

## HASTEとRARE

高橋俊行  
中澤靖夫

### ① HASTE : Half fourier Acquisition Single shot Turbo spin Echo の略

(各社での類似した撮像法 : SSFSE(GE), FASE(東芝), SSTSE(Philips))

### ② RARE : Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement の略

1秒程度で撮像する高速T2強調画像  
T2値が長い物質(自由水など)を高速に描出する

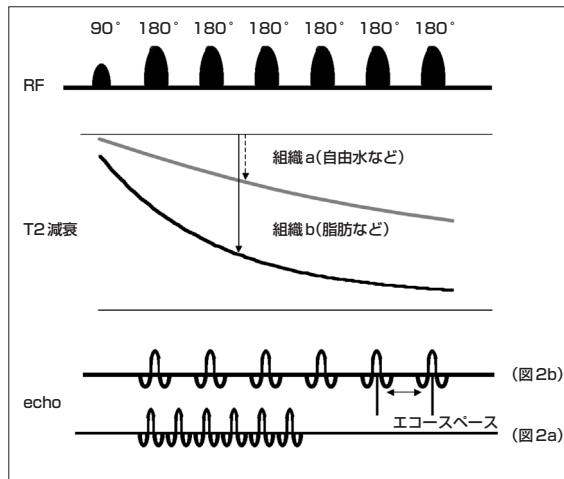
### ●原理

FSE系のシーケンスで1枚の画像に必要なすべてのエコー信号を1回の励起後180° RFパルスを連続印加しエコー収集する single shotのT2強調画像である。画像のボケ(blurring)やmagnetization transfer効果により結合水からの信号は低下し、相対的に自由水の信号が上昇する。本法ではエコーを収集しているあいだにT2緩和が進んで行く。このため、最初に収集したエコーと最後のほうで収集したエコーでは信号強度に差が出てしまい、画像上ボケとなって描出される。T2値が長い組織(図1の組織a, 自由水など)では信号の減衰が少ないため目立たないが、図2のようにT2値が短い組織(図1の組織b, 脂肪など)では信号の減衰が大きいのでblurが目立つ。影響を少なくするにはT2減衰がなるべく少ない間に収集すればよい。つまり各エコーとエコーとの間を短く(エコースペースを短く)収集したほうがボケの影響は少なくなる。エコースペースを調整する方法はメーカーによって異なるが、数値を入力、バンド幅の設定、ダミーパルス\*1を使用することにより可能である。

#### \*1 ダミーパルス

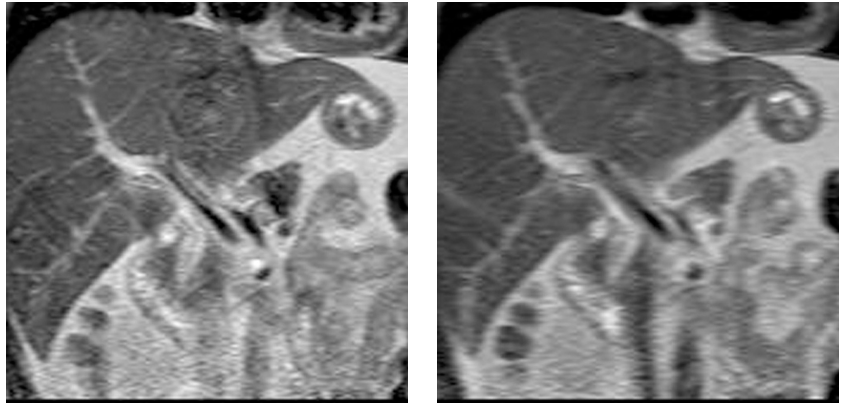
Philips(社)の方法である。例えばエコー数(turbofactor)5ならTE<sub>eff</sub>までのエコーは3個だが、ダミーパルスを2個入れると3+2=5個となる。おおむねTE<sub>eff</sub>を5で割った数がエコースペースになる。

図1 echo trainとblurの大きさの関係



組織のT2値の差は、TEが長くなればなるほど大きな信号差になる。エコースペースを短く収集すると信号差が少なく画像が収集できる。

図2 HASTE画像

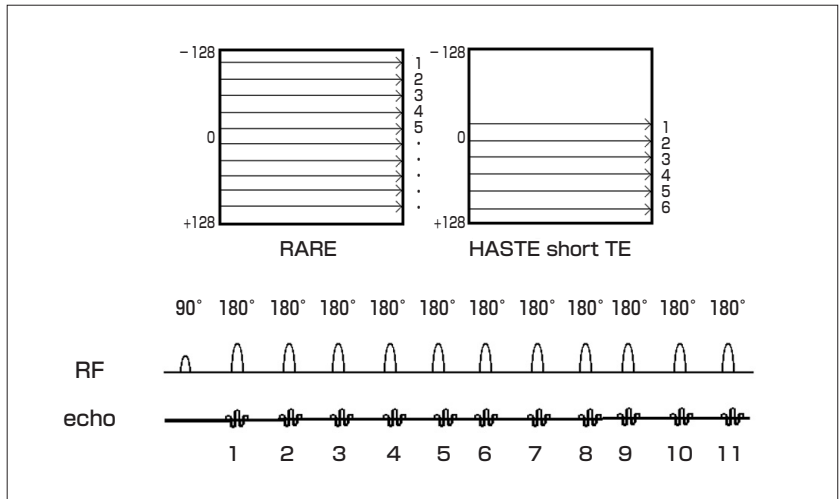


a TE 80msec, echo space 5msec      b TE 80msec, echo space 7msec

T2の長い液体の辺縁は鮮明に写るが、T2の短い肝臓などの辺縁にはblurが認められる。echo spaceは短く設定したほうがその影響は少ない。

● k空間上のエコーの埋め方の違いと実効TE

図3 HASTEとRAREのk空間の充填方法



HASTE法は画像再構成にハーフフーリエ法を使用している。これはデータが0エンコードを境に点対象であるという特徴を利用したものである。この方法は、6割程度のエコーを充填し残りのエコーは類推して埋めることにより、画像を作成する方法である。また、k空間の中心付近(0エンコード付近)で画像コントラストが決まるため、データを埋める順番を変更すればTE(実効TE: effective TE)の変更が可能であり、画像コントラストを変えることができる。RARE法はk空間上すべてのエコーを埋めるため、実効TEを短くするのは困難で、一般にlong TEの画像が得られる。

## ● 設定スライス厚と実効スライス厚

図4 スカウト画像(撮影範囲を表示)

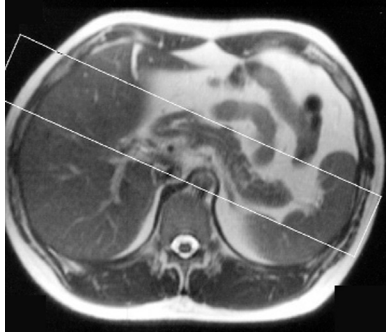
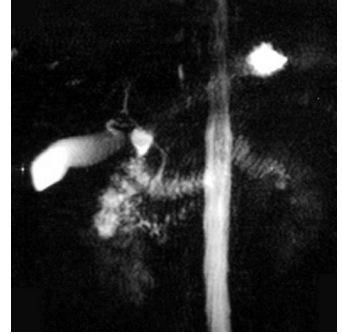



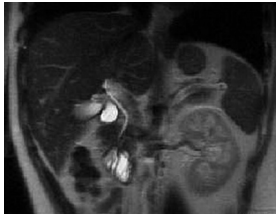
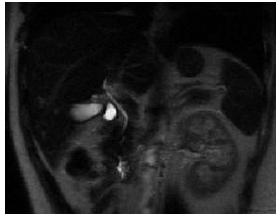

図5 MRCP(RARE法)



実際に得られるスライス厚は設定スライス厚より厚い。これはRARE法で目立つ。スカウト画像より脊髓腔は撮像範囲に含まれていないにもかかわらず、RARE法では描出されている(図4, 5)。これはRARE法では1回の180°パルスの照射時間がHASTE法に比べ短いことや、厚いスライス(thick slice)で使用することが多く、スライス傾斜磁場が緩くかかることなどにより、スライスプロファイルが悪くなるためである。

## ● TEの選択による画像コントラストの変化と使用法

表1 RARE法とHASTE法の画像コントラスト比較

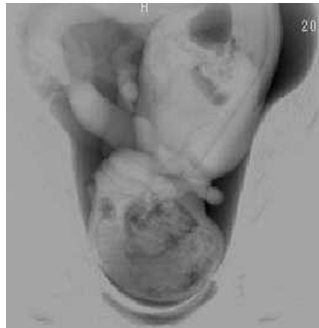
RARE法	HASTE法	
<ul style="list-style-type: none"> <li>長い実効TE (1000msec程度)</li> <li>長いTEのため脂肪は抑制されている</li> <li>厚いスライスとして全体像を把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>短めの実効TE(30~150 msec)</li> <li>中程度のT2強調画像</li> <li>脂肪抑制せずに薄いスライスで局所を観察</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>長い実効TE(300~1500 msec程度)</li> <li>強いT2強調画像</li> <li>長いTEのため脂肪は抑制されている</li> <li>厚いスライスとして全体像を把握</li> </ul>	
 <p>RARE法 (TE 1100msec)</p>	 <p>HASTE法(TE 60msec)</p>	 <p>HASTE法(TE 180msec)</p>
	 <p>HASTE法(TE 900msec)</p>	

## 臨床応用

### ● 胎児

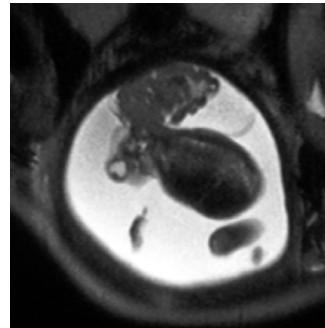
胎児のMRI撮像においては、胎動をFreezeできるHASTE法が用いられることが多い。また、RARE法にて厚いスライス (thick slice) で撮像を行い、反転表示をしてMR amniotographyとして用いられる。これは胎児の全体像を把握するのに優れている。

図6 MR amniotography



胎児の臍帯が頸部に巻き付いているようすが確認できる。

図7 MR amniotography



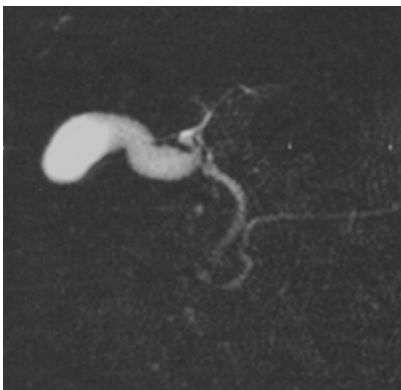
胎児の脳実質のほとんどが頭蓋外へ逸脱し、嚢状の突出に入り込んでいる。脳瘤の診断が得られた。

- 1) 高原太郎, 吉川達生, 佐伯光明ほか: MRI用経口消化管陰性造影剤としての高濃度フェリセルツに関する研究. 日医放会誌, 55(6):425-426, 1995.
- 2) 高原太郎, 佐伯光明, 野坂俊介ほか: 陰性造影剤としての高濃度フェリセルツを用いたMR cholangiographyの画質改善. 日医放会誌, 55(9):697-699, 1995.
- 3) 高橋光幸, 高原太郎, 徳田正道ほか: MRI用経口「両性」消化管造影剤としてのフェリセルツを用いた dual-contrast MRCPの基礎的検討. 日磁医誌, 17(6):377-381, 1997.
- 4) 高原太郎, 栗原泰之, 高橋光幸ほか: 陰性および「両性」造影剤としてのフェリセルツ経口投与のMRCPにおける有用性. 日本臨床, 56(11):125-129, 1998.

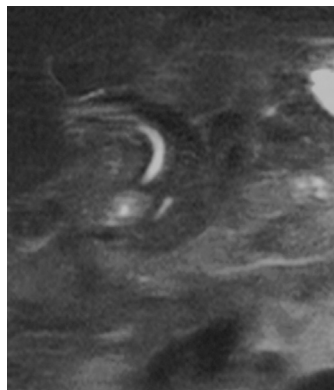
### ● MRCP と造影剤

HASTE法の実効TEを変化させることと、造影剤濃度を上手に利用することにより、造影剤を dual contrastとして使用することが可能である。クエン酸鉄アンモニウム製剤は初期のMRCPでは高濃度(12倍)で陰性造影剤として使用された<sup>1, 2)</sup>が、中等度濃度(1.5~3.0)で使用し、短い実効TEで撮像することにより陽性造影剤としても用いることができるようになった<sup>3, 4)</sup>。

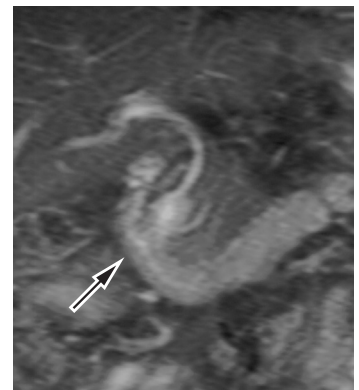
図8 MRCPにおけるTEの長さで造影剤の信号強度



a RARE法(TE 1100msec)



b HASTE法(TE 180msec)



c HASTE法(TE 60msec)

RARE法およびHASTE法(TE 180 msec)では乳頭部付近に嚢胞性病変が疑われるが、HASTE法(TE 60 msec)では十二指腸が陽性造影され、この病変に連続することがわかり、傍乳頭憩室(→)と判断できる。