

(3) 臓器

- ① 気道・食道：舌の性状。軟口蓋・気道・食道内腔の液・異物，粘膜の鬱血，食道静脈瘤、口蓋扁桃腫大、喉頭浮腫、気管内挿管・食道内誤挿管の痕跡、気管・食道瘻の有無。
- ② 頸部器官：頸部筋肉・リンパ節の出血・鬱血・腫大。舌骨・甲状軟骨骨折、甲状腺腫大。気管切開痕。副甲状腺の状態。
- ③ 心臓：心嚢脂肪量・注射痕。心膜腔液の量・性状。心嚢血腫のある時は心筋梗塞破綻部の確認、大動脈・冠動脈の解離・損傷を *in situ* で確認する。心外膜溢血点。心重量、大きさ。左右心内腔の血液量、性状（流動性、凝血）。左室・右室自由壁・中隔の厚さ。各弁周囲径、弁膜症・硬化、疣贅などの有無。心筋の血量・線維化・出血。
解剖時、冠動脈三枝の硬化・狭窄度・血栓を確認し、必要な場合は固定後に動脈の走行に沿って横断面を検索し、写真撮影と組織検査をする。冠動脈形成術後の解離に関しても同様。
起始部大動脈解離や複雑な先天性心・血管奇形が疑われる時は *in situ* で確認し、心・大動脈を一括して摘出する。また、医療行為による所見（血管カテーテル挿入部・バイパス手術・ペースメーカー・人工弁の確認）は、臨床立会医の助言の下、医療行為と対応させつつ、陰性所見を含めて所見をとる。
- ④ 肺：肺動脈内血栓、気管支内液の有無・性状。肺門リンパ節の腫脹。胸膜の肥厚・癒痕。肺の膨隆度、含気量、血量、浮腫、鬱血、炎症、腫瘍、結節など。その他、無気肺、肺硬化（consolidation）、過膨張肺（喘息、気腫等）を確認する。小児に関しては後記する。
- ⑤ 胸腹部大動脈：胸部・腹部大動脈内径、硬化・潰瘍形成・石灰化の有無。大動脈周囲リンパ節等。解離がある時は、*in situ* で観察し写真撮影を行い、摘出・固定後、組織検査をする。
- ⑥ 副腎：大きさ、結節、出血、腫瘍等の有無。
- ⑦ 腎臓：被膜脂肪量・剥離，表面（平滑，細顆粒状）。腎皮質・髓質境界，血量。腎盂粘膜充盈・溢血点。腎の嚢胞・腫瘍・梗塞。
- ⑧ 脾臓：血量、硬度、出血等の有無、脾粥量。脾材・濾胞形成（白脾髄，赤脾髄）。
- ⑨ 肝臓：表面の凹凸、辺縁の鋭鈍、硬さ。割面の血量、脂肪沈着、小葉構造の明瞭度。胆嚢膨隆度、内膜性状、胆石の有無・性状、胆汁の色、量。門脈の観察。
- ⑩ 膵臓：硬さ、血量、腫瘍、脂肪沈着・壊死、主膵管など。
- ⑪ 胃・食道：内容量、消化の程度、残渣の性状。薬毒物中毒が疑われる時は採取保存。胃粘膜壁の性状、潰瘍形成、腫瘍など。食道静脈瘤の破裂、噴門部癌、下部食道癌が疑われる時は胃を食道（頸部臓器）と一括して摘出。
- ⑫ 腸管：腸管膨隆度・色調・粘膜・内容物（便、出血）の性状、腸間膜・腹膜・後腹膜の出血・炎症・梗塞、リンパ節腫脹の有無。虫垂の長さ・性状。胆汁通過試験。
- ⑬ 膀胱：尿量、色，性状等、採取保存。膀胱粘膜の性状。
- ⑭ 内性器：子宮・卵巢重量・大きさ、腫瘍の有無、出血など。精巣、前立腺（肥大、腫瘍）。
- ⑮ 脳：詳細な神経系の調査が必要な場合、全体をホルマリン固定。それ以外では、前額断

(冠状断)で、出血・損傷等の肉眼所見を観察し、小片をホルマリン固定。脳の大きさ、脳表所見(左右差、萎縮、脳回の扁平化)、ヘルニアの有無、脳底部動脈硬化、小脳の大きさ、橋の張り等。クモ膜下出血のときは、写真撮影後、生の状態で凝血を洗い流し、動脈瘤、動静脈奇形、または、血管損傷を探す。瘤を露出できたら、写真撮影し、血管とともに脳から外し、濾紙等に張り付けてホルマリン固定。外傷性脳クモ膜下出血との鑑別が問題となる場合、椎骨動脈、頸動脈から色素を注入して漏出部を確認し、写真撮影すると有効な場合がある。

⑯ 脊椎・脊髄：損傷や腫瘍が疑われる時、脊椎を切開し、脊髄を検索。脊髄を採取、固定し、血管走行を含め検討する。また、椎骨動脈の解離・損傷が疑われる時、頸椎を開き、椎骨動脈を露出し、固定後検索し、組織検査をする。腰椎麻酔事故の場合、穿刺部の損傷・深さを確認し、脊髄液を採取する。高位麻酔が疑われる時は上位脊椎を切断し、脊髄液の薬剤濃度を穿刺部と比較する。

⑰ 肺塞栓を見出した場合：下肢後面の筋肉を切開して静脈の内腔に血栓の有無を確認する。

⑱ 眼球：必要に応じて摘出、整復を行う。

(4) 胎児、新生児、小児解剖の注意点

① 成熟度の判定のため、頭囲、胸囲、腹囲などを測り、成熟度、妊娠週齢を判断。外表所見では、浸軟、胎脂附着、奇形の有無、顔貌、口蓋裂、指趾の数や形、猿線の有無、外性器の表現形、鎖肛の有無等に注意する。前方、側方、後方の三方向から in situ で写真を撮影し、必要があれば、軟X線写真SOFTEXで骨格写真を撮る。

② 呼吸(不全)の有無確認のため、肺浮遊試験と胃腸浮遊試験を実施する。肺浮遊試験は、肺全体、肺各葉、肺小片、そして、肺の小片を圧迫したものを順次、水槽に浮かべ、写真を撮影。胃腸浮遊試験では、胃腸を傷つけないよう一括摘出、水槽に浮かべ、どこまで浮いたかを記録する。人工呼吸の影響を考慮する。

③ 頭部(頭蓋骨を含む)の出血、損傷、炎症の有無、脳の奇形・発達度の観察。頭蓋骨の発達・癒合。

④ 心・血管奇形が疑われる時、肺、大血管・心を一括して摘出。

⑤ 腎・尿管奇形が疑われる時、腎、尿管、膀胱を一括して摘出。

⑥ 脊椎分離(Spina bifida)がある時、椎体骨全体を病変部の皮膚、皮下組織と一括摘出。

⑦ 必要に応じて、大腿骨、内耳なども検索。

⑧ 胸腺：大きさ、重量、割面の観察。

⑨ 胸腔臓器表面：胸膜、心外膜、胸腺表面の溢血点に留意。

⑩ 胎盤・臍帯：胎盤の重量・大きさ・剥離面性状、臍帯の断端の性状。

(5) 特別な症例

① ガス塞栓(空気塞栓) 静脈から混入する術中空気塞栓など医原性の空気塞栓を疑う場合は、死後変化の影響の少

ない画像を参照し評価する。治療による脱気が既に行なわれている場合は解剖時では判定困難だが、ガスが多量の時には、心臓を摘出前に心嚢を水で満たした状態で血管を切開し、出現する気泡の量で塞栓ガスの有無・程度を判断するなどの方法がある。(ガスを成分分析して、腐敗による硫化水素ガスなどと鑑別するという方法も考えられるが一般的ではない。)

② 乳幼児突然死

CTなどの他、場合により軟X線写真などを合わせて検討する。虐待、ネグレクトとの鑑別も必要。鼻口部周囲、頸部、胸部圧迫の痕跡を確認する。また、うつ伏せ寝・添い寝の有無、鼻口部周囲や気道内のミルクの存在、最終哺乳時刻、ゲップの有無、上気道感染の兆候などを確認する。但し、事例の状況によっては、警察の関与を求めたほうがよい場合がある。社会環境、画像所見、解剖所見などにおいて、死因とすべき他の有意な所見を見出せないことを確認した場合は、乳幼児突然死症候群の診断を考慮する。

