

## — Open MRI症例 —

大日方 研 <sup>1)</sup>	Ken Obinata	田中 祥平 <sup>3)</sup>	Shohei Tanaka
吉澤 康宏 <sup>2)</sup>	Yasuhiro Yoshizawa	小澤 郁生 <sup>4)</sup>	Ikuo Ozawa
南雲 隆文 <sup>3)</sup>	Takafumi Nagumo	本間 寛之 <sup>6)</sup>	Hiroyuki Honma
松嶋 民夫 <sup>5)</sup>	Tamio Matsushima	船造 寿光 <sup>6)</sup>	Toshimitsu Funazukuri
押山 香織 <sup>6)</sup>	Kaori Oshiyama		

<sup>1)</sup>大日方医院(木更津市)

<sup>2)</sup>圏央所沢病院 放射線科

<sup>3)</sup>池袋病院 放射線科

<sup>4)</sup>岡村記念クリニック放射線科

<sup>5)</sup>彩のクリニック 画像診断部

<sup>6)</sup>株式会社日立メディコ アプリケーション部

この誌上セミナーも2年間にわたり、今回で4回目を迎えました。「オープンMRI」は多くのユーザーの方に日々ご使用いただいておりますが、第3回まではテーマに分けて実践的なオープンMRIの臨床応用につながる基礎について教えていただきました。

今回は、臨床の「かかりつけ医」の現場で活躍するオープンMRIの実際を、いくつかの施設から紹介していただく企画としています。同じ装置であれば、異なる施設で別のオペレーターが操作し違う患者の検査を行った場合でも、同じような部位・症例であれば常に安定したコントラストが得られるという医用画像診断装置としての最大必要条件を満たした装置であること、すなわちオープンMRIの大きな特長である安定性がベースとなり、さらに施設で装置を使う側が努力・工夫を重ねることにより、それが十分条件になって、臨床応用の拡大につながるという事実を確認していただき、読者の皆様のモチベーションアップに少しでも結び付けばとの思いを込めたものです。

連載は今回で完了しますが、オープンMRIはますます納入台数を増やし、多くのユーザーの方から情報提供の強い要望もありますので、今後も最新情報・追加情報の発信を続けることはメーカーの責務と思っております。

大日方先生には無理をお願いし「誌上セミナー」をご執筆いただきました。今後は適宜、MRIの活用方法や臨床事例などで登場していただく予定です。

(編集委員 伊藤陽一)

## 1. はじめに

「ドクターKENのオープンMRIを極める」シリーズも最終回となった。今回はOpen MRIユーザーの方々から提供された症例について検討する。

症例内容を4つに分け、「急性期・亜急性期脳梗塞における拡散強調画像の実際」「動脈硬化性変化へのアプローチ BBIへの期待」「造影MRI—四肢・肝・前立腺腫瘍への造影検査」「MR hydrography – MRCPとMR myelography」について説明する。

## 2. 急性期・亜急性期脳梗塞における拡散強調画像の実際

発症から1～2時間経過した超急性期脳血管障害におけるOpen MRI(0.3T&0.4T)の拡散強調画像(DWI)の実際について考察する。

0.3TオープンMRI AIRIS<sup>®</sup> II Comfort Ver5.0Mで撮像し

た発症から1～2時間経過の超急性期脳血管障害の症例と、0.4TオープンMRI APERTO<sup>®</sup> Inspire<sup>®</sup>で撮像した発症60時間後の亜急性期脳梗塞の症例を提示する。

### 2.1 症例1

#### (1) 撮影目的

90歳男性。めまいと左上肢の違和感、歩行困難にて救急搬送となる。急性期脳血管障害疑いでCTとMRIを施行。

#### (2) Open MRI所見

発症2時間後のCTでは明らかな異常所見は認められず、CT撮影直後にMRIを施行した。拡散強調画像でのみ左小脳に高信号域を認めた。FLAIR画像では、明らかな異常信号は認められなかった。

発症20時間後のMRIでは、すべてのシーケンス(T2強調画像、拡散強調画像、FLAIR画像)で左小脳半球に一致して高

信号域を認めた(図1)。

## 2.2 症例2

### (1) 撮影目的

70歳女性。自宅のトイレにて嘔吐、自力で歩行して横になる。ろれつが回らなくなり救急要請。救急搬送中に左上肢麻痺出現。急性期脳血管障害疑いでCTとMRIを施行。

### (2) Open MRI所見

発症1時間後のCTでは異常所見は認められず、CT撮影直

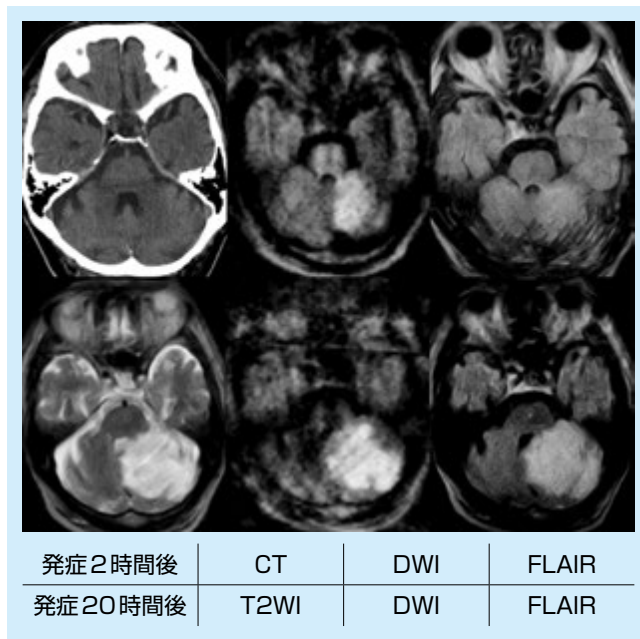


図1：発症2時間後と発症20時間後のCTとMRI

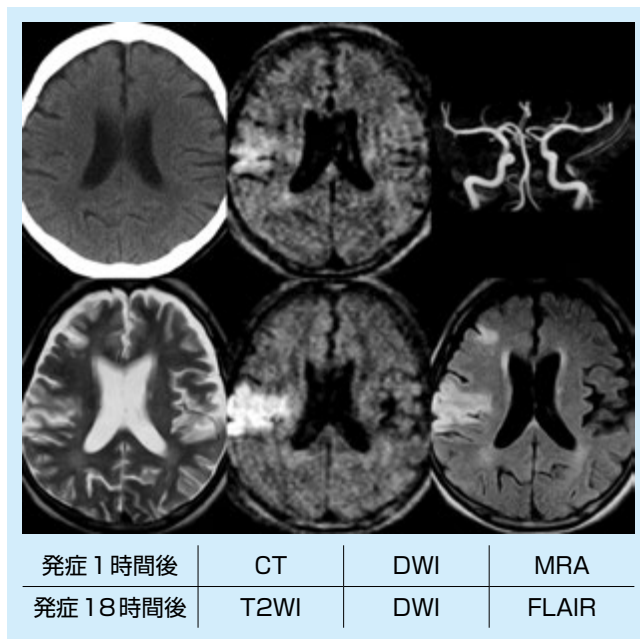


図2：発症1時間後と18時間後のCT、MRI

後に施行したMRI拡散強調画像では右中大脳動脈領域に高信号域を認めた。MRA画像では明らかな狭窄や閉塞は認められなかった。

発症18時間後のT2強調画像では、右側頭部異常信号は不明瞭であった。拡散強調画像とFLAIR画像では右中大脳動脈領域に明瞭な高信号域を認めた(図2、図3)。

### (3) 考察(症例1と症例2)

Open MRI(AIRIS)による拡散強調画像で、超急性期脳梗塞巣に異常な高信号域を認めた。

図2と図3より、拡散強調画像では発症1時間と比較して、発症18時間で信号強度が増強しており、FLAIR画像では発症18時間と比較して第5病日で信号強度の増強、高信号域の増大を認めた。脳梗塞におけるMRI信号強度の経時的変化に一致している。

