

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19790449

研究課題名（和文） 死後MRI画像に及ぼす死後変化と死因の影響

研究課題名（英文） The influence of the postmortem changes and the causes of death on postmortem MRI.

研究代表者

早川 秀幸（HAYAKAWA HIDEYUKI）

日本医科大学・大学院医学研究科・特別研究生

研究者番号：10373052

研究成果の概要：

剖検予定遺体 33 例について MRI 撮影を行い、画像に及ぼす死後変化や死因の影響を検討した。MRI で特徴的な画像上の変化として、T1 強調画像で脳基底核が高信号化、T2 強調画像で内包が低信号化、T2 強調画像で脂肪抑制などを認めたが、何を反映した変化なのかは解明できなかった。CT では描出困難な肺動脈内血栓や脳動脈瘤も MRI では明瞭に描出され、死因診断に有用であったが、死因の多くを占める虚血性心疾患の診断は困難であった。死因診断の精度向上のためには、死後造影など新たな撮像法の開発が必要と考えられる。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	500,000	0	500,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,000,000	150,000	1,150,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・法医学

キーワード：死後画像診断、オートプシーイメージング、MRI、死後変化

1. 研究開始当初の背景

剖検の補助手段あるいは代替手段として、死後画像診断の有用性が注目されている。現在、死後画像診断の大半は CT を用いて行われているようであるが、得られる情報量の多さを考慮すると、将来の死後画像診断の主流は MRI に移行すると思われる。

死後 CT 検査では、死後変化の影響を受けることにより正常像が生体と異なる場合があることが判明した。正確な読影を行うためには、画像所見に及ぼす死後変化と死因の影響を解明することが必須である。

2. 研究の目的

死後 MRI 画像に及ぼす死後変化・死因の影響を検討し、正確な読影を行うための基礎的データを蓄積する。

3. 研究の方法

(1) 動物実験による検討

麻酔薬致死量投与によりラットを安楽死させ、小動物用 MRI 撮影装置を用いて経時的に死後画像を撮影し、画像に及ぼす死後変化の影響を検討する。

また、死因を変えて同様の実験を行い、画像に及ぼす死因の影響を検討する。

(2) 剖検予定遺体による検討

研究代表者の本務先である筑波剖検センターで承諾解剖予定の遺体のうち、死亡日時が比較的明確であり、かつ遺族から死後画像撮影の承諾が得られた事例を対象として、剖検前にCTおよびMRIの撮影を行う。

画像所見と剖検所見を対比し、死後画像に及ぼす死後変化と死因の影響を検討する。

4. 研究成果

(1) 動物実験による検討

体重250g前後のWister系雄性ラットをハロタン吸引によって安楽死させ、MRI撮影を行ったが、通常のパラメータ設定では詳細な画像変化を検討するに足る鮮明かつ精細な画像を得ることはできなかった。最適なパラメータについて検討を行ったが、適当な画像は得られなかった。

平成19年度後半、研究代表者の研究環境の変化等により動物実験の遂行が困難となり、動物実験による検討は中断した。

(2) 剖検予定遺体による検討

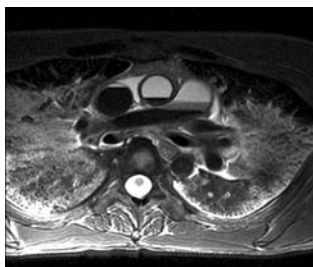
動物実験遂行が困難となった反面、研究代表者本務先で死後MRI撮影を行う体制が整ったため、動物実験から剖検予定遺体による検討へと研究方法を変更した。

① 死後MRI撮影事例

33事例で剖検前にMRIの撮影を行った。うち1例は約3週間にわたって凍結保管された後、解凍して剖検した事例である。この事例を除く32例の内訳は男性25例、女性7例。年齢0~88(44.0±22.0)歳、死亡からMRI撮影までの経過時間は6.5~66(28.8±16.9)時間だった。死因は心臓性突然死15例、吐物(乳)吸引による窒息4例、くも膜下出血、敗血症が各2例、橋出血、アルコール性肝硬変、痙攣重責発作疑い、汎発性腹膜炎、肺動脈血栓塞栓症、急性一酸化炭素中毒、外傷性心破裂が各1例で、他2例が検討中である。