5. 遺族や関係者への説明

解剖結果を遺族や関係者に説明する際に必要に応じて死後画像を用いる。一般的に、遺族には、解剖時に摘出した生々しい臓器の肉眼写真を提示するよりは、死後画像を提示しながら説明するほうが受け入れられやすい。死後画像で明瞭な病変が描出された場合(大きな出血性疾患や腫瘍など)や、重要な陰性所見が得られた場合(カテーテルによる血管損傷が疑われたが実際はなかった場合など)に用いると良い。死後画像は、遺族や司法機関との初期対応時や、解剖前の説明の際にも資料のひとつとして使用可能である。

6. 解剖結果報告書の作成

必要に応じて死後画像所見にも触れ、画像所見と解剖所見を対比させ、総合的に評価しながら考察をおこなう。局所解剖の場合など、解剖時に観察していない部位がある場合には、その部位の死後画像所見についても必要に応じて触れ、死因などの考察に用いると良い(開頭を許可されなかった解剖症例の脳所見など)。

7. 参考文献

- 1) 解剖調査実施マニュアル案(2008年度版) 診療行為に関連した死亡の調査分析に従事する者の育成及び資質向上のための手法に関する研究 診療関連死調査人材育成班 研究代表者 木村哲
- 2) 司法解剖標準化指針(案)2009年度版 日本法医学会 司法解剖あり方検討委員会・同WG

8. 付図 死後画像と解剖所見の対比例

図1：三次元 CT(3D-CT)死後画像と解剖所見の対比、転倒による左多発肋骨骨折例

1A 胸部 3D-CT (死後約 2 日)、1B 肉眼像 矢印は骨折部

図2：肺死後 CT 画像と解剖所見の対比、アスベスト肺症例

2A 肺 CT (死後 2 時間 40 分) 右下肺野背側に網状影、2B 右肺下葉の水平断肉眼像 背側に微細な線維化あり

図3：脳 MRI 死後画像と解剖所見の対比、脳腫瘍例(松果体 germ cell tumor と小脳転移、矢印部)

3A 脳 MRI (死後約 24 時間) 矢状断、3B 脳肉眼像

図4：胸部 MRI 死後画像と解剖所見の対比、大動脈解離症例

4A 胸部 MRI (死後 4 時間 30 分) 矢状断、4B 解剖時上行大動脈から下行大動脈の肉眼像 (心臓を外した状態)

図5：心臓 MRI 死後画像と解剖所見の対比、肥大型心筋症例

5A 心臓 MRI (死後 3 時間) 前額断、5B 心臓肉眼像

図6：摘出心臓における死後冠動脈造影 3D-CT 画像 (死後 3 時間 50 分)

6A 正面像 左右冠状動脈、6B 右前斜位 左冠状動脈、6C 右前斜位 右冠状動脈、6D 左前斜位 左冠状動脈、6E 左前斜位 右冠状動脈

参考：死後冠動脈造影プロトコール(東京大学)

1) 死体から心臓の取り出し

2) 通常の写真撮影

3) 10%緩衝ホルマリンに 20 分固定

4) 造影剤を入れない状態で CT 撮影

5) 造影剤を注入して CT 撮影

*カテーテルの太さは 6Fr

*造影剤は、水溶性のイオパミロン (パイエル薬品) を血管内 CT 値が 600H. U. 程度になる

ように薄めて使用。粘稠度を高めるため、xanthan gum を 0.5 w/v%を添加。

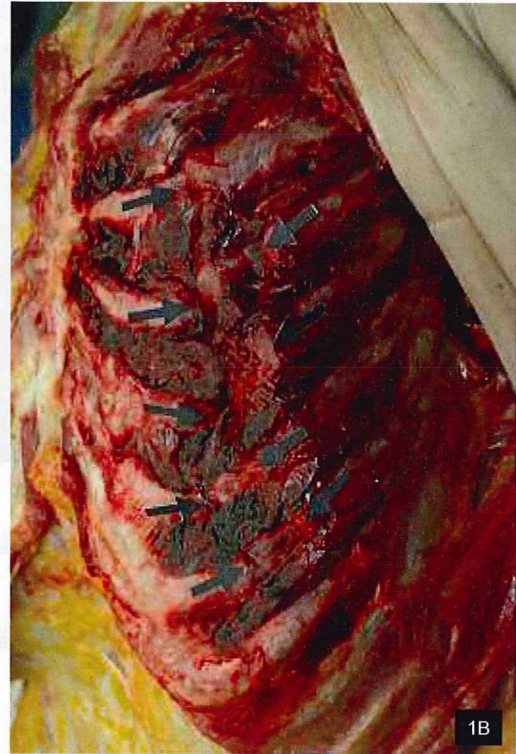
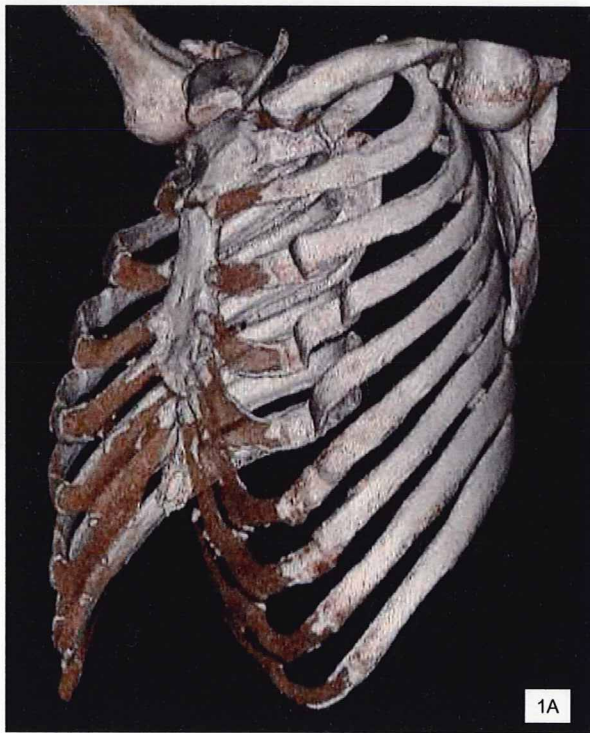


図1：三次元CT（3D-CT）死後画像と解剖所見の対比、転倒による左多発肋骨骨折例
 1A 胸郭3D-CT（死後約2日）、1B 肉眼像 矢印は骨折部

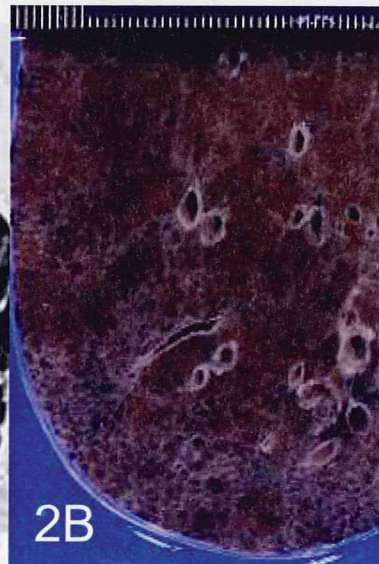
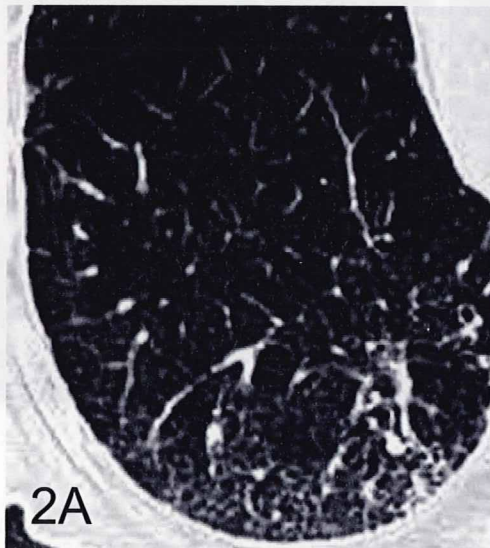


図2：肺死後CT画像と解剖所見の対比、アスベスト肺症例
 2A 肺CT（死後2時間40分）右下肺野背側に網状影、2B 右肺下葉の水平断肉眼像 背側に微細な線維化あり。

