



Title	低速注入リザーバー造影MRIによる肝内および肝外薬剤分布の評価
Author(s)	大淵, 真男; 杉本, 英治; 本田, 実 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 2001, 61(5), p. 238-245
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/19213
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

低速注入リザーバー造影MRIによる肝内および肝外薬剤分布の評価

大瀧 真男¹⁾ 杉本 英治¹⁾ 本田 実¹⁾ 滝沢 謙治²⁾ 佐伯 光明²⁾
久保田勇人¹⁾ 市川 珠紀¹⁾ 佐藤 晃司¹⁾ 山本和香子¹⁾

1) 昭和大学藤が丘病院放射線科

2) 聖マリアンナ医科大学放射線医学教室

Assessment of Intra and Extrahepatic Perfusion During Hepatic Artery Infusion Chemotherapy Using Slow-Injected Gadolinium-enhanced MR Imaging Through Implanted Catheter-Port System

Masao Obuchi¹⁾, Hideharu Sugimoto¹⁾, Minoru Honda¹⁾, Kenji Takizawa²⁾, Mitsuaki Saeki²⁾, Hayato Kubota¹⁾, Tamaki Ichikawa¹⁾, Kouji Satou¹⁾ and Wakako Yamamoto¹⁾

Twenty-four studies of intra-arterially slow-injected gadolinium-enhanced MR imaging through an implanted catheter-port system (reservoir-MR) were carried out in 15 patients with liver tumor. The flow rate of gadolinium injection was 0.1 ml/sec and a total of 3 mL was injected. Six consecutive phases, each with an acquisition time of 14 seconds, were obtained every 30 seconds. In all studies, the signal intensity of the drug delivery portion became very high. Twenty-three of 24 studies showed intrahepatic perfusion in the first phase. The hepatic vein was enhanced at the first phase in 10 and the second phase in 14. The abdominal aorta was enhanced at the second phase in all 24 studies. The portal vein was enhanced at the first phase in 4, the second phase in 13, and the third phase in 7 studies. Both intra- and extrahepatic perfusion were more clearly demonstrated by reservoir-MRI than by digital subtraction angiography through an implanted catheter-port system (reservoir-DSA); however, morphological changes in the hepatic artery were better demonstrated by reservoir-DSA than by reservoir-MRI.

Research Code No.: 517.9

Key words : Liver neoplasms, Magnetic resonance imaging, Gd-DTPA, Implanted catheter-port system, Hepatic artery infusion chemotherapy

Received Dec. 5, 2000 ; revision accepted Mar. 2, 2001

1) Department of Radiology, Showa University Fujigaoka Hospital

2) Department of Radiology, St. Marianna Medical University

別刷請求先

〒227-8501 横浜市青葉区藤が丘1-30

昭和大学藤が丘病院 放射線科

大瀧 真男

はじめに

近年、肝腫瘍症例に対し肝動脈内にリザーバーを留置しての抗癌剤の間歇動注療法が良好な成績を上げている。肝動脈へのリザーバー留置方法および使用機材も、より合併症が少なくなるように種々の工夫がなされている。一方、リザーバーを介して注入される薬剤分布の評価に関しては、透視下でのリザーバー造影、リザーバー造影DSA、リザーバー造影CT¹⁾⁻³⁾および^{99m}Tc-macroaggregated albuminをリザーバより注入した肝血流シンチグラフィ⁴⁾⁻⁷⁾によりなされている。しかし、透視下でのリザーバー造影やリザーバー造影DSAは造影剤を実際の抗癌剤注入速度よりも速い速度で注入しなければ視覚的に十分なコントラストを得ることができず、また肝血流シンチグラフィでは十分な空間分解能を得ることができない。

そこで、今回われわれはリザーバーからガドリニウム製剤を自動注入装置の最低速度でごく少量注入し、経時的にMRIを撮像し(以下、リザーバー造影MRIと呼ぶ)、得られた像により肝内および肝外の薬剤分布が評価できるかどうかを検討し、さらに同方法の利点ならびに欠点を検討したので報告する。

対象および方法

二つの検討 Part 1. Phantom study : ガドリニウム製剤の濃度と信号強度の関係の評価、およびPart 2. Clinical study : 臨床例を対象としたリザーバー造影MRIの検討を行った。いずれも使用装置はGE社製Signa Horizon 1.0Tで、torso phased array coilを用いた。撮像シーケンスは高速グラジエントエコー法(e3d58)に選択的脂肪抑制IR pulseを併用した。

Part 1. Phantom study

用いた撮像シーケンスにおけるガドリニウム製剤の濃度と信号強度の関係の評価であり、造影剤投与濃度および速度を考察する目的で行った。ガドリニウム製剤を生理食塩水で希釈し、0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50mmol/Lの濃度のガドリニウム溶液を試験管内に作製し、5回撮像し

た。撮像条件は4.4/1.1/20°/27 (TR/TE/Flip angle/TI), matrix256×128, FOV32×28cm, スライス厚10mm, スラブ厚12cmで撮像時間は14秒である。得られた画像における各々の濃度のガドリニウム溶液の断面像に、同じ面積の関心領域を設定し、その信号強度を測定し、濃度-信号強度曲線を作製し検討した。

