

コンドロイチン硫酸鉄コロイド併用による高速 T₂ 強調画像での 原発性肝細胞癌の描出能の初期検討

杉原修司, 周藤裕治, 神波雅之, 吉田弘太郎
太田吉雄

鳥取大学医学部放射線医学教室

はじめに

MRI での腹部における高速撮像法の画像評価^{1),2)}, あるいは網内系造影剤使用による肝腫瘍性病変の描出能の有用性^{3)~5)}は現在まで多く報告されているが主に spin echo 法, gradient echo 法での検討が多く, 高速 T₂ 強調画像での検討は少ない⁵⁾. 我々が網内系造影剤として使用するコンドロイチン硫酸鉄コロイド (chondroitin sulfate iron colloid; CSIC; 商品名ブルタール, 大日本製薬) は常磁性体である 3 価の鉄イオンを持つ, コンドロイチン硫酸を保護コロイドとする安定な鉄コロイド製剤である. 主な物理学的性状は, 平均分子量 75,000, 水溶液中の粒子径; 100nm 以上, T₁ 緩和定数, T₂ 緩和定数はそれぞれ 0.44, 2.3s⁻¹mM⁻¹ (1.5 T spectrometer, 22°C) である⁶⁾. 今回我々は CSIC 投与下での高速 T₂ 強調画像での肝細胞癌の描出能の検討を行ったので報告する.

対象および方法

対象は臨床経過, 画像所見にて古典的肝細胞癌と診断された 12 症例 (男性 10 例, 女性 2

例) 12 病変で, 年齢は 42~74 歳 (平均 63 歳) であった. 腫瘍径は 1~8.5cm (平均 6.5cm) であった. いずれの症例もあらかじめ本人に検査主旨を説明の上, 承諾を得て検査を行った. 使用装置は Magnetom Vision (シーメンス旭: 1.5T) を用い, 各撮像法は conventional SE (以下 CSE) (TR/TE=1800/80, 加算回数 2 回), Turbo SE (Fast SE) (以下 TSE) (TR/実効 TE/echo factor 数=3500/99/11, 加算回数 5 回), Turbo-Gradient SE (Gradient and Spin-Echo) (以下 TGSE) (TR/実効 TE/echo factor 数=4500/108/33, 加算回数 4 回) にて行った. 撮像はいずれも横断像を用い, スライス厚 10mm, ギャップ 1mm, FOV 35~42 cm で, 撮像範囲の上下に presaturation pulse を印加して行った. 撮像は CSIC 投与前後に行い, 投与後の撮像は CSIC (23.6μmolFe/Kg) を静脈内投与し 1 時間から 2 時間後に行った.

各撮像法の定量的評価として, 肝臓 (L), 腫瘍 (T), バックグラウンド (BKG) に関心領域 (ROI) を設定し, 1 ピクセル当たりの平均信号強度 (SI), および標準偏差 (SD) を算出した. それらを用いて肝臓, 腫瘍の signal-to-noise ratio (以下 SNR), 腫瘍-肝の contrast-to-noise ratio (以下 CNR) を以下

キーワード contrast media, hepatocellular carcinoma, fast MR imaging

の如く算出した。SNR_L=SI_L/SD_{BKG}, SNR_T=SI_T/SD_{BKG}, CNR=(SI_T-SI_L)/SD_{BKG}。また、CSIC 投与前後での肝臓、腫瘍の SNR の低下率を decrease ratio 【=(preSNR-postSNR)/preSNR】、腫瘍-肝の CNR の上昇率を increase ratio 【=(postCNR-preCNR)/preCNR】として算出した。各撮像法間の比較検討は paired t 検定を用いて行った。

結 果

CSIC 投与後の肝臓の SNR はいずれの撮像法でも投与前に比較し有意に低下した (P<0.01)。肝臓の SNR の decrease ratio は TGSE, CSE, TSE の順に高く、TSE と TGSE 間に有意差を認めた (P<0.05) (Table 1)。また腫瘍の SNR の decrease ratio は TSB, TGSE, CSE の順であったが各撮像法間で有意差は認められなかった (Table 2)。CSIC 投与後に腫瘍-肝の CNR はいずれの撮像法でも投与前に比較し有意に上昇した (P<0.01, 0.05)。腫瘍-肝の CNR の increase ratio は TSE, TGSE, CSE の順で高かったが、有意差は認められなかった (Table 3)。

考 察

CSIC 投与前後で肝臓、腫瘍の SNR の低下率が最も小さかったのは TSE であった。TSE では特に繰り返し 180 度パルスを使うため、CSE に比較し同じ TE では位相の収束成分 (横磁化) がより残存し T₂ 短縮効果の減弱が高度となり、susceptibility effect が目立ちにくい特徴を反映したものと考えられた^{7)~9)}。今回の検討では CSIC 投与後での腫瘍-肝の CNR の上昇率は TSE が最も良好であった。CSE, TGSE では腫瘍の SNR が肝臓と同様に低下したにもかかわらず、TSE では腫瘍の SNR の

Table 1. Liver Signal-to-noise Ratio Before and After i.v. Injection of Chondroitin Sulfate Iron Colloid

	pre. SNR	post. SNR	decrease ratio
CSE	10.4±5.2 *	5.4±1.7	0.41±0.19
TSE	13.4±5.3 *	8.7±4.0	0.33±0.21 **
TGSE	13.7±3.7 *	7.5±2.7	0.44±0.14

CSIC : chondroitin sulfate iron colloid
SNR : liver signal-to-noise ratio
pre. : before CSIC administration
post. : after CSIC administration
CSE : conventional spin-echo
TSE : Turbo spin-echo
TGSE : Turbo-gradient spin-echo

* : P<0.01,
** : P<0.05

Table 2. Lesion Signal-to-noise Ratio Before and After i.v. Injection of Chondroitin Sulfate Iron Colloid

	pre. SNR	post. SNR	decrease ratio
CSE	19.6±6.5	17.4±3.3	0.06±0.20
TSE	22.5±7.4	22.3±7.3	-0.02±0.28
TGSE	24.2±4.8	22.9±7.4	0.05±0.27

CSIC : chondroitin sulfate iron colloid
SNR : liver signal-to-noise ratio
pre. : before CSIC administration
post. : after CSIC administration
CSE : conventional spin-echo
TSE : Turbo spin-echo
TGSE : Turbo-gradient spin-echo

Table 3. Lesion-to-liver Contrast-to-noise Ratio Before and After i.v. Injection of Chondroitin Sulfate Iron Colloid

	pre. CNR	post. CNR	increase ratio
CSE	9.2±3.5 **	11.9±3.4	0.23±0.17
TSE	9.0±3.6 *	13.6±5.1	0.31±0.20
TGSE	10.5±3.5 **	15.4±6.6	0.24±0.25

CSIC : chondroitin sulfate iron colloid
CNR : lesion-to-liver contrast-to-noise ratio
pre. : before CSIC administration
post. : after CSIC administration
CSE : conventional spin-echo
TSE : Turbo spin-echo
TGSE : Turbo-gradient spin-echo

* : P<0.01,
** : P<0.05

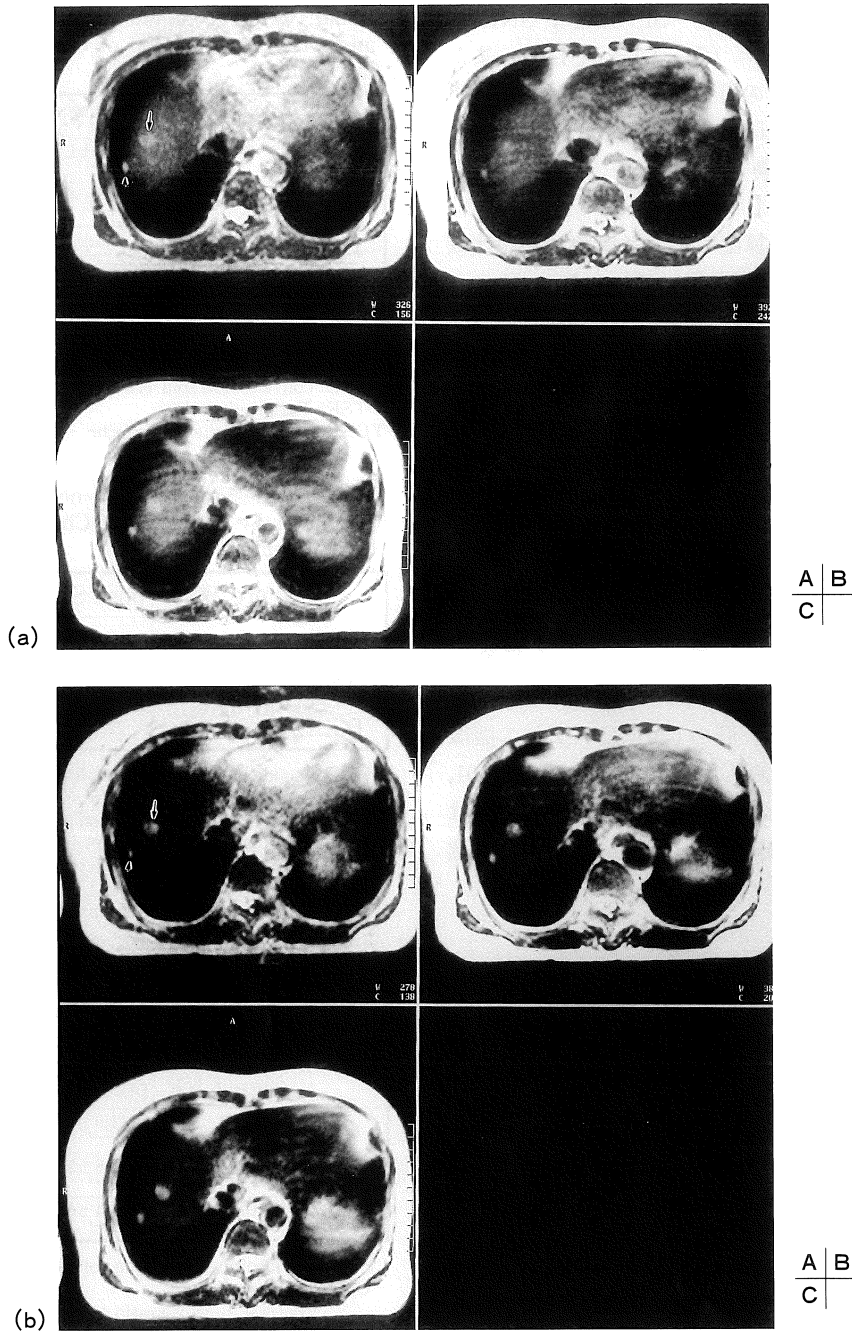


Fig.1. T₂-weighted images of hepatocellular carcinoma. CSE image (A), TSE image (B), TGSE image (C) show hepatocellular carcinoma (arrows) in the right hepatic lobe (arrowheads : cyst).

a : pre CSIC administration b : post CSIC administration

a : Lesion was inconspicuous on pre-contrast TSE image.

b : With each sequence, tissue contrast was similar and the contrast between the tumor and surrounding liver tissue increased after CSIC administration.

低下がわずかであり、相対的に良好な CNR の上昇が得られたものと考えられた。

TGSE では gradient echo が付加されることにより磁化率変化の影響が大きく、その程度は spin echo, gradient echo の配分比により影響される¹⁰⁾。このため TGSE ではその gradient echo 成分を増やすことにより CSIC 造影後の肝臓の SNR をより低下させ、良好な腫瘍-肝の CNR の上昇を得られる可能性も考えられた。また TGSE では truncation artifact により画像が不明瞭となることが問題点であった。

TSE では echo factor 数を変えることによりコントラストも変わるため今後 echo factor 数を変えての至適撮像条件の検討が必要と考えられた。

ま と め

CSIC 併用下での高速 T₂強調画像における肝腫瘍性病変描出能の検討を行った。TSE においても CSIC 併用下での肝腫瘍性病変の診断能の向上が期待された。今後、定性的評価を含め TSE が鉄コロイド製剤併用下の原発性肝細胞癌検出法として CSE に置き換わる撮像法となりうるか検討が必要と考えられた。

文 献

- 1) Catasca, JV, Mirowitz SA : T₂ weighted MR imaging of the abdomen : Fast spin-echo vs conventional spin-echo sequences. AJR, 162 : 61-67, 1994.
- 2) Outwater, EK, Mitchell, DG, Viniski S : Abdominal MR imaging : Evaluation of a fast spin-echo sequence. Radiology, 190 : 425-429, 1994.
- 3) Kato T, Suto Y, Matsuo T : Chondroitin sulfate iron colloid as a MR contrast agent for the hepatic reticuloendothelial system. J Comput Assist Tomogr, 17 : 603-608, 1993.
- 4) 児玉富美子, 周藤裕治, 神波雅之他 : コンドロイチン硫酸鉄コロイド併用, MRI の有用性 ; 肝細胞癌の分化度との関係. 肝臓, 35 (2) : 185, 1994.
- 5) Schwartz LH, Seltzer SE, Adams DF, et al. : Effect of superparamagnetic iron oxide (AMI-25) on liver and spleen imaging using spin-echo and fast spin echo magnetic resonance pulse sequences. Invest Radiol, 29 : S 21-S23, 1994.
- 6) 奥畑好孝 : 各種静注用鉄コロイド製剤を用いた磁気共鳴画像におけるリンパ節造影の実験的研究. 日医放会誌, 52 : 1148-1160, 1992.
- 7) Muller RN, Gillis P, Moyny F, et al. : Transverse relaxivity of particulate MRI contrast media : from theories to experiments. Magn Reson Med, 22 : 178-182, 1991.
- 8) Majumdar S, Zoghbi SS, Gore JC : The influence of pulse sequence on the relaxation effects of superparamagnetic iron oxide contrast agents. Magn Reson Med, 10 : 289-301, 1989.
- 9) 谷本伸弘, 佐藤良則, 樋口順也, 他. : 超常磁性酸化鉄の T₂短縮効果 : Fast SE 法と SE 法の比較. 日磁医誌, 15 : 8-12, 1995.
- 10) Ohshio K, Feinberg DA : GRASE (Gradient-and Spin-Echo) imaging : A novel fast MRI technique. Magn Reson Med, 20 : 344-349, 1991.

1) Catasca, JV, Mirowitz SA : T₂ weighted MR

Evaluation of Chondroitin Sulfate Iron Colloid-enhanced T₂-weighted Fast MR Images in Hepatocellular Carcinomas: A Preliminary Report

Shuji SUGIHARA, Yuji SUTO, Masayuki KAMBA,
Kotarou YOSHIDA, Yoshio OHTA

*Department of Radiology, Faculty of Medicine, Tottori University
36-1 Nishi-machi, Yonago 683*

We evaluated chondroitin sulfate iron colloid (CSIC) -enhanced T₂-weighted fast MR imaging of hepatocellular carcinoma (HCC). MR images were obtained before and after i. v. administration of CSIC in 12 patients. T₂-weighted conventional spin-echo (CSE) (1800/80/2), T₂-weighted Turbo spin-echo (TSE) (3500/99/5, echo train length=11) and T₂-weighted Turbo-gradient spin-echo (TGSE) (4500/108/4, echo train length=33) images were compared quantitatively. In all sequences, liver signal-to-noise ratio (SNR) was significantly decreased and lesion-to-liver contrast-to-noise ratio (CNR) was significantly increased after CSIC administration. Although decrease of liver SNR caused by CSIC was smaller on TSE, increase ratio of lesion-to-liver was highest on TSE. TSE was useful method for CSIC-enhanced abdominal MR imaging.