

# — 脂肪抑制 —

大日方 研<sup>1)</sup> Ken Obinata      小澤 郁生<sup>2)</sup> Ikuo Ozawa  
 高橋 義一<sup>1)</sup> Yoshikazu Takahashi      加藤 和之<sup>3)</sup> Kazuyuki Kato  
 松田 幸夫<sup>3)</sup> Yukio Matsuda

<sup>1)</sup>大日方医院(木更津市)

<sup>2)</sup>岡村記念クリニック

<sup>3)</sup>株式会社日立メディコ アプリケーション部

## 1. はじめに

MRI検査において基本シーケンスはT2強調画像とT1強調画像である。かかりつけ医の医療の場において、診断能向上のため、画像情報の整合性を高め、より情報量の多い画像を提供することが求められている。基本シーケンスに加えて機能的シーケンスを撮像することが一般的になってきている。今回はMRIのさまざまな機能的シーケンスの中から、最も頻度の高い脂肪抑制法について取り上げたい。

## 2. Open MRIを用いた基本画像

Open MRI(APERTO<sup>\*1</sup> Inspire)で豚ロースを撮像した(図1)。各シーケンスでそれぞれのシーケンスの特徴がよく現れている。Open MRIにおける脂肪抑制法の実際について述べ、使用法についても明言したい。

## 3. 脂肪抑制法の目的

### (1) 撮像範囲内における脂肪成分の有無確認

脂肪抑制画像では、撮像範囲内の脂肪成分が低信号として描出される。また信号の落ちた部分は脂肪成分であるということも言える。ただしSTIRでは縦緩和の違いによって脂肪を分離するため、出血成分を含んだ腫瘍などが抑制される場合があり注意が必要である。

### (2) 病変の検出能向上および脂肪組織と境界を接する臓器の描出

各臓器は脂肪組織と脂肪膜によって囲まれている。病変についても同様で、その脂肪成分を低信号として描出することにより、病変に隣接する臓器との境界部の評価に有効である。

### (3) 目的部位における感度の向上

脂肪抑制を用いることにより、T2 baseでは水成分を含む腫瘍や浮腫等の信号が、またT1 baseでは出血成分や造影後の腫瘍等の信号が、通常のT2強調画像・T1強調画像に比べ相対的に高くなる。その結果、目的とした部位における描出能はあがり、診断能の向上が見込まれる。

### (4) 造影剤の併用による造影部分の描出能向上

造影剤の使用はT1強調画像に限定された使用方法であるが、脂肪抑制と造影剤を併用することによって造影部分の描出能向上が見込まれる。つまりT1強調画像で高信号となる造影剤および脂肪のうち、脂肪の信号を抑制することにより、造影された部位のみ(出血成分を除く)を高信号として描出可能となる。ちなみにSTIR法は造影効果を有する腫瘍も脂肪と同様に信号が落ちる可能性があり、このことから造影には適さない手法だと言える。

## 4. 脂肪抑制法の種類

### (1) 周波数差(周波数選択励起/飽和)法

→ FatSat法、CHESS(化学シフト選択)法

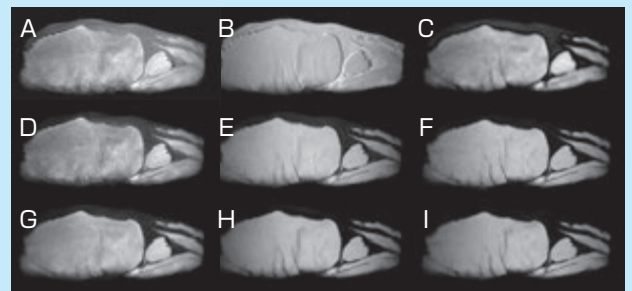


図1：豚ロースをファントムにして脂肪抑制法を比較  
APERTO Inspire(V5.1E)

FOV180	thickness 5.0	interval 6.0	COR	(撮像時間)
A	: T2強調画像	FSE	TR:3100/TE:100/ NSA:4	4:58
B	: T1強調画像	SE	TR:350/TE:25/ NSA:4	4:29
C	: STIR画像	FIR	TR:3200/TE:20/TI:120/ NSA:2	5:07
D	: CHESS(T2)	FSE	TR:3700TE:100/ /NSA:3	4:26
E	: CHESS(T1)	SE	TR:600/TE23/ NSA:2	4:36
F	: CHESS(T2*)	GE	TR:580/TE:11/ NSA:2	5:25
G	: WFS(T2)Fat	SepF	TR:3000/TE:72/ NSA:2	4:48
H	: WFS(T1)Fat	SepS	TR:400/TE:27.4/ NSA:4	4:48
I	: WFS(T2*)Fat	SepG	TR:400/TE/13.4/ NSA:2	4:46

(2) 位相差法

→ WFS法、Dixon法、Chopper法、GRE法式Dixon法

(3) T1緩和時間差法

→ STIR法

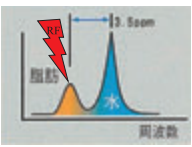

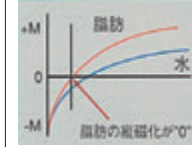
(4) その他

→ 選択的水励起法、スライス選択傾斜磁場反転法

今日、脂肪抑制法の主流はCHESS法-周波数差法である。実際にわれわれかかりつけ医の臨床の現場で使用されている脂肪抑制法について説明すると、

- ・周波数差法を用いたCHESS法(選択的脂肪抑制法)
  - ・位相差法を用いたWFS法(水脂肪分離法)
  - ・T1緩和時間差を用いたSTIR法(非選択的脂肪抑制法)
- である。表1に各々の脂肪抑制における手法と特徴を示す。