症例1と症例2より、0.3TオープンMRI AIRIS IIの拡散強調画像では、発症から1～2時間経過した超急性期脳血管障害の梗塞巣を高信号に描出した。拡散強調画像では、梗塞巣を発症後30分～1時間頃より生じる細胞性浮腫を高信号として描出可能であり、超急性期脳血管障害の診断に有用と言える。

## 2.3 症例3

### (1) 撮影目的

80歳女性。以前より杖で歩行していたが、約60時間前より左半身の感覚障害と歩行困難が出現する。脳梗塞疑いでMRIを施行。

### (2) Open MRI所見

T2強調画像、拡散強調画像にて中脳正中部に高信号域を、

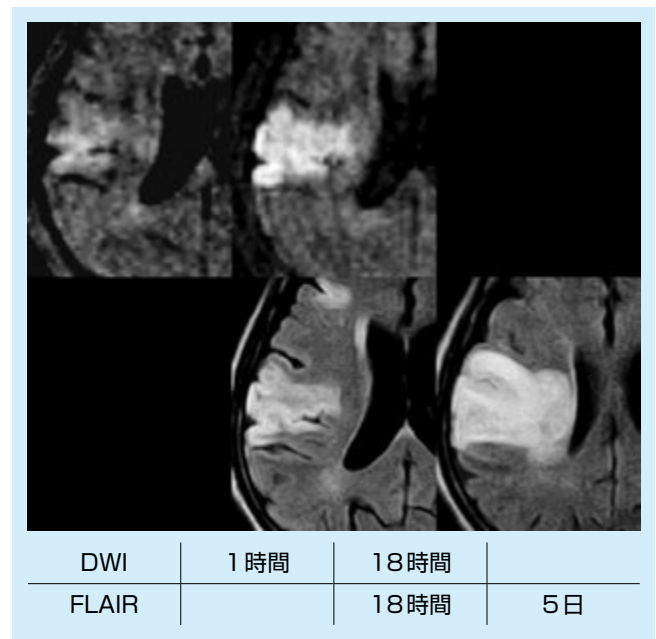


図3：拡散強調画像とFLAIR画像の時間別の比較

ADC画像で低信号域を認める。T2強調画像では背側の信号強度が強く、拡散強調画像では病変部全体に高信号を示す。T1強調画像では信号強度に変化はなく、FLAIR画像では明瞭な高信号域は認められない(図4)。

### (3) 考察(症例3)

この症例は、図4のT2強調画像、拡散強調画像、ADC画像の信号強度の組み合わせから急性期以降の中脳梗塞と考えることができる(表1)。しかし、拡散強調画像は中脳正中部背側から内側寄りが高信号域を認め、T2強調画像では中脳正中部背側に特に高信号域を認める。中脳内側と正中部背側に梗塞発症時期が異なっている可能性が示唆される。

発症6日後のT2強調画像(図5)では高信号域が内側にまで拡大している。これは、細胞性浮腫から血管性浮腫に移行したことによる高信号域の広がり(変化)と考える。

EPI法を使用する場合、磁場の均一性ととも撮像領域を磁場の中心にすることが重要であり、それに注意をしつつ実施したためオープンMRIでも拡散強調画像、ADC画像が明瞭な画像として描出できたと考える。

また、磁場の均一性を保つためにも日常のメンテナンスや管理は重要である。

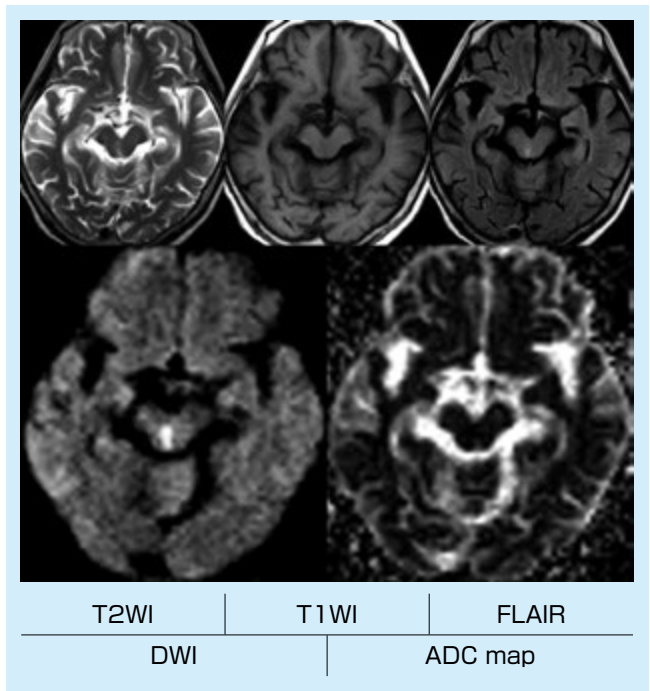


図4：発症60時間後のMRI像

表1：MRI画像の信号強度と脳梗塞の病期の関係

病期	拡散強調画像	ADC画像	T2強調画像
発症直後(0~1時間)	所見なし	変化なし	所見なし
超急性期(1~24時間)	高信号	低下	所見なし
急性期(1~7日)	高信号	低下	高信号
亜急性期(1~3週)	高→低信号	低下→上昇	高信号
慢性期(1か月~)	低信号	上昇	高信号

### 【拡散強調画像】

拡散強調画像(DWI)は脳の虚血領域の検出に非常に鋭敏であり、CTやT2強調画像よりも早期に検出することが可能であるとともに、脳梗塞の病期の診断にも有用である。亜急性期以降の梗塞はT2強調画像で高信号を呈するが、拡散強調画像と併せることで、脳梗塞の経過、病期を診断ができる。

Open MRIの拡散強調画像には、拡散強調の傾斜磁場(MPGパルス)を1軸のみに印加する撮像法(Single)と3軸にMPGパルスを印加する撮像法(Trace)がある。1軸のみ印加の場合、撮像時間がTraceの1/4で済み、体動の激しい患者には適しているが、画質的にはS/Nが低くなる。また、MPGパルスを神経線維の走行に垂直な方向に印加した場合は、拡散異方性によって高信号に認められることがあり、注意が必要になる。3軸にMPGパルスを印加し撮像する場合、撮像時間は1軸の場合よりも長くなるが、神経線維の拡散異方性の影響を減らすことができる。よって、患者の状態によりシーケンスの選択をすることも大切である。

