

【各論】 血管障害

2. 脳動脈瘤

研修医としての獲得目標：動脈瘤および動脈解離の画像所見について理解を深める。また、種々のモダリティの血管撮像法の特徴を理解する。三次元画像に慣れ、ステレオ視を習得する。

1st Choice Modality

DSA, MRA

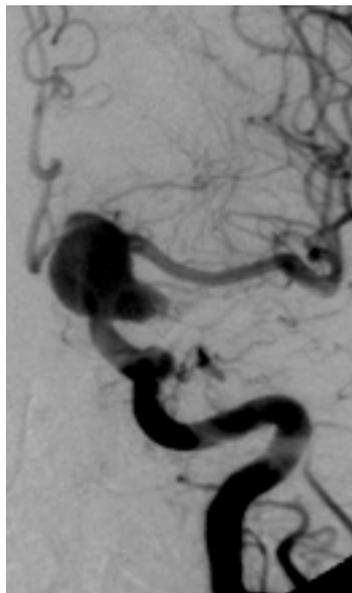
症例呈示

症例 1

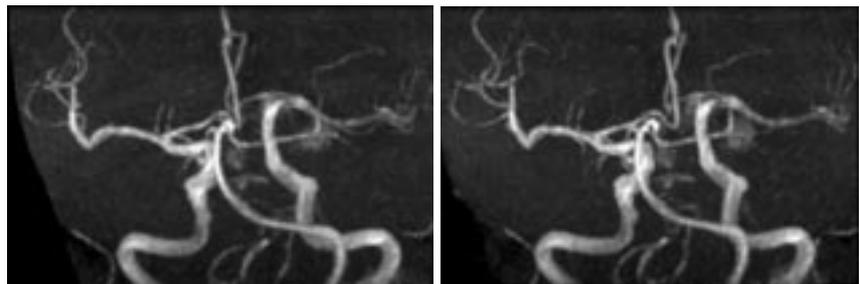
70歳代，女性．左眼瞼下垂と複視を契機に頭部MRIが行われて発見された，最大径25mmの左内頸動脈瘤の症例(図 1)．神経学的異常として，左動眼神経麻痺による眼瞼下垂・瞳孔散大(右 3 mm/左 5 mm)，左眼球の上転障害を認めた．破裂予防を目的に瘤内塞栓術を施行した．術後も症状に変化は見られず，経過を観察している．

症例 2

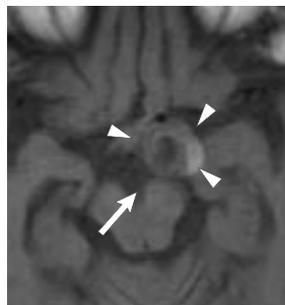
40歳代，男性．睡眠中の強い右後頭部痛で発症した虚血発症の右椎骨動脈解離の症例．発症後，2日間かけて水分の誤嚥(下位脳神経障害)・左半身の温痛覚障害(深部知覚障害はなく解離性知覚障害)・右眼瞼下垂(ホルネル症候群)などの症状が順次出現して来院した．同日行われた頭部MRI(図 2)の所見から右椎骨動脈解離による右延髄外側部の急性期脳梗塞と診断した．顔の知覚障害と小脳失調を除くワレンベルグ症候群の所見が認められたが，保存的加療により神経症状は軽快した．血管解離腔の画像フォローを継続している．



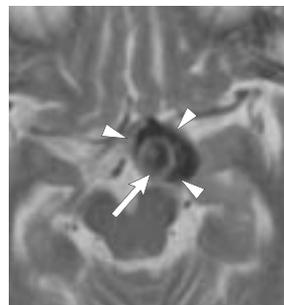
a 左総頸動脈造影(DSA)前後像



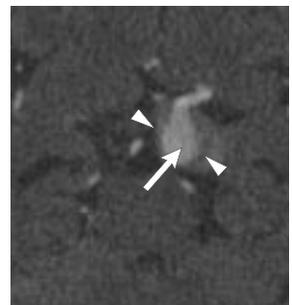
b MRA(ステレオ像，交差法)



c MRI(T1WI)



d MRI(T2WI)



e 造影CT

図 1 左内頸動脈瘤の巨大動脈瘤(症例 1)

