007 Jul;52(4):960-4. Epub 2007 Jun 6 177 Rutty GN, Swift B. Accuracy of magnetic resonance imaging in determining cause of sudden death in adults: comparison with conventional autopsy. Histopathology. 2004 Feb;44(2):187-9.

## CQ25

CQ25 窒息による死亡の判定に死後画像を用いることは有用か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2B

窒息死のうち、気道内腔の閉塞や外頸部の圧迫による死亡に対する死後画像検査には一定の有用性が示されている。死後 CT・MRIにて気道内の異物や腫瘍の有形物、頸部軟部組織の出血、骨・軟骨の骨折を描出することが可能であり、窒息死の判定に有用なことがある。~~る。~~必要に応じて再構成画像を用いることで更なる診断能の向上が期待できる。また、窒息の原因となりうる死後画像所見を明らかにすることは、その後の解剖の補佐的な役割を果たすと考えられる。但し、窒息死には犯罪の関与が疑われる事例もあり、死亡時の状況や外表所見、加害者の供述等を参考にして多角的・総合的な評価が必要な場合 がある。

書式変更：インデント：最初の行：6  
字

解説(窒息の定義)

法医学上の窒息は、主として特に断りがない場合、外呼吸(気道入口部から肺胞まで酸素を取込み、肺胞での血液とのガス交換までの過程)が機械的に障害された状態である外窒息と定義される。機械的外窒息は以下のように分類され、特に機械的窒息は主として 1)・5)のことを指す。

- 1) 鼻口部の閉塞
- 2) 上気道内腔の閉塞
- 3) 外頸部の圧迫(縊頸・絞頸・扼頸)
- 4) 末梢気道の閉塞(溺死など)
- 5) 呼吸運動の障害(胸腹部圧迫、気胸など)
- ~~6) 吸入する空気の異常や酸素欠乏(下水道での作業中事故など)~~
- 6) 吸入する空気の異常や酸素欠乏(下水道での作業中事故など)

本稿では 2),3),5)の死後画像について述べる。なお、4)の溺死に関する死後画像については CQ11を参照されたい。

(上気道内腔閉塞の死後画像)

鼻腔～気管内腔を占拠する異物や腫瘍といった窒息を来す有形物が死後 CT・MRIにて同定された報告がある [1-8]。例えば、Iinoらは咽頭～喉頭内 [1]、Oesterhelwegらは喉頭内 [2]、Aquilaらは気管内 [3]の気道閉塞を来す異物を死後 CTにて同定したことを報告している。また Thaliらは、死後 1年間埋葬された臍敗死体に対する CT検査を行ったところ気道内異物が認められ、結果として死因が覆った事例を報告している [4]。

異物以外に、腎癌の気管支内転移 [5]や結核の咯血 [6]といった病変や症状が窒息の原因となった可能性が死後 CTによって示された報告もある。また、顎下部の致死的な重症感染症である Ludwig anginaで軟部組織の腫脹による上気道閉塞が死後 CTで明らかとなった症例も報告さ

## CQ25

れている [7]。

気道閉塞を来した有形物に対する死後 CTの撮像スライス厚は報告によって 0.5-2mmなど様々である [1,2,9]。必ずしも極端に薄いスライス厚にする必要はないと考えられるが、矢状断や冠状断、3D画像などの再構成画像の作成に対応できる画像を得るため最低 5mm、できれば 1-2mmのスライス厚での撮像が望ましいと考える。また、窒息を来す有形物の性状評価、異物と病変の鑑別においては、非造影 CTで CT値の差を用いた評価では難しい場合があるが [2,4]、造影 CTやMRIにより付加的な情報が得られる可能性がある [2]。

死後 CT・MRIによって、外表所見からは判別不能な気道内の状態を評価することができ、気道閉塞を来す異物や腫瘤などの有形物のスクリーニングに一定の有用性が認められる。解剖の際に偏位しうる有形物の状態を客観的に評価できる。しかしながら、死後 CTにて異物などでの気道閉塞による窒息が疑われた際、安易にそれを死因と推定することは注意しなければならない。例えば、新生児の鼻口部を手で塞いで殺害した後に口腔内に葉を詰めた事例が報告されている [9]。また、場合によっては死戦期の嘔や食道からの残渣逆流、遺体の体位変換に伴う気道内有形物の移動、死後の故意的な有形物除去なども考慮にいれる必要考えられがある。窒息死を装った犯罪の関与が疑われる事例、中毒学的検査が必要となる事例などがあり、窒息死の診断には死後画像以外の情報や証拠を合わせた多角的・総合的な評価が不可欠である。