### 【ADCmap】

b=0画像上の信号強度が極端に高い場合(T2値が著明に延長している場合)、拡散強調画像上に反映され急性期でなくても高信号を呈することがあり、これをT2 shine throughと呼ぶ。拡散強調画像ではT2 shine throughの影響をうけて亜急性期後半まで高信号が持続する。この現象があるために、拡散強調画像の高信号が真のADC低下によるものかの判断には、拡散係数画像(ADC map)を作成し、ADC画像で低信号を確認することを勧める。

### 【拡散強調画像撮像におけるアドバイス】

拡散強調画像を撮像時、Shimmingと呼ばれる静磁場調整を行う。その場合、必ず対象部位が磁場中心にくるように患者セッティングを行う。通常、脳のMRI撮像時はレーザーを眉間に合わせるが、拡散強調画像撮像時は眉間よりも1~2cm上に設定することを勧める。それにより、空気領域(副鼻腔)を外した位置でShimmingを行うことができ、より歪みの無い拡散強調画像撮像が可能となる。

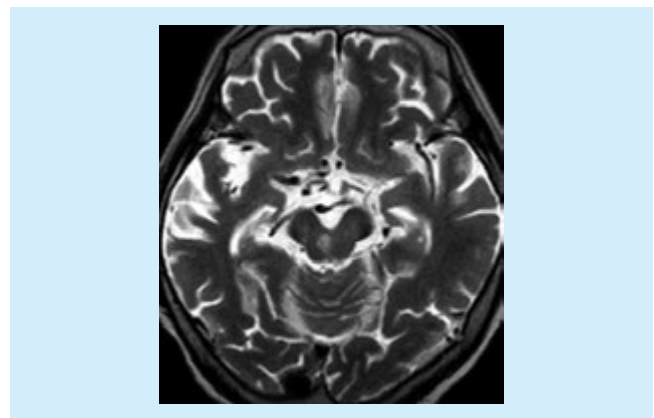


図5：発症6日後のT2WI像

### 3. 動脈硬化性変化へのアプローチ - BBIへの期待

頸動脈超音波検査における頸動脈プラークの検出と評価による動脈硬化の評価はその成果を挙げているようである。Open MRI APERTO InspireによるBBI(Blood Black Image)の評価を試みた。

#### 3.1 症例4

##### (1) 撮影目的

75歳男性。病院送迎部職員ドライバー。前年の検診にて血圧206/98mmHgと高値。動脈硬化精査目的で頸動脈超音波検査およびMRI検査BBIを施行した。

既往歴：高血圧、高脂血症

頸動脈超音波像(以下US)にて内頸動脈および外頸動脈分岐部のプラークを検出し(図8)、その後MRI検査BBIにて同一部位におけるプラークの存在を確認できる(図6、図7)。

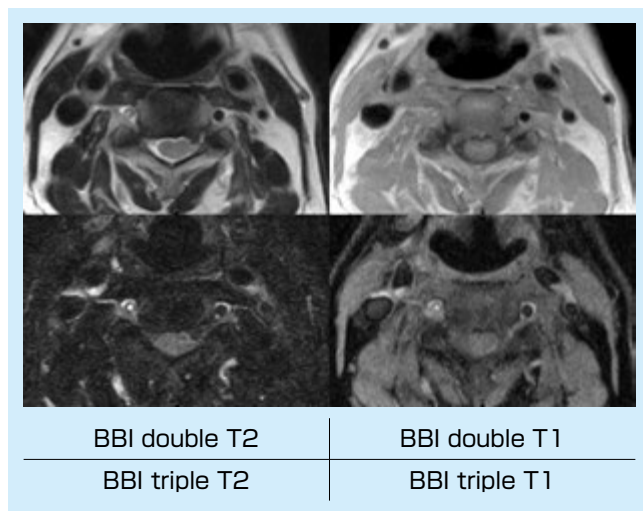


図6：頸部MRI(BBI)

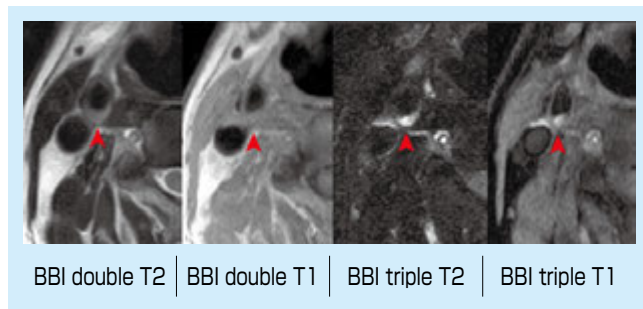


図7：各BBIの拡大像

##### (2) Open MRI所見

USにて内頸動脈に高輝度の病変を認める。BBIにて同じく内頸動脈内にT2強調画像とT1強調画像ともに淡い高信号域の存在を認め、両者から右内頸動脈内のプラークの存在が示唆される。

##### (3) 考察(症例4)

頸部プラーク検出のスタンダードな検査としてのUS(図8)と比較して、BBIの精度を確認する。そのために双方のモダリティの特徴を理解したうえで検査に臨む。

プラークの検出感度向上のため、脂肪抑制を併用したBBIを撮像。脂肪抑制なしでの画像に対してより明瞭にプラークを示唆する病変を描出できた。

病変部の再現性を高めるため、可及的にUSと同じ断面で撮像することの必要性を感じた。また、USで検出した病変をMRIにて描出できたことで、Open MRIの可能性を再認識することができた。

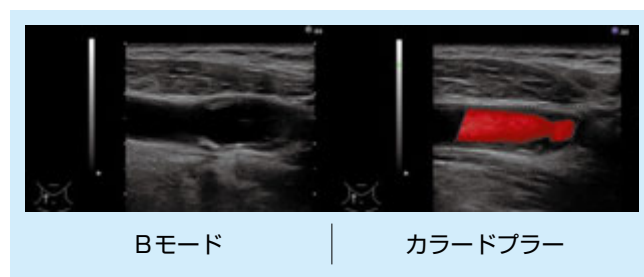


図8：頸部超音波画像

##### 【BBI(blood black image)】

BBIはIRプリパルスを利用し血液の信号を抑制することで、血管内腔の信号を落として血管壁を描出する手法である。図9に示すように、スライス選択をしない全体励起によってIR撮像を行い、血液にフォーカスしたTIを設定すると血液の信号を落とすことができる。しかし、このままではスライス面内の水成分も信号低下するので、スライス面内のみの縦磁化を回復するIRパルスを印加する(double-IR)。さらに脂肪にフォーカスしたIRパルス(triple-IR)を用いると、脂肪抑制も併用することができる。

リスクの高いソフトプラークやリスクの高くないハードプラークの性状診断を行うためには、脂肪の信号が除去されてプラークに対する感度が高いtriple-IR法が有用であるが、double-IR法に比べてS/Nが低下する。

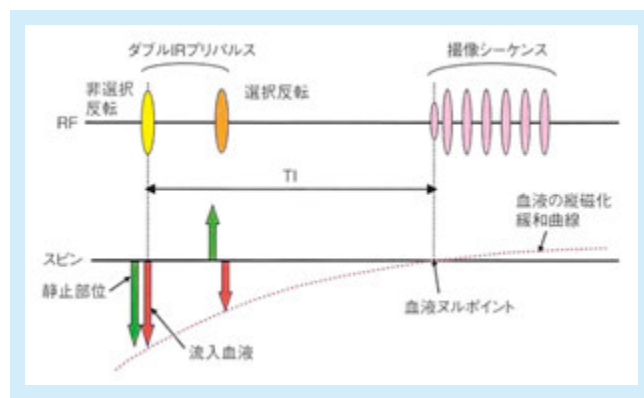


図9：BBI(double-IR)シーケンス

表2にS/Nを向上させるためのパラメータ変更とそれに伴うトレードオフ事項を示す。

表2：S/N向上のためのパラメータ変更とトレードオフ

変更パラメータ	数値変更方法	トレードオフ
FOV	大きくする	画像が縮小
NSA	大きくする	撮像時間の延長
Rect.FOV	Offまたは100に近づける	撮像時間の延長
Anti.Aliasing(Res)	大きくする	撮像時間の延長

## 4. 造影MRI —四肢・肝・前立腺腫瘍への造影検査

MRI用造影剤(ガドリニウム剤)の静脈注入法、撮像タイミング等について質問が大変多い。上腕部筋組織内腫瘍造影MRI 1例、Dynamic MRI 2例(肝腫瘍-肝血管腫と前立腺腫瘍-前立腺癌)の計3例を提示する。

### 4.1 症例5

#### (1) 撮影目的

35歳男性。右上腕外背側にシコリを触知、気になり受診。腫瘍部に盛り上がり認め、MFH(malignant fibrous histiocytoma)疑いにてMRIを施行。

撮影順序とシーケンスを示す。

- 1) 矢状断：T2強調画像
- 2) 矢状断：T1強調画像
- 3) 矢状断：STIR画像
- 4) 矢状断：T2\*(out of phase)画像
- 5) 横断：T2強調画像
- 6) 横断：T1強調画像
- 7) 横断：STIR画像
- 8) 矢状断：造影T1強調画像

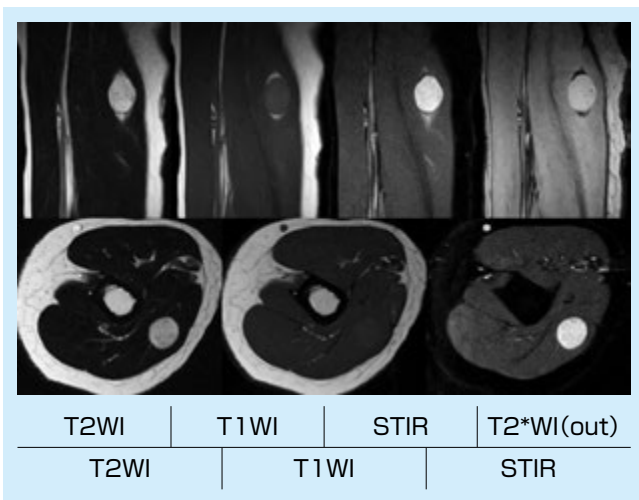


図10：右上腕部MRI(造影前)

- 9) 横断：造影T1強調画像
- 10) 矢状断：WFS法
- 11) 矢状断：CHESS法

#### (2) Open MRI所見

右上腕骨三頭筋部に大きさ3cm弱の腫瘍性病変を認める。T2強調画像、STIR画像、T2\*強調画像にて高信号、T1強調画像にて低信号を示す。辺縁はsmoothで内部はやや不均一である。STIR画像において高信号を呈しているため、脂肪組織ではないと考える(図10)。

造影後のT1強調画像において、境界明瞭なやや不均一に造影された腫瘍を認める。WFS、CHESSにおいて腫瘍内に脂肪成分は認められない。

サブトラクション画像において、造影効果の確認のみならず、腫瘍と周囲の組織間に明瞭なコントラストが得られており、腫瘍内部の観察も可能である(図11)。

#### (3) 考察(症例5)

脂肪抑制法を撮像することにより、脂肪と出血の鑑別が可能となり、診断能の向上が見込まれるため、ルーチン検査で撮像すること、あるいは追加シーケンスとして用いることが望まれる。

脂肪抑制法にはSTIR、WFS、CHESS法があり、それぞれの脂肪抑制法には特徴があるので、それらを十分に理解し、適切なシーケンスを使用することが必要である。(ドクター KENのオープンMRIを極める(第2回)を参照。MEDIX, 50: 41-48)

腫瘍性病変に対しては造影剤の使用が必要と考える。悪性腫瘍の鑑別、正常組織への影響を確認することが可能である。

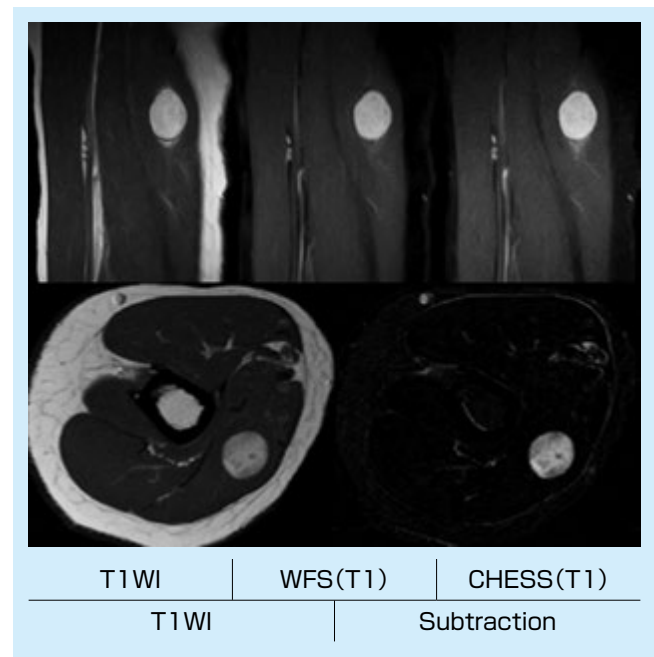


図11：右上腕部MRI(造影後)

脂肪抑制法を併用することにより、造影部分の描出能向上が見込まれる。STIR法は造影には適さない手法であるため、WFS、CHESS法を用いる。

検査を実施するにあたり、どのシーケンスを使用するかは重要なことであるが、撮影領域を磁場の中心に合わせること、使用コイルやポジショニングの選択、また患者の協力も検査を成功させる重要な要素である。

検査前には十分に患者に説明し理解を得る。また検査には時間を要するため、無理のないポジショニングを行う。Open MRIにおいては、左右に空間があり上肢や下肢を広げた状態で撮像できるため患者にかかる負担が軽減される。さらに、ポジショニングを側面から確認ができ、患者を観察しながら撮像できるためスムーズに検査を行うことができる。

この症例では、患者の腕を開き無理のないポジショニングをして、腫瘍の中心に関節用コイルを設置し、体動のないように固定し撮像した。

今回、ポジショニングの大切さと撮像シーケンスの重要性を再確認することができた。

## 4.2 症例6

### (1) 撮影目的

50歳女性。人間ドック腹部超音波検査にて肝腫瘍を指摘、精査目的でDynamic MRIを施行。

撮影順序とシーケンス、造影剤の静注法について示す。

- 1)横断：T2強調画像
- 2)横断：T1強調画像
- 3)冠状断：T2強調画像
- 4)横断：Dynamic MRI

MRI用造影剤15ml、生理食塩水20mlが入ったシリンジをCT用インジェクター注入針(21G)に接続する(図12)。造影剤を2.0ml程度で急速注入し、その後すみやかに三方活栓を切り替え生理食塩水20ml静注する。