Part 2. Clinical study

1) 対象

臨床例を対象としたリザーバー造影MRIの検討である。対象はリザーバー動注化学療法を施行している15例24検査で、男性9例15検査、女性6例9検査、年齢は32~74歳(平均年齢59.7歳)、体重は37~85kgである。治療対象疾患は肝細胞癌3例8検査、転移性肝腫瘍12例16検査である。リザーバーカテーテルは右大腿動脈から挿入された症例が10例15検査、左鎖骨下動脈から挿入された症例が5例9検査であり、薬剤流入部(カテーテル先端ないし側孔)は総肝動脈が11例16検査、固有肝動脈が1例4検査、右肝動脈(上腸間膜動脈から分枝)が1例2検査、腹腔動脈が2例2検査である。検査については対象例全員に説明し同意を得た。

2) 撮像方法

撮像条件は4.5/1.2/20°/27 (TR/TE/Flip angle/TI), matrix256×128, FOV32~35×32~35cm, スライス厚10~15mm, スラブ厚12~18cmの冠状断撮像で、撮像時間は14~16秒、対象の体格に応じFOV, スライス厚, スラブ厚を少し変更しているが、基本的にPart 1. Phantom studyの撮像条件と同じである。

リザーバー造影MRIの撮像方法を述べる。ガドリニウムのシリンジ製剤に2mの耐圧延長チューブを接続し、その先端にリザーバー穿刺針を取り付け、そのルート内をガドリニウム製剤で満たした状態にしリザーバーポートを穿刺し針を固定した。次に、造影剤注入開始と同時にカテーテルから造影剤が動脈内に流入するように、リザーバーポートおよびリザーバーカテーテル内も造影剤が満たされた状態とするため、ポートの容量(0.2mL)と留置カテーテルの容量(0.8mL/80cm)を加えた1mLの造影剤を自動注入装置(根本杏林堂社製)からあらかじめ注入した。撮像は、まずlocalizerを冠状断および横断像で撮像し、肝臓の全領域が含まれるように撮像範囲を決定する。そして前述の撮像シーケンスおよび撮像条件で単純像を撮像し、次に造影像を撮像した。造影剤は0.1mL/secで計3mL(30秒)投与し、撮像は造影剤投与5秒後から開始し30秒ごとに計6回(6相)、いずれも呼吸呼吸停止下で行った。得られた画像は原画に加えサブトラクション像およびmaximum intensity projection (MIP)像も作製し併せて評価した。

3) 検討内容

臨床例における検討内容を以下に記す。

(1) 薬剤流入部の信号強度

第1相における薬剤流入部の信号強度が高信号であるかどうかを評価した。

(2) 各相において造影されてくる既存構造

肝動脈から流入した造影剤は通常、肝動脈→肝実質→肝静脈→心臓→肺→心臓→体循環→門脈循環、の順で循環するため、肝実質、肝静脈、腹部大動脈および門脈が何相目で造影されてきたかを評価した。評価は、単純像との比較および単純像とのサブトラクション像を用い、単純像と比較し視覚的に信号強度が上昇した相をもって造影された相とし、prospectiveに評価した。なお、肝実質は分布の均等、不均等にかかわらずどこか一部でも信号強度が上昇した場合、肝静脈は右、中、左肝静脈のいずれか一つでも信号強度が上昇した場合、腹部大動脈は横隔膜直下部分の信号強度が上昇した場合、そして門脈は門脈本幹の信号強度が上昇した場合、造影されたと判断した。

(3) リザーバー造影DSA(digital subtraction angiography)との比較:

①肝動脈の形態像

造影剤流入部の血管およびその1次分枝を対象とし、リザーバー造影DSAで認められた血管の狭窄像がリザーバー造影MRIで同定できるかどうかを比較した。

②肝実質の造影

リザーバー造影MRIの第1相での肝実質の造影が均等な分布であったか、不均等分布であったかを観察し、リザーバー造影DSAの造影領域と比較した。リザーバー造影MRIは第1相と単純像とのサブトラクション像を作製し、さらにMIP像も作製し併せて比較した。

③肝実質外の造影

消化管(胃および十二指腸)、胆嚢、脾臓、脾臓の造影の有無をリザーバー造影MRIの第1相と比較した。

(1)および(2)の対象は、全24検査で、(3)はリザーバー造影DSAとリザーバー造影MRIが2週間以内になされた全24検査中13検査を対象とした。

リザーバー造影MRIとの比較に用いたリザーバー造影DSAはヨード造影剤(300mgI/mL)を用い、0.8~1.0mL/secで総量8~10mLを投与して撮像した。造影剤はリザーバーカテーテル内まで満たした状態とし、造影剤投与開始と同時に撮像を開始した。撮像プログラムは2 frame/sec×5 sec-1 frame/sec×6 sec-1 frame/2 sec×10 secである。

結 果

Part 1. Phantom study (Fig. 1)

