



Title	Gradient Recalled Echo法の骨格筋Magnetization Transfer Contrast画像
Author(s)	吉岡, 大; 新津, 守; 阿武, 泉 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(2), p. 223-225
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/16188">https://hdl.handle.net/11094/16188</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

研究速報

## Gradient Recalled Echo 法の骨格筋 Magnetization Transfer Contrast 画像

筑波大学臨床医学系放射線科<sup>1)</sup>, 日立総合病院放射線科<sup>2)</sup>,  
日立メディコ技術研究所<sup>3)</sup>, 日立中央研究所<sup>4)</sup>

吉岡 大<sup>1)</sup> 新津 守<sup>1)</sup> 阿武 泉<sup>1)</sup> 中島光太郎<sup>2)</sup>  
西村 博<sup>3)</sup> 梶山 孝治<sup>3)</sup> 中谷 千歳<sup>4)</sup> 板井 悠二<sup>1)</sup>

(平成4年10月27日受付)

### Magnetization Transfer Contrast Imaging of the Skeletal Muscle in Gradient Recalled Echo Sequence

Hiroshi Yoshioka<sup>1)</sup>, Mamoru Niitsu<sup>1)</sup>, Izumi Anno<sup>1)</sup>, Kotaro Nakajima<sup>2)</sup>, Hiroshi Nishimura<sup>3)</sup>, Koji Kajiyama<sup>3)</sup>, Chitose Nakaya<sup>4)</sup> and Yuji Itai<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Radiology, University of Tsukuba, <sup>2)</sup>Department of Radiology, Hitachi General Hospital,

<sup>3)</sup>R & D Center, Hitachi Medical Corp. and <sup>4)</sup>Central Research Lab., Hitachi, Ltd.

---

Research Code No. : 501.9

---

Key Words : Magnetization transfer contrast,  
Gradient recalled echo, Skeletal muscle

---

The human midcalf muscle images were obtained using gradient recalled echo (GRE) sequence with and without magnetization transfer contrast (MTC) sequence. A significant decrease of relative signal intensity was observed in muscle with off-resonance irradiation. The percentage increase of signal intensity after dorsiflexion exercises was 55.6% and 29.0% for MTC-GRE and GRE sequences, respectively. MTC technique might be useful in improving contrast between many tissues as well as muscles.

#### はじめに

Magnetization Transfer Contrast (MTC) 画像は、化学的に自由なプロトンと細胞膜や高分子に結合したプロトンとの間の磁化の相互作用を利用した撮像方法として最近注目されているMR画像法である。今回我々は、骨格筋に対するMTC効果を検討する目的で、通常のgradient recalled echo(GRE)法とMTC-GRE法を用い、安静時と運動負荷後の下腿骨筋を撮像した。また、各撮像法にて得られた画像から信号強度変化およびcontrast noise ratio (C/N) を計算し、それぞれを比較検討した。

#### 対象および方法

対象は健康な成人男子3名の下腿横断面とした。MR装置は0.2T永久磁石型MR装置(日立メディコ社製、MRP-20EX)を使用し、MTC画像を得るための特別なハードウェアの改良はRFパワー・アンプの増強以外行っていない。コイルは150mm径の膝用コイルを使用した。撮像パルスシーケンスはGRE法を用い、600/35/30/1(TR/TE/flip angle/excitations)で、スライス厚10mm、位相エンコード数160とし、撮像時間は1分36秒であった。MTC画像の条件はoff-resonanceを3kHz、RFパルス強度を4.88μT、パルス時間を

120msec に設定した。撮像は安静時と運動負荷直後の下腿横断面 1 スライスを通常の GRE 法と MTC-GRE 法で撮像した。運動負荷は足尖部に 2 kg の砂袋を固定して 2 分間の背屈運動を行った。得られた画像より前脛骨筋およびヒラメ筋に約 150mm<sup>2</sup>、骨髓に約 60mm<sup>2</sup> の region of interest (ROI) を設定し、増幅器のゲインを一定にして信

号強度を絶対量で測定した。MTC-GRE 画像の信号強度を Ms、GRE 画像の信号強度を Mo とし Ms/Mo を信号強度比とした。信号強度増加率 (M% increase) = {(運動後の信号強度)/(運動前の信号強度)-1} × 100 と定義した。また背屈運動後の前脛骨筋とヒラメ筋との間で C/N を測定した。

Table 1 Signal intensity (SI) changes and contrast noise ratio of the humann midcalf (N=3) in GRE and MTC-GRE sequences

	SI before exercises			SI after exercises			M% increase(%)		C/N	
	GRE(Mo)	MTC(Ms)	Ms/Mo	GRE(Mo)	MTC(Ms)		GRE	MTC	GRE	MTC
Anterior tibial m.	672.3	317.9	0.47	871.5	494.8	29.6	55.6		> 6.04	> 6.95
Soleus m.	747.1	324.1	0.43	810.4	328.3	8.5	1.3			
Bone marrow	1,114.5	869.3	0.78	1,215.1	939.5	9.0	8.1		-	-