矢印：動脈瘤内腔，矢頭：壁血栓．説明は本文(典型的画像所見の理解)参照．

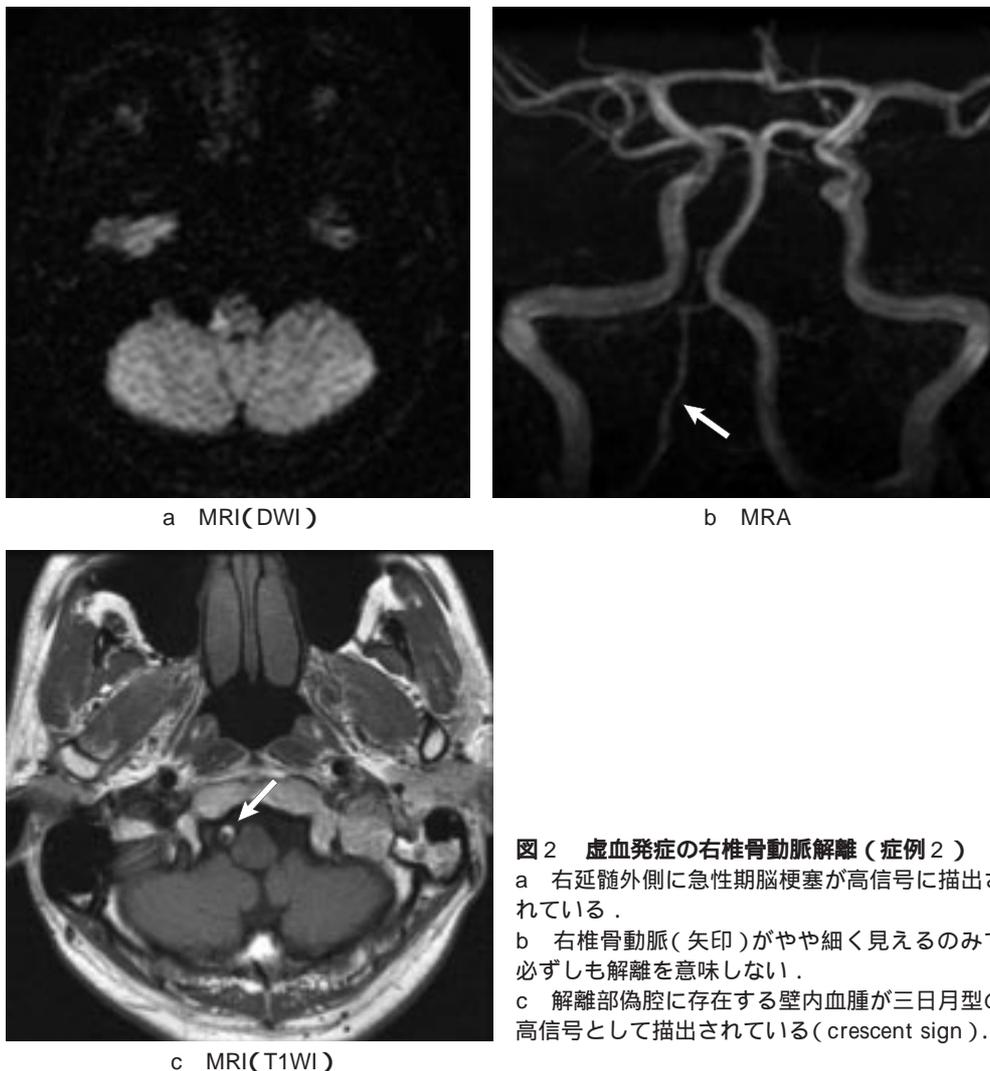


図2 虚血発症の右椎骨動脈解離(症例2)
 a 右延髄外側に急性期脳梗塞が高信号に描出されている。
 b 右椎骨動脈(矢印)がやや細く見えるのみで必ずしも解離を意味しない。
 c 解離部偽腔に存在する壁内血腫が三日月型の高信号として描出されている(crescent sign)。

