

# 死後画像読影ガイドライン

## 序文

本ガイドラインは平成 24 年度厚生労働科学研究補助金(厚生労働科学特別研究事業)「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」(兵頭班)が日本医学放射線学会・日本法医学会・Ai 学会と協力して作成に取り掛かり、平成 25 年度からは厚生労働科学研究補助金(地域医療基盤推進研究事業)「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」(兵頭班)としてさらに研究を進めたものです。死後画像診断に携わる医師・関係者にとってこの診断ガイドラインが今後一定の指針になるとともに死因究明制度のガイドとなるように編集・作成委員の先生方と推敲・校正を進めました。既に国内では死後画像が撮像され死後画像読影に携わる先生が様々な事例について読影に難渋していることを伺い、未完成ながら昨年度末に死後画像読影ガイドライン 0 版を提示し、細部の変更を経て本原案を提示することとなりました。

死後画像は国内では先駆者の提言をもとに死亡時画像診断(オートプシーイメージング: Ai)と称されることがあります。本ガイドラインでは主に医療機関外で亡くなったご遺体を対象としており、院内死亡とは異なりある程度死後経過時間が過ぎたご遺体が主な対象となっております。そこで死後画像として語句を統一して提示しております。従いまして、病院や療養所等医療機関内死亡に関しましては今回の読影ガイドラインの対象外となり、本ガイドラインを用いると誤った判定に陥る可能性もあり、使用に際しましては読影者の責任の範疇でご活用くださいますようお願いいたします。

最後に、日常診療・実務・研究・教育にお忙しい中、本ガイドライン作成のための膨大な作業に取り組んでいただきました作成委員の皆様にご心より感謝申し上げます。

平成 26 年 10 月

厚生労働科学研究 「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」

代表研究者 兵頭秀樹

## 序文

我が国においても死因究明制度に関する法律が制定され、内閣府の主催により開催された「死因究明等推進計画検討会」の最終報告書が、平成 26 年 4 月に公表された。この報告書の中でも、死亡時画像診断や薬物および毒物に係わる検査など死因究明のための科学的調査の活用の必要性が指摘されている。しかし、死亡時画像診断は、死後変化など生体での画像診断とは異なる要素を理解したうえで診断する必要があり、厚生労働省は関連学会や日本医師会を中心とする研修会セミナーの開催を推進している。

本ガイドラインは、厚生労働省科学研究補助金による「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」(兵頭班)の中の事業として、日本医学放射線学会、日本法医学会およびオートプシーイメージング学会の協力のもとに作成された。本書は、実際に死後画像を読影する医師が手元に置き、読影の際の指針となることを目的に作成されている。死後画像診断は、亡くなってから画像が撮影されるまでの時間、ご遺体が安置された温度や湿度などの状況によっても大きく影響される。さらに死因が、内因死か、あるいは外因死かによっても診断精度が異なることが指摘されている。死因究明については、あくまでも解剖のみが必要であるとする極端な意見もある。しかし、死後画像と解剖は、あくまでも互いに補完する役割を担い、正確な解剖による死因究明においても死後画像は必要である。さらに死後画像診断に関しては、現在、我が国では一部の施設を除いて CT 装置のみで実施されているが、MRI 装置も死後画像診断に用いられるとその精度は確実に向上することが知られている。本ガイドラインの中にも、MRI 装置による診断精度の向上についても記載されており、ぜひ一読頂きたい。

今後、本邦では法制度のもとで死因究明制度が全国的に実施されるようになると、死後画像読影ガイドラインの必要性が益々高まると言える。今回の第一版では、関連学会の会員を中心にパブリックコメントを聴取し、今後、死後画像診断に携わる医師の意見を広く取り入れたガイドラインとしたいと考えている。死後画像診断が、解剖とともに我が国における死因究明制度において重要な役割を担い、その結果が国民の生命を守るために活用されることを心から願っている。

平成 26 年 8 月 15 日

日本医学放射線学会理事 今井 裕

## 死後画像読影ガイドライン平成 26 年度版発刊にあたって

この死後画像読影ガイドラインは兵頭秀樹先生を代表研究者とする、厚生労働科学研究「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」の一環として作成されたものです。

作成委員は放射線医学、救急医学、法医学各分野の第一線で実際に死後画像を活用して活躍していらっしゃる先生方をお願いしました。

もとよりこのガイドラインは死後画像読影の必要な状況において、適切な判断を行うため、あらゆる分野の読影者を支援する目的で、系統的に作成された文書です。ガイドラインはあくまでガイドラインであり、いかなる状況でも準拠せねばならないものではなく、また、盲目的に準拠しても決してより良い読影ができるものではありません。さらに、エビデンスとの関連性がいかに明確になっている項目といえども、読影に活用するに当たっては、慎重な解釈と自己判断を踏まえた上で適用する必要があります。

このガイドラインは第一版であり、項目、内容共に多いに改善の余地があるものと考えます。法医学分野で使用する先生方は、読影の際の参考にすると共に積極的に意見を出していただき、より良いものにしていただきたいと思います。

日本法医学会  
九州大学 教授 池田典昭

# 死後画像読影ガイドライン作成委員一覧

## ◆ 委員長

高橋直也	教授	新潟大学大学院保健学研究科	放射線技術科学
小熊栄二	部長	埼玉県立小児医療センター	放射線科

## ◆ 副委員長

兵頭秀樹	特任講師	札幌医科大学	法医学講座
------	------	--------	-------

## ◆ 編集・作成委員

池田典昭	教授	九州大学大学院医学研究院	法医学分野
今井 裕	教授	東海大学医学部専門診療学系	画像診断学
渡邊智	准教授	札幌医科大学	法医学講座

## ◆ 作成委員 (50 音順)

飯野守男	准教授	慶應義塾大学	法医学講座
石田尚利	医長	東京都教職員互助会 三楽病院	放射線科
伊藤 憲佐	部長	亀田総合病院救命救急センター	救命救急科
阪本奈美子	准教授	弘前大学	法医学講座
塩谷清司	科長	筑波メディカルセンター病院	放射線科
七戸康夫	部長	北海道医療センター	救命救急センター 救急科
主田英之	講師	兵庫医科大学	法医学講座
平澤 聡	助教	群馬大学医学部附属病院	放射線部
槇野陽介	講師	東京大学大学院医学系研究科	法医学教室
村上友則	助教	長崎大学	放射線診断治療学
山本正二	代表理事	Ai 情報センター	

## 目次

### イドライン作成の経緯・手順・活用方法について エビデンスレベルと推奨度(文献検索法) **死後画像診 断ガイドライン**

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？	11
CQ2 死後頭部 CT で頭蓋内に認められる高吸収域は すべて頭蓋内出血と診断してよいか？	14
CQ3 死後 CT にて心血管内に認められる血液就下・凝血塊は血栓症と鑑別できるか？	16
CQ4 死後画像診断の際、外因死を示唆するために有用な所見は何か？	20
CQ5 死後画像診断の際、外因死を全て除外することができるか？	26
CQ6 死後画像診断の際、内因死の判定に有用な所見は何か？	28
CQ7 死後画像診断の際、外傷の判定に有用な所見は何か？	30
CQ8 死後画像診断の際、頸椎損傷の判定に有用な所見は何か？	33
CQ9 非造影死後 CT のみで死因を急性冠症候群と確定診断できるか？	37
CQ10 死後画像診断の際、急性冠症候群を検出する画像診断モダリティと その判定に有用な所見は何か？	39
CQ11 死後 CT で死因となる血性心タンポナーデを診断可能か？	41
CQ12 死後 CT で死因となるくも膜下出血を診断可能か？	44
CQ13 死後 CT で死因となる脳出血を診断可能か？	47
CQ14 大動脈瘤破裂・大動脈解離は死後画像を用いて死因として確定できるか？	49
CQ15 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？	52
CQ16 死後画像診断の際、低体温症の判定に有用な所見は何か？	54
CQ17 死後画像診断の際、飢餓の判定に有用な所見は何か？	57
CQ18 死後画像診断の際、悪性腫瘍の診断は可能か？	60
CQ19 死後画像診断の際、悪性腫瘍による直接死因を診断することは可能か？	63
CQ20 死後画像診断の際、肺炎の判定に有用な所見は何か？	66
CQ21 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？	68
CQ22 胃内薬物の検出に死後画像を用いることは有用か？	72
CQ23 体内液体の検出・定量に死後画像診断を用いることは有用か？	74
CQ24 体内ガスの検出・定量に死後画像を用いることは可能か？	77
CQ25 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？	80
CQ26 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？	82
CQ27 検案時に死後画像を用いることは有用か？	83
CQ28 解剖時に死後画像を用いることは有用か？	86

## 小児死後画像撮影ガイドライン 小児期死亡状況と死因構

成	89	CQ 小児 1	小児の予測
不能な突然死例では死後画像を行うべきか？	90	CQ 小児 2	小児の死
後画像は死因推定に有用か？	92	CQ 小児 3	児童虐
待の診断に死後画像は有効か？	95	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？	96		
CQ 小児 5	98		児童虐待との関連性が高い骨損傷はなにか？

## ガイドライン作成の経緯・手順・活用方法について

本ガイドラインは平成 24 年度厚生労働科学研究補助金(厚生労働科学特別研究事業)「医療機関 関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」(兵頭班)が日本医学放射線学会・日本法医学会・Ai 学会と協力して作成に取り掛かり、平成 25 年度からは厚生労働科学研究補助金(地域 医療基盤推進研究事業)「医療機関外死亡における死後画像診断の実施に関する研究」(兵頭班) としてさらに研究を進めたものである。

この読影ガイドラインは、広く“死後画像診断/読影に携わる医師”を対象として作成されている。ガイドライン作成委員会では、最新のデータベースから文献を解析し各文献についての構造化抄録を作成、その結果を基に現場で読影の際問題となる(であろう)設問(clinical question: CQ)を作成した。各 CQ に対しては、可能な限り具体的・客観的データを提示し回答する構成をとり、推奨グレードも提示している。推奨グレードについては、“状態評価”と“死因判定”の項目を設け、死後画像の役割についても十分配慮した。各 CQ には詳細な解説を加え、状態の背景や画像所見の特徴所見並びに鑑別すべき病態・疾病・状態についても提示した。参考文献についてはその検索式を提示するとともに、作成委員会で必要と判断した文献についても可能な限り提示した。担当ガイドライン委員による追加コメントは該当 CQ 解説末に 印を付して記した。

小児死後画像読影ガイドラインについては、項目を別途設けて作成した。そこでは、概説的な小児期死亡と成人の死因の構成の違いに始まり、突然死・死因推定・小児虐待について解説した。推奨グレードについては、検査/読影を実施することによる不利益が生じないこと、並びに実施することで少しでも死亡原因につながる所見が明らかになることを考慮し、“推奨グレード B”として記載した。わが国で始まる“小児死亡の全症例に対する死亡時画像診断(Ai)の実施”に向けた取り組みを見据えた小児死後画像読影ガイドラインになっていると考える。今後更に症例が蓄積されることで、次版以降のガイドラインでは更に詳細な検討が可能となるガイドラインになると考えられる。

本ガイドラインでは主に医療機関外で亡くなったご遺体を対象として作成されており、院内死亡についての読影ガイドラインは作成項目に含まれていない点に注意が必要である。従って、病院や療養所等医療機関内死亡に関して本ガイドラインを用いる場合は、読影医師の責任の範疇で活用されることが望まれる。また、死体検案書作成に際しては、死亡の原因について内因性か外因性からの判定は CT 画像のみでは不可能であり、少しでも不明な点が残される場合には“不詳”を選択し解剖等による詳細な検討を促すように努めることが求められている。実施の先生の慎重な判定が期待される。



## エビデンスレベルと推奨度(文献検索法)

本ガイドラインでは文献検索を以下のように行った。

PubMed にて、“postmortem” “CT” “imaging” “autopsy” “cause of death”を用いて 10 年間の検索を行い、表題および抄録を評価して 181 論文を選出した。各文献は CQ を担当する作成委員が抄録を作成し、GLGL ver.4 に提示されている科学的根拠に基づく文献のエビデンスレベルの分類法に準じて評価した。各作成委員は、最初を選出した論文に加え、二次資料を追加し、各 CQ に記載した。以上の作業によって得られた結果などと日本における現在の状況を参照し、表に示す分類法に則って推奨度を決定し、本文中に適宜表記した。

本ガイドラインで使用しているエビデンスレベルおよび推奨グレードについて エビデンスレベルの分

類

GLGL ver.4

- I システマティック・レビュー/メタ・アナリシス
- II 一つ以上のランダム化比較試験による
- II ランダム化比較試験による
- III 非ランダム化比較試験による
- IV 分析疫学的研究(コホート研究や症例対照研究による)
- V 記述研究(症例報告やケースシリーズ)による
- VI 患者データに基づかない、部門委員会や専門家個人の意見

診断レベル・勧告の強さの分類

- A 死後画像で確実に診断が可能である。/行うよう強く勧められる。
- B 死後画像が診断する上で非常に有用である。/行うよう勧められる。
- C1 死後画像が診断する上で有用である。/行うことを考慮してもよいが十分な科学的根拠はない。
- C2 他の状態と鑑別を要するため、慎重な評価が必要である。/科学的根拠がないので、勧められない。
- D 診断することは難しい。/行わないよう勧められる。

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？

推奨グレード C1

死後画像診断においては、生体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。生体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。(部位別のまとめは次ページ表参照) 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。

