

特集 *Ai* (オートプシーイメージング)

3. *Ai* –実施体制について–

兵頭秀樹

札幌医科大学 放射線科

Autopsy imaging (postmortem imaging) in childhood – Practical implementation guide –

Hideki Hyodoh

Department of Radiology, Sapporo Medical University

Abstract

Autopsy imaging (postmortem imaging) (*Ai*) is the key imaging study to detect the underlying disease (death). To start *Ai* in each institute, prior consultation is necessary to deal with issues such as ethical code, legal basis, financial support, epidemic disease protection, patient safety, and so on. Cooperation with the department of Pathology and Forensic medicine is the key to advance the *Ai* system. In this issue, we review the *Ai* system in our institute and imaging features contrasting *Ai* CT/MR image with pathological findings.

Keywords : *Autopsy imaging (Ai), Legal radiology, Implementation guide*

札幌医科大学で実施している死後画像(オートプシーイメージング(以下*Ai*))は、放射線科が主体となり他診療科に働きかけ実現している点特徴である。院内死亡例で*Ai*が実施される症例は放射線科で院内搬送・読影を実施しており、画像所見について病理解剖前に病理担当医へブリーフィングを行っている。一方、院外死亡例に対しての*Ai*は2010年7月より法医学教室に導入された*Ai*専用CT装置を使用した検討が始まっており、放射線科は法医学講座と週1回のデス・カンファレンスを実施し、画像所見はもとより画像再構成法や撮像方法についてもサジェスチョンを行っている。解剖所見が得られたご遺体では、*Ai*で観察が難しい色調変化や血液検査データを得たうえで*Ai*/剖検所見を再検討し、*Ai*読影の死因究明に関する妥当性やその限界について検証を重ねている。

本項では、札幌医科大学で実施している院内死亡に対する*Ai*(病理*Ai*)および院外死亡に対する*Ai*

(法医*Ai*)についてその実施体制作りに必要な項目やその実際をご紹介します。また、病理*Ai*症例を提示し、*Ai*の実際を紹介したいと思う。日本医師会からの“小児・新生児死亡全例検査”の提言にもあるように、小児分野での*Ai*の充実が強く求められている。その体制作りの参考になれば幸いである。

院内死亡に対する*Ai*実施(病理*Ai*)

*Ai*実施体制作り

札幌医大で検討委員会が始まったのは2004年冬であり、当時は*Ai*という概念が広く認知されているものではなく、死亡した患者を通常の臨床診断装置で撮像するための院内倫理審査会の許諾を得るところから始まった。放射線医師/技師の中には「生きている患者さんだけで手いっぱいなのに亡くなった患者さんまで検査するのは大変だ」「亡くなった患者さんを撮影/読影することは業務でない(めんどくさい)」[病院で死んだ人を撮影し

ていることが知れると一般の患者さんからクレームが入る」という意見が寄せられた。一方、医療者でない一般の方からは「大学病院なのだからAiぐらい実施しなくてどこができるのだ」と叱咤激励されたりもした。メディアがAiの必要性を取り上げるようになると、次第にAi実施を要望する声が大きくなってきた。現時点ではおそらく読者の先生の施設ではきちんとした準備が整っている(整いつつある)ものと思われるが、私は“社会から要請されているAiについて真摯に向き合って実施している施設である”という評価を得ることは施設の信用を高めることにつながると考えている。そのためには、Aiの実施時間・院内の連絡体制・撮影/表示/記録管理・読影について定まった手順を準備しておく、院内他診療科/看護部/病院事務にAi発生後のフローチャートを提示しておくことが不可欠と考えている。また、Ai実施後病理解剖を実施できる施設では、解剖前にAi実施を組み込んだオーダー体制の再設定・画像情報提供方法・記録管理・従来までの病理解剖とのすみわけについても、病理医との間で十分な意見交換が必要であり、両診療科の協力が不可欠と考えられる。