(外頸部圧迫の死後画像)

縊頸(索状物により自疏の体重で頸を圧迫)・絞頸(頸に巻いた索状物を手などで引っ張って頸を圧迫)・扼頸(索状物を使わず、手や足で頸を圧迫)に分類される外頸部の機械的圧迫において、死に至る主因は頸部血管の閉塞に伴う脳への血流・酸素供給遮断である。外頸部の機械的圧迫による窒息の画像診断では、頸部の軟部組織や骨・軟骨の評価が主体となる。これらに関する報告がいくつか見られる。

縊頸の死後画像所見として、SohailらはCTにて甲状軟骨の骨折と喉頭浮腫 [10]を、DubangらはMRIにて声帯内転と声門閉鎖 [11]を認めたことを報告している。Aghayevらは絞頸・扼頸でCTによる舌骨・甲状軟骨の骨折とMRIによる後輪状披裂筋の出血を同定した [12]。さらに、Kempterらは縊頸・絞頸による死亡例の75%で甲状軟骨・舌骨・輪状軟骨の骨折をCTで認めたと報告している[13]。なお、外頸部圧迫により死に至る機序として気道の閉塞は必須ではなく、環椎・軸椎の骨折は必ずしも認められない [10]。

また、生前・生存症例に対する外頸部圧迫のMRI所見も参考になる。Christeらは扼頸の頸部皮下・筋肉内の出血 [14]、Yenらは絞頸の皮下・筋内・リンパ節内・唾液腺内の出血、喉頭浮腫、咽頭・喉頭内の血腫 [15]を認めたと報告している。

頸部の評価においてはCT・MRIの長所短所がある。CTは骨・軟骨の評価に優れ、再構成画像で複数の断面を合わせることさらに診断能が高まる。しかし、MRIで小さな骨折を同定することは必ずしも容易ではない。一方、軟部組織の評価には組織コントラストが明瞭なMRIが推奨され

[15]、CTでは評価困難なことがある [13]。MRIで同定しうるわずかな出血などの軽微な所見が診

## CQ25

断に有益であることもあり、撮像シーケンスの選択には脂肪抑制画像を組み合わせるなどの工夫も必要である [12,15]。

死後画像にて外頸部圧迫による窒息を示唆する所見が乏しい際、死因としての窒息を除外できるわけではないという認識は重要である。死亡時の状況や外表所見、剖検所見を合わせ、複合的に診断することが求められる。

### (呼吸運動障害の死後画像)

伊藤らは、トラックと運搬車の間に体幹部を挟まれ、胸腹部圧迫に伴う呼吸運動障害により窒息死した症例を報告している [16]。死後 CTでは十二指腸周囲の少量出血や大動脈・下大静脈の扁平化を認め、外表所見である眼瞼の溢血斑や現場の情報と合わせ死因判断が下された。

### (その他)

窒息死の法医学的な外表所見である死斑や顔面・眼の溢血点などは死後画像検査で評価することは難しい。縊頸に伴う頸部の索溝は深いものであれば VR(volume rendering)などの再構成画像を参考に評価できる可能性が示されている [17]。また、内景所見として、肺・肝・腎・脳などの諸臓器が窒息に伴ってうっ血となるが、これらを検討した死後画像に関する研究は現在のところ報告されていない。また機械的窒息のうち、鼻口部閉塞による窒息を評価する死後画像の有用性は明らかになっていない。さらに一酸化炭素などの化学的窒息・内窒息(死因としては中毒に分類される)や酸素欠乏による外窒息も死後画像による判定ができない。

### 検索式

PubMedで、postmortem, forensic, CT, computed tomography, MRI, magnetic resonance imaging, asphyxia, asphyxiation, suffocation, choking, smothering, airway obstructionのキーワードを用いて検索した。また、オートプシー・イメージングガイド、Autopsy Imaging(オートプシー・イメージング)症例集を参照した。

### 文献

1. Iino M et al. Postmortem computed tomography findings of upper airway obstruction by food. J Forensic Sci. 55:1251-1258, 2010(レベル )
2. Oesterhelweg L et al. Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. Arch Pathol Lab Med. 133:806-810, 2009(レベル )
3. Aquila I et al. Virtopsy versus autopsy in unusual case of asphyxia: case report. Forensic Sci Int. 229:e1-5, 2013(レベル )
4. Thali YA et al. Death by biscuit--exhumation, post-mortem CT, and revision of the cause of death one year after interment. Leg Med (Tokyo). 13:142-44, 2011(レベル )
5. Takahashi N et al. Multiple lung tumors as the cause of death in a patient with