造影剤注入後、基本タイミングである15s/45s/75s/135sの4相を撮像しすべての相で造影効果を認めたため、7min後を撮像した。



図12：インジェクター外観

### (2) Open MRI所見

肝右葉S7に大きさ25×30mm大の腫瘍性病変を認める。T2強調画像にて高信号、T1強調画像にて低信号を認める(図13)。

造影後、辺縁からの染まり、後期相での造影剤残存を認める。静注後7分の遅延相で造影効果残存を認める。造影パターンから肝血管腫を考える(図14)。

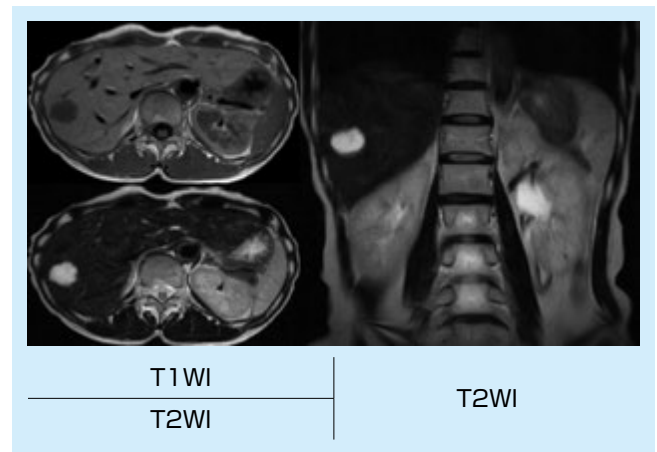


図13：肝ルーチン画像

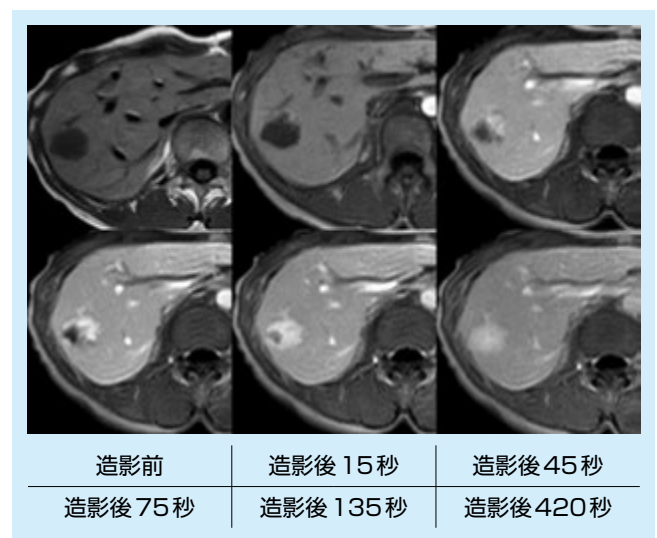


図14：肝Dynamic MRI

### (3) 考察(症例6)

Dynamic MRIの利点は、Dynamic CTと比較すると①被曝がない ②ヨード造影剤を使用しない ③管球による撮像制限がない、などが挙げられる。

Dynamic検査では造影剤を塊とし、一気に注入することが大切である。そのため造影剤の注入後に生理食塩水を急速静注しダイナミック性の精度を上げている。

Dynamic MRIでは短時間で多相撮像できるだけでなく、前に述べた利点を有して、Dynamic CT同様、造影パターンから質的診断を行うことは大変有用と考える。

検査を成功させるためには、造影剤の注入も大切であるが、

患者のポジショニング、患者への説明なども重要な要素である。体動がないように体幹をタオルなどでしっかりと固定をし、時相間での画像のずれを最小限にするため事前に呼吸法の練習を行い、患者の協力を得ることが大切である。Open MRIにおいて、やや抵抗のあったDynamic検査も今後は積極的に活用していきたいと感じた。

### 4.3 症例7

#### (1) 撮影目的

70歳男性。以前より排尿困難と残尿感等の症状があり、検診にて実施した検査結果PSA値が高値であった。前立腺精査目的にてMR検査施行。

撮影順序とシーケンス、造影剤の静注法について示す。

前立腺ルーチン検査方法(単純、造影)

- 1)横断 : T2強調画像
- 2)横断 : STIR画像
- 3)横断 : T1強調画像
- 4)矢状断 : T2強調画像
- 5)冠状断 : T2強調画像
- 6)冠状断 : T1強調画像
- 7)横断 : Dynamic MRI
- 8)冠状断 : 造影T1強調画像
- 9)横断 : 造影T1強調画像
- 10)横断 : T1強調水脂肪分離画像
- 11)サブトラクション画像作成

造影剤投与方法：翼状針22GにてGD-DTPA-BMA 15mlを経静脈的に急速投与。

#### (2) Open MRI所見

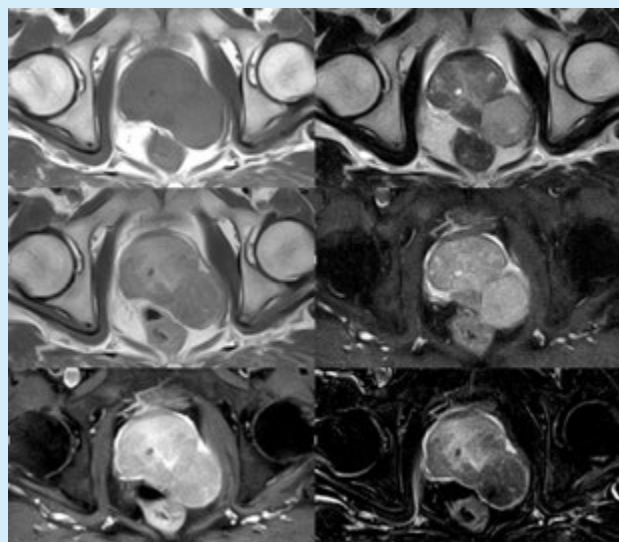
前立腺は大きさ52×60×62mmと腫大を認める。内部の信号域は不均一で外腺部にT2強調画像で低信号域を認める。また、右内腺部と左外腺部に数mm大の嚢胞を認める。前立腺から左側後方に突出する大きさ40mm大のT2強調画像で淡い高信号域を認める(図15)。造影MRIで、不均一な造影効果を認める。

#### (3) 考察(症例7)

造影剤を使用することで、目的部位におけるコントラスト向上および血流動態の把握など、画像情報の向上を目的に造影検査を施行。造影剤の使用時における注意事項を認識することは重要になる。また、MRI用造影を行ううえで、造影剤の特性に至適濃度が関与することも注意が必要である。至適濃度に関しては、MRI検査に関する書籍に記述されている<sup>2)</sup>。

