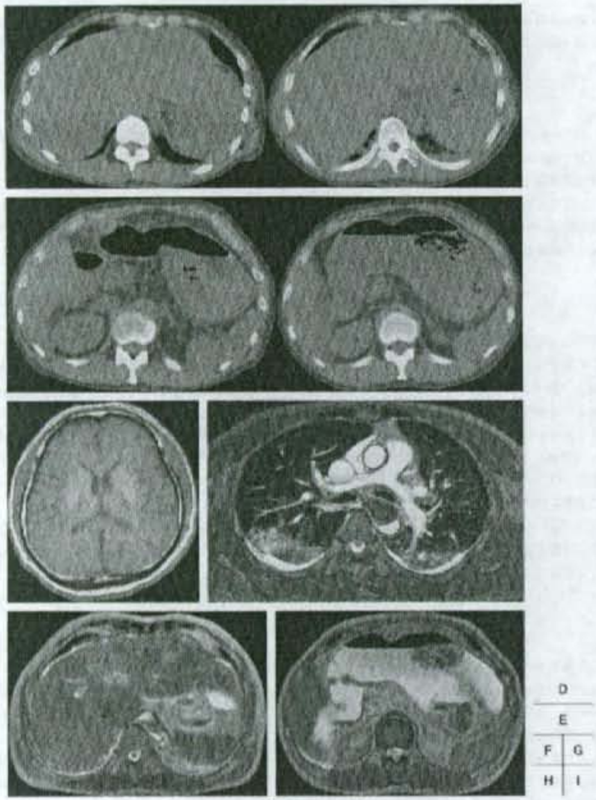


図1　生前CTと死後CT，MRIの比較

D　腹部の生前CT(左)と死後CT(右)：肝左葉が腫大しているが，腫瘍の有無は評価できない．
E　腹部の生前CT(左)と死後CT(右)：死後には胃内容物増加により拡張が増悪している．
F　頭部の死後MRI(T1強調水平断像)：両側淡蒼球は高信号を示す．大脳基底核がT1強調像で対称的な高信号を示す病態には，一酸化炭素中毒，肝障害，石灰化などが知られているが，死後MRIでは全例このようになる．
G　胸部の死後MRI(T2強調水平断像)：著明な貧血があるため心大血管内腔の血液就下による水平面形成は認めない．食道内腔の拡張を認める．
H　腹部の死後MRI(T2強調水平断像)：肝左葉には腫瘤が多発している．
I　腹部の死後MRI(T2強調水平断像)：液体貯留による胃内腔の拡張と凝血塊を思わせる２つの構造物を認める．

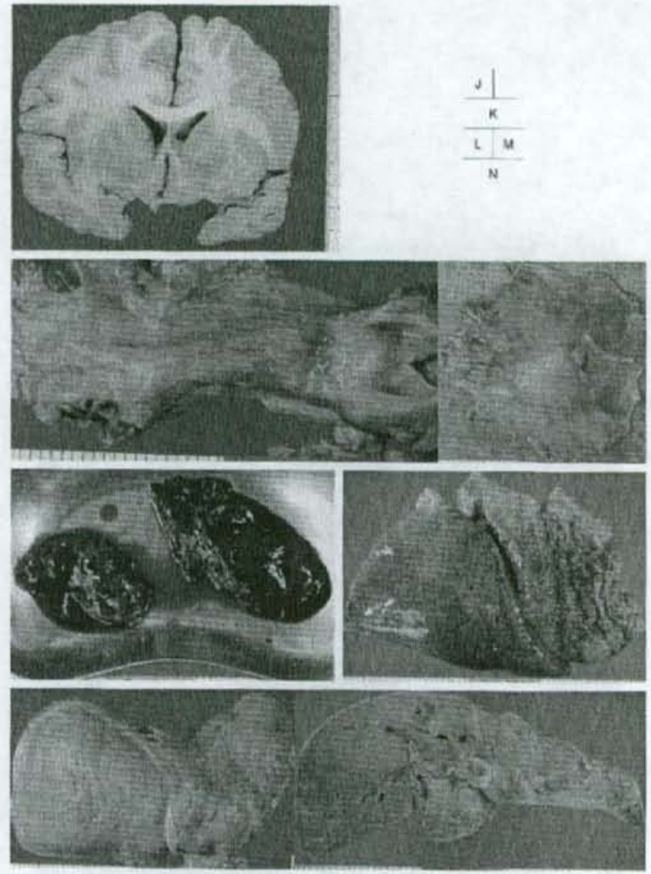
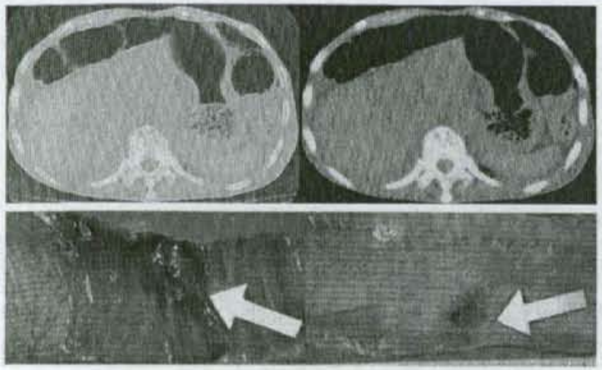


図1　生前CTと死後CT，MRIの比較

J　脳冠状断割面：全体に貧血調だが，その他には異常を認めない．
K　食道内腔(左)と胃内腔(右)：食道胃静脈瘤は虚脱しており，出血点は同定できない．
L　胃内腔の凝血塊：通常，胃内容物は写真撮影されることなく廃棄されるので，画像診断医がそれをリクエストしなければならない．
M　左肺外側外観像：下葉に血液就下を認める．
N　肝前面外観像(左)と冠状断割面(右)：左葉に肝細胞癌が多発し，門脈塞栓を伴う．



A
B

図2　入院中の突然死
A　腹部の死後CT：腹腔内遊離ガス像(左)と肝表の少量腹水(右)を認める。通常、CTで穿孔部位は同定できないものの、CTで消化管穿孔を疑うことで、効率的に解剖を施行できる(開腹すると気腹の有無は評価できなくなる)。
B　小腸潰瘍肉眼像：潰瘍穿孔(左：初期像、右：既穿孔)を認める。

させ、その袋を頭から被っていた状態で発見されたため、顔面部が硫化ヘモグロビンにより緑色に変色し、他部位に変色は認めなかった。心肺蘇生術を施行するも、反応しなかった。死亡宣告直後、死後CTを施行し、肺のみに著明な変化を認めた(図5)。解剖は施行できなかったため、肺の陰影が病理学的に何に対応するのか確認できなかった。硫化水素の毒性は青酸カリと同様、チトクロームcオキシダーゼ阻害作用で、高濃度暴露を受けた場合、酸素分圧低下、呼吸麻痺、意識消失、心機能不全で死亡するという。

2. X線CTによるautopsy imagingを死因推定及び法医学・病理学の専門家の不足を補う方法として普及・一般化させていくには、以下に掲げる点について検討・整備しなければならない

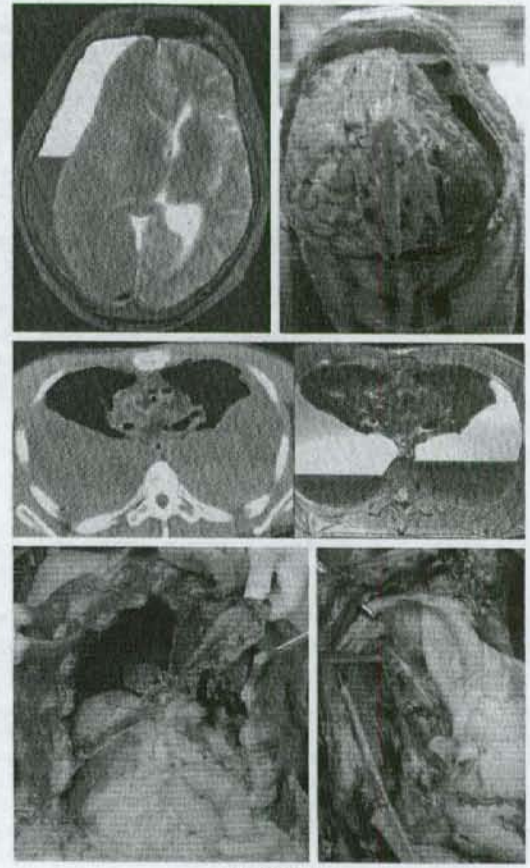
著者(塩谷)が'日本の死因究明はいいかげん'と特に思った出来事が今までに2つあった。

1)死因順位の逆転

監察医制度(監察医が死体検案を行い、必要があれば解剖ができる制度)の有無により、死因統計に大きな差が生じるという調査結果が1990年前後に出た[9,10]。監察医制度施行地域では解剖により正確な死因が決定されているのに対し、その他の地域では解剖が施行されず、原死因の不明な心不全が極めて多くなっていた。そして、諸外国からも、日本の死因統計は奇異と指摘されていた。そのため、1995年に当時の厚生省は日本の死亡診断書(死体検案書)の書式を変更し、原死因の不明な心不全や呼吸不全を死亡診断書に記載しないように指導した。その結果、日本の3大死因はそれまでの第1位悪性新生物、第2位心疾患、第3位脳血管疾患という順位から、1995年には第1位悪性新生物、第2位脳血管疾患、第3位心疾患となり、第2位と3位が入れ替わった(心不全と記載できず、不詳に変わったものが多かったため)。

2)力士急死事件

2007年6月、相撲部屋の若い力士が稽古の最中に急死し、最初は病死とされていたが、実は親方や兄弟子が暴行を繰り返したことによる多発性外傷性ショック死であったことが後に判明した。同年11月9日付けの米ロサンゼルス・タイムズ紙は、愛知県警が当初、司法解剖をせずに病死と判断した問題を取り上げ、「日本の警察は悪を直視していない」と日本の検視制度を厳しく批判する記事を1面などに載せた[11]。ロサンゼルス・タイムズ紙での題名は、'Japan's police see no evil'となっている。文中では、'As is common in Japan, Aichi police reached their verdict on how Saito died without an autopsy.'、



A | C
B
D | E

図3　外傷性死
A　頭部の死後MRI(T2強調水平断像)：中等量の右硬膜下血腫が、脳室変形と正中偏位を起こしている。
B　胸部の死後CT(左)と死後MRI(T2強調水平断像、右)：心臓は虚脱しており、大量血胸を両側に認める。
C　開頭時概観：脳実質変形を認める。右硬膜下血腫は開頭時に流出した。
D　開胸時概観：右胸腔に血液貯留を認める。
E　心臓損傷：損傷の一つを示す。上大静脈は、右心房移行部でほぼ完全に断裂している。

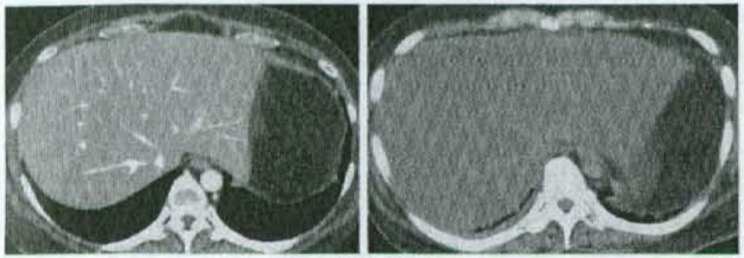


図4　癌死(多発肝転移の急速な出現)
死亡3カ月前の生前CT(A：造影)では、肝転移を認めないが、死後CT(B)では、高吸収の大小肝転移が多発している。　A | B

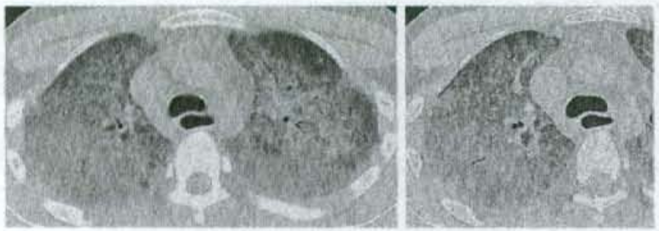


図5　硫化水素自殺
胸部死後CT肺野条件は、通常CT(A)、高分解能CT(B)ともに、両側びまん性のすりガラス様陰影を認める。　A | B

'You can commit a perfect murder in Japan because the body is not likely to be examined.'、'Without obvious signs of homicide, police are less likely to ask for an autopsy.' と日本の検視制度を批判する文章が続く。これは非常に恥ずかしい。

死因を確定することが、医療監査、事件や事故の見逃し防止、公衆衛生情報の基礎になり、国民すべての利益につながる[31-34]。しかし、日本の解剖率は先進国中では最低である[35]。年間15万件以上ある異状死[36]についても、その死因を科学的に究明すべきだが、専門知識のある解剖医は全国に約130人しかおらず(放射線科医不足は身に沁みて感じているが、病理医、法医学者もそれと同様またはそれ以上に不足している[8])、現状の年間約1万5,000件の解剖が限界という[37]。残りの9割は、専門知識の不十分な警察官(刑事訴訟法によれば、検視は本来、10年以上の刑事経験をもつ検視官が行うが、実際には警察官が行う代行検視が9割を占める)や警察医を務める開業医らが、外表観察主体の検視、検案だけで死因を決定している。このような従来の方法では、死因を間違って決定する誤認が少なくとも20%存在する[38-40]。また、非犯罪死体という前提で運ばれてきた死体の中にも、約1.25%の割合で犯罪死体が紛れ込んでいる[41]。異状死の解剖率を欧米程度まで引き上げることが困難なのであれば、画像診断で死因の推定、特定することや解剖が必要か否かの選別をするような方法も考慮されるべきである。

① 特に法医解剖を補う手段として行う場合には、倫理・感染防護等の理由により専用装置を地域ごとに設置することが必須である。その場合には施設の放射線防護とともに撮像に関わるスタッフの被曝管理体制の整備が求められる。

遺体の画像を撮影する場合には、臨床施設のCTやMRIを、診療業務に差し支えのない時間帯に利用するというのが一般的であり、遺体専用機を所有している施設は非常に少ない。そのような施設は、日本では千葉大学法医学教室の1施設のみであり[38-41]、世界でもスウェーデンのリンチェピング大学[7,42]、デンマークのコペンハーゲン大学[43]、米国デラウエア州のドーバー空軍基地[44]、オーストラリアのビクトリア州法医学研究所[45,46]の4施設しかない(注：本稿校正中の2008年9月5日に、群馬大学はオートプシー・イメージングセンターを開設し、世界で第6番目の遺体専用機所有施設となった)。

