

急性心筋梗塞における MRI および Gd-DTPA enhancement を用いた心筋 viability の評価 — 運動負荷心筋シンチグラフィおよび心エコー図との対比 —

外山卓二¹, 西村恒彦¹, 山田直明¹, 植原敏勇¹,
林田孝平¹, 下永田 剛¹, 広瀬義晃¹, 神長達郎¹,
生野博久¹, 野々木 宏², 土師一夫²

¹国立循環器病センター放射線診療部 ²同 心臓内科

はじめに

急性心筋梗塞の診断に MRI による Gd-DTPA enhancement が最近用いられつつある。しかし Gd-DTPA enhancement と梗塞部の心筋 viability に関する詳細な報告はない^{1)~4)}。本研究では梗塞部の Gd-DTPA enhancement と心筋 viability の関係を検討するため、同時に施行した Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィ及び心エコー図と対比検討した。

対 象

対象は急性心筋梗塞（以下 AMI）22 例で、年齢は平均 53 歳、男性 21 例、女性 1 例である。Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィと心エコー図から心筋 viability を評価し 3 群に分類した。Tl-201 運動負荷心筋シンチグラフィを施行し、全例にプラナー像を初期像と 3 時間後の後期像を撮像し、その後期像において梗塞部に再

分布像を呈し、明らかに梗塞部に心筋 viability があると考えられた 8 例を A 群、梗塞部再分布像を認めないが心エコー図にて梗塞部壁運動が正常ないし hypokinesis を呈し、心筋 viability が残存していると考えられた 6 例を B 群とした。また梗塞部再分布像を認めず、かつ梗塞部壁運動が akinesis ないし dyskinesis であり、梗塞部の心筋 viability がほとんどないと考えられた 8 例を C 群とした。

方 法

すべての症例に、MRI に加え心電図、心筋血清逸脱酵素（CPK）、心臓カテーテル検査、負荷心筋シンチグラフィ、心エコー図を施行した。

心臓カテーテル検査は急性期に PTCA または direct PTCA を 6 例に施行し、慢性期に全例確認造影を施行した。

MRI は Simens 製 Magnetom 1.5T を使用し、スピンエコー法により TE を 35ms とし、TR は心拍数に依存し ECG の RR 間隔（600 ~

キーワード myocardial viability, acute myocardial infarction, gadolinium-DTPA, Tl-201 exercise myocardial scintigraphy, two-dimensional echocardiography

1000ms) 相当とした T₁強調画像にて判断した。AMI 発症 1 週間目, 2 週目, 1ヶ月目, 3ヶ月目に施行し, 左室短軸像の中央レベルのスライスにおいて, Gd-DTPA 0.1mmol/kg 投与し, 20~30 分後に造影された梗塞部の信号強度, 範囲及び wall thinning の有無を検討した。また 1ヶ月ないし 3ヶ月まで経過の追えた 17 例 (GroupA 6 例, GroupB 5 例, GroupC 6 例) において梗塞部の Gd-DTPA enhancement による高信号領域の縮小の有無について, また 3ヶ月までに経過の追えた 10 例 (GroupA 3 例, GroupB 5 例, GroupC 2 例) において 3ヶ月以内の Gd-DTPA enhancement の高信号領域の早期消失の有無について検討した。信号強度は無, 軽度または高度の 3 段階で視覚的に 3 名の医師により評価した。

T1-201 運動負荷心筋シンチグラフィは AMI 発症 1ヶ月前後にエルゴメーターを用い多段階漸増負荷により亜最大負荷量で施行し, 主にプランナー像で梗塞部再分布の有無を, また SPECT

像を撮像した 10 例 (GroupA 4 例, GroupB 3 例, GroupC 3 例) において後期像, または安静時の左室短軸像の中央レベルのスライスにおいて灌流欠損像の範囲を求め, Gd-DTPA が最も強く造影された 1 週目または 2 週目の高信号領域と比較検討した。

また, 心エコー図を AMI 発症後, 平均 12±7 日に施行し, 梗塞部壁運動を評価した。壁運動は 4 段階で評価し, 正常壁運動を normal, 壁運動低下を hypokinesis, 壁運動の無いものを akinesis, 壁運動異常を dyskinesis とした。

