New! 今からでも大丈夫 STIR法

社会医療法人財団　石心会川崎幸病院　放射線科
中　孝文

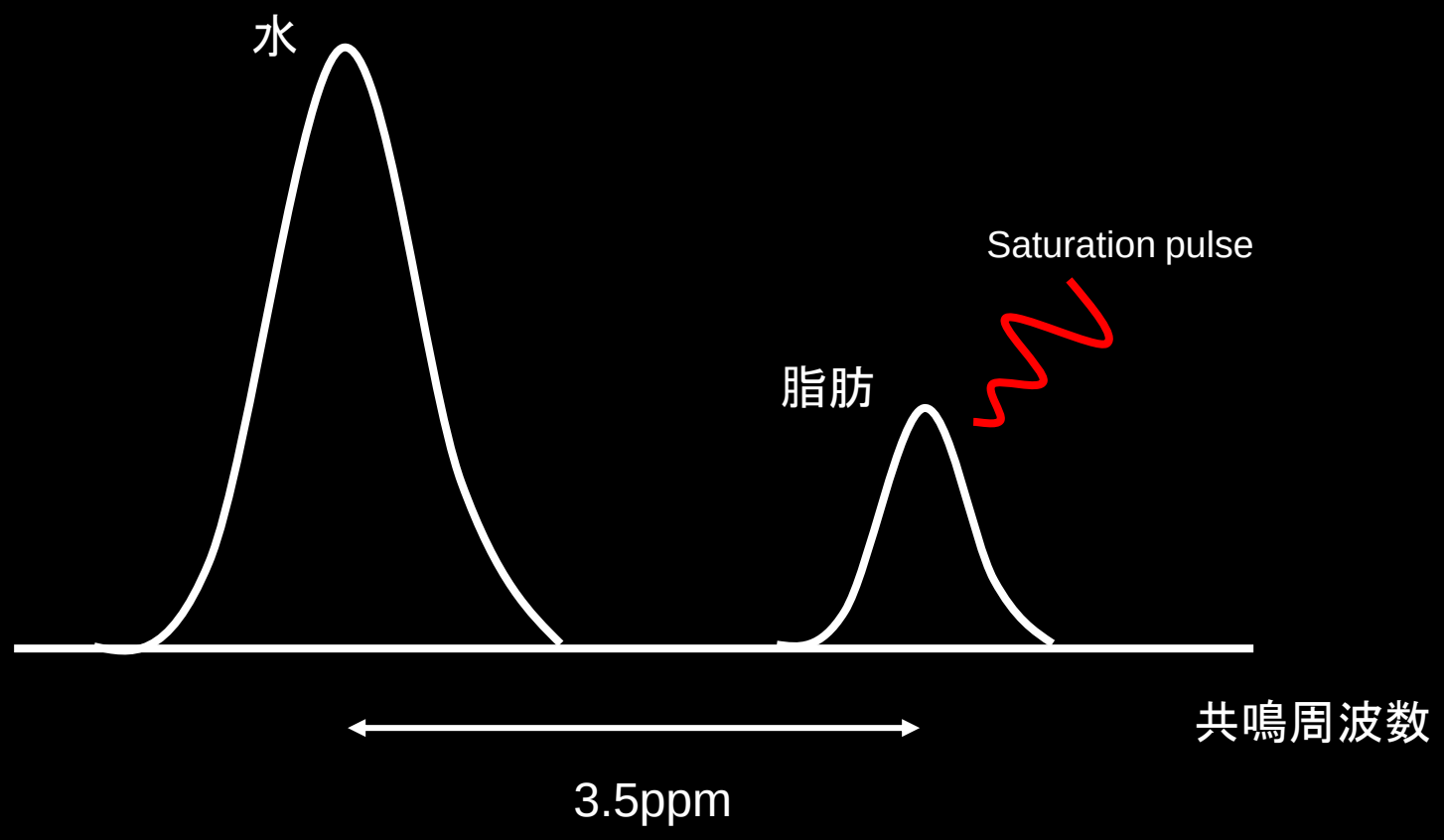
COI開示

演題発表に関連し、発表者らに開示すべきCOI関係にある企業などはありません。

脂肪抑制法の分類

- 周波数選択的脂肪抑制法
  例）Chess法, Spec IR法, SPAIR法
- 非周波数選択的脂肪抑制法
  例）STIR法
- 水/脂肪信号相殺法
  例）DIXON法（2-point, 3-point）,
- 水選択励起法
  例）Water Excitation法, SSRF法

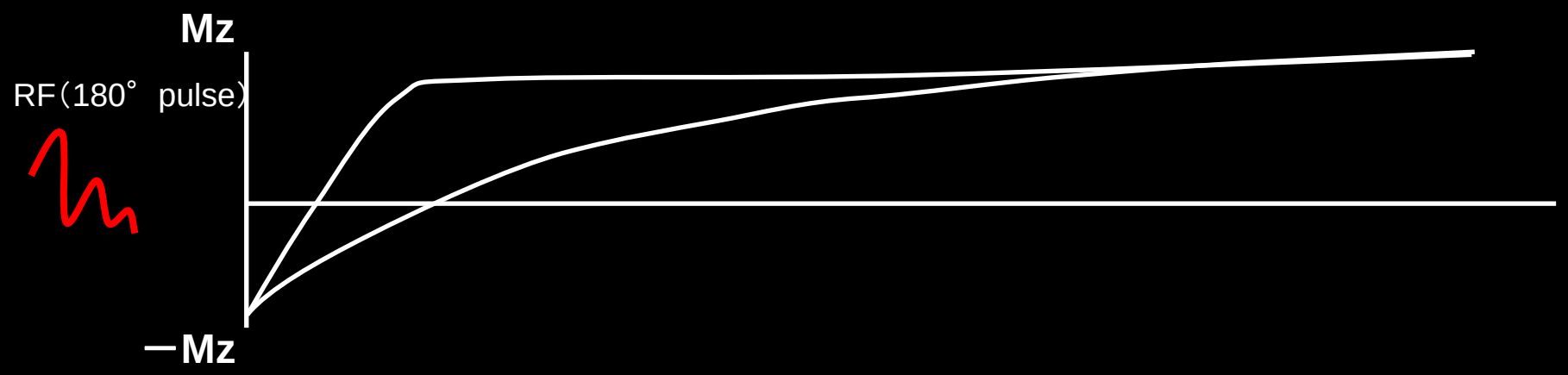
周波数選択的脂肪抑制法



IR法

- ✓Inversion Recovery法の略称
- ✓pre saturation pulseとして180°pulseを印加することにより組織の磁化を負とする
- ✓目的とする組織に対する適切な反転時間※(TI)を設定することで, **特定の組織の信号を抑制**することができる

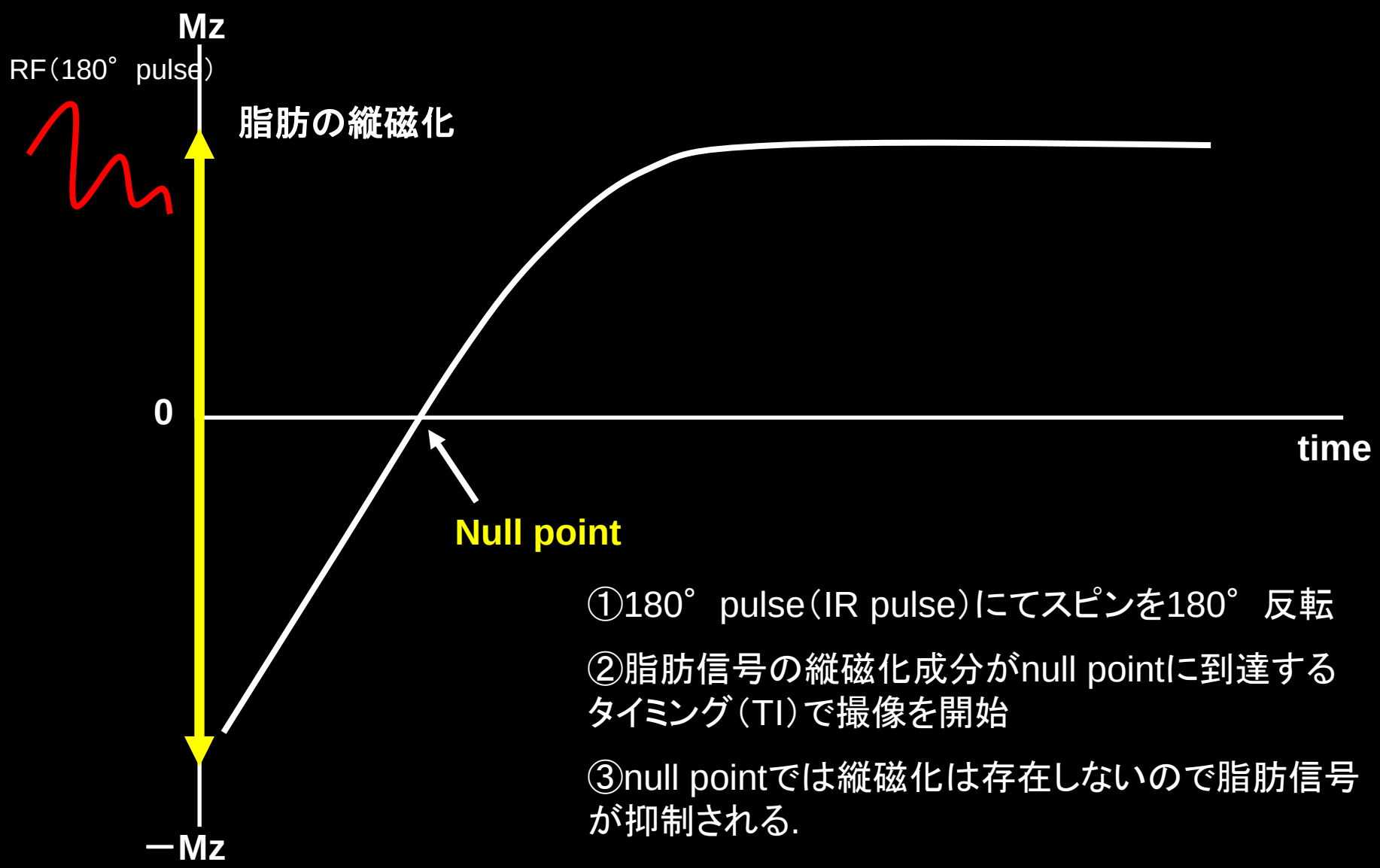
※反転時間:180°pulseから励起pulseまでの時間



STIR法

- ✓Short Tau Inversion Recoveryの略.
- ✓反転回復法（IR法）の一種であり, 短い反転時間（TI）を用いている.
- ✓水と脂肪の緩和時間（T_1）の差を利用している.
  ⇒非周波数選択的脂肪抑制法
- ✓ 脂肪信号抑制を目的とした適切な反転時間（TI）を設定する必要がある

STIR法の原理



①180°pulse（IR pulse）にてスピンを180°反転

②脂肪信号の縦磁化成分がnull pointに到達するタイミング（TI）で撮像を開始

③null pointでは縦磁化は存在しないので脂肪信号が抑制される.