5回の撮像において、いずれも信号強度は0.2mmol/Lから10mmol/Lまで漸増し、10mmol/L以上の濃度では漸減したが、50mmol/Lの信号強度は1mmol/Lとほぼ同等であった。

Part 2. Clinical study

Table 1に対象症例および対象検査における原疾患、リザーバーカテーテルからの薬剤流入部(血管)、既存構造(肝実質、肝静脈、腹部大動脈、門脈)が造影された相の一覧を示した。そしてTable 2および3には、リザーバー造影DSAとリザーバー造影MRIが2週間以内になされた症例におけ

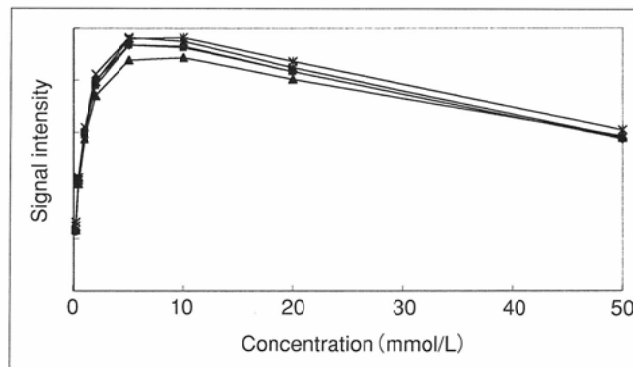


Fig. 1 Correlation between Gd-DTPA concentration and signal intensity. Signal intensity increased in the range from 0.2 to 10 mmol/L. Signal intensity at 50 mmol/L appeared the same as that at 1 mmol/L.

Table 1 Patients' information and phase number of initial regional enhancement

Case	Study	Age/Sex	Diagnosis	Drug delivery portion	Phase number of initial regional enhancement			
					Liver parenchyma	Hepatic vein	Abdominal aorta	Portal vein
1	1	54/m	hepatoma	CHA	1	1	2	2
	2			CHA	1	1	2	2
2	3	32/m	hepatoma	PHA	1	1	2	2
	4			PHA	1	1	2	2
	5			PHA	1	1	2	2
	6			PHA	1	1	2	2
3	7	64/f	hepatoma	CHA	1	1	2	3
	8			CHA	1	1	2	3
4	9	50/f	metastasis	Celiac	2	2	2	1
5	10	68/m	metastasis	CHA	1	2	2	2
6	11	58/m	metastasis	CHA	1	2	2	2
7	12	66/m	metastasis	RHA	1	2	2	3
	13			RHA	1	2	2	3
8	14	66/m	metastasis	CHA	1	2	2	3
	15			CHA	1	2	2	2
9	16	70/f	metastasis	CHA	1	2	2	2
	17			CHA	1	2	2	2
10	18	55/m	metastasis	CHA	1	2	2	3
11	19	56/f	metastasis	CHA	1	2	2	1
	20			CHA	1	2	2	3
12	21	72/m	metastasis	CHA	1	2	2	1
13	22	38/m	metastasis	CHA	1	1	2	2
14	23	72/f	metastasis	Celiac	1	2	2	1
15	24	74/f	metastasis	CHA	1	1	2	3

CHA: common hepatic artery, PHA: proper hepatic artery, RHA: right hepatic artery

るリザーバー造影DSAの造影領域とリザーバー造影MRIの第1相での造影領域との比較結果を記した。Fig. 2 からFig. 5 に代表例を呈示する。

(1) 薬剤流入部の信号強度 (Fig. 2B)

リザーバーカテーテル内の信号強度は全例で無信号であったが、薬剤流入部の信号強度は全例で視覚的に著明な高信号を呈した。

(2) 各相において造影されてくる既存構造 (Fig. 3, Table 1)

肝実質の造影は24検査中23検査において第1相で認められた。第1相での造影を認めなかった1検査は、第2相で

造影が認められた。同例は薬剤流入部が腹腔動脈根部にあり、第1相ですでに門脈の造影が認められていた。

肝静脈の造影は24検査中10検査において第1相で認め、14検査は第2相で認めた。

腹部大動脈の造影は全検査で第2相で認められた。

門脈は第1相で造影されたものが24検査中4検査、第2相で造影されたものが13検査、第3相で造影されたものが7検査であった。第1相で造影された4検査のうち2検査 (case 4, 14) は薬剤流入部が腹腔動脈根部にあった例であり、第1相で脾臓の造影を認めた。他の2検査 (case 11:

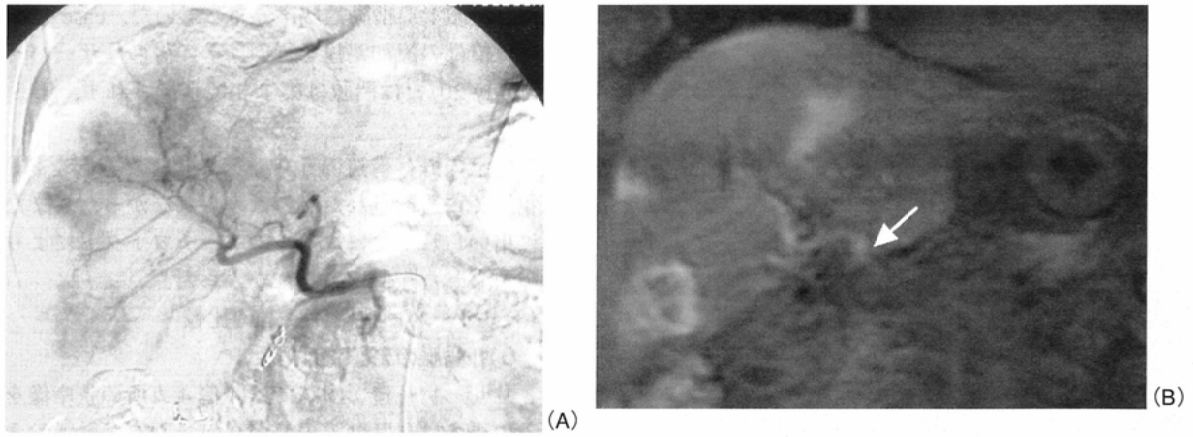


Fig. 2 A 66-year-old man with liver metastasis from colon carcinoma (case 8, study 14).
 (A) Reservoir-DSA shows the hepatic artery and metastatic lesions in the liver.
 (B) Reservoir-MRI shows the drug delivery portion (arrow) as having become bright in signal intensity.

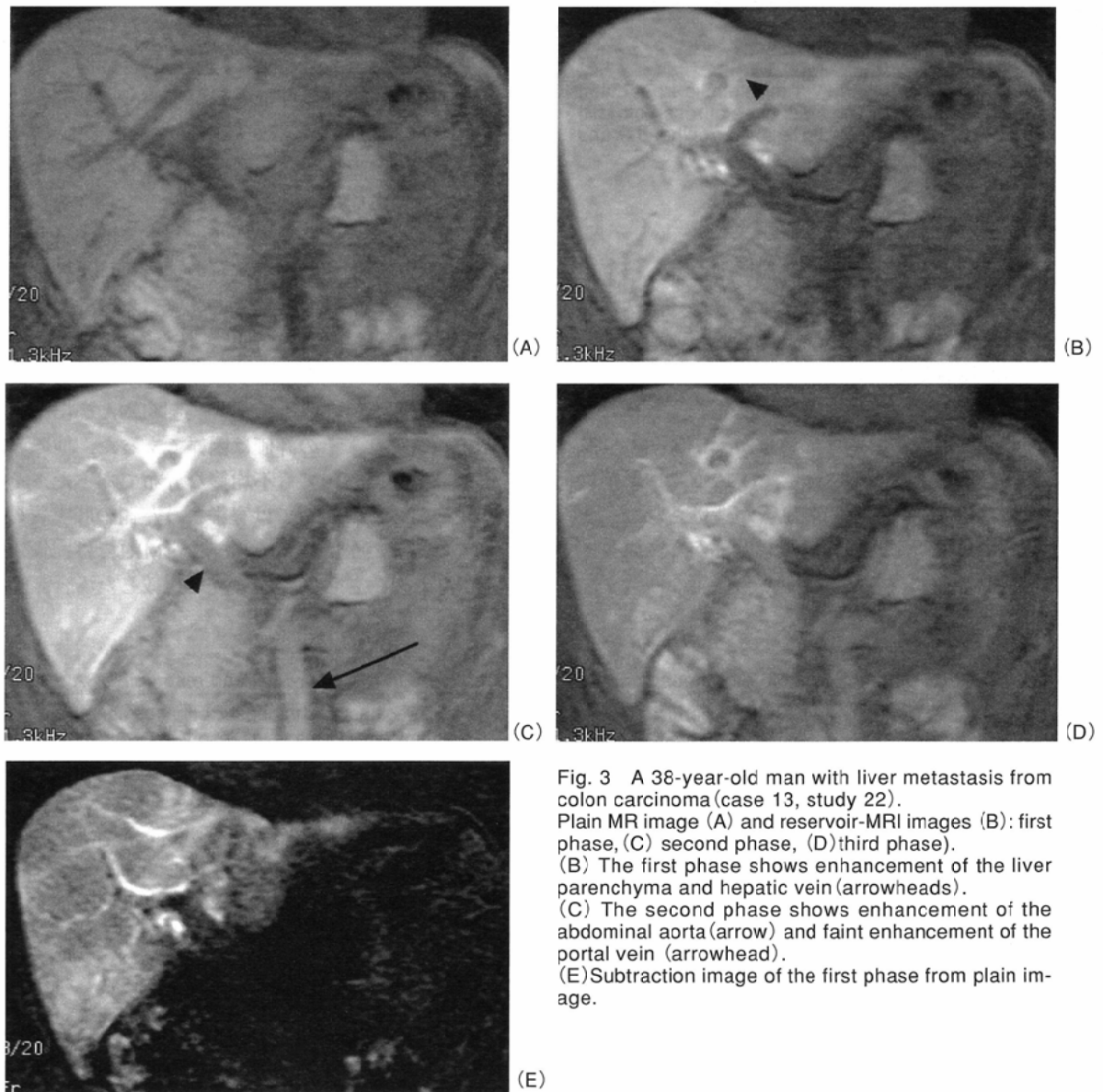


Fig. 3 A 38-year-old man with liver metastasis from colon carcinoma (case 13, study 22).
 Plain MR image (A) and reservoir-MRI images (B): first phase, (C) second phase, (D) third phase).
 (B) The first phase shows enhancement of the liver parenchyma and hepatic vein (arrowheads).
 (C) The second phase shows enhancement of the abdominal aorta (arrow) and faint enhancement of the portal vein (arrowhead).
 (E) Subtraction image of the first phase from plain image.

