

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、致死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(靱帯損傷、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、後縦靱帯骨化症

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Ⅲ)
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Ⅳ)
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Ⅴ)
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Ⅴ)
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Ⅴ)
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Ⅴ)

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Ⅳ)
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Ⅴ)
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Ⅴ)
12. Stähler 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Ⅴ)

## CQ9

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V)
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IV)
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V)
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 22:152-160, 2012 (レベルV)
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. 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V)
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V)

## CQ10

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。

- ①バートプシーグループからの報告[4,5]:エンバー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。
- ②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。①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。
- ③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、①②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ールでなく、心臓を標的とした撮像プロトコールが必要である。

### 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 V)
5. Michaud K, et al: Postmortem imaging of sudden cardiac death. Int J Legal Med 128:127-37, 2014 (レベル V)
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 V)
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 V)
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 V)
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 V)
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 V)



## CQ11

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

- ① 心筋梗塞後心破裂
- ② 解離性大動脈瘤心嚢内破裂
- ③ 胸部打撲による心嚢内心血管損傷
- ④ 胸骨圧迫法(心肺蘇生)による心血管損傷
- ⑤ 死後心腔穿刺による心腔内からの漏出
- ⑥ 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 V)
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 IV)
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 IV)
5. Hori S, et al. Why is pericardio-centesis possible in acute hemopericardium? *Igaku No*

Ayumi 139: 353-4, 1986 (レベルIV)

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V)
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V)
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V)
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V)
10. Doppman JL, et al: Computed tomography in constrictive pericardial disease. J Comput Assist Tomogr 5:1-11, 1981 (レベルV)
11. Chong HH, et al: Pericardial effusion and tamponade: evaluation, imaging modalities, and management. Compr Ther 21:378-85, 1995 (レベルVI)
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IV)

## CQ12

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 I)
2. Black M, et al: Sudden unexpected death in adults caused by intracranial pathology. J Clin Pahtol 55: 44-50, 2002 (レベル V)
3. Gijn JV, et al: Subarachnoid haemorrhage: diagnosis, causes and management. Brain,124:249-78, 2001 (レベル V)
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 IV)
5. Lemonick DM:Subarachnoid hemorrhage: state of the art(ery). American Journal of Clinical Medicine 7:62-73, 2010 (レベル V)
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 IV)
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 V)

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V)
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V)
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V)
11. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? *Radiology* 250(3):897-904, 2009 (レベルV)
12. Schevink WI, et al: Sudden death from aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurology* 45: 871-4,1995 (レベルV)
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I)
14. Shekhzahi 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V)
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V)
16. Harland WA, et al: Subarachnoid haemorrhage due to upper cervical trauma. *J Clin Pathol* 36: 1335-41,1983 (レベルV)
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V)
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V)
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V)
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V)

## CQ13

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、①脳幹出血、②30 cm<sup>3</sup>、③脳室穿破、④脳室圧迫、⑤5mm 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VI)
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IV)
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IV)
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IV)
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V)
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V)
7. Weustink AC, et al: Minimally invasive autopsy: an alternative to conventional autopsy? Radiology 250(3):897-904, 2009 (レベルV)
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IV)
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IV)



## CQ14

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

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

(どのような所見があれば死因と判定できるか)

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

## CQ14

---

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

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。