結 果

各 3 群の臨床所見を Table 1 に示す。平均 peak CPK は A 群の 1495U/L, B 群の 1285U/L に比し C 群の 6067U/L は有意に高値を示した。梗塞部位は A 群に非貫壁性梗塞が多く認められ, C 群に前壁梗塞が多く認められた。心エコー図における梗塞部壁運動は A 群で 5 例に

Table 1. Clinical characteristics of groups A, B and C. Mean peak CPK of group C was higher than groups A and B. Nontransmural myocardial infarction was found in most of group A, and anterior myocardial infarction was found in most of group C.

* ; p<0.01 vs Group A and B.

Ant=anterior ; Inf=inferior ; PL=posterolateral ; and Non=non-transmural myocardial infarction.

	Group A (n=8)	Group B (n=6)	Group C (n=8)
Age (yrs)	56.0±11.5	49.7±7.0	53.5±20.7
Sex (M/F)	8/0	5/1	8/0
Peak CPK (U/L)	1495±1667	1285±782	6067±2705*
Infarcted region	Ant (1), Inf (1) PL (1), Non (5)	Ant (2), Inf (3) Non (1)	Ant (7), Inf (1)
Wall motion at infarcted region	Hypokinesis (5) Akinesis (3)	Normal (1) Hypokinesis (5)	Akinesis (5) Dyskinesis (3)

hypokinesis, 3例に akinesis を認め、B群で1例に normal, 5例 hypokinesis を認め、C群で5例に akinesis, 3例に dyskinesis を認めた。

次ぎに梗塞部の Gd-DTPA enhancement の信号強度と範囲、及び wall thinning の有無を Table 2 に示す。信号強度の高度例は A 群の 8 例中 2 例、B 群の 6 例中 4 例、C 群の 8 例中 2 例で有意に差はなかった。しかし Gd-DTPA

enhancement の範囲が灌流欠損より広い例は A 群の 4 例中 4 例、B 群の 3 例中 2 例は C 群の 3 例中 0 例に比し多い傾向を認めた。また梗塞部の wall thinning は A 群に 1 例、C 群の 6 例全例と C 群に多く認めた。

次に AMI 発症後 3 ヶ月以内の梗塞部の Gd-DTPA enhancement の経過を Table 3 に示す。follow-up 中の高信号領域の縮小は B 群の 5 例

Table 2. Signal intensity and extent of Gd-DTPA enhancement, and wall thinning at infarcted region. SI of Gd-E was almost same among three groups. Gd-E>PD was found in most of groups A and B. Wall thinning at infarcted region was found in all of group C.

SI=signal intensity.

Gd-E=Gd-DTPA enhancement.

PD=perfusion defect by TI-201 myocardial scintigraphy.

	Group A	Group B	Group C
SI of Gd-E	(n=8)	(n=6)	(n=8)
(-)	1 (12%)		
(+)	5 (63%)	2 (33%)	6 (75%)
(++)	2 (25%)	4 (67%)	2 (25%)
Extent of Gd-E vs PD	(n=4)	(n=3)	(n=3)
Gd-E>PD	4 (100%)	2 (67%)	0
Gd-E≤PD	0	1 (33%)	3 (100%)
Wall thinning of infarcted region	(n=8)	(n=6)	(n=6)
	1 (13%)	0	6 (75%)

Table 3. Course of Gd-DTPA enhancement at infarcted region during three months. Decrease of Gd-E area was found in group A, but early disappearance of Gd-E within three months was not different among three groups.