当院は臨床機を使用しているため、腐敗の進んだ遺体は撮像できない(剖検センターも遠慮して依頼しない)。冷蔵庫で保存されていた遺体の場合、死後1週間程度経過していても腐敗は一応停止しているので(腹壁は多少緑色となっていたりするが)、遺体を入れている防水のbodybagを開けなければ、においは全くない。

② 病理解剖を補う手段として医療機関内の既存の装置を兼用する場合には、倫理面での社会的コンセンサスを得る必要がある。

前述のように、遺体専用のCT、MRIをもっている施設は極めて少なく、autopsy imagingを施行するほとんどの施設は一般臨床機を使用するため、倫理問題(生きた人が利用するCTやMRIの寝台に遺体を載せることの是非)が発生する。

当院が来院時心肺停止患者を対象に死後CTを開始した1985年当時は倫理審査自体が一般的ではなく、院内での検討会議にて死後CTを施行していた。しかし、2003年に日本医学放射線学会研究助成金制度による研究補助金の交付(研究課題名'死亡時画像診断Autopsy imaging：Aiによる死因のスクリーニング')が決定した際、承諾解剖、病理解剖前の遺体にCTとMRIの両方を施行する予定であったため、院内倫理委員会に諮った。可能な限り一般患者の目に触れないように施行すること、衛生面に留意することを条件に、それは承認された。解剖が予定されている遺体のCT、MRI検査は、通常予約検査の合間に施行することができないので、準夜帯や早朝に施行している。

遺体を損壊する解剖に倫理審査はないので、この点では、遺体を損壊しないautopsy imagingにも当然倫理問題は発生しない。Autopsy imagingにおける倫理問題とは、臨床機を用いて死後CTやMRIを施行する点にある。しかし、江澤はこれに疑問を呈している。病院のベッドで人が亡くなった後、生きている人が再びそのベッドを使うことに関しては倫理問題として取り上げられるだろうか。Autopsy imaging学会に所属する複数の病院施設が、その実施にあたり院内倫理審査委員会の承認を得ている一方で、他の病院で問題ありと判断されて実施できない状況を生む事例は本質的な倫理問題といえるだろうか。

現役医師で作家でもある海堂尊(かいどうたける)は、autopsy imagingを中核とする死亡時医学検索の再構築をライフワークとし、画像診断を使った死亡時医学検索は必要であるという社会的コンセンサスを得るために、新聞、雑誌、書籍、テレビを通じて社会に対する啓蒙活動を盛んに行っている[48-50]。彼によると、100件以上の多岐にわたるインタビューやメディア取材時に、autopsy imagingに関する倫理を問題視する媒体は一切なく、「なぜautopsy imagingに倫理審査が必要なのですか？」と逆に問い返されて、困惑することも多いという。海堂は「ことautopsy imagingの倫理問題に対する理解に関しては、医療関係者よりも非医療関係者の方が容認している」と主張する。

③ 装置の設置・運用・保守点検にかかる費用の負担、撮影・読影に関わるスタッフの必要数及び人件費について、十分な検討と予算化が必要である。

日本では、千葉大学法医学教室のみが遺体専用CTを所有しているが、CT検診車の転用なので古く[40,41]、管球がいつ切れるかわからない状態で使用している(管球交換費用をどのように捻出するかに頭を悩ませている)という。将来、日本に遺体専用機が複数導入されるようになれば、その装置の設置、運用、保守点検にかかる費用が問題となる。

Autopsy imagingを一般臨床機で施行した場合の撮影、読影にかかる費用は、千葉大学医学部附属病院放射

線科の山本正二が算定し、実際にそのように運用している[13-15]。全身CT撮影料（通常の非造影CT検査を保険診療で行った場合を基準にすると約2万円）＋撮影する放射線技師の超過勤務手当て（通常業務時間外に行うことが多いため）＋放射線科医による読影料＝約5万円（MRIであればさらに2万円の追加）。この算定は、法医学の死亡鑑定料約5万円、病院内で亡くなった患者に対する病理解剖費用23万5,000円も参考にしている。

④撮像された画像の報告書に関しては、読影者の法的な責任の範囲について、十分な検討が必要である。

第65回日本医学放射線学会学術集会（JRC2006）では、シンポジウムの一つとしてautopsy imagingが企画された[17]。会場の放射線科医から「自施設でも死後CTを撮影し、読影しているが、生きている人の画像診断だけでも忙しいなかで、亡くなった人の死因を診断するために緊急読影することのモチベーションが保てないことに対して、どのように考えればよいか」という質問を受けたが、著者（塩谷）を含めたシンポジストの皆がうまく答えることができなかった。死因を確定することが、医療監査、事件や事故の見逃し防止、公衆衛生情報の基礎になり、国民すべての利益につながることは前述したが、これをそのまま述べても総論的で、説得力にも欠ける。

「全国救命救急センターにおける死後画像取得の現状と課題」についてのアンケート調査結果報告[18,19]の回答（自由記載欄）において、質問した放射線科医が所属する施設の救命救急医は、"放射線科医が死後CTも読影してくれており、とても恵まれている"と感謝の言葉を記載していた。"放射線科医の患者へのサービスは、依頼医師にでき得る限り迅速かつ効果的に診断情報を提供することである"[20]とするなら、依頼医師から感謝される死後CTの読影は、患者へのサービスに相当する。これをもって、会場ではうまく答えられなかった質問に対する私の答えとしたい。

比較的解剖率が高いことで知られる北欧でも、digital autopsy[30]が導入され、一部の法医病理学者が解析している。しかし、死後画像の解析には、高度の放射線科学と法医学の専門的知識が要求されるので、forensic radiologistの育成が求められている[30,31]。放射線科医が死因の画像診断を担当する時代が来た。

死後CTを撮影した数年後に、そのフィルムと読影レポートの貸し出しを、裁判で参考にする資料として要求されることがある。読影内容でクレームを受けたことはないが、後で再読影しても、読影結果に再現性があるからだろう。死後CTの読影レポートは、一通りの所見を記述した後に、「死因はXX」、「死因は同定できない」、「XXは解剖で確認する必要がある」などと結論している。しかし、犯罪に関係していなければ、実際に解剖が施行されることは少ない。

スイスやスウェーデンの法廷では、virtual autopsyの画像が活用されているが、その理由の一つは、実際の解剖写真は生々しくて耐えられないと感じる人が多いためである[6,7]。日本でも2009年5月21日から裁判員制度が始まる[32]ので、autopsy imagingの画像が積極的に活用されると予想している（図6）。

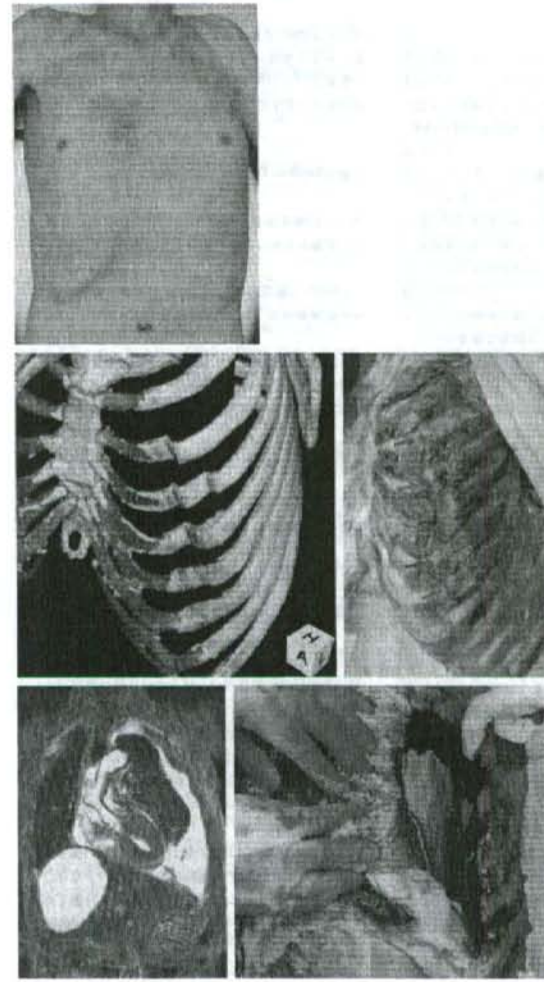
⑤装置の性能・撮像プロトコールの標準化と、撮像・読影に関わるスタッフに対する教育システムの整備について、十分な検討・整備が必要である。

遺体の撮影においては、被写体が動かないこと、時間をかけられること、（X線の場合は）電離放射線被曝の心配をする必要がないので、超高精細画像による新しい情報を得ることができる可能性がある[33,34]。1985年に当院で死後CTを開始した当時は、電流、電圧は生きている人に対するCTと同じ条件とし、スライス厚は1cm、そしてフィルム枚数が多くなることを抑える目的でスライス間隔を3〜4cmとすることが多かった。現在では、16列または64列検出器CTで撮影しており、電流、電圧は最大出力（例：16列CTでは、頭〜骨盤部を120kV、350mA、0.75秒/回転の条件で撮影）、診断はモニター上で行っている。

剖検センターに解剖が依頼される症例は、依頼をする病院が死後CTを撮影していることが多い。解剖前には、解剖を担当する先生方と一緒に、その死後CTフィルムを読影している。各病院が所有するCTの機種や性能が異なるのは仕方がないが、標準化が必要と思う2点を挙げる。

(1)全身を撮影する：頭部の死後CTしか撮影されていないことがある。せっかくCT寝台に載せたのであれば、他部位も撮影してほしい。あとわずかに手間をかけるだけで、それ以上の情報が得られる。

(2)画像の骨条件をつける：胸部が撮影されていても



A	
B	D
C	E

図6　どちらが本物？
80歳代、男性。ベッド上で死亡した状態（死後硬直あり）で発見された。彼は骨髄異形成症候群治療中で、血小板は2万/μLしかなかった。死亡前日に転倒し、胸部を打撲していたという。死後2日後にCT、MRIを、3日後に行政解剖を施行した。体表所見では、右前胸部に皮下出血を認める(A)。死後CT［3D-CT(B)］は左多発肋骨骨折を、死後MRI［T2強調冠状断像(C)］は左血胸を示す。これらは、解剖所見の左多発肋骨骨折(D)、左血胸(E)とよく相関する。画像をみてから解剖に立会った警察官は「画像とそっくりだ」と言ったとか。

図7　黒い子宮
20歳代、女性。死後1.5日後に撮影された死後MRI（骨盤部T2強調矢状断像）上、子宮筋層全体が低信号を示している（今までの観察では、死因にかかわらずそのようになる）。解剖で子宮は正常であった。生きている閉経前の女性では、子宮筋層内側約1/3（junctional zone）はT2強調画像にて著明な低信号を呈する。その原因は、内膜直下筋層の周期的な蠕動運動による連続的な収縮の結果、筋線維内の水分含有量が低下するためと説明されている。死後に子宮筋層全体が低信号となるのは、死後に水分が喪失したり、子宮全体の収縮が強くなるためなのか。

軟部条件のフィルムしかない場合、頸椎骨折が見逃され、解剖でそれが確認されることがある。

現在、死後MRIは生きた人と同じパラメーターで撮影しているが、死後特有の信号変化が起こる（図1F、7）。そのため死後MRI専用のパラメーターの検討が必要である[88]。

教育システムについては、ベルン大学法医学グループが、Virtopsyに関心のある医師や法律家を対象に2006年から講習会を始めている[6, 86, 87]。メリーランド大学のダリー放射線科教授は、放射線科医が法医画像診断のトレーニングをするための用意を始めている[89]。法医画像診断の訓練を受けた放射線科医をいくつかのメディカルセンターに常駐させ、医用画像管理システムと遠隔画像診断を用いれば、全国的な規模でコンサルテーションを受けることができるようになるという[89]。

④しかるべき時期に、費用対効果及び適応についての検討が必要である。

マンモグラフィ検診や肺癌CT検診では、利益リスク、費用効果比が評価されている[90]。Autopsy imaging（死亡時画像診断）は被曝リスクを考慮する必要はないが、解剖と比較した[90]費用効果比の検討は必要である。メリーランド大学のダリー放射線科教授は、CTを監察医務院に導入することで、死因究明の費用を少なくとも50％削減できると述べている[89]。

死後CTによる外傷性死のスクリーニングでは、交通事故などの鈍的外傷における主要な損傷や死因を鋭敏に検出することができる[48, 91, 92]。死後CTによる非外傷性死のスクリーニングでは、脳出血、くも膜下出血、大動脈解離、大動脈瘤破裂といった出血性病変が診断でき、これらの所見がない場合には、上記死因は除外できる。死後CTの死因推定率が3割[93]という数字は、死後CTのみで上記出血性病変が同定でき、死因と特定できる割合を指す。この数字は正式な論文から出ているわけではなく、日本国内での複数施設が学会発表し、その抄録に記載している数字が3割前後となっていることに由来する（人が皆、CTで診断できるような出血性病変で死亡するなら、死後CTの死因確定率は10割となる）。日本医学放射線学会が、死後CTによる死因分析の多施設研究を主導すれば、その報告はLancetやNew England Journal of Medicineに載ることは間違いない。

死因として最も多い（いわゆる）急性心不全において、死後CTでは冠状動脈内の血栓や虚血心筋といった直接死因を描出できない（MRIでは虚血心筋を描出できることがある[94-97]）。そのため実際の救命救急の現場では、既往歴（狭心症、心筋梗塞など）、現病歴（突然の胸痛を訴えたのち倒れてしまったなど）、死後CT上の間接所見（ポンプ失調による肺水腫、著しい心拡大や左室肥大、冠状動脈石灰化など）を総合的に判断して、虚血性心疾患疑いと死体検案書に記載している。死因がわからなければ解剖に回すべきだが、日本の警察は犯罪に関係して

いないと判断した症例の解剖には消極的で、その結果犯罪自体が見逃されることがある[98-100]。

3. autopsy imagingの必要性のみが先行して議論され、以上掲げた問題点及び課題について検討・整備することなく、個別の医療機関および担当スタッフが負担を強いられる事態は避けなければならない

