

頭部CT・MRIの 撮像・読影マスター

監修 西村潤一 (日本赤十字社医療センター放射線血管内治療科部長)

執筆 扇 和之 (日本赤十字社医療センター放射線診断科部長)

執筆 内山史也 (日本赤十字社医療センター放射線血管内治療科)

見えない・読めないがなくなる！



1. CT vs. MRI~その違いと使いわけ

頭部のCT (computed tomography) とMRI (magnetic resonance imaging), 臨床現場ではどちらも利用頻度が高い検査法であるが, 両者にはどのような違いがあるのであろうか? そして両者はどのように使いわければよいのであろうか?

CTとMRIの違いを列挙してみると, おおむね以下ようになる。

画像コントラストは一般にMRIのほうが優れている

CTは, 「X線透過性」という1つのパラメータ(因子)のみで画像が構成されているが, MRIはT1, T2, プロトン密度, 磁化率, 血流, 水分子の拡散(ブラウン運動)などといった, 様々なパラメータを反映している。その結果として, MRIのほうがCTに比べて様々な画像コントラストで病変を描出することができる。“様々なパラメータを反映”しているため, 画像の種類もMRIのほうが多い(T1強調画像, T2強調画像, プロトン密度強調画像, T2*強調画像, 磁化率強調画像, 灌流画像, 拡散強調画像など)。CTでも造影剤を急速静注して灌流画像を得たり, dual energy CTを使えば様々なコントラストを得ることが可能であるが, 一般的にはMRIのほうがコントラストに優れていると言える。

骨からのアーチファクトがない点ではMRIが優れている

CTでは骨同士が密接すると streak artifactを生じるため, 特に後頭蓋窩などで正確な評価が困難になることがあるが(図1), MRIでは骨からのアーチファクトがない。

MRIは空気が存在する部位は弱い

副鼻腔(頭部では特に前頭洞)や乳突蜂巣など, 空気に隣接する部位では, MRIは磁化率アーチファクトを起こし, 画像の歪みが生じることがある。拡散強調画像のように磁化率の影響を被りやすい画像で, より顕著に生じる(図2)。

撮像時間はCTのほうが短い

一般的に, CTのほうが撮像時間が短いため, 体動アーチファクトはCTのほうがMRI

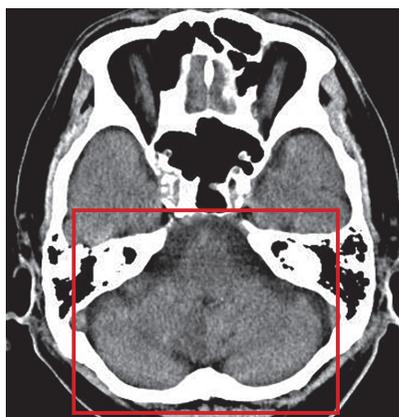


図1 後頭蓋窩レベルの単純CT
4mmスライス厚の画像であるが、脳幹部や両側小脳には、骨からのstreak artifactが目立つ(赤枠囲み部分)。

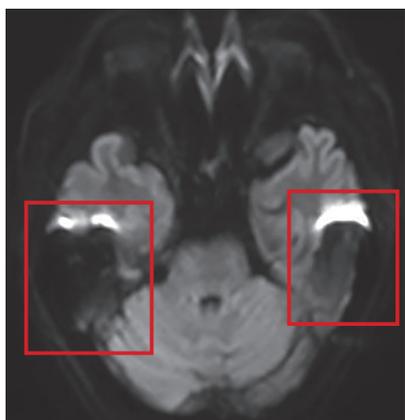


図2 後頭蓋窩レベルの拡散強調画像
乳突蜂巣の空気による磁化率アーチファクトが認められる(赤枠囲み部分)。

よりも生じにくい傾向にある。

手軽に検査が行える点ではCTが優れている

MRIでは、一部の電子機器を装着している場合や閉所恐怖症の患者では撮像は困難である。また、様々なカテーテルやチューブにつながれ、輸液ポンプも外せないような患者の場合もMRIを行うにはハードルが高い。すなわち「手軽に検査が行える」という点では、CTのほうがまさっている。

MRIでは任意の断面を直接撮像できる

CTでは軸位断像(横断像)が基本であるのに対し、MRIでは任意の断面を直接撮像できる。ただし、CTでも1mm厚以下の薄層スライスデータから任意断面を再構成することは可能である。

4. MRI画像の種類 ～最低限知っておきたいこと

CTに関しては単純CTと造影CTを見わけるのみであるため、画像の種類に迷うことはあまりないが、一方でMRIにはたくさんの画像の種類があり「これは何の画像?」と迷うことも少なくない¹⁾。この項では頭部領域におけるMRI画像の種類と、それを見わけるコツを中心に概説する。

T1強調画像 (T1-weighted image ; T1WI)

T1WIとは、「T1」すなわち「縦緩和時間」が強調された画像である。MRIを使用すれば人体のT1やT2を計測することができ、そのうちT1を強調した画像がT1WIである。人体のプロトンがラジオ波により倒されたあとに、縦方向において信号が回復するのに要する時間がT1である。T1が長いと信号が回復してこないため、信号は低い。すなわち「T1WIではT1が長いほど低信号」になる。脳脊髄液はT1が非常に長いため、T1WIで著明な低信号となる。

頭部領域において「どれがT1WIかを見わけるコツ」としては、脳脊髄液と繰り返し時間 (time of repetition ; TR), エコー時間 (time of echo ; TE) に着目するとよい。すなわち、原則として「脳脊髄液が低信号 (液体が黒) で、TRやTEが短ければT1WI」である (図1)。「TRやTEが短い」とは、おおむねTR = 700~800msec以下、TE = 30~40msec以下程度と考えて差し支えない (明確な数値の定義が存在するわけではない)。

ただし、「脳脊髄液が低信号 (液体が黒) で、TRやTEが短ければT1WI」の法則には例外がある。この法則が適応されるのは、大多数の例で用いられるスピンエコー法やグラジエントエコー法の場合であ

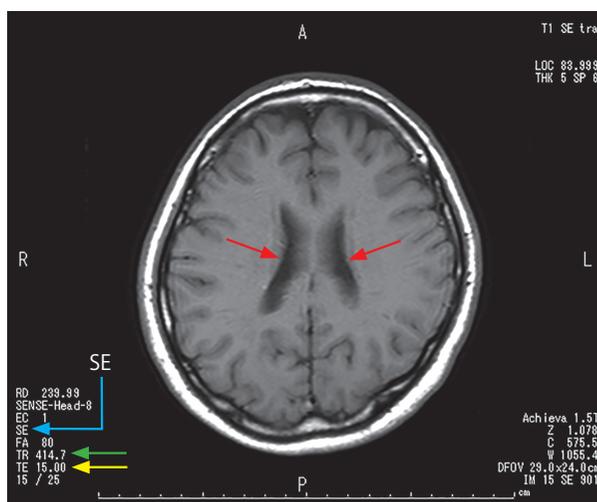


図1 T1WI (SE法)

両側脳室体部の脳脊髄液が著明な低信号を示している (赤矢印)。また、画像左下に「TR (緑矢印) = 414.7 (msec), TE (黄矢印) = 15 (msec)」という表示が確認できる。また、スピンエコー法で撮像したという「SE」の表示も確認できる (水色矢印)。

り、インバージョンリカバリー法 (IR法) の場合は例外的にTRが長くなる (図2)。IR法のT1WIが使用されることは一般的には少ないが、T1コントラストがつきにくい3T装置では頭部領域で使用されることがある。

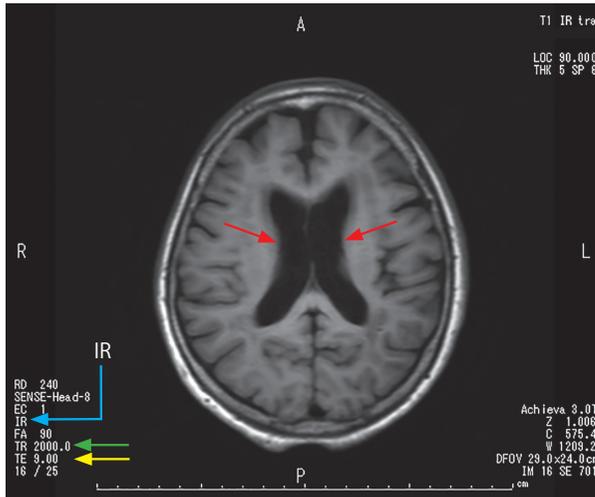


図2 T1WI (IR法)