解説

死後画像は死後変化の影響をうけるため、通常臨床で取り扱う生体画像とは異なる所見が多くみられる。心肺蘇生術を行うとそれによる変化が加わる(CQ23-25)。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。

(死後変化とは) 生物学的な死亡は、循環及び呼吸の停止、脳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。死後比較的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(数日以後)を晩期死体現象と呼ぶ。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、血管内や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。肺野や頭蓋内の静脈洞で高頻度に認められる。一方晩期死体現象は、自己融解・腐敗、白骨化、死蟻化・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し、血管や臓器、軟部組織に著明な空気像が認められる。空気の検出にすぐれている CT では、画像上、晩期に至る前の比較的早期(死後数時間)から描出されることがある。

(死後画像所見について) 死後画像所見は、死因、蘇生術後変化、死後変化に大別される。蘇生術後変化とは、心肺停止

状態の傷病者に対する胸骨圧迫(閉胸式心臓マッサージ)や人工呼吸、その他の処置等に伴う変化のことを指す(CQ23-25)。生体画像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(血液就下(CQ3)、腐敗によるガス像など)を下表に示す。こうした死後変化は、死後画像において非特異的な所見であり、異常所見ではないことが多い。[1,2]

表 非外傷性死亡の死後 CT でよく認める所見(文献[1,2]より、一部改変)

	頭部	胸部	腹部
死因	脳出血 クモ膜下出血	大動脈解離、大動脈瘤破裂 虚血性心疾患(ポンプ失調による肺水腫) 肺動脈血栓 塞栓(肺門部肺動脈の拡張)	大動脈瘤破裂 腹腔内遊離ガス(消化管穿孔)
蘇生術後変化	脳血管内ガス	心大血管内ガス 肋骨骨折	肝血管(門脈、肝静脈)内ガス 消化管拡張
死後変化 (非特異的所見)	皮髄境界不明瞭化 脳浮腫 血液就下(静脈洞)	血液就下(心大血管、肺) 右心系拡張 大動脈壁高 吸収化	肝内ガス像
晩期死後変化	腐敗(血管内ガス)	腐敗(血管内ガス)	腐敗(血管内ガス)

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。[1]

尚ここでは特徴的な所見を列挙し、いわゆる「正常」について示したものである。したがってすべてを網羅しているわけではないことを注意すべきである旨付記する。

(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)との2回 CT を撮影した画像について肺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が指摘されている。死亡直後の CT は死後変化の影響が少ないため、死因や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。複数回の CT 検査を行い解剖所見と比較することによって、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。[3]

尚、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と考える。

## 検索式・参考にした二次資料

postmortem, CT. imaging, autopsy, cause of death; 過去 10 年で検索

## 文献

1. Christe A, et al: Clinical radiology and postmortem imaging (Virtopsy) are not the same: Specific and unspecific postmortem signs. Leg Med 12(5):215-22, 2010 (レベル )
2. 塩谷清司 ほか: オートプシー・イメージング 死後画像所見は死因、蘇生術後変化、死後変化に大別される . 画像診断 30(1):106-20, 2010 (レベル )
3. Shiotani S, et al: Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Leg Med 13(3):151-5, 2011 (レベル )

CQ2 死後頭部 CT で頭蓋内に認められる高吸収域はすべて頭蓋内出血と診断してよいか？

### 推奨グレード C2

死後頭部 CT では、死後変化や出血以外の病態で出血に似た高吸収域を呈する場合があります、慎重な判断が必要である。死後変化として血液就下が生じ、背側の静脈洞が高吸収域を呈する。また、急性期脳梗塞などの脳浮腫を伴う疾患で脳槽が高吸収域を呈する場合があります。こうした高吸収域を出血と鑑別する必要がある。

### 解説

#### (背景)

頭蓋内出血に対する CT の有用性は臨床的に確立されている。頭蓋内の出血は高吸収域として描出されるが、死後 CT では出血以外に、通常死後変化や他の病態に伴う高吸収域が存在することから、頭蓋内出血と鑑別する必要がある。

#### (死後変化としての頭蓋内高濃度)

死後頭部 CT では、死後変化として静脈洞内に生じた血液就下が高濃度に描出される[1-6]。こうした高吸収域をくも膜下出血と診断し解剖が行われたが、CT 上の高吸収域が正常な静脈洞やうっ血した小脳テントであった例が報告されている[6, 7]。特に新生児や乳幼児では脳の含水率が高いため、血液就下がより高濃度に認識される。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、背側に左右対称性に存在することが多い。

#### (脳浮腫に伴う頭蓋内高濃度)

急性期脳梗塞などの脳浮腫を伴う疾患で、脳槽に高吸収域が出現する場合があります、pseudo-subarachinoid hemorrhage として知られている[8]。脳浮腫を伴う急性期脳梗塞で死亡し、死後 CT が行われた場合、こうした所見が出現すると考えられる。

### 検索式・参考にした二次資料

Pubmed にて、postmortem CT, postmortem change, hypostasis, pseudo subarachinoid hemorrhage 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やその他に有用な論文を追加した。

### 文献

1. Smith AB, et al: Common and expected postmortem CT observations involving the brain: mimics of antemortem pathology. AJNR Am J Neuroradiol 33(7):1387-91, 2012 (レベル V)

2. Yen K, et al: Post-mortem forensic neuroimaging: correlation of MSCT and MRI findings with autopsy results. *Forensic Sci Int* 173(1):21-35, 2007 (レベル IV)
3. Levy AD, et al: Postmortem imaging: MDCT features of postmortem change and decomposition. *Am J Forensic Med Pathol* 31(1):12-7, 2010 (レベル V)
4. Takahashi N, et al: Quantitative analysis of intracranial hypostasis: comparison of early postmortem and antemortem CT findings. *AJR Am J Roentgenol* 195(6):W388-93, 2010 (レベル IV)
5. Jackowski C, et al: Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med* 120(4):233-40, 2006 (レベル IV)
6. 小林雅彦ほか: 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*. 27:617-9, 2003 (レベル V)
7. Kibayashi K, et al: Dural hemorrhage of the tentorium on postmortem cranial computed tomographic scans in children. *Forensic Sci Int* 154(2-3):206-9, 2005 (レベル V)
8. Yuzawa H, et al: Pseudo-subarachnoid hemorrhage found in patients with postresuscitation encephalopathy: characteristics of CT findings and clinical importance. *AJNR Am J Neuroradiol* 29(8):1544-9, 2008 (レベル III)

CQ3 死後 CT にて心血管内に認められる血液就下・凝血塊は血栓症と鑑別できるか？

推奨グレード C2

死後 CT/MRI では心臓や血管内腔に循環停止に伴う死後変化である血液就下や凝血塊といった所見をしばしば認める。これらは生体の血栓症と類似する所見を呈することがあり、ややもすれば診断を誤る可能性が十分に考えられる。死後変化としての血液就下や凝血塊、病態としての血栓症それぞれに特徴的な所見を述べた報告は散見されるが、現時点で死後 CT/MRI (特に非造影) による血栓症の診断は慎重に下す必要がある。

#### 解説

(血液就下・沈降 (hypostasis, sedimentation))

血液就下(血液沈降)は、死後の循環停止に伴って心臓や血管内腔で血清成分と血球成分が分離する現象で、死後 CT では重力側の高濃度域と非重力側の低濃度域が鏡面形成を伴って認められる[1]。死後 MRI では死後経過時間などにより信号強度が一定ではないものの、T2WI にて重力側の低信号域(沈降する赤血球に含まれるヘモグロビンの鉄分を反映)と非重力側の高信号域として同定される[2]。死後 CT での血液就下は症例により明瞭さが異なり、生前の血清フィブリノゲン値が影響するという報告もある[3]。また、遺体の体位変換、遺体の保存状態(温度など)にも影響を受けると思われる。

(血管内凝血塊 (clotting)) 死戦期が長い場合、慢性疾患で死亡した場合において、死後変化として心臓や血管内腔に凝

血塊を形成するとされる。凝血塊自体は様々な形態・性状を示し、しばしば肺動脈血栓のような「鋳型様」の高濃度円柱状構造物が認められる[4-7]。凝血塊形成は緩徐な死後変化であるとされ、凝血塊内部に血液就下が認められることもある。広範な凝血塊内には血球成分が多く含有されることから、並行して生じる血液就下は不明瞭となる。また、死亡状況や遺体の置かれた温度などによっても影響され、例えば焼死や凍死においても凝血塊を認めることがある[8,9]。なお、血液就下と凝血塊はCTよりMRIで同定しやすい[2]。

#### 血栓症との鑑別

(肺動脈血栓症)

高橋らは、死後 CT で肺動脈血栓塞栓症を疑い、解剖で証明された症例を報告している。死後 CT では肺門部肺動脈の拡張と末梢肺動脈の急激な狭小化の所見を認めた[10]。臨床研究では、急性の肺動脈血栓塞栓症の診断に非造影でもある程度血栓を同定することができるという報告がある[11,12]。血栓は中枢側の肺動脈で同定しやすく、血栓の濃度は高吸収から低吸収まで様々であるとされる。肺血栓塞栓症に伴う肺高血圧を反映して肺動脈の拡張、右心系の拡大が二次的

な所見として CT で認められることがあるが、右心系の拡大は循環停止による死後変化としても認められるため注意が必要である[13]。生前からの血栓が疑われた際に、それが急性肺血栓であったのか慢性肺血栓であったのか鑑別は難しい。形態的には慢性肺血栓は壁在血栓、バンド状、網状など様々である[14]。

死後 MRI では生前からの凝血塊はヘモジデリン沈着を反映した所見を呈することがあるという報告もあり、新鮮血栓との区別ができる可能性がある[6]。また、生前からの血栓内には血液就下を認めず、血管壁と連続した均一な構造を示すという報告がある[15]。一方、死後 MRI で心臓内腔に形成された死後変化としての凝血塊は心室壁に接しなかったという報告もある[6,7]。死後 CT/MRI における血液就下や凝血塊と血栓の鑑別には、心臓や血管内腔での局在や形態、濃度/信号境界の角度や不整さなども一助となるかもしれない。

死後 CT/MRI では死後変化の現象を反映した血液就下や凝血塊をしばしば認めることから、これらの所見と肺血栓を非造影 CT/MRI で診断することは現状では困難と思われる。しかしながら、肺動脈の形態評価(MPR 再構成画像も適宜用いて)や肺動脈内の濃度を注意して評価することで肺血栓塞栓症を鑑別に挙げることは可能となるかもしれない。また、突然の胸痛や呼吸困難、心肺停止などといった病歴などの情報が得られることに越したことはない。

最近の研究では、Jackowski らが 3TMRI を用いて死後非造影 MRI で肺血栓塞栓症を凝血塊と区別しながら診断できたことを報告している[16]。

#### (冠動脈血栓症)

Jackowski らは死後 MRI で左冠動脈前下行枝起始部の血栓閉塞を診断できたことを報告している。狭小化した血管内腔に血液就下のない均一な T2WI 軽度低信号域を認め、血栓を疑うことが可能であったとしている[17]。また、前壁～底部、心室中隔が超急性期の心筋虚血を疑う T2WI 低信号を示したことも冠動脈血栓の診断を支持する所見となった。

一方、Michaud らは死後造影 CT で上行大動脈内の血液就下が左冠動脈内に及び、冠動脈内で凝血塊を形成したことを報告している[18]。冠動脈内の凝血塊を血栓と診断していないことが重要な点である。死後非造影 CT では上行大動脈の明瞭な血液就下に連続する冠動脈高吸収域を直ちに血栓と診断しないほうがよく、この点においては血栓の除外が可能であるかもしれない。反対に血液就下や凝血塊が不明瞭な時に血栓の除外は難しいと思われる。

本稿では肺動脈および冠動脈血栓症について述べたが、これら以外の肺静脈および静脈洞血栓症などの鑑別についても更なる研究が期待される。

#### 検索式・参考にした二次資料

PubMed で、postmortem, forensic, CT, computed tomography, MRI, magnetic resonance imaging, thrombosis, thrombus, embolus, embolism, hypostasis, sedimentation, clot, clotting, coronary,



pulmonary, thromboembolism 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. Shiotani S, et al: Postmortem intravascular high-density fluid level (hypostasis): CT findings. *J Comput Assist Tomogr* 26:892-3, 2002 (レベル )
2. Jackowski C, et al: Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med* 120:233-40, 2006 (レベル )
3. Ishida M, et al: Hypostasis in the heart and great vessels of non-traumatic in-hospital death cases on postmortem computed tomography: relationship to antemortem blood tests. *Leg Med (Tokyo)* 13:280-5, 2011 (レベル )
4. O'Donnell C, et al: Post-mortem radiology--a new sub-speciality? *Clin Radiol* 63:1189-94, 2008 (レベル )
5. Jackowski C, et al: Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. *Int J Legal Med* 120:233-40, 2006 (レベル )
6. Jackowski C, et al: Virtopsy: postmortem imaging of the human heart in situ using MSCT and MRI. *Forensic Sci Int* 149:11-23, 2005 (レベル )
7. Patriquin L, et al: Postmortem whole-body magnetic resonance imaging as an adjunct to autopsy: preliminary clinical experience. *J Magn Reson Imaging* 13:277-87, 2001 (レベル )
8. Uekita I, et al: Medico-legal investigation of chicken fat clot in forensic cases: immunohistochemical and retrospective studies. *Leg Med (Tokyo)* 10:138-42, 2008 (レベル )
9. Kawasumi Y, et al: Hypothermic death: possibility of diagnosis by post-mortem computed tomography. *Eur J Radiol* 82:361-5, 2013 (レベル )
10. 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. p.60, ベクトル・コア, 2012 (レベル )
11. Tatco VR, et al: The validity of hyperdense lumen sign in non-contrast chest CT scans in the detection of pulmonary thromboembolism. *Int J Cardiovasc Imaging* 27:433-40, 2011 (レベル )
12. Cobelli R, et al: Clinical usefulness of computed tomography study without contrast injection in the evaluation of acute pulmonary embolism. *J Comput Assist Tomogr* 29:6-12, 2005 (レベル )
13. Shiotani S, et al: Dilatation of the heart on postmortem computed tomography (PMCT): comparison with live CT. *Radiat Med* 21:29-35, 2003 (レベル )
14. Rajaram S, et al: Diagnostic accuracy of contrast-enhanced MR angiography and unenhanced proton MR imaging compared with CT pulmonary angiography in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Eur Radiol* 22:310-7, 2012 (レベル )