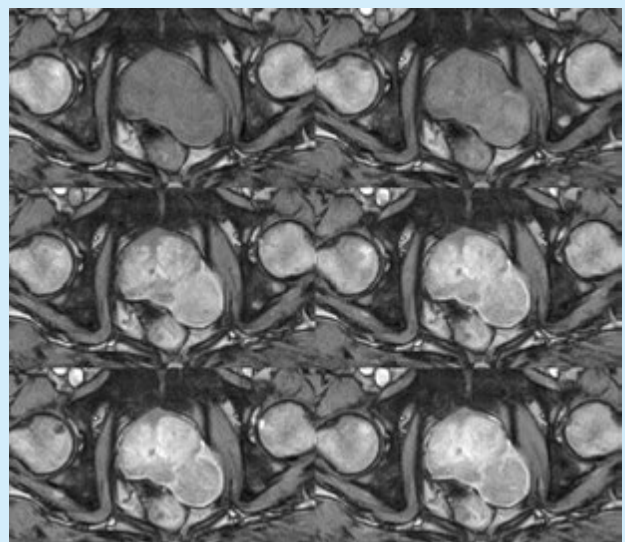
当院では造影MRI検査を実施した場合、造影された部位を明確にするためにサブトラクション画像を作成することをルーチン化している。その際、画像処理時にマスク画像となる単純画像との撮像位置に誤差が生じる確率を低減するよう、撮像シーケンス手順をルーチン化している。また、体動、生理的变化等による影響も考慮する必要がある。

この症例ではDynamic MRI(図16)を実施しているが、当院の前立腺ルーチン検査方法にはDynamic MRIを設定しておらず、撮像実施に関しては検査依頼医師よりDynamic MRIの依頼があった場合、または放射線科医師よりDynamic MRIの適応を示唆された場合に実施している。当院では、造影検査の実施において、撮像に関するシーケンス、方向、手順、時間等



T1WI	T2WI
T1WI(CE)	STIR
WFS(CE)Fatsep S	Subtraction

図15：前立腺ルーチン横断像



造影前	造影後 30秒
造影後 60秒	造影後 90秒
造影後 120秒	造影後 150秒

図16：前立腺Dynamic MRI

を標準化することで、検査の質の向上が実現できたと考えている。標準化にあたり、読影医をはじめ画像診断全般に対しての診断医、放射線科医の協力体制を確立することが重要であり、検査を実施する診療放射線技師の熱意も必要であると考え。

当院でのMRI検査実施数における造影剤使用比率は約3%となっている。

#### 【軟部組織腫瘍におけるMRI】

MRIは軟部組織において優れたコントラスト分解能を持つため、腫瘍と正常組織の境界を明瞭にし、病変進展範囲を正確に示す。

腫瘍性病変の診断にはT1、T2強調画像の両者が必須であり、さらに造影剤を投与したT1強調画像を撮像することで腫瘍と正常組織との境界を明瞭とすることができる。

造影を行う場合、造影効果を明瞭にするため脂肪抑制が望ましいが、造影される組織はT1値の短縮によりSTIRでは逆に信号低下をきたすことがあり、造影後には適さない撮像法となる。

撮像の際は、腫瘍の場所を特定するためにマーカーを貼り、撮像を行うことで、撮像した場所が特定できないということを防ぐことができる。また、脂肪抑制を行う場合、Shimmingを活用し磁場均一性を高めることも必要である。

#### 【Dyanamic MRI】

Dyanamic MRIでは、短い時間でT1強調画像の撮像が可能であるGREを用いて撮像する。

画像コントラストは一般に、k空間の中心(低周波数成分)のエコーデータによって支配されるため、k空間の埋め方により撮像タイミングが変わってくる。

症例6では、1回の撮像が20秒であり、k空間の真ん中が25秒後、55秒後、85秒後、145秒後になるように、スキャンタイムの1/2である10秒を引いた15秒、45秒、75秒、135秒後に撮像を開始している。

このようにDynamic MRIでは、撮像時間(スキャンタイム)

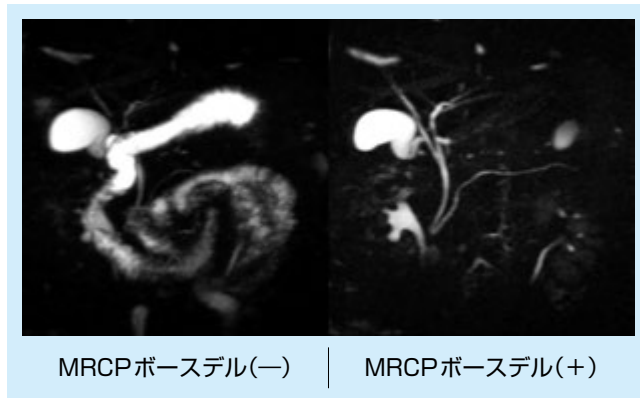


図17：MRCP正常例(ボースデル使用)

とk空間の中央を埋めるタイミングを考慮して撮像開始時間を決定する。

## 5. MR hydrography

### —MRCPとMR myelographyについて

Open MRIにおけるMR hydrographyの実際について、総胆管結石例、多発性胆石症(CTとMRIの比較)、腰部椎間板ヘルニアの症例を示す。

APERTO Inspire(0.4T)によるMRCP正常例—ボースデル<sup>※3</sup>使用(-)とボースデル使用(+))を示す。総胆管と膵管の描出は良好である(図17)。

#### 5.1 症例8

##### (1) 撮影目的

65歳男性。1ヶ月前より胃痛あり、市販薬の内服にて様子を見ていた。その後疼痛自制不可となり当院を受診。CTにて総胆管結石が認められ手術適応と診断、入院となる。

既往歴：高血圧症、痔

発症時間：発症から約1ヶ月続く。

体内金属(-)

撮像方法について示す。

はじめに陰性造影剤を投与しない状態でMRCP 3Dを撮像。その後経口にて陰性造影剤を服用し、T2強調画像とT1強調画像を撮像。そして胃や十二指腸の信号を消したMRCP 3DおよびMRCP 2Dを撮像した。

##### (2) Open MRI所見

T2強調画像とT1強調画像にて総胆管内に低信号域を認め、総胆管結石が疑われる(図18)。

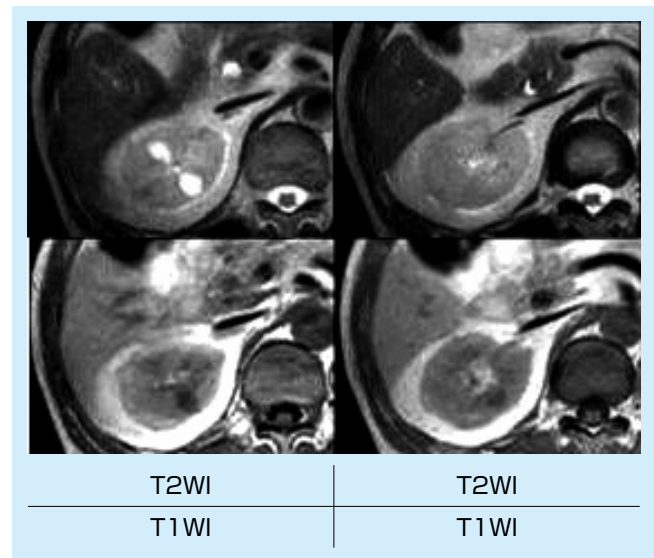


図18：腹部MRI(T2強調画像、T1強調画像)