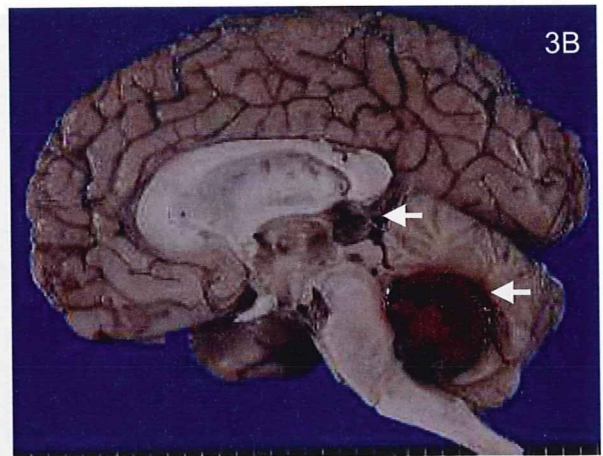
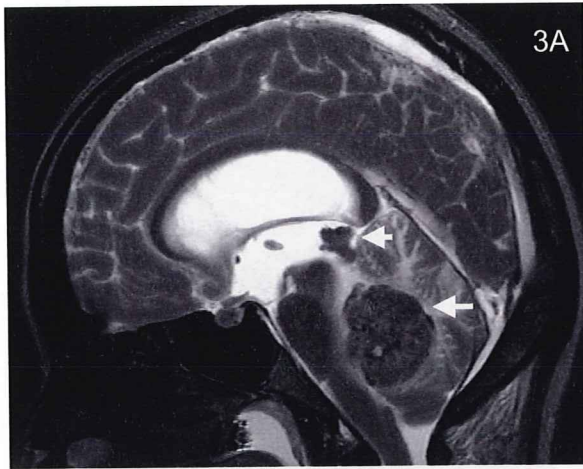


図 3 : 脳 MRI 死後画像と解剖所見の対比、脳腫瘍例(松果体 germ cell tumor と小脳転移、矢印部)

3A 脳 MRI (死後約 24 時間) 矢状断、3B 脳肉眼像。

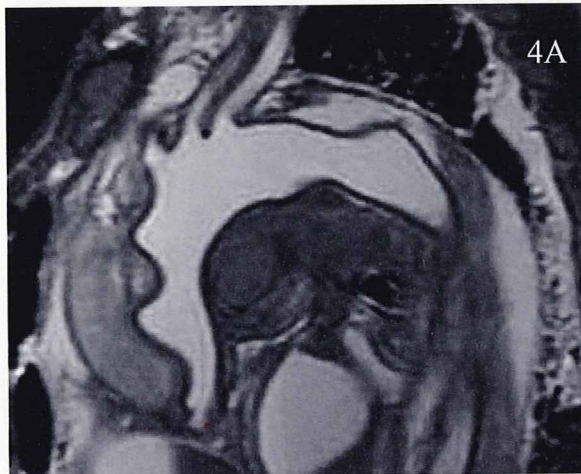


図 4 : 胸部 MRI 死後画像と解剖所見の対比、大動脈解離症例

4A 胸部 MRI (死後 4 時間 30 分) 矢状断、

4B 解剖時上行大動脈から下行大動脈の肉眼像 (心臓を外した状態)

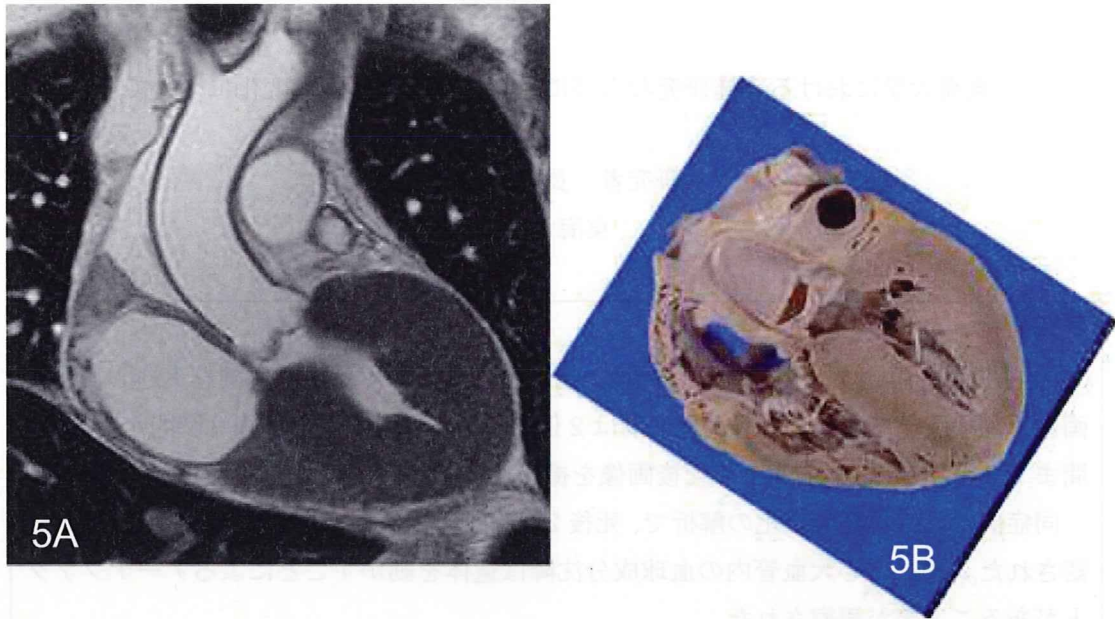


図 5:心臓 MRI 死後画像と解剖所見の対比、肥大型心筋症例
 5A 心臓 MRI (死後 3 時間) 前額断、5B 心臓肉眼像

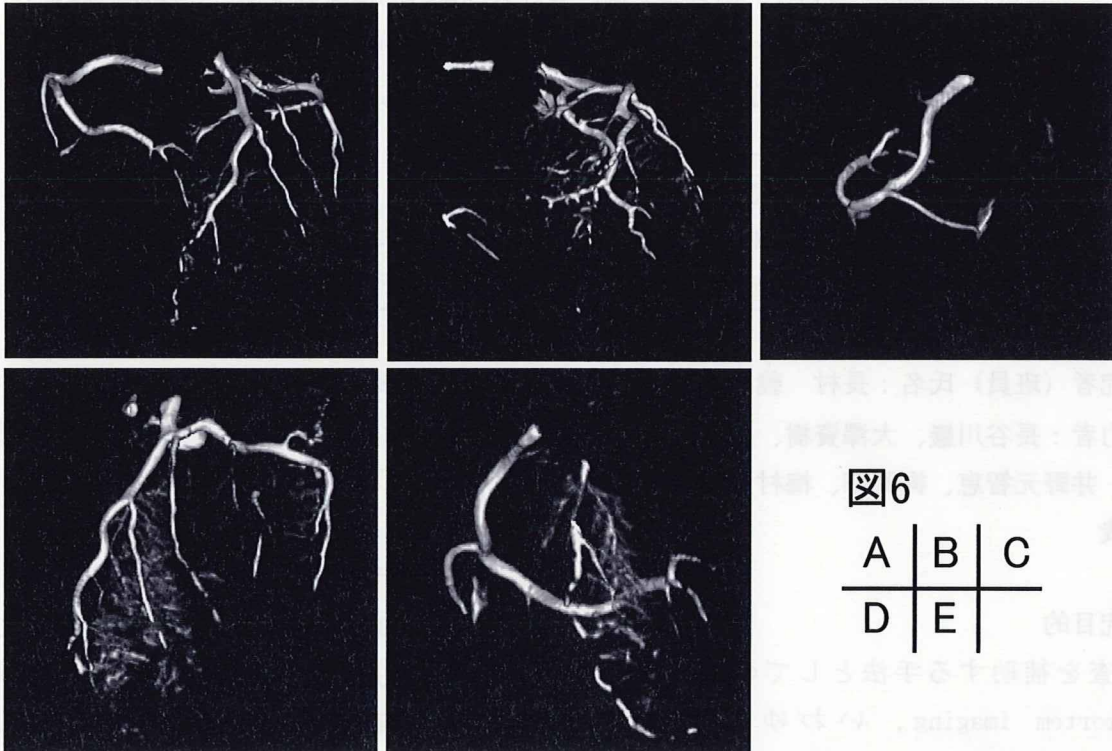


図6

A	B	C
D	E	

図 6 : 摘出心臓における死後冠動脈造影 3D-CT 画像(死後 3 時間 50 分)
 6A 正面像 左右冠状動脈、6B 右前斜位 左冠状動脈、6C 右前斜位 右冠状動脈、6D 左前