1）日本国内でのautopsy imagingに関する最近の動き

- 2000年　放射線医学総合研究所病院の江澤英史がautopsy imagingの概念を提唱[2]。
- 2003年　Autopsy imaging学会設立[4]。
- 2004年　千葉大学法医学教室が、検視にCTを導入[39-41]。以降、国会でautopsy imagingを死因究明に用いる提案がなされ、犯罪や事故の見逃しを最小限にする検死のあり方について議論された[98-101]。
- 2005年　千葉大学医学部附属病院でautopsy imagingを開始（後にAutopsy imaging center開設）[1, 77, 102-104]。
- 2006年12月　日本学術会議（放射線・臨床検査分科会）で、autopsy imagingについて討論[105]。
- 2007年3月　厚生労働省「診療行為に関連した死亡の死因究明等のあり方に関する課題と検討の方向性」に、「死後CT」の記載[106]。
- 2007年4月　警察庁がハイテク検視として、医療用CTを導入[107]。
- 2007年10月　厚生労働省「平成20年度科学研究費補助金公募要項」に、「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に関する研究」の記載[108]。
- 2007年12月　日本医師会が、「死亡時画像病理診断（Ai）活用に関する検討委員会」を設置[3]。2008年3月に中間報告を提出[3]。
- 2008年2月　衆議院予算委員会にて厚生労働省の政府参考人が、autopsy imagingの活用を検討していると答弁[109]。
- 現在　複数の大学病院が、autopsy imagingを導入している[111-113]。

千葉大学医学部附属病院放射線科の山本は、日本放射線科専門医会・医会にautopsy imagingについて議論してほしいと議案を提出した[114]。これが発端となり、著者（塩谷）は、日本医学放射線学会理事会（2008年3月24日）でautopsy imagingの現状について講演する機会を与えられた（本稿は、その講演内容が基になっている）。死亡時画像診断に関する意見書[3]は、その理事会からわずか数日後に提出されたので、非常に驚いた。講演の際、メリーランド大学放射線科バリー・ダリーからのメール（原文とその和訳）を参考資料として配布し、後日、それを日本医学放射線学会会員用メーリングリストOpinionに投稿した（和訳のみ以下に再録）。

2）ダリーからのメール（第1報）

このメールをお送りしているのは、あなた方が興味をもたれるかもしれないと思ったからです。Forensic imaging（以下では法医画像診断と訳）の研究をRSNAで発表することに関心をおもちかどうかはわかりませんが、もしそうであれば続けてお読み下さい。私達の多くが感じているように、RSNAは、法医画像診断に関する抄録、それも明らかに発表する価値があるものを、ほとんど採択してきませんでした。それは、既存のカテゴリー内に分類することが無理だからか、またはこの領域の専門的知識や興味がない人々が査読しているからです。

私は、RSNA学術プログラム委員会の前委員長ジェラード・ドッドと次期委員長ロバート・クエンサーにメールし、以下をお願いしました。「RSNAは、専ら法医画像診断を発表する場（例えば"法医画像診断"と具体的に銘打ったセッション）を提供して下さい。その際、数人の法医画像診断専門家に抄録査読を依頼して下さい」。彼らに出したメール（このメールの最下部）と、その返事を御参照下さい。

一つの重要な疑問をクエンサーが提示していますが、それは法医画像診断に関する抄録提出数が実際にはどの程度見込めるかということです。私達がRSNAに働きかけて、法医画像診断専門家による抄録の査読と、そして法医画像診断の更なる発展を計画してもらうことができれば、法医画像診断に関する抄録の採択率が上がるはずです。あなた方は、今年は例の抄録を提出なさるご予定でしょうか。また提出しようとしている人達をご存知ですか。

RSNA開催期間中、決められた日時に、法医画像診断に関する発表をさせてもらえるよう要請しようではありませんか。そうすれば、法医画像診断に興味を持っている人達が、レークサイドセンターに集まることができます。

私は、ジム・メスマー、ジョエル・リッヒェンシュタイン、ビル・マーフィー、マイク・ムリガンなどの経験者の方々に、査読を依頼することができます。

上記の問いに対するコメントや提案を送ってください。このメールは興味がありそうな方々に転送して下さって構いません。

RSNAの現状を改善する試みに対するご助力を感謝します。

（ドッド、クエンサー両氏からの返事：原文、訳はともに省略）

3)ダリーがドッド、クエンサー両氏に宛てたメール

（挨拶の訳は省略）

注目してもらいたい新しい放射線医学分野があります。それは世界中で始まっており、実際の日常臨床にも入り込んできている応用法医画像診断です。CT、MRIを法医学領域に応用する方法は、スイスで2000～2005年にかけて発達し、その後多くの国々（例：オーストラリア、イスラエル、オランダ、デンマーク、スウェーデン）に広がりました。それらの国々の監察医務院では、医務院に設置されたCTを使った検視、解剖業務が当たり前となっています。アメリカの対応は少し遅れています。米軍のCT解剖プログラムはドーバー基地で2004年から動き出しています。当科も民間人のみを対象としたイメージングオートプシープログラムをメリーランド監察医務院と共同で2006年からやっと開始しました（あなたが、数カ月前バルチモアにいらっしゃったときに、これについて少し話し合いましたね）。

2007年のRSNAで、アンジェラ・レヴィ、テッド・ハルケと私は、法医画像診断についてリフレッシャーコースで講演しましたが、アメリカや他の国々の放射線科医がかなり出席していました（数人の監察医も）。会場で討論するうちに明らかとなった問題は、法医画像診断の研究をRSNAで発表したいと抄録を提出しているのに、採択されないという状況が続いていることです。気がかりなことに、同様の状況がここ数年起きており、RSNAで発表できなかった研究は、法医学会で発表され、そのまま法医学領域の学術雑誌に掲載されています。法医放射線医学に関する抄録をRSNAに提出する際の問題点は、RSNAには法医画像診断というカテゴリーやセッションがないこと、そして、それらに精通した査読者の不在であると思います。私が知っているいくつかの独創的な研究（自施設のものではありません）の抄録は採択されませんでしたが、それは査読者が法医画像診断になじみがないか、自分の担当する領域とは違うものが紛れ込んだと感じたからではないでしょうか。法医画像診断はまさにハイブリッドであり、放射線科医と法医学者の両者協同アプローチが必要です。私自身、イメージングオートプシーという仕事にかかわることで、医学校では学ばなかったような法医学的知識をたくさん得ました。

RSNAは、法医画像診断の発展を積極的に後押しするようにして下さい。リフレッシャーコースで紹介すると皆の関心を集めるでしょうし、法医画像診断の研究発表をRSNAニュース速報で特集し、プレスリリースすると、それらの価値と面白さが放射線科医、医学界、そして社会に伝わるでしょう。しかし、何より必要なのは、法医画像診断に関してRSNAで発表し、討論ができる機会を設けることです。非常に心配しているのですが、私達が一致団結して、この新しい学問分野を放射線医学内に取り込み育てていかないと、全部とはいわないまでも、ほとんどの新しいことは、法医学領域の学会や雑誌に流れて展開してしまい、放射線医学内の学問分野を一つ失うことになってしまいます。法医画像診断は、常に監察医や法医病理医と密に協力し合って行うべきですが、放射線科医は、彼らがもっていない画像診断に関する知識と技術をもっています。ゆえに私達放射線科医が頑張って、高分解能CTやMRIを使った法医画像診断の可能性を十分引き出さなければなりません。

RSNA会員の中には、法医放射線医学に経験があり、喜んで抄録の査読者になってくれる人がいます。

お時間のあるときにお話できればと思います。

（後略）

4)ダリーからのメール（第2報和訳）

皆さん！

謝らなければなりませんが、私の最初のメールに返事を送って下さった皆さんに速やかに返事をすることができませんでした。これは、専ら法医画像診断を発表する場を設けてほしいという私達の要求に対するRSNAの検討結果を待たなければならなかったからです。

2008年RSNA学術プログラム委員長であるクエンサーと教育展示委員長であるリチャード・バロンと話し合いました。RSNAは代表者会議を先週行いましたが、法医画像診断の発展を後押しするという考えを受け入れてくれました。しかし、RSNAは次のようにも判断しています。今まで提出された抄録数は多くないので、法医画像診断という完全に独立したカテゴリーを今年から設けるほどではないと。2008年RSNAでは、法医画像診断を、それぞれのセクションやカテゴリー項目内に、一つの非公式なサブカテゴリーとする事を予定し（採択された抄録数が十分にあればの話ですが）、各セクションやカテゴリーの委員長には、「法医画像診断関係の報告を目にする機会が多くなるだろうから、それらに注目しておくように」と通知されます。

その他の提案は、以下のとおりです。

(1)法医画像診断の抄録を提出するなら、"Scientific Poster"として提出するのが良いのではないかとクエンサーは示唆しています。そうすれば「ポスターセッション」として、いろいろな法医画像診断の展示発表をレークサイドセンター内において特定の時間に行うことができ、興味をもつ人達が集まり、経験を共有できるからです。Scientific Posterには、多様なカテゴリーとサブカテゴリーがあるので、上記のように指定することで、法医画像診断に関する抄録は、適切に査読されるようになります。しかし、また「Forensic」というサブカテゴリーは指定されていないことに注意して下さい。

(2)もし「Educational Exhibit」に抄録を提出する予定でしたら、「Multispecialty / Special Interest」というカテゴリーを選択して下さい。サブカテゴリーは、「Other」を選んで下さい。また「Forensic」のサブカテゴリーは作成されていないのですが、査読者には、法医画像診断に経験がある人がいます。

理解していただきたいのは、いつもの高い選考基準をすべての抄録に適用しますので、法医画像診断関連の抄録を提出しても、その採択が保証されている訳ではありません。すぐに抄録提出準備を始められることをお勧めするのは、2008年RSNAのオンラインによる抄録提出締め切り（http://rsna2008.rsna.org）が4月15日だからです。

2008年のRSNAは、11月30日～12月5日に開催されます。もし、法医画像診断に関する抄録の提出数が増え続け、RSNAが多数の抄録を受け取り始めれば、2009年のRSNAは、法医画像診断という独立したカテゴリーを設けることを再考するでしょう。

私は、法医画像診断に関心をもっている世界中のすべての研究者達に電子メールで連絡をしたいと思いますので、このメーリングリストに載っていない関係者をご存知でしたら、私にお知らせくださるか、このメールをそれらの人達に転送して、彼らのメールアドレスを私に連絡するようにお伝え下さい。関係者のメールアドレスを集める理由は、ギル・ブロードン、ミヒャエル・ターリ、アンジェラ・レヴィ、その他の人達との討論についていくためで、インターネット上での討論や掲示板への書き込みができれば、法医画像診断に関するリサーチ、トレーニング、およびその他の関連事項についての情報を共有することができるでしょう。法医画像診断に関連し、興味をもっておられる人々［放射線科医、法医病理医、監察医、画像工学者、人類学者、法歯学者、等々］の参加を歓迎します。心から感謝したいのは、個人的な経験や自分の国での法医画像診断の発展に関する面白い情報を送ってくださった方々です。このメールが配信された後、すぐにこの情報がインターネットで閲覧可能となり、皆様と情報が共有できることを期待しています。

今後の予定ですが、皆に関心をもってもらえるようにすれば、すぐにでも法医画像診断の国際学会を開催できるようになるでしょう。それには、2008年のRSNAが時期、場所ともに最適と思われますので、皆で集まって打ち合わせをしましょう。

皆様からのご質問、コメント、提案を是非ご連絡下さい。このメールが送られたメールアドレスのリストをチェックして、もし、法医画像診断に興味を持っているが、リストには載っていない人がおられましたら、このメールを転送し、その人達のアドレスをメールでお知らせ下さい。

今年こそ皆様の提出した抄録が採択されますよう！

敬意と感謝をこめて

Barry Daly, M.D., F.R.C.R.

（メールアドレスは、BDALY@umm.edu）

5)各国の死後画像研究

ダリーのメールのなかで、いくつかの国名が出てくる。スイスとは、ベルン大学法医学教室Virtopsy®グループ[4-8]を指す。彼らはvirtual autopsyを提唱しただけあって、解剖前の遺体に対して、CT、MRIを施行し、画像と病理の対比を精力的に行っている。そして彼らは、機械産業で用いられる写真測量の技術を応用した体表面3Dスキャン[9]（法医解剖では体表所見が非常に重要視される）、ローラーポンプを使って死後に循環を発生させて施行する動的血管造影[10,11]、死後生検[12]（技術的

には放射線科医の方がうまいが、資格がない放射線科医が施行すると死体損壊になる）も施行している。上記はわれわれ放射線科医がすぐに真似できるものではないが、立場が異なることを考えると、対象は同じでも別の観点から観察したり、違ったアプローチをするべきだろう。例えば、彼らの論文を読んで、なぜこのような特徴的な信号変化について言及しないのかと疑問に思うことがある。生前画像になじみがないため死後の信号変化に気が付かないのか。気が付いているが興味がないのか。それともわざと言及を避けているのか。日本では、救命救急病院で撮影される死後CTの数が非常に多いため（ちなみに、来院時心肺停止患者でも心臓マッサージを施行しながら造影剤を注入すると、動静脈ともに造影されるので、診断に役立つことがある）、解剖が施行されていなくても、統計的に何らかの傾向を示すことができる。また低侵襲の解剖システムは既に日本で特許が取得されている[117]。ダリーのメールには日本の名前がないが、これは日本国内で施行されているautopsy imagingの数に比例するような海外での学会発表、英文論文出版の数が不足しているためである。しかし、Virtopsy®グループは日本のautopsy imagingの現状を知っており、日本の潜在能力を恐れている節がある。

オーストラリア、オランダ、デンマーク、スウェーデン、アメリカでのvirtual autopsyは、Virtopsy®の発表以降に導入されたが、イスラエル、イギリスは、それ以前から施行していた。イスラエルからは、戦争中の事故や鋭器刀剣に関連する報告が多い[118-120]（アメリカも同様[121, 122]）。胎児奇形に関する死後MRIの報告は、そのほとんどがイギリス発である[123, 124]。これには、1998年以降の一連の臓器スキャンダル[125]により、ただでさえ低い胎児、小児の解剖率がさらに低下してしまったという背景もあるようだ。複数の論文が、心奇形の評価は他臓器のそれと比較して難しいと述べているが、パラメーターを工夫すれば十分に評価できるという印象を持っている（図8）。