倫理委員会

日本医師会からの“小児・新生児死亡全例検査”の提言にみるように小児分野でのAi充実の機運が高まっている現在では、倫理委員会で事前審査が必要か否かの議論はもはや時機を逸しているかもしれない。しかし、Ai実施後の検査装置で、状態の悪い患者を検査することについて事前に検討しておくことは、死亡患者さんを撮影することと同様に重要であり、全実施施設であらかじめ検討されるべき項目と考えている。とくに、感染防護はAi実施に際して絶対条件であり、検査室の衛生的な保全を確保するための遗体収容バック(セレモバック*・ライヘバック**等)を準備するまでは、診療用装置でAi検査は実施してはいけないと考えている。現在までに複数社が遗体専用バックを販売しており、ウィルス非透過性素材のものもあり、実施前の十分な準備が必要となる。

*セレモバック：<http://ceremobag.jp/index.html>

**ライヘバック：<http://www.katoman.co.jp/product-09.html>

承諾書(Fig.1)

法医/行政解剖以外でAiを実施するためには、主治医から家族に対してAiを実施する目的・その利点と限界・検査所要時間について説明し、承諾書に記名していただき意思表示を得る必要がある。従って、承諾書にはあらかじめ説明に必要な項目を提示しておき、主治医が不慣れな場合でもAiについて説明可能なように承諾書に加えて説明用文章を用意しておくことも一考と考えられる。長期療養中の患者では感染症の有無判断は可能であるが、救急搬入後に急死した患者の場合も考慮しておく必要がある。承諾書内には感染症の記入項目を作成し、選択枝には“不明”を設けておく必要がある。Ai実施の際には全例感染防護のため専用バックに封入する必要があるが、封入前処置の際の注意喚起に利用することになる。

死亡時画像検査に関するご遺族の承諾書

札幌医科大学附属病院 病院長 奥

1. 故人 氏 名：
生年月日：
住 所：

2. 死亡年月日：平成 年 月 日

3. 死亡された場所：札幌医科大学附属病院

4. 感染症の有無 無 有(具体的に) 不明

死亡時画像検査(Ai：オートブシイメージング)はなくなった方の死因を確認し、病気の成り立ちを解明するために行われる画像検査です。

説明を受け、承諾された項目にチェックを付けてください。

☐ 死亡時画像検査では、CTやMRIといった画像診断装置を用いて体内の様子を撮影します。所要時間は1～2時間程度を要する予定です。

☐ 得られた画像情報について医学教育や学術研究に使用させていただくことがあります。また、引き続き病理解剖を実施する際に利用されます。研究に使用するには、必要に応じて倫理委員会の審査を受けます。

☐ 学会や紙上発表の際には匿名化して、個人情報は公開されません。

☐ 教育目的で札幌医科大学の学生が検査に立ち会うことがあります。

☐ 上記の承諾事項に異議があれば、検査を実施する前でしたら、いつでも取り消すことができます。

死亡時画像検査の趣旨を理解し検査することを承諾しました。

署 名 日：平成 年 月 日
氏 名：
故人との関係：
住 所：
説明者所属： 担当医名：

Fig.1 Ai Acceptance Letter

Before Ai imaging, the physician should obtain this acceptance letter from the bereaved family. The category of infection should be noted.

連絡体制 (Fig.2)

札幌医大病院では、院内死亡された患者を対象として、病理解剖に先立ってAiを実施している。そのため、遺族に病理解剖の了解が得られた場合Aiの承諾書も合わせて得ている。主治医は病理担当医にAiおよび病理解剖依頼の連絡を入れる（勤務時間内には病理担当医・時間外は夜間管理部門に電話連絡）。連絡を受けた病理担当医は放射線科担当医にAi実施依頼発生の一報を入れ、放射線科担当医は放射線技師にAi実施可能時間の調整を行い、CTに加えてMRI撮影の可否を確認する。そこでAi開始時間が決定され、放射線科担当医が病理担当医並びに主治医に連絡し、主治医は指定された時刻にご遺体を霊安室に搬送する。放射線科担当医は霊安室～検査室の院内運搬責任者として遺体搬送を行い、検査室内での体位変換（撮影項目参照）についても適宜指示を行う等、Ai検査全般についての責任者となる。