厚生労働省科学研究費補助金研究事業（地域医療基盤開発推進研究事業）
分担研究報告書

東海大学における実施研究ならびに経時的な死後画像の変化について

研究者 長村 義之
東海大学

研究要旨

CT 及び MRI を用いて死後画像を得た後、病理解剖、もしくは法理解剖を実施し、死後画像と剖検所見を比較した。病理解剖は 2 例に行い、うち 1 例で死後 9 時間から 21 時間まで 3 時間毎に CT と MRI で死後画像を撮影し、その経時変化を観察した。

同症例における経時変化の解析で、死後 21 時間以内には胸水は増加しないことが確認された。また、心大血管内の血球成分沈降は遺体を動かすことによるアーチファクトがあること等が観察された。

法理解剖は全 7 例、溺死や頭蓋内出血、急性薬物中毒等の症例であった。水中で発見された溺死症例の副鼻腔には液体貯留が認められることが多いものの、水中死体以外（院内の病死例）でも、浮腫のために副鼻腔に液体貯留像が見られる場合があった。近年、国際的に言われている溺死例における副鼻腔の液体貯留像は、溺死に特異的ではないことが確認できた。また、頭部打撲を伴った乳児外傷例は、事前に画像上、頭皮の腫脹や頭蓋骨骨折、血腫が確認できていたことから、解剖に際して病変の剖出時に血腫を保存する準備をしたうえで解剖することができた。また、高血圧に続発した脳内出血症例も、解剖する前に診断がついた。

以上より、解剖前に死後画像を撮影すること、もしくは、死因究明（特に事故・事件例において）に死後画像を活用することは非常に有用であると考えられた。

分担研究者（班員）氏名：長村 義之
研究協力者：長谷川巖、大澤資樹、山下智裕、
今井裕、井野元智恵、梶原博、梅村しのぶ、
中村直哉

によって死後画像がどのように変化するかこれまで検討した報告は乏しく、死後画像の経時的な変化についても検討する。

B. 研究方法

A. 研究目的
解剖調査を補助する手法としての死後画像（postmortem imaging, いわゆる autopsy imaging）の有効性について検討する。特に本大学においては CT と MRI の両方を用いた死後画像を撮影し、剖検所見を比較する。また、死後時間

平成 21 年 12 月 27 日～2 月 12 日において、病理解剖 2 例、法理解剖 7 例を、CT（東芝社製 Asteion 4ch mulch、GE 社製 High Speed DXI single）、MRI（HITACHI AIRIS mate 0.2T）で撮影後、剖検を実施した。経時的な死後画像の変化は死後 時間から MRI、CT の順に連続的に撮影し、MRI 計 3 サ

イクル、CT 計 2 サイクルの死後画像を得た。CT、MRI の撮像はいずれも軸位断を中心にしたが、頭部については、臨床画像との対比を考慮し、OM (orbito-meatal) line に平行なスライス面を採用した。CT は 5mm スライス厚とし、一部で 1mm 厚の薄いスライスを追加して撮像した。MRI は 9mm 厚 (ギャップ 1mm) で T1 強調像と T2 強調像、頭部については FLAIR 画像を追加して撮像した。

(倫理面への配慮) 本解剖は東海大学医の倫理委員会、臨床研究委員会の審査、承認を得た。ご遺族には剖検のご承諾をいただいた後、死後画像撮影の意義、撮影方法などを十分に説明し、インフォームドコンセント (IC) を得た。病理解剖では御遺族への IC を病理医が行なった。法理解剖では御遺族への IC を法医学担当医が行なった。

C. 研究成果

経時的な死後画像の変化

死後 9~21 時間まで 3 時間毎に MRI と CT で遺体を撮影し、その経時変化を観察した。その結果、死後 21 時間以内に関しては胸水 (胸腔液) は増加しないことが観察された。また、心大血管内の血球成分は、経時的に沈降してゆくため、血漿成分と血球成分の二層に分離することが昨年度の研究で観察されていたが、遺体を動かすことで、血液が軽く転倒混和されたような状態となり、再び分離面が上昇することが観察された。また、咽頭貯留液の経時的増加が観察された。

法理解剖は全 7 例、溺死や頭蓋内内出血、急性薬物中毒等の症例であった。水中で発見された溺死症例の副鼻腔には液体貯留が認められることが多いものの、水中死体以外 (院内の病死例) でも、浮腫のために副鼻腔に液体貯留像が見られる場合があった。近年、国際的に言われている溺死例における副鼻腔の液体貯留像は、溺死に特異的ではないことが確認できた。また、頭部打撲を伴

った乳児外傷例は、事前に画像上、頭皮の腫脹や頭蓋骨骨折、血腫が確認できていたことから、解剖に際して病変の剖出時に血腫を保存する準備をしたうえで解剖することができた。また、高血圧に続発した脳内出血症例も、解剖する前に診断がついた。

以上より、解剖前に死後画像を撮影すること、もしくは、死因究明 (特に事故・事件例において) に死後画像を活用することは非常に有用であると考えられた。

実施研究

びまん性肝細胞癌の死後画像と剖検所見の対比を行った (検討会症例集、第 9 例 東海大学症例 参照)。

D. 考案

死後変化の経時的観察によって、胸腔液が死後約 1 日までは、ほとんど増加しないことが観察され、今後、死後画像を撮影する際に、死後 1 日以内であれば胸腔液の存在は死後変化による液性成分の胸腔内への漏出ではなく生前の所見と解釈できると考えられた。心大血管内の血液は赤沈現象と同様に経時的に血球成分が沈降し二層に分離することが画像上観察されたが、遺体を動かすことで血液が混和され一度分離した血漿成分と血球成分の境界面が上昇したと考えられた。また、咽喉頭の液面が上昇しており浸出液の貯留が観察された。このことから、気道の液体は経時的に増加すると考えられ、死亡時に気道が水で満たされる溺死症例以外でも、気道内には液面が形成されると考えられた。

死後画像を用いた死因究明はまだ歴史が浅く、今後、更に症例数を増やし、時間のみならず外気温度・湿度などの環境因子を含めて経験を積んでゆく必要があると思われた。加えて、死因によって死後変化が異なることが示唆され、今後は死因毎に経時変化を追う必要があると考えられた。ま

た、病理医が御遺族への IC の承諾を得ることも臨床から要望され、病理医の新たな役割として注目された。

E. 結論

死後、時々刻々と変化する肺野のような画像所見と、胸腔液のように一定期間内、変化しない所見があることが明らかとなった。これは、末期の患者の終末像を死後の画像から推察することに応

用でき、死後画像が生前の病態を明らかにするのにも有効であると考えられた。

また、溺死症例に限らず、気道に液面を形成する場合があります、今後、様々な症例で死後画像と剖検例を照合し、画像の解釈に関する精度を向上させる必要があると考えられた。

G. 研究発表

なし。

死後画像の解析は、生前の病態を明らかにするのにも有効であると考えられた。また、溺死症例に限らず、気道に液面を形成する場合があります。今後、様々な症例で死後画像と剖検例を照合し、画像の解釈に関する精度を向上させる必要があると考えられた。

研究発表
なし。

死後画像の解析は、生前の病態を明らかにするのにも有効であると考えられた。また、溺死症例に限らず、気道に液面を形成する場合があります。今後、様々な症例で死後画像と剖検例を照合し、画像の解釈に関する精度を向上させる必要があると考えられた。

研究発表
なし。

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

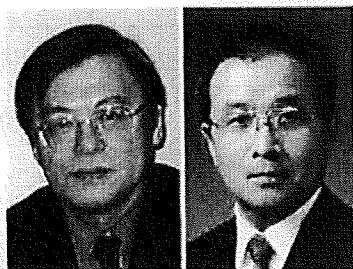
発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
高澤豊、深山正久	診療関連死の調査における死後画像の有用性と限界：病理医の立場から。解剖調査の代替手段としての死後画像の限界を画像－病理対比によって明示する。	医学のあゆみ	第239巻 第9号	891-6	2009
岡輝明、他	遺体画像－剖検対比 (cadaver imaging-autopsy correlation)	臨床検査	第53巻 第13号	1705-10	2009
松野義晴、山本正二、他	肉眼解剖実習に提供される解剖体のCT画像撮影の試みと期待される教育効果	千葉医学	第85巻	237-40	2009
山本正二	Aiの動向	臨床検査	第54巻	103-9	2009
山本正二	放射線科医の立場から。2つのAi：スクリーニングおよび解剖前のAiの重要性	医学のあゆみ	第239巻 第9号	897-900	2009
早川睦、山本正二、他	検視・検案時におけるCT導入の試み(II)	法医学の実際と研究	第52巻	89-96	2009
菊地和徳、他	病理医からみた死後画像の有用性と限界	医学のあゆみ	第239巻 第9号	885-90	2009
塩谷清司、菊地和徳、他	オートプシー・イメージング。死後画像所見は死因，蘇生後変化，死後変化に大別される。	画像診断	第30巻	106-20	2010
Shiotani S., Kikuchi K., et al.	Nontraumatic postmortem computed tomographic demonstration of cerebral gas embolism following cardiopulmonary resuscitation.	Jpn J Radiol	28	1-7	2010
Kobayashi T, Kikuchi K, et al.	Characteristic signal intensity changes on postmortem magnetic imaging of the brain..	Jpn J Radiol	28	8-14	2010