今後、autopsy imagingを発展させるためには、画像工学者、法歯学者との連携も重要となる[126-128]。法人類学者に実際に会ったことはないが、本[129]やテレビ（「BONES－骨は語る－」）ではなじみがある。

4. いずれにしても本件は、日本医学放射線学会並びに放射線科医にとって重要な検討課題と考えている。貴会はじめ各方面で本件について検討される場合に、要請があれば委員等を派遣する用意がある

1）死後CTにかかわることになったきっかけ

1999年4月、当院にがんセンターが併設されたことにより著者（塩谷）は当院に着任した（以前に他のがんセンターで他専門研修医として在籍していたことが縁）。当院で画像を利用して客観的に死因を特定または推定する方法を運用していること、読影室には多数の死後CTのフィルムジャケットがデータベースとして保管してあることに感動し、"死後CTは社会の役に立つから、この良い方法を世の中にもっと広めたい"と思った。当時の大塚救命救急センター長にそのように申し上げると、最初は発表していたが、数が多くなってまとめきれなくなってしまったとの返事であった。それならば画像を扱うことが本業の放射線科医が広めようと活動し始めたのが、死後画像に関わるきっかけであった。まずは宣伝が必要（発表内容よりも、死後CTを施行している病院があるという公表自体に意義がある）と考え、さっそく2000年から学会発表を始めた[130, 131]。実際、学会発表すると必ず「実はうちでもやっているのですが……」とさまざまな施設での死後画像取得の状況を伺うことができた。また2001年茨城県放射線技師学術大会で死後CTについて講演した際、会場において死後画像取得の経験の有無を尋ねたところ、会場の約1/3の挙手があった。これにより死後画像は需要があり、実際には多くの施設で施行されていることがわかった（有用とわかっていても、生きている患者の手前おおっぴらに宣伝する内容ではないし、費用は？倫理は？と問われると答えることが難しく、公表しにくい状況が続いている）。個々の病気の罹患率は決して100%にならないが、人の死亡率は100%である。人はだれでもいつかは必ず死ぬので、死を科学的に分析する死後画像診断は、それなりに発展していくだろうと思った。そして、死後CTを読影する際には死後の正常像を知っていないと画像が解釈できないことがわかり、それを題材にいくつかの論文を書いた[132]。

2）教育への応用

死後CT、MRIは、当院の死亡カンファレンス（1回/月）や臨床病理カンファレンス（4回/年）でも活用している。

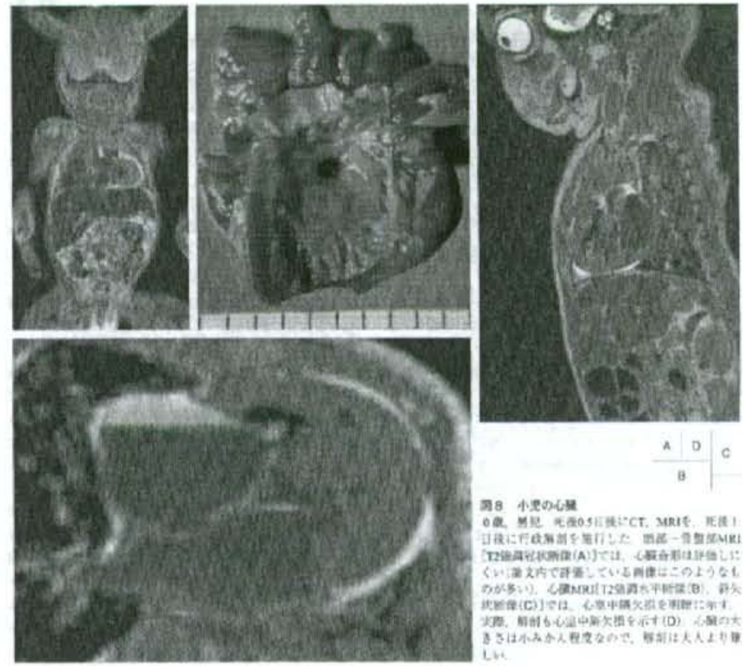


図8　小児の心臓
0歳、男児。死後0.5日後にCT、MRIを、死後1日後に行政解剖を施行した。胸部－骨盤部MRI［T2強調冠状断像（A）］では、心臓奇形は評価しにくい（論文内で評価している画像はこのようなものが多い）。心臓MRI［T2強調水平断像（B）、斜矢状断像（C）］では、心室中隔欠損を明瞭に示す。実際、解剖も心室中隔欠損を示す（D）。心臓の大きさは小みかん程度なので、解剖は大人より難しい。

死亡カンファレンスでは、来院時心肺停止例、院内急死例（これらの大多数は解剖されていない）の死後画像が供覧され、担当医の下した死因診断が妥当であったか、なぜ救命できなかったのかが議論される。臨床病理カンファレンスは、研修医が担当する。研修医は病理組織よりCT、MRI画像に慣れていることが多く、病理を理解する際、それに1対1に対応するCT、MRI画像がそれを助ける[133-137]。死後画像は、学生に解剖を教えるときにも有用である[138, 140]。

3）臨床研究の勧め

日常臨床で不明な点を科学的視点から明らかにしていく行為が臨床研究[141, 142]ならば、死後であってもその画像診断に関する研究はその範疇に入るし、画像と病理の対比は放射線科の研究領域の一つである[143]。解剖前の遺体や切り出し前の病理検体にCT、MRIを撮影し、画像に描出されているものを、解剖や切り出しで確認すると、真の画像病理相関となる[144, 145]。ハイツマンやマイヤースらが採った方法の復活である。

謝　辞
本稿執筆にあたり、長浦はがん臨床研究事業から助成を受けた。

【参考文献】
1)日本医学放射線学会：死亡時画像診断に関する意見書(2008.3.27). http://www.radiology.jp/modules/news/article.php?storyid=627
2)日本医師会：平成19年12月14日定例記者会見「死亡時画像病理診断(Ai)活用に関する検討委員会設置」. http://www.med.or.jp/shirokuma/no821.html
3)日本医師会：平成20年3月26日定例記者会見. 死亡時画像病理診断(Ai－Autopsy imaging)活用に関する検討委員会中間報告「死亡時画像病理診断(Ai)の活用における医学的および社会的死亡時患者情報の充実の可能性および課題について」http://www.med.or.jp/shirokuma/no883.html
4)Virtopsy: http://www.virtopsy.com/
5)RSNA News Release: Forensic radiology makes virtual autopsy a reality. http://rsna2003.rsna.org/rsna2003/VBK/press.cvn?id=11&p_id=182/
6)メディカルトリビューン編集部：法医学への放射線学利用が進展. "仮想剖検"データの公表始める. メディカルトリビューン(5月6日)37(19)：28, 2004. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno7/3719/19hp/M3719281.htm
7)メディカルトリビューン編集部：犯罪解明に"バーチャル剖検"スウェーデンでは既に実用化. メディカルトリビューン(2月9日)39(6)：34, 2006. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno9/3906/06hp/M3906541.htm
8)CMIV (Center for Medical Image Science and Visualization): http://www.cmiv.liu.se/
9)Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, et al: VIRTOPSY: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. Radiographics 26: 1305–1333, 2006
10)オートプシー・イメージング学会：http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/
11)メディカルトリビューン編集部：展望オートプシー・イメージング. －死後にCT, MRI撮影－剖検との併用で精密な死因解明が可能に. メディカルトリビューン(1月1, 8日)37(1, 2)：20, 2004. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno7/3701/01hp/M3701201.htm
12)メディカルトリビューン編集部：第1回オートプシー・イメージング学会－臨床医学の発展に期待されるAi－. メディカルトリビューン(2月12日)37(7)：24, 2004. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno7/3707/07hp/M3707241.htm
13)メディカルトリビューン編集部：第2回オートプシー・イメージング学会－Ai導入が医療現場に与える影響－. メディカルトリビューン(2月10日)38(6)：18, 2005. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno8/3806/06hp/M3806181.htm
14)メディカルトリビューン編集部：第3回オートプシー・イメージング学会－全国救命救急センターアンケート－, 9割の施設が死後画像撮影の経験あり. メディカルトリビューン(3月9日)39(10)：14, 2006. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno9/3910/10hp/M3910141.htm
(正式な報告は,「全国救命救急センターにおける死後画像取得の現状と課題についてのアンケート調査結果報告」として, 日本救急医学会雑誌に近日中に投稿予定である)
15)メディカルトリビューン編集部：第4回オートプシー・イメージング学会. Aiへの認識高まり, 導入態勢も整う. メディカルトリビューン(3月22日)40(12)：16, 2007. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno10/4012/12hp/M4012161.htm
16)メディカルトリビューン：第5回オートプシー・イメージング学会. 検案, 解剖の二者択一のシステムにAiを組み込み問題を解決. メディカルトリビューン(3月20日)41(12)：18, 2008. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno11/4112/12hp/M4112018l.htm
17)Ezawa H, Shiotani S, Uchigasaki S: Autopsy imaging in Japan. Rechtsmedizin 17: 19–20, 2007
18)Püschel K: Schöne neue Welt von Virtopsy®, Autopsy Imaging, Radiosektion und Nekroradiologie. Rechtsmedizin 17: 5–6, 2007
19)Hoey BA, Cipolla J, Grossman MD, et al: Postmortem computed tomography, "CATopsy", predicts cause of death in trauma patients. J Trauma 63: 979–986, 2007
20)Farina J, Millana C, Fdez-Acenero MJ, et al: Ultrasonographic autopsy (echopsy): a new autopsy technique. Virchows Arch 440: 635–639, 2002
21)Huisman TAGM, Wisser J, Stallmach T, et al: MR autopsy in fetuses. Fetal Diagn Ther 17: 58–64, 2002
22)江澤英史：[Episode 1]HIMAC* + 高磁場MRI + 監察医＝Ai. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング－画像解剖－. 221, 2004, 文光堂, 東京
23)江澤英史：②Aiの特徴(1)Ai概念の因数分解. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 31–40, 2005, 篠原出版新社, 東京
(題名は, 日本の年間総死亡数約100万人に対して死因究明する手段としてのautopsy imagingを意味する)
24)Takatsu A, Suzuki N, Hattori A, et al: The concept of the digital morgue as a 3D database. Legal Med. 1: 29–33, 1999
25)Takatsu A, Suzuki N, Hattori A, et al: High-demensional medical imaging and virtual reality techniques. Rechtsmedizin 17: 13–18, 2007
26)尾崎　梓, 大榎敦良, 中田義隆, ほか：気波科学博における観客と従業員の救急疾患およびその医療体制. 日本医事新報 3244：27–31, 1986
27)大榎敦良：DOAの原因疾患の診断(死亡後CT撮影の有用性と問題点について). 日本救急医学会関東地方会雑誌 10：604–605, 1989
28)白川洋一, 手塚拝詳, 山下正人, ほか：交通外傷で急死した症例に対する死後全身CT撮影の意義. 日救急医会誌 7：273–280, 1996
29)塩谷清司：Ai1000字提言 第25回. Autopsy imaging(Ai)名称問題. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji25.htm
30)江澤英史：オートプシー・イメージングとVirtopsy®が中東で邂逅.「第1回法医放射線医学の進歩に関する国際シンポジウム」に参加して. メディカルトリビューン(5月12日)38(19)：42, 2005. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno8/3819/19hp/M3819421.htm
31)内ヶ崎西作：法医学関連の2つの国際学会に出席して. 目を見張る「法医学領域への画像技術の応用」. メディカルトリビューン(10月27日)38(43)：48, 2005. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno8/3843/43hp/M3843481.htm
32)江澤英史：オートプシー・イメージング(Ai)の概念. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング－画像解剖－. 2-5, 2004, 文光堂, 東京
33)江澤英史：①オートプシー・イメージング(Ai)の定義. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 26-30, 2005, 篠原出版新社, 東京
34)Brogden BG: Radiological identification of individual remains. Brogden BG ed: Forensic Radiology 149–187, 1998, CRC Press, Boca Raton
(著者のブロードン南アラバマ大学名誉教授から,「剖検前または代替となる死後画像診断が世界的にどのように施行されているかを, 2007年11月に開催されるデンマーク法医学会で講演するから, 日本の状況を教えてほしい」とメールで要請があり, 日本のautopsy imagingの現状をお伝えした. 実はこの要請は, 平敷淳子氏, 江澤英史を経由している. なぜ平敷先生？という疑問には, ブロードンの追伸が答えてくれる. "P.S. Perhaps you Know my former resident, when I was Chief of Diagnostic Radiology at Jones Hopkins many years ago, Dr. Atsuko Heshiki, of whom I'm very proud as the first female Chair of a University Radiology Depatment in Japan")
35)舘野之男：結核に挑戦する. 舘野之男編著：画像診断－病気を目で見る－. 11–39, 2002, 中央公論新社, 東京
36)Ros PR, Li KC, Vo P, et al: Preautopsy magnetic resonance imaging: initial experience. Magn Reson Imaging 8: 303–308, 1990
37)Donchin Y, Rivkind AI, Bar-Ziv J, et al: Utility of postmortem computed tomography in trauma victims. J Trauma 37: 552–556, 1994
38)メディカルトリビューン編集部：第34回日本救急医学会－死因解明目的の死後画像検査－9割が実施, 3分の1で所見. メディカルトリビューン(12月21日)39(51)：18, 2006. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno9/3951/51hp/M3951181.htm
39)Shiotani S, Hamabe Y, Ohashi N, et al: The groud swell of postmortem computed tomography in Japan: the harbinger of widespread use of autopsy imaging?, http://bmj.bmjjournals.com/cgi/eletters/324/7351/1423
40)馬淵光洋, 高津哲一, 吉岡尚文, ほか：全国東部・行政解剖実体調査. 日法医誌 51：251–256, 1997
41)中根憲一：我が国の検死制度―現状と課題―. http://www.ndl.go.jp/jp/data/publication/refer/200702_673/067306.pdf/
42)Organization for Economic Co-operation and Development: OECD Health Data 2007 Frequency Requested Data (Health care resources-CT scanners per million population), http://www.oec.org/home
(経済協力開発機構は, 日米欧等の先進国によって, 国際経済全般について協議することを目的とした国際機関. 対人口百万のCT設置数は日本92.6台, アメリカ32.2台, OECD平均20.6台と日本が飛びぬけて多い. OECD全体の下分割を日本が保有しているのではないかと言われている)
43)江澤英史：[Episode 2]スクランブル発進, [Episode 3]思惑とは外れるもの, [Episode 4]夜明け前が一番暗い, [Episode 5]シグナル・ブルー. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング－画像解剖－. 222–225, 2004, 文光堂, 東京
44)江澤英史：第6章 Ai理論武装アイテム. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 94–105, 2005, 篠原出版新社, 東京
45)読売新聞[2008年4月23日]：医療ルネサンス No. 4333. 死因の画像診断 第3回
46)菅野公伸：第15章 米国における法医学と病理学の現状. 船山信人, 齋藤一之, 菅野公伸編著：病理医にも役立つ法医解剖入門. 155–162, 2005, 文光堂, 東京
47)菊地和徳：死者の主治医として, 死後検査との関わり. 日本臨床検査専門医会ニュース 93：4–5, 2007. http://www.jaclap.org/
48)猪永龍男, 上野易弘, 中川加奈子, ほか：兵庫県下における異状死体の検案結果(1986年)－監察医業務区域とその他区域との比較－. 日法医誌 42：431–442, 1998
49)藤井亜彦, 柳田純一, 佐藤喜宣, ほか：日本の死因調査の現状と問題点. 日本医事新報 3639：28–34, 1994
50)読売新聞[2007年11月19日]：米紙LAタイムス, 力士急死問題で日本の検視を批判
51)読売新聞[2007年5月17日]：変死体解剖わずか9%…犯罪・伝染病見逃す恐れ
52)読売新聞[2007年5月18日]：死因究明なおざり
53)読売新聞[2007年5月21日]：検視 殺人見逃し13件…過去

10年読売新聞社調査.