	Group A	Group B	Group C
Decrease of Gd-E area during follow-up	(n=6) 4 (67%)	(n=5) 1 (20%)	(n=6) 1 (17%)
Disappearance of Gd-E within 3 months	(n=3) 2 (67%)	(n=5) 3 (60%)	(n=2) 2 (100%)

中 1 例, C 群の 6 例中 1 例に比し A 群の 6 例中 4 例と A 群に多い傾向を認めた。しかし 3 ヶ月以内の高信号領域の早期消失は A 群の 3 例中 2 例, B 群の 5 例中 3 例, C 群の 2 例中 2 例と 3 群間に差異を認めなかった。

症 例 呈 示

急性期の再疎通療法について, PTCR または directPTCA を A 群と C 群にそれぞれ 2 例, 4 例に施行した。それぞれ 2 例, 3 例に成功し, 確認造影で再閉塞は認められなかった。再疎通療法を施行していない症例は A 群, B 群, C 群それぞれ 6 例, 6 例, 4 例であり確認造影で完全閉

塞例はそれぞれ 2 例, 5 例, 3 例に認めた。

症例 1 53 歳男性 (A 群) (Fig.1)

下壁に陳旧性心筋梗塞の既往があり, 今回前壁中隔梗塞にて緊急入院となり, PTCR にて左前下行枝の完全閉塞が 90% に改善した症例である。peakCPK は 2281 であった。1 週目の MRI T₁ 強調画像にて Gd-DTPA 投与により前壁中隔に高信号を認めた。負荷心筋シンチグラフィの初期像では前側壁から前壁中隔に灌流欠損像を認め, 後期像で同領域に再分布像を認め, 梗塞部に心筋 viability があると考えられた。後期像の灌流欠損像の範囲は高信号領域より狭いと考えられた。その後 2 週目に施行した MRI T₁ 強調画像にて高信号領域は縮小を認めた。心エコー

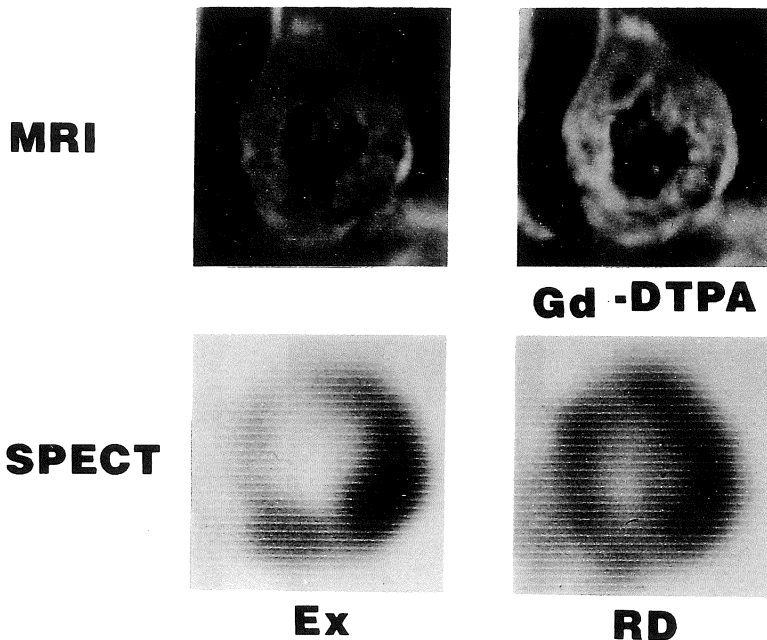


Fig.1. Gd-DTPA contrast enhancement vs thallium SPECT in case 1.

Gd-DTPA contrast enhancement was found at the anteroseptal region, at which SPECT image had redistribution. Extent of perfusion defect of the delayed image was smaller than that of Gd-DTPA contrast enhancement.