## CQ25

- subarachnoid hemorrhage: postmortem computed tomography study. *Jpn J Radiol.* 27:316-319, 2009.(レベル )
6. Hamano J et al. Postmortem computed tomographic (PMCT) demonstration of fatal hemoptysis by pulmonary tuberculosis--radiological-pathological correlation in a case of rupture of Rasmussen's aneurysm. *Radiat Med.* 22:120-122, 2004(レベル )
7. Lee WI et al. Post-mortem CT findings in a case of necrotizing cellulitis of the floor of the mouth (Ludwig angina). *Forensic Sci Med Pathol.* 10:109-113, 2014(レベル )
8. Iwase H et al. Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest. *J Forensic Sci.* 55:1509-1515, 2010(レベル )
9. Ruttly GN et al. The use of post-mortem computed tomography in the investigation of intentional neonatal upper airway obstruction: an illustrated case. *Int J Legal Med.* 124:641-645, 2010(レベル )
10. Sohail S et al. Postmortem computed tomography for diagnosis of cause of death in male prisoners. *J Pak Med Assoc.* 60:4-8, 2010(レベル )
11. Duband S et al. Study of endolaryngeal structures by videolaryngoscopy after hanging: A new approach to understanding the physiopathogenesis. *Forensic Sci Int.* 20:48-52, 2009(レベル )
12. Aghayev E et al. Virtopsy hemorrhage of the posterior cricoarytenoid muscle by blunt force to the neck in postmortem multislice computed tomography and magnetic resonance imaging. *Am J Forensic Med Pathol.* 27:25-29, 2006(レベル )
13. Kempter M et al. Post-mortem imaging of laryngochoyoid fractures in strangulation incidents: First results. *Leg Med (Tokyo).* 11:267-271, 2009(レベル )
14. Christe A et al. Can MRI of the neck compete with clinical findings in assessing danger to life for survivors of manual strangulation? A statistical analysis. *Legal Medicine* 12:228-232, 2010(レベル )
15. Yen K et al. Clinical forensic radiology in strangulation victims: forensic expertise based on magnetic resonance imaging (MRI) findings. *Int J Legal Med.* 121:115-123, 2007(レベル )
16. 高橋直也、塩谷清司編、Autopsy Imaging(オートプシー・イメージング)症例集、ベクトル・コア、102、2012(レベル )
17. 大友邦監修、オートプシー・イメージング読影ガイド、文光堂、82-83、2009(レベル )

# 小児死後画像

+++++

小児期死亡の状況、成人との死因の違いは何か？推奨グレード A？小児期の死亡は年間 5,000 件弱で全死亡数の 5%弱を占め、死因は先天奇形、周産期に起因する異常が多く、虐待による死亡も 1%以上は含まれている。

## 解説

### 1) 小児期死亡の状況<sup>1)</sup>

平成 24年度における我が国の 15歳未満の小児期死亡は年間 5,099人であり、同年度の総死亡数 1,256,359人の 4.1%を占めている。死亡率（人口 10万人あたりの死亡数）で見ると、0~4歳が 60.8と比較的高いが、5~9歳が 9.3、10~14歳が 8.7は全年齢の中で 1、2位の低さである。1歳未満の乳児死亡が 2,299人（小児期死亡全体の 45.1%）であり、さらに 1ヶ月未満の新生児死亡は 1,065人（同 20.9%）である。以上の出生後の死亡の他に、胎外での生存が可能な妊娠満 22週以後の死産が 3,342件、死産全体では 24,800件（自然死産 11,448件、人工死産 13,352件、小児期死亡の 4.86倍）の発生を見ている。これがわが国における小児の死後画像診断の対象となりうる事例の件数である。

2) 小児期死亡の原因<sup>2)</sup>小児期の死因構成は成人とは異なり、先天奇形 1,019人（20.0%）、不慮の事故 412人

（8.1%）が多く、全人口では最も頻度の高い悪性新生物は 295人（5.8%）にとどまっている。1歳未満の乳児に限定すると、先天奇形が 815人（小児期死亡の 16.0%、乳児死亡の 35.5%以下同様）、肺の未熟性や出血など周産期に発生した病態が 583人（11.4%、25.6%）を占め、0歳児に限られる乳児突然死症候群（Sudden Infant Death Syndrome: SIDS）は 141人（2.8%、6.1%）である。なお児童虐待による死亡は、全小児死亡の少なくとも 1%程度に及んでいると考えられる（CQ小児3参照）。