表1：各脂肪抑制手法の比較

CHESS	WFS	STIR
<p>物質ごとの共鳴周波数の違いを利用し、励起周波数を脂肪に合わせたプリパルスを用いて、脂肪組織を選択的に抑制する手法。</p> <p>RF(プリパルス)で脂肪を選択励起</p> 	<p>水と脂肪の位相ずれを利用し、マルチエコーデータ(in phase, out of phase)から計算により水画像、脂肪画像を作成する手法。</p> <p>In phase ~ Out of phaseのTE差は 0.3T → 11.2ms 0.4T → 8.7ms</p> 	<p>組織ごとの緩和時間(縦緩和時間)の違いを利用し、反転時間を脂肪の縦磁化が nul(O)になるタイミングで計測する手法。</p> 

CHESS法では水と脂肪の共鳴周波数の違いを利用しており、水と脂肪の周波数差は1.5Tの装置では224MHzの差となるが、0.3Tでは44.8MHz、0.4Tでは59.5MHzと低磁場装置では周波数差が小さい。低磁場装置においてCHESS法を使用するにはこの周波数差が小さいことが大きな障壁になる。CHESS法はすべてのシーケンスに併用可能なため、さまざまなケースで利用できるが、高い静磁場均一度が要求されるため使用できるFOVに制限がある。この手法は特に小関節の脂肪抑制やDWI、PWIに有効である。

WFS法では水と脂肪の位相のずれを利用し、In phaseとOut of phaseから計算により水画像と脂肪画像を作成する。ちなみに静磁場強度0.3Tの装置でIn phaseとOut of phaseのTE差は11.2ms、0.4Tでは8.7msとなる。WFS法はT1強調画像/T2強調画像/T2\*強調画像とそれぞれのシーケンスで脂肪抑制されるので、さまざまな部位に使用可能である。ただし、演算に時間がかかるため脂肪抑制を併用したダイナミックスキャンやその直後に造影後脂肪抑制T1強調画像を得たいときに、直ちにスキャンできないことがあるので注意が必要である。

STIR法は組織ごとの縦緩和時間の違いを利用している。STIR法は、ほぼすべての部位の脂肪抑制に有効であり磁場不

均一に強い。ただし縦緩和時間の違いによって脂肪を分離しているため、一部の骨盤内腫瘍(チョコレート嚢胞など血液成分が混じった嚢胞)や造影された腫瘍は縦緩和時間が脂肪とほぼ同等となるため、抑制される場合がある。また、脂肪信号のみの抑制にとどまらないため、脂肪抑制法ではあるが、脂肪特定法ではない。

このように各手法によって脂肪抑制法には長所と短所(表2)があるため、検査時にはその特徴を踏まえ適切なシーケンスを選択することが必要である。表3にAPERTO Inspireで使用可能な脂肪抑制シーケンスを示す。

表4に脂肪抑制の目的別適応表を示す。出血と脂肪の鑑別や脂肪内腫瘍の造影(Gd製剤)にはT1 baseのCHESS法とWFS法が適している。脂肪内病変の描出や脂肪に囲まれた臓器の描出はどの脂肪抑制の手法(CHESS、WFS、STIR)でも適応している。

表2：各脂肪抑制手法の特徴

	FatSat, CHESS	FatSep, WFS	STIR
長所	さまざまなシーケンスで使用可能	FOVの制限が少ない	静磁場の均一性の影響が少ない
短所	FOVに制限がある(FOV170mm以下)	使用可能シーケンスに制限がある	コントラストに制限がある

表3：APERTO Inspireで使用可能な脂肪抑制シーケンス(STIRを除く)

\* プロトコルに制限あり

FatSat, CHESS*		FatSep, WFS
SE	BASG	FatSepS : SEタイプ
GE	PBSG	
SARGE	SE-EPI	FatSepG : GEタイプ
RSSG	DW-EPI	
IR	IR-EPI	FatSepF : FSEタイプ
FSE		
FIR		

表4：脂肪抑制法の目的別適応表

	CHESS		WFS		STIR
	T2 base	T1 base	T2 base	T1 base	
出血性変化の確認	×	○	×	○	×
脂肪内病変の描出	○	○	○	○	○
脂肪成分の確認	×	○	×	○	×
脂肪に囲まれた臓器の描出	○	○	○	○	○
造影効果の確認	×	△	×	△	×
骨髄病変の描出	○	×	○	×	○

(アプリコメント)

STIR :

磁場均一度の影響は受けにくいことで良好な脂肪抑制画像が得やすい反面、原理上SNRの低い画像になりがちです。良

い画像を得るためには、NSAを増やす、FOVを広げる、などコントラストを変えずにSNRが向上するようにパラメータ設定する必要があります。

**CHES、WFS：**

- ・コイルセッティングではコイルと人体が直接触れない(タオルなどの緩衝材を使用する)ようにします。
- ・目的部位を、前後左右だけでなく高さについても磁場中心に近づけます。
- ・事前にShimmingを行います。

**WFS：**

水脂肪分離画像は教科書的に下記の3点の理由で真の脂肪抑制法ではないとされています。

- ①同位相と逆位相それぞれ2回別々に撮像してから重ね合わせなければならなので、操作が煩雑です。
- ②途中で被写体が動いてしまうと正しい重ね合わせができません。
- ③paradoxical suppressionという現象のため、造影効果の判定に用いることができません。