両側脳室体部の脳脊髄液が著明な低信号を示している (赤矢印)。また画像左下に「TR (緑矢印) = 2,000 (msec), TE (黄矢印) = 9 (msec)」という表示が確認でき、長いTRが使用されていることがわかる。また、インバージョンリカバリー法で撮像したという「IR」の表示も確認できる (水色矢印)。

T2強調画像 (T2-weighted image ; T2WI)

T2WIとは、「T2」すなわち「横緩和時間」が強調された画像である。MRIを使用すれば人体のT1やT2を計測することができ、そのうちT2を強調した画像がT2WIである。人体のプロトンがラジオ波により倒されたあとに、横方向において信号がゼロに向かって

減衰するのに要する時間がT2である。T2が長いと信号が減衰してこないため、信号は高い。すなわち「T2WIではT2が長いほど高信号」になる。脳脊髄液はT2が非常に長いため、T2WIで著明な高信号となる。

頭部領域において「どれがT2WIかを見分けるコツ」としては、脳脊髄液とTR、TEに着目するとよい。すなわち原則として「脳脊髄液が高信号 (液体が白) で、TRやTEが長ければT2WI」である (図3)。「TRやTEが長い」とは、おおむねTR = 1,500 ~ 2,000msec以上、TE = 50 ~ 60msec以上程度と考えると差し支えない (明確な数値の定義が存在するわけではない)。

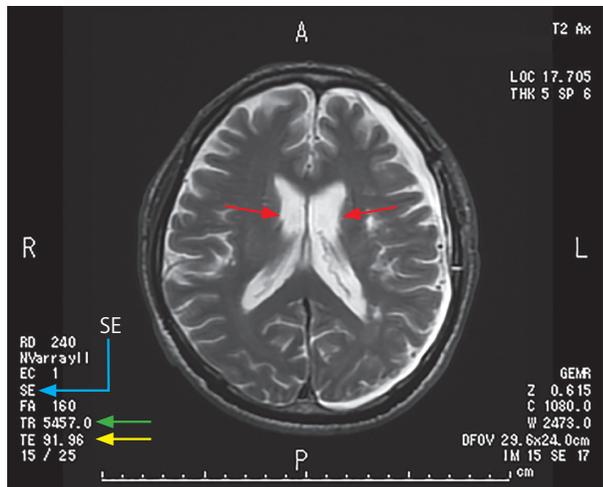


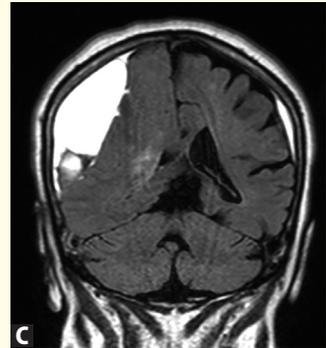
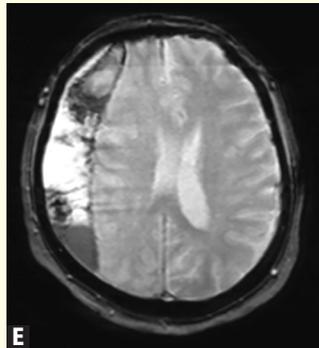
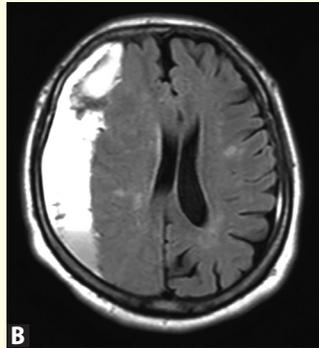
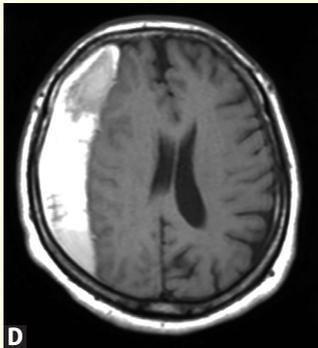
図3 T2WI (fast SE法)

両側脳室体部の脳脊髄液が著明な高信号を示している (赤矢印)。また画像左下に「TR (緑矢印) = 5,457 (msec), TE (黄矢印) = 91.96 (msec)」という表示が確認できる。また、スピンエコー系の手法で撮像したという「SE」の表示も確認できる (水色矢印)。

5. (慢性) 硬膜下血腫

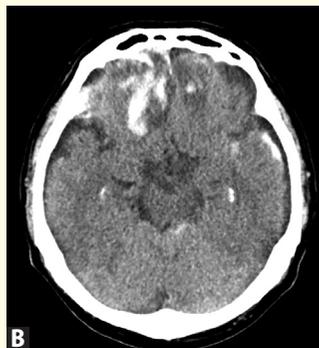
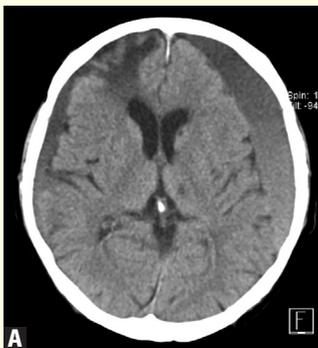
◆ CASE 紹介

症例 1



- A** : 単純CT
- B** : FLAIR
- C** : FLAIR (冠状断)
- D** : T1強調画像
- E** : T2*強調画像

症例 2



A・B : 単純CT

症例1：60歳代女性，2週間前は自立歩行していたが，1週間前から歩行困難で車椅子移動となり，2～3日前からはトイレ歩行も困難となった。複数回の転倒歴がある。

単純CTで右円蓋部に沿って三日月状の血腫がみられる。血腫の内部は高吸収域と低吸収域が混在しており，不均一となっている（**A**）。血腫のmass effectにより右大脳半球の脳溝は狭小となっており，さらに正中構造が左へ偏位しており，大脳鎌下ヘルニアの所見である。FLAIR，T1強調画像とともに大部分は高信号域を呈しており，内部には凝血塊と思われる低信号領域を認める（**B**～**D**）。この部分はT2*強調画像では低信号域を呈している（**E**）。慢性硬膜下血腫の所見である。

症例2：60歳代男性，ワーファリン内服中患者。路上で倒れて頭部から出血しているのを通行人が発見し，救急要請となった。

単純CTで左優位に硬膜下液貯留がみられ，左では背側に向かうにつれて高吸収のグラデーションがみられる（**A**）。内部の血液濃度の違いを反映している。頭蓋底では，粗大な脳挫傷や脳表の外傷性くも膜下出血を認める（**B**）。

撮像法選択のポイント

同じ硬膜下血腫でも，急性硬膜下血腫の場合は硬膜外血腫と同様に頭部外傷の病歴が明らかであり，最初に単純CTが施行されることが多い。一方で，慢性硬膜下血腫は高齢者において脳萎縮によりもともと過伸展された架橋静脈が軽微な外傷（たとえば尻餅をついたなど）で破綻して生じることから，頭部外傷の精査というよりは何らかの中枢神経症状があって頭蓋内スクリーニング目的で画像検査が施行されるため，CTよりもMRIが施行されることが多い。慢性硬膜下血腫では内部の吸収値が脳実質と等濃度になって単純CTで見落とされることがあり，MRIのほうが診断に優れる。特に，FLAIRが慢性硬膜下血腫の診断には有用である。

一般的事項

硬膜下血腫は，硬膜下腔に出血が起こる病態で，脳表の皮質静脈と硬膜静脈洞との間にある架橋静脈の損傷が原因である。実質内出血が硬膜下腔へ進展し，生じることもある。硬膜-くも膜間は結合織が乏しいため，血腫がこの間隙に沿って膜を剥がすように広がりやすい。

慢性硬膜下血腫は，外傷後3週以降に，硬膜とくも膜の間に生じる緩徐進行性の血腫である。起因となる外傷エピソードが不明確な場合も多いが，詳細な病歴聴取が重要である。発生機序は，硬膜-くも膜間のdural border cell layer内を通過する架橋静脈の損傷による。これにより血腫を包みこむように内側と外側に，それぞれ被膜が反応性に形成される。時に複数の被膜を形成することがある。被膜形成が本疾患の特徴であり，急

性硬膜下血腫からの単なる移行ではなく、別の病態とされている。

危険因子としては、アルコール常飲、抗血栓薬の服用、血液透析、脳萎縮などが存在する。全年齢層で発症するが、高齢者に圧倒的に多くみられる。臨床症状としては、頭痛、片麻痺、意識障害、認知障害、精神症状、パーキンソン症候群が挙げられる。非高齢者では頭蓋内圧亢進による頭痛が多いが、高齢者では片麻痺の頻度が高くなる。本疾患に伴う認知症は、血腫除去術により改善する治療可能な認知症 (treatable dementia) のひとつであるため適切に見きわめ、治療することが重要である。