検索式全数調査の確定数の報告に基づいている。文献

1) 厚生労働省平成 24年（2012）人口動態統計（確定数）の概況（グレード A）

<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei12/>

# 小児 CQ 1

+++++  
CQ小児 1 小児の予期せぬ突然死例では死後画像を行うべきか？ 推奨グ  
レード C1 児童虐待による死亡を鑑別するために死後画像を行うべきで  
あるエビデンスレベル

## 解説

厚生省の虐待による死亡事例の報告では、平成 21年度の虐待死を 49名と報告しており、こ  
れは同年度の小児死亡総数 4,482名の約 1%にあたる( 1)。また相当数の虐待の犠牲者が、  
不慮の事故と分類されている事例の中にいると考えられている。これまでの報告によると乳児  
期の突然の死亡の 5%から 10%が虐待による死亡と推測されている( 2, 3, 4)。

これらの虐待例を見逃さないために、受傷状況の不明な乳幼児の小児期の死亡例、とくに  
SIDSや虐待による死亡が発生する乳幼児期の死亡に対しては、かねてより国内外の様々なガイ  
ドラインや声明によって、死後画像による死因究明の努力をすべきであると提言されてきてい  
る( 5 - 9)。検索式 Search postmortem imaging OR postmortem ct OR postmortem mri Filters:  
published in the last 10 years; English; Infant: birth-23 months : 291より 2-4、7-9の 6文献。加えてわ  
が国の虐待死死亡に関する報告書 1篇、代表的なガイドライン 2篇を加えた。参考文献  
1)厚生労働省子ども虐待による死亡事例等の検証結果等について(第 9次報告)。(グレード )  
[http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/dv37/index\\_9.html](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/dv37/index_9.html)

2) Distinguishing Sudden Infant Death Syndrome from Child Abuse Fatalities. Committee on child abuse  
and neglect. Pediatrics 1994;94:124e6. (グレード ) 3) Thomsen TK, Elle B, Thomsen JL.  
Post-mortem radiological examination in infants: evidence of child abuse? Forensic Sci Int. Dec  
1;90(3):223-30. 1997. (グレード )

4) Weber MA, Risdon RA, Offiah AC, et al. Rib fractures identified at postmortem examination in  
sudden unexpected deaths in infancy (SUDI). Forensic Sci Int 2009;189:75e81. (グレード )

5)日本小児科学会子どもの虐待問題プロジェクト(宮本信也委員長, 長和彦担当理事, 福永慶  
隆担当理事)子ども虐待診療手引き。(グレード )

[http://www.jpeds.or.jp/modules/guidelines/index.php?content\\_id=25](http://www.jpeds.or.jp/modules/guidelines/index.php?content_id=25)

6)日本 SIDS学会診断基準検討委員会乳幼児突然死症候群( SIDS )診断の手引き J. Jap. SIDS  
Res. Soc. Vol. 6, No. 2 2006/(グレード ) 7) American Academy of Pediatrics.

Distinguishing sudden infant death syndrome from child abuse fatalities. Committee on  
Child Abuse and Neglect. Pediatrics. 1994 Jul;94(1):124-6.(グレード ) 8) American

Academy of Pediatrics. Committee on Child Abuse and Neglect. Distinguishing sudden  
infant death syndrome from child abuse fatalities. Pediatrics. 2001 Feb;107(2):437-41. (グレ  
ード ) 9) American Academy of Pediatrics, Hymel KP; Committee on Child Abuse and

Neglect; National Association of Medical Examiners. Distinguishing sudden infant death  
syndrome from child abuse fatalities. Pediatrics. 2006 Jul;118(1):421-7. (グレード ) 7-9は  
2006年の提言に集約できる

## 小児 CQ2

+++++  
CQ小児2 小児の死後画像は死因推定に有用か？推奨グレード

C1解剖や臨床診断と相補的な死因検索手段として有用である

エビデンスレベル b

### 解説

#### 1) 小児期死亡に対する死後画像

小児期死亡の死因の構成は成人とかなり異なるものであるため、死後画像の有用性も成人の場合とは異なる可能性がある。小児期死亡に対する死後画像の有用性を検討した研究は少数にとどまっていたが、近年その数は増加しつつある。乳幼児期の単純 X線撮影による骨疾患の診断(1)、胎児・乳幼児期の死後 MRの利用については大規模な前方視研究が行われ、その成績が発表されている(2)。

#### 2) 小児突然死への死後画像の利用

乳幼児の突然死 47例に、全身の死後 CT、全身骨撮影を行い、非特異的死後変化、死因に関連する異常所見をとり、剖検所見と照合した研究では高い一致率が得られている(3)。剖検で 18例(38.3%)の死因が明らかになった。4例は虐待、12例は感染性疾患、1例が代謝性疾患、1例は消化管の捻転であった。死後 CTは 18例中 15例(83.3%)で剖検結果に一致。29例(61.7%)では死因不明で、その中の 27例は死後 CTで異常所見はなかった。虐待 4例は、2例は偶発外傷疑い、2例は全く外傷を疑われていなかった。剖検で明らかになる死因は、死後 CTでもよく描出されることがわかった。偽陽性は死後 CTで肺炎と診断した 2例、偽陰性は死後 CTで正常判定だが剖検で肺炎とされた 3例で、肺炎では解剖と死後 CTの乖離が大きい(3)。

わが国の小児の突然死の死因究明に対する PMCTの有用性を探った報告(4)では、15例の非外因死の小児の突然死(病院到着時心肺停止例)に死亡診断から 2時間以内に死後 CT(頭部 15例、胸部 11例、腹部 12例)を施行し、2例は解剖結果と照合、残り 13例は臨床的に判断された死因が所見に現れているか判定を行っている。死後 CT単独では死因の推定が困難であったが、臨床経過、臨床情報、検査値、細菌培養と併せると 15例中 14例で、臨床的に推定された死因に関連した所見が得られ、死後 CTと他の情報を併せると死因推定が高頻度に可能であると結論づけている(4)。

#### 3) 新生児への単純 X線撮影のルーチン実施

小児期の死亡例について、ルーチンに全例死後画像診断を行った場合の有効性についての報告(1)は、新生児・乳児期の単一施設の死亡例全員に死後単純 X線撮影を実施し、骨異形成、骨折、他の骨の異常の診断と評価を目的として行われた 1,027例の研究報告が存在する。結果は異常所見の発見率 12.3%で、33の偶発所見、19の意味ある所見、20の診断的所見、2例の偽陽性所見を見出したが、ルーチンに検査をしなかったら発見不可能な所見は 739例中 2例のみ(0.27%)であり、費用対効果を考慮すると全例実施は効率が悪く、合理的な死後画像実施の選択基準を設けるべきであると結論づけられている(1)。ただしこの研究では検査方法が単純 X線撮影であり、対象とする疾患が骨異形成、骨折、他の骨の異常と有病率がかなり低い疾患に限定して対象としているものであり、発見率の低さは検査の感度や特異性ではないことには留意しておくべきである。

#### 4) 死後 MRの診断精度のシステムチェックレビュー



## 小児 CQ2

小児期死亡に対する死後画像の評価が最も進んでいるのは英国における一連の死後 MRの研究である(2, 5)。死後MRの正確性、受容性、費用対効果を見定めるためのシステムチックレビュー(5)では、539論文から対象基準を満たした9研究の患者を抽出、胎児146例、小児11例を成人24例と比較して検討している(5)。死後MRによる死因または臨床上もっとも重要な所見を検出する感度と特異性は、胎児ではそれぞれ69%と95%、小児では28%と64%、成人では28%と64%であり、胎児では比較的高い感度と特異性が認められたものの、出生後の小児や成人では高くなかった(5)。

このシステムチックレビューより死後MRについての、それまで公刊されているデータは少数で、多様であり、スタディデザインも良くなく、承諾率と経済性のデータは不十分だったことが明らかにされ、死後MRの価値をより厳密に評価し、最小限の侵襲による限定的な解剖と併せて従来解剖を代替しうるかを検討する、次の大規模前方視研究が行われた(2)。

### 5) 死後MRによる大規模前方視研究の成績

ロンドンの2つのセンターで4年半の期間に対象を限定せず、24週以前、24週超の胎児、16歳未満の小児に、全身の死後MRを実施し、死後MRに加えて臨床経過、生前と死後の検体検査、他の画像検査などを合わせて判断した場合、死亡と関連する主要な病的所見の描出が通常解剖とどの程度一致するかを評価している(2)。