② 死後MRI画像に及ぼす死後変化の影響

すでにCTでいくつかの死後変化が確認されているが、血管内・心腔内・肺野内の水平面形成(図1)はMRIでも確認された。



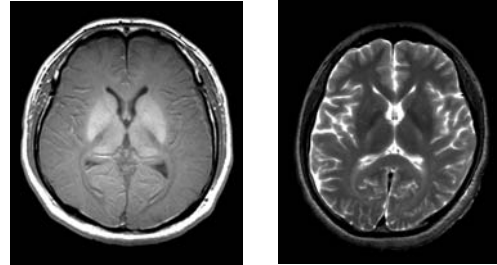
〈図1〉
血管内に水平面形成を認める。

MRIに特徴的な変化として、基底核・内包の信号変化と、脂肪抑制が確認された。

基底核、内包の変化

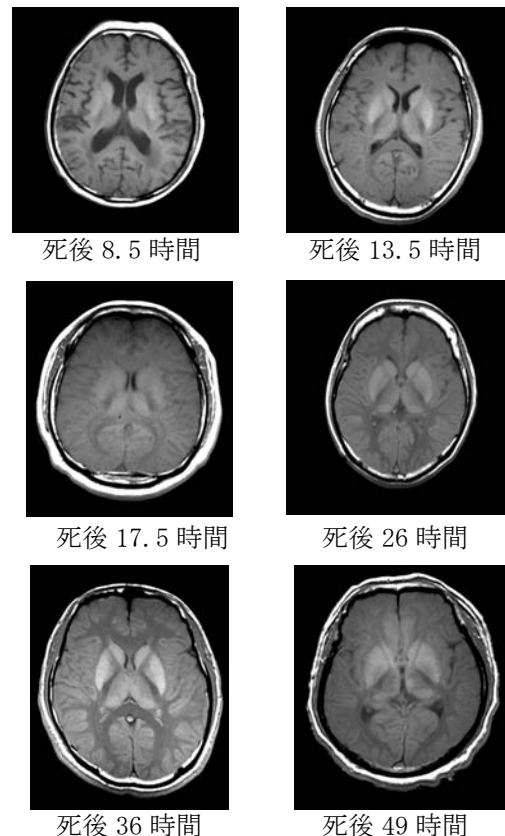
T1強調画像で基底核が高信号となり、T2強調画像で内包が低信号を呈した(図2)。

これらの所見は程度の差こそあれ、MRI撮影を行った33例全てで確認され、死後に共通した変化と考えられる。



〈図2〉T1強調画像で基底核が高信号を呈し、T2強調画像で内包が低信号を呈している。

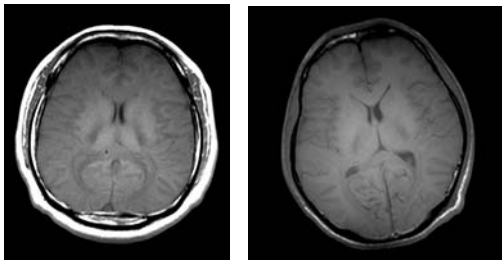
心臓性突然死事例で基底核の変化と死後経過時間の関係を検討した。早期撮影事例では変化の程度が軽いことは確認できたが、その後の変化は様々であり、単純に死後経過時間と共に増強するわけではなく、多様な要因が関連して生じる変化と考えられる(図3)。なお、同部のCT、肉眼的・組織学的検索では事例間で明らかな差は確認できなかった。



〈図3〉同一死因(心臓性突然死)事例で比較した基底核の変化。変化の程度と死後経過時間に明らかな相関は認められない。

ただし今回の検討は、死因こそ同一であるものの、年齢・性別・背景因子などの異なる事例間で比較したものであり、個体差の影響を除去できていない重大な欠点がある。同一遺体を用いた経時的撮影による再検討を計画中である。