最適なTIの求め方

TI_{null}=0.693×組織のT_1値

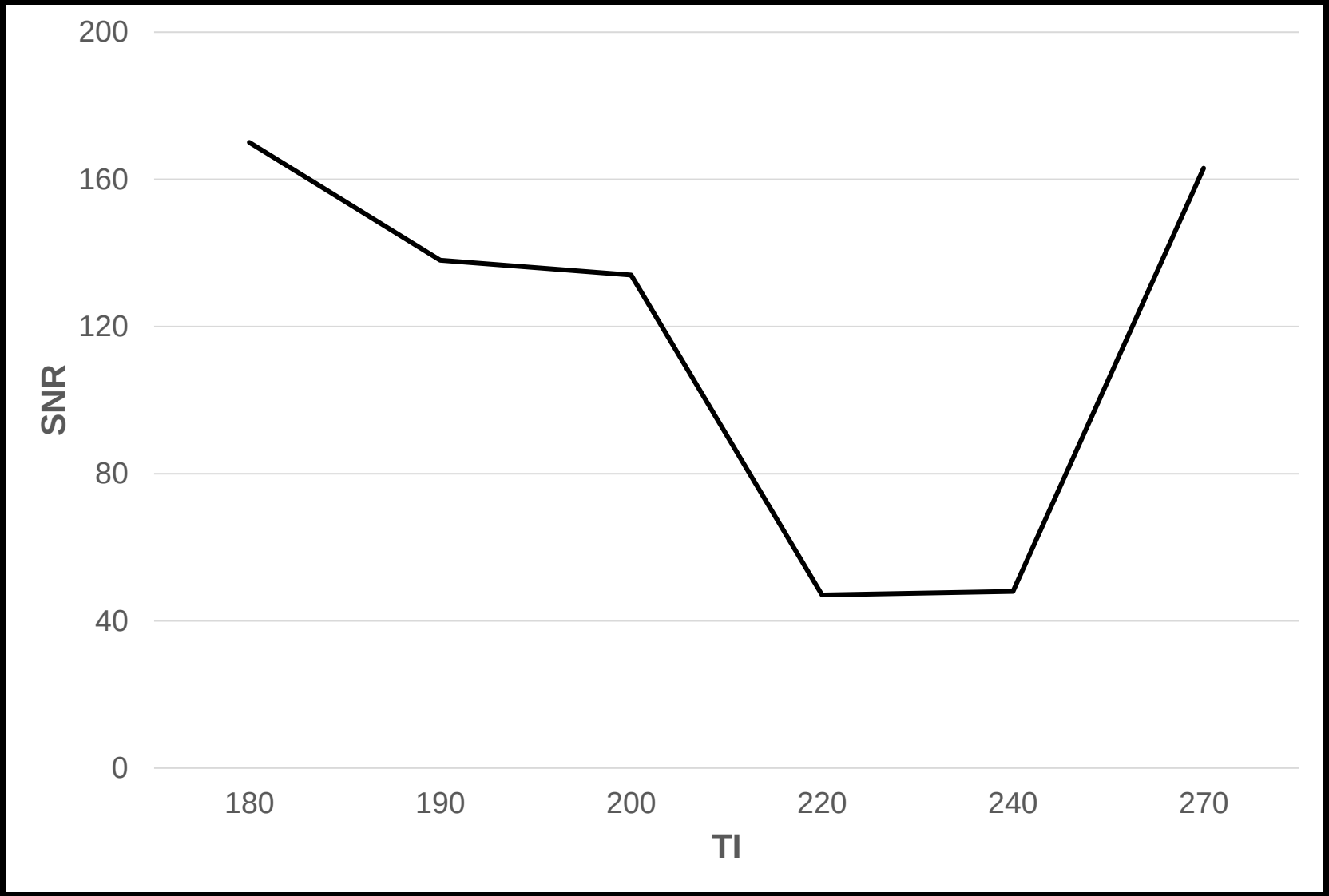
✓1.5Tでの脂肪のT_1値は約250ms程度

TI_{null} =0.693×250≒170ms

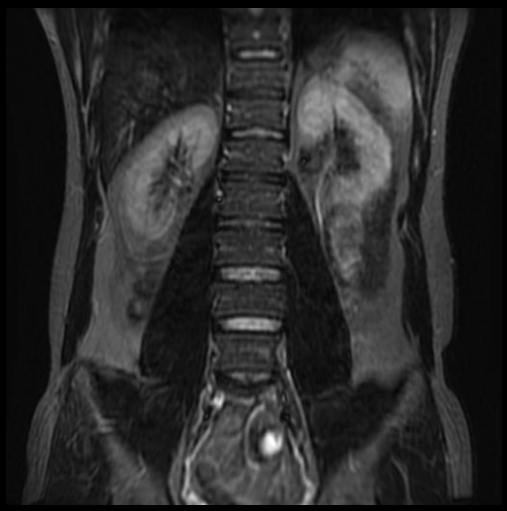
✓3.0Tでの脂肪のT_1値は約340ms程度

TI_{null} =0.693×250≒235ms

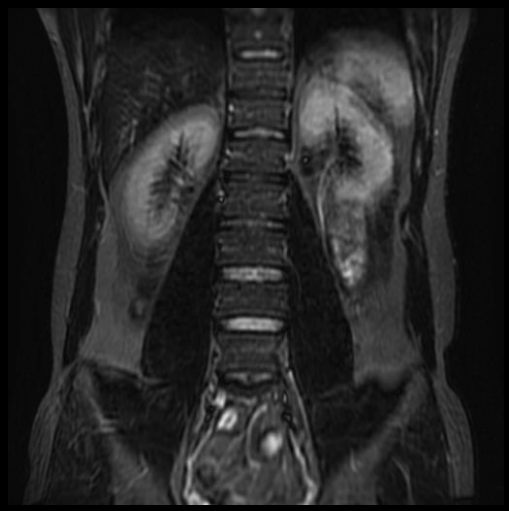
TI変化に伴う脂肪のSNRの変動（3.0T）



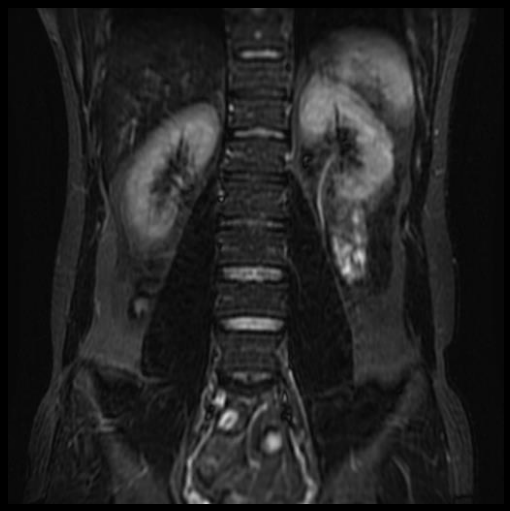
TI変化に伴う脂肪抑制の変化（3.0T）



180ms

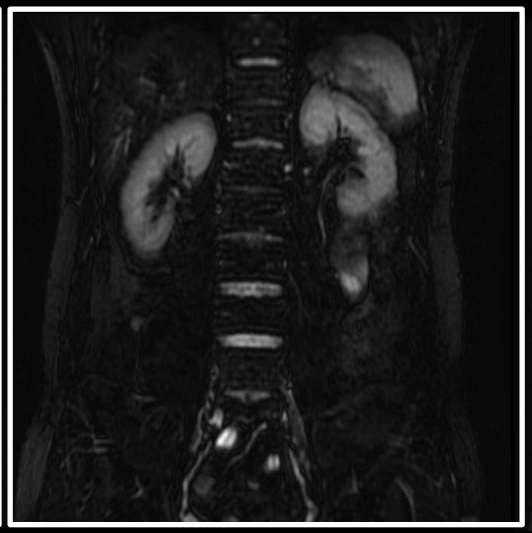


190ms



200ms

220ms



240ms

270ms

IR pulseにおけるT_1の影響

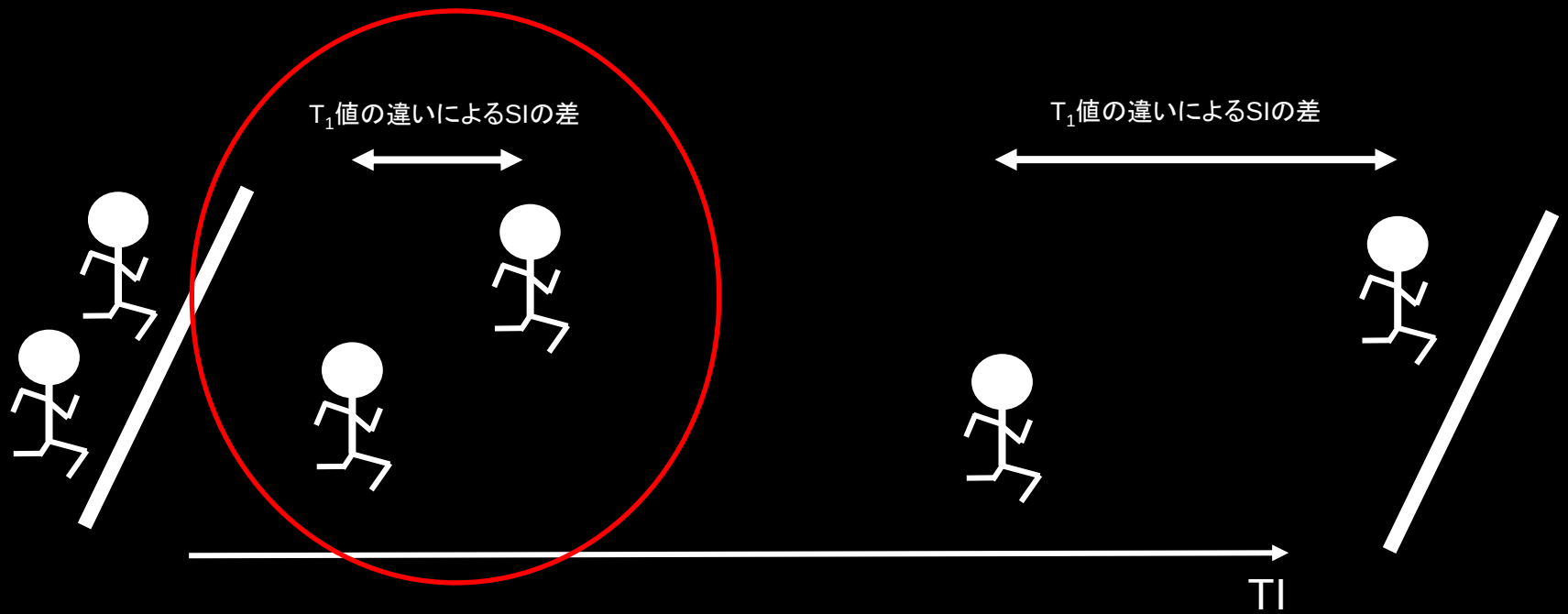
IR pulse（180°pulse）は縦磁化の回復,
すなわちT_1値の違いの影響がコントラストに
大きく影響するために, T_1強調がより強くなる