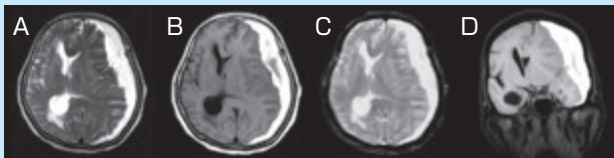
それに対し、当社のWFS法はそれぞれに下記の対策を講じていますので、脂肪抑制法として活用いただけます。

1. 操作の手間を省くため、重ね合わせの計算は装置側で自動的にを行います。
2. 各相の位置ずれが起こらないようにDualEcho計測で同位相と逆位相を同時に計測します。
3. paradoxical suppressionはGE系(T1WI)の水脂肪分離画像で起こる現象ですが、造影時の水脂肪分離としてはSE系(T1WI)を推奨シーケンスとしています。

**5. 脂肪抑制法の使用例(図2～図17)**

**(1) 出血性変化の確認(I) (図2)**

意識レベル低下および嘔吐にて入院。血腫の存在による著明な正中偏位が認められる。WFS(T1 base)水画像において、血腫とその周囲の組織間に高いコントラストが得られている。

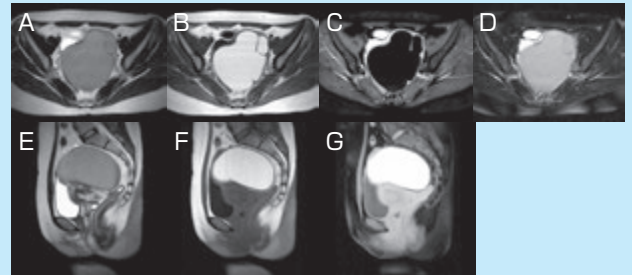


**図2：左硬膜下血腫 APERTO Inspire(V5.1E)**

thickness 7mm FOV220		(撮像時間)	
A : T2強調画像	TRS	TR:4300/TE:120/NSA:2	2:00
B : T1強調画像	TRS	TR:350/TE:15/NSA:2	2:05
C : T2*(out of Phase)画像	TRS	TR:1000/TE:45/NSA:2	6:00
D : WFS(T1 base)水画像	COR	TR:400/TE:27.4/NSA:4	4:48

**(2) 出血性変化の確認(II) (図3)**

起床時および排便時に恥骨付近の痛みを自覚。卵巣の腫大および内部に出血性変化を認める。STIR法では血液成分(血液代謝物)の混じった腫瘍や造影された腫瘍は脂肪とともに抑制されることがあるので注意が必要である。

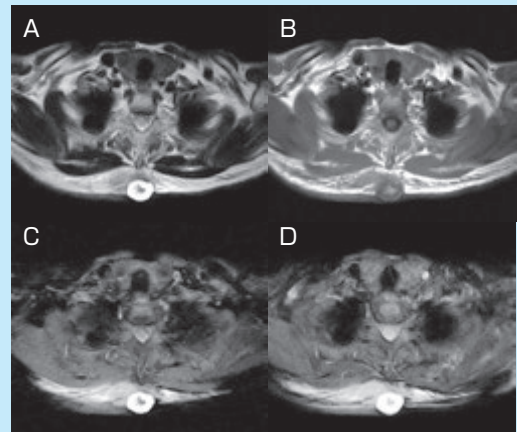


**図3：卵巣出血性嚢胞 APERTO Inspire(V5.1E)**

thickness 10mm FOV260		(撮像時間)	
A : T2強調画像	TRS	TR:3200/TE:102/NSA:1	3:25
B : T1強調画像	TRS	TR:550/TE:22/NSA:3	3:58
C : STIR画像	TRS	TR:3900/TE:15/TI:120/NSA:4	4:10
D : WFS(T2 base)水画像	TRS	TR:3500/TE:108/NSA:2	4:26
E : T2強調画像	SAG	TR:3000/TE:102/NSA:1	3:12
F : T1強調画像	SAG	TR:550/TE:22/NSA:3	3:58
G : WFS(T1 base)水画像	SAG	TR:700/TE:25/NSA:2	4:29

**(3) 脂肪内病変の描出(図4)**

20年前より背部のシコリを自覚。MRIにて皮下の粉瘤を認め、脂肪抑制画像にてその周囲の炎症性変化が明瞭に観察できる。



**図4：背部腫瘍 APERTO Inspire(V5.1E)**

thickness 7mm FOV240		(撮像時間)	
A : T2強調画像	TRS	TR:2700/TE:100/NSA:6	5:24
B : T1強調画像	TRS	TR:500 /TE:13/NSA:6	5:00
C : STIR画像	TRS	TR:3000/TE:20/TI:120/NSA:4	5:36
D : WFS(T2 base)水画像	TRS	TR:2400/TE:72/NSA:2	5:46



(4) 脂肪成分の確認 (図5)

5年前より右上腕部の腫瘤を自覚、最近になり右上肢の痺れを感じるようになり来院。各種脂肪抑制画像にて、正常の脂肪と脂肪腫の信号が抑制されていることが確認できる。

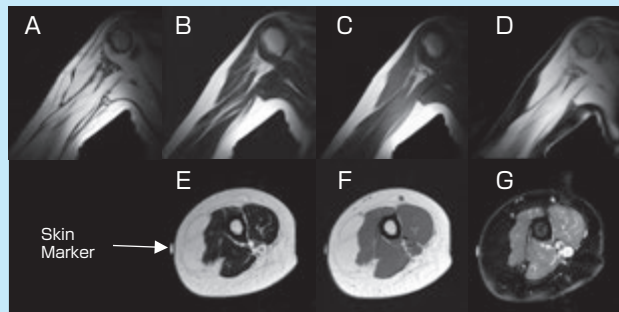


図5：右上腕部腫瘤 APERTO Inspire(V5.1E)