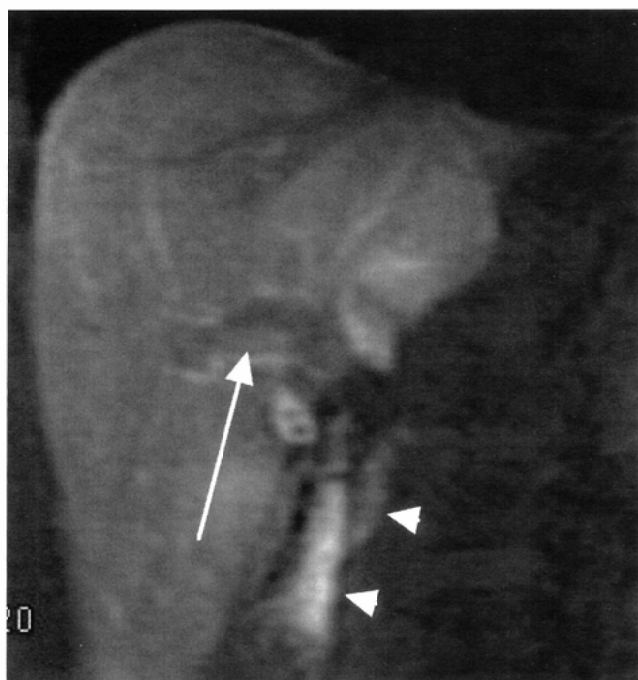


Fig. 4 A 56-year-old woman with liver metastasis from colon carcinoma (case 11, study 19). The first phase of reservoir-MRI shows enhancement of an extrahepatic lesion (arrowheads) and the lower part of the portal vein (arrow).

study 12, case 12)は薬剤流入部が総肝動脈であり、第1相で脾動脈および脾臓の造影は認めなかった。しかし、2検査とも第1相で脾頭部および十二指腸の比較的強い造影を認め、門脈は上腸間膜静脈流入側でより強い造影効果を認めた(Fig. 4)。この2検査は、いずれも胃十二指腸動脈に対して金属コイルによる塞栓がなされていたが、1例(case 12)は塞栓効果が不十分で、リザーバー造影DSAでは造影剤は金属コイル部を通り抜け、遠位側の血管が造影された。またもう1例(case 11)は胃十二指腸動脈起始部から金属コイルによる塞栓部まで約1cmあり、そこから微細な血管が発

達し脾頭十二指腸領域に分布していた。case 11は胃十二指腸近位部の追加塞栓を行い、その後のリザーバー造影MRI (study 20)では門脈は第1相で造影されず、第3相で造影された。

以上の既存構造のうち、第3相まで造影を認めず、第4相以降に造影されたものはみられなかった。また、塞栓術に用いられた金属コイルのアーチファクトにより診断に支障を来した症例はみられなかった。

(3) リザーバー造影DSAとの比較

①肝動脈の形態像

リザーバー造影DSAでは4例4カ所の狭窄像を認めた。その場所は左肝動脈根部が2例、固有肝動脈および右肝動脈1次分枝根部がそれぞれ1例であった。リザーバー造影MRIではいずれの狭窄も指摘できなかった。

②肝実質の造影パターン(Table 2, 3)

リザーバー造影MRIの第1相で肝実質の造影を認めた23検査中、肝実質の造影が均等であったものは6検査で17検査は不均等な分布であった。薬剤流入部は、均等であった6検査中2検査は腹腔動脈根部にあり、4検査は総肝動脈であった。薬剤流入部が固有肝動脈ないしreplaced right hepatic arteryであった症例はいずれも不均等であった。リザーバー造影DSAと比較した13検査では均等な分布であったのは1検査であった。リザーバー造影DSAとリザーバー造影MRIの第1相での肝実質の造影領域がほぼ同じと判断されたものは対象13検査中9検査であり、4例(study 9, 14, 18, 24)は異なると判断された。この4例中1例(study 9)はリザーバー造影MRI上第1相での肝実質の造影が認められなかった例で、リザーバー造影DSAでもmisregistration artifactにより、その評価は困難であった。他の3検査はいずれの検査においても不均等な分布であった。それに加えリザーバー造影DSAでは脊椎より左側の肝実質の造影が不明瞭であったが、リザーバー造影MRIでは同領域は明瞭に造影された。さらに全24検査で比較した場合、10検査でリ