↓

STIRはT_1強調画像？

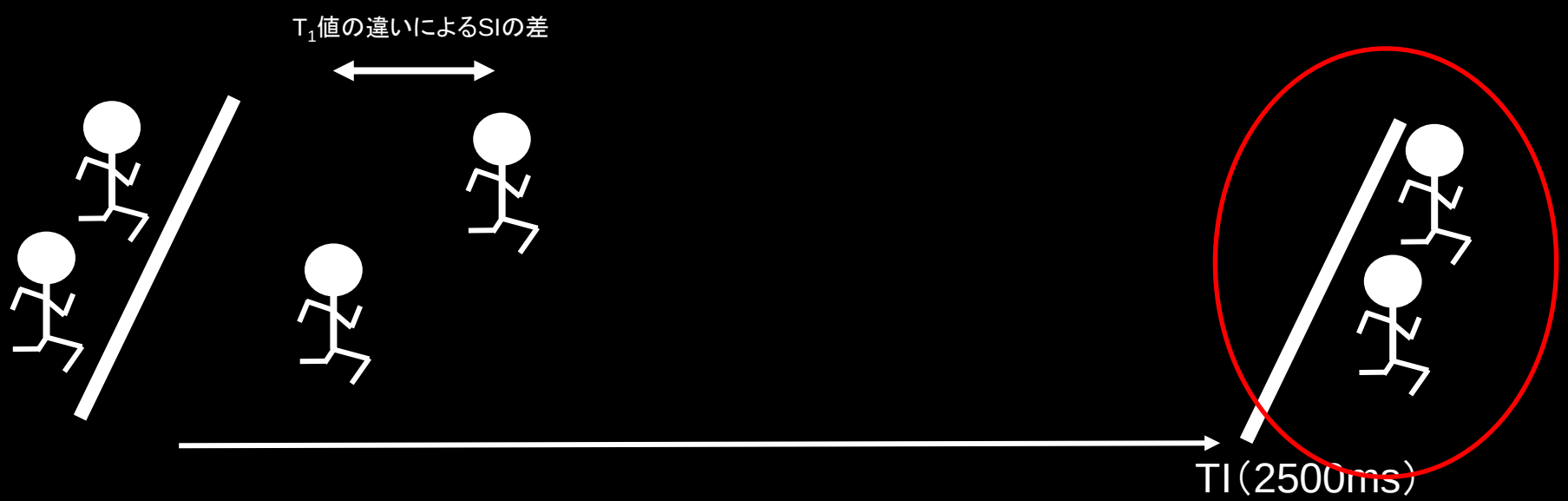
STIRにおけるT_1の影響

1.5TのTIは170ms, 3.0Tでは235ms程度と非常に短いため, T_1値の違いの影響は大きくない.



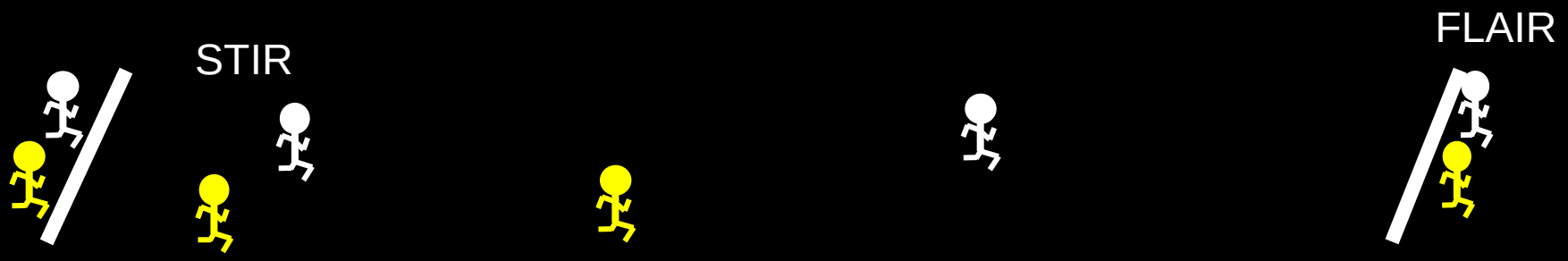
FLAIRにおけるT_1の影響

1.5TのTIは2500ms程度と非常に長く, これだけ TIを長くするとほとんどの組織の縦磁化は完全に回復しているためT_1値の違いの影響は大きくない.