COR thickness 10mm FOV260		
TRS thickness 5mm FOV160		(撮像時間)
A : T2* (out of phase) 画像	COR TR:600/TE:10.5/NSA:2	5:46
B : T2 強調画像	COR TR:3400/TE:126/NSA:6	4:05
C : T1 強調画像	COR TR:620/TE:15/NSA:4	3:58
D : WFS(T1 base)水画像	COR TR:380/TE:25/NSA:4	4:52
E : T2 強調画像	TRS TR:3400/TE:126/NSA:8	4:32
F : T1 強調画像	TRS TR:620/TE:15/NSA:6	4:43
G : WFS(T2 base)水画像	TRS TR:2800/TE:72/NSA:2	4:34

(5) 脂肪に囲まれた臓器の描出 (図6)

脂肪抑制法にて眼窩部の脂肪に囲まれた視神経周囲が描出される。

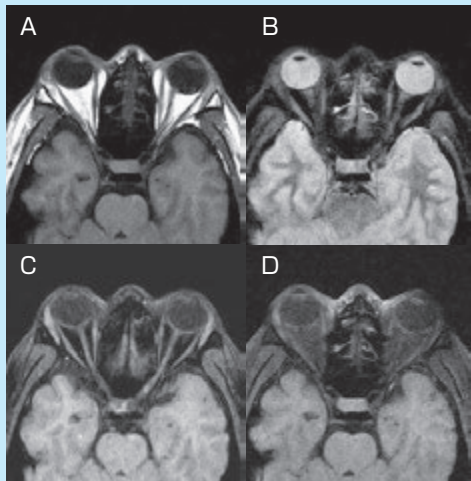


図6：各手法における眼窩部の脂肪抑制画像 APERTO Inspire(V5.1E)

thickness 3mm FOV180		(撮像時間)
A : T1 強調画像	TRS TR:350/TE:25/NSA:4	4:29
B : STIR画像	TRS TR:3200/TE:20/TI:120/NSA:2	5:07
C : WFS(T1 base)水画像	TRS TR:400/TE:27.4/NSA:4	4:48
D : CHES(T1 base)画像	TRS TR:515/TE:13.3/NSA:2	4:36

(6) 造影部位の同定 (I) (図7)

右前頭頭頂葉皮質に全体に造影効果を有する腫瘤を認める。T2強調画像－高信号、T1強調画像－低信号で髄膜腫を考える。WFS(T1 base)水画像およびサブトラクション画像にて、髄膜腫の描出と明瞭なコントラストが得られている。

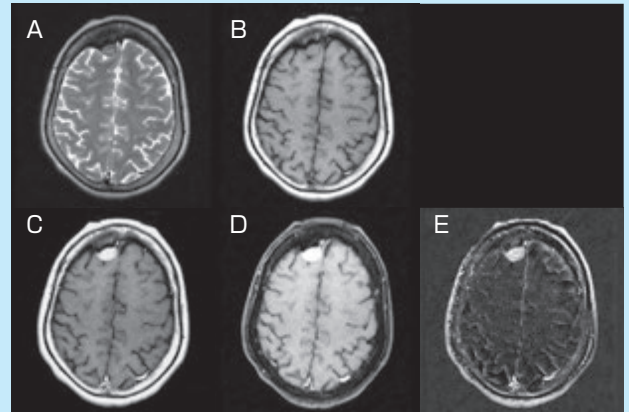


図7：頭頂葉髄膜腫 APERTO Inspire(V5.1E)

thickness 3mm FOV220		(撮像時間)
A : T2 強調画像	TRS TR:3100/TE:100/NSA:4	4:58
B : 造影前T1 強調画像	TRS TR:350/TE:25/NSA:4	4:29
C : 造影後T1 強調画像	TRS 造影前T1 強調画像と同条件	
D : 造影後WFS(T1 base)水画像	TRS TR:400/TE:27.4/NSA:4	4:48
E : サブトラクション	TRS C-B	

(7) 造影部位の同定 (II) (図8)

1ヶ月前より首の痛みがあり、頭部MRIを施行。頭部造影MRIにて左円蓋部硬膜を基部とする境界明瞭な直径5cm弱の均一に造影された腫瘤を認める。WFS(T1 base)水画像およびサブトラクション画像にて、髄膜腫と他の組織間に明瞭なコントラストが得られており、腫瘤内部の様子も観察可能である。

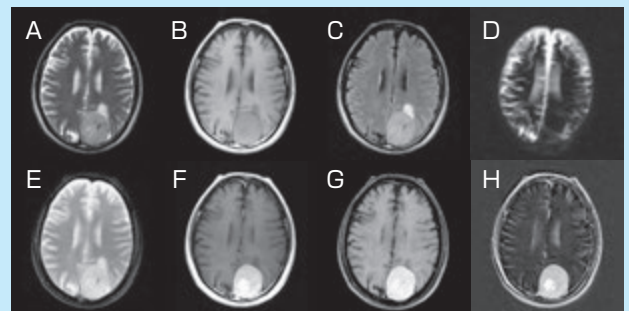


図8：左円蓋部髄膜腫 APERTO Inspire(V5.1E)

thickness 6mm (Hydrographyのみ2mmにて収集) FOV220		(撮像時間)
A : T2 強調画像	TRS TR:5000/TE:100/NSA:2	2:50
B : 造影前T1 強調画像	TRS TR:360/TE:13/NSA:4	3:50
C : FLAIR画像	TRS TR:8500/TE:95/TI:1800/NSA:1	3:16
D : Hydrography (MIP) 画像	TRS TR:5000/TE:975/NSA:2	3:20
E : T2* (out of phase) 画像	TRS TR:1000/TE:45/NSA:2	4:48
F : 造影後T1 強調画像	TRS 造影前T1 強調画像と同条件	
G : 造影後WFS(T1 base)水画像	TRS TR:400/TE:27.4/NSA:4	4:48
H : サブトラクション	TRS F-B	

(8) 造影部位の同定(Ⅲ) (図9)

頻尿に対し内服治療中、夜間頻尿が続くため精査目的にて前立腺造影MRIを施行。WFS(T1 base)水画像およびサブトラクション画像にて、前立腺と他の組織間に明瞭なコントラストが得られている。

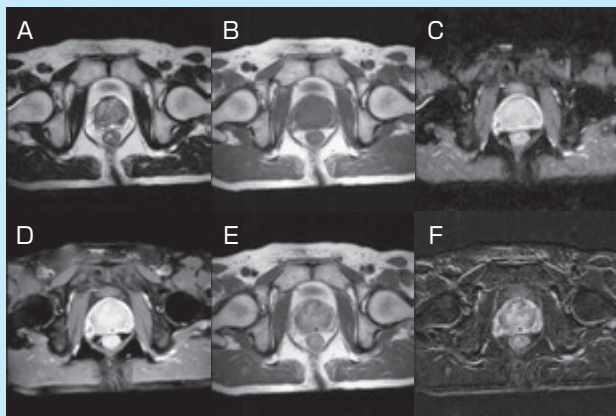


図9：前立腺肥大症 APERTO Inspire(V5.1E)

		thickness 4mm	FOV260	(撮像時間)
A	: T2強調画像	TRS	TR:3500/TE:105/NSA:4	4:40
B	: 造影前T1強調画像	TRS	TR:480/TE:17/NSA:2	5:00
C	: STIR画像	TRS	TR:3900/TE:15/TI:120/NSA:4	5:12
D	: 造影後WFS(T1 base)水画像	TRS	TR:720/TE:23/NSA:3	5:59
E	: 造影後T1強調画像	TRS	造影前T1強調画像と同条件	
F	: サブトラクション	TRS	E-B	

(9) 骨髄病変の描出(図10)

自家用車運転中、静止している乗用車に衝突し前胸部を打撲。STIRおよびWFS(T2 base)水画像にて胸骨体に高信号域を認めた。骨折に伴う骨髄浮腫の所見を考える。

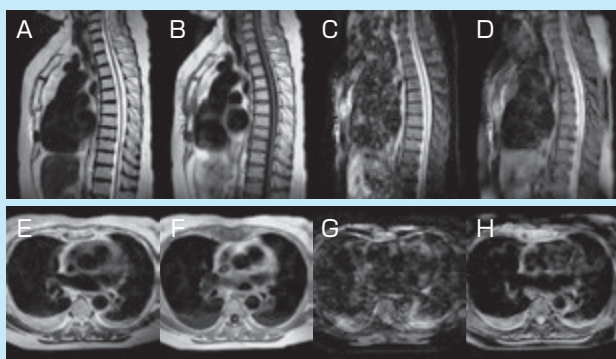


図10：胸骨骨折 APERTO Inspire(V5.1E)

		thickness 5mm	FOV350	(撮像時間)
A	: T2強調画像	SAG	TR:2800/TE:135/NSA:8	4:06
B	: T1強調画像	SAG	TR:460/TE:15/NSA:6	4:25
C	: STIR画像	SAG	TR:4000/TE:20/TI:110/NSA:2	5:04
D	: WFS(T2 base)水画像	SAG	TR:2000/TE:72/NSA:2	5:36
E	: T2強調画像	TRS	TR:2700/TE:100/NSA:6	5:24
F	: T1強調画像	TRS	TR:500/TE:13/NSA:6	5:00
G	: STIR画像	TRS	TR:3000/TE:20/TI:120/NSA:4	5:36
H	: WFS(T2 base)水画像	TRS	TR:2400/TE:72/NSA:2	5:46

(10) アーチファクト(図11)

WFS(T2 base)水画像において、磁場中心から離れた部位に縞模様のアーチファクトを認める。このようなWFS法撮像時のアーチファクトおよび不分離領域の発生については、撮像範囲内における空気や磁性体の存在が考えられる。比較的大きいFOVでの撮像時にはVolume Shimmingを積極的に活用している。他には極力空気が撮像範囲内に入らないよう股間にタオルを入れるなど工夫している。



図11：脂肪抑制(WFS)におけるアーチファクト APERTO Inspire(V5.1E)

		thickness 10mm	FOV320	(撮像時間)
A	: T2強調画像	SAG	TR:3000/TE:102/NSA:1	3:12
B	: T1強調画像	SAG	TR:550/TE:22/NSA:3	3:58
C	: WFS(T2 base)水画像	SAG	TR:3500/TE:108/NSA:2	4:26

(11) 子宮、卵巣部における脂肪抑制(I) (図12)

子宮は前屈で、腫大を認める。壁内に最大径65mm大のT2強調画像-不均一な多発性低信号域を認める。変性を伴った多発性子宮筋腫を考える。明らかな出血性変化は指摘できない。

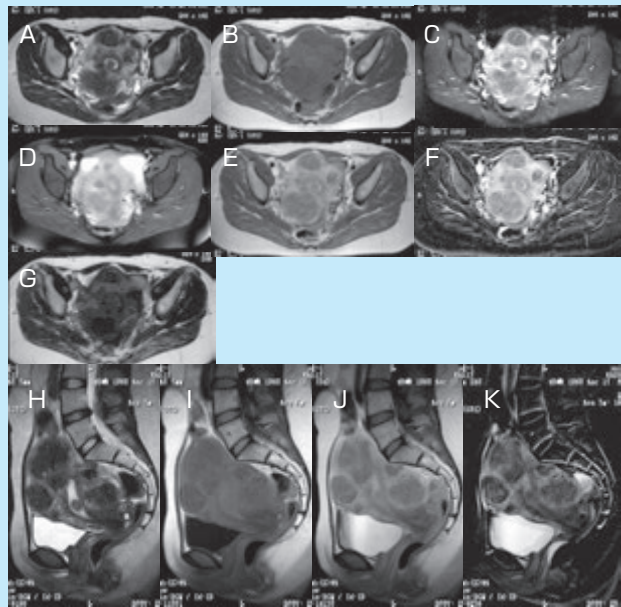


図 12 : 子宮筋腫における脂肪抑制 AIRIS<sup>®2</sup> II

			(thickness)	
A : T2 強調画像	TRS	TR:3600/TE:120	7mm	FOV300mm
B : T1 強調画像	TRS	TR:600/TE:24	7mm	FOV300mm
C : STIR 画像	TRS	TR:3800/TE:20/TI:110	7mm	FOV300mm
D : 造影後 WFS(T1 base) 水画像	TRS	TR:700/TE:25.5	7mm	FOV300mm
E : 造影後 T1 強調画像	TRS	造影前 T1 強調画像と同条件		
F : サブトラクション	TRS	E-B	7mm	
G : 造影後 WFS(T1 base) 脂肪画像	TRS	TR:600/TE:24	7mm	FOV300mm
H : T2 強調画像	SAG	TR:3600/TE:120	7mm	FOV280mm
I : T1 強調画像	SAG	TR:600/TE:24	7mm	FOV280mm
J : 造影後 T1 強調画像	SAG	造影前 T1 強調画像と同条件		
K : サブトラクション	SAG	J-I		

(12) 子宮、卵巣部における脂肪抑制(II) (図13)

右卵巣は大きさ25mm大で壁肥厚と壁部の淡い染まりを認める。悪性腫瘍の鑑別が必要である。左卵巣に大きさ50×41mm大の嚢胞性腫瘤を認める。明らかな造影効果は認められない。充実性部位は認められない。

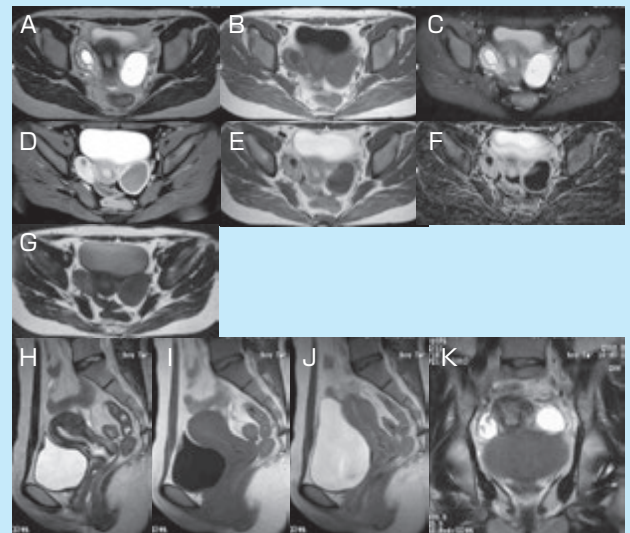


図 13 : 卵巣嚢腫 AIRIS II

			(thickness)	
A : T2 強調画像	TRS	TR:3600/TE:120	7mm	FOV300mm
B : T1 強調画像	TRS	TR:600/TE:24	7mm	FOV300mm
C : STIR 画像	TRS	TR:3800/TE:20/TI:110	7mm	FOV300mm
D : 造影後 T1 強調画像	TRS	造影前 T1 強調画像と同条件		
E : 造影後 WFS(T1 base) 水画像	TRS	TR:700/TE:25.5	7mm	FOV300mm
F : サブトラクション	TRS	E-B		
G : 造影後 WFS(T1 base) 脂肪画像	TRS	TR:700/TE:25.5	7mm	FOV300mm
H : T2 強調画像	SAG	TR:3600/TE:120	7mm	FOV280mm
I : T1 強調画像	SAG	TR:600/TE:24	7mm	FOV280mm
J : 造影後 T1 強調画像	SAG	造影前 T1 強調画像と同条件		
K : 造影後 T2 強調画像	COR	TR:3600/TE:120	6mm	FOV280mm

(13) 水画像と脂肪画像の WW/WL の違い (図14)

図13の E : 造影後 WFS(T1 base)水画像と G : 造影後 WFS(T1 base)脂肪画像について WW/WL を変えて表示した画像である。

A、Bは絞った WW/WL の設定、C、Dは広げた WW/WL の画像である。WW/WL の値は A(17317/11020)、B(22025/11012)、C(22409/8697)、D(30724/9574)である。