15. Barkhausen J, et al: Detection and characterization of intracardiac thrombi on MR imaging. *Am J Roentgenol* 179:1539-44, 2002 (レベル )
16. Jackowski C, et al: Pulmonary thrombembolism as cause of death on unenhanced postmortem 3T MRI. *Eur Radiol* 23:1266-70, 2013 (レベル )
17. Jackowski C, et al: Coronary thrombus and peracute myocardial infarction visualized by unenhanced postmortem MRI prior to autopsy. *Forensic Sci Int* 214:e16-9, 2012 (レベル )
18. Michaud K, et al: Evaluation of postmortem MDCT and MDCT-angiography for the investigation of sudden cardiac death related to atherosclerotic coronary artery disease. *Int J Cardiovasc Imaging* 28:1807-22, 2012 (レベル )

CQ4 死後画像診断の際、外因死を示唆するために有用な所見は何か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

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等の所見、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胃の所見、低体温状態を示唆する所見群、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。

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[1]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。死亡診断書・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)、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異状死ガイドライン[2]に強調されている様に、外因による傷害の続発症や後遺障害による死亡及び診療関連死も外因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)

死後画像診断として本邦ではほとんどの場合死後非造影 CT が用いられるため、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」にあたる概念についての議論である[3-8]。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かかれていた様に、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 が医療機関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[9,10]。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[11]。このような場合、異状死として届出をし、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促し、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、医療機関外死亡例の死後画像診断

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励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記す。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。

#### (外傷性死亡)

Hayakawa らの報告[9]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外因死を示唆する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[10]では死後 CT によって改めて外因死が疑われた所見が 10 例で見つかり、その内 7 例が外傷の所見(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[11]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、外傷所見の一致が認められている[3,4,6-8,12-17]。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[17]。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およそ 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的な出血所見である。これらを死後 CT で見逃してはならない。一方、これらの報告が示唆する通り、致死的外傷であっても死後 CT で指摘できない場合があることには注意が必要である。この点に関して、特に CQ5 に強調したので、参照されたい。

#### (溺死)

溺死を示唆する所見として、CQ15 にも述べられている様に、副鼻腔内の液体貯留、気管気管支内の液体貯留像、肺のすりガラス様陰影などが報告されている[18]。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。しかしこれらの死後 CT 所見はいずれも非特異的であり、確定診断には体内のプ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、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(事故なのか、あるいは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判断には必須である。

(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[19,20]。Levy AD らの報告[19]に基づくと、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)を示唆する所見として、舌骨骨折に代表される頸部の骨・軟骨の骨折が知られている[8,21]。また、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、異物誤嚥による窒息死を示唆するのに有用である[22,23](CQ28)。注意点として、鼻口部閉塞による窒息等に関しては死後 CT においてそれを示唆するのに有用な所見は知られていない点、頸部圧迫による窒息においても骨・軟骨骨折が指摘できない事例は多々ある点、窒息の生活反応を示唆する溢血点などは死後 CT で描出されない点などが挙げられ、慎重に判断する必要がある。

(中毒)

中毒の診断には採取された血液など各種試料からの薬物検査が必須であり、死後 CT で判定するのに有用な所見はない。しかし、CQ21 で詳細に述べられている様に、薬物過量服薬後の死亡事例において、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があるため、診断医は注意すべきである[24]。

(その他)

低体温による死亡に関して、死亡時低体温状態にあったことを示唆する所見群(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)が検討されつつある[25,26]。注意点は、低温状況に陥った理由を考察しなければ最終判断には到らないという点である(CQ16)。

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[27-29]。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、虐待を示唆する所見であり、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[7](小児 CQ)。

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。

### 検索式・参考にした二次資料

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(厚生労働省 ホームページ <http://www.mhlw.go.jp/toukei/manual/>)及び、日本法医学会異状死ガイドライン

(日本法医学会ホームページ <http://www.jslm.jp/public/guidelines.html>)を参照した。

### 文献

1. 平成 25 年度版死亡診断書(死体検案書)記入マニュアル(厚生労働省ホームページ <http://www.mhlw.go.jp/toukei/manual/>)
2. 日本法医学会異状死ガイドライン(日本法医学会ホームページ <http://www.jslm.jp/public/guidelines.html>)
3. 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. J Forensic Sci 48:386-03, 2003 (レベル )
4. Leth PM: Computerized Tomography Used as a Routine Procedure at Postmortem Investigations. Am J Forensic Med Pathol 30:219-22, 2009 (レベル )
5. Roberts IS, et al: Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. Lancet 379:136-42, 2012 (レベル )
6. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. Leg Med (Tokyo) 14:239-45, 2012 (レベル )
7. Proisy M, et al: Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. Eur Radiol 23:1711-9, 2012 (レベル )
8. Blanc-Louvry I, et al: Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. Eur Radiol 23:1829-35, 2013 (レベル )
9. Hayakawa M, et al: Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? Int J Legal Med 120:24-6, 2005 (レベル )
10. Iwase H, et al: Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest. J Forensic Sci 55: 1509-15, 2010 (レベル )

11. 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* 22:152-60, 2012 (レベル )
12. Yamazaki K, et al: Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int* 162:163-6, 2006 (レベル )
13. Levy G, et al: Postmortem computed tomography in victims of military air mishaps: radiological-pathological correlation of CT findings. *Isr Med Assoc J* 9:699-702, 2007 (レベル )
14. Hoey BA, et al: Postmortem computed tomography, "CATopsy," predicts cause of death in trauma patients. *J Trauma* 63:979-89, 2007 (レベル )
15. Sochor MR, et al: Postmortem computed tomography as an adjunct to autopsy for analyzing fatal motor vehicle crash injuries: Results of a pilot study. *J Trauma* 65:659-65, 2008 (レベル )
16. Christe A, et al: Abdominal trauma—sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings. *J Trauma* 66:1302-7, 2009 (レベル )
17. Scholing M, et al: The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review. *Eur Radiol* 19:2333-41, 2009 (レベル )
18. Levy AD, et al: Virtual autopsy: two- and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with autopsy comparison. *Radiology* 243:862-8, 2007 (レベル )
19. Levy AD, et al: Multidetector computed tomography findings in deaths with severe burns. *Am J Forensic Med Pathol* 30:137-41, 2009 (レベル )
20. Sano R, et al: Use of postmortem computed tomography to reveal an intraoral gunshot injuries in a charred body. *Leg Med (Tokyo)*. 13:286-8, 2011 (レベル )
21. Kempter M, et al: Post-mortem imaging of laryngo-hyoid fractures in strangulation incidents: First results. *Leg Med (Tokyo)* 11:267-71, 2009 (レベル )
22. Oesterhelweg L, et al: Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. *Arch Pathol Lab Med* 133:806-10, 2009 (レベル )
23. Iino M, et al: Postmortem computed tomography findings of upper airway obstruction by food. *J Forensic Sci* 55:1251-8, 2010 (レベル )
24. Burke M, et al: The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose. *Forensic Sci Med Pathol* 8:218-36, 2011 (レベル )
25. Kawasumi Y, et al: Hypothermic death: possibility of diagnosis by post-mortem computed tomography. *Eur J Radiol* 82:361-5, 2013 (レベル )
26. Hyodoh H, et al: Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. *Forensic Sci Int* 231:190-4, 2013 (レベル )

## CQ4

---

27. Plattner T, et al: Virtopsy-Postmortem Multislice Computed Tomography (MSCT) and Magnetic Resonance Imaging (MRI) in a Fatal Scuba Diving Incident. J Forensic Sci 48:1347-55, 2003 (レベル )
28. Jackowski C, et al: Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. J Forensic Sci 49:1339-42, 2004 (レベル )
29. Makino Y, et al: Massive gas embolism revealed by two consecutive postmortem computed-tomography examinations. Forensic Sci Int 231:e4-10, 2013 (レベル )



CQ5 死後画像診断の際、外因死を全て除外することができるか？

推奨グレード D

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が存在する。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された場合でも、死亡までの経緯次第では外因死である場合がある。従って、死後画像を外因死の除外のために利用することは危険であり、慎重な判断が求められる。

解説

(背景・目的)

警察によって捜査され犯罪性がないとされたご遺体でも、死後非造影 CT(以下死後 CT)によってはじめて外因死の可能性が指摘されることがある[1,2]。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[3]。

(解剖結果と死後 CT の比較検討)(CQ4) 外因死とは解剖結果だけではなく、状況や中毒検査結果なども合わせて判断すべき「死因の種類」である。この決定に関して死後 CT での判断と、解剖後の判断を比較し、死後 CT のみで外因死を判断できるとした研究はない。

解剖結果と死後 CT 結果を連続した比較的多数の事例で検討した報告では、共通して中毒や火災に関連する死亡は死後 CT で診断できないと結論づけている[4-8]。溺死に関しては、所見から診断できるとしている文献も見られるが、非特異的所見のみであり、診断は困難であると結論づけられていることが多い。窒息等に関しても同様である。

外因死の中で、最も拾い上げができると考えられる外傷性死亡の指摘率も、53-100%と文献によりばらつきが大きい[9]。血管損傷や、頸髄損傷・肺挫傷や肝挫傷などの致死的臓器損傷は死後 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、死後の損壊なのか(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[4, 8, 10]。

また、死後 CT では内因死と鑑別が難しい外因死が存在する。くも膜下出血の項(CQ12)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、内因死と誤診されてしまう事例がある[6]。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。

以上の様な諸問題を考慮すると、死後 CT によって外因死を除外することは困難であると考えられ、外因死ではないという決断をするためには、捜査情報や中毒検査結果などをふまえて慎重に判断することが求められる。

### 検索式・参考にした二次資料

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。

### 文献

1. Hayakawa M, et al: Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? *Int J Legal Med* 120:24-6, 2005 (レベル )
2. Iwase H, et al: Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest. *J Forensic Sci* 55: 1509-15, 2010 (レベル )
3. 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* 22:152-60, 2012 (レベル )
4. 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. *J Forensic Sci* 48:386-403, 2003 (レベル )
5. Leth PM: Computerized Tomography Used as a Routine Procedure at Postmortem Investigations. *Am J Forensic Med Pathol* 30:219-22, 2009 (レベル )
6. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)* 14:239-45, 2012 (レベル )
7. Proisy M, et al: Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. *Eur Radiol* 23:1711-9, 2012 (レベル )
8. Blanc-Louvry I, et al: Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. *Eur Radiol* 23:1829-35, 2013 (レベル )
9. Scholing M, et al: The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review. *Eur Radiol* 19:2333-41, 2009 (レベル )
10. Iwase H, et al: Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? *Leg Med (Tokyo)* 11:168-74, 2009 (レベル )

CQ6 死後画像診断の際、内因死の判定に有用な所見は何か?