当院では、Ai実施は主に診療業務時間外と設定されており、死亡時刻によっては昼休みを利用している。その際には、他患者の心的影響を軽減するため、搬送ルートを一時的に制限区域とし、遺体搬送が目につれにくい環境作りに努めている (Fig.3)。

撮 影

ご遺体は寝具と一緒に遺体収容バックに封入の後、霊安室から検査室に移動される。撮像の際、上肢の位置によってはアーチファクトを生じやすく微細な出血の評価が難しくなるため、遺体損壊の危険がない場合は上肢を腹側に挙がるようにタオル等を上腕の下に挿入し軽くバンド固定後撮影する (Fig.4)。画像は5～7mm厚で再構成されるが、



Fig.3 Temporary passageway restriction
When the Ai imaging time is scheduled in daytime, patient access to the passageway to the CT unit is temporarily restricted.

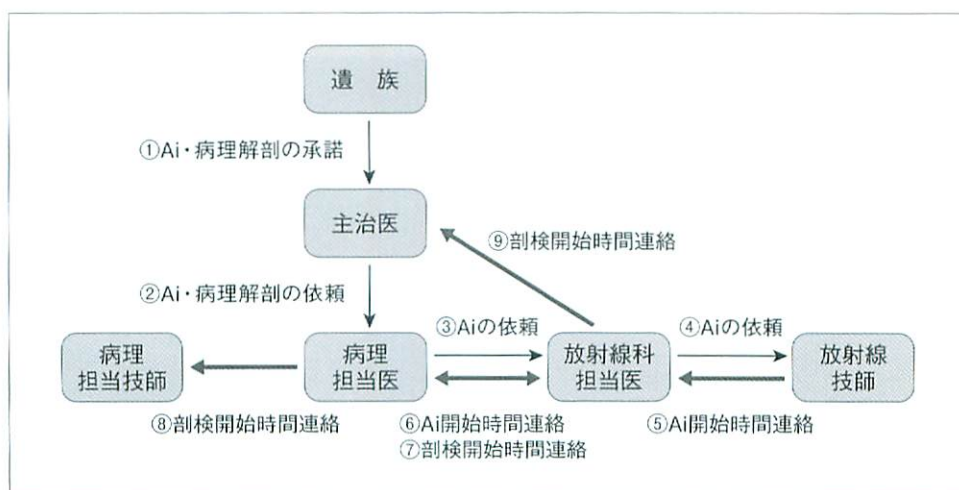


Fig.2 Ai order flow

In Sapporo Medical University, Ai imaging is followed by Pathological dissection. The physician requests both pathological dissection and Ai to the pathologist in charge. The information is conveyed to the radiologist in charge, and the radiologist decides the Ai imaging time with the radiation technologist.

MPR画像による頭尾方向の画像評価も必須となるため、撮像装置での最も薄いスライスおよび最大照射線量を利用して詳細な撮影が実施される。老朽化CT装置でAiを実施する計画を立てている施設があるかもしれないが、撮像中に待機時間が長時間となる、アーチファクトが強くCT値が計測困難となる等、悪条件での読影評価が強いられることとなる。従って、あらかじめ最新のCT装置(64列以上の装置が望ましい)に更新しておくことが必要となり、場合によっては当該施設に近い他施設でAiを実施することが望まれる。

CTに追加してMRIが撮像できる場合は、CT画像で評価が難しい領域(頭部・心臓・軟部組織)の撮影の必要性が検討され実施されることが望まれる。その際、事前に撮像されたCT画像を可能な限り読影し、臨床情報から疑わしい病態に則した撮像部位およびシーケンスを選択することが必要となる。頭部撮影の際には頭部コイルはサイズが小さいためあらかじめ遺体収容バック封入前に枕を除いておく必要がある。CT同様ポジショニングによる損壊の恐れがない場合には正面を向くように位置調整を行うことで、撮像時間の短縮が可能となる。