基本的病態の理解

1) 脳動脈瘤

未破裂の段階で発見された脳動脈瘤では将来の破裂リスクが問題となる。動脈瘤の発生部位のほか、動脈瘤の最大径・アスペクト比(ドーム/ネック比)・形状の不整さ(ブレブの有無)を画像から読み取り、破裂リスクを評価する。また、治療を考慮するにあたっては動脈瘤入口の形状や動脈瘤近傍の血管構築に関するより詳細な情報が必要である。このため、脳動脈瘤の画像評価には三次元画像を併用することが望ましい。

脳動脈瘤内の血流は管腔部分に比べて緩やかであるが、脳動脈瘤が大きくなるほどそれが顕著になる。こ

のため、磁気共鳴血管撮影(MRA)では、大きな動脈瘤の全貌は描出されない。また、巨大動脈瘤(大きさ25mm以上)では内部に血栓化を伴うことがあり、三次元CT血管造影(3D-CTA)やデジタル差分血管造影(DSA)を観察してもサイズを過小評価しうる。このため、サイズの大きな脳動脈瘤の画像を評価する際にはMRA・3D-CTA・DSAのみならず、CT・MRIの断層像も観察して動脈瘤のサイズや内部血栓化の有無を評価する。

2) 動脈解離

日本における頭蓋内動脈解離のほとんどは椎骨動脈に生じる(約90%)。約6割がくも膜下出血で発症するが、症例2のように脳梗塞をきたすものや、頭痛やめまいなどの軽微な症状にとどまる症例もある。ワレン



図3 椎骨動脈解離の自然治癒(症例2)
右椎骨動脈の管腔は滑らかとなり、断層像により壁内血腫も消失している。

ベルグ症候群の原因として椎骨動脈解離は重要で、その診断にはMRIが虚血病巣の評価のみならず動脈解離の有無を判断するのに大きな役割を果たす。解離した血管腔はダイナミックな変化(閉塞・解離腔の拡大・自然治癒)を見せる(図3)。局所的に膨隆して動脈瘤を形成することがあり、症状が変わらなくとも、経時的な画像フォローが必要である。椎骨動脈解離は、非出血発症例であってもその後のフォローで3~4%の頻度でも膜下出血を発症することがある。

画像診断

1. 典型的画像の理解

1) 動脈瘤

脳動脈瘤診断のgold standard(至適基準)はDSAである。図1aで左内頸動脈に動脈瘤が明瞭に描出されているが、動脈瘤が大きいため周囲血管との関係が不明瞭である。このような場合、3D-CTA(図6)や3D-DSAなどの三次元画像が有用である。大きな動脈瘤では内部の流れが遅く、スライス撮像面に対する流れの方向がばらばらであることから、time of flight(飛行時間)効果が減弱して動脈瘤の大部分がMRAでは描出されない(図1b)。このため断層像による壁内血栓の評価も必要である(図1c~e)。MRIではT1、T2

強調像ともに動脈瘤内の複雑な方向を持つ停滞した流れが血管内腔部に高低混ざりあった信号をつくり出している。壁内血栓はT2強調像で低信号であるがT1強調像では等~高信号で描出されており、時期の異なる血栓が混在していることがわかる。造影CTの断層像で、動脈瘤内腔と壁内血栓が明瞭に区別されており、サイズ計測に有用である。

2) 動脈解離

intimal flap(膜様のfilling defect 陰影欠損)と偽腔(造影剤が静脈相まで動脈内に貯留)の存在がDSAで証明されれば動脈解離の診断が確定する。しかし実際は血管の不整な狭窄と拡張(perl and string sign)・紡錘状の血管拡張・先細りの閉塞(tapering occlusion)といった解離を間接的に示唆する所見のみが認められることが多い。偽腔の存在を診断するにはMRI断層画像が有用である。真腔を表す流体無信号領域(flow void)とそれを取り囲むように三日月型に存在する偽腔内の壁内血腫(crescent sign)が見つかれば、動脈解離と診断できる(図2c)。