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

脳内出血や大動脈解離による心膜血腫(心嚢内血腫)などに代表される血管外貯留血液の所見は、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。くも膜下出血(CQ12)、脳出血(CQ13)、大動脈解離(CQ14)、等別項を参照されたい。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、外因の除外など、慎重に検討する必要がある。

#### 解説

(内因死の定義) 内因死とは、「外因死」と対になる表現として用いられ、いわゆる病死・自然死のことである。外傷

や外来の物質・環境によるものなどを除き、内因による疾患に起因する死亡を指す。但し、細菌やウイルスなど外来生物に起因するものは、内因死に含める。

(内因死の判定に有用な死後 CT 所見) 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。しかし、外因死に比較して内因死を診断することは難しい[1]。心臓・大血管系の疾患による内因死のうち、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[2]。

(脳くも膜下出血) 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、死因が強く疑われる。(CQ12)

(脳内出血)

脳幹出血、30cm<sup>3</sup>以上の出血、脳室に穿破あるいは圧迫する出血、5mm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。(CQ13)

(心膜血腫(心嚢内血腫)) 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、かつ大量に存在する場合は死因が強く疑われる。しかし、出血源を特定し原死因を診断することは難しい。内因性の場合、心筋梗塞後心破裂、大動脈解離、心膜炎などの鑑別が必要である。(CQ11)

(大動脈瘤破裂・大動脈解離) 死因となる多量出血を伴う場合は、判定できる。血液の貯留、大血管の扁平化、偽腔など血管の破綻と循環血液減少の所見を認めた場合、死因が強く疑われる。(CQ14)

(悪性腫瘍) 肺、気管支、胸膜、咽頭、腸管、肝臓、脳、副腎などの悪性腫瘍は、腫瘤として指摘できるが原発か否か、あるいは腫瘍の由来や組織型を診断するのは困難である。続発症候に関する所見など総合して判断するが、画像のみで死因と判定するのは難しい。(CQ18,19)

(肺炎) 区域性浸潤影、多発融合斑状浸潤影が認められた場合、肺炎の可能性はある。またこれらの所見は、肺血液就下、肺鬱血、肺水腫との鑑別が重要である。画像のみでの肺炎を死因とすべきではない。(CQ20)

死因となるような外因を除外することが可能かどうかを慎重に検討することが必要と考えられる。画像のみでは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。

検索式・参考にした二次資料

PubMed で、postmortem, のキーワードを用いて検索した。

文献

1. Bedford PJ. Routine CT scan combined with preliminary examination as a new method in determining the need for autopsy. *Forensic Sci Med Pathol* 8(4):390-4, 2012 (レベル )
2. Filograna L, et al: The role of post-mortem imaging in a case of sudden death due to ascending aorta aneurysm rupture. *Forensic Sci Int* 10;228(1-3):e76-80, 2013 (レベル )

CQ7 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。

臓器の挫傷や臓器・骨の変形・変位は、外力がはたらき内部構造が損壊した所見である。異所性の液体(血液等)は、外力により体内の液体成分が移動した所見(出血)を意味する。また、異所性の気体(ガス像)は、外力により体内の気体成分(ガス)が移動した所見、もしくは損傷部位を通じて体外から体内に気体が侵入した所見を意味する。体内に成傷器やその破片等の異物像(鋭器, 鈍器, 銃弾など)があれば、それは体外から侵入した成傷器そのものである。なお、致死的な臓器損傷であってもCTで見落とすことがあり、注意を要する。

解説

(外傷の定義) 外傷(損傷)は人体に機械的エネルギーが作用して起こり、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転という。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]。

(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]、致死肝臓損傷であっても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]。

(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て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、解剖では腹腔内ガスや皮下気腫、筋肉内出血といった所見は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]。

(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]。

(体外から侵入した成傷器そのもの): 鋭器, 鈍器, 銃弾など 杵創(よくそう)事例(身体を貫通する棒状の鈍器による損傷)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]。

#### 検索式・参考にした二次資料

#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

検索結果 196

#5 Search (#4) AND (injury)

検索結果 68

#### 文献

1. Scholing M, et al: The value of postmortem computed tomography as an alternative for autopsy in trauma victims: a systematic review. Eur Radiol 19(10):2333-41, 2009 (レベル )
2. Andenmatten M, et al: Gunshot injuries detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. Leg Med (Tokyo) 10(6):287-92, 2008 (レベル )
3. Hoey B, et al: Postmortem computed tomography, 'CATopsy', predicts cause of death in trauma patients. J Trauma 63(5):979-85, 2007 (レベル )
4. Ruder TD, et al: 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) 13(1):41-3, 2011 (レベル )
5. Christe A, et al: Abdominal trauma-sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings. J Trauma 66(5):1302-7, 2009 (レベル )

6. Sochor MR, et al: Postmortem computed tomography as an adjunct to autopsy for analyzing fatal motor vehicle crash injuries: results of a pilot study. *J Trauma* 65(3):659-65, 2008 (レベル )
7. Sherren PB, et al: Blunt traumatic pericardial rupture and cardiac herniation with a penetrating twist: two case reports. *Scand. J Trauma Resusc Emerg Med* 17:64 2009 (レベル )
8. Germerott T, et al: Fatal thoracic impalement on postmortem imaging. *Leg Med (Tokyo)* 13(2):83-6, 2011 (レベル )
9. Schnider J, et al: Injuries due to sharp trauma detected by post-mortem multislice computed tomography (MSCT): a feasibility study. *Leg Med (Tokyo)* 11(1):4-9, 2009 (レベル )
10. Ampanozi G, et al: Incidental occult gunshot wound detected by postmortem computed tomography. *Forensic Sci Med Pathol* 9(1):68-72, 2012 (レベル )

CQ8 死後画像診断の際、頸椎損傷の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

死後 CT の頸椎損傷の所見として、頸椎骨折、脱臼、頸椎周囲組織の浮腫や血腫の報告がある。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画像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、頸椎損傷が指摘できても、受傷時期が生前か死後かの区別が難しい症例がある点や、死後硬直のために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点が報告されている。

解説 (頸椎損傷の定義)

頸椎損傷とは、頸部へ直接的な外力(直達的)ないし間接的な外力(介達的)が作用することによって、頸椎に骨折、脱臼、椎間板の損傷などが生じるものである。交通事故や高所からの転落時などに、頸部の過進展、過屈曲、回旋、圧迫や伸張など頸部の正常可動域を越えた運動により引き起こされることが多い。損傷は上位頸椎(C1-2)、下位頸椎(C5-7)で多く、しばしば頸髄の損傷を伴う。第4頸髄より上位の高度損傷では致命的になりえる[1-2]。

(頸椎損傷に関する外表・内景所見) 損傷による頸部の腫脹など外表所見がみられる場合もあるが、外表に明らかな異常所見がなくて

も重篤な損傷を伴っている場合もある。特に頭部・顔面に損傷がある場合には頸部の損傷を見逃さないように注意を要する。死後では硬直により判断が困難な場合もあるが、頸部の異常な可動性を認めた場合は頸椎および頸髄損傷の存在を考慮する[2]。骨折や椎間板、靭帯などの損傷により周囲に様々な程度の血腫が認められる。頸髄損傷により浮腫や血腫による頸髄の腫大が認められ、高度な損傷では頸髄断裂を認める。

(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、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 X 線写真(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[3]。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[4]。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浮腫や血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[5]。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[8,11,12]、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、頸椎周囲組織の浮腫や血腫の報告がある[7-12]。骨折の指摘は解剖よりも容易とされ、脱臼の評価は解剖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[8,11,12]、その有用性が指摘されている。

生体画像においては spinal cord injury without radiographic abnormalities syndrome (SCIWORA) という状態が提唱され、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[6]、死後画像診断においても同様の報告があるため[7-8]、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、周囲組織の血腫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は難しい点が挙げられる[7]。従って、この点に関しても浮腫や血腫を描出しうる 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[9]。

#### (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、致命的な上位頸髄の損傷をきたしうるか否かを推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在することも念頭に置き、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。CT で指摘すべき代表的な頸椎損傷と鑑別すべき状態・疾病を以下に示す。

#### 代表的な頸椎損傷

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 シャベル作業者骨折)

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、椎体の後方迂り、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)

鑑別すべき状態・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

検索式・参考にした二次資料

PubMed で、postmortem, CT, MRI, cervical spine のキーワードを用いて検索した。

文献

1. 羽竹勝彦:「損傷各論」,『標準法医学 第7版』石津日出雄・高津光洋(監修),医学書院,67,2013
2. 磯辺一郎:「その他の損傷」,『New エッセンシャル法医学 第5版』高取健彦監修,148-9,2012
3. Holmes JF, et al: Computed tomography versus plain radiography to screen for cervical spine injury: a meta-analysis. J Trauma 58(5):902-5, 2005 (レベル )
4. Phal PM, et al: Fracture detection in the cervical spine with multidetector CT: 1-mm versus 3-mm axial images. AJNR Am J Neuroradiol 29(8):1446-9, 2008 (レベル )
5. Katzberg RW, et al: Acute cervical spine injuries: prospective MR imaging assessment at a level 1 trauma center. Radiology 213(1):203-12, 1999 (レベル )
6. Kasimatis GB, 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 65:86-93, 2008 (レベル )
7. Iwase H, et al: Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? Leg Med (Tokyo) 11(4):168-74, 2009 (レベル )
8. Yen K, et al: Postmortem multislice computed tomography and magnetic resonance imaging of odontoid fractures, atlantoaxial distractions and ascending medullary edema. Int J Legal Med 119(3):129-36, 2005 (レベル )

9. Persson A, et al: Atlanto-axial rotatory subluxations in postmortem CT: radiologists be aware of a common pitfall. *Forensic Sci Int* 10; 225(1-3):9-14, 2013 (レベル )
10. Uhrenholt L, et al: Contributions from forensic imaging to the investigation of upper cervical fractures. *Journal of Forensic Sciences* 55:1598-602, 2010 (レベル )
11. Okuda T, et al: A case of fatal cervical diskoligamentous hyperextension injury without fracture: Correlation of postmortem imaging and autopsy findings. *Forensic Sci Int* 225:71-4, 2013 (レベル )
12. Stäbler A, et al: Cervical spine: postmortem assessment of accident injuries--comparison of radiographic, MR imaging, anatomic, and pathologic findings. *Radiology* 221(2):340-6, 2001 (レベル )

CQ9 非造影死後 CT のみ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 D

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) 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。

(非造影死後 CT) 臨床では狭心症、心筋梗塞、不整脈を診断するために、心電図、超音波、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、死後にこれらの検査を施行することは不可能、または、まだ一般的ではない[1-6]。異状死の死因をスクリーニングする画像診断として日本で広く施行されているのは非造影死後 CT である[3-6]。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[1-6]。

(死後 CT 上の肺水腫) 来院時に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[3-5]。このような死に至る経過が急で死亡に至る原因が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[7,8]。ゆえに発見された状況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。

なお死後 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[3]。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・参考にした二次資料

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て検索した。また二次資料として、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 492-526,2004 を参考にした。

### 文献

1. Weusink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? Radiology 250:897-904, 2009 (レベル )
2. Robert ISD, et al: Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. Lancet 379:136-42, 2012 (レベル )
3. Shiotani S, et al: Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. Forensic Sci Int 139:39-48, 2004 (レベル )
4. Kaneko T, et al: Postmortem computed tomography is an informative approach for prevention of sudden unexpected natural death in the elderly. Risk Management and Healthcare Policy 3:13-20, 2010 (レベル )
5. 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 22:152-160, 2012 (レベル )
6. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: a review of 339 forensic cases. Leg Med (Tokyo) 14:239-45, 2012 (レベル )
7. Shiotani S, et al: Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Legal Med (Tokyo) 13:151-5, 2011 (レベル )
8. Michiue T, et al: Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Sci Int 220:232-8, 2012 (レベル )

CQ10 死後画像診断の際、急性冠症候群を検出する画像診断モダリティとその判定に有用な所見は何か？

### 推奨グレード C1

冠動脈造影死後 CT は、非造影 CT では描出できない冠動脈血栓塞栓を充盈欠損として描出できるとする報告があり、心臓死後 MRI は、非造影 CT では描出できない虚血心筋を異常信号として描出できると報告されている。

#### 解説

(急性冠症候群)(CQ9) 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[1]。非造影死後 CT は、急性冠症候群内の急性心筋梗塞や虚血性心臓性突然死例における、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。それらを検出する死後画像診断モダリティとして、冠動脈 computed tomographic angiography (以下 CTA)と心臓 magnetic resonance imaging (MRI)が報告されている[2,3]。

#### (冠動脈 CTA)

冠動脈 CTA は、主に冠動脈血栓塞栓を検出する目的で施行されている。主な施行方法は以下の三つである。

バートプシーグループからの報告[4,5]:エンバミングの手法を応用し、大腿動、静脈にカニューレーションし、人工心肺を用いて循環を発生させながら、動脈側から造影剤を注入、静脈側から血液を回収する方法。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[6]:内頸動脈から尿道バルーンカテーテルをカニューレーションし、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[7]: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)

心臓 MRI は、虚血心筋を検出する目的で施行されている。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

[7]. 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 時間経過後には、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[8-10]。

なお 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。

### 検索式・参考にした二次資料

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、二次資料を参考にした。

### 文献

1. 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.492-526, 2004
2. 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 1-21, 2014
3. Ruder TD, et al: Essentials of forensic post-mortem MR imaging in adults. Br J Radiol Epub ahead of print 4, 2013
4. Ross SG, et al: Sudden death after chest pain: feasibility of virtual autopsy with postmortem CT angiography and biopsy. Radiology 264:250-9, 2012 (レベル )
5. Michaud K, et al: Postmortem imaging of sudden cardiac death. Int J Legal Med 128:127-37, 2014 (レベル )
6. Saunders SL, et al: Targeted post-mortem computed tomography cardiac angiography: proof of concept. Int J Legal Med 125:609-16, 2011 (レベル )
7. Iizuka K, et al: Feasibility of resuscitation contrast-enhanced postmortem computed tomography using cardiopulmonary resuscitation technique with chest compression immediately after death. SpringerPlus 2:1-5, 2013 (レベル )
8. Jackowski C, et al: Post-mortem cardiac 3-T magnetic resonance imaging: visualization of sudden cardiac death? J Am Coll Cardiol 62:617-29, 2013 (レベル )
9. Shiotani S, 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 23:563-5, 2005 (レベル )
10. Ruder TD, et al: Edema is a sign of early acute myocardial infarction on post-mortem magnetic resonance imaging. Forensic Sci Med Pathol 9:501-5, 2013 (レベル )

CQ11 死後 CT で死因となる血性心タンポナーデを診断可能か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

心膜腔の高吸収像が心臓を取り巻くように観察される場合、血性心タンポナーデと判断される。少なくとも 200ml の心嚢内血腫が存在しなければ死因と判定が難しく、他の原因や死後処置によって心嚢腔内血液貯留を生じることがある。