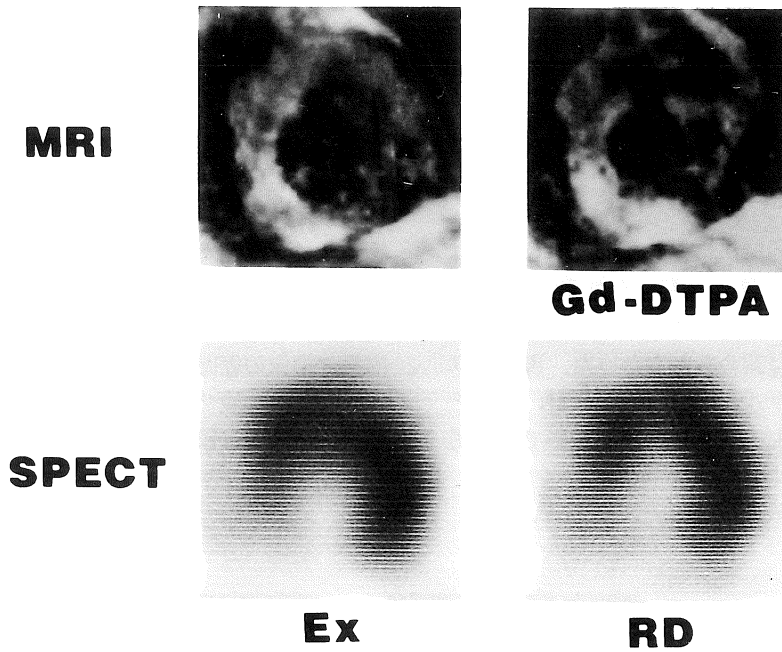


Fig.2. Gd-DTPA contrast enhancement vs thallium SPECT in case 2.

MRI showed moderately high signal intensity at the inferoseptum to inferior region on T_1 -weighted image, and Gd-DTPA administration increased signal intensity. At the same region, perfusion defect was found in both of early and delayed images.

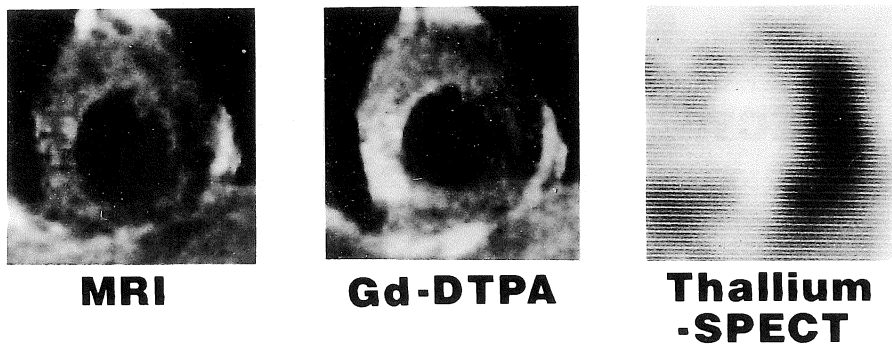


Fig.3. Gd-DTPA contrast enhancement vs thallium SPECT in case 3.

MRI showed wall thinning at the anteroseptal region, and Gd-DTPA contrast enhancement was found at the same region, which was smaller than that of perfusion defect of the rest SPECT image.

図では梗塞部壁運動は akinesis であった。

症例 2 59 歳男性 (B 群) (Fig.2)

下壁梗塞にて入院となり, peakCPK は 1717 であった。2 週目の MRI T₁強調画像で下壁から下壁中隔に高信号を認め, Gd-DTPA 投与にてさらに信号強度は増強した。負荷心筋シンチグラフィでは初期像, 後期像とも MRI の高信号領域とほぼ一致した領域に灌流欠損像を認めた。梗塞部再分布像は認められなかった。心エコー図における梗塞部壁運動は hypokinesis であった。冠動脈造影では右冠動脈の seg.2 に完全閉塞を認めた。

症例 3 62 歳男性 (C 群) (Fig.3)

広範囲前壁梗塞にて入院となり, peak CPK は 4037U/L であった。心エコー図にて梗塞部壁運動は akinesis ないし dyskinesis であった。2 週目の MRI T₁強調画像にて前壁中隔に wall thinning を認め, Gd-DTPA 投与にて前壁中隔に高信号を認めた。心筋シンチグラフィの planar 像において梗塞部再分布像を認めなかった。安静時 SPECT 像にて前側壁から前壁中隔及び一部下壁におよぶ, Gd-DTPA の高信号領域より広い範囲に灌流欠損像を認めた。冠動脈造影で左前下行枝の seg.6 に完全閉塞を認めた。

考 案

急性心筋梗塞の 1 週目ないし 2 週目の Gd-DTPA を用いた MRI において, 梗塞部がよく造影され, 急性心筋梗塞の診断に有用であることが報告されている^{1),2),5)~8)}。