M% increase : {(SI after dorsiflexion exercises)/(SI before exercises)-1} × 100

C/N : Contrast noise ratio of anterior tibial m. versus soleus m. after dorsiflexion exercises

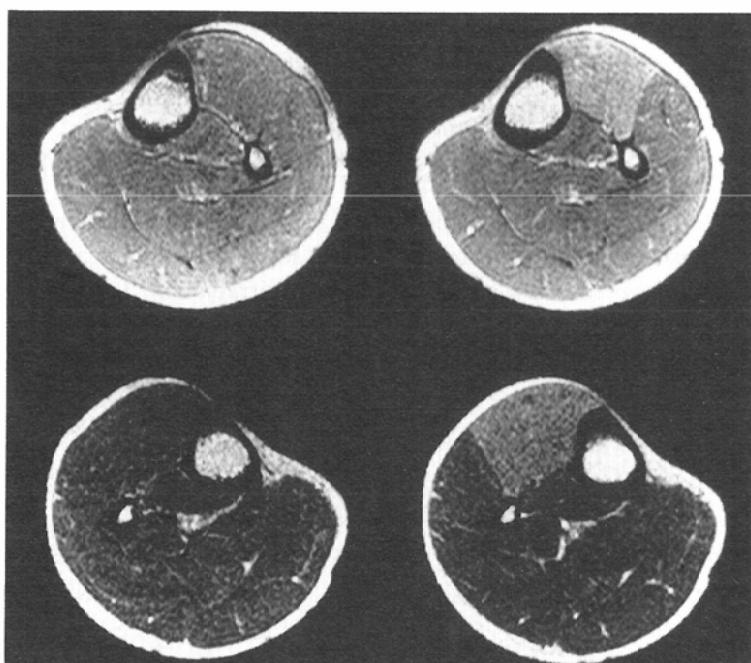


Fig. 1 Axial MR images of the midcalf with and without off-resonance preirradiation (strength/duration=4.88μT/120msec) in GRE sequence (TR/TE/flip angle=600/35/30). The images of the right side were obtained after dorsiflexion exercises. The signal intensities of anterior tibial m. and extensor digitorum longus m. increase after exercises.

GRE image before exercises	GRE image after exercises
MTC-GRE image before exercises	MTC-GRE image after exercises

## 結 果

測定結果を Table 1 にまとめ、MR 画像を Fig. 1 に示す。安静時における骨格筋と骨髄の Ms/Mo はそれぞれ 0.45, 0.78 であった。運動直後の前脛骨筋の M% increase は GRE 画像では 29.6% であったのに対し MTC-GRE 画像では 55.6% と高値であった。しかし、運動後の前脛骨筋とヒラメ筋との間で計算した C/N は GRE 画像では 6.04, MTC-GRE 画像では 6.95 であった。

## 考 察

Wolff と Balaban<sup>1)</sup>は 1989 年に低出力の RF パルスを自由水のプロトンの共鳴周波数より數～数十 kHz 離して照射することで束縛されたプロトンの磁化を選択的に飽和させる研究を報告し、飽和した磁化(magnetization)が自由水のプロトンに移動(transfer)することで MR 画像のコントラストに変化が生じることを示した。

magnetization transfer の効果は組織により様々で、自由水が成分のほとんどを占める血液や脳脊髄液または自由水の存在しない脂肪組織ではその効果はほとんどない。一方筋肉は、脳、肝臓、軟骨等と共に magnetization transfer の効果が期待される組織であると言われている<sup>2)</sup>。本研究においても骨髄に比較し筋肉の Ms/Mo は低値を示し、MTC の効果が証明された。しかし、MTC 画像ではノイズが大きく C/N としてはその差は

軽度にとどまった。

MTC の臨床応用に際して障害となるのは、電磁波の吸収により生じる発熱効果である。電磁波の吸収は specific absorption rate (SAR) で表示される。米国 Food and Drug Administration (FDA) の基準によれば局所の SAR は頭部は 3.2 W/kg 以下、体幹および四肢は 8W/kg 以下で、全身曝露については平均 SAR が 0.4W/kg 以下となっている<sup>3)</sup>。本研究の MTC 画像撮像時の SAR は約 0.12W/kg であり、FDA の基準を十分満足している。今後は off-resonance を小さく設定し、RF 出力を低くしても良好なコントラストおよび C/N が得られるよう改良が進めば、筋肉や他の組織への応用は十分可能であり、MTC 画像は、MR 画像の新しい撮像法として今後有用となると思われる。

## 文 献

- 1) Wolff SD, Balaban RS; Magnetization transfer contrast (MTC) and tissue water proton relaxation in vivo. Magn Reson Med 10: 135-144, 1989
- 2) Swallow CE, Kahn CE, Halbach RE, et al: Magnetization transfer contrast imaging of the human leg at 0.1T: A preliminary study. Magn Reson Imaging 10: 361-364, 1992
- 3) 日本磁気共鳴医学会編: NMR 医学—基礎と臨床, 第 2 版, p. 456, 1991, 丸善株式会社, 東京