放射線技師はプロトコルに従って撮像し、得られた画像データをCTでは軸位断/MPRをルーチ

ンとして作成し、Ai専用サーバーに専用IDを振りつけた後転送/保存する。また、検査室内の環境保全状況について確認者の役割を担い、検査室内が汚染の疑いがある場合には次の患者さんの検査を始める前に消毒・清拭等措置を行うように感染防護室に連絡/実施することとなる。

読 影

放射線科担当医は撮像コンソールもしくは読影モニターで迅速読影を行う。札幌医大病院ではAiに引き続き病理解剖が実施されるため、撮像終了後約30分しか読影の時間的猶予がない。従って、生前の臨床検査情報がある場合にはこれを参照し読影を実施している。従ってAi画像と臨床画像が対比できる環境で迅速読影を実施する必要がある。Ai画像で観察する所見は、死因になりえる異常の有無・予期せぬ所見の同定・骨折がある場合にはその範囲と周囲組織との関連性である。迅速読影では所見の見逃しが生じやすく注意が必要であるが、チェックシートの利用¹⁾は網羅的な所見の把握に有用と考えられている。放射線科担当医は、得られた画像所見並びに臨床経過から推定される死亡原因について病理解剖前に提示し、病理解剖に際して注意する所見(病理解剖によって失われる所見)についても説明を行う。これをもと

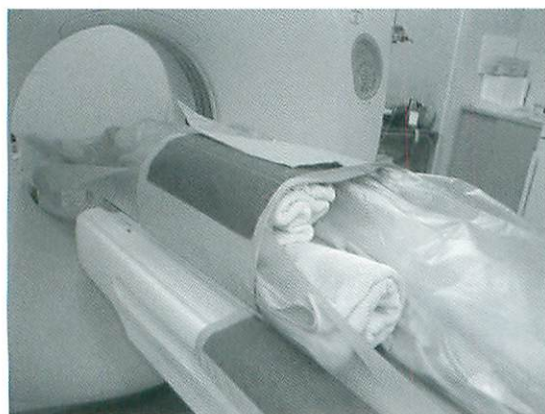


Fig.4 Ai imaging; CT

Using an anti-viral penetrating bag, the corpse is examined on MDCT. To reduce the beam hardening artifact, both upper arms are moved ventrally.



Fig.5 Pathological autopsy room

Pathological autopsy room. In Sapporo Medical University, a wide PC monitor is installed in front of the dissecting table. The operator refers to the Ai image without interrupting the procedure.

に病理担当医は病理解剖を実施することとなる。尚、当院の病理解剖室には常設の46インチモニターが用意されているので、執刀位置からAi画像を直接参照することが可能であり、インタラクティブな病理解剖が実現されている(Fig.5)。病理解剖で判定困難な所見(たとえば摘出臓器と周囲血腫の相対的な位置関係等)は画像所見に立ち戻り確認することが可能であり、Ai画像が剖検の“アンカー”的な役割を果たすことが経験されている。また、病理解剖肉眼所見で確認できた異常をAi画像で再確認することも可能であり、剖検前状態との比較が客観的に可能であるという利点が経験されている。

主治医・遺族への報告

札幌医大病院のAiは引き続き実施される病理解剖があるため、Ai画像報告は病理解剖報告とともに主治医に届られる。遺族への説明は窓口を一本化することが、遺族の誤解を回避するために重要であり、必ず主治医が説明する必要がある。医療事故が疑われる所見がある場合の対応については、あらかじめ医療安全室等で定まった手順に従い報告されることになるが、Aiのみでは医療事故を隠す有力なツールになりえること²⁾を、実施者は十分理解しておく必要がある。

施設内外への広報(Fig.6)

実施に際しては、全職員(医師・技師・看護師・



Fig.6 Public relations magazines
Ai information is distributed using magazines and HP on the internet.

コメディカル・医療事務職、他)に対してAi実施施設であることを通知し、感染防護等の観点から安全に十分配慮していることについてコンセンサスを得ておく必要がある。院内研修会/広報は定期的に実施し、新職員の入れ替わりがある際にも必要な情報が容易に入手できるよう、医療施設内LANやHPへの掲示が必要となる。入院患者や家族から問い合わせがあった際には、すべての職員がAiの有用性を説明できる状態になることが望まれる。Aiに関するパンフレットを各病棟や外来患者待合に配備しておき、過度の期待や誤った情報が広まらぬよう準備しておくことが必要である。広く社会制度としてAi実施が始まっていることを周知する必要がある。

院外死亡に対するAi(法医Ai)

Ai実施

院内死亡に対するAi実施が始まったことと前後し、社会的な死因究明に対するAiの可能性についての関心が高まっている。札幌医大では法医学講座を中心とした死因究明に対するAi活用が積極的に議論され、法医学講座・放射線医学講座・中央放射線部で院外死亡に対するAi実施についての意見交換が複数回にわたって実施されてきている。そこでは、病院診療装置での院外死亡例に対するAi実施は倫理的な制限があるため困難であり、実施にはAi専用装置の導入が必要との意見集約が行われた。導入後の技術的なサポートおよび読影に関するサポートについては放射線科医/技師ともに可能な限りの協力を行うことになった。

2010年7月に道内初となるAi専用CT装置が法医学講座に導入され、院外死亡に対するAi実施体制が開始された。導入後のAi画像読影については財政的/人的にも不十分な体制でスタートせざるを得ないため、まずは法医解剖/行政解剖前にAi撮影を実施し、これを解剖に生かす方法でのAi実施が始まった。

連絡体制

警察を通じて法医学教室に連絡が入り、法医学担当医はAiの実施並びに解剖の手配を行う。Ai装置は実施日毎(同一日は1例目の前)にキャリブレーションが行われ、撮像装置の安定した運用が

行われている。そのほとんどは法医学担当医が実施にあたり、あらかじめ放射線技師・放射線科医とのディスカッションで決定されたプロトコールに従って撮像が実施されている。

Aiセンター化構想、すなわち院外死亡に対するAi撮影を放射線技師が実施、画像を放射線診断医が読影、画像所見を基に死因を鑑定し解剖の要否を判定/実施する法医学医師の協力体制が実現していない現段階では、法医学担当医がAi撮像・読影・剖検まですべてを実施し事後カンファレンスにて放射線診断医が所見をレビュー・画像クオリティーコントロールを行っている。近い将来、各都道府県(あるいは道州制区域)にAiセンターが設置され、死亡例に対する全例Ai実施が実現することが検討されており、その場合には撮像後早期にAi読影を実施できる体制づくりが必要となる。その際には、Ai読影認定医が読影を担当することになると考えられており、法医学医師の協力のもと解剖を追加する必要性の有無を協議することとなり、Ai読影認定医の役割はとても重要なものになると考えられる。

搬送・撮影

ご遺体は通常警察等を通じて搬送され、そのまま検査テーブルに乗せられるため、搬入・搬送に際して放射線科担当医が直接手を下すことはない。法医Aiでも予期せぬ所見が観察されることが経験されているため、体表観察で異常がなくとも撮像範囲は頭部～足底部までの全身撮像が必要となる。特に頸部領域は3方向での再構成画像の作成が必要であり、細小スライス、十分な線量で高精細画像をraw dataとして取得できる最新装置での撮像が必須となる。

読影

法医Aiで扱うご遺体は、病理Aiとは全く別物との認識で読影にあたる必要がある。特に、事故・焼死・溺死・腐敗・凍死等が遺体に与える影響は大きく、現時点ではAiのみをもって死因を究明することは難しい場合があると考えている。死因には薬物等画像検査では識別不能となるものもあり、画像で死因と考えられる所見がない場合には特に注意を要し、法医解剖による評価が必須と考