書籍

著者氏名	書籍名	出版社名	出版地	出版年
日本放射線専門医会・医会Aiワーキンググループ、日本放射線技師会Ai活用検討委員会（山本正二、他）	Autopsy imagingガイドライン	ベクトルコア	東京	2009

はじめに

Introduction



深山正久(写真左) 大友 邦(写真右)

Masashi FUKAYAMA¹ and Kuni OHTOMO²東京大学大学院医学系研究科人体病理学・病理診断学分野¹, 同放射線診断学分野²

本特集は、編集部からの依頼、「死因究明の一手法として医学的・社会的に注目を集めるオートプシーイメージング(Autopsy Imaging)をテーマに、その長所と限界点をユニバーサルな視点から紹介する」に応じて企画したものである。

本特集では、社会とのかかわりにおいて重要であると考えられる領域から6つのreviewをお願いした。まず法医学関係では、検視・検案への応用の現状とこれからの方向性、ならびに大規模災害時の個人特定を含んだオーストラリア・ビクトリア州法医学研究所での運用の実際を紹介していただいた。さらに、救急医学、医療安全の2つの領域からの問題提起と、承諾解剖・病理解剖、ならびに調査解剖(診療関連死調査)における有用性と限界について解説をお願いした。これらに引き続いて、放射線科の立場からオートプシーイメージングの現状、将来、問題点などを含めた2つのreviewが続き、特集を締めくくるといふ構成になっている。

日本法医学会は提言“日本型死因究明制度の構築を目指して”のなかで、医師による検案と剖検(行政解剖)による死因究明を目的として“死因究明医療センター”の設置を提案している。また、厚生労働省は診療関連死に対して“医療安全調査委員会”による調査のあり方を検討するとともに、先行して2005年より一部の地域でモデル事業として調査解剖を含めた調査・評価を実施している。オートプシーイメージングはこのような取組みと連動して、それぞれの領域ごとに適切に位置づけられるべきものであろう。また、日本医学放射線学会は、オートプシーイメージング学会、日本医師会“死亡時画像病理診断(Ai)活用に関する検討委員会”宛の意見書のなかで、“医療行為”として携わることを求められる放射線科医にとって、議論され整備されるべき多くの課題を指摘している。

本特集によって『医学のあゆみ』誌の広範な読者から、これらの課題解決のため議論が起こり、自由な討論と建設的な提案につながることを願っている。

診療関連死の調査における死後画像の有用性と限界： 病理医の立場から

— 解剖調査の代替手段としての死後画像の限界を画像-病理対比によって明示する
Limits of the usefulness of postmortem imaging in investigation of treatment-related deaths
— From the standpoint of pathologists



高澤 豊(写真) 深山正久

Yutaka TAKAZAWA and Masashi FUKAYAMA

東京大学大学院医学系研究科人体病理学・病理診断学分野

◎遺体の撮像による画像所見から死因を判断する画像検索の有用性が確立されつつある。しかし、死後画像が解剖の代替手段となりうるか、その可能性を議論するためには死後画像と剖検所見の十分な対比検討が必要である。“診療関連死の死因究明”制度の創設が求められ、厚生労働省のモデル事業“診療に関連する死亡の調査分析モデル事業”が2005年よりはじまり、解剖を含む調査によって診療関連死の死因究明と医療評価が行われているが、診療関連死調査における死後画像検査の有用性と限界についての検証は十分とはいえない。著者らはシミュレーション研究および死後画像-剖検対比研究を通じて、診療による修飾が加わり複雑な病態が関与している診療関連死における死後画像の限界について明らかにした。画像技術の進歩は急速であり、限界が克服されることが期待され、今後も死後画像と剖検両者の緻密な観察と対比を継続する必要がある。

Key word 死後画像, 画像-病理対比, 診療関連死, 病理医

死後画像(postmortem imaging)の死体検案における有用性は確立されつつある。ただし、死後画像が病理解剖を含めた解剖の代替手段となる可能性を議論するためには、死後画像と剖検所見の十分な対比検討が必要である。

本稿では診療関連死調査解剖における死後画像の有用性と限界を、病理医の立場から、その現状と今後の方向性について概説する。

診療関連死調査における 死後画像検査の位置づけ

1. モデル事業の現状

“診療関連死の死因究明”制度の創設が求められ、厚生労働省は医療安全調査委員会の設置を提案している。そのプロトタイプとして、2005年9月より厚生労働省の補助事業“診療に関連する死

亡の調査分析モデル事業”¹⁾(モデル事業)がはじまった。その目的は、解剖を含む調査により診療関連死の死因と事故原因の究明、医療評価を行い、遺族や医療関係者への情報開示を通じて医療の透明性を確保し、事故の再発を予防することである。

調査分析の医学的客観性を保障するには解剖による検索が必須であり、臨床専門医と病理医あるいは法(医学)医が協力して行う調査のプロセスは臨床病理検討会(clinico-pathological conference: CPC)に近似した形態になる²⁾。モデル事業で現在まで受け付けられた約90事例は、こうしたプロセスを経て調査結果報告書が作成され、関係者の同意が得られた事例ではその概要が公表されている。

2. 剖検における死後画像の現状と課題

死後画像は、わが国ではオートプシーイメージ

表 1 有用性分類

	分類
a	生前画像のみで病態解析および死因究明が可能であり、死後画像の必要性はない。
b	死後画像のみで病態解析および死因究明が可能であり、解剖の必要性はほとんどない。
c	死後画像で病態解析および死因究明はある程度可能だが、病理解剖による確認が必要である。
d	死後画像では病態解析および死因究明は限定的だが、その情報は解剖手技、報告書作成、あるいは遺族への説明に有用である。
e	死後画像による病態解析および死因究明は困難で、病理解剖が必要である。
f	死後画像および病理解剖のいずれによっても病態解析および死因究明は困難である。
g	a~fのいずれにも該当しない。