読影・診断のポイント

厳密には異なる場合があるが、硬膜下血腫は三日月状の形状であり、硬膜外血腫の凸レンズ型血腫とは鑑別される(硬膜下血腫と硬膜外血腫の違いは☞3章9を参照)。

急性硬膜下血腫は、内部が比較的均一で高吸収を呈する。急性硬膜下血腫の観察にはsubdural window (☞Memo)が適する。硬膜下血腫をみたら、隣接する大脳半球の圧排や脳溝狭小化の程度、脳ヘルニアの有無を確認する。

慢性硬膜下血腫は被膜形成があり、内部に隔壁様の線状構造を認める(図1)。また、血腫の内部は複数の時相を反映して不均一となる。T1強調画像では、高信号と低信号の混在を認める。こちらも同様に、圧排や脳ヘルニアの程度を確認する。

図1では右硬膜下腔に複数の被膜や隔壁構造を伴う血腫貯留を示している。血腫内は出血時期により様々であるが、不均一となる。血腫により右大脳半球は圧排を受け、脳溝が狭小となっている。右側脳室も圧排を受け狭小化し、対側へ向かう脳ヘルニアもみられる。



図1 慢性硬膜下血腫のシェーマ

神経症候学的解説

◆ Pitfall: 隠れる(?) 硬膜下血腫

硬膜下血腫内部の濃度は刻一刻と変化する。内部吸収値が脳実質と等濃度である場合、境界が不明瞭となる(図2)。図2Aのような画像を初回で見た場合、見逃す可能性があるため注意が必要である。基本的に忠実に、脳溝の左右差がないか(両側性的場合は両側とも見えないので注意)、脳実質の輪郭はどこなのかをチェックする。

初回の単純CT(図2A)では、左優位に両側円蓋部に血腫がみられるため硬膜下血腫と考えられる。左硬膜下血腫は、12日後には一部に高吸収域が出現しており、凝血した血腫の所見である(図2B)。

26日後のCTでは、血腫内の濃度が両側ともに低下しており、脳実質との境界が明瞭となっている(図2C)。

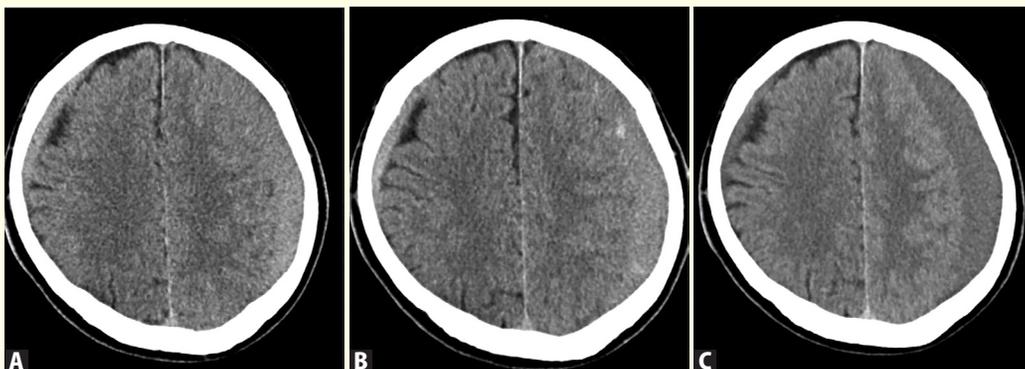


図2 参考症例(70歳代男性)の単純CT

A:初回 B:初回より12日後 C:初回より26日後

Memo subdural window

頭蓋骨直下の薄い硬膜下血腫は、骨のアーチファクトにより見逃す可能性があるため、subdural windowによる観察がよい。subdural windowとは、通常は90~100のwindow幅で表示する頭部CT画像を、あえて150~200と広めのwindow幅で表示することで骨のアーチファクトを低減し、骨に接する薄い硬膜下血腫を見逃さないようにする手法である。

参考文献

▶前原忠行, 他: 完全攻略 ちょっとハイレベルな頭部疾患のMRI診断. 学研メディカル秀潤社, 2008.