

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IV)
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IV)
3. Christe A, et al: Drowning--post-mortem imaging findings by computed tomography. *Eur Radiol* 18: 283-90, 2008 (レベルIV)
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IV)

CQ16

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（鋳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「原因死」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「鋳型様」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て、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Ⅳ)
2. Hyodoh H, et al: Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. *Forensic Sci Int* 231:190-4, 2013 (レベルⅣ)
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Ⅳ)
4. Michiue T, et al: Quantitative analysis of pulmonary pathophysiology using postmortem

CQ16

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

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

CQ17

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、頭蓋骨骨髓・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IV)
2. Altun G, et al: Deaths due to hunger strike: post-mortem findings. *Forensic Sci Int* 146:35-8, 2004 (レベルV)
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V)
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IV)
5. Demaerel P, et al: Orbital fat edema in anorexia nervosa: A reversible finding. *AJNR* 17:1782-4, 1996 (レベルV)

CQ17

6. Drevellengas 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V)
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IV)

CQ18

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瘍として検出し、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 で検出された腫瘍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 にて腫瘍が認められる場合でも、原発性肺癌と転移性肺腫瘍、肝腫瘍と肝膿瘍が鑑別できなかったとする報告がある[5]。腫瘍の確定診断には組織診が必要であり、そのためには死後穿刺診断が有用とされる[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

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的所見として、呼吸不全をきたす大量の悪性胸水、肝不全をきたすびまん性肝転移、心不全をきたす心筋転移、肺動脈腫瘍塞栓、腹膜播種による大量腹水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的所見として、乳がん、肺がん、卵巣がん、中皮腫の胸膜播種に伴う大量の悪性胸水による呼吸不全[11]、びまん性肝転移による肝不全[12-15]、心筋や心臓流出路への転移による心不全[16, 17]、肺動脈腫瘍塞栓[18]、卵巣がんの腹膜播種による大量の腹水[19]の例が報告されている。死後 CT では体腔内の液体の検出は容易であるため、大量胸水・腹水の診断は可能である[8]。びまん性肝転移[12, 13, 15]、心筋転移、腫瘍塞栓は[16-18]は臨床的にも 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

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)、肺うつ血、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IV)
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IV)

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

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①-⑤のことを指す。

- ①鼻口部の閉塞
- ②上気道内腔の閉塞
- ③外頸部の圧迫(縊頸・絞頸・扼頸)
- ④末梢気道の閉塞(溺死など)(CQ15)
- ⑤呼吸運動の障害(胸腹部圧迫、気胸など)
- ⑥吸入する空気の異常や酸素欠乏(下水道での作業中事故など)

(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瘤などの有形物のスクリーニングに一定の有用性が認められる。解剖の際に偏位しうる有形物の状態を客観的に評価できる。しかしながら、死後 CT にて異物などでの気道閉塞による窒息が疑われた際、安易にそれを死因と推定することは注意しなければならない。例えば、新生児の鼻口部を手で塞いで殺害した後に口腔内に葉を詰めた事例が報告されている[9]。また、場合によっては死戦期の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抜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か見られる。

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

また、生前・生存症例に対する外頸部圧迫の MRI 所見も参考になる。Christe らは扼頸の頸部皮下・筋肉内の出血[14]、Yen らは絞頸の皮下・筋肉・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V)
2. Oesterhelweg L, et al: Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. Arch Pathol Lab Med 133:806-10, 2009 (レベルV)
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V)
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V)

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V)
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V)
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V)
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V)
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V)
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V)
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V)
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V)
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V)
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IV)
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V)
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V)
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VI)

CQ22

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ワレリル尿素(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ール・塩化重金属類・鉄・フェノチアジン・徐放剤などが知られている[3]。薬物の CT 値は薬物自体によるが、胃内の薬物量、食物残渣量、内服後経過時間、死後経過時間の影響を受ける[2]。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。