



脳神経領域の造影3T MRI

高山 幸久/吉浦 敬/樋渡 昭雄/山下 孝二
 永尾 英毅/鎌野 宏礼/Tuvshinjargal Dashjamts
 本田 浩 九州大学医学研究院臨床放射線科学分野

3T MRIを1.5T MRIと比較した際、日常臨床における最大の利点の1つは、高い信号雑音比 (signal to noise rate : SNR) により、高分解能画像が得られることである。その一方で、1.5T MRIで用いた撮像法を3T MRIにて使用するには、多少のパラメータの調整も必要がある。例えば、静磁場強度が増加することにより、T1値が延長する (T1値は、静磁場強度の立方根に比例して延長する： $T1 \propto B_0^{1/3}$ 。具体的には1.5T→3Tで約1.26倍となる) ので、FLAIR像の反転

時間 (inversion time) は長めに調整する必要がある。また、単位質量あたりの熱吸収率 (specific absorption rate : SAR) に関連して、ラジオ波の照射に制限がある。そのため、多くのラジオ波を使用する撮像法では、SAR制限の範囲内となるようなパラメータの調整が必要である。

本稿では、造影後画像に焦点を置き、当施設での脳神経領域の撮像法を紹介する。また、造影MRIが診断に有用であった症例を提示する。

撮像法

当施設にて使用している脳神経領域の一般的な撮像プロトコルを表1に示す。造影後T1強調像は、一般検査にてはスピンエコー (SE) 法を用いて撮像している。術前精査、治療前評価など、より詳細な情報が必要な場合には、三次元グラディエントエコー (3D-GRE) 法を利用した高分解能画像の撮像を行っている。3T MRIにおける高いSNRを十分に生かした撮像法であり、病変の進

表1 九州大学病院における頭部造影MRIの主な撮像条件

撮像シーケンス	パラメータ (TR/TE/FA)	マトリックス (周波数エンコード数×位相エンコード数)	スライス厚/スライス間隔 (mm/mm)	加算回数 (NEX)	FOV (mm)	脂肪抑制	撮像時間 (s)	撮像方向	備考
SE T1 強調像	400/17/90	256×173	5/1	1	230×183	(-)	2:21	横断	—
3D TFE T1 強調像 (全脳)	8.1/3.7/8	240×240	1/—	1	240×240	(-)	5:20	横断	—
3D TFE T1 強調像 (後頭蓋窩拡大)	18/4.1/15	320×255	0.5/—	2	180×180	(-)	5:28	横断	—
パーフュージョン	1417/35/90	104×104	5/1	1	240×250	(-)	1:29	横断	1.5s×60回の連続撮像
3D MRA	20/3.5/20	512×260	0.5/—	1	200×200	(-)	4:59	横断	—

- ・使用機種：Intera Achieva 3.0T Quasar Dual (フィリップス社製)
- ・使用コイル：頭部用8チャンネルコイル
- ・造影剤投与方法：造影MRI検査時は、原則として、入室前に20Gもしくは22Gの留置針にて肘窩静脈などに静脈ラインを確保する。検査終了まで、生理食塩水 (100mL) にて持続点滴を行う。Gd造影剤 (0.1mmol/kg) を用手的に側管より静脈内投与し、その後、生理食塩水にてフラッシュする。撮像途中に造影剤使用の有無を判断する場合などは、検査台の上にて翼状針を用いてGd造影剤の静脈注射を行う。症例により転移性脳腫瘍の精査時は、倍量のGd造影剤 (0.2mmol/kg) を静脈内投与することもある。パーフュージョン撮像時は、20Gの留置針にて肘窩静脈に静脈ラインを確保する。自動注入器を用いて、Gd造影剤を5mL/sで注入し、その直後に生理食塩水20mLを5mL/sでフラッシュする。
- ・再構成法：造影3D TFE T1 強調像にて、頭部全体を横断像で撮像した場合は、必要に応じて矢状断、冠状断をそれぞれ5mm厚/1mm間隔にて再構成する。後頭蓋窩の拡大撮像や造影3D MRA/MRVは、それぞれ撮像時の2倍のスライス厚にて再構成する。
- ・読影方法：モニタ読影

症例1 転移性脳腫瘍 (図1)

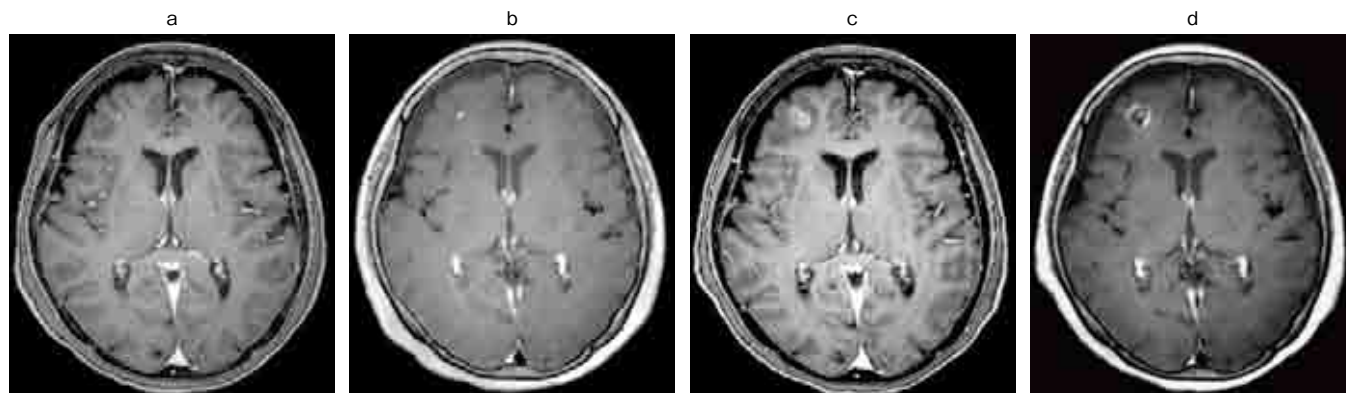


図1 症例1：転移性脳腫瘍 (60歳代, 男性)