Table 2 Intrahepatic and extrahepatic perfusion demonstrated in reservoir-MRI and reservoir-DSA

Case	Study	Intrahepatic perfusion*		Regions of extrahepatic enhancement	
		Reservoir-MRI	Reservoir-DSA	Gd-enhanced MR image via reservoir	DSA via reservoir
1	1	in	in	GB	non
	2	in	in	GB	non
	5	in	in	stomach	stomach
4	9	—#	in	spleen, stomach, pancreas	spleen, stomach
5	10	homo	homo	stomach, duodenum, pancreas	stomach
6	11	in	in	duodenum	non
7	12	in	in	non	non
	13	in	in	GB	non
8	14	in	in	non	pancreas
10	18	in	in	stomach, duodenum, pancreas	non
11	19	in	in	GB, pancreas	pancreas
	20	in	in	non	non
15	24	in	in	non	non

*: in: inhomogeneous distribution, homo: homogeneous distribution, #: intrahepatic perfusion was not demonstrated at first phase

ザーバー造影DSAでは脊椎より左側の肝実質の造影が不明瞭であったが、いずれの例もリザーバー造影MRIでは同部位は明瞭に造影された。

③肝実質外の造影 (Table 2, 3)

リザーバー造影MRIの第1相で認めた肝実質外の造影領域のほうがリザーバー造影DSAで認めた造影領域よりも多かったものが対象13検査中8検査でみられた。反対にリザーバー造影DSAで認めた造影領域のほうがリザーバー造影MRIの第1相で認めた造影領域よりも多かったものが1検査でみられた。本例のリザーバー造影DSAでは、カテーテルの薬剤流入部より近位から分岐している血管に造影剤が流入していた。いずれの検査でも肝実質外の造影を認めなかったものは3検査で、肝実質外の造影を認めるも、造影部位が両検査で同じと判断されたものが1検査であった。いずれの症例も造影の有無およびその場所はリザーバー造影MRIのほうがより明瞭で認識しやすかった。

考 察

肝腫瘍の動注化学療法を行うにあたって、その薬剤分布は肝内に満遍なく分布し局所に片寄らないこと、そして肝外には分布しないことが望ましいとされている。薬剤分布の有無と腫瘍縮小効果とは密接な関係があり、分布があるところに比較し、分布がない領域の腫瘍縮小効果は不良であることも報告されている¹⁾。したがって、動注化学療法の治療成績を向上させるためには、詳細な薬剤分布の把握が必要となる。その方法として望まれることは、濃度分解能と空間分解能のいずれもが優れていることであり、今回われわれが検討したリザーバー造影MRIはこれらの諸条件を比較的満足し得る方法と考える。

用いるパルスシーケンスのガドリニウム製剤に対する信号強度特性はT2短縮効果が影響しにくく、なるべく広い濃度域で直線勾配の高い増加を示すものが望ましい。今回のphantom studyの結果と熊代らの報告⁸⁾を比較すると、今回われわれが用いたパルスシーケンスの信号強度特性は、最も広い濃度域で直線勾配の高い増加を示すシーケンスの一つであることが確認された。投与造影剤の肝動脈流入部での造影剤濃度は、良好なコントラストの画像を得るうえでも、また薬剤分布の多寡を視覚的に評価するうえでも、信号強度が漸増する10mmol/Lまでの範囲の比較的高濃度領域にあることが望ましい。健康な日本人の空腹安静時の肝血流量は約1,400mL/min(800~850mL/min/体表面積m²)で肝動脈は肝血流量の35%を供給しているとされている⁹⁾。肝血流量を1,400mL/minとした場合、肝動脈血流量は8.2mL/secとなる。この条件下において肝動脈内にガドリニウム製剤の原液を0.1mL/secで投与した場合、約80倍に希釈され約6mmol/Lとなることになる。今回の対象症例は体重も37~85kg(体表面積1.28~1.96m²)と幅があり、この値を

Table 3 Intra and extrahepatic perfusion: the first phase of reservoir-MRI vs reservoir-DSA

	Intrahepatic perfusion	Extrahepatic perfusion
MRI = DSA	9	4
MRI > DSA	4	8
MRI < DSA	0	1

numbers are numbes of studies

MRI = DSA: The regions' perfusion demonstrated in the first phase of reservoir-MRI was as same as that of reservoir-DSA.

MRI > DSA: The regions' perfusion demonstrated in the first phase of reservoir-MRI was much more or more extensive than reservoir-DSA.

MRI < DSA: The regions' perfusion demonstrated in reservoir-DSA was much more than the first phase of reservoir-MRI.