MRCP 2Dおよび3Dにて同じく総胆管内に2箇所 defectを認め、2個の総胆管結石が強く疑われる(図19)。

(3) 考察(症例8)

経口陰性造影剤ボースデル使用によりファーター乳頭部や合流部癒合等の診断が難しいという意見もある。そのため陰性造影剤を服用しないものと服用したもの2パターンを撮像した。

造影前後の体動は極力少なくすることが必要なので、今回はストローを使用して同じ臥位のまま陰性造影剤を服用した。

MRCPは胆石、総胆管結石などの位置関係を立体的に描出することが可能であり、2Dと3Dを撮像することで手術の際に必要な画像情報の提供が可能である。またこの症例ではDIC-CTやERCPに比べ、完全に閉塞している状態においても閉塞部の両側の情報を得ることができることの大切さを再認識できた。そして造影前後の状態を撮像することにより、ファーター乳頭部等の観察への陰性造影剤の影響の有無の確認ができた。

5.2 症例9、症例10

(1) 撮影目的

60歳女性。以前より胆石症にて経過観察実施。手術目的にて術前腹部造影CT検査、DIC-CT検査を試行(症例9)。手術後CBD内結石の確認にてMRCP検査施行(症例10)。

撮像方法について示す。

- 1)横断 : T2強調画像
- 2)横断 : T1強調画像
- 3)2D MRCP : 冠状断、LAO、RAO、矢状断
- 4)3D MRCP : 冠状断

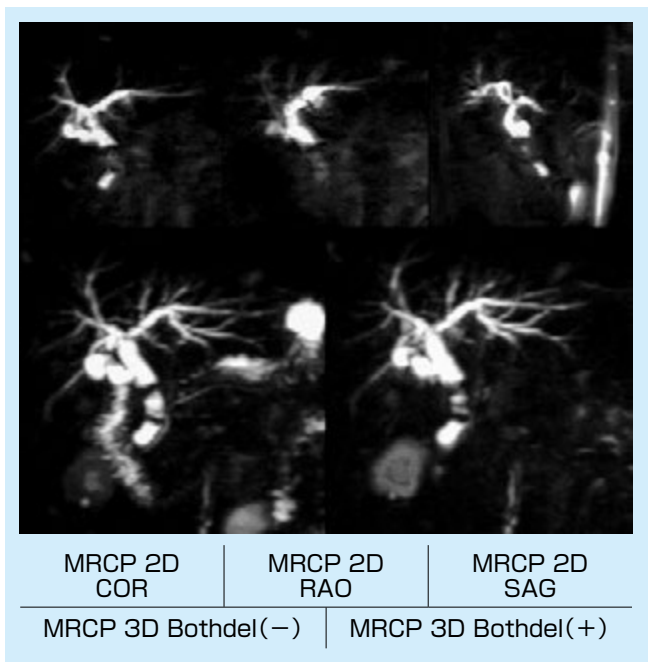


図19 : MRCP

(2) Open MRI所見

術前腹部造影CT検査にて、胆嚢内に小粒状の多発性胆石を認める。壁肥厚を軽度認める。MRCPでは胆嚢の描出は認められない。総胆管、肝内胆管および膵管に拡張は認められない(図20)。

(3) 考察(症例9 症例10)

当院ではMRCP、MR urography、MR myelography等のhydrographyを利用したMRI検査を実施している。当院でのMRCP検査は、膵胆道系検査において超音波検査と同様に重要な検査となっている。

MRCP検査を実施する際、フェリセルツ\*4を使用することをルーチン化している。使用方法はフェリセルツ2包を200mlの水で溶かし検査開始前5分程度に飲用する。また、胃・十二指腸の手術歴、内視鏡的乳頭切開術(EST)、内視鏡的乳頭拡張術(EPBD)等の手術歴がある場合は、フェリセルツ飲用前にMRCP 2D画像を数枚撮像し、その後、フェリセルツを飲用させルーチン撮像を実施する。

MR urographyを実施する際はフェリセルツ1包を200mlの水で溶かし、検査10分前程度に飲用し検査を実施している。

図21は腰椎椎間板ヘルニア疑いにて腰椎MRI検査およびMR myelographyを実施した症例になる。MR myelographyを撮像するシーケンスには2D画像を利用している。その際、冠状断、矢状断の撮像を実施するが、矢状断を撮像する場合、脊柱管全体を含む撮像断面に設定するほかに、脊柱管を左右個別に撮像する断面を設定し矢状断を3断面撮像する。L4/5

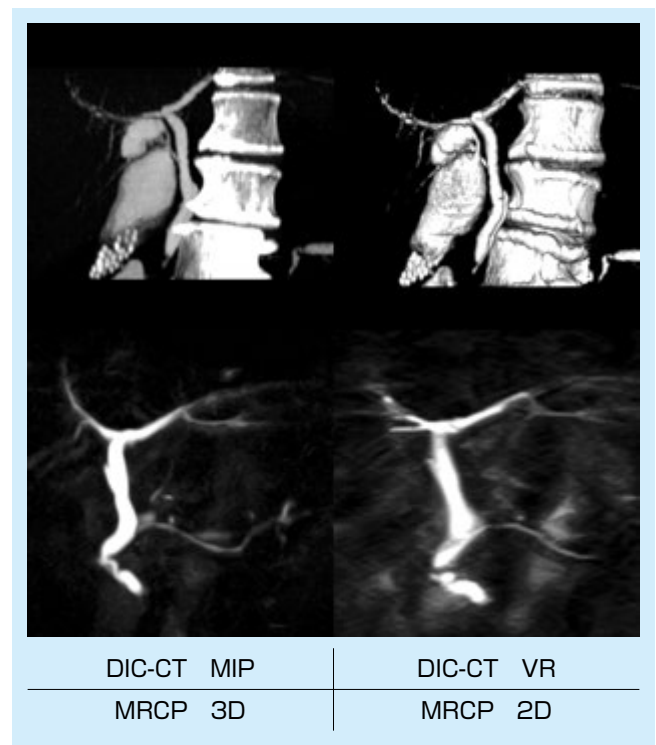


図20 : DIC CTとMRCP

椎間板右側優位に欠損像を認める。椎間板ヘルニアを考える。



図21：腰部MR myelography

【MRCP(MR cholangiopancreatography)

：MR 胆管膵管撮像】

MRCPはT2を極めて強調した水強調画像(Hydrography)の一例であり、胆汁や膵液に満たされた生理的状態の胆管、膵管を画像化したものになる。

MRCPの撮像には2D息止め法と3D法があるが、それぞれの特徴を知って撮像することが重要である(表3)。

表3：2D、3D MRCPの長所と短所

2D	長所	短時間撮像が可能 連続性のよい膵管・胆管像が得られる 高信号の重なりや結石等の欠損像を観察可能
	短所	撮像後に任意方向への投影はできない 小さな結石等は部分体積効果の影響を受けやすい
3D	長所	MIP処理をすることにより任意方向の観察が可能 薄いスライスの元画像で詳細の観察が可能
	短所	撮像時間が長い MIP像は深さ方向の情報が欠如し、狭窄等は過大評価されやすい