胎児が277例、小児123例の合計400例が対象となり、357例(89.3%, 95% CI 85.8-91.9)で死後MRが通常解剖と一致した。年齢別に見ると24週以下の胎児は175/185例(94.6%, 90.3-97.0)、24週超では88/92例(95.7%, 89.3-98.3)、新生児は34/42例(81.0%, 66.7-90.0)、生後1ヶ月超の乳児45/53例(84.9%, 72.9-92.1)、1歳~16歳では15/28例(53.6%, 35.8-70.5)と、低年齢ほど良好な一致率が得られている(2)。

165例(41%)では従来法の解剖は不要と判定されたのち解剖され、死後MRと従来法の解剖との一致率は99.4%と高かった(2)。

死後MRは臨床経過や検査値などと合わせて判断すると、年長児では正確さが低下するものの、胎児、新生児、乳児の死因と主要な病的所見の描出においては従来法の解剖に匹敵し、また家族からの承諾が得られやすく、症例を選択すれば従来法の解剖の代替手段となりうると結論づけられている(2)。検索式 Search postmortem imaging OR postmortem CT OR postmortem MRI Filters: published in the last 10 years; English; Infant: birth-23 months : 291より5文献を選択。参考文献

1) Arthurs OJ, Calder AD, Kiho L, Taylor AM, Sebire NJ. Routine perinatal and paediatric post-mortem radiography: detection rates and implications for practice. *Pediatr Radiol*. 2013 Nov 8.

2) Thayyil S, Sebire NJ, Chitty LS, Wade A, Chong W, Olsen O, Gunny RS, Offiah AC, Owens CM, Saunders DE, Scott RJ, Jones R, Norman W, Addison S, Bainbridge A, Cady EB, Vita ED, Robertson NJ, Taylor AM; MARIAS collaborative group. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *Lancet*. 2013 Jul 20;382(9888):223-33. 3) Proisy M, Marchand AJ, Loget P, Bouvet R, Roussey M, Pel F, Rozel C, Treguier C, Darnault P, Bruneau B. Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. *Eur Radiol*. 2013

## 小児 CQ2

- Jun;23(6):1711-9. CC (症例対照研究) レベル b : 分析疫学の研究 : 症例対照研究 , 横断研究
- 4) Oyake Y, Aoki T, Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Akutsu H, Yamazaki K. Postmortem computed tomography for detecting causes of sudden death in infants and children: retrospective review of cases. *Radiat Med.* 2006 Aug;24(7):493-502. 5) Thayyil S, Chandrasekaran M, Chitty LS, Wade A, Skordis-Worrall J, Bennett-Britton I, Cohen M, Withby E, Sebire NJ, Robertson NJ, Taylor AM. Diagnostic accuracy of post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, children and adults: a systematic review. *Eur J Radiol.* 2010 Jul;75(1):e142-8. ( レベル 3a ) 類似文献 )
- 8) Thayyil S Less invasive autopsy: an evidenced based approach. *Arch Dis Child.* 2011 Jul;96(7):681-7.
- 9) Addison S, Arthurs OJ, Thayyil S. Post-mortem MRI as an alternative to non-forensic autopsy in foetuses and children: from research into clinical practice. *Br J Radiol.* 2014 Jan 10.
- 10) Thayyil S, Sebire NJ, Chitty LS, Wade A, Chong W, Olsen O, Gunny RS, Offiah AC, Owens CM, Saunders DE, Scott RJ, Jones R, Norman W, Addison S, Bainbridge A, Cady EB, Vita ED, Robertson NJ, Taylor AM; MARIAS collaborative group. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *Lancet.* 2013 Jul 20;382(9888):223-33. 11) Thayyil S, Chandrasekaran M, Chitty LS, Wade A, Skordis-Worrall J, Bennett-Britton I, Cohen M, Withby E, Sebire NJ, Robertson NJ, Taylor AM. Diagnostic accuracy of post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, children and adults: a systematic review. *Eur J Radiol.* 2010 Jul;75(1):e142-8. ( レベル 3a )
- 12) Thayyil S, Sebire NJ, Chitty LS, Wade A, Olsen O, Gunny RS, Offiah A, Saunders DE, Owens CM, Chong WK, Robertson NJ, Taylor AM. Post mortem magnetic resonance imaging in the fetus, infant and child: a comparative study with conventional autopsy (MaRIAS Protocol). *BMC Pediatr.* 2011 Dec 22;11:120.