Gd-DTPA は Weinmann ら⁹⁾が指摘しているように, 低分子量で水親和性であるため細胞外液に急速に流入する。心筋梗塞の急性期においては, 梗塞部の残存血管床, 浮腫に流入し clearance が遅延しているため, 造影される^{7),10)}。本研究ではこの造影効果が心筋 viability と関連するかについて, MRI の高信号領域と負荷心筋シンチグラフィおよび心エコー図と対比検討した。

これまでの報告では, 急性心筋梗塞発症早期に責任冠動脈の再疎通の有無により, 梗塞部の Gd-DTPA enhancement を検討したものの^{1)~3),8)}が多く認められた。信号強度に関しては再疎通の有無に関係ないとするものがほとんどであった。Dijkman ら¹⁾は再疎通例に均質な enhancement が多く, 非再疎通例に不均質な enhancement が多いと報告している。また Rossum ら³⁾は Gd-DTPA 投与前, 後 6~8 分, 16~18 分, 27~29 分に MRI を撮像し, 6~8 分時点においてのみ再疎通例が有意により高信号であったと報告している。また Roos ら⁴⁾の検討では, Gd-DTPA enhancement 領域は非再疎通例または未治療例より再疎通例において有意に狭かったと報告している。しかしいずれも梗塞部の心筋 viability を十分に検討したものはいえない。

本研究の結果では, 梗塞部に運動負荷心筋シンチグラフィにて再分布像を認め明かに心筋 viability があると考えられた A 群において, 後期像の灌流欠損部のみならず再分布像を認めた部位においても高信号を認めた。またその高信号領域はその後縮小傾向を示した。恐らく梗塞による間質の浮腫および炎症細胞浸潤などの炎症反応が早急に治癒に向かったと考えられた。

Schaefer ら¹¹⁾の犬の実験によれば Gd-DTPA enhancement は梗塞領域よりも範囲が広く, その範囲は責任冠動脈支配領域に相関していたと報告している。恐らく梗塞周辺領域の viability のある領域も enhancement されたと考えられる。

C 群のように梗塞部再分布像を認めず, かつ心エコー図にて梗塞部壁運動は akinesis ないし dyskinesis を呈し, 梗塞部にほとんど心筋 viability がないと考えられた症例では, 逆に灌流欠損部より高信号領域が狭い傾向を示した。梗塞部は wall thinning を呈し, peak CPK も他の 2 群より有意に上昇した。恐らく梗塞部に wall thinning を呈し, 壁運動が dyskinesis を呈する部位においては, 残存心筋はほとんどなく, そのため残存血管床も少なくなり, このため Gd-DTPA enhancement がされにくくなったと考え

られた。この群で急性期再疎通が4例中、3例に成功しているが再疎通までに時間を要したため十分な心筋 salvage ができなかつたと考えられた。

以上、梗塞部心筋 viability の研究において、これまでの報告では Gd-DTPA enhancement との関連は明らかにされていなかったが、今回、本研究において Gd-DTPA enhancement の信号強度や早期消失は心筋 viability の指標として最適ではなかつたが、Gd-DTPA enhancement の高信号領域が灌流欠損より広い範囲であることや、高信号領域の縮小傾向は梗塞部の viability をある程度反映すると考えられた。急性心筋梗塞例において Gd-DTPA enhancement は心筋 viability の評価法として、ある程度有用と考えられた。