えられる。

法医Aiの際には、個人識別が重要な要件となることも経験されている。口腔領域の画像再構成による個人識別は知られているが、骨関節表面の形状を基にした年齢推定や手術器材の体内分布を基にした個体特定も重要となっている。ご遺体の一部しか得られない場合もあり、画像記録として法医Aiデータが有用性を発揮することも経験している。

法医Aiが病理Aiと異なる点は、ご遺体に晩期死後変化が生じている場合が多い点と考えられる。病理Aiでは死後の早期変化が観察されるため、その変化に関する十分な知識を有しておくことで読影が可能となる。法医Aiでは死後変化が時間経過とともに更に変化し修飾される。特に、ご遺体の置かれた環境によっては外傷と判断されかねない所見が生じる場合(例:生物の捕食による遺体損壊)があり、読影に際しては医療現場で経験される知識だけでは不十分なことが多く経験されている。Ai所見について科学的裏付け作業が行われている現時点では、可能な限り剖検所見との対比を行い、画像から得られる所見を明らかにすることに加えてその限界を明らかにしていくことが必要となると思われる。

死因究明

Ai画像に異常所見があるならば、多くの場合放射線診断専門医にとってそれを指摘することは難しい作業ではない。しかし、その所見が死亡原因に如何に関係したかについて考察することはとても難しく、いまだに十分なトレーニングが実施されている施設はなく、Ai画像診断の域を超える課題と考えている。死因究明の経験を多く積んでいる法医学医師と協力し、死因究明の判定材料として客観的なAi画像所見を利用していくことは可能であり、正しい画像所見を提示するために放射線診断医がAi画像診断に関わっていかなければならないと考えている。

症例:9歳男児

主病名:若年性全身性エリテマトーデス(SLE)

現病歴:5月より、両眼周囲に発赤・膿疱疹出現。6月より肘・膝・殿部に拡大。8月より38℃台の熱

発みとめ、近医受診、不明熱として入院。抗菌薬を使用し解熱・退院。その頃より頬部の紅斑出現し次第に顔全体に拡大。同年9月より右中指に皮下結節出現したため、不明熱精査目的に同年10月札幌医大に入院した。

入院後経過：治療を開始し、一旦は心機能の正常化が確認された。しかし、肺炎所見が出現し増悪が認められ、治療の甲斐なく入院後4か月に死亡した。

入院後胸部CT：死亡2か月前では舌区に含気低下

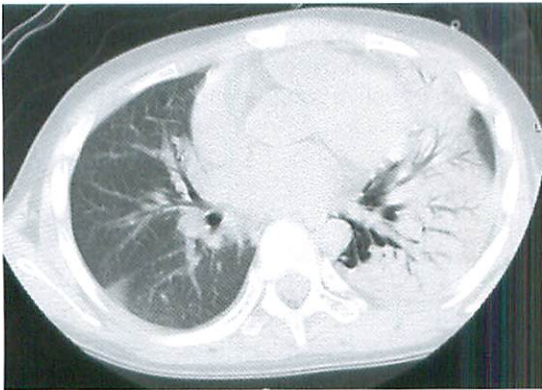


Fig.7 9-year-old boy with juvenile SLE
1 week pre-mortem chest CT. Alveolar pattern with air bronchogram is presented on left lower lobe. The medial part of middle lobe also shows decreased aeration.

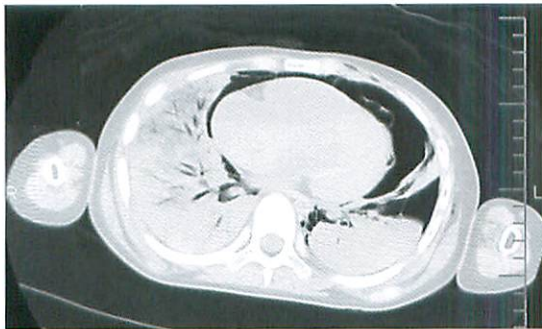


Fig.8 9-year-old boy with juvenile SLE
Postmortem 3 hours chest CT. Aeration has vanished in almost all lung fields. Pneumo-mediastinum and -thorax are presented due to the positive-pressure respiration.