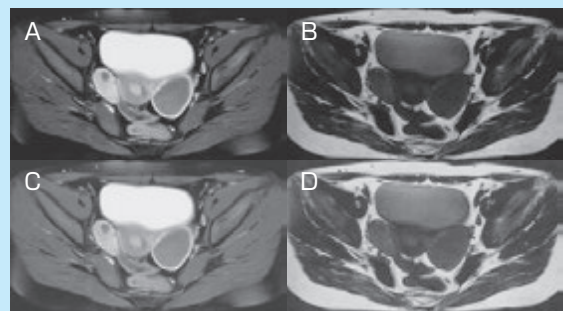


図 14 : 水画像と脂肪画像の WW/WL の違い



WW/WLの設定により水画像であっても皮下脂肪が十分抑制されない画像となる(C)。

WW/WLの適切な設定が大切であり、技師の見る目が必要となる。

(アプリコメント)

バックグラウンド(背景)のノイズを目立たなくするために、特殊なフィルター処理を行い、バックグラウンドを黒くする手法がありますが、当社ではありのままの信号をWW/WLに応じて表示しています。画像の表示を不自然にしないことが基本的なポリシーです。

例えば、MR画像の中に動きや血流のアーチファクト様のものが存在する場合、それを調べるためWW/WLを変え位相方向のバックグラウンドを確認することにより、その存在が動きや血流のアーチファクトであると断定することができます。

(14) 子宮、卵巣部における脂肪抑制(Ⅲ)(図15)

子宮体部壁内に大きさ最大径28mm大のT1強調画像&T2強調画像-低信号域を認める。多発性子宮筋腫を考える。子宮後方右42mm大、左30mm大のT1強調画像-高信号、T2強調画像-低信号で一部淡い高信号領域を認める。T1 baseの水画像で高信号領域を示している。STIRと水画像では高信号を示している。出血性変化が疑われる。ダグラス窩には中等量の腹水が認められる。

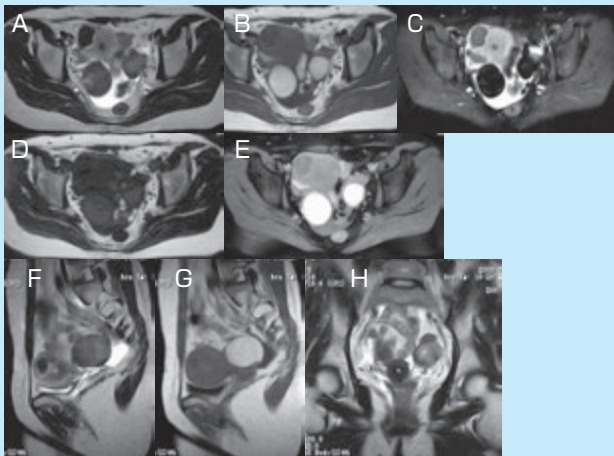


図15：子宮筋腫 AIRIS II

			(thickness)
A : T2強調画像	TRS	TR:3600/TE:120	7mm FOV300mm
B : T1強調画像	TRS	TR:600/TE:24	7mm FOV300mm
C : STIR画像	TRS	TR:3800/TE:20/TI:110	7mm FOV300mm
D : WFS(T1 base)脂肪画像	TRS	TR:700/TE:25.5	7mm FOV300mm
E : WFS(T1 base)水画像	TRS	TR:700/TE:25.5	7mm FOV300mm
F : T2強調画像	SAG	TR:3600/TE:120	7mm FOV280mm
G : T1強調画像	SAG	TR:600/TE:24	7mm FOV280mm
H : T2強調画像	COR	TR:3600/TE:120	7mm FOV280mm

(15) その他の脂肪抑制応用例(I)(図16)

甲状腺右葉に腫大と気管への圧排を認める。右葉内に大きさ26×37×72mm大の造影効果を有する領域を認める。不整な隔壁を有している。甲状腺左葉は切除されている。

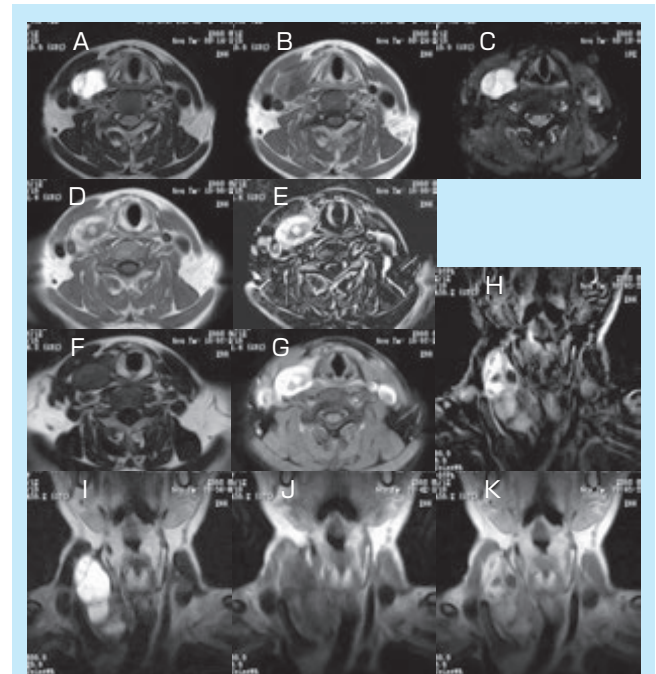


図16：右甲状腺腫瘍 AIRIS II

			(thickness)
A : T2強調画像	TRS	TR:3000/TE:120	7mm FOV220mm
B : T1強調画像	TRS	TR:600/TE:20	7mm FOV220mm
C : STIR画像	TRS	TR:3000/TE:30/TI:120	7mm FOV220mm
D : 造影後 T1 強調画像	TRS	造影前 T1 強調画像と同条件	
E : サブトラクション	TRS	D-B	
F : 造影後 WFS(T1 base)水画像	TRS	TR:400/TE:21.4	7mm FOV220mm
G : 造影後 WFS(T1 base)脂肪画像	TRS	TR:400/TE:21.4	7mm FOV220mm
H : サブトラクション	TRS	K-J	
I : T2強調画像	COR	TR:3000/TE:120	6mm FOV220mm
J : T1強調画像	COR	TR:600/TE:20	6mm FOV220mm
K : 造影後 T1 強調画像	COR	造影前 T1 強調画像と同条件	