## 小児 CQ3

+++++  
CQ小児3 児童虐待の診断に死後画像は有効か？推奨グレード B臨床的に疑われていなかった虐待例を発見する契機となりうるため、乳幼児の予期せざる死亡例では死後 CT等により頭蓋内出血や骨折の有無を確認すべきである。エビデンスレベル 3b

### 解説

児童虐待が疑われている事例で身体損傷の存在を証明し、また予期せざる小児の突然死例の中から虐待を受けていた事例を発見するための死後画像診断はかなり以前から行われてきた。すでに 1984年に米国マサチューセッツ州ウースター、ボストンで 12例の死因未解明の乳児死亡例で全身骨撮影を行って 10例、34箇所の骨折を発見し、8例中 6例の死因判断と有罪例 5例中の 4例の刑事訴追に影響していたことが報告されている(1)。

わが国の単一施設での予期せぬ乳幼児死亡 38例に対する保護者承諾に基づく死後 CTの結果では、3例に急性硬膜下血腫と混在する頭蓋骨骨折、鎖骨骨折が認められ、臨床的には想定されていなかった児童虐待を疑う契機となったことが報告されている(2)。

2歳以下の虐待 8例に対して死亡から 24時間以内の死後 MRを施行し解剖所見と比較した結果では、非偶発的外傷の 8例で、脳浮腫、脳挫傷、shearing injury、虚血、梗塞は MRIで良好に示された。解剖の方がくも膜下血腫、縫合離開、頭蓋外損傷、とても小さな硬膜下血腫の検出に優れており、死後 MRIは局所的な異常を検出し、断面の選択に有効であり、半数で死後 MRの併用で追加的な情報が得られた。

### 検索式

PubMed検索期間指定なし

#1 Search child abuse AND (postmortem imaging OR postmortem ct OR postmortem mr OR postmortem radiographs) : 55件より 3文献を選択。参考文献

1) Kleinman PK, Blackbourne BD, Marks SC, Karellas A, Belanger PL. Radiologic contributions to the investigation and prosecution of cases of fatal infant abuse. N Engl J Med. 1989 Feb 23;320(8):507-11. (グレード b) 2) Noda Y, Yoshimura K, Tsuji S, Ohashi A, Kawasaki H, Kaneko K, Ikeda S, Kurokawa H, Tanigawa N. Postmortem computed tomography imaging in the investigation of nontraumatic death in infants and children. Biomed Res Int. 2013;2013:327903. (グレード ) 3) Hart BL, Dudley MH, Zumwalt RE. Postmortem cranial MRI and autopsy correlation in suspected child abuse. Am J Forensic Med Pathol. 1996 Sep;17(3):217-24. (グレード )

## 小児 CQ4

+++++  
CQ小児4 児童虐待に見られることの多い頭部損傷はなにか？推奨グレード  
B硬膜下出血であり、とくに半球間裂のものが児童虐待との関連性が高いエビ  
デンスレベル？

### 解説

児童虐待による頭部外傷は、偶発外傷による頭部外傷より受傷年齢が低く解剖学的な特質が異なること、暴力的な振盪など受傷機転が異なること、などから偶発外傷の際に生ずる頭部外傷とは形態が異なることが予想される。児童虐待で生じやすい頭部損傷について知ることは虐待の存在を推定する際の基礎となる。

この問題は2つの生体でのメタアナリシスに集約されている(1, 2)。

Kempらの21研究のメタアナリシス(1)では、それぞれの損傷形態について虐待群と偶発外傷群のオッズ比を求めており、その結果、硬膜下血腫のオッズ比が8.2と高く、硬膜下血腫の部位別に見ると、半球間裂、頭頂部、後頭蓋窩のオッズ比はそれぞれ7.9、4.9、2.5と算出され半球間裂場合に硬膜下血腫の比率が高いことが示されている。低酸素虚血性損傷、脳浮腫のオッズ比は3.7、2.2と、これも虐待群で高い(1)。一方、くも膜下出血は虐待群と偶発外傷群でほぼ等しく、硬膜外出血はオッズ比が0.1と圧倒的に偶発外傷群の頻度が高い(1)。

Piteauらのメタアナリシスでも、虐待群の非虐待群に対する硬膜下血腫のオッズ比は8.90と頭蓋内損傷の中ではもっともオッズ比が高い。低酸素虚血性損傷、脳浮腫のオッズ比は4.79、2.05と虐待群で高いが、くも膜下出血とびまん性軸索損傷はそれぞれ1.31、0.83と両群の差が小さく、硬膜外出血は0.13、頭蓋骨骨折単独0.01と偶発外傷群の方が多く認められている。

以上の様に硬膜下出血、とくに半球間裂のものが虐待による頭部外傷として特徴的であることがわかる。死後画像での検討はいまだ少数で散発的なものにとどまっている。

### 検索式

Search (("child abuse" AND (abusive head trauma OR intracranial hemorrhage))) AND ((ct OR mri)) :  
122 Search (("child abuse" AND (abusive head trauma OR intracranial hemorrhage))) AND  
postmortem imaging : 9より2文献を選択。この中から本テーマに関連する2文献を選択した。参考文献

- 1) Kemp AM, Jaspan T, Griffiths J, Stoodley N, Mann MK, Tempest V, Maguire SA.  
Neuroimaging: what neuroradiological features distinguish abusive from non-abusive head trauma? A systematic review. Arch Dis Child. 2011 Dec;96(12):1103-12.
- 2) Piteau SJ, Ward MG, Barrowman NJ, Plint AC. Clinical and radiographic characteristics associated with abusive and nonabusive head trauma: a systematic review. Pediatrics. 2012 Aug;130(2):315-23.CQ4
- 3)

## 小児 CQ5

+++++  
CQ小児5 児童虐待との関連性が高い骨損傷はなにか？ 推奨グレード B骨幹端骨折、肋骨骨折  
(後方にも存在し陳旧性のものを含むもの)の関連性が高いエビデンスレベル？

解説(児童虐待と関連の深い骨折)

この問題に関するメタアナリシスは生体のものに限定される。Kempらは、小児の虐待と非虐待例の骨折を比較したシステマチックレビューを行い、32研究の結果から特定部位の骨折を見た際に、それが虐待に起因する確率を推計している(1)。それによると肋骨骨折が71%、上腕骨骨折が48%、頭蓋骨骨折が30%、大腿骨骨折が28%と推計され、肋骨骨折を見た時の虐待の可能性が高いことが示されている(2)。骨幹端骨折の推計値は示されていない。

Piteauらのメタアナリシスでは、虐待群と非虐待群のオッズ比は骨幹端骨折で15.06、肋骨骨折は9.84、長管骨骨幹部骨折は4.344と報告されている(2)。いずれも生体での研究であるため、死後画像の解釈の際にオッズ比などをそのまま援用するわけにはいかないが、骨幹端骨折、肋骨骨折と虐待との関連性が高いことは示される

(2)。(虐待、蘇生過程による肋骨骨折の鑑別)小児の予期しない突然死で肋骨骨折を見た際には、それが蘇生過程で生じたものか、虐待により生じたものなのかの判断が必要となる。

単一施設 10年 546例の小児期の予期しない突然死での検討では、24例(4%)に肋骨骨折が認められ、そのうち15例(3%)は陳旧性の骨折で、そのうち10例(67%)には虐待の存在を強く示唆する他の所見が存在していた(3)。新鮮な骨折は9例に認められ、このうち2例は虐待が疑われたが、7例(78%)は蘇生過程の胸骨圧迫によって生じていると考えられた(3)。蘇生による肋骨骨折は肋骨の前方から側方に生じるのに対し、虐待による骨折は前方・側方に加え後方にも生じていた(3)。肋骨骨折は、後方にも存在し陳旧性のものを含むときに、虐待により生じた可能性が高いと考えられる。検索式 Search ("child abuse" AND bone fracture) Filters: Systematic Reviews: 16より 3文献を選択。参考文献

- 1) Kemp AM, Dunstan F, Harrison S, Morris S, Mann M, Rolfe K, Datta S, Thomas DP, Sibert JR, Maguire S. Patterns of skeletal fractures in child abuse: systematic review. *BMJ*. 2008 Oct 2;337:a1518. (エビデンスレベル 3a)
- 2) Piteau SJ, Ward MG, Barrowman NJ, Plint AC. Clinical and radiographic characteristics associated with abusive and nonabusive head trauma: a systematic review. *Pediatrics*. 2012 Aug;130(2):315-23. (エビデンスレベル 3a)
- 3) Weber MA, Risdon RA, Offiah AC, Malone M, Sebire NJ. Rib fractures identified at post-mortem examination in sudden unexpected deaths in infancy (SUDI). *Forensic Sci Int*. 2009 Aug 10;189(1-3):75-81.(エビデンスレベル 3b)