a: 造影後3D TFE T1強調像 b: MSDE法を併用した造影後3D TSE T1強調像

c: 造影後3D TFE T1強調像 (aから約3週間後に撮像) d: MSDE法を併用した造影後3D TSE T1強調像 (bから約3週間後に撮像)
造影後3D TFE T1強調像では、血管内も高信号であるため、脳表では小さな腫瘍との区別が難しい(a)。通常は上下にスライスをずらし、造影効果が連続しているか否かで、血管と腫瘍との区別を行う。当院にて行っているMSDE法を併用した造影後3D TSE T1強調像は、血管内の信号を消失させることが可能な撮像法である。その反面、小さな転移は造影効果が残存しているため、転移性脳腫瘍と血管の区別が容易である(b)。また、正常脳組織と病変部のコントラストも明瞭である(b)。3週間後に撮像した画像にて、右前頭葉脳表に腫瘍の増大を認めた(c, d)。

展範囲の評価や、微小な病変の検出などに有用である。また、造影MR angiography (MRA) も、1.5T MRIと比較すると高分解能で、より詳細な末梢動静脈枝の描出も可能となっている。2Dもしくは3Dの造影後FLAIR像を撮像することで、炎症や播種などの髄膜病変の検出にも有用性がある。

症例提示

●症例1：転移性脳腫瘍 (図1)

転移性脳腫瘍は、全脳腫瘍の15～20%程度とされており、日常臨床において最も遭遇する機会の多い腫瘍である¹⁾。原発巣としては、肺がん、乳がん、消化器がんの順に頻度が多い。

当施設では、転移性脳腫瘍の有無に関して精査を行う場合、その描出率を向上させるために、通常使用量の倍量(0.02mmol/kg)を静注することがある。造影剤を投与した後、5分経過した時点から撮像を開始している。典型的な転移性脳腫瘍は、造影後T1強調像ではリング状の増強を呈し、腫瘍周囲には浮腫を伴うことがある。しかし、数ミリ以下の小さな転移性脳腫瘍の場合は、正常血管との区別が難しいと感じられることが経験される。当施設では、MSDE (Motion-Sensitized Driven-Equilibri-

um) 法という特殊な方法を併用した3D TSE画像を撮像している。これにより、造影後T1強調像の脳血管内の信号を消失させ、小さな病変を強調させることができる²⁾。

●症例2：原発性脳腫瘍 (図2)

原発性脳腫瘍の中で、膠芽腫(glioblastoma multiforme: GBM)は悪性度の高い脳腫瘍の1つである³⁾。浸潤性がきわめて強く、脳梁を介した対側への進展や髄液を介した播種を呈することもある。

画像所見は、前述の転移性脳腫瘍としばしば類似しており、造影前T1強調像にて低信号、T2強調像にて高信号を呈し、造影後T1強調像にてはリング状の造影効果を呈する。当施設では、腫瘍の定量的評価法として、ダイナミック造影MRIによる灌流画像を用いている。1.5T MRIにて撮像した場合と比べ、3T MRIの方が信号変化が大きく、有用性が増している。病変内の造影効果を呈する部位には、血流量(blood volume)の増加、血流量(blood flow)の増加が認められる⁴⁾。特に、血流量は、脳腫瘍のgradingとの間に有意な相関が報告されている⁵⁾。また、動脈から腫瘍の細胞外間質への造影剤の浸み出し(permeability)の測定を行う研究も進んでおり、こちらも脳腫瘍のgradingとの相関が報告されている⁵⁾。

●症例3：神経周囲進展を呈する腫瘍 (図3)

神経内膜や神経周膜に沿って進展する腫瘍の進展様式の1つであり、腺様細胞癌、悪性リンパ腫、上咽頭がんなど頭頸部悪性腫瘍に多く見られる⁶⁾。臨床的には、侵された支配神経領域の疼痛や麻痺にて発見されるが、腫瘍の神経周囲進展が生じてから症状が明らかになるまでには数か月～数年を要する場合もある。

神経周囲進展の有無や範囲を正確に診断することは、外科的切除範囲や放射線治療の照射範囲の決定に重要であるため、画像診断の果たす役割は大きい。特に、3T MRIではその高いSNRの利点を生かした、高分解能画像を撮像することが可能である。3D-GRE法を用いた高分解能造影T1強調像や、造影後3D MRAの元画像などを利用して、腫瘍の進展範囲を評価することが可能である。また、3D撮像法のため、読影端末にても、任意の断面にて再構成画像を作成することが可能である。読影の際に、より詳細な解剖学的な情報を取得できる。

●症例4：髄膜炎 (図4)

髄膜(硬膜、クモ膜、軟膜)に炎症が波及する病態であり、細菌やウイルス、真菌、結核、寄生虫などの感染が原因となるほか、脳血管障害、膠原病、肉