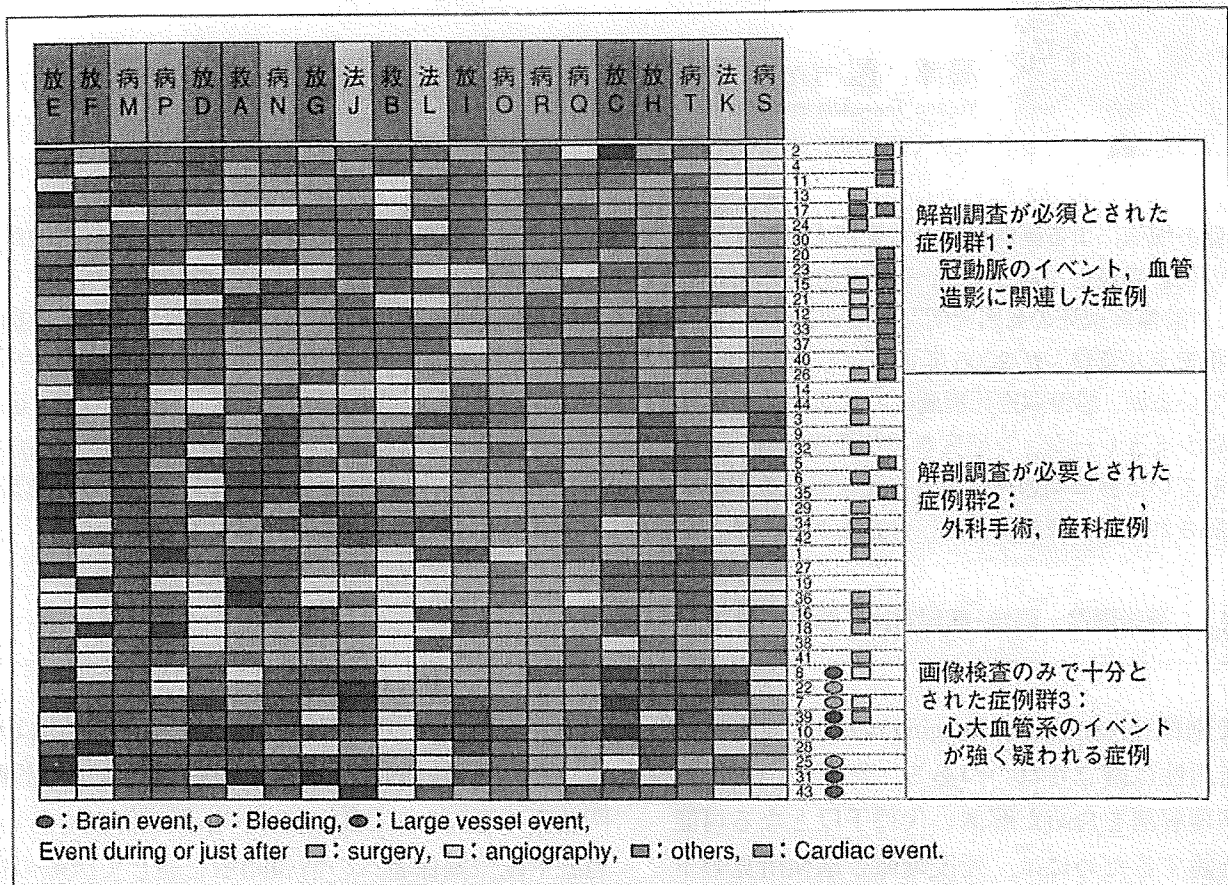


図 1 予測シミュレーションの結果(2方向クラスター解析)

各評価者による予測は表 1 に対応する色で表現した。判断予測は放射線科医どうしを含め、評価者による違いが大きい。

ング (autopsy imaging : Ai) という用語が用いられることが多く、実際オートプシーイメージングという用語を通じて死後画像の有用性が広く一般に知られるようになった³⁾。しかし、Ai は死後画像撮影後に剖検を行う場合だけでなく、剖検を行わない死後画像のみによる検索も含んでおり、誤語に“死亡時画像病理診断”が使われ、あたかもつねに剖検による裏づけがあるかのような誤解を与

えかねない。したがって、本稿では死後画像という呼称を用いる。

1970 年代の X 線 CT および MRI の登場とその後の診断精度の向上と普及によって、死後画像も注目されるようになった。とくに、法医学解剖における遺体撮像の死因究明における有用性が、1980 年代後半から多数報告されるようになった⁴⁾。画像診断学の進歩は画像-病理対比 (radiologic-patho-

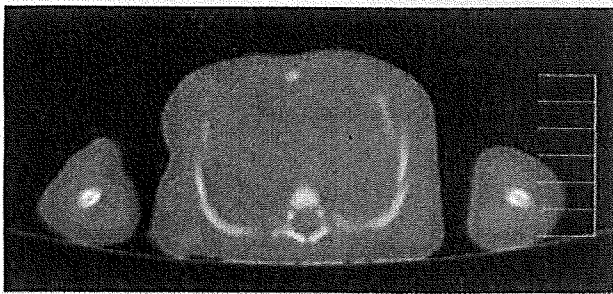


図 2 死後CT(症例 1)
肺には含気はない。

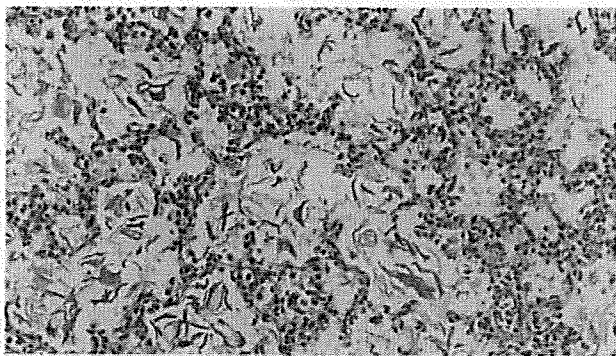


図 4 肺組織像(症例 1)
肺胞腔内には多量の層状角化物貯留がみられる。
羊水吸飲の所見である。

logic correlation)の積み重ねによって深められてきたのであるが、生前画像と同様、死後画像診断学の精度向上に画像-病理対比は不可欠なプロセスであり続ける。すなわち、病理解剖症例ごとに死後画像における異常所見が実際には何であったのか、あるいはどのような病理所見に対応していたのかということをも明らかにし、それらを蓄積し、分析していくことが必要である。

3. 診療関連死調査解剖における死後画像の意義

モデル事業の症例に限らず剖検症例のCPCでは、しばしば画像所見と病理所見の対比が求められる。しかし、生前画像が剖検の数週間あるいは数カ月前のもので、剖検臓器に画像撮影後にあらたに病変が出現したり死後の変化が加わって、直接の対比が難しいことが少なくない。遺体の画像を撮影し引き続いて剖検を行う利点は、剖検臓器との対比を直接行うことができるということにとどまらない。とくに死因の評価が重要な課題である診療関連死調査では、死後画像所見によって解剖手技が変更される可能性や、死後画像所見その

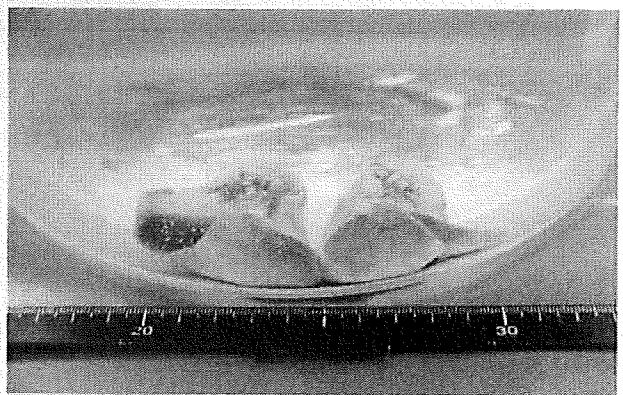


図 3 浮遊試験(症例 1)
陰性。未呼吸の状態である。

ものが解剖所見を補完し、医療評価の際、有用な情報となる可能性が考えられるからである。

死後画像の有用性に関する 予測シミュレーション

1. 方法

厚生労働科学研究費補助金(地域医療基盤開発推進研究事業)「診療行為に関連した死亡の調査分析」における解剖を補助する死因究明手法(死後画像)の検証に関する研究(代表者：深山正久)⁵⁾(死後画像検証研究班)では、モデル事業で公表された各事例について、死後画像がどの程度有用であると“予想されるか”についてのシミュレーションを行った。研究班の検討委員である救急医 2 名、放射線科医 7 名、法(医学)医 3 名、病理医 8 名がモデル事業公開事例の解剖調査前の事例概要を参照し、死後画像の有用性をどのように予想するか、有用性分類(表 1)に基づいて a~g に分類した。

2. 結果と考察

予測シミュレーションを 2 方向階層クラスタリング法で解析した概略を図 1 にまとめた。その結果から以下のような結論が得られた。

- ① 判断予測について放射線科医どうしを含め、評価者間で違いが大きい。
- ② 死後画像のみで病態解析および死因究明が可能であり解剖の必要性はない、と判断される症例は放射線科医においても平均 10% 程度であり、その症例の医師間の一致率は低かった。したがって、診療関連死において死後画像のみの調査では症例の選択に問題があ

表 2 死後画像-剖検対比による有用性の分類

	分類
1	死後画像のみで病態解析および死因究明が可能
2	死後画像のみで病態解析および死因究明はほぼ可能
3	死後画像のみでは病態解析において一致しない項目もあるが、死因についてはほぼ指摘できる
4	死後画像のみでは病態解析は部分的に可能であるが、死因についてはその可能性を指摘するにとどまる
5	死後画像のみでは病態解析および死因究明は困難
6	その他