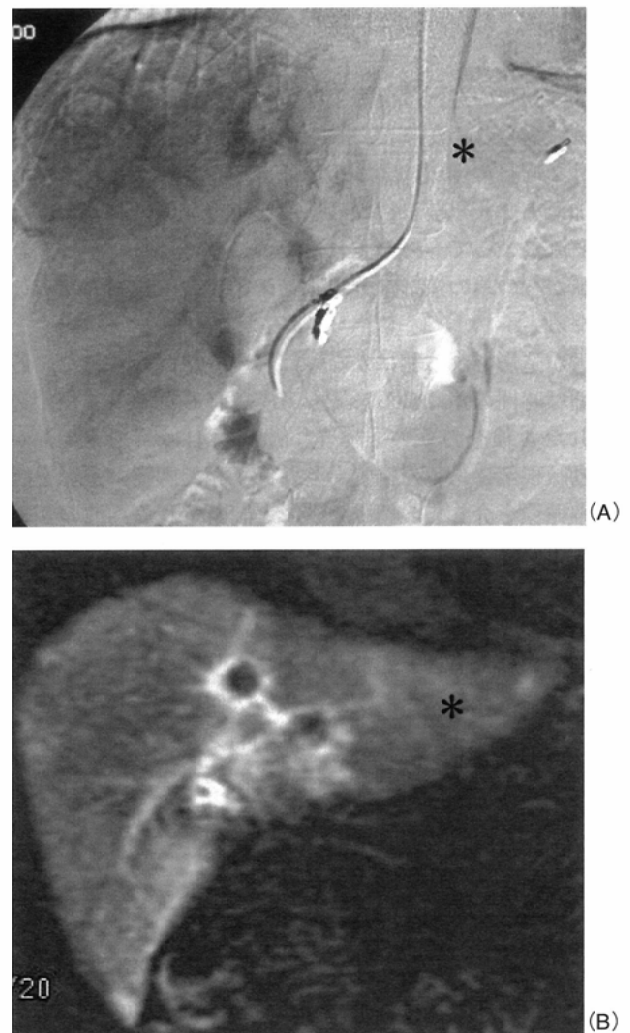


Fig. 5 A 38-year-old man with liver metastasis from colon carcinoma (case 13, study 22).

(A) Reservoir-DSA shows hepatic parenchymal enhancement except for the left side of the vertebral portion (asterisk).

(B) Maximum intensity projection of the first-phase subtraction image shows hepatic enhancement and metastatic lesion, and obvious enhancement at the left side of the vertebral portion (asterisk).

直接あてはめることはできないが、参考値として考慮しても、本検討で用いたパルスシーケンスおよび造影剤投与方法は、良好なコントラストの画像を得るうえでは比較的適切であったものと判断する。さらに全検査において肝動脈流入部での信号強度が著明な高信号であったことは、これを裏付ける結果と考える。以上より、造影後信号強度の上昇を認めない領域は、T2短縮効果によるものではなく、造影剤の分布が少ない領域と判断することができる。

肝実質の造影は、第1相でみられなかったものが1検査(case 4)あったが、この例は第1相ですでに門脈の造影を認めていることより、リザーバーからの造影剤のほとんどが脾動脈へ流入し、肝実質の造影はおもに門脈血流に依存したものと判断できる。そして、肝動脈への造影剤は1回循環後に流入する、すなわち経静脈投与と同等ないしそれより低濃度でしか肝動脈には行かないものと判断することができる。

腹部大動脈の造影は全例で第2相で認め、第1相で認めた症例はみられなかった。したがって第2相での肝実質の造影は2回目の循環により修飾されることになる。またそれに加え第2相以前に門脈の造影を認めた例においては、門脈血流によっても修飾されることになる。したがって、肝動脈からのみの造影剤分布は第1相でのみ観察できることになる。

門脈が造影される相はかなりばらつきが認められた。各々の循環時間の差による影響も考慮されるが、第1相で造影された4検査のうち2検査(case 4, 14)は薬剤流入部が腹腔動脈根部にあった例であり、第1相で脾臓の造影を認め、脾循環を介しての門脈の造影と判断される。他の2検査(case 11-study 12, case 12)は、脾循環は認めず、脾頭部および十二指腸の比較的強い造影が認められたことから、同領域への薬剤流入量が比較的多いため門脈系への還流が早期に出現したものと思われた。またリザーバー造影MRIの第1相で、門脈の上腸間膜静脈流入側の造影効果が強かったことは(Fig. 4)、この判断を裏付ける所見と考える。いずれにせよ、第1相で門脈の描出を認めた症例は、肝動脈内への薬剤流入割合が低く、動注化学療法効果が十分得られないことになる。したがって、リザーバーカテーテルを入れ直すか血流変更術の追加を考慮すべき例として扱うべきである。

今回用いたリザーバー造影MRIの空間分解能はmatrix256×128(pixel size1.25~1.37mm×2.5~2.73mm)でありリザーバーDSAの空間分解能matrix512×512よりかなり劣る。またリザーバー造影MRIでは、肝動脈内は造影剤が高濃度であることにより、その磁化率アーチファクトも形態像への影響を及ぼす。したがって、リザーバー造影MRIによる肝動脈の形態評価は期待すべきではない。今回の検討で、リザーバー造影DSAで認めた狭窄所見のいずれもリザーバー造影MRIで確認できなかった結果は、それを裏付ける結果と考える。しかし、動注療法を行うにあたり、薬剤流入血管の形態像を詳細に観察することは、投与薬剤の血