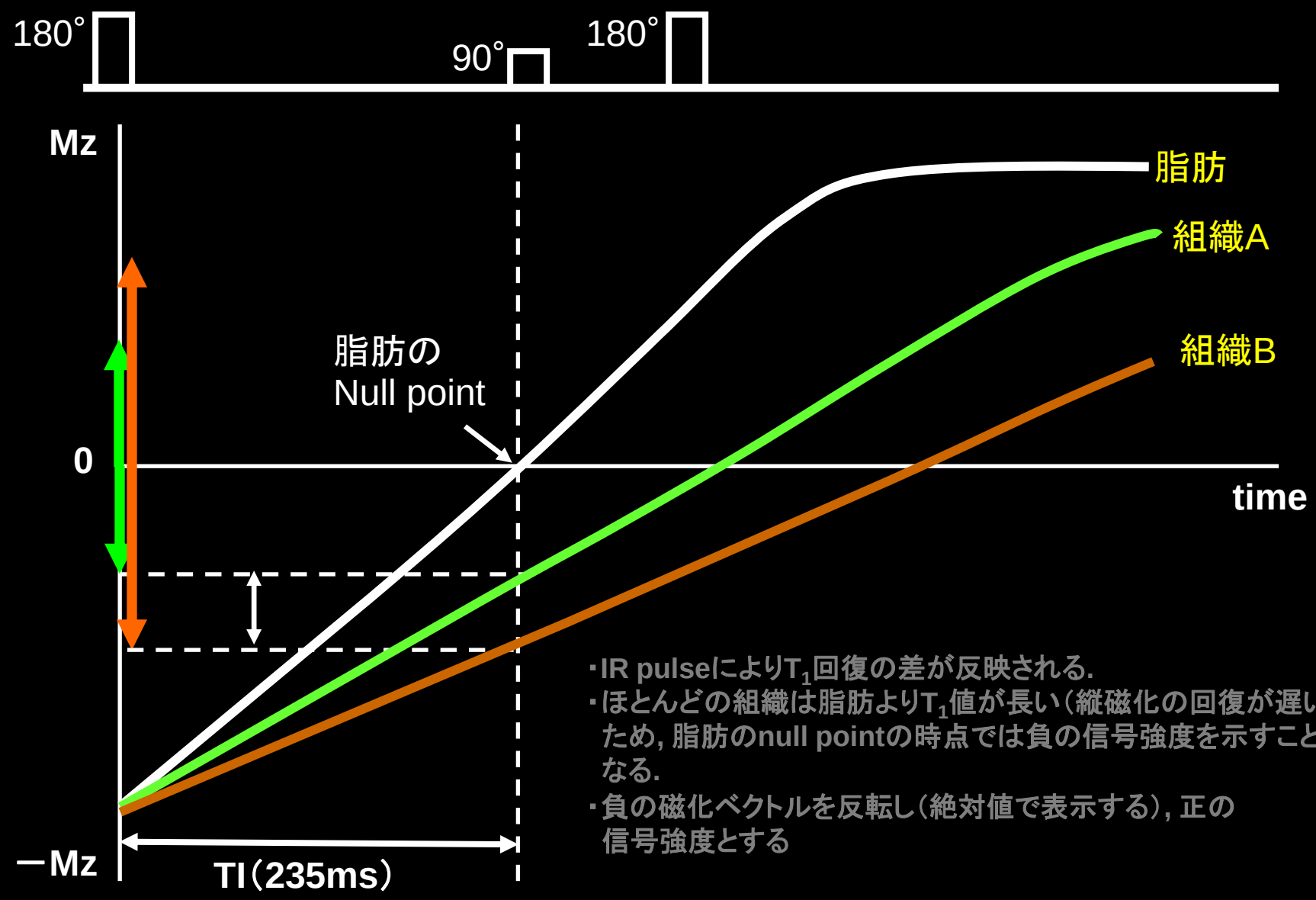


IR pulseにおけるT_1の影響

- ✓一般的に500～1500ms程度のTIを設定することにより, T_1強調画像が得られる.
- ✓IR pulseはT_1とT_2が信号強度に対して相乗的に働いている.
- ✓STIRではT_1の影響が小さいため, 相対的にT_2の影響が大きくなり, 脂肪抑制併用T_2強調画像に似た画像となる.

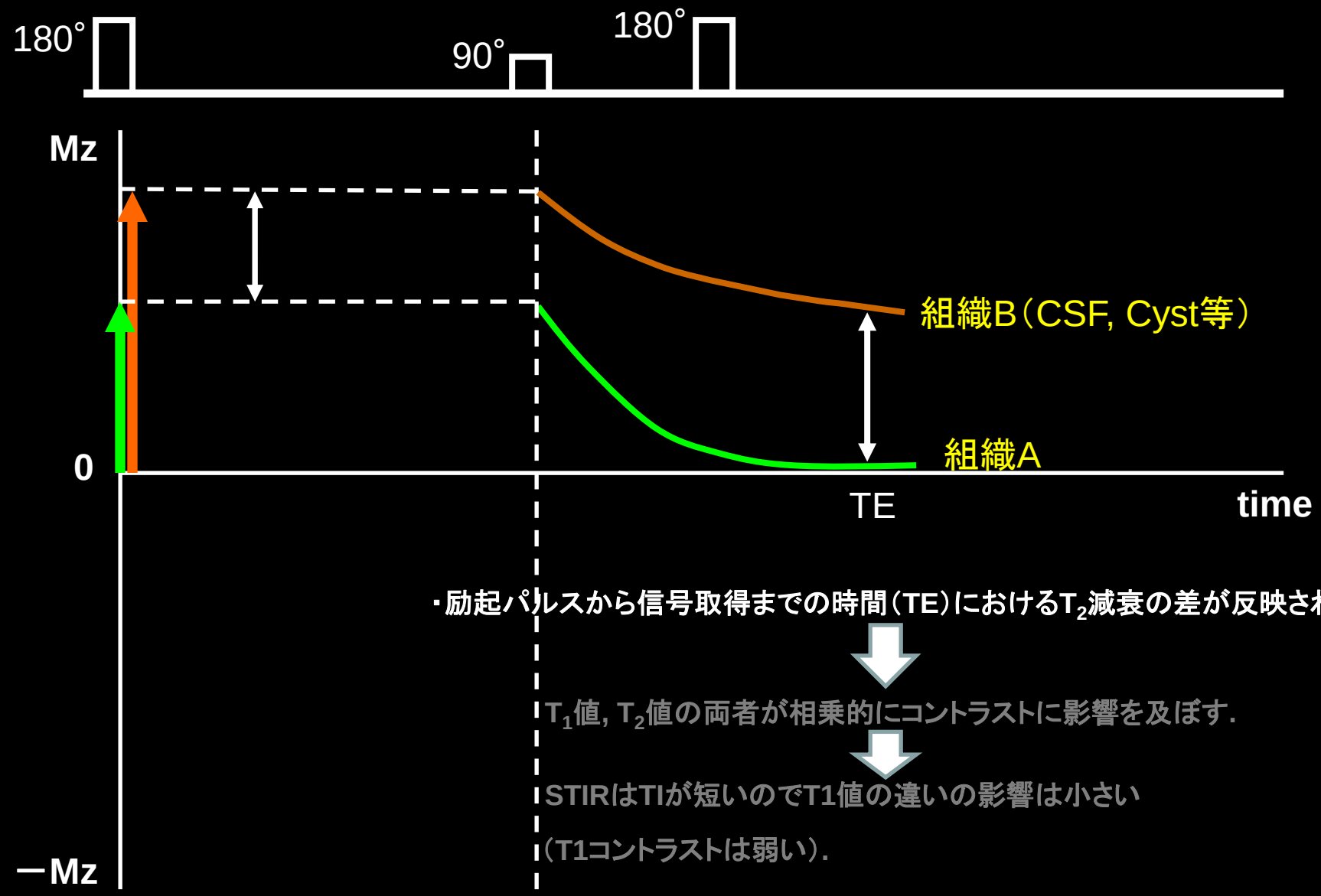


STIRにおける磁化の挙動



- IR pulseによりT_1回復の差が反映される.
- ほとんどの組織は脂肪よりT_1値が長い（縦磁化の回復が遅い）ため, 脂肪のnull pointの時点では負の信号強度を示すことになる.
- 負の磁化ベクトルを反転し（絶対値で表示する）, 正の信号強度とする

STIRにおける磁化の挙動



・励起パルスから信号取得までの時間（TE）におけるT_2減衰の差が反映される.

T_1値, T_2値の両者が相乗的にコントラストに影響を及ぼす.

STIRはTIが短いのでT1値の違いの影響は小さい

（T1コントラストは弱い）.