#### 解説

心膜血腫は心嚢腔に血腫が存在する状態である[1]。心タンポナーデは血液に限らない内容物により心膜腔内圧が上昇し血圧低下等臨床症状を生じさせると考えられており、その原因として漿液性(心不全)・線維性(感染症・膠原病・尿毒症)・血性(悪性腫瘍・感染症・出血素因・外傷・医原性)が報告されている[2]。

心膜血腫は大動脈系あるいは心臓壁が心膜腔に破裂することで生じ、心膜腔内圧が上昇、心房/心室の拡張抑制、更に拡張期心腔内圧を上回り循環不全を生じさせ死に至ると考えられている[1]。

(血性心タンポナーデの画像所見) 急性死亡例の心膜血腫の報告では、死因と判定するには少なくとも 200 ml の凝血が必要とされ

る[1]。100 ml 以下の量でも急速な心膜血腫形成により心タンポナーデが発症した報告があるが[2]、解剖にて 300-400 ml やそれ以上の心膜血腫が確認された報告もある[3]。出血量のみを根拠とする死因判定には注意が必要である。

Shiotani ら[4]は急性大動脈解離の事例を検討し、その 60%に心外膜表面に高濃度(血球成分)と低濃度(血漿成分)の層構造が観察され、“hyperdense armored hear (HAH)”と呼称している。HAH は心膜腔に出血している際も心拍が継続されていたことを示し、内側層がフィブリン形成することで心筋壁運動抑制を生じ結果として外側に血漿成分が観察されると考えられている[1,4]。一方、心拍を即座に停止させた動物実験にてフィブリン形成されないことが報告されている[5]。生前より生じた血腫が心タンポナーデを惹起させたのか、死後に心嚢腔に血液漏出が生じ心嚢腔内血液貯留が形成されたのか、画像所見により判定が可能となることも想定されるが、所見にはオーバーラップがあり判定には注意が必要となる。



臨床画像の報告では、心タンポナーデに併存していた所見として静脈拡大(下大静脈・肝静脈・腎静脈)[6-8]・心筋前後径減少[9]・中隔の彎曲[10,11]が報告されている。死後画像にてこれらの所見の何れかを伴い HAH を呈する場合、何らかの原因で死亡に至る重篤な血性心タンポナーデを生じたと考えることができる、とする報告がある[1]。

死後 CT を用いて心嚢内容量を計測する報告があり[12]、実測値と高い相関が報告されている(CQ23)。

### 鑑別すべき病態・疾病

心筋梗塞後心破裂

解離性大動脈瘤心嚢内破裂

胸部打撲による心嚢内心血管損傷

胸骨圧迫法(心肺蘇生)による心血管損傷

死後心腔穿刺による心腔内からの漏出

希な事例;心膜炎・冠動脈破裂・肺動脈解離・医原性(IVR 合併症)

### 検索式・参考にした二次資料

Pubmed で、postmortem CT, cardiac tamponade のキーワードを用いて検索し、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. Filograna L, et al: The role of post-mortem CT (PMCT) imaging in the diagnosis of pericardial tamponade due to hemopericardium: A case report. *Lega Med* 16:150-3, 2014 (レベル V)
2. Forauer AR, et al: Pericardial tamponade complicating central venous interventions. *J Vasc Interv Radiol* 14:255-9, 2003 (レベル )
3. Karger B, et al: Physical activity following fatal injury from sharp pointed weapons. *Int J Legal Med* 112:188-91, 1999 (レベル )
4. Shiotani S, et al: Postmortem computed tomographic (PMCT) findings of pericardial effusion due to acute aortic dissection. *Radiat Med* 22:405-7, 2004 (レベル )
5. Hori S, et al. Why is pericardio-centesis possible in acute hemopericardium? *Igaku No*

Ayumi 139: 353-4, 1986 (レベル )

6. Krejci CS, et al: Hemopericardium: an emergent finding in a case of blunt cardiac injury. Am J Roentgen 175:25, 2000 (レベル )

7. Oyama N, et al: Computed tomography and magnetic resonance imaging of the pericardium: anatomy and pathology. Magn Reson Med Sci 3:145-52, 2004 (レベル )

8. Rotondo A, et al: Periportal lymphatic distension resulting from cardiac tamponade: CT findings and clinical-pathologic correlation. Emerg Radiol 6:85-93, 1999 (レベル )

9. Hernandez-Luyando L, et al: Tension pericardial collections: sign of ‘ ‘flattened heart’ ’ in CT. Eur J Radiol 23:250-2, 1996 (レベル )

10. Doppman JL, et al: Computed tomography in constrictive pericardial disease. J Comput Assist Tomogr 5:1-11, 1981 (レベル )

11. Chong HH, et al: Pericardial effusion and tamponade: evaluation, imaging modalities, and management. Compr Ther 21:378-85, 1995 (レベル )

12. Ebert LC, et al: CT based volume measurement and estimation in cases of pericardial effusion. J Forensic Leg Med 19:126-31, 2012 (レベル )

CQ12 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 状態評価 C1

死因判定 C2

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、くも膜下出血は

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・参考にした二次資料 死

後 CT の死因と解剖結果

#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 43 2012 (レベル )
2. Black M, et al: Sudden unexpected death in adults caused by intracranial pathology. J Clin Pahtol 55: 44-50, 2002 (レベル )
3. Gijn JV, et al: Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. Brain,124:249-78, 2001 (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 1:14-9, 2010 (レベル )
5. Lemonick DM:Subarachnoid hemorrhage: state of the art(ery). American Journal of Clinical Medicine 7:62-73, 2010 (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. RSNA, scientific assembly and annual meeting program 977, 2008 (レベル )
7. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. Leg Med (Tokyo) 14:239-45, 2012 (レベル )

8. 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* 22:152-60, 2012 (レベル )
9. Cha JG, 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* ;11:395-406, 2010 (レベル )
10. Bolliger SA, et al: Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 195(5):1051-6, 2010 (レベル )
11. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology* 250(3):897-904, 2009 (レベル )
12. Schevink WI, et al: Sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 45: 871-4,1995 (レベル )
13. Huan J, et al: The probability of sudden death from rupture of intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Neurosurgery* 51: 1101-7, 2002 (レベル )
14. Sheikhaizi A, et al: Survey of sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage in cadavers referred to Legal Medicine Organization of Tehran, 2001-2005. *Am J Forensic Med Pathol* 30: 358-61, 2009 (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* 16: 40-56, 1971 (レベル )
16. Harland WA, et al: Subarachnoid haemorrhage due to upper cervical trauma. *J Clin Pathol* 36: 1335-41,1983 (レベル )
17. Dowling G, et al: Traumatic basal subarachnoid hemorrhage. Report of six cases and review of the literature. (review). *Am L Forensic Med Pathol* 9: 23-31, 1988 (レベル )
18. Kindelberger D, et al: Hyperextension and rotation of head causing internal carotid artery laceration with basilar subarachnoid hematoma. *J Forensic Sci* 48: 1366-8, 2003 (レベル )
19. Kaiser Ch, et al: Traumatic rupture of the intracranial vertebral artery due to rotational acceleration. *Forensic Sci Int* 182:15-7, 2008 (レベル )
20. Iwase H, et al : Can cervical spine injury be correctly diagnosed by postmortem computed tomography? *Leg Med (Tokyo)* 11:168-74, 2009 (レベル )

CQ13 死後 CT で死因となる脳出血を診断可能か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

死後 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、5mm 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 と解剖所見との対比)

死後 CT と解剖を対比させた研究で、死後 CT で認められた脳出血が解剖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 例の脳出血が解剖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的所見)

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、脳幹出血、30 cm<sup>3</sup>、脳室穿破、脳室圧迫、5mm 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、致死的所見となりうると考えられる。

CT 画像では微細な骨折の判定が困難であり、死後損壊による影響も考慮して判断することが望ましい。

検索式・参考にした二次資料

死後 CT の死因と解剖結果 (PubMed)

#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])

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])

文献

1. Xavier AR, et al: Neuroimaging of stroke: a review. Southern Med J 96(4):367, 2003 (レベル )
2. 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 Chief Medical Examiner's investigation of sudden death. RSNA Scientific assembly and annual meeting program 977, 2008 (レベル )
3. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. Leg Med (Tokyo) 14(5):239-45, 2012 (レベル )
4. 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 22(1):152-60, 2012 (レベル )
5. Cha JG, 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 11(4):395-406, 2010 (レベル )
6. Bolliger SA, et al: Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. AJR Am J Roentgenol 195(5):1051-6, 2010 (レベル )
7. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? Radiology 250(3):897-904, 2009 (レベル )
8. Nilsson OG, et al: Prediction of death in patients with primary intracerebral hemorrhage: a prospective study of a defined population. J Neurosurg 97(3):531-6, 2002 (レベル )
9. Nag C, et al: Prediction of clinical outcome in acute hemorrhagic stroke from a single CT scan on admission. North Am J Med Sci 4(10):463-7, 2012 (レベル )

CQ14 大動脈瘤破裂・大動脈解離は死後画像を用いて死因として確定できるか？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

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命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。

#### 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 CT を行うことにより、診断できたとする報告がある[9]。

(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

大血管周囲の高濃度液体(血腫)貯留[1-8]

心嚢内血腫[7]

壁在血栓、偽腔の存在

血性胸水、腹水

動脈壁の変形、動脈瘤の変形

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)

上記 ~ 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場合がある。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・肋間動静脈損傷)
- e) 胸骨圧迫法(心肺蘇生)による心破裂・心膜破裂
- f) 希な事例として自然気胸・子宮内膜症

検索ワード

Aortic dissection, aortic aneurysm, postmortem CT, AAA,

検索式・参考にした二次資料

- # 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

文献

1. Sakamoto N, 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 Aug 29, 2012 (レベル V)

2. Vogt KM, et al: Fluoroscopic angiography in the gross anatomy dissection laboratory: visualizing the aortic arch and its branches in a cadaver. *Clin Anat Mar*;24(2):253-7, 2011 (レベル V)
3. Ross SG, et al: Sudden death after chest pain: feasibility of virtual autopsy with postmortem CT angiography and biopsy. *Radiology* 264(1)250-9, 2012 (レベル V)
4. Shiotani S, et al: Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. *Forensic Sci Int* 6;139(1):39-48, 2004 (レベル V)
5. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: a review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)* 14(5):239-45, 2012 (レベル V)
6. Yamazaki K, et al: Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int* 16(162)163-6, 2006 (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):405-7, 2004 (レベル V)
8. 槇野 陽介ほか: 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 S354-S355, 2010 (レベル V)
9. Burke M, et al: Management of medicolegal natural deaths from hemopericardium or hemothorax using postmortem CT scanning, *Forensic Sci Med Pathol DOI* 10.1007/s12024-012-9347-9, 2012 (レベル V)

CQ15 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？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

溺水における死後 CT 所見として、副鼻腔および乳突蜂巣内の液体貯留、気道内液体貯留と高吸収沈殿像、肺野すりガラス陰影、胸膜腔内液体貯留、胃の拡張が高頻度に認められる有用な所見とされる。しかしながら、これらの所見は溺水を示す特異的所見とはいえず鑑別診断は難しい。

#### 解説

(溺水について) 溺水は、液体を気道内に吸引して肺胞でのガス交換が障害されることで惹起される病態であり窒

息に分類される。淡水か海水かで機序が異なるが、いずれにしても溺水によって生じる循環血流量の変化や溶血、そして電解質異常による致死性不整脈の惹起や心臓のポンプ不全による循環不全の病態も死因に寄与するとされている。

水中死体の死因診断で重要となるのは、溺死か、それ以外の死因、すなわち二次的な溺没かということであるが、診断は解剖検査によってもなおその鑑別は困難であるとされる [1]。解剖検査からは、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、肺の膨隆と水性肺気腫、肺断面の水性肺水腫所見、吸引した液体の死後漏出による胸腔内の液体貯留、そして諸臓器からのプランクトンの検出が溺水を示唆する所見とされ、胃腸管内の液体貯留も生前に溺没したことを間接的に示しているとされる。一方、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壊、死体の冷却などは死後にも生じうるため、水中にあったことを示す所見としてのみ解釈される。

(溺水に関する死後 CT 所見)

溺水事例における死後 CT 画像所見の報告 [2, 3] では、副鼻腔および気道内液体貯留と高吸収沈殿、乳突蜂巣内の液体貯留、気道内泡沫状内容、肺野すりガラス陰影、胸膜腔内液体貯留、葉間隔壁の肥厚、胃の拡張所見といった所見を特徴的所見としている。Levy ら[2] は、気道内の高吸収沈殿と泡沫状内容は溺死例でのみ認められた特異所見であり、溺水を積極的に疑ってよいと結論づけている。一方で、解剖検査で認められた気道内細小白色泡沫が、死後 CT 検査では描出されなかったとする報告もあり[4]、なお確定的とはいえない。また、気道内高吸収沈殿は吸引した液体に含まれた砂粒を描出したものであり、特異性は高いもののその陽性頻度は吸引した液体の性状に依存する。副鼻腔を含めた気道内は外界に開いた腔であるので、受動的な液体の浸入を考慮する必要があり、溺水を積極的に示す所見とはとらえがたい。

溺水以外の循環不全に起因する肺水腫との鑑別として、Christa ら[3]は、溺水における肺野すりガラス陰影は特徴的なモザイクパターンを呈すると報告している。また、左右肺の前縦隔での近接所見を肺膨隆の特徴的所見と捉える報告[4]もある。いずれにしても、全体的な傾向のみで統計学的な検討が十分になされておらず、これらの所見は補助的診断にとどめておくべきであろう。一方で、溺水で高頻度に認められるこれらの所見が全くみられないのであれば、溺水は否定的と考えるべきである。