54) 読売新聞[2007年7月8日]：解剖予算100万未満が25府県, 感染症対策へ課題.

55) 黒田　誠：日本の剖検率・世界の剖検率. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシイメージング－画像解剖－. 6–9, 2004, 文光堂, 東京

56) 厚生労働省統計表データベース：人口動態調査. http://wwwdbtk.mhlw.go.jp/toukei/index.html
(大雑把にいうと, 日本の年間総死亡者数約100万人のうち, 約80万人が病死, 約20%が異状死(原因不明の急性死や事故死など)である. 事件性が疑われて警察が扱う遺体は約15万人で, そのうち約1万5,000人が行政または司法解剖される. 日本では異状死の剖検率は10%程度だが, アメリカやイギリスは50～60%と高い)

57) 読売新聞[2008年4月24日]：法医学会 死因究明見直し提案

58) メディカルトリビューン編集部：循環検案に死後CTを導入－外表観察の限界を克服し, 「真の死因」解明に貢献－. メディカルトリビューン(6月3日)37(23)：38, 2004, http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno7/3723/23hp/M3723381.htm
(県内で発見された変死体20例に対してCT撮影を施行し, 従来の外表観察主体の検視, 検案結果との比較を行った結果, 4例(20%)に食い違いを認めた. この結果は新聞の一面掲載予定だったが, 警察からの圧力がかかり, 掲載されなかったという)

59) Hayakawa M, Yamamoto S, Motani H, et al: Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? A trial of computed tomography imaging for postmortem examination. Int J Legal Med 120: 24–26, 2006

60) 岩瀬博太郎：Aiの未来予想図4 車載式CTによる司法解剖. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング－画像解剖－. 52–53, 2004, 文光堂, 東京

61) 岩瀬博太郎, 早川　睦, 山本正二：CT検診車を用いた検案Aiの試み. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 76–77, 2005, 篠原出版新社, 東京
(CT検診車は, 野療検診用に放射線医学総合研究所と日立メディコが共同開発したもので, 実用化直後の1995年に阪神・淡路大震災が起こり, 直ちに被災地へ派遣され, 現地医療に貢献した.)

62) 梅原三佳：補稿「ウイーン解剖事情」見聞録. 岩瀬博太郎, 梅原三佳編著：焼かれる前に語れ. 204–219, 2007, WAVE出版, 東京

63) U.S. Medicine Information Central (Satava RM): Virtual autopsy: supporting clinical practice and national policy. http://www.usmedicine.com/column.cfm?columnID=186&issueID=68
(ドーバー空軍基地はアメリカ空軍基地の一つで, 日本では三沢空軍基地や横田空軍基地に相当する. イラクやアフガニスタンで死亡した兵士の遺体はドーバー空軍基地に輸送され, 同基地は遺体帰還の玄関口となっている. 2004年4月23日付の米各紙は, ドーバー空軍基地に着陸したばかりの輸送機内に並んだ, 星条旗に包まれた米兵の棺おけの写真を掲載し, その反戦の機運が高まった. ドーバー基地に到着した遺体は1日かけて解剖を含む法医学的検査を受ける. そして, なぜ死亡したか, それは避けられない死だったのかが分析され, 得られたデータは効果的な防御方法の確立に生かされる. それらの様子は, 講談社プラスアルファ文庫「骨はヒトを語る－死体鑑定の科学的最終手段」(埴原和郎著)に詳しい. 検査の一環としてAmerican Forces Institute of Pathology (AFIP)はCTを導入した)

64) Victorian Institute of Forensic Medicine: http://www.vifm.org/
(オーストラリアのビクトリア法医学研究所は, 法医学と臨床医学が協力して死を分析している. ビクトリア州の人口は約500万人で, 病死も含めて年間3万件の死亡のうち, 4～5,000件が異状死として行政法律官であるコロナーに届けられ, 同研究所で3,000件以上が解剖される. 現在では解剖室の隣にある遺体専用CTで全例が撮影されている)

65) 全日本民主医療機関連合会視察団：ビクトリア法医学研究所. 全日本民主医療機関連合会視察団編著：医療関連死を科学する. オーストラリア・ビクトリア州における行政解剖制度の調査報告. 5–10, 2007, かもがわ出版, 京都

66) 山田敏弘：Dead Man Talking 変死体とともに葬られる犯罪 法医学 死因不明社会ニッポンの危険すぎる検視制度と法医学の未来. ニューズウィーク日本版(2月6日) 23：44–50, 2008

67) 江澤英史：2　アイテム2　倫理問題. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 98–101, 2005, 篠原出版新社, 東京

68) Rad Fan編集部：Special Interview「チーム・バチスタの栄光」の海堂　尊氏が語る死因不明社会を切り開く画像診断. Rad Fan 6：4–7, 2008
(「チーム・バチスタの栄光」, 「死因不明社会―Aiが拓く新しい医療」を著した海堂氏を, 日本のマイケル・クライトンと呼ぶ人もいる. 海堂氏は, 「死因不明社会」の著作に対し, 日本科学技術ジャーナリスト会議が顕彰する「科学ジャーナリスト賞2008」に選出された)

69) 飯沼　武：書評 死因不明社会―Aiが拓く新しい医療(海堂　尊著, 講談社BLUE BACKS). JCRニュース(日本放射線科専門医会・医会誌)164：24, 2008, http://www.jcr.or.jp/news/164/news164.html

70) 読売新聞[2008年3月14日]：死亡時の画像診断(Ai), 見過した死因明らかに

71) 共同通信[2008年3月17日配信]：知ってますか「Ai」―遺体を画像診断, 死因解明に―.

72) 朝日新聞[2008年6月18日]：遺体をCTスキャン 広がるAi.

73) NHK生活ほっとモーニング[2008年4月9日]：予期せぬ死～その時家族は～
(番組放送終了後, 「autopsy imagingはどこでやってもらえますか?」という問い合わせが数件あったという)

74) 世界一受けたい授業[2008年5月10日]：死因不明社会ニッポン！死因が特定できているのはたった2%！ http://www.ntv.co.jp/sekaju/

75) 山本正二：医療安全管理者のためのAi講座. 医療安全 5. 40–43, 2008

76) Japan Medicine (Clinical & Management News) [2008年5月21日]：千葉大病院・Aiセンター. Aiは医療における「ボイスレコーダー」承諾得やすく, 院内死亡の半数に施行.

77) Japan Medicine (Clinical & Management News) [2008年5月21日]：千葉大病院・Aiセンター. Ai実施費用5万円, 院内外の病院死亡30例に施行.

78) 塩谷清司：シンポジウム2<JRS>オートプシーイメージング. インナービジョン 21：11, 2006

79) 石川　操：救急放射線診断学－この四半世紀の経験－. 日本医放会誌 60：359–360, 2000

80) 澄谷　博：Ai1000字提言 第36回. 北欧の法医学におけるAiの研究状況. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000j36.htm

81) 池田典昭：法医学者からみたAiの可能性. 医療安全 5：51, 2008

82) 裁判員制度：平成21年5月21日スタート!! http://www.saibanin.courts.go.jp/

83) 江澤英史：A-2 Ai画像の特質(画像診断学の観点から)2. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 44–45, 2005, 篠原出版新社, 東京

84) 竹原康雄：特集2 JRS&ITEM 2008総チェック！ 今年の○と×－JRC&ITEM2008の印象はいかに!?～. Rad Fan 6：85–86, 2008
(オートプシーイメージング・救急のセッションは, 最終日の最後だったにもかかわらず, 立ち見がでるほど盛況であった. マスコミ関係者もちらほらみかけた)

85) Blamire AM, Rowe JG, Styles P, et al: Optimising imaging parameters for postmortem MR imaging of the human brain. Acta Radiologica 40: 593–597, 1999
(摘出脳について, ホルマリン固定前から固定後35日後まで, MRIで脳実質の信号変化を経時的に観察している)

86) 飯野守男：Ai1000字提言 第47回. ベルン大学での「第1回Virtopsyベーシックコース」に参加して・1日目. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000j47.htm
(飯野氏は, 現在, ビクトリア法医学研究所に留学中である)

87) 飯野守男：Ai1000字提言 第50回. ベルン大学での「第1回Virtopsyベーシックコース」に参加して・2日目. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000j50.htm

88) Kathy Hardy: CT autopsy. Radiology Today 9(2): 20, 2008, http://www.radiologytoday.net/archive/rt01282008p20.shtml

89) 飯沼　武：日本医学放射線学会会員向けの情報(飯沼武名誉会員提言集). http://www.radiology.jp/modules/news/article.php?storyid=296

90) 江澤英史：4 Aiの特徴または剖検の欠点(3)剖検VS Ai. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 62–65, 2005, 篠原出版新社, 東京

91) RSNA News Release: Forensics go high-tech with CT autopsies. http://www.rsna.org/Media/rsna/rsna_newsrelease_target.cfm?id=334/
(RSNA 2007では, メリーランド大学のダリー放射線科教授が, 20例の外傷性死について死後CTと解剖を比較した結果を報告した. 藤田保健衛生大学の片田和広教授がダリー教授をよくご存知です)

92) Shiotani S, Shiigai M, Ueno Y, et al: Postmortem computed tomography findings as evidence of traffic accident-related fatal injury. Radiat Med 26: 253–260, 2008

93) Thali MJ, Yen K, Schweitzer W, 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

94) Jackowski C, Christe A, Sonnenschein M, et al: Postmortem unenhanced magnetic resonance imaging of myocardial infarction in correlation to histological infarction age characterization. Eur Heart J 27: 2459–2467, 2006

95) Shiotani S, Yamazaki K, Kikuchi K, 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: 563–565, 2005

96) 衆議院会議録情報：検死, 検案, 司法解剖等に関する質問に対する答弁書(平成16年5月19日提出質問第104号). http://www.shugiin.go.jp/itdb_shitsumon.nsf/html/shitsumon/a159104.htm

97) 衆議院会議録情報：第162回国会法務委員会第8号(平成17年3月30日). http://www.shugiin.go.jp/itdb_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/000416220050330008.htm
(衆議院ホームページ→立法情報→会議録→常任理事会→法務委員会→第162回→第8号と進む. 以下の文献でも同様)

98) 衆議院会議録情報：第164回国会決算行政監視委員会第二分科会第2号(平成18年6月6日). http://www.shugiin.go.jp/itdb_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/004216420060606002.