Open MRIにおける2D息止め法ではSingle Shot FSE法でhalf-Fourier変換(6割程度のエコーを装填し、残りのエコーは類推して埋める手法)を使用することで短時間撮像を実現している。Echo shiftを操作することにより、コントラストを決める

実効TE値の変更が可能であり、実効TE値が大きくなるにつれ背景の信号強度が低くできるが、その反面S/Nが低下してしまい胆管・膵管の描出が悪くなることもある。また、スライス厚を厚くすると背景の信号強度は上昇し、胆汁・膵液が背景に隠れてしまい観察が困難になってしまう。そのため、スライス厚に適した実効TE値を設定し、冠状断の一面だけでなく角度を変更した複数断面を撮像し全体像を把握することが重要である。

近年Open MRIにおいても3D計測が広く臨床で活用されるようになってきた。3D法は2D息止め法と比較すると撮像時間が長いというデメリットがある。しかしながら、3D計測であるためS/Nを高く保つことができ、かつ2D息止め法と比べるとスライス厚が薄く設定できるため空間分解能の向上が可能であり、MRCPにおいては非常に有用な撮像法である。3D法で撮像した画像はMIP処理することで立体的な位置関係の把握をすることが容易であり、薄いスライス厚の元画像を観察することで部分体積効果の少ない詳細の観察が可能である。このようにMRCPにおいては2D息止め法と3D法を組み合わせることで死角の少ない検査を行うことができる。

2D息止め法と3D法ともに、しっかりとした被検者の呼吸動の抑制が重要となる。セッティング時に被検者の呼吸動の一番大きな箇所にはバスタバンドを巻き、できる限り呼吸による動きを抑制することが大切である。2D息止め法の場合はOpen MRIの開放性を活かし、ガントリ脇より息止めの合図をして、被検者の状態を直接確認してスキャンすると効果的である。

## 6. 最後に

最終回は、Open MRIユーザー4施設から症例を提示してもらい撮像法や注意点などについて意見を求め、若干のコメントを述べた。

Open MRIとともに放射線技師や他のスタッフの方々がパシエントフレンドリーの精神で日常熱心にMRI検査に向かっている姿勢を強く感じた。

症例と意見を提供いただいた各施設の関係者に感謝する。

### ◆誌上セミナー資料提供一覧

2. 急性期・亜急性期脳梗塞における拡散強調画像の実際		
症例1、症例2	圏央所沢病院	吉澤康宏
症例3	池袋病院	田中祥平
3. 動脈硬化性変化へのアプローチ BBIへの期待		
症例4	岡村記念クリニック	小澤郁生
4. 造影MRI—四肢・肝・前立腺腫瘍への造影検査		
症例5、症例6	池袋病院	南雲隆文
症例7	彩のクリニック	松嶋民夫
5. MR hydrography—MRCPとMR myelographyについて		
症例8	岡村記念クリニック	小澤郁生
症例9、症例10	彩のクリニック	松嶋民夫

◆撮影条件シーケンス表

使用機器

\*1 HITACHI 0.4T Open MRI APERTO Inspire

\*2 HITACHI 0.3T Open MRI AIRIS II Comfort

症例1、症例2

\* 2

		TR	TE	N	Thick	Time
DWI	EPI	4500	117.8	1	7.0	2:06
FLAIR	FIR	8500	120	2	7.0	4:15
T2WI	FSE	4000	120	2	7.0	4:16
MRA	TOF	30	11.0	1	1.2	10:45

症例3

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
T2WI	FSE	4500	120	2	7.0	2:00
T1WI	SE	350	15	2	7.0	2:05
FLAIR	FIR	8500	119	2	7.0	3:07
DWI	EPI	11296	131.9	2	7.0	3:01
ADC						
T2WI	FSE	4000	120	2	7.0	4:16
FLAIR	FIR	8500	120	2	7.0	4:15

症例4

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
T2WI	FSE	1714	120	6	6.0	5:39
T1WI	FSE	857	10	2	6.0	5:57

症例5

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
T2WI SAG	FSE	3300	98	4	3.0	3:05
T1WI SAG	SE	450	28	2	3.0	4:41
STIR SAG	FIR	4200	20	2	3.0	6:43
T2*WI SAG	GE	500	11	2	3.0	5:12
T2WI TRS	FSE	3300	98	4	3.5	2:38
T1WI TRS	SE	450	28	2	3.5	2:53
STIR TRS	FIR	4200	20	2	3.5	6:10
WFS(T1) SAG	FatSepS	400	25	4	3.0	5:07
CHESS(T1) SAG	SE	650	20	2	3.0	5:38

症例6

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
T2WI TRS	FSE	4200	105	4	7.0	3:55
T2WI COR	FSE	4200	105	4	5.0	3:55
T1WI TRS	SE	550	13	2	7.0	4:06
T1WI TRS	GE Dynamic	200	4.5	1	7.0	0:20

症例7

\* 2

		TR	TE	N	Thick	Time
T1WI	SE	550	24.5	1	5.0	5:34
T2WI	FSE	3500	120	4	5.0	2:48
T1WI(CE)	SE	550	24.5	1	5.0	5:34
STIR	FIR	3500	20	4	5.0	4:40
WFS(CE)	FatSepS	700	25.5	2	5.0	6:01
T1WI	GE Dynamic	120	10.5	1	5.0	0:15

症例8

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
T2WI	FSE	16000	104	2	7.0	7:28
T1WI	SE	550	13.9	4	7.0	4:06
MRCP 2D	DE-FSE	2000	975	1	60.0	0:06
MRCP 3D	DE-FSE	4000	975	3	3.0	4:00

症例9、症例10

\* 1

		TR	TE	N	Thick	Time
MRCP 3D	FSE	6000	760	4	3.0	8:00
MRCP 2D	FSE	7000	600	1	60.0	0:03
T2WI SAG	FSE	2400	125	4	5.0	3:50
T2WI COR	FSE	2400	125	4	5.0	3:02
MR myelo. COR	FSE	7000	500	2	50.0	0:28
MR myelo. SAG(右)	FSE	7000	500	2	40.0	0:28
MR myelo. SAG	FSE	7000	500	2	50.0	0:28
MR myelo. SAG(左)	FSE	7000	500	2	40.0	0:28

※1 AIRIS、※2 APERTOは株式会社日立メディコの登録商標です。

※3 ポースデルは協和発酵キリン株式会社の登録商標です。

※4 フェリセルツは大塚製薬株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) レイ H.ハシユミ,ほか:MRIの基本パワーテキスト第2版 -基礎理論から最新撮像法まで-. 監訳者:荒木 力, (株)メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2004.
- 2) 駒崎敏郎, 大日方研:臨床家のためのOpen MRI, デジタルメディスン, 2003.
- 3) 大日方研:Open MRIの臨床応用-かかりつけ医にとって身近になったMRI検査-, ROUTINE CLINICAL MRI 2005 book, 映像情報 Medical, 36(14):80-87, 2004.
- 4) 松嶋民夫, 大日方研, ほか:当院の撮像プロトコル-かかりつけ医におけるMRIルーチン検査法の撮像と工夫-, RadFan, 3(6):113-116, 2005.
- 5) 青木茂樹, 相田典子, 井田正博, 大場洋:新版 よくわかる脳MRI, 秀潤社, 2004.