文 献

- 1) Dijkmn PRM, Wall EE, Roos A, et al. : Gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging in acute myocardial infarction. *Eur J Radiol*, 11 : 1-9, 1990.
- 2) Wall EE, Dijkmn PRM, Roos A, et al. : Diagnostic significance of gadolinium-DTPA (diethylenetriamine pentaacetic acid) enhanced magnetic resonance imaging in thrombolytic treatment for acute myocardial infarction : its potential in assessing reperfusion. *Br Heart J*, 63 : 12-17, 1990.
- 3) Rossum AC, Visser FC, Eenige MJ, et al. : Value of gadolinium-diethylenetriamine pentaacetic acid dynamics in magnetic resonance imaging of acute myocardial infarction with occluded and reperfused coronary arteries after thrombolysis. *Am J Cardiol*, 65 : 845-851, 1990.
- 4) Roos A, Matheijssen NAA, Doornbos J, et al. : Myocardial infarct size after reperfusion therapy: Assessment with Gd-DTPA-enhanced MR imaging. *Radiology*, 176 : 517-521, 1990.
- 5) Eichstaedt HW, Felix R, Danne O, et al. : Imaging of acute myocardial infarction by magnetic resonance tomography (MRT) using the paramagnetic relaxation substance gadolinium-DTPA. *Car Drug Therapy*, 3 : 779-788, 1989.
- 6) Nishimura T, Kobayashi H, Ohara Y, et al. : Serial assessment of myocardial infarction by using gated MR imaging and Gd-DTPA. *AJR*, 153 : 715-720, 1989.
- 7) Saeed M, Wendland MF, Masui T, et al. : Myocardial infarction : assessment with an intravascular MR contrast medium. *Radiology*, 180 : 153-160, 1991.
- 8) Dijkmn PRM, Wall EE, Roos A, et al. : Acute, subacute, and chronic myocardial infarction : Quantitative analysis of gadolinium-enhanced MR imaging. *Radiology*, 180 : 147-151, 1991.
- 9) Weinmann HJ, Brasch RC, Press WR, et al. : Characteristics of gadolinium-DTPA complex : A potential NMR contrast agent. *AJR*, 142 : 619-624, 1984.
- 10) P. R. M. Dijkmn, J. Doornbos, A. Roos, et al. : Improved detection of acute myocardial infarction by magnetic resonance imaging using gadolinium-DTPA. *Inter J Car Imag*, 5 : 1-8, 1989.
- 11) Schaefer S, Malloy CF, Katz J, et al. : Gadolinium-DTPA-enhanced nuclear magnetic resonance imaging of reperfused myocardium : Identification of the myocardial bed at risk. *J Am Coll Cardiol*, 12 : 1064-1072, 1988.

**Assessment of Viability of Acute Myocardial Infarction Using MRI
and Gadolinium DTPA —Comparison with Tl-201 Exercise Myocardial Scintigraphy
and Two-Dimensional Echocardiography—**

Takuji TOYAMA¹, Tsunehiko NISHIMURA¹, Naoaki YAMADA¹,
Toshihisa UEHARA¹, Kohei HAYASHIDA¹, Tsuyoshi SHIMONAGATA¹,
Yoshiaki HIROSE¹, Tatsuroh KAMINAGA¹, Hiroyuki SHOHNO¹,
Hiroshi NONOGI², Kazuo HAZE²

¹*Department of Radiology, National Cardiovascular Center
5-7-1 Fuzishirodai, Suita, Osaka 565*

²*Department of Cardiology, National Cardiovascular Center*

To evaluate the myocardial viability using gated MRI and Gadolinium-DTPA enhancement, we compared with Tl-201 exercise myocardial scintigraphy (Ex-Tl) and two-dimensional echocardiography (UCG) in 22 patients with acute myocardial infarction (AMI). These patients were divided into three groups. In group A (8 patients), thallium redistribution (RD) was found at infarcted region. In group B (6 patients), RD was not found at infarcted region, but wall motion by UCG was normal or hypokinesis at infarcted region. In group C (8 patients), RD was not found at infarcted region, and wall motion by UCG was akinesis or dyskinesis at infarcted region. MRI was performed at one week, two weeks, one month and three months from the onset of AMI. We evaluated signal intensity (SI), extent of Gd-E and wall thinning at short axial image of T₁ weighted image. Ex-Tl was performed at one month after AMI to evaluate presence of RD and extent of perfusion defect on delayed SPECT image. In addition, UCG was performed within one month after AMI to evaluate regional wall motion at infarcted region. In most cases of groups A and B Gd-E>PD was found. Decrease of Gd-E area was found in group A, but early disappearance of Gd-E within three months was not different among three groups. This study indicated that Gd-E>PD and decrease of Gd-E area reflected myocardial viability at infarcted region to some extent, but SI of Gd-E and early disappearance of Gd-E did not reflect myocardial viability. Gd-E was slightly useful to detect the myocardial viability of acute myocardial infarction.