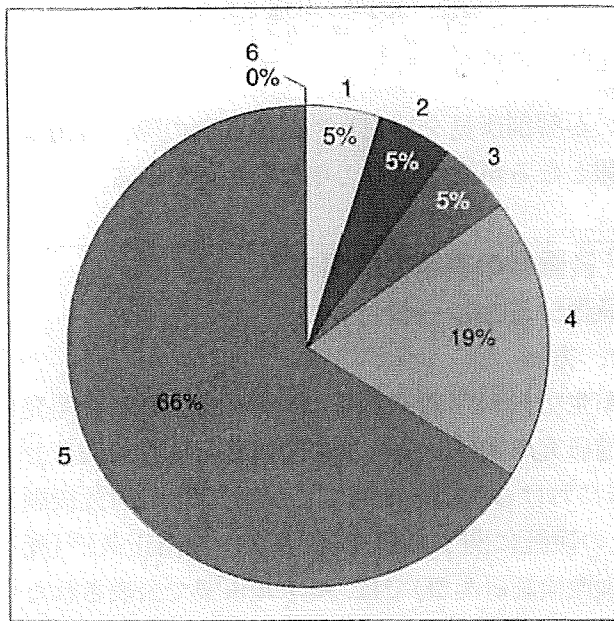


図 5 症例 1 における死後画像の有用性の評価結果
有用性の評価(1~6)は表 2 を参照。

るとともに、客観性の保証された資料、情報とはなりえない。

- ③ 放射線科医をはじめ救急医、解剖調査医が死後画像が有用であると想定している事例群は 2 割程度あり、その多くは大血管系のイベントや脳梗塞、くも膜下出血、軟部への出血など、症状や生前画像によって死因が臨床的に予想されている事例が含まれていた。
- ④ 画像診断が有用で解剖調査が不要と判断された事例を詳しく検討すると、他の可能性や、イベントの相互関係を検討するため、解剖調査が必要と考えられる事例もあった。
- ⑤ 冠動脈や血管造影に関連したイベントでは解剖調査が必須である。

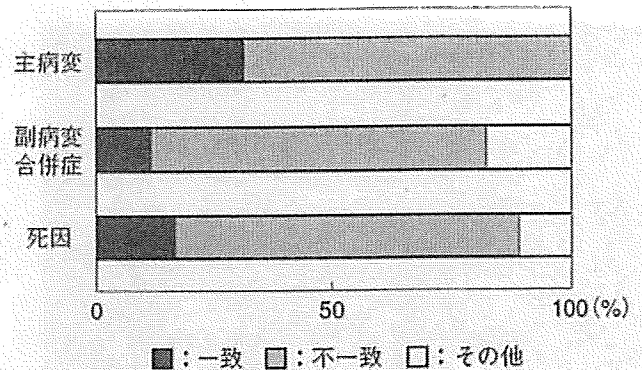


図 6 症例 1 における死後画像と剖検所見の一致性

死後画像の限界を示す事例と今後の課題

ここで診療関連死調査解剖や病理解剖での死後画像の限界を示していると考えられる症例を呈示する。

東京大学医学部にて死後 CT 画像撮影後に剖検を施行した症例は 63 症例(病理解剖 47 症例、司法解剖 14 症例、モデル事業調査解剖 2 症例)であり、このうち診療関連死あるいは医療事故死は 6 症例(司法解剖 4 症例、モデル事業調査解剖 2 症例)である。死後画像検証研究班で検討された症例のうち、モデル事業調査解剖と病理解剖の症例それぞれ 1 症例を紹介し、死後画像の限界について示説する。

1. モデル事業調査解剖症例(症例 1)

妊娠 41 週時、分娩誘発中突然胎児心音が低下し超緊急帝王切開が行われ出生したが、出生後 15 分で死亡が確認された症例。死後 CT(図 2)では肺に含気のないことが指摘された。剖検時、浮遊試験陰性で未呼吸肺であることが確認された(図 3)。組織学的には多量の羊水吸飲が認められた(図 4)。低酸素症によるストレスがあったものと考えられたが、剖検所見からは死因の特定は困難であった。

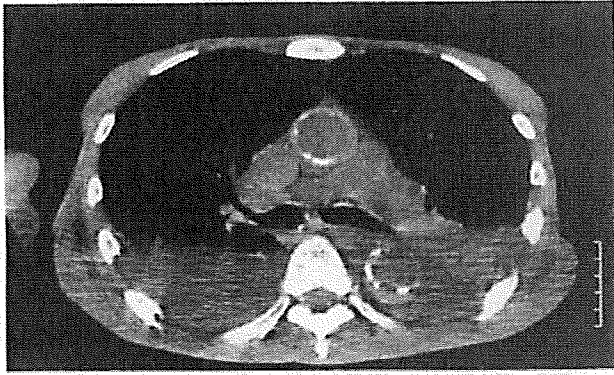


図 7 死後胸部CT(症例 2)

胸部下行大動脈背側に三日月状の高濃度部があり、その腹側に内膜の石灰化がみられ、解離が疑われる。また、両側の中等量胸水貯留、圧排性無気肺、腹側肺の肺気腫が指摘される。

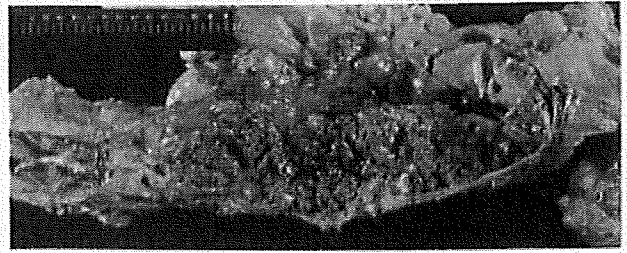


図 8 大動脈(症例 2)

大動脈に高度の粥状硬化と血栓付着を認める、また、腹部大動脈瘤術後の状態で、人工血管が認められる。



図 9 腎の弓状動脈の組織染色像(症例 2)

腎の弓状動脈をはじめとして、全身諸臓器にコレステリン塞栓症を認めた。

モデル事業の解剖担当医および臨床専門医による評価委員会では、胎児心拍が突然消失していること、新生児に高度の貧血があること、および羊水に血液の混入があったという術中所見を考慮し、死因として臍帯血管あるいは卵膜血管の断裂などによる失血死の可能性が指摘された。死後画像検証研究班の救急医 2 名、放射線医 11 名、法(医学)医 6 名、病理医 13 名で構成された症例検討会においても検討され、死後画像での死因究明が困難な症例であることが確認された。死後画像-剖検対比による死後画像の有用性の評価分類(表 2)とその結果(図 5)、各項目ごとの一致性の評価結果(図 6)を示す。

本症例のような周産期胎児死亡あるいは母胎の死亡例は死因の究明がもっとも望まれるもののひとつであり、診療行為に関連した死因調査でも一定の頻度で対象となっている。また、病理解剖学的な死因評価が困難なことが多いのも特徴である。死因究明のためには、生前画像や死後画像などの画像検査、解剖による検索、そして各種検査データを含めた臨床経過の検討、など各分野の専門家による総合的な評価が必要である。

2. 病理解剖症例(症例 2)

70 歳代男性、腹部大動脈瘤術後約半年で発症した急性大動脈解離の症例。死後の胸部 CT(図 7)では下行大動脈に解離が指摘された。剖検時、大動脈には胸部から腹部の解離に加えて、著明な粥状硬化と血栓の付着を認めた(図 8)。全身諸臓器の

動脈内に塞栓症(コレステリン塞栓症)が認められ(図 9)、病理解剖学的には多発塞栓症による多臓器不全が死因と考えられた。死後画像検証研究班の放射線科専門医 10 名によって死後 CT が読影されたが、塞栓症(疑いを含む)の診断率は 20%であった。また、死後画像による死因の評価は、不明 60%、心不全 30%、呼吸不全 10%であった。血栓塞栓症のように生前画像においても診断に苦慮することが多い症例では死後画像による診断も困難で、限界があるのは当然である。本症例からの教訓は比較的容易に主病変(本症例の場合は大血管系の病変である大動脈解離)の死後画像診断がなされる場合であっても、それがかならずしも死因にもっとも寄与した病変とは限らない、ということである。したがって、治療の修飾が加わった複雑な病態が死因に関与している診療関連死の死因究明においては、現時点では死後画像は解剖

調査に代わるものではないと考えられる。

3. 今後の課題

医療関連死調査解剖および病理解剖と死後画像の対比研究は著者らの経験を含めても十分とはいえず、また、一般に死後画像の撮像に最新の臨床装置が用いられることはまれである。撮像装置の技術的進歩は急速であるが、今後も病理解剖所見との対比を綿密に行い、死後画像診断精度の向上をめざす必要がある⁶⁾。

おわりに

診療関連死の調査解剖における死後画像の有用性とその限界とともに、今後の課題について私見を述べた。死後画像は静的な画像診断であり、解剖調査に代わることがないとしても両者の緻密な観察と対比を継続していく必要がある。診療関連死の調査解剖調査に進む前に用いる場合には、とく

に現時点での限界性について遺族が十分理解しておく必要があると考えられる。

文献/URL

- 1) 診療行為に関連した死亡の調査分析モデル事業ホームページ。 <http://www.med-model.jp/>
- 2) 高澤 豊, 深山正久: 病理解剖を基にした「医療関連死の医療評価システム」。医学のあゆみ, 227: 207-210, 2008.
- 3) 江沢英史・他: Autopsy imaging(AI): 新しい剖検概念を目指して。病理と臨床, 20: 633-641, 2002.
- 4) Thali, M. J. et al.: Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathology: virtual autopsy by post-mortem multislice computed tomography(MSCT) and magnetic resonance imaging(MRI)—a feasibility study. *J. Forensic Sci.*, 48: 386-403, 2003.
- 5) 「診療行為に関連した死亡の調査分析」における解剖を補助する死因究明手法(死後画像)の検証に関する研究 ホームページ。 <http://humanp.umin.jp/>
- 6) Thayyil, S. et al.: Post-mortem examination of human fetuses: a comparison of whole-body high-field MRI at 9.4 T with conventional MRI and invasive autopsy. *Lancet*, 374: 467-475, 2009.

* * *



遺体画像—剖検対比 (cadaver imaging-autopsy correlation)

岡 輝明¹⁾/深谷信義¹⁾/天野 淳²⁾/
松田 諭²⁾/服部英行²⁾

KEYWORDS 画像—病理対比, 遺体画像, 剖検

はじめに

画像診断の進歩はめざましい。単純 X 線写真や断層写真を苦心して読影していた時代から高精細 CT や MRI を自由に使いこなせる時代になり、さらに精密な画像へ、高速に、機能検査もと、様々な要求に応えてその進歩は日進月歩である。いまや細胞の輪郭すら見えるようになってきている。

現在、医療の現場で画像(診断)は日常的に欠くことができないツールであるが、医学以外のフィールド、例えば考古学や古病理学の領域でも画像診断の機器は多に活用されている。ツタンカーメン(トウトアングアメン)王やアイスマンこと「オツツィー」のミイラが CT 撮影され、その内部構造の解析や死亡原因の推測に利用されていることはよく知られている。また、法隆寺の聖徳太子像調査に先立って X 線写真撮影を行ったところ、胎内仏である救世観音がくっきりと写っていた。乱世にその姿を顕すとされる観音である。この秘仏を作りあげた仏師がその写真を見たら、さぞかし驚くであろう。

テレビドラマや映画でも、犯罪捜査に画像所見が有力な手がかりを与えるシーンがしばしば出てくる。まるで魔法を使ったかのように事件解決にいたるさまは痛快でインパクトがあり、画像の威力をわかりやすく伝えてくれる。しかし、いつでも、すべてのことがたちどころにわかるのであろうか? 現実とはドラマのようにはゆくまい。ドラ

マはあくまでドラマである。画像でわかることもあるがわからないことも同じだけ、あるいはそれ以上にあるのではないかと思う。

遺体の画像撮影は古くから行われてきたが、2000 年ころから遺体の CT 撮影が目されるようになった。本稿ではこのような背景を踏まえて、遺体画像と剖検臓器所見の対比の意義について概説する。

遺体画像(死後画像)の意義

剖検症例検討会(臨床病理検討会, clinico-pathological conference; CPC)では、しばしば患者の生前画像と病理所見との対比が行われる。画像に描出された(異常)所見が実際には何であったのか、どんな病理像を反映していたのかを問われるのである。この画像—病理対比(radiologic-pathologic correlation)は医学的に極めて重要なことであって、個々の症例における画像の読みの検証あるいは若い医師の教育といった実学的意義にとどまらず、新たな事象発見の糸口につながるという科学的意義もある¹⁾。実際、画像診断学は画像—病理対比の積み重ねによって深められてきた。

しかし、CPC の際に提示される患者画像は剖検の何か月も前のものであることが多く、剖検臓器との直接対比が困難なことも少なくない。遺体の臓器には、生前画像採取後に生じた様々の変化や治療による修飾などのほか、死体現象が加わっているからである。この溝を埋める可能性をもつ

1) OKA Teruaki, FUKAYA Nobuyoshi 公立学校共済組合関東中央病院病理科

2) AMANO Atsushi, MATSUDA Satoshi, HATTORI Hideyuki 同・放射線科

遺体画像撮影+剖検は平均すると剖検症例全体の約18%(26/145剖検症例)である。遺体撮像を実施できた剖検症例の主な臨床診断は、大動脈解離、腹部大動脈瘤、心筋梗塞、拡張型心筋症、脳梗塞、レビー小体型痴呆、内臓逆位、大腿骨頭壊死、アミロイドーシス、気管支拡張症、出血性胃潰瘍、原発不明癌、大腸癌、膀胱癌、肝癌、肺癌、胸膜中皮腫、悪性リンパ腫、多発性骨髄腫、MDSなど、多彩であった¹⁴⁾(図2, 3)。

2006年までの症例についての解析では、主病変についての遺体画像所見と剖検診断の一致率は83%と高く、一方、死因につながりうる副病変や合併症の指摘率は23%、偶発症や潜在癌などの指摘率は25%であった。すべての症例の解析が済んでいないので数字は大まかな傾向を示しているにすぎないが、重要なことは、画像のみでは診断しにくい疾患や病態があることや、死因につながる副病変や合併症のうち遺体画像では指摘しにくかった病変が浮かび上がった点で、新鮮な肺血栓、新鮮な心筋梗塞、びまん性誤嚥性(閉塞性)細気管支炎などである。

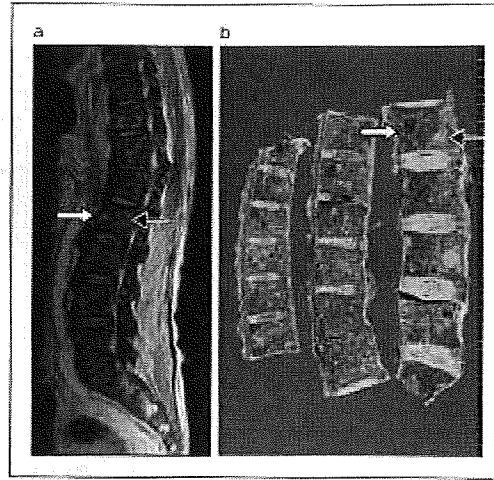


図2 多発性骨髄腫

- a: MRI 矢状断面(T2強調像)、骨髄に大小様々の結節が観察される(遺体画像)。
 b: 脊椎骨の断面裸眼所見、2aの対面に相当する断面である。MRI画像とこの断面における結節(骨髄腫細胞結節)はみごとに一致する。一例として矢印の椎体(L2)を見てほしい、出血のある結節(→)と腫瘍のみの結節(○)が描き分けられている。

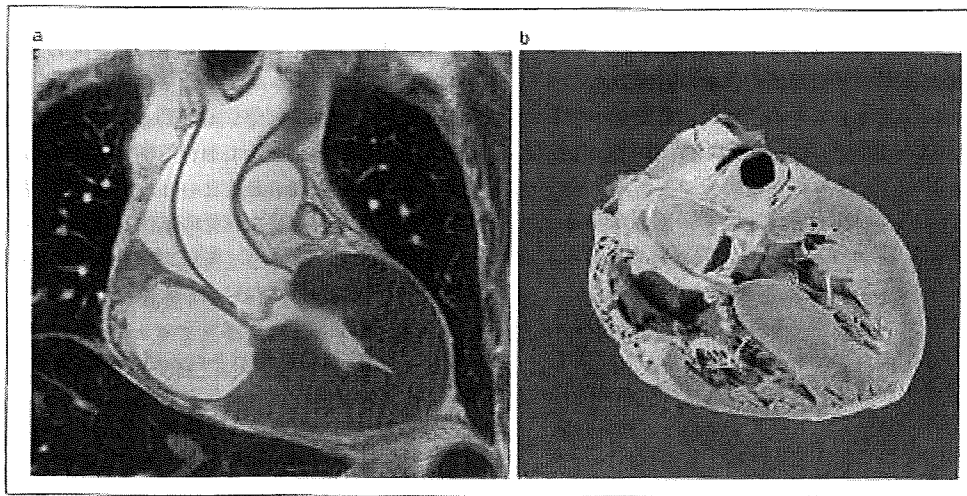


図3 肥大型心筋症

- a: MRI、前額断(T2強調像)、左心室の肥大と心腔の狭小化が見られる。この例は図2と同一例で、アミロイド心などが鑑別に挙げられていた。
 b: 剖検心臓断面、画像相当面と考えられ、肉眼所見はほぼ一致している。しかし、この例は組織像の観察からアミロイド物質の沈着は否定され、肥大型心筋症と診断された。