2. 非典型例、注意を要する症例

通常の中蓋内MRA撮像範囲では、椎骨動脈解離を見逃す可能性があり、椎骨動脈解離を疑う場合は十分下方まで撮像野に含めるようあらかじめ放射線科に

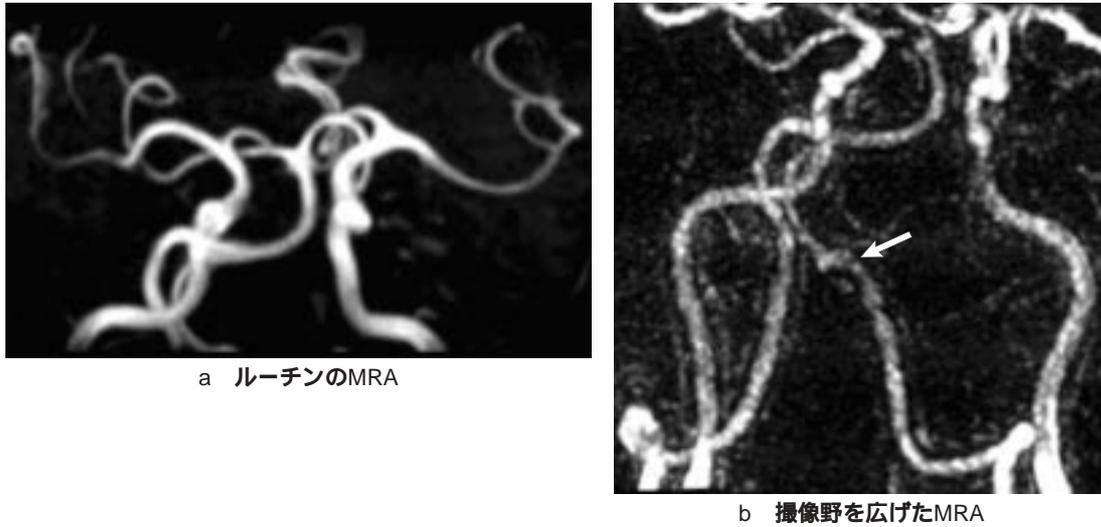


図4 椎骨動脈解離の診断とMRAの撮像範囲

めまいに対して行われたルーチンのMRA (a) では左椎骨動脈の解離部が描出されなかった。断層画像より動脈解離を疑ってより下方まで撮像野に含めて撮像したMRA (b) では解離部 (矢印) が描出された。