管に対する副作用を評価するうえできわめて重要である¹⁰⁾。肝動脈閉塞は肝動注化学療法における頻度の高い合併症の一つであり¹¹⁾、それを予防ないし予測するための一つの方法としてリザーバー造影DSAによる詳細な形態評価は重要である。したがって、リザーバー造影MRIにより薬剤分布の詳細な評価ができて、リザーバー造影DSAを省略することはできない。

肝実質の造影パターンは、対象の2/3以上で不均等であった。この要因としてはカテーテルの留置方法・位置、側孔の位置・大きさ・向き等の手技に起因したものばかりでなく、層流や血管攣縮など、多くの影響が考えられ、個々の症例ごとに、これらの要因が複雑に関与しているものと思われる。そして、リザーバー設置時にこれらの要因を予測することは困難である。不均等分布例が多かったことは、リザーバー設置後、薬剤分布状態を評価することの重要性が再確認された結果と考える。

リザーバー造影DSAでは4例で脊椎より左側の造影が不明瞭であったが、いずれもリザーバー造影MRIでは同領域の明瞭な造影が確認された。リザーバー造影MRIのほうが濃度分解能が優れていることによる結果と思われ、リザーバー造影DSAで脊椎より左側の造影が不明瞭であっても、同領域の薬剤分布が乏しいと判断すべきではないものと考ええる。

肝実質外の造影においても、リザーバー造影DSAの造影領域よりもリザーバー造影MRIの第1相での造影領域のほうが多かったものが、13検査中8検査でみられた。この結果もリザーバー造影MRIのほうが濃度分解能が優れていることによる結果と考える。そして、リザーバー造影DSAで肝実質外の造影がみられなくても、実際には肝実質外に薬剤が分布している可能性が高いことが示された結果と考える。反対に、リザーバー造影DSAで認めた造影領域のほうがリザーバー造影MRIの第1相で認めた造影領域よりも多かったものが1検査でみられた。本検査はリザーバー造影DSAで薬剤流入部より近位から分岐する血管に造影剤が流入したover flowがその原因であり、造影剤投与速度がリザーバー造影DSAの1/8であったリザーバー造影MRIではover flowしなかったものと考ええる。

すなわち、実際には薬剤は分布してなくても、リザーバー造影DSAでは、間違っただけ分布しているように描出されてしまうことがあるものと考ええる。

ま と め

低速注入リザーバー造影MRIの撮像方法およびその特徴について述べた。本検査は肝内および肝外の薬剤分布をより詳細に評価することができる。しかし、血管そのものの形態像の評価は困難であり、リザーバー造影DSAと相補的に用いる必要がある。

 文 献

- 1) Miller DL, Carrasquillo JA, Lutz RJ, et al: Hepatic perfusion during hepatic artery infusion chemotherapy: evaluation with perfusion CT and perfusion scintigraphy. *J Comput Assist Tomogr* 13: 958-964, 1989
- 2) Seki H, Higuchi S, Hatakeyama S, et al: Usefulness of computed tomographic arteriography of the liver through an implantable injection port. *Jpn J Clin Radiol* 38: 545-550, 1993
- 3) Seki H, Kimura M, Kamura T, et al: Hepatic perfusion abnormality during treatment with hepatic arterial infusion chemotherapy: value of CT arteriography using an implantable port system. *J Comput Assist Tomogr* 20: 343-348, 1996
- 4) Bledin AG: Tc-99m labeled macroaggregated albumin in intrahepatic arterial chemotherapy. *AJR* 139: 711-716, 1982
- 5) Bledin AG, Kim EE, Chuang VP, et al: Changes of arterial blood flow patterns during chemotherapy, as monitored by intraarterially injected technetium 99m macroaggregated albumin. *Br J Radiol* 57: 197-203, 1984
- 6) Andrews JC, Williams DM, Cho KJ, et al: Unsatisfactory hepatic perfusion after placement of an implanted pump and catheter system: angiographic correlation. *Radiology* 173: 779-781, 1989
- 7) Civelek AC, Sitzmann JV, Clin BB, et al: Misperfusion of the liver during hepatic artery infusion chemotherapy: value of preoperative angiography and postoperative pump scintigraphy. *AJR* 160: 865-870, 1993
- 8) 熊代正行, 道家雅子, 中田和明, 他: Gd-造影剤ファントムを用いたT1 強調コントラストの基礎的検討. *日磁医誌* 19: 528-537, 1999
- 9) Bradley SE, Inglefinger FJ, Bradly GP, et al: The estimation of hepatic blood flow in man. *J Clin Invest* 24: 890-897, 1945
- 10) 金沢利定: 癌化学療法の基礎的, 臨床的研究 3, 抗癌剤動脈内注入時の血管像の変化. *Arch Jpn Chir* 47: 594-600, 1978
- 11) 青木達哉, 井上敬一郎, 土田明彦, 他: 肝動注療法における合併症の検討. *癌と化学療法* 21: 2649-2654, 1994
- 12) 板野 哲, 平井賢治, 梶原雅彦, 他: 肝動注における薬剤分布の検討—持続動注と加圧的One shot はどの程度差があるのか—. *癌と化学療法* 21: 2136-2139, 1994