htm
99) 衆議院会議録情報：第166回国会法務委員会第19号(平成19年5月23日). kokkai.ndl.go.jp/SENTAKU/syugiin/166/0004/16605230004019c.html/
100) 衆議院会議録情報：第168回国会法務委員会第5号(平成19年12月7日). http://www.shugiin.go.jp/itdb_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/000416820071207005.htm
101) 衆議院会議録情報：第169回衆議院予算委員会第五分科会第2号(平成20年2月28日). http://www.shugiin.go.jp/itdb_kaigiroku.nsf/html/kaigiroku/003516920080228002.htm
102) 山本正二：Ai1000字提言 第28回. 千葉大学医学部付属病院Ai事始め—Ai大学モデル始動(1)放射線科の立場から. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji28.htm
103) 小豆畑康児：Ai1000字提言 第30回. 千葉大学医学部付属病院Ai事始め—Ai大学モデル始動(2)病理の立場から. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji30.htm
104) メディカルトリビューン編集部：展望千葉大学病院がAiをシステム化—死後画像診断導入で病理解剖の停滞打開へ—. メディカルトリビューン(1月26日)39(4)：39, 2006. http://www.medical-tribune.co.jp/mtbackno9/3904/04hp/M3904391.htm
105) 山本正二：エーアイの未来形. モダンメディア 54：12-16, 2008. http://www.eiken.co.jp/mm/2008.html
106) 千葉大学Ai(エーアイ)センター：http://radiology.sakura.ne.jp/Ai/index_.htm
107) 日本学術会議：放射線・臨床検査分科会4オートプシーイメージングについて. http://www.scj.go.jp/ja/info/iinkai/nenji/kakuron2007.pdf
108) 日本医学放射線学会：厚生労働省から：診療行為に関連した死亡の死因究明制度の創設にむけて. http://www.radiology.jp/modules/news/article.php?storyid=594
(添付PDFファイル資料1に"死因調査のため, 必要に応じ, 解剖, CT等の画像検査, 尿, 血液検査等を実施"と記載されている)
109) 共同通信「2006年8月29日」：検視にCT検査導入, 変死体増加, 誤認防止へ. http://www.47news.jp/CN/200608/CN2006082901000458.html
110) 厚生労働省大臣官房厚生科学課：平成20年度厚生労働科学研究費補助金公募要項. http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkyuujigyou/hojokin-koubo08/index.html
(厚生労働省ホームページ→研究事業→厚生労働科学研究費の申請方法について→平成20年度, PDFファイル97ページに掲載. "死因究明の際に行う解剖において, 画像診断機器等を用いた補助診断の有用性, 有効性, 効率性等について検討し, 診療行為に関連した死亡の死因究明を行うための手法のより効率的な在り方について提言を行う研究を優先的に採択する"と記載されている)
111) 札幌医科大学放射線医学 / 病理学オートプシーイメージング研究グループ：http://www.geocities.jp/sapmedradiology/Autopsy_Imagin/Ai_index.htm
112) 三重大学地域医療再生プロジェクト：医療の質の向上にかかる死亡時画像病理診断(Autopsy imaging：Ai)の有用性の検討(付属病院安全管理部・兼児敏浩). http://www.medic.mie-u.ac.jp/project/web/business11.html
113) 山本正二：日本医師会における「死亡時画像病理診断(Ai)活用に関する検討委員会」設置に対する放射線科医の対応. JCRニュース(日本放射線科専門医会・医会誌)163：16, 2008. http://www.jcr.or.jp/news/163/news163.html
114) 塩谷清司, 山本正二：Highlights on special focus sessions: Virtual autopsy. Views Radiology 8: 49–59, 2006
115) Grabher S, Djonov V, Friess A, et al: Postmortem angiography after vascular perfusion with diesel oil and a lipophilic contrast agent. AJR Am J Roentgenol 187: 515–23, 2006
116) Aghayev E, Thali M, Sonnenschein M, et al: Post-mortem tissue sampling using computed tomography guidance. Forensic Sci. Int 166: 199–203, 2007
117) 科学技術振興機構研究成果展開総合データベース：乳房類性試験方法および装置(公開番号：特開2005-261845, 考案者：中田 力).
118) Farkash U, Scope A, Lynn M, et al: Preliminary experience with postmortem computed tomography in military penetrating trauma. J Trauma 48: 303–308, 2000
119) Shaham D, Sella T, Makori A, et al: The role of radiology in terror injuries. Isr Med Assoc J 4: 564–567, 2002
120) Levy G, Goldstein L, Blachar A, 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
121) Levy AD, Abbott RM, Mallak CT, et al: Virtual autopsy: preliminary experience in high-velocity gunshot wound victims. Radiology 240: 522–528, 2006
122) Levy AD, Harcke HT, Getz JM, et al: Virtual autopsy: two- and three-dimensional multidetector CT findings in drowning with an autopsy comparison. Radiology 243: 862–868, 2007
123) Brookes JAS, Hall-Craggs MA, Sams VR, et al: Non-invasive perinatal necropsy by magnetic resonance imaging. Lancet 348: 1139–41, 1996
(この論文は, 1995年にRSNAで発表された内容である. 当院でも, 剖検前の胎児に死後MRIを施行することがあるが, 毛布に包み抱いて運ぶことができるので, 搬送は容易である)
124) Breeze ACG, Cross JJ, Hackett GA, et al: Use of a confidence scale in reporting postmortem fetal magnetic resonance imaging. Ultrasound Obstet Gynecol 28: 918–924, 2006
(著者らは, ケンブリッジ死後MRI研究グループである)
125) 井上 悠：「展示・陳列される人体」の点滴をめぐる議論

の意味するもの—人体組織の管理に関するイギリスでの議論から—. 医療・生命と倫理・社会(オンライン版) 3, 2004. http://www.med.osaka-u.ac.jp/pub/eth/OJ3-2/index.html
126) 小畑秀文：Aiの未来予想図3 CT撮影臓器一括診断. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング—画像解剖—. 50–51, 2004, 文光堂, 東京
127) 江澤英史：5 Ai検査とCAD(Computer aided diagnosis)との連携. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 116-118, 2005, 篠原出版新社, 東京
128) 清水昭伸：Ai1000字提言 第41回. CADのあるAiの未来と無い未来(前編). http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji41.htm
129) 清水昭伸：Ai1000字提言 第42回. CADのあるAiの未来と無い未来(後編). http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji42.htm
130) 小畑秀文：平成17, 18年度科学研究費補助金(基盤研究(B))研究成果報告書—死亡時画像病理診断の計算機支援システムの基礎開発(課題番号17360190)
131) 花岡淳一：Ai1000字提言 第6回. Aiの有用性—法曹学の立場から—. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji6.htm
132) キャスリーン・レイクス：既死感(上, 下巻). 角川文庫 2008年再版
(死体を調べる際に, 皮膚, 筋肉, 内臓といった軟部組織は病理学, 骨は人類学担当となる. 北米で公式の資格を得て活躍している法人類学者はわずか60名とのこと)
133) 塩谷清司, 和田光功, 遠藤秀穂, ほか：CPAOA(来院時心肺停止)患者の死後CTの有用性. 日本医放会誌 60：244, 2000
(当院病理医は, 私がこのような内容を発表していることを知っていたので, 後日, 「『病理と臨床』という雑誌に, 'Autopsy Imaging—新しい剖検概念を目指して—'という論著(江澤英史ほか, 20：633–641, 2002)が載っていますよ」と知らせてくれた. 学会発表したことが, 江澤と知り合うきっかけとなった)
134) Shiotani S, Kono M, Ohashi Y, et al: Postmortem CT for detection of death in cardiopulmonary arrest on arrival (CPAOA) patients. Radiology 217(P): 117, 2000
(RSNA 2000での発表カテゴリーは, 'General Medicine (trauma, intervention)'であった. 発表内容をRadiology誌に投稿したが, 査読では,「非常におもしろいが, 一般放射線科医が興味を持つとは思えない.」「解剖での確認がないのになぜ死因がわかるのか？」「参考文献として記載している法医学系雑誌への投稿を勧める.」などの指摘を受けた. 論文の書き方が稚拙だったこともあり, 掲載を断られた)
135) Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, et al: Postmortem intravascular high density fluid level (Hypostasis): CT findings. J Comput Assist Tomogr 26: 892–893, 2002
(論文内容があまりにも簡単だったためか, 専門の査読者が査読せずに, 編集長自らが「遺体の血液は血管内で鋳型のようになると思っていたが, 急性死の場合には水平面を示すことは, 私にとって新しい知見なので, 指示通りに少し改変すれば採用する」と返事をくれた. 不思議な体験だった)
136) 江澤英史, 田村浩一：Aiと医師の相関関係(新医師研修制度下でのAi). 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング—画像解剖—. 38–39, 2004, 文光堂, 東京
137) 江澤英史：2 医学教育の変革, 死体中心主義教育カリキュラム. 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門. 108–111, 2005, 篠原出版新社, 東京
138) 江澤英史：オートプシー・イメージングとCPC回帰. 田村浩一編著：CPCレポート作成マニュアル. 139–142, 2004, 南江堂, 東京
139) Chew FS, Relyea-Chew A, Ochoa ER, et al: Postmortem computed tomography of cadavers embalmed for use in teaching gross anatomy. J Comput Assist Tomogr 30: 949–954, 2006
140) 松野義明：Ai1000字提言 第43回. 解剖実習体のCT画像を用いた解剖教育システムの導入を目指して. http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/1000ji43.htm
141) 粗地一雪：ペーパーノススメ. JCRニュース(日本放射線科専門医会・医会誌)138：3–4, 2004. http://www.jcr.or.jp/news/newsback.html
142) 山田 惠：アカデミックセンターを10倍楽しむ！—放射線科研修中の先生方へ贈るガイド—. 日本放射線科専門医会・医会 第21回ミッドウインターセミナーテキスト, 1–4, 2008
143) 光森通英, 平岡真寛：放射線科へいらっしゃい—最先端技術を融合させた画像医学の世界—. 臨床研修プラクティス 2(8)：109–113, 2005
144) 清水一範：Autopsy Imaging-Organs(Ai-O)臓器画像病理診断の確立. 江澤英史, 塩谷清司編著：オートプシー・イメージング—画像解剖—114–115, 2004, 文光堂, 東京
145) 江澤英史：3臓器画像診断学Autopsy imaging organs(Ai-O)と治療効果判定病理学Therapeutic Effect Evaluation Pathology(TEEP). 江澤英史編著：100万人のオートプシー・イメージング(Ai)入門 112–113, 2005, 篠原出版新社, 東京

Radiat Med (2008) 26:253–260
DOI 10.1007/s11604-007-0223-6

ORIGINAL ARTICLE

Postmortem computed tomography findings as evidence of traffic accident-related fatal injury

**Seiji Shiotani · Masanari Shiigai · Yukihiro Ueno
Namiko Sakamoto · Shigeru Atake · Mototsugu Kohno
Masatsune Suzuki · Hiroshi Kimura · Kazunori Kikuchi
Hideyuki Hayakawa**

Received: August 14, 2007 / Accepted: December 21, 2007

Abstract

Purpose. Most traumatic deaths in Japan are due to nonpenetrating injuries, especially those that result from traffic accidents; however, the autopsy rate of traffic accident-related deaths is only about 5%. We investigated the diagnostic ability of postmortem computed tomography (PMCT) in cases of fatal trauma after traffic accidents.

Materials and methods. Our subjects were 78 subjects (59 males, 19 females; mean age 50 years, range 15–87 years) who were brought to our institution in cardiopulmonary arrest on arrival after traffic accidents and died despite resuscitation attempts. PMCT findings of damage to the head, neck, thorax, abdomen, and pelvis were classified into three grades according to the Abbreviated Injury Scale (AIS) severity: A: 1 (minor), 2 (moderate); B: 3 (serious), 4 (severe), 5 (critical); C: 6 (maximum).

Results. The percentage ratio of A/B/C in 78 head injuries was 32/60/8, in 41 neck injuries 83/5/12, in 76 thorax injuries 5/38/57, in 76 abdominal injuries 70/24/7, and in 76 pelvic injuries 79/21/0, respectively.

Conclusion. PMCT can detect or presume fatal trauma when diagnosing the cause of death after traffic accidents.

Key words Autopsy imaging · Virtual autopsy · Postmortem computed tomography · Traffic accident · Abbreviated Injury Scale

S. Shiotani (✉) · M. Shiigai
Department of Radiology, Tsukuba Medical Center, 1-3-1 Amakubo, Tsukuba 305-8558, Japan
Tel. +81-29-851-3511; Fax +81-29-858-2773
e-mail: shiotani@tmch.or.jp

Y. Ueno · N. Sakamoto · S. Atake · M. Kohno
Department of Critical Care and Emergency Medicine, Tsukuba Medical Center, Tsukuba, Japan

M. Suzuki
Department of General Internal Medicine, Tsukuba Medical Center, Tsukuba, Japan

H. Kimura
Department of Neurosurgery, Tsukuba Medical Center, Tsukuba, Japan

K. Kikuchi
Department of Pathology, Tsukuba Medical Center, Tsukuba, Japan

H. Hayakawa
Department of Forensic Medicine, Tsukuba Medical Examiner's Office, Tsukuba, Japan

This article was presented at the Japan Radiology Congress, Yokohama, April 2007.

Introduction

Most traumatic deaths in Japan are due to nonpenetrating injuries, especially those that result from traffic accidents.[1] This is because the incidence of penetrating injuries due to guns or edged objects is relatively lower in Japan than in other countries. Conventional autopsy plays an important role in the diagnosis of traumatic deaths[2,3]; however, the autopsy rate of traffic accident-related deaths is only about 5%, and few public trials on traffic accidents confirm the cause of death by autopsy findings.[4] Postmortem radiography, computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) results can complement autopsy findings, or they may substitute for autopsy findings to some extent when autopsy cannot be performed.[4–20] In fact, about 90% of emergency hospitals in Japan have been using postmortem CT (PMCT) as a substitute when autopsy is unattainable.[21] There have been few comprehensive studies of PMCT findings in regard to traffic accident-related deaths.[4] The purpose of our study was to investigate the role of PMCT in detecting fatal trauma and cause of death due to traffic accidents.

Materials and methods

Our study included 78 traffic accident-related deaths of individuals who were examined by PMCT after arriving at our institution in a state of cardiopulmonary arrest on arrival (CPAOA) between April 2002 and April 2007. All patients underwent cardiopulmonary resuscitation (CPR): artificial respiration with bag-valve masking, tracheal intubation, cardiac massage, and infusion. The subjects consisted of 59 males and 19 females, ranging in age from 15 to 87 years (mean 50 years). Our subjects were involved in the accidents as car drivers ($n = 32$), car passengers ($n = 6$), motorcycle drivers ($n = 8$), motorcycle passengers ($n = 1$), bicyclists ($n = 9$), and pedestrians ($n = 22$). Although autopsy was recommended to the family of each subject, consent was obtained in only one case; however, oral informed consent of PMCT was obtained from all of the families, and their indication of consent was recorded in the medical record.

PMCT was performed within 2 h after certification of death in the Radiology Department of the hospital, having been approved by the institutional review board. Two CT scanners for clinical use were used for PMCT. Until April 2004, PMCT was performed with a single-detector CT scanner (Accel Proceed; GE-Yokogawa Medical Systems, Tokyo, Japan) in conventional scan mode without using the helical scan technique. The scan parameters for the head were as follows: 120 kV, 160 mA, 2.0 s/rotation, contiguous 5-mm sections from the orbitomeatal line to the pentagon level and 10-mm sections in the upper area. The scan parameters for the neck, thorax, abdomen, and pelvis were 120 kV, 250 mA (normally, thoracic CT setting for a living person is 200 mA), 1.0 s/rotation, contiguous 5-mm sections for the neck, and 15-mm intervals with 10 mm collimation. Since April 2004, PMCT has been performed with a 16-channel multidetector row CT scanner (Aquilion 16; Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan). The scan parameters for the head were as follows: conventional scan mode, 120 kV, 200 mA, 2 s/rotation (generally, 1.5 s/rotation for a living person), 1 mm collimation, and contiguous 4-mm sections. The scan parameters for the neck, thorax, abdomen, and pelvis were as follows: helical scan mode, 120 kV, 300 mA (CT of living persons is done by auto-exposure), 0.7 (CT of living persons is 0.5) s/rotation, 1 mm collimation, pitch 15, contiguous 5-mm sections for the neck, and contiguous 10-mm sections for the thorax, abdomen, and pelvis. All images were observed on a 21-inch monochrome monitor with 1600 × 1200 pixels at appropriate window settings for each region.