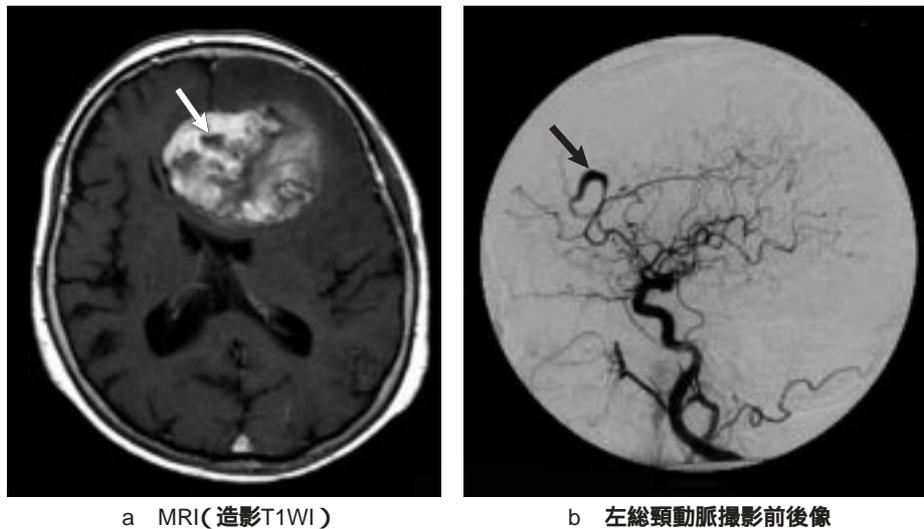


図5 脳腫瘍と鑑別を要した血栓化巨大動脈瘤の症例

- a 動脈瘤内腔(矢印)の周辺に複雑な信号強度の器質化した血栓を認める。
 b 左前大脳動脈遠位部に紡錘状動脈瘤を認める。

指示しておく(図4)。

その他、脳動脈瘤の診断にあたり注意すべき項目として、MRAでは血管のループが高信号となり瘤状と見えうること、3D-CTAでは頭蓋内内頸動脈分岐部に静脈が重なって動脈瘤と見えうること、脳血管撮影では後向きの前交通動脈瘤の描出が困難であることなどを知っておく必要がある。

3. 鑑別疾患

血栓化を伴った巨大動脈瘤の場合、髄膜腫などの脳実質外腫瘍性病変と鑑別を要することがある(図5)。

動脈解離における血管の不整な狭窄は動脈硬化病変やくも膜下出血後の脳血管攣縮と鑑別を要する。また、瘤状のふくらみを伴う動脈解離では 状動脈瘤との鑑

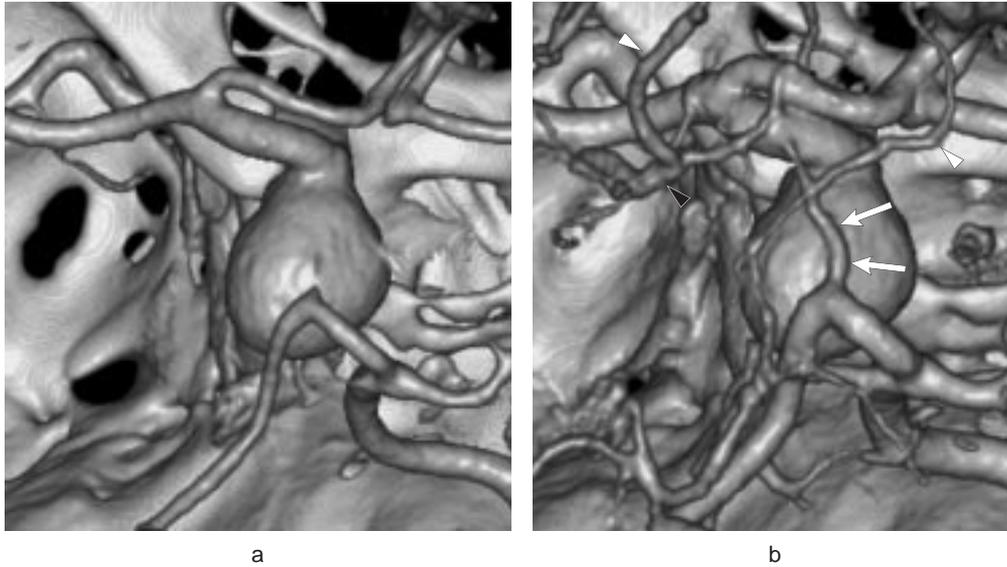


図6 VR画像(3D-CTA)におけるしきい値操作の重要性

3D-CTAで撮像された左内頸動脈瘤のVR画像を上方より観察。しきい値230で作成した画像(a)は脳動脈瘤の形態を観察するのに適する。しきい値130で作成した画像(b)は静脈が描出され動脈瘤自体は観察しづらくなっているが、後交通動脈(矢印)と動脈瘤頸部の位置関係という非常に重要な情報を描出している。

別を要することもある。

4. 診断

MRA：MRAはスライス面を通過する血流がグラディエントエコー(GRE)法で高信号として描出されることを利用して撮像される(この現象はtime of flight効果のひとつでflow related enhancementと呼ばれる)。time of flight 効果は血流速度の影響を強く受け、乱流・遅流部の信号は低下する。つまり、MRAは血管形状よりもむしろ血管内流れを反映した検査である。また血腫や脂肪などのT1強調像で高信号となる組織はMRAでも高信号に描出され、たとえば、動脈解離における壁在血栓が動脈瘤と見えうるので注意する。診断にはMIP画像処理された血管画像だけ診断するのではなく、断層像も見て診断する。また、MIP画像は1枚では立体的な把握が困難である。このため、脳動脈瘤の診断には2枚の画像を交差法によってステレオ視する技術が不可欠である。