### 検索式・参考にした二次資料

PubMed、医中誌で、postmortem CT, drowning のキーワードを用いて検索した。

### 文献

1. Piette MHA, et al: Drowning: Still a difficult autopsy diagnosis. Forensic Science International 63: 1-9, 2006 (レベル )
2. Levy AD, et al: Virtual autopsy: two- and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with autopsy comparison. Radiology 243: 862-8, 2007 (レベル )
3. Christe A, et al: Drowning - post-mortem imaging findings by computed tomography. Eur Radiol 18: 283-90, 2008 (レベル )
4. 渡邊智, ほか: 死後 CT 画像と剖検所見 肺水腫を示す剖検 5 事例の検討, 法医学の実際と研究. 52; 25-33, 2009 (レベル )

CQ16 死後画像診断の際、低体温症の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

死後 CT において、肺の空気濃度領域が保たれている場合、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、低体温症が示唆される。

#### 解説

(背景・目的) 低体温症は、寒冷のため体温が下降して生命維持機能が低下する致死的な状態であり、直接

死因を形成しうる。解剖所見には胃の黒色出血斑(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。

しかし、これらの所見だけで単純に低体温症による死亡と診断することはできない。死亡時に低温環境にいたった理由を考察することが重要である。これらの所見は低体温症の「直接死因」を示唆するが「原死因」や「死因の種類」の判定には更に検討が必要である。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、肝性脳症あるいは脳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、低体温症に伴う死後 CT 所見を検討した報告が散見されるため本稿で紹介するが、これらの所見が見られた場合どのように判断すべきかは、死体における低体温症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死亡時の低体温症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。

#### (肺の空気濃度領域の保存)

「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、低体温症による死亡(以下凍死)ではその所見が軽度で、生体画像の様に空気濃度領域が保たれているという特徴がある。Hyodoh らは 13 例の凍死と 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濃度上昇が少な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 において高吸収体が認められることが凍死群は非凍死群に比して有意に高かったと報告している[3]。

### (膀胱容量)

凍死の解剖例ではしばしば膀胱内容が多い事が知られ、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]。

### (上記所見を全て認めた場合)

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。

これらの所見を認めた場合でも、死因の決定のためには低体温症に至った原因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。

### 検索式・参考にした二次資料

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。

### 文献

1. Shiotani S, et al: Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. *Forensic Sci Int* 139:39-48, 2004 (レベル )
2. Hyodoh H, et al: Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. *Forensic Sci Int* 231:190-4, 2013 (レベル )
3. Kawasumi Y, et al: Hypothermic death: possibility of diagnosis by post-mortem computed tomography. *Eur J Radiol* 82:361-5, 2013 (レベル )
4. Michiue T, et al: Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem

computed tomography with regard to the cause of death. Forensic Sci Int 220:232-8, 2012 (レベル)

5. O'Donnell C, et al: Post-mortem radiology--a new sub-speciality? Clin Radiol 63:1189-94, 2008 (レベル)

CQ17 死後画像診断の際、飢餓の判定に有用な所見は何か？

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読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、飢餓を判定するエビデンスは得られていない。死後画像によって飢餓死を判断する基準は確立されていない。

#### 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

源を消耗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、大網・腸間膜・腎周囲・心膜外などの脂肪減少、腸管内容物の欠如、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。



(飢餓に関する生体 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・皮下脂肪の濃度上昇、眼窩内脂肪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体 CT・MRI での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、生体 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・参考にした二次資料

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 220:232-8, 2012 (レベル)
2. Altun G, et al: Deaths due to hunger strike: post-mortem findings. Forensic Sci Int 146:35-8, 2004 (レベル)
3. Solarino B, et al: Child starvation and neglect: A report of two fatal cases. J Forensic Leg Med 19:171-4, 2012 (レベル)
4. Coxson HO, et al: Early emphysema in patients with anorexia nervosa. Am J Respir Crit Care Med 170:748-52, 2004 (レベル)
5. Demaerel P, et al: Orbital fat edema in anorexia nervosa: A reversible finding. AJNR 17:1782-4, 1996 (レベル)

## CQ17

---

6. Drevelengas A, et al: Reversible brain atrophy and subcortical high signal on MRI in a patient with anorexia nervosa. *Neuroradiology* 43:838-40, 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* 43:134-8, 2001 (レベル )

CQ18 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 にて悪性腫瘍を固形腫瘤として検出し、解剖で確認した例は多数報告されている。しかし腫瘍の由来や組織を診断することは容易ではなく、死後穿刺検査が有用とする報告がある。また、死後 CT では他の疾患を腫瘍と誤る場合があることや、びまん浸潤性の腫瘍など CT では指摘できない腫瘍が存在することから、すべての悪性腫瘍を検出できるわけではない。

解説

(背景)

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 で検出できる腫瘍)

死後 CT で検出された腫瘤が解剖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 にて腫瘤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]。腫瘤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 で検出できない腫瘍)

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]、胃癌[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]。

生前には診断がつかず死後に解剖などで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] が報告されている。これらの報告では生前の CT 検査で腫瘍が指摘できず、死後 CT でも病変を検出できないと考えられる。

(その他)

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 を行うことで、転移性肝腫瘍がより明瞭に描出され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、過去 10 年の検索を行った。検索された論文の参考文献やその他に有用な論文を追加した。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, et al: 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* 25(2):84-7, 2007 (レベル V)
3. Bolliger SA, et al: Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 195(5):1051-6, 2010 (レベル IV)
4. Poulsen K, et al: Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. *Forensic Sci Int* 171(2-3):190-7, 2007 (レベル V)
5. Roberts IS, et al: Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet* 379:136-42, 2012 (レベル IV)
6. Li HJ et al: Diagnostic imaging, preautopsy imaging and autopsy findings of 8 AIDS cases. *Chin Med J (Engl)* 122(18):2142-8, 2009 (レベル IV)
7. O'Donnell C, et al: Demonstration of liver metastases on postmortem whole body CT angiography following inadvertent systemic venous infusion of the contrast medium. *Int J Legal Med* 126(2):311-4, 2012 (レベル V)
8. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology* 250(3):897-904, 2009 (レベル IV)
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. *Eur Radiol* 22(1):152-60, 2012 (レベル IV)
10. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)* 14(5):239-45, 2012 (レベル IV)
11. Yamazaki K, et al: Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. *Forensic Sci Int* 162(1-3):163-6, 2006 (レベル IV)

12. Hanamornroongruang S, et al: Acute liver failure associated with diffuse liver infiltration by metastatic breast carcinoma: A case report. *Oncol Lett* 5(4):1250-2, 2013 (レベル V)
13. Simone C, et al: 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* 6(1):402, 2012 (レベル V)
14. Allison KH, et al: Radiographically occult, diffuse intrasinusoidal hepatic metastases from primary breast carcinomas: a clinicopathologic study of 3 autopsy cases. *Arch Pathol Lab Med* 128(12):1418-23, 2004 (レベル V)
15. Rowbotham D, et al: Acute liver failure secondary to hepatic infiltration: a single centre experience of 18 cases. *Gut* 42(4):576-80, 1998 (レベル V)
16. Kitanaka A, et al: Intravascular large B-cell lymphoma with FDG accumulation in the lung lacking CT / (67) gallium scintigraphy abnormality. *Hematological oncology* 27(1):46-9, 2009 (レベル V)
17. Hishinuma S, et al: Patterns of recurrence after curative resection of pancreatic cancer, based on autopsy findings. *J Gastrointest Surg* 10(4):511-8, 2006 (レベル IV)
18. Lammi M, et al: Pulmonary tumor embolism. *Lung* 188(5):441-3, 2010 (レベル V)
19. Wichmann D, et al: Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann Intern Med* 156(2):123-30, 2012 (レベル IV)

CQ19 死後画像診断の際、悪性腫瘍による直接死因を診断することは可能か？

推奨グレード C2

悪性腫瘍による器質的な致死の所見として、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を解剖で確認した報告がなされている。これらの病態のうち、大量の胸水・腹水は死後 CT で検出できる。肺動脈腫瘍塞栓、びまん性肝転移、心筋転移は、死後 CT では診断が難しい。

解説

(死後 CT における悪性腫瘍の直接死因)

死後 CT にて悪性腫瘍を検出した報告はあるが[1-9]、悪性腫瘍死による直接死因を詳細に検討した報告はない。腎がんの気管支転移を死後 CT で診断した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]。

(臨床の CT における悪性腫瘍の直接死因) 臨床的に、悪性腫瘍にともなう器質的な致死の所見として、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]は臨床的にも 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な論文を追加した。

文献

1. Ikeda G, et al: 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 25(2):84-7, 2007 (レベル V)
2. Bolliger SA, et al: Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. AJR Am J Roentgenol 195(5):1051-6, 2010 (レベル IV)
3. Poulsen K, et al: Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. Forensic Sci Int 171(2-3):190-7, 2007 (レベル IV)

4. Roberts IS, et al: Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. *Lancet* 379:136-42, 2012 (レベル IV)
5. Li HJ, et al: Diagnostic imaging, preautopsy imaging and autopsy findings of 8 AIDS cases. *Chin Med J (Engl)* 122(18):2142-8, 2009 (レベル IV)
6. O'Donnell C, et al: Demonstration of liver metastases on postmortem whole body CT angiography following inadvertent systemic venous infusion of the contrast medium. *Int J Legal Med* 126(2):311-4, 2012 (レベル V)
7. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology* 250(3):897-904, 2009 (レベル IV)
8. 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* 22(1):152-60, 2012 (レベル IV)
9. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)* 14(5):239-45, 2012 (レベル IV)
10. Takahashi N, et al: Multiple lung tumors as the cause of death in a patient with subarachnoid hemorrhage: postmortem computed tomography study. *Jpn J Radiol* 27(8):316-9, 2009 (レベル IV)
11. Davidson B. Malignant effusions: from diagnosis to biology. *Diag Cytopathol* 31(4):246-54, 2004 (レベル VI)
12. Hanamornroongruang S, et al: Acute liver failure associated with diffuse liver infiltration by metastatic breast carcinoma: A case report. *Oncol Lett* 5(4):1250-2, 2013 (レベル V)
13. Simone C, et al: Rapid liver enlargement and hepatic failure secondary to radiographic occult tumor invasion: two case reports and review of the literature. *J Med Case Rep* 6(1):402, 2012 (レベル V)
14. Rowbotham D, et al: Acute liver failure secondary to hepatic infiltration: a single centre experience of 18 cases. *Gut* 42(4):576-80, 1998 (レベル V)
15. Allison KH, et al: Radiographically occult, diffuse intrasinusoidal hepatic metastases from primary breast carcinomas: a clinicopathologic study of 3 autopsy cases. *Arch Pathol Lab Med* 128(12):1418-23, 2004 (レベル V)
16. Sawada Y, et al: Remarkable tumor lysis in a hepatocellular carcinoma patient immediately following glypican-3-derived peptide vaccination: An autopsy case. *Hum Vaccin Immunother* 9(6), 2013 (レベル V)
17. Murakami T, et al: Cardiac metastasis of renal pelvic cancer. *Int J Urol* 14(3):240-1, 2007 (レベル V)
18. Lammi M, et al: Pulmonary tumor embolism. *Lung* 188(5):441-3, 2010 (レベル V)

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



CQ20 死後画像診断の際、肺炎の判定に有用な所見は何か？

推奨グレード 状態評価 C1

死因判定 C2

死後 CT にて肺野に肺炎の症例では区域性浸潤影、多発融合斑状浸潤影が認められたとする報告がある。但し、これらの陰影が認められた場合でも肺炎に特異的な所見ではない。類似する病態として死後変化(肺血液就下)、肺うっ血、肺水腫などがある。肺炎に関する死後画像の研究は現状の所不十分であり、画像から肺炎を判定するエビデンスは得られていない。死後画像によって肺炎を判断する基準は確立されていない。

#### 解説

肺炎症例で上記死後 CT 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。ただし本研究は死後 CT 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、推定死亡時刻から死後 CT 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。

成人死亡例の死因を画像から診断した報告[3]では、死後 CT 経験のない放射線科医の読影では CT 施行例の 32%が解剖所見との大きな乖離があり、気管支肺炎においても同様であった。死後 CT の肺所見は非特異的なものが多い事から死因を推定する(診断する)事は現状では困難である[4]。特に死後経過時間による変化[5]を考慮する必要があると思われる。

#### 検索式・参考にした二次資料

PubMed で、postmortem, pneumonia, 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 220:232-8, 2012 (レベル V)
2. Shiotani S, et al: Postmortem pulmonary edema: a comparison between immediate and delayed postmortem computed tomography. Leg Med (Tokyo) 13:151-5, 2011 (レベル V)
3. Roberts IS, et al: Post-mortem imaging as an alternative to autopsy in the diagnosis of adult deaths: a validation study. Lancet 379:136-42, 2012 (レベル )
4. Shiotani S, et al: Non-traumatic postmortem computed tomographic (PMCT) findings of the lung. Forensic Sci Int 139:39-48, 2004 (レベル )

5. 長谷川 巖、その他:【死後の画像診断】死後の連続撮影で得られた画像所見にみる死後変化 法医病理 26:97-102 ,2010 (レベル V)