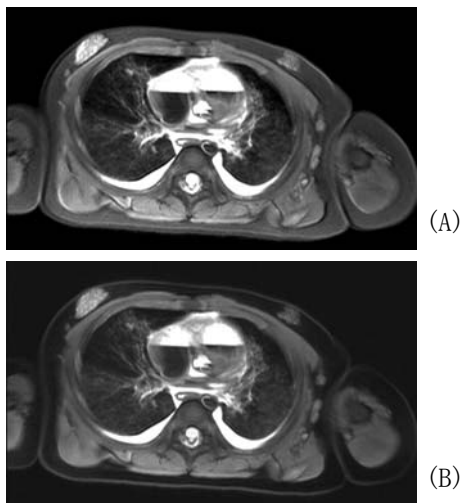
長期間の脳虚血状態を経過して死亡した事例では基底核の変化が弱かった(図4)。事例数が少ないため個体差の可能性も否定できないが、今後事例数を増やして検討を加えたい。



〈図4〉 共に、低酸素性脳症による1週間程度の遷延性意識障害を経過して死亡した事例。死後12~17時間で撮影。

脂肪抑制

T2強調画像で脂肪抑制が生じていた(図5)。基底核の変化と同様、死後共通して認められる所見であるが、変化の程度と死後経過時間間に相関は確認できなかった。

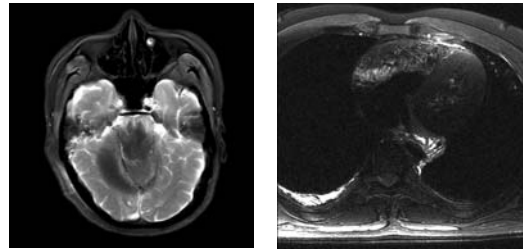


〈図5〉 (A)は脂肪抑制処理を行っていないT2強調画像である。生体の場合に比べて脂肪抑制画像(B)との差は少なく、死後変化として脂肪抑制が生じていると考えられる。

凍結・低温の影響

遺体を約3週間凍結保存後に解凍し、撮影・剖検を行った事例が1例あったが、解凍不十分な部位は信号強度の著明な低下が認められた(図6)。温度低下も画像に影響を及ぼしている事が示唆され、単なる死後経過時

間以外に死体保存状況(常温保存、冷蔵庫保存、凍結保存など)や撮影時の体温を考慮した検討が必要と考えられた。



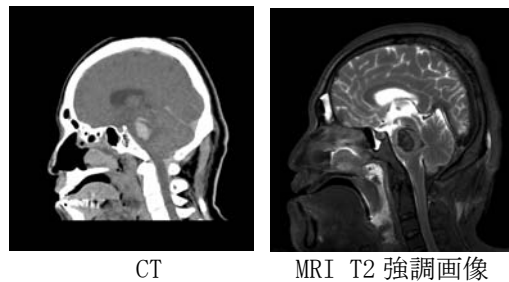
〈図6〉 解凍不十分な状態で撮影したT2強調画像。凍結ないし半解凍状態の部位は著明な低信号となっている。

③死後MRIによる死因診断の可能性

いくつかの事例では、死後画像のみで死因の特定あるいは推定が可能であった。以下で代表的な事例を提示する。

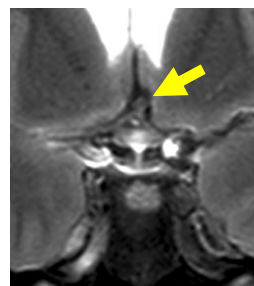
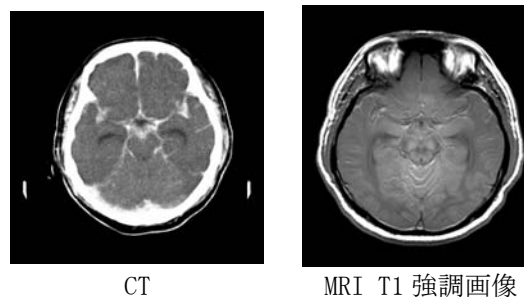
橋出血