脳動脈瘤の診断のなかでMRAは未破裂例のスクリーニングの役割を担う。種々の血管撮像法のなかで最も侵襲が少なく、また、診断に関して感度も高い(74~98%)。ただ、小さな動脈瘤(3mm以下)の検出力

が弱く、また、信号強度は遅流・乱流の影響を強く受けるため、動脈瘤サイズの評価に正確性を欠くという欠点があることを認識しておく。内頸動脈および前大脳動脈に発生した脳動脈瘤はMRAにて描出されないことがある。これには、強い血管蛇行や血管内流速分布の複雑さ(内頸動脈)や、動脈瘤が小さい・撮像野の端であるため飽和効果を受けて血流信号が低下しやすい(前大脳動脈)ことなどが影響している。

3D-CTA：3D-CTAは空間分解能が高く動脈瘤近傍の血管構築を明瞭に描出する。また、同時に得られる造影CTの断層像では動脈瘤内腔と壁在血栓を明瞭に区別して描出する。しかし撮像タイミングのずれにより失敗がありうることから、スクリーニングに用いるよりも動脈瘤の大きさや形状をより正確に評価・フォローする目的で行うのがよい。画像をvolume rendering処理して得られるVR画像はMIP(最大値輝度投影法)画像よりも立体的な把握が容易であるが、それでも自ら画像を回転させるか2枚の画像からステレオ視を行わねば三次元的な評価とはいえない。また、VR画像ではしきい値操作が重要で、自分が目的とする情報に併せて個別にしきい値を変化させる必要がある(図6)。

脳血管撮影(DSA) : DSAはMRA・3D-CTAよりも高い空間解像度・時間解像度を有する情報が得られ、血管病変診断の際のgold standardである。DSAを行う目的は治療を検討する際に必要なより高度な情報(S/N比の高い三次元画像・動脈瘤近傍の小血管描出・側副血行路評価・脳静脈の描出)を得ることである。しかし、MRA・3D-CTAなどの非侵襲的検査法で診断が確定できない場合にも行われるべき検査である。

治療指針

脳動脈瘤 : 脳動脈瘤の治療には開頭術による脳動脈瘤

頸部クリッピング手術、もしくは血管内治療による瘤内塞栓術がある。未破裂の段階で発見された脳動脈瘤の治療方針に関しては、いまだ議論の多いところである。大きさ(5 mm以上)や形状(bleb 小気泡の有無やアスペクト比)、年齢(70歳未満)を考慮して治療適応を決定する。巨大動脈瘤は周囲脳組織を圧迫して症状を出現させ、将来に破裂リスクも高いが、治療に伴うリスクも高い。治療適応は一概には決定できず、経過観察することも少なくない。

椎骨動脈解離 : 非出血症状で発症した椎骨動脈解離は経過観察が原則である。解離腔が伸展しないことを期待して血圧を低下させて経過を観察する。抗血小板薬や抗凝固薬の有効性は確立されていない。

研修終了時の目標(minimum requirement)

交差法によるステレオ視を習得し、脳血管の複雑な三次元的構築に慣れる。
血管撮像法として各MRA・3D-CTA・DSAの利点・欠点を理解する。
断層像と三次元画像を組み合わせた読影ができるようになる。

参考教科書

- 1) レイHH, ウィリアムGBJr. MRIの基本 パワーテキスト 基礎理論から高速撮像法まで. 荒木 力・監訳. メディカル・サイエンス・インターナショナル; 1998.
- 2) Mark SG. グリーンバーグ脳神経外科ハンドブック. 第2版. 黒岩敏彦・訳. 金芳堂; 2002.