PMCT findings of injury severity in the head, neck, thorax, abdomen, and pelvis were classified into three grades according to the Abbreviated Injury Scale (AIS).[22] The AIS has been applied for the evaluation of trauma severity; it is based on anatomical studies[3,22,23] and includes six severity scales: 1, minor; 2, moderate; 3, serious; 4, severe; 5, critical; 6, maximum. Compared with autopsy findings, PMCT is superior for detecting bone injuries and abnormal collection of gas in potential body cavities, although evaluation of soft tissue injuries is difficult with PMCT.[7,9] Therefore, instead of applying six grades of the AIS, we classified the PMCT findings into three grades: A (equivalent to AIS severity 1/2); B (equivalent to AIS severity 3–5); and C (equivalent to AIS severity 6). We also modified some of the AIS diagnostic categories for the purpose of PMCT interpretation.

A board-certified radiologist, board-certified neurosurgeon, and board-certified emergency medicine physician retrospectively reviewed PMCT findings of the brain, neck, thorax, abdomen, and pelvis. Discordance in imaging interpretation was resolved by consensus. Typical findings of the three levels (A, B, C) of trauma severity of each site were as follows.

- *Head*: Injury severity A (unremarkable, subgaleal hematoma, or undisplaced vault fracture); B (base fracture, displaced vault fracture, pneumocephalus, epidural hematoma, subdural hematoma, subarachnoid hemorrhage, cerebral contusion, cerebral hematoma); C (crush—massive destruction of both cranium and brain) (Fig. 1).
- *Neck*: Injury severity A (unremarkable, fracture or displacement of the cervical spine without accompanying cervical spinal cord injury); B (cervical spine fracture and/or dislocation involving C4 or lower cord contusion/laceration including transection and crush); C (cervical spine fracture and/or dislocation of the C3 or higher cord contusion/laceration including transection and crush).
- *Thorax*: Injury severity A (unremarkable, three or fewer rib fractures at any location without hemo/pneumothorax); B (hemo/pneumothorax, hemo/pneumomediastinum, hemopericardium); C (heart and great vessel collapse due to hemorrhage and/or massive gas retention in the lumen (Fig. 2). A small amount of gas observed on PMCT in the heart and great vessels

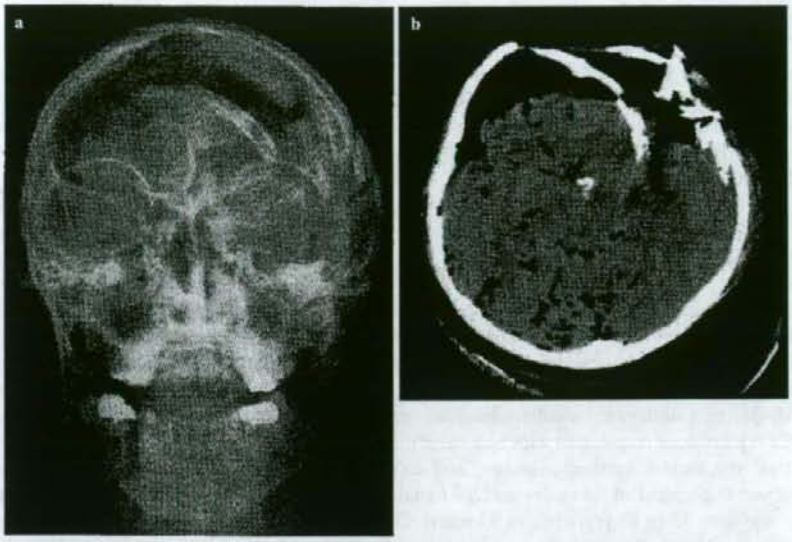


Fig. 1. Grade C head injury in a 39-year-old man whose car collided with a truck (patient 17 in Table 1). Partial prolapse of cerebral parenchyma was seen. There was no response to cardiopulmonary resuscitation (CPR). **a** Postmortem radiograph shows a depressed skull fracture. **b** Postmortem computed tomography (PMCT) performed 30 min after confirmation of death shows brain crush. No subarachnoid hemorrhage can be seen because bloody spinal fluid exited extracranially

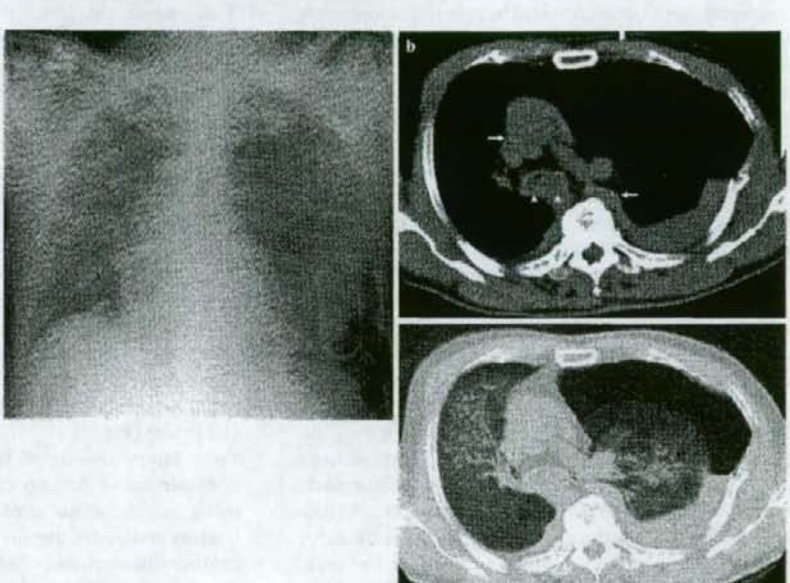


Fig. 2. Grade C injury of the thorax in a 69-year-old man whose motorcycle collided with a truck (patient 78 in Table 1). There was no response to CPR. **a** Chest radiograph at the time of resuscitation shows a bilateral hazy increase in opacity, left pneumothorax, and mediastinal deviation to the right. **b** PMCT was performed 40 min after confirmation of death. PMCT of the thorax at the mediastinal window setting shows collapse of the aorta (*arrows*), left hemothorax, and airless main bronchi (*arrowheads*). **c** PMCT at the lung window setting shows bilateral hemothorax and left pneumothorax

is discounted for the severity evaluation because it occurs after CPR in 70% or more of nontraumatic death cases.[24]

- *Abdomen*: Injury severity A (unremarkable, injuries localized to skin, subcutaneous tissue, and muscle, hematoma or small amount of bloody ascites localized to each organ, lumbar spine fracture not including cord contusion/laceration); B (pneumoperitoneum, liver laceration, moderate amount of bloody ascites, lumbar spine fracture including lumbar cord contusion/laceration); C (destructive crush or massive bloody ascites).The diagnostic definition of massive ascites on PMCT was retention in a wide-ranging region including around the liver and spleen, in bilateral paracolic gutter, and Douglas' pouch, among which the thickness of perihepatic ascites is more than 2 cm. A moderate amount of ascites was defined in between grades A and C.

- Pelvis: Injury severity A (unremarkable, closed/undisplaced fracture); B (open/displaced/comminuted fracture) (Fig. 3).

Results

The subjects' data and severity of each injured site are shown in Table 1. PMCT severity C lesion was found at a total of 59 sites in 52 subjects (Table 1). The number of cases and ratio of each PMCT trauma severity are shown in Table 2. Grade C injury to the head is shown

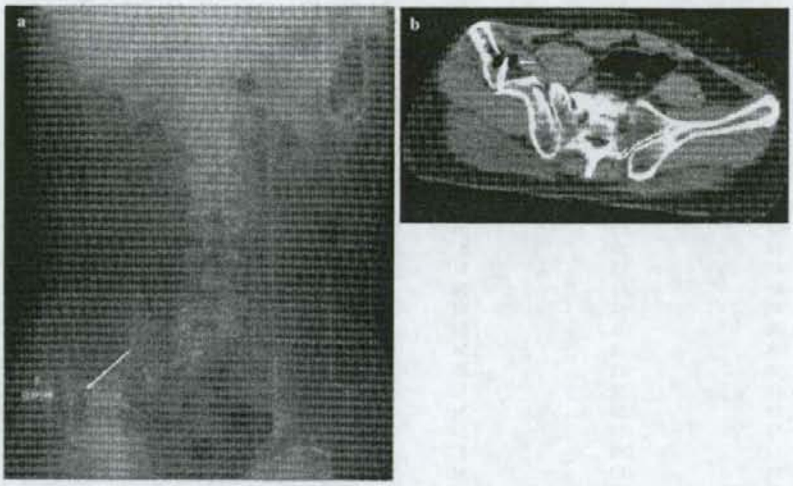


Fig. 3. Grade B injury of the pelvis in a 28-year-old man whose motorcycle collided with a car (patient 74 in Table 1). There was no response to CPR. **a** Abdominal radiograph at the time of resuscitation shows right pelvic fractures (*arrow*). **b** PMCT was performed 40 min after confirmation of death. PMCT of the pelvis shows almost no bleeding at the fracture site (*arrow*)

Table 1. Patients' data and severity of each injured site

Patient no.	Age (years)	Sex (M/F)	Injured sites and severity[a]				
			Head	Neck	Thorax	Abdomen	Pelvis
1	51	M	B	A	C	A	A
2	22	M	B	C	C	A	A
3	58	F	B	–	C	A	B
4	50	M	B	–	C	B	B
5	27	M	C	–	C	A	B
6	24	M	B	–	B	A	A
7	54	M	C	A	C	A	A
8	24	M	B	–	C	A	A
9	15	M	A	–	C	A	B
10	24	F	A	–	C	A	A
11	74	M	B	–	C	A	A
12	15	M	B	–	C	A	A
13	53	M	B	A	–	–	–
14	71	F	A	A	B	C	A
15	70	M	A	–	C	A	A
16	65	M	B	C	B	A	A
17	39	M	C	–	C	A	A
18	56	F	B	A	C	A	A
19	81	F	B	A	–	–	–
20	75	F	B	A	B	A	A
21	29	M	B	A	B	A	A
22	71	M	A	–	B	C	A
23	20	M	B	A	C	A	A
24	38	M	B	A	A	A	A
25	40	M	B	–	B	A	A

Table 1. Continued

			Injured sites and severity[a]				
Patient no.	Age (years)	Sex (M/F)	Head	Neck	Thorax	Abdomen	Pelvis
26	33	M	B	A	B	A	A
27	51	M	B	–	C	A	A
28	83	M	A	–	B	C	A
29	46	M	B	–	C	A	A
30	37	M	A	–	B	C	A
31	29	M	B	–	B	A	A
32	42	M	B	–	B	A	A
33	75	F	A	–	B	B	A
34	87	M	C	–	C	B	A
35	77	M	B	–	B	A	A
36	18	M	B	–	C	A	A
37	78	F	B	–	B	A	B
38	79	M	B	A	C	A	A
39	65	F	A	A	C	B	A
40	19	F	B	A	C	A	A
41	30	M	B	–	C	A	A
42	22	M	B	–	C	B	A
43	57	M	A	A	C	A	A
44	58	F	B	–	B	A	B
45	65	M	A	A	C	B	B
46	46	M	A	–	C	A	A
47	61	M	A	–	C	A	B
48	46	M	A	B	B	A	A
49	44	M	B	A	C	A	A
50	81	F	B	A	B	A	A
51	26	M	B	C	B	A	A
52	24	M	B	–	B	A	A
53	77	M	A	–	A	B	A
54	54	F	A	A	A	C	A
55	17	M	B	B	B	B	B
56	47	M	A	–	B	A	A
57	79	M	B	–	C	A	A
58	83	F	C	A	C	A	B
59	50	M	A	–	C	B	A
60	84	F	A	–	B	B	A
61	76	F	B	A	C	B	B
62	31	F	A	A	B	A	A
63	29	M	A	A	B	A	A
64	69	M	B	A	B	B	A
65	27	M	C	C	A	A	A
66	37	M	B	A	C	B	A
67	74	M	B	A	C	A	A
68	42	M	B	A	C	B	B
69	60	M	A	A	C	A	A
70	19	M	A	A	C	B	B
71	31	M	B	A	B	A	A
72	59	F	B	–	C	B	A
73	84	F	B	C	B	A	B
74	28	M	B	A	C	A	B
75	81	M	B	A	B	B	B
76	26	M	B	A	C	A	A
77	27	M	A	A	C	B	A
78	69	M	A	–	C	A	A

[a] See the text for definitions of the A–C levels of severity

in Fig. 1, and grade C injury of the thorax is shown in Fig. 2. Subjects with pelvic PMCT severity B had no or only a small amount of hemorrhage at the fractured site (Fig. 3). One subject underwent autopsy (Fig. 4).