STIRのコントラスト

（短いTIによってT_1コントラストを抑制した）

脂肪抑制併用T_2強調画像

特徴

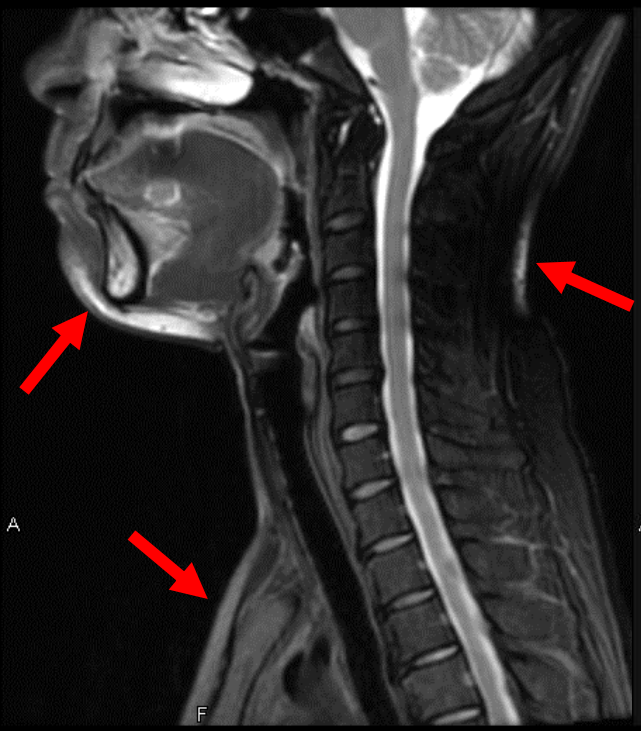
- ➢IRを用いることで T_1値, T_2値が相乗的にコントラストに影響する.
- ➢T_1コントラストはT_2コントラストと比べ小さい.
- ➢適切なTIを設定することで, 脂肪を抑制する.
- ➢水成分（CSF, Cyst 等）が高信号.

  ⇒脂肪抑制併用T2WIとなる.

磁場（B_0）不均一の影響を受けにくい

磁場の不均一性は局所の周波数の増減をもたらすため,周波数選択的脂肪抑制法では抑制ムラを生じやすいに対し, STIRは縦磁化回復速度の差を利用した脂肪抑制法のため, 磁場の不均一による抑制ムラはなく安定した脂肪抑制画像を得ることが可能である.

磁場（B_0）不均一の影響を受けにくい

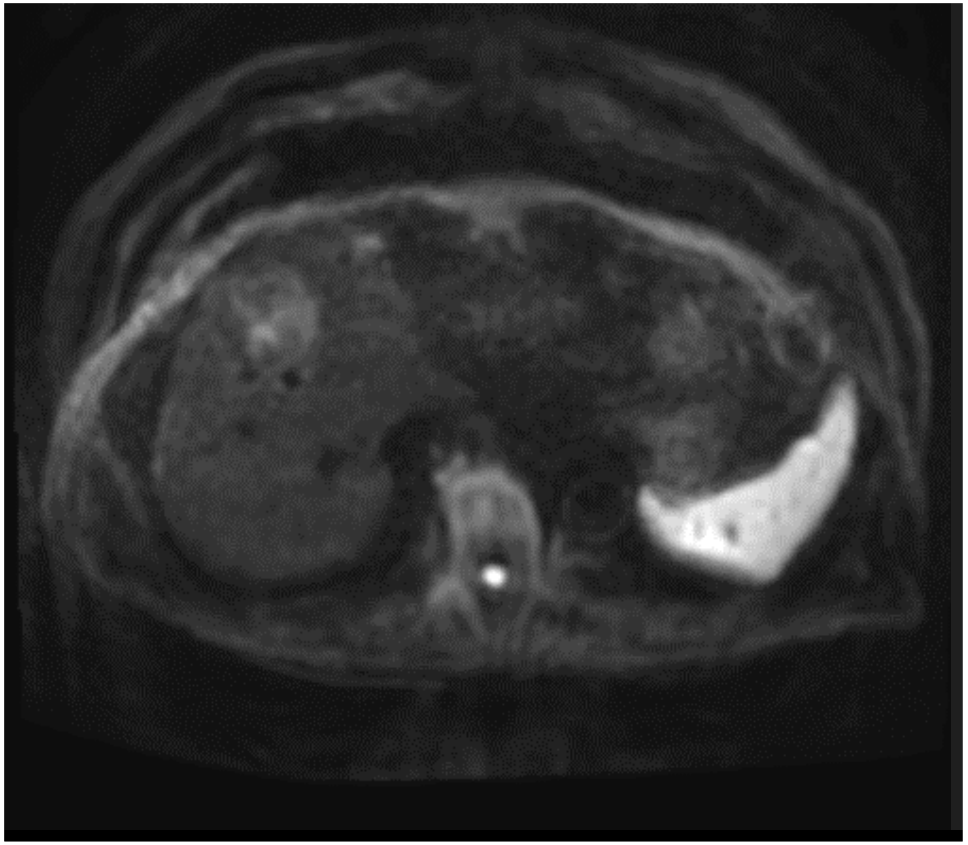


Chess

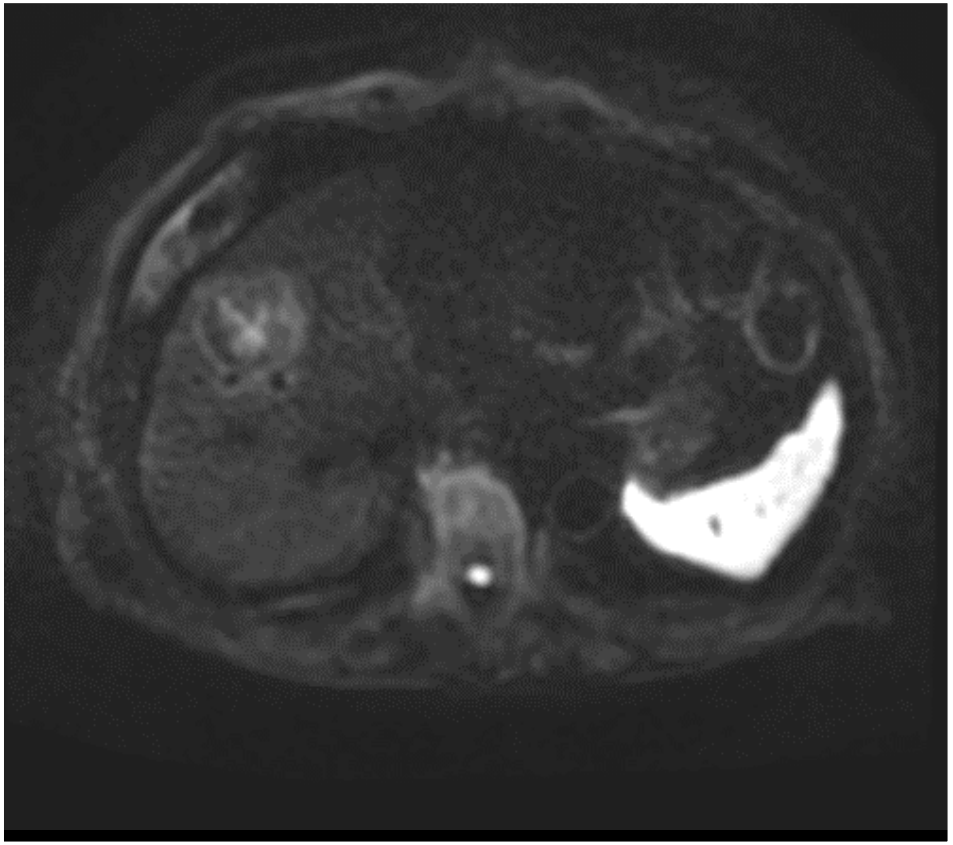
STIR

3-point DIXON

磁場（B_0）不均一の影響を受けにくい



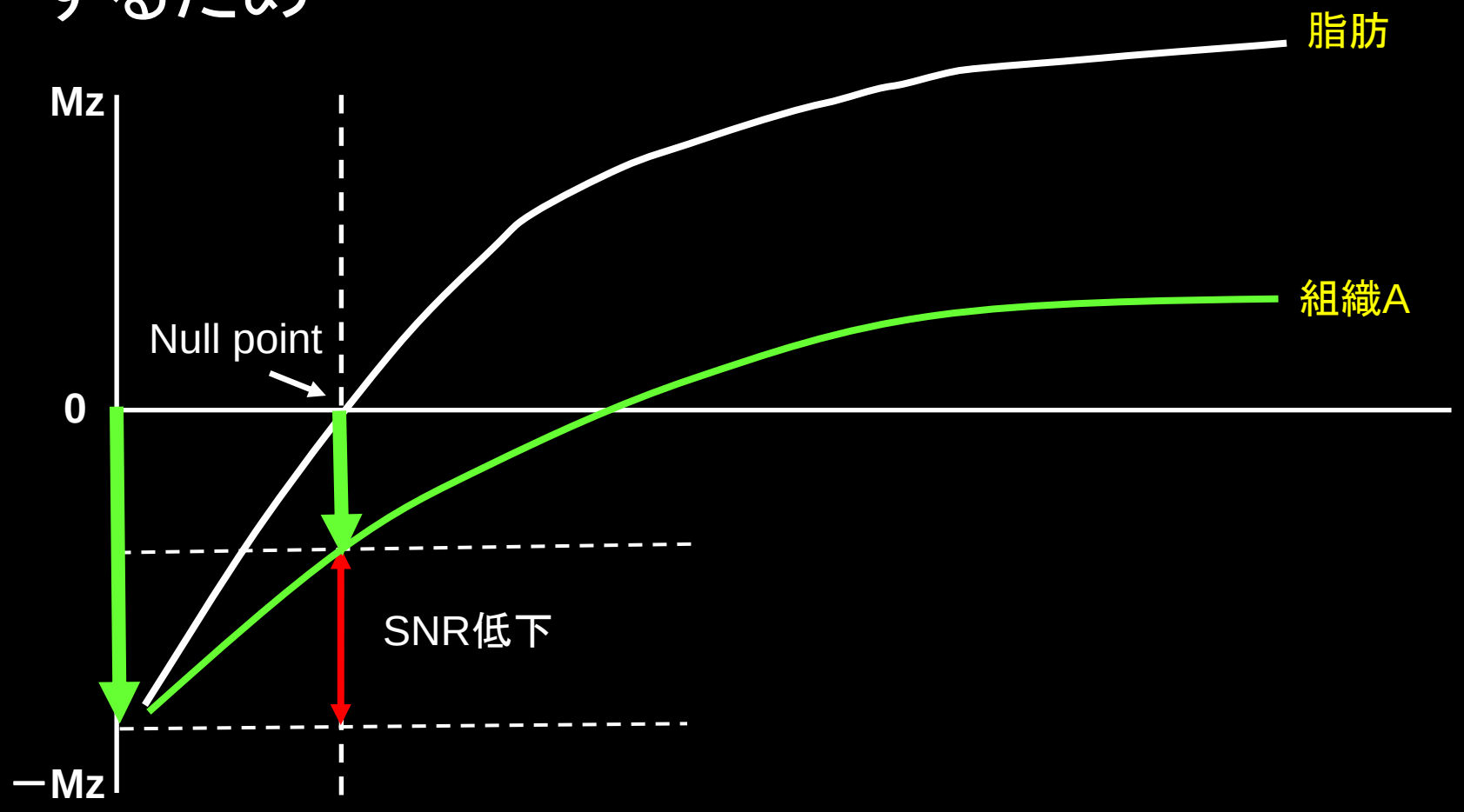
Chess



STIR

低いSNR

IR pulse印加後, TI時間の間に縦磁化が減少するため



SNRを向上させるには

		デメリット
FOV	増加	分解能低下
Slice	増加	分解能低下
NEX	増加	撮像時間延長
Matrix	低下	分解能低下
PI	低下	撮像時間延長
TE	短縮	コントラスト低下

TE変化に伴う Contrastの変動

TE=30ms

TE=60ms

TE=90ms

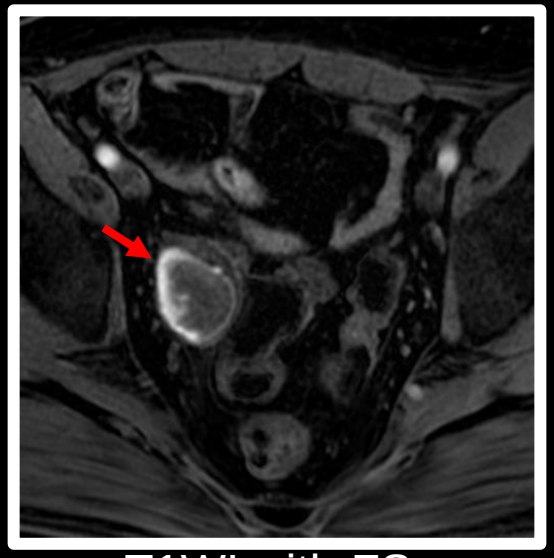
TE=120ms

脂肪と同程度のT_1値を持つ組織の信号も抑制される

脂肪と同程度のT_1値を持つ組織はSTIRにより信号抑制されてしまう.

すなわち, STIRでは信号が抑制されても脂肪であるとは限らない.

T1WI



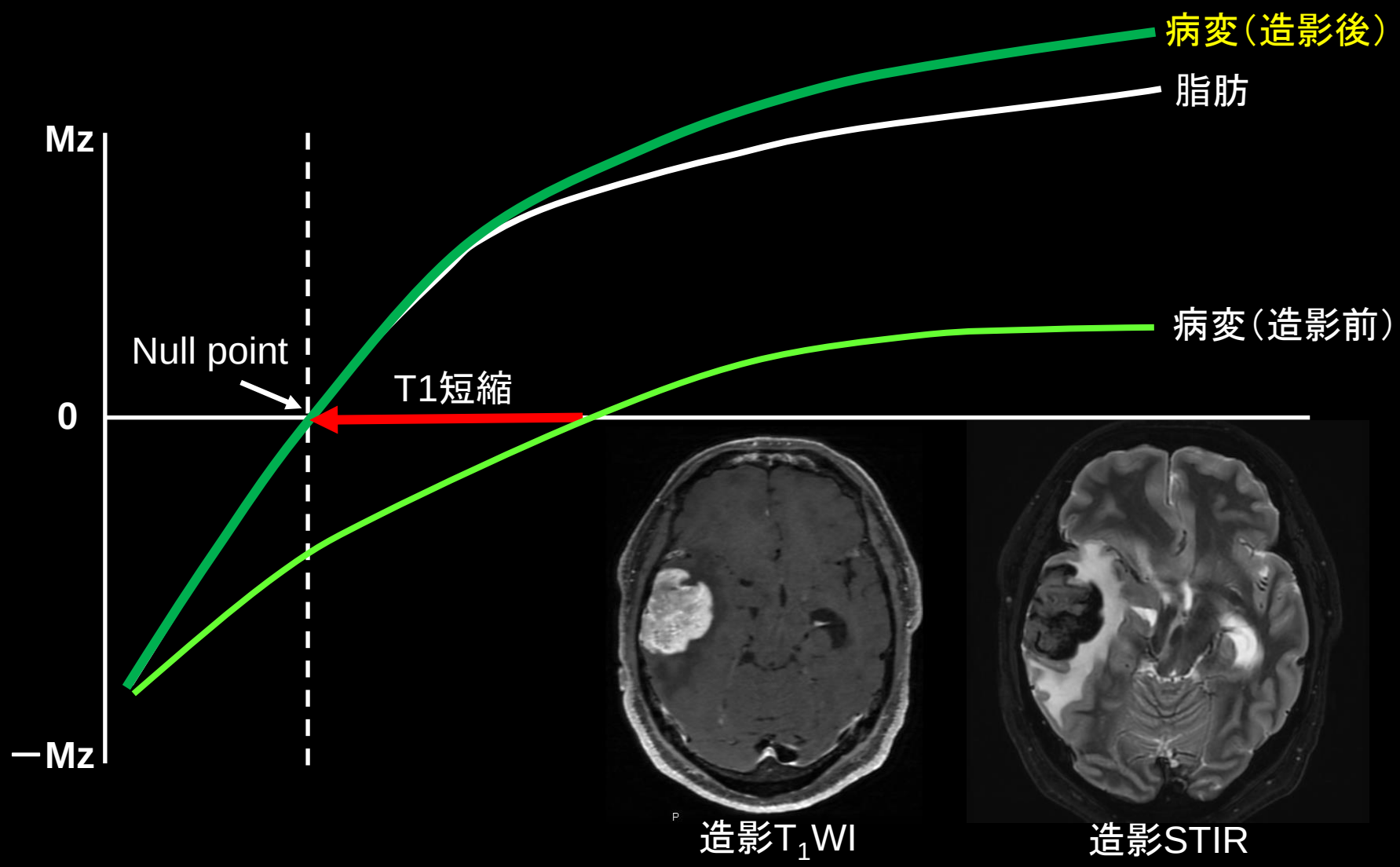
T1WI with FS

STIR

造影後のSTIR

- 腫瘍や炎症などの病変が造影効果によりT_1値が短縮することで, 本来であれば高信号を示すはずが信号抑制されることで誤診を招く可能性がある.
- そもそも, TIが短くT_1回復の影響が小さいため, 造影後の撮像には不適切である.

造影後のSTIR



造影後のSTIR

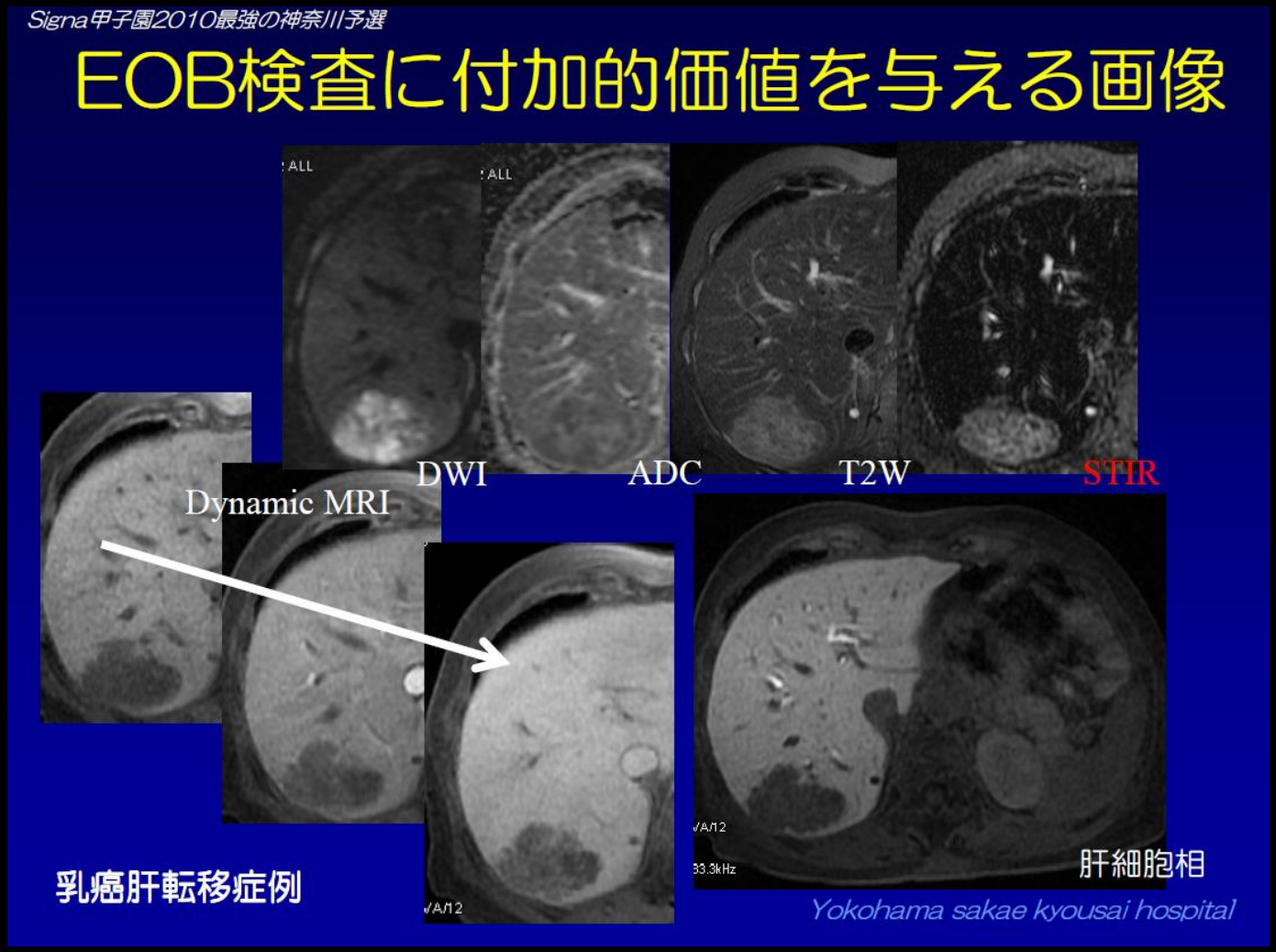
- 腫瘍や炎症などの病変が造影効果によりT_1値が短縮することで, 本来であれば高信号を示すはずが信号抑制されることで誤診を招く可能性がある.
- そもそも, TIが短くT_1回復の影響が小さいため, 造影後の撮像には不適切である.

各脂肪抑制法の特徴・比較

	均一な脂肪抑制	磁場不均一	SNR	撮像時間	造影後の使用
STIR	◎	◎	△	△	×
Chess	△	△	◎	○	○
Dixon	◎	◎	◎	△	○

造影後におけるSTIRの有効活用

STIR + EOB =肝臓抑制 T2WI



横浜栄共済病院　高橋　光幸先生の御好意による

まとめ

- T_1値, T_2値が相乗的にコントラストに影響する.
- IRを使用しているがTIが短いため, T_1の影響は小さい
- 脂肪抑制併用T_2強調画像である.
- 安定した脂肪抑制効果を得られるが, SNRが低くなるため落としどころの撮像条件を考える必要がある.
- 信号抑制されても脂肪とは限らないことに注意が必要である.
- 造影後に用いるのは不適切である.