CQ21 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 C2

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、頸部軟部組織の出血、舌骨・甲状軟骨の骨折を描出することが可能なこともあり、窒息死の判定に有用なことがある。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が、蘇生処置により修飾されることもある。

#### 解説

(窒息の定義) 法医学上の窒息は、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。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次の - のことを指す。

鼻口部の閉塞

上気道内腔の閉塞

外頸部の圧迫(縊頸・絞頸・扼頸)

末梢気道の閉塞(溺死など)(CQ15)

呼吸運動の障害(胸腹部圧迫、気胸など)

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)

(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 年間埋葬された腐敗死体に対する 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瘍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胃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(索状物により自己の体重で頸を圧迫)・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も見られる。

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で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、解剖所見を合わせ、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。

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などを参考にしつつ、捜査機関に更なる調査・解剖を勧めるべきである。

#### 検索式・参考にした二次資料

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 55:1251-8, 2010 (レベル )
2. Oesterhelweg L, et al: Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. Arch Pathol Lab Med 133:806-10, 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) 13:142-4, 2011 (レベル )

5. Takahashi N, et al: Multiple lung tumors as the cause of death in a patient with subarachnoid hemorrhage: postmortem computed tomography study. *Jpn J Radiol* 27:316-9, 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* 22:120-2, 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* 10:109-13, 2014 (レベル )
8. Iwase H, et al: Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest. *J Forensic Sci* 55:1509-15, 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* 124:641-5, 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: 25-9, 2006 (レベル )
13. Kempter M, et al: Post-mortem imaging of laryngo-hyoid fractures in strangulation incidents: First results. *Leg Med (Tokyo)* 11:267-71, 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* 12:228-32, 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* 121:115-23, 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*, p.102, ベクトル・コア, 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*, pp.82-83, 文光堂, 2009 (レベル )

CQ22 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 C1

死後 CT で高濃度を示す胃・十二指腸内の薬物が検出された報告がある。X 線不透過性を示す薬物の検出に死後 CT は有用であり、高濃度胃内容物が認められた場合は血液・胃内容物の薬物分析が推奨される。

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、解剖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レリル尿素(睡眠薬)などの臭素を含む薬物が挙がるが[2,3]、その他に抱水クロラル・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]。死後 CT では胃・十二指腸内に高濃度沈殿を示す所見が認められる場合が多いが、有機水銀中毒で食道、胃粘膜に結合した薬物が消化管壁に沿った高濃度として描出された例が報告されている[4]。

(胃内薬物検出の意義) 胃内容物の高濃度は薬物が胃・十二指腸内に残留している時に呈する可能性のある所見であ

り、陰性の場合にも薬物中毒・服薬過量を否定できない[2]。また、胃内に貯留する食物残渣が高濃度を示す場合も多く、判断が難しい例もある。薬物分析の必要性については、死亡時の状況などの情報も合わせて総合的に判断されるべきである。

X 線不透過性を示す薬物にはトライエージ検査で検出されないものもあるため、高濃度内容物が検出された場合は、血液や胃内容物の薬物分析が推奨される[1,3]。ただし、CT による定量は困難である[3]。また、死亡時の状況や死後 CT 所見から薬物中毒が強く疑われた症例において、あらかじめ血液検査で塩化第二水銀中毒と判定し、解剖や薬物分析の際に起こりうる担当スタッフの水銀蒸気暴露を回避したとする報告がある[4]。

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。検索された論文の参考文献等から有用と思われる論文を追加で参考にした。

### 文献

1. Burke MP, et al: The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose. *Forensic Sci Med Pathol* 8:218-36, 2012 (レベル )
2. Aghayev E, et al: Radiopaque stomach contents in postmortem CT in suicidal oral medication intoxication: report of three cases. *J Forensic Leg Med* 17:164-8, 2010 (レベル )
3. Sano R, et al: A case of fatal drug intoxication showing a high-density duodenal content by postmortem computed tomography. *Leg Med* 13:39-40, 2011 (レベル )
4. Iino M, et al: Post-mortem CT findings following intentional ingestion of mercuric chloride. *Leg Med(Tokyo)* 11:136-8, 2009 (レベル )



CQ23 体内液体の検出・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

死後 CT を用いると、体内の液体はほぼ完全に検出でき、体積を測定することも可能である。解剖と比較して、死後 CT では液体の局在が明瞭であり、他の臓器との位置関係を正確に診断することが可能である。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。また、体内の液体の性状(漿液、膿瘍、血液など)を判断することは、困難な場合がある。

#### 解説

##### (背景)

死後 CT では、副鼻腔[1, 2]、気管[1, 2]、胸膜腔[1, 3-6]、心膜腔[3-5, 7, 8](CQ11)、腹膜腔[5, 9-12]、後腹膜[5, 13]の液体(血液を含む)を検出でき、それらを解剖で確認した、とする多数の報告がある。胸膜腔、心膜腔では、解剖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]。腹膜腔の液体貯留の診断能は死後 CT が解剖を上回るとする報告[2]がある一方、腐敗の進んだ遺体では腸管ガスや腹膜腔内ガスの影響により、死後 CT では少量の腹膜腔の液体は検出が困難であるとする報告[15]もある。

##### (体腔内液体の定量)

CT にて液体の体積を測定するために、ファントムを用いて、実際の容積と CT にて計測した値が一致したことを明らかにした上で[8]、死後 CT を用いて腹膜腔内出血・心膜腔内液体の量を正確に計測しえたとする報告がある[8, 12]。

##### (解剖との比較)

解剖では液体は移動してしまうため、体内での位置の把握が難しい。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 にて、大量の胸水による縦隔の圧迫が明瞭であったが、解剖では胸水と縦隔の位置関係を評価できなかった例が報告されている[6]。

##### (体腔内の血液)

死後 CT では、一般に血液は高濃度を呈する[4, 9-14]。しかし、体内の液体の濃度は死亡時や死後の条件により変化するため、漿液、膿瘍、血液を鑑別することが難しい場合もある[15]。死後 CT で体内の液体性状の診断を行う際には、死亡時の状況や死後時間の経過などに留意する必要がある。

### 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な論文を追加した。

### 文献

1. Kasahara S, et al: Diagnosable and non-diagnosable causes of death by postmortem computed tomography: A review of 339 forensic cases. *Leg Med (Tokyo)* 14(5):239-45, 2012 (レベル IVb)
2. Le Blanc-Louvry I, et al: Post-mortem computed tomography compared to forensic autopsy findings: a French experience. *Eur Radiol* 23(7):1829-35, 2013 (レベル IVb)
3. Wichmann D, et al: Virtual autopsy as an alternative to traditional medical autopsy in the intensive care unit: a prospective cohort study. *Ann Intern Med* 156(2):123-30, 2012 (レベル IVb)
4. Ruder TD, et al: Minimally invasive post-mortem CT-angiography in a case involving a gunshot wound. *Leg Med (Tokyo)* 12(3):154-6, 2010 (レベル V)
5. 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* 22(1):152-60, 2012 (レベル IV)
6. Christoffersen S. CT verified cause of death in hepatic hydrothorax without ascites. *Forensic Sci Int* 198(1-3):e11-3, 2010 (レベル V)
7. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology* 250(3):897-904, 2009 (レベル IV)
8. Ebert LC, et al: CT based volume measurement and estimation in cases of pericardial effusion. *J Forensic Leg Med* 19(3):126-31, 2012 (レベル IV)
9. Cha JG, 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* 11(4):395-406, 2010 (レベル IV)
10. Christe A, et al: Abdominal trauma--sensitivity and specificity of postmortem noncontrast imaging findings compared with autopsy findings. *J Trauma* 66(5):1302-07, 2009 (レベル IV)
11. Miyamori D, et al: Temporal evolution in peritoneal hemorrhage as depicted by postmortem CT. *J Forensic Leg Med* 20(5):548-50, 2013 (レベル V)
12. Ampanozi G, et al: Post-mortem virtual estimation of free abdominal blood volume. *Eur J Radiol* 81(9):2133-6, 2012 (レベル IV)
13. Arai A, 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* 24(2):147-9, 2006 (レベル V)

14. Daly B, et al: 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* 225:20-6, 2013 (レベル IV)

15. Poulsen K, et al: Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. *Forensic Sci Int* 171(2-3):190-7, 2007 (レベル V)

CQ24 体内ガスの検出・定量に死後画像を用いることは可能か？

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解剖に比べて容易であり、再構成画像を用いることで体積を測定することも可能である。血管内ガスは死後変化や蘇生術により発生する例がしばしば見られるが、空気塞栓症を示す場合もあり、分布やガスの量、死後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であるが、死後変化(自家融解)による胃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。

(非外傷による死亡について) 非外傷による死亡事例の血管内ガスの成因は、腐敗によるものと心肺蘇生術によるものがある

[1]。

腐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、腐敗所見が死後 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腐敗の影響を考慮する必要があると述べられている[2]。死後数時間の CT で血管内ガスを腐敗と診断した報告もあるが[3]、ガス分析は行われていない。

一方、心肺蘇生術と肝臓、腎臓のガス貯留に相関があるという報告があり[1]、体内ガス成因判別の一助になり得る。また、頭蓋内では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されている[3]。

事件・事故に関連して、人為的に血管内にガス(空気・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]。再構成画像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]。しかし、四肢の動脈内ガス注入、静脈内ガス注入は注入量・注入速度によっては死因となる空気塞栓症を引き起こす可能性があるとの報告があり[8]、画像所見のみからの判断が難しい場合もある。

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胃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 では腐敗を示す所見、腹膜炎を示す所見を欠く場合、腹腔内遊離ガスは死後変化による胃穿孔の可能性もある[10]。

(外傷による死亡について) 外傷による死亡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、

外傷性肺胞-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等から有用と思われる論文を追加で参考にした。

#### 文献

1. Ishida M, et al: Intravascular gas distribution in the upper abdomen of non-traumatic in-hospital death cases on postmortem computed tomography. Leg Med 13:174-9, 2011 (レベル )
2. Jackowski C, et al: Intrahepatic gas at postmortem computed tomography: forensic experience as a potential guide for in vivo trauma imaging. J Trauma 62:979-88, 2007 (レベル )
3. Shiotani S, et al: Nontraumatic postmortem computed tomographic demonstration of cerebral gas embolism following cardiopulmonary resuscitation. Jpn J Radiol 28:1-7, 2010 (レベル )
4. Brook OR, et al: Arterial air emboli on computed tomography (CT) autopsy. Injury 43:1556-61, 2012 (レベル )
5. Laurent PE, et al: Post-mortem computed tomography in a case of suicide by air embolism. Diagn Interv Imaging 94:460-2, 2013 (レベル )
6. Makino Y, et al: Massive gas embolism revealed by two consecutive postmortem computed-tomography examinations. Forensic Sci Int 231:e4-10, 2013 (レベル )
7. Jackowski C, et al: Visualization and quantification of air embolism structure by processing postmortem MSCT data. J Forensic Sci 49:1339-42, 2004 (レベル )
8. Inoue H et al: Cranial computed tomograms of arterial and venous cerebral air embolism. Fukuoka Acta Med 96:326-30, 2006 (レベル )
9. Dedouit F, et al: Lethal visceral traumatic injuries secondary to child abuse: a case of

practical application of autopsy, radiological and microscopic studies. *Forensic Sci Int* 206:e62-6, 2011 (レベル )

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

CQ25 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

外傷によらない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。特に再構成画像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。

### 解説

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 [1]。また CT における Buckle fracture の診断率は解剖や単純 X 線撮影よりも高く [2]、単純 X 線撮影では解剖に及ばない [3]。心拍再開が得られなかった場合、心停止時の胸骨圧迫によって生じた肋骨骨折には出血を伴わない [3]。しかし自動胸骨圧迫装置である AutoPulse を用いて胸骨圧迫を行った場合にはしばしば後方型肋骨骨折を見ることがあり注意を要する [4]。

また他の自動胸骨圧迫装置である Lucas-CPR を用いた 13 体の cadaver に対する検討で、徒手胸骨圧迫による肋骨骨折と同等の位置と頻度であり、CT よりも解剖による検出率が高かったという報告がある [5]。

### 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. Yang KM, et al: "Buckle" rib fracture: An artifact following cardio-pulmonary resuscitation detected on postmortem CT. Legal Medicine 13: 233-9, 2011 (レベル )
2. Smekal D1, et al: Comparison of computed tomography and autopsy in detection of injuries after unsuccessful cardiopulmonary resuscitation. Resuscitation 84:357-60, 2013 (レベル )

3. Lederer W1, et al: Frequency of rib and sternum fractures associated with out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation is underestimated by conventional chest X-ray. Resuscitation 60: 157-62, 2004 (レベル )
4. Pinto DC, et al: Manual and automated cardiopulmonary resuscitation (CPR): a comparison of associated injury patterns. J Forensic Sci 2013; 58: 904-9, 2013 (レベル )
5. Oberladstaetter D, et al: Autopsy is more sensitive than computed tomography in detection of LUCAS-CPR related non-dislocated chest fractures. Resuscitation 83: e89-90, 2012 (レベル )



CQ26 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 C2

外傷によらない心停止症例では有用である。胸骨圧迫による胃破裂による腹腔内ガス、気胸が読影可能で、肝損傷および脾損傷は造影 CT が有用との報告がある。

肝損傷および脾損傷による腹腔内出血は解剖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・縦隔内出血を突然死の原因としてはいけない。