Discussion

In the present study, trauma severity was classified into three grades based on PMCT findings in patients who

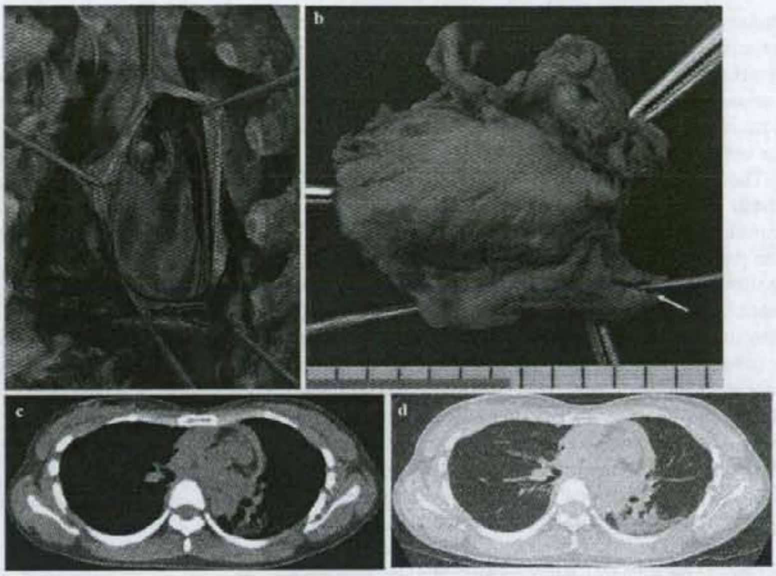


Fig. 4. Grade B injury of the thorax in a 31-year-old woman whose car ran into the central curb of the road (patient 62 in Table 1). She drove without wearing a seatbelt, and the car's air-bag inflated. There was no response to CPR. Although no remarkable surface injury was noted, PMCT of the thorax performed 15 min after confirmation of death showed hemopericardium. Autopsy revealed hemopericardium (**a**) and right atrial auricle perforation (**b**, *arrow*). Although PMCT findings at the level of right atrial auricle (**c**, **d**) agreed with autopsy findings, PMCT alone could not identify the injured site

Table 2. PMCT trauma severity classifications for traffic accidents

Site of trauma	Grade A (AIS 1–2)	Grade B (AIS 3–5)	Grade C (AIS 6)	Total no.
Head	25 (32%)	47 (60%)	6 (8%)	78
Neck	34 (83%)	2 (5%)	5 (12%)	41
Thorax	4 (5%)	29 (38%)	43 (57%)	76
Abdomen	53 (70%)	18 (24%)	5 (7%)	76
Pelvis	60 (79%)	16 (21%)	0	76

PMCT, postmortem computed tomography
Abbreviated Injury Scale (AIS) scores: 1, minor; 2, moderate; 3, serious; 4, severe; 5, critical; 6, maximum

arrived at the hospital in the CPAOA state, and in whom death was confirmed even though CPR was performed. Lethal injury is considered to be not only trauma severity grade C (equivalent to AIS severity 6—maximum), but also grade B (equivalent to AIS severity 3, serious; 4, severe; or 5, critical). Grade C patients are presumed to have died on the spot or on arrival at the hospital; in other words, the difference between grade B and C patients may be the difference in the duration between the traffic accident and death. However, we were unable to define a relation between the trauma severity and the time to death, as all traumatic deaths by accident must be confirmed and notified at the hospital. Although grades B and C were categorized as lethal, the most frequent sites of the cause of death were the head and thorax, which were considered vital organs. This agrees with the epidemiology of trauma deaths: the first and second leading causes of injury leading to death are head injury and hemorrhage associated with cavitary bleeding into the thorax.[25]

PMCT severity results showed that the abdomen and pelvis had fewer numbers of grades B and C than did the head and thorax. PMCT detection of contusion and laceration in the abdominal organs is difficult because contrast media are not applied for PMCT owing to the lack of circulation. When a patient has a combination of abdominal injury and heart or great vessel injury in the thorax, the amount of hemorrhage in the abdominal injury and/or pelvic fracture site is only slight owing to the sudden reduction of blood pressure. Therefore, underestimation of the severity may occur in such a case.

Intravascular gas is often seen on traumatic PMCT, which detects this abnormality much better than does conventional autopsy.[4,9] For grade C thorax injuries of our study, we adopted the findings of heart and great vessel collapse due to hemorrhage and/or a massive amount of luminal gas. However, we did not include intravascular gas for the severity evaluation category of the head and abdomen because the extent of the contribution of intravascular gas in the head or abdomen to the death of the patient was not clear. Hepatic portal venous gas, seen in approximately 35% of nontraumatic CPAOA patients, is a secondary change due to CPR management.[26,27] Jackowski et al.[28] reported that open trauma with systemic gas and pulmonary barotrauma by artificial respiration caused intrahepatic gas (hepatic arteries, veins, and portal veins). Further investigation is necessary to define the relation between intravascular gas and the severity of injury.

The present study contains three drawbacks. The first is that it included only one case of radiological-pathological correlation, as autopsy was performed in one patient only. Therefore, we could not confirm the applicability and accuracy of the radiological cause of death. CT is superior to conventional autopsy in the detection of bone injuries and abnormal gas collection in potential body cavities, but evaluation of soft tissue injuries is difficult with CT.[7,9] Even when traumatic PMCT shows bloody pericardial effusion, pleural effusion, or ascites, identification of the exact vascular injury site is generally difficult unless autopsy is performed.[7,9] The diagnostic accuracy of autopsy is improved when combined with postmortem angiography findings.[29–32]

The second drawback is that it included only a small number of neck PMCT scans because of a selection bias; a neck CT scan was eliminated when the attending emergency physician, who performed CPR on the patient, considered that the cervical spine was not injured based on plain radiographic findings and physical examination. Therefore, our ratio of severity in the neck region may not be reliable. With blunt high-energy transfer injury, cervical spine fracture has been reported in some cases even when the cervical spine fracture was not shown on plain radiographs.[33–35] For a more accurate evaluation, CT should be performed in the neck of all cases, irrespective of physical or plain radiographic findings. However, spinal cord evaluation itself is difficult with CT findings, and spinal cord injury should be indirectly estimated when fracture or dislocation of the bones occur. Postmortem MRI may be an optimal choice for spinal cord evaluation, as the process of spinal cord evaluation by autopsy is complicated and time-consuming.[36]

The third drawback is that our study did not include PMCT of the extremities. In fact, PMCT provides excellent detectability of extremity fractures.[19] If extremities had been scanned, the findings would have been classified into grade A or B (because AIS severity grading of the upper extremities is set up to grade 3, and that of the lower extremities is set up to grade 4). If PMCT had been performed on the whole body of each deceased patient, we could have obtained a more accurate and comprehensive evaluation.

Because of its noninvasive nature, consent for PMCT examination agreement was obtained from all patient families, in contrast to only one case of autopsy consent. As the autopsy rate of is unlikely to increase in the future, the incidence of autopsy imaging with CT and MRI will most likely increase,[37] and radiological findings will provide some insights into causes of death. However, because of the economic considerations regarding installation of CT and MRI apparatus specialized for cadaver use, those installed for a clinical use will continue to be used for PMCT, which requires public acceptance.

Conclusion

PMCT can detect or presume a diagnosis of fatal trauma when determining the cause of death after traffic accidents.

Acknowledgments. This work was supported by a grant from The General Insurance Association of Japan. We thank the CT technicians of our institution for their assistance with data collection and Ms. Yumiko Moriyama for assisting in manuscript preparation.

References

1. Japan Trauma Data Bank. Japan trauma data bank annual report 2004–2005. Retrieved November 23, 2007 from http://www.jtcr-jatec.org/traumabank/dataroom/dataroom.htm/.
2. Stothert JC Jr, Gbaanador GB, Herndon DN. The role of autopsy in death resulting from trauma. J Trauma 1990;30:1021–6.
3. Hitosugi M, Takatsu A, Shigeta A, Kitamura O, Fukui K, Maruyama K, et al. Degree of injury severity of the traffic accident autopsy cases. JJAAM (Journal of Japanese Association for Acute Medicine) 1998;9:173–81 (in Japanese with English abstract).
4. Shirakawa Y, Osaka K, Yamashita M, Oguli K, Seki K, Nishiyama T, et al. Benefit of postmortem whole body computed tomography in traffic accident victims. JJAAM (Journal of Japanese Association for Acute Medicine) 1996;7:273–80 (in Japanese with English abstract).
5. Alker GJ, Oh YS, Leslie EV, Lehotay J, Panaro VA, Eschner EG, et al. Postmortem radiology of head and neck injuries in fatal traffic accidents. Radiology 1975;114:611–7.
6. Wallace SK, Cohen WA, Stern EJ, Reay DT. Judicial hanging: postmortem radiographic, CT, and MR imaging features with autopsy confirmation. Radiology 1994;193:263–71.
7. Donchin Y, Rivkind AI, Bar-Ziv J, Hiss J, Almog J, Drescher M. Utility of postmortem computed tomography in trauma victims. J Trauma 1994;37:552–6.
8. Takatsu A, Suzuki N, Hattori A, Shigeta A. The concept of the digital morgue as a 3D database. Legal Med 1999;1:29–33.
9. Farkash U, Scope A, Lynn M, Kugel C, Maor R, Abargel A, et al. Preliminary experience with postmortem computed tomography in military penetrating trauma. J Trauma 2000;48:303–8.
10. Shaham D, Sella T, Makori A, Appelbum L, Rivkind AI, Bar-Ziv J. The role of radiology in terror injuries. Isr Med Assoc J 2002;4:564–7.
11. Thali MJ, Yen K, Schweitzer W, Vock P, Boesch C, Ozdoba C, et al. Virtopsy, a new imaging horizon in forensic pathol-

ogy: virtual autopsy by postmortem multislice computed tomography (MSCT) and magnetic resonance imaging (MRI): a feasibility study. J Forensic Sci 2003;48:386–403.
12. Aghayev E, Thali M, Jackowski C, Sonnenschein M, Yen K, Vock P, et al. Virtopsy: fatal motor vehicle accident with head injury. J Forensic Sci 2004;49:809–13.
13. Hayakawa M, Yamamoto S, Motani H, Yajima D, Sato Y, Iwase H. Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? A trial of computed tomography imaging for postmortem examination. Int J Legal Med 2006;120:24–6.
14. Aghayev E, Sonnenschein M, Jackowski C, Thali M, Buck U, Yen K, et al. Postmortem radiology of fatal hemorrhage: measurements of cross-sectional areas of major blood vessels and volumes of aorta and spleen on MDCT and volumes of heart chambers on MRI. AJR Am J Roentgenol 2006;187:209–15.
15. Levy AD, Abbott RM, Mallak CT, Getz JM, Harcke HT, Champion HR, et al. Virtual autopsy: preliminary experience in high-velocity gunshot wound victims. Radiology 2006;240:522–8.
16. Dirnhofer R, Jackowski C, Vock P, Potter K, Thali MJ. VIRTOPSY: minimally invasive, imaging-guided virtual autopsy. Radiographics 2006;26:1305–33.
17. Yamazaki K, Shiotani S, Ohashi N, Doi M, Kikuchi K, Nagata C, et al. Comparison between computed tomography (CT) and autopsy findings in cases of abdominal injury and disease. Forensic Sci Int 2006;162:163–6.
18. Buck U, Naether S, Braun M, Bollinger S, Friederich H, Jackowski C, et al. Application of 3D documentation and geometric reconstruction methods in traffic accident analysis: with high resolution surface scanning, radiological MSCT/MRI scanning and real data based animation. Forensic Sci Int 2006;170:20–8.
19. Poulsen K, Simonsen J. Computed tomography as routine in connection with medico-legal autopsies. Forensic Sci Int 2006;171:190–7.
20. Sugawara S, Mizunuma K, Kato K, Toshiyasu T. Evaluation of postmortem CT (PMCT) to diagnose the cause of death. Rinsho Hoshasen (Japanese Journal of Clinical Radiology) 2006;51:845–50 (in Japanese with English abstract).
21. Shiotani S, Hamabe Y, Ohashi N, Ezawa H. The ground swell of postmortem computed tomography in Japan: the harbinger of widespread use of autopsy imaging? BMJ May 29, 2006. Retrieved November 23, 2007 from http://www.bmj.com/cgi/eletters/324/7351/1423/.
22. Association for the Advancement of Automotive Medicine. Head (cranium and brain)—lumbar spine. In: The Japanese Association for Surgery of Trauma, Japan Automobile Research Institute, editors. The abbreviated injury scale 1990 revision, update 98 with Japanese translation, 1st edition. Tokyo: Herusu Shuppan; 2003. p. 23–61.
23. Sharma BR. The injury scale: a valuable tool for forensic documentation of trauma. J Clin Forensic Med 2005;12:21–8.
24. Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Atake S, Yamazaki K, Nakayama H. Cardiovascular gas on non-traumatic postmortem computed tomography (PMCT): the influence of cardiopulmonary resuscitation. Radiat Med 2005;23:225–9.
25. MacKenzie EJ, Fowler CJ. Epidemiology. In: Moore EE, Feliciano DV, Mattox KL editors. Trauma, 5th edition. New York: McGraw-Hill; 2004. p. 21–8.
26. Shiotani S, Kohno M, Ohashi N, Yamazaki K, Nakayama H, Watanabe K. Postmortem computed tomographic (PMCT) demonstration of the relation between gastrointestinal (GI) distension and hepatic portal venous gas (HPVG). Radiat Med 2004;22:25–9.
27. Lien WC, Chang WT, Huang SP, Chiu HM, Lai TI, Weng TI, et al. Hepatic portal venous gas associated with poor outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients. Resuscitation 2004;60:303–7.
28. Jackowski C, Sonnenschein M, Thali MJ, Aghayev E, Yen K, Dirnhofer R, et al. Intrahepatic gas at postmortem computed tomography: forensic experience as a potential guide for in vivo trauma imaging. J Trauma 2007;62:979–88.
29. Jackowski C, Sonnenschein M, Thali MJ, Aghayev E, von Allmen G, Yen K, et al. Virtopsy: postmortem minimally invasive angiography using cross section techniques—implementation and preliminary results. J Forensic Sci 2005;50:1175–86.
30. Jackowski C, Bollinger S, Aghayev E, Chiriste A, Kilchoer T, Aebi B, et al. Reduction of postmortem angiography-induced tissue edema by using polyethylene glycol as a contrast agent dissolver. J Forensic Sci 2006;51:1134–7.
31. Grabher S, Djonov V, Friess A, Thali MJ, Ranner G, Vock P, et al. Postmortem angiography after vascular perfusion with diesel oil and a lipophilic contrast agent. AJR Am J Roentgenol 2006;187:515–23.
32. Grabherr, Djonov V, Yen K, Thali MJ, Dirnhofer R. Postmortem angiography: review of former and current methods. AJR Am J Roentgenol 2007;188:832–8.
33. Ross SE, Schwab CW, David ET, Delong WG, Born CT. Clearing the cervical spinal: initial radiologic evaluation. J Trauma 1987;27:1055–60.
34. Blacksin MF, Lee HJ. Frequency and significance of fractures of the upper cervical spine detected by CT in patients with severe neck trauma. AJR Am J Roentgenol 1995;165:1201–4.
35. Tajima K, Kono K, Sasaki T, Yamanaka K, Nomoto S, Sasaki J. Usefulness of routine cervical CT in high energy injury patients with head trauma: the second report. JJAAM (Journal of Japanese Association for Acute Medicine) 2005;16:227–32 (in Japanese with English abstract).
36. Yen K, Sonnenschein M, Thali MJ, Ozdoba C, Weis J, Zwygart K, et al. Postmortem multislice computed tomography and magnetic resonance imaging of odontoid fractures, atlantoaxial dislocations and ascending medullary edema. Int J Legal Med 2005;119:129–36.
37. Ezawa H, Shiotani S, Uchigasaki S. Autopsy imaging in Japan. Rechtsmedizin 2007;17:19–20.