

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V)
2. 塩谷清司 ほか: オートプシー・イメージングー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ー. 画像診断 30(1):106-20, 2010 (レベルV)
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V)

CQ2

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場合が多い。

(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-subarachnoid 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 subarachnoid 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「鑄型様」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と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V)
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V)
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IV)
4. O'Donnell C, et al: Post-mortem radiology--a new sub-speciality? Clin Radiol 63:1189-94, 2008 (レベルIV)
5. Jackowski C, et al: Postmortem imaging of blood and its characteristics using MSCT and MRI. Int J Legal Med 120:233-40, 2006 (レベルV)
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V)
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V)
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V)
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IV)
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V)
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IV)
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IV)
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V)
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IV)

15. Barkhausen J, et al: Detection and characterization of intracardiac thrombi on MR imaging. *Am J Roentgenol* 179:1539-44, 2002 (レベルV)
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V)
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V)
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V)

CQ4

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記載されている様に、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つた外因死が死後 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、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て、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 (MSCCT) and magnetic resonance imaging (MRI)--a feasibility study. J Forensic Sci 48:386-03, 2003 (レベルIV)
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IV)
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. 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IV)
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IV)
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IV)
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V)
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V)

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IV)
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V)
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IV)
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IV)
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IV)
16. Christie 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IV)
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 I)
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V)
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V)
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V)
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V).
22. Oesterhelweg L, et al: Virtopsy: postmortem imaging of laryngeal foreign bodies. *Arch Pathol Lab Med* 133:806-10, 2009 (レベルV)
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V)
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IV)
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IV)
26. Hyodoh H, et al: Postmortem computed tomography lung findings in fatal of hypothermia. *Forensic Sci Int* 231:190-4, 2013 (レベルIV)

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V)
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V)
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V)

CQ5

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性臓器損傷は死後CTで指摘しにくく、外傷全体の指摘率を下げている。また、外傷が生前に生じたものなのか、死後の損傷なのか(生活反応の有無)という視点も重要であり、この概念の下では、生前外傷の判定率は下がると考えられる[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V)
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V)
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IV)
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IV)
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IV)
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IV)
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IV)
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IV)
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I)
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V)

CQ6

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、30cm³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、肺炎の可能性がある。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的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Ⅳ)
2. Filigrana 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Ⅴ)

CQ7

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]、致死性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

杖創(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V)
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V)
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V)
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V)
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V)

CQ7

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V)
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V)
8. Germerott T, et al: Fatal thoracic impalement on postmortem imaging. *Leg Med (Tokyo)* 13(2):83-6, 2011 (レベルV)
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V)
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V)