出血の描出はCTのほうが優れているが、MRIでも診断可能であった。



くも膜下出血

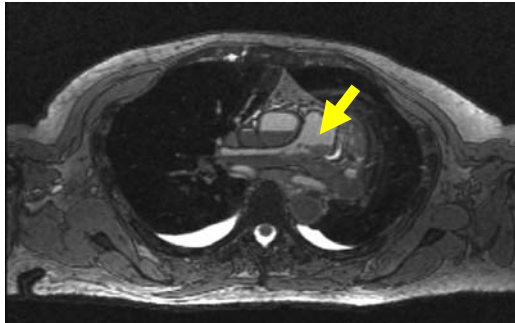
橋出血の事例と同様に出血の描出はCTの方が優れていたが、MRIでは動脈瘤の存在を確認することができた。



MRI T2強調画像
前交通動脈の動脈瘤が確認できる。

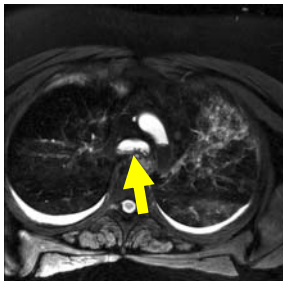
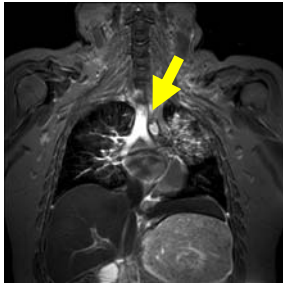
肺動脈血栓塞栓症

肺動脈内の水平面が乱れており、同部に異物が存在していることがわかる。本所見はCTでは描出不可能であった。



気道閉塞による窒息

気道を閉塞するように異物の存在が確認できる。ただし死戦期の胃内容逆流の可能性もあるため、この所見のみで気道閉塞による窒息死と診断することはできない。



今回死後MRIを撮影した33例のうち、9例（橋出血、くも膜下出血、肺動脈血栓塞栓症、気道閉塞による窒息、外傷性心破裂、汎発性腹膜炎）は画像のみで死因の特定・推定が可能であった。ただしその大半はCTのみでも死因特定・推定可能な事例であり、診断上MRIが不可欠だったのは肺動脈血栓塞栓症（肺動脈内血栓の描出）とくも膜下出血（脳動脈瘤の描出）のみであった。逆にCTの方が病変描出に優れている事例（出血や骨折など）もあり、死後画像診断の精度向上のためには両者の併用が望ましいと考えられた。

死因の多くを占める虚血性心疾患では画像診断はきわめて困難であった。死後MRIで虚血心筋の描出が可能との文献報告*がなされているが、今回の検討事例では急性心筋虚

血を指摘することはできなかった。急性期の虚血心筋を描出できる撮像条件や、死後の血管造影法などの検討が必要であろう。

*）Shiotani S, et al. Postmortem magnetic resonance imaging (PMMRI) demonstration of reversible injury phase myocardium in a case of sudden death from acute coronary plaque change. Radiat Med 23: 563-565, 2005.

④まとめ

- MRIに特有な死後変化として
 - T1強調画像での基底核の高信号化
 - T2強調画像での内包の低信号化
 - T2強調画像での脂肪抑制が確認された。今回の検討ではこれらの変化と死後経過時間との間に明らかな相関は認められなかった。
- 温度変化が画像に影響を及ぼしている可能性が考えられ、今後の検討が必要である。また、同一遺体の経時的画像撮影による検討も計画中である。
- CTとMRIには一長一短があり、高精度の死後画像診断を実施するには両者の併用が必要である。
- 現時点で虚血性心疾患の画像診断はきわめて困難である。新たな撮像法の開発が必要である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔学会発表〕（計1件）

①Kobayashi T, Shiotani S, Hayakawa H, et al. Normal Postmortem Changes on Postmortem MRI of the Brain. Radiological Society of North America 94th Scientific Assembly and Annual Meeting, November 30 2008, Chicago

6. 研究組織

(1) 研究代表者

早川 秀幸 (HAYAKAWA HIDEYUKI)

日本医科大学・大学院医学研究科・特別研究生

研究者番号：10373052

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

塩谷 清司 (SHIOTANI SEIJI)

筑波メディカルセンター病院放射線科

研究者番号：70284049