### 解説

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)、陽圧式人工呼吸などが行われるため、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 [1,2]。胸部では心膜損傷・心損傷によって心タンポナーデ、肺損傷によって気胸を来したという報告があり、腹部では胃穿孔、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 [3]、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とされる。胸骨圧迫による臓器損傷は通常大量の出血を伴わないが、外傷による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、解剖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 [4]。

### 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, et al: Cardiopulmonary resuscitation-associated major liver injury. Resuscitation 75: 445-53, 2007 (レベル )
2. Miller AC, et al: A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. Resuscitation 85(6):724-31, 2014 (レベル )
3. J.-B. Zerlauth, et al: Surgical interventions with fatal outcome: Utility of multi-phase postmortem CT angiography. Forensic Science International 225: 32-41, 2013 (レベル )
4. Miyamori D, et al: Temporal evolution in peritoneal hemorrhage as depicted by postmortem CT. J Forensic Leg Med 20: 548-50, 2013 (レベル )

CQ27 検案時に死後画像を用いることは有用か？

推奨グレード C1

死後画像で死因診断ができる場合があり有用との報告がある。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や異物を発見できる。一方で、死後 CT には見落としやすい状態も数多くあり、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は特定できない病態や見落とされている外傷等もあり、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 画像の読影は法医学的知識のある医師が行うのがよい[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 で胃内のスクリーニングと記録に有用であり、その場合胃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という報告もある[4]。

(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で、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]。

(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や病態として、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や損傷としては、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]。

検索式・参考にした二次資料

PubMed 2014/2/25

- #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

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. Iwase H, et al: Evaluation of computed tomography as a screening test for death inquest J. Forensic Sci 55(6):1509-15, 2010 (レベル )
2. 塩谷 清司 ほか: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 35:16-20, 2012 (レベル )

3. Burke MP, et al: The use of postmortem computed tomography in the diagnosis of intentional medication overdose. *Forensic Sci Med Pathol* 8(3):218-36, 2012 (レベル )
4. Oesterhelweg L, et al: Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. *Arch Pathol Lab Med* 133(5):806-10, 2009 (レベル )
5. Iino M, et al: Postmortem computed tomography findings of upper airway obstruction by food. *J Forensic Sci* 55(5):1251-8, 2010 (レベル )
6. Thali Y, et al: Death by biscuit-exhumation, post-mortem CT, and revision of the cause of death one year after interment. *Leg Med (Tokyo)* 13(3):142-4, 2011 (レベル )
7. Bolliger S, et al: Postmortem imaging-guided biopsy as an adjuvant to minimally invasive autopsy with CT and postmortem angiography: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 195(5):1051-6, 2010 (レベル )
8. Owais AE, et al: Could pre-mortem computerised tomography scans reduce the need for coroner's post-mortem examinations? *Ann R Col. Surg Engl* 92(5):422-4, 2010 (レベル )
9. Leth P M: Computerized tomography used as a routine procedure at postmortem investigations. *Am J Forensic Med Pathol* 30(3):219-22, 2009 (レベル )
10. Thayyil S: Less invasive autopsy: an evidenced based approach. *Arch Dis Child* 96(7):681-7, 2011 (レベル )

CQ28 解剖時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 C2

解剖により消失する所見、ガスの量と配置など、また、骨格などの全身検索は、解剖では困難な場合があり、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。骨の形状や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。いずれにしても、ガス・骨成分や金属等の検出に際して CT を用いた全身検索は有用であり、解剖前に画像を確認することは評価されている。

不整に変形した弾丸及びその欠片や骨片、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ある(CQ4, 7)。解剖術者の服装や装備などあらかじめ用意しておく上で、安全性並びに解剖の質を担保することが可能となり、解剖中も術者が注意を払うポイントをあらかじめ確認することが出来るとする報告がある[1]。学術的利用としては、死後画像と解剖所見を比較検討することにより、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[2]。

森林火災での多数身元不明死体の検視検案において、死後画像が有用であった[3]。焼損死体においては、外表・指紋・歯牙・DNA は不可能な場合があるが、骨格や動脈硬化があらかじめ評価可能であり、金属製医療資材などによる過去の治療歴を推定/照合する等多くの情報が得られる。性別は61%、年齢推定は76%一致したという報告がある[3](CQ4)。

#### 検索式・参考にした二次資料

PubMed で、postmortem, hunger, death のキーワードを用いて検索した。

#### 文献

1. Ruty GN, et al: Accuracy of magnetic resonance imaging in determining cause of sudden death in adults: comparison with conventional autopsy. Histopathology 44(2) 187-9, 2004 (レベル )

2. Dedouit F, et al: Virtual autopsy and forensic identification-practical application: a report of one case. J Forensic Sci 52(4):960-4, 2007 (レベル )
3. O'Donnell CJ, et al: Contribution of postmortem multidetector CT scanning to identification of the deceased in a mass disaster: Experience gained from the 2009 Victorian bushfires. Forensic Sci Int 25;205(1-3):15-28, 2011 (レベル )

# 小児死後画像読影ガイドライン

# 小児期死亡状況と死因構成

## 小児期死亡状況と死因構成

### 解説

まず小児期死亡の状況、成人との死因構成の違いについて認識しておく。

(小児期死亡の状況) [1, 2]

平成 25 年(2013 年)における我が国の 15 歳未満の小児期死亡は年間 3,878 人であり、同年の総死亡数 1,268,436 人の 0.31%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 57.0 と比較的高いが、5～9 歳の 8.5、10～14 歳の 8.1 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 2,185 人(小児期死亡全体の 56.3%)であり、さらに 1 ヶ月未満の新生児死亡は 1,026 人(同 26.5%)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 3,110 件、死産全体では 24,102 件(自然死産 10,938 件、人工死産 13,164 件、小児期死亡の 6.21 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。

(小児期死亡の原因) [3, 4]

小児期の死因構成は成人とは異なり、先天奇形 993 人(全小児期死亡の 25.6%)、不慮の事故 371 人(9.6%)が多く、全人口では最も頻度の高い悪性新生物は 300 人(7.7%)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 811 人(小児期死亡の 20.9%、乳児死亡の 37.1%、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 559 人(14.4%、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 122 人(3.1%、5.6%)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 1 参照)。

### 文献

1. 厚生労働省 平成 25 年人口動態調査上巻 死亡 表 5-15  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108740>
2. 厚生労働省 平成 25 年人口動態調査上巻 総覧 表 3-1-1  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001127021>
3. 厚生労働省 平成 25 年人口動態調査下巻 死亡 第 2 表 死亡数, 性・年齢(5 歳階級)・死因(死因簡単分類)別  
<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108740>
4. 厚生労働省 平成 25 年人口動態統計月報年計(概数)の概況 第 7 表 死因順位(1～5 位)別死亡数・死亡率(人口 10 万対)、性・年齢(5 歳階級)別  
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/geppo/nengai13/dl/h7.pdf>



## CQ 小児 1

CQ 小児1 小児の予測不能な突然死例では死後画像を行うべきか？

推奨グレード B

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。

### 解説

乳児の予期不能であった突然死を、予測不能乳児突然死(SUID sudden unexpected infant death)と称する。これには感染、代謝疾患、心疾患など疾患によるもの、窒息、酸欠、誤嚥など偶発事象によるもの、疾患では説明のつかない乳幼児突然死症候群(SIDS)など、様々な形態の予期されていなかった乳児の突然の死亡が含まれる。非偶発外傷である虐待も SUID の際に考慮されるべき重要な原因のひとつである。

厚労省の虐待による死亡事例の報告では、平成24年度の虐待死を49名と報告しており、これは平成24年(暦年)の小児死亡総数4,182名の1.2%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[2-4]。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[5-7]。

### 検索式・参考にした二次資料

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。

### 文献

1. 子ども虐待による死亡事例等の検証結果等について(第10次報告)(レベル )  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000057947.html>
2. Distinguishing Sudden Infant Death Syndrome from Child Abuse Fatalities. Committee on child abuse and neglect. Pediatrics 94:124e6, 1994 (レベル )
3. Thomsen TK, et al: Post-mortem radiological examination in infants: evidence of child abuse? Forensic Sci Int 1;90(3):223-30, 1997 (レベル )
4. Weber MA, et al: Rib fractures identified at postmortem examination in sudden unexpected deaths in infancy (SUDI). Forensic Sci Int 189(75)e81, 2009 (レベル )
5. 日本小児科学会 子ども虐待問題プロジェクト(宮本信也委員長) 子ども虐待診療手引き。(レベル ) [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. Jpn. SIDS Res. Soc 6 (2), 2006 (レベル )
7. 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 118(1):421-7, 2006 (レベル )

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 B

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り併用が推奨される。

解説

(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]。

(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、非特異的の死後変化、死因に関連する異常所見をとり、解剖所見と照合した研究では高い一致率が得られている[3]。解剖で 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%)で解剖結果に一致していた。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。解剖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 で正常判定だが解剖で肺炎とされた 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]。

(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

## CQ小児2

---

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ければ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をただちに表すものではないことに留意しておくべきである。

(死後 MR の診断精度のシステマティックレビュー) 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マティックレビュー[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度は、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度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]。

このシステマチックレビューの結果より、死後 MR について従来公刊されているデータは、少数、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示された。この結果、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の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]。

(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が実際には解剖が行われ、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・参考にした二次資料

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。

### 文献

1. Arthurs OJ, et al: Routine perinatal and paediatric post-mortem radiography: detection rates and implications for practice. *Pediatr Radiol* 8, 2013 (レベル )
2. Thayyil S, et al: MARIAS collaborative group. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *Lancet* 20;382(9888):223-33, 2013 (レベル )
3. Proisy M, et al: Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. *Eur Radiol* 23(6):1711-9, 2013 (レベル )
4. Oyake Y, et al: Postmortem computed tomography for detecting causes of sudden death in infants and children: retrospective review of cases. *Radiat Med* 24(7):493-502, 2006 (レベル )
5. Thayyil S, et al: Diagnostic accuracy of post-mortem magnetic resonance imaging in fetuses, children and adults: a systematic review. *Eur J Radiol* 75(1):e142-8, 2010 (レベル )

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

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。

### 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するための死後画像診断や、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に全身骨撮影を行った結果、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、脳浮腫、脳挫傷、剪断損傷、虚血、梗塞が MRI で良好に示された。くも膜下血腫、縫合離開、頭蓋外損傷、非常に小さな硬膜下血腫の検出には、解剖の方が優れていた。死後 MRI は異常の局在をわかりやすく示し、解剖時の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・参考にした二次資料

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。

### 文献

1. Kleinman PK, et al: Radiologic contributions to the investigation and prosecution of cases of fatal infant abuse. N Engl J Med 23;320(8):507-11, 1989 (レベル )
2. Noda Y, et al: Postmortem computed tomography imaging in the investigation of nontraumatic death in infants and children. Biomed Res Int 327903, 2013 (レベル )
3. Hart BL, et al: Postmortem cranial MRI and autopsy correlation in suspected child abuse. Am J Forensic Med Pathol 17(3):217-24, 1996 (レベル )

## CQ 小児 4

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。

### 解説

児童虐待による頭部外傷は、偶発外傷より受傷年齢が低く、乳幼児の解剖学的な特質の特殊性、暴力的な振盪など受傷機転の特殊性などから、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。児童虐待による頭部外傷の形態の特徴については、以下のふたつのメタアナリシスに示されている[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でオッズ比を求めている。その結果、硬膜下血腫のオッズ比が 8.2 と高く、虐待による頭部損傷でより高頻度に認められることが明らかになった。硬膜下血腫の部位で見ると、半球間裂、頭頂部、後頭蓋窩のオッズ比がそれぞれ 7.9、4.9、2.5 と算出され、半球間裂の硬膜下血腫の場合に虐待による頭部損傷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、これも虐待群で高かった[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かった[1]。

Piteau らのメタアナリシスでも、硬膜下血腫の虐待群と非虐待群のオッズ比は 8.90 であり、頭蓋内損傷の中でもっともオッズ比が高い。低酸素虚血性損傷、脳浮腫のオッズ比も 4.79、2.05 と虐待群で高かった。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、単独の頭蓋骨骨折では 0.01 と、偶発外傷群の方でより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はまだ少数で散発的なものとどまっている。

### 検索式・参考にした二次資料

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

この中から 2 文献を選択した。

### 文献

1. Kemp AM, et al: Neuroimaging: what neuroradiological features distinguish abusive from non-abusive head trauma? A systematic review. Arch Dis Child 96(12):1103-12, 2011 (レベル )



2. Piteau SJ, et al: Clinical and radiographic characteristics associated with abusive and nonabusive head trauma: a systematic review. *Pediatrics* 130(2):315-23, 2012 (レベル )

## CQ 小児 5

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。

### 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ティ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直接的に援用するわけにはいれないが、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、それが蘇生過程などで偶発的に生じたもの

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・参考にした二次資料

Search ("child abuse" AND bone fracture) Filters: Systematic Reviews: 16 この中から 3 文献を選択した。

### 文献

1. Kemp AM, et al: Patterns of skeletal fractures in child abuse: systematic review. BMJ 2;337:a1518, 2008 (レベル )

2. Piteau SJ, et al: Clinical and radiographic characteristics associated with abusive and nonabusive head trauma: a systematic review. *Pediatrics* 130(2):315-23, 2012 (レベル )
3. Weber MA, et al: Rib fractures identified at post-mortem examination in sudden unexpected deaths in infancy (SUDI). *Forensic Sci Int* 10;189(1-3):75-81 ,2009 (レベル )