域が出現しており、徐々にすりガラス状濃度上昇域が広がる様子が観察される。死亡1週間前になると左肺には肺泡性変化が広がり air bronchogram が観察され含気の低下が進行している。右肺門部にも肺泡濃度上昇が観察されており含気の低下が右肺にも広がっている (Fig.7)。

死後CT (死後3時間) (Fig.8)：中葉の肺泡濃度がごくわずかに保たれているが、両側肺野の含気はほとんど観察されていない。気胸・気縦隔が観察されており、気管挿管の影響と考えられる (死亡前より陽圧換気されている)。縦隔条件では肺野濃度の上昇が観察されており、肺泡出血を伴っていることが考えられる。心腔内には液面形成があり死後変化と考えられる。

死後MR (死後4時間) (Fig.9)：CTで観察される肺泡濃度異常はT2強調像で辺縁部の低信号・肺門部の高信号として描出されており、水腫のみによる含気低下ではないことが推定される。両肺ともに同様の所見が観察されており、気胸・気縦隔部分は無信号を呈している。

右室と右房には液面形成があり流動血の貯留が考えられる。心腔内と肺野の信号パターンが同様であり、肺泡に血性成分が貯留していることが推定される。

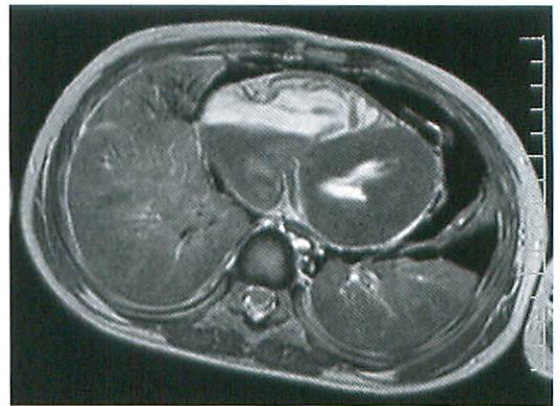


Fig.9 9-year-old boy with juvenile SLE
Postmortem 4 hours chest MR T2 weighted image. Both lungs present moderately high intensity at hilum and low intensity in the periphery. Fluid level is present in the RV-RA due to blood sedimentation.



Fig.10 9-year-old boy with juvenile SLE
Lung pathological dissection; macro.
Lung congestion is visible bilaterally.

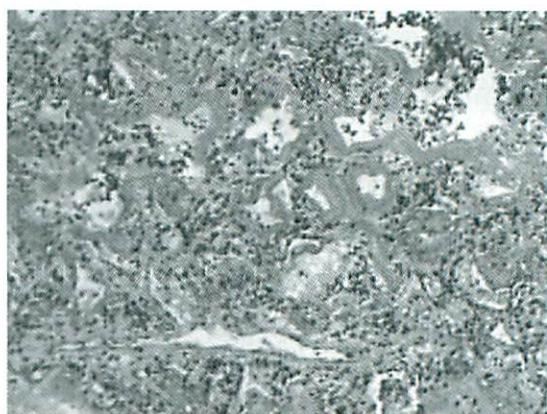


Fig.11 9-year-old boy with juvenile SLE
Lung pathological dissection; micro.
Mal-respiration is confirmed due to
congestive lung edema on pathological
inspection.

病理解剖所見：病理解剖にて両肺には著明な鬱血が肉眼的に確認された (Fig.10)。組織学的検討では肺胞内に鬱血所見が観察され、鬱血水腫による呼吸不全状態であることが確認された (Fig.11)。

●文献

- 1) 高橋直也, 樋口健史, 塩谷 基, 他: 死後CT読影用チェックシートの開発と使用経験, 臨床放射線 2010; 55: 334-340.
- 2) 兼兒敏浩: Ai実施に伴う現場からの問題提起, Ai学会 1000字提言 2010年7月21日.
<http://plaza.umin.ac.jp/~ai-ai/>