## (16)その他の脂肪抑制応用例(Ⅱ) (図17)

第4腰椎にT2強調画像－等信号、T1強調画像－高信号、STIR－低信号を認める。また、脂肪画像では高信号を示しており、信号の組み合わせから腰椎の脂肪沈着と考える。

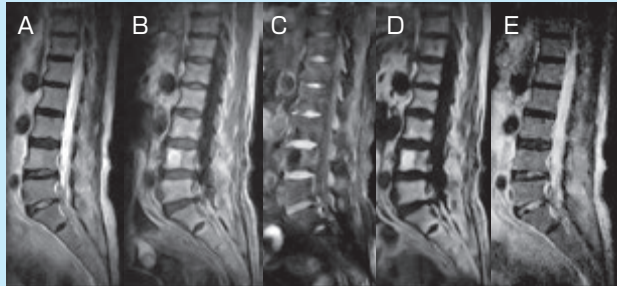


図17：腰椎脂肪沈着 AIRIS II comfort

		(thickness)
A：T2強調画像	TR:3000/TE:25/NSA:4	5mm FOV 300mm
B：T1強調画像	TR:300/TE:25/NSA:2	5mm FOV 300mm
C：WFS(T1 base)水画像	TR:430/TE:27/NSA:4	5mm FOV 300mm
D：WFS(T1 base)脂肪画像	TR:430/TE:27/NSA:4	5mm FOV 300mm
E：STIR画像	TR:3000/TE:100/TI:180/NSA:4	5mm FOV 300mm

## 6. まとめ

今回は機能的シーケンスである脂肪抑制について取り上げた。脂肪と出血の鑑別や脂肪内腫瘍の造影(Gd製剤)にはT1 baseの脂肪抑制法(CHESS、WFS)が有用である。そして、造影においてはサブトラクション法も有効である。サブトラクション画像は造影T1強調画像から単純T1強調画像を差し引いた画像であり、造影した部位のみが原則として高信号に描出される。同被検体、同レベルの断面で、T1強調画像の脂肪信号を消してしまうという考えからすれば、広義の脂肪抑制法と考えることができよう。

CHESS法では同様のT1値を持った組織の鑑別が可能である。またSTIR法と違い抑制される脂肪以外の信号には影響も及ぼさない。CHESS法の欠点は、低磁場装置における分解能の問題がある。すなわち周波数選択法を用いるため磁場均一性の影響が大きく、実際に運用していく上ではFOVに制限がある。また全飽和パルスを照射するのに時間がかかり撮像時間の延長をきたすこと、RFパルスの照射時間が延長し発熱の原因となりうることなどが挙げられる。

WFS法はCHESS法と比較して磁場の均一度の影響を受けにくく、STIR法のようにSNRの低下や組織コントラストへの影響がない。またIn PhaseとOut of Phase画像の同時撮像が可能であり、脂肪画像を脂肪計測に利用できるなどの利点がある。しかし、演算に時間がかかるため脂肪抑制を併用したダイナミックスキャンやその直後に造影後脂肪抑制T1強調画像を得たいときに、直ちにスキャンできないこともある。また、撮像範囲内の磁性体や空気は不分離領域を生じる原因となるため、撮像する部位によっては極力空気を含まないようタオルを

入れるなどの工夫が必要となる。

STIR法の利点はCHESS法で挙げたような加熱効果は伴わないこと、また磁場の不均一性に左右されにくいので、FOVや撮像部位の制限も少なく汎用性が高い。欠点は、同じT1値を持った組織は脂肪と同様抑制されること、また長いTRを設定するために撮像時間の延長をきたすことやSNRの低下などがある。ただし、骨盤と骨髄の観察には適している。

以上各手法における特徴や注意点などを述べてきたが、日常の検査時にはこれらを踏まえた上でおおいに脂肪抑制画像を活用して欲しい。そして、脂肪信号のかかわる異常所見を有したときには、2種類以上の脂肪抑制法を用いて撮像を行い、画像情報の信頼性を高めることが必要と考える。

かかりつけ医におけるOpen MRIの脂肪抑制をテーマに撮像へのアドバイスや信号の組み合わせについて述べてきた。水脂肪分離法の水画像が造影時においても有用である。脂肪抑制法の1つとして活用してもらいたい。

かかりつけ医における臨床の場で、Open MRIによる脂肪抑制法も大変有用であることも再認識していただきたい。実際に脂肪抑制法を使用してみてください。

## 謝辞

多大な協力をいただいた彩のクリニック(所沢市)、岡村記念クリニック(日高市)、吉川病院(所沢市)の諸先生方、診療放射線技師の方々に深謝します。

※1 APERTO、※2 AIRISは株式会社日立メディコの登録商標です。

## 参考文献

- 1) 松嶋民夫, MRI脂肪抑制シーケンスの基本, 第10回川越所沢画像懇話会.
- 2) レイ H. ハシユミ, ほか(訳: 荒木力): 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-, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2004.
- 3) 高原太郎: MRI自由自在, メジカルビュー社, 1999.
- 4) 荒木力: 決定版MRI完全解説, 秀潤社, 2008.