

シネ MRI 法による心疾患に於ける弁逆流の評価 —現時点での有用性と限界—

久保田修平*, 西村恒彦*

*国立循環器病センター放射線診療部

1. 緒言

従来、心疾患における弁逆流診断には、造影法が gold standard として用いられている。また、Doppler Color Flow Imaging (Doppler 法) が臨床的に汎用され、弁逆流診断に於いても、優れた精度を有することが報告されている^{1),2),3)}。しかし、前者は観血的であり、かつ、右心系評価の際にはカテーテルが弁口を通過しているため、三尖弁逆流、肺動脈弁逆流の評価には適さない。また、後者は、骨・肺・肥満等の影響からエコーが入りにくい症例もあり、術者の熟練が要求され再現性に問題がある。一方、心電図同期 MRI (Magnetic Resonance Imaging)^{4),5)} に加え、高速イメージング技術の開発により、シネ MRI 法を用いて、心機能及び弁逆流評価が可能となってきた⁶⁾⁻⁹⁾。しかし、多数の臨床例を用いて、各

弁逆流評価について詳細に検討した報告はみられない。そこで、本研究では、シネ MRI 法により、各種心疾患に於ける、僧帽弁・大動脈弁・三尖弁・肺動脈弁の個々の弁逆流評価が、現時点で、どの程度精度高く行えるか、Doppler 法及び造影法と対比検討した。

2. 対象

1987年7月から1988年12月までの約18ヵ月間に当センターでシネ MRI を施行した各種心疾患患者 98 例 (弁膜症 30 例・虚血性心疾患 17 例・特発性心筋症 18 例・高血圧性心臓病 10 例・先天性心疾患、不整脈その他 23 例) である。その内訳は、男性 65 例、女性 33 例で、平均年齢 53.5 歳 (17~82 歳) である。

キーワード cine magnetic resonance imaging, valvular regurgitation, contrast angiography, doppler color-flow imaging

3. 方法

(1) シネ MRI によるデータ収集；使用した装置はシーメンス社製 MAGNETOM (1.5 Tesla 超伝導型) である。シネ MRI 法は Fast Low Angle Shot (FLASH) 法 (フリップ角 30 度) を用いて行った¹⁰⁾。繰り返し時間 30~40 msec, エコー時間 10~20 msec, スライス厚 10 mm とし 1 心拍に 2 スライス計 22 枚の心動態画像を、心房及び心室レベルの体軸横断面にて作成した。スライスの選択には、予めマルチスライス法にて作成した体軸横断面でのスピネエコー画像の中から、逆流の同定及び重症度判定に必要と思われる基準面を少なくとも 2 断面は選択するように努めた。各弁逆流別の基準面については後述する。

(2) シネ MRI 法による弁逆流評価；得られた画像をシネループにて動画表示し、視覚的に弁逆流の有無及び重症度を評価した。S/N 比が悪く、画質の著しく不良な例は検討から除外した。なお、各弁逆流評価は、造影法、Doppler 法、その他の臨床データを知らされていない、3 人の医師による判定を総合して行った。以下に、著者らが用いた各弁逆流の半定量的重症度判定基準を示す。

a) 僧帽弁逆流 (MR)

基準面は僧帽弁を含み左房が最大に捉えられる断面で、収縮期逆流低信号の最大面積が左房に占める割合から、逆流の重症度を、20%以下 (1 度)、20~30% (2 度)、30~50% (3 度)、50%以上 (4 度) と判定した。なお、1 度と 2 度の逆流に関してはその逆流低信号が全収縮期時相に認められる場合に、逆流持続時間を考慮して、1 度加えた重症度評価を行った。また、逆流面積からは 2 度以下であっても、逆流低信

号が弁接合部から心房対側に到達するか、途中で反転し心房内で渦を巻いて拡がる所見を認める場合には 3 度以上に評価した。

b) 三尖弁逆流 (TR)

三尖弁が描出される断面を基準面とし、収縮期逆流低信号が右房に占める割合にて MR と同様に評価した。

c) 大動脈弁逆流 (AR)

左室流出路レベルで僧帽弁前尖が描出されている断面、及び左室が最大に捉えられる断面を基準面とした。拡張期逆流低信号の最大到達距離により、僧帽弁前尖先端を越えない (1 度)、腱索レベルに達する (2 度)、乳頭筋レベルに達する (3 度)、自由壁に達する (4 度)、と分類した。なお、到達距離からは 1 度と判定されるが全拡張期時相に渡って認められる場合は 2 度と評価した。

d) 肺動脈弁逆流 (PR)

gold standard としての肺動脈造影施行例が無かったこと、Doppler 法による重症度評価を欠いたことから、右室流出路体軸横断面の拡張期逆流低信号の有無による存在診断のみにとどめた。

(3) 造影法及び Doppler 法による弁逆流評価；いずれもシネ MRI 施行前後 1 週間以内に施行した。造影法による弁逆流重症度評価は、右前斜位 30 度または左前斜位 60 度像にて、Sellers 分類に準じて行った。Doppler 法による重症度評価は、長軸断層像、心尖部からの斜位像、または短軸断層像にて、宮武らの方法¹¹⁾に準じ 4 段階に評価した。

(4) 検討項目

a) シネ MRI 法、Doppler 法、造影法の 3 者にて同時に評価し得た、僧帽弁 70 弁、大動脈弁 20 弁、及び三尖弁 20 弁に於いて、造影法を gold standard とし、両者の各弁逆流診断精度を評価し比較検討した。

b) シネ MRI 法及び Doppler 法による各弁逆流の定性及び重症度評価を、造影法と比較検討した。

c) 造影法による評価を欠いた弁をも含めて、シネ MRI 法及び Doppler 法にて評価した全弁逆流 (MR 99 弁, AR 99 弁, TR 87 弁, PR 85 弁) に於ける、両者の定性及び重症度評価を比較検討した。PR に関しては、既述のごとく gold standard を欠いたため、ここでの検討のみにとどめた。

(5) シネ MRI 法及び Doppler 法による弁逆流の存在診断及び重症度評価が gold standard (造影法) と一致した割合を算出し、それぞれ、定性正診率及び重症度正診率とした。また、シネ MRI 法と Doppler 法との比較に於いて、両者の弁逆流存在診断及び重症度評価が一致した割合を算出し、それぞれ、定性一致率及び重症度一致率とした。なお、定性及び重症度正診率の

有意差検定には、直接確率計算法を用い、各方法論間の逆流評価の相関性を、chi-square test にて検定した。いずれも、5%以下の危険率をもって、有意と判定した。

4. 結果

図 1～4 に、各弁逆流のシネ MRI 代表例を呈示する。なお、それぞれ 11 枚の心動態画像の末尾に配置した画像は、同レベルに於けるスピン・エコー画像である。

(1) シネ MRI 法及び Doppler 法の各弁逆流検出精度

図 5 に、各弁逆流検出に於けるシネ MRI 法及び Doppler 法の Sensitivity (Sn.), Specificity (Sp.), Positive Predictive Value (P.P.V.), 及び Negative Predictive Value (N.P.V.) を示す。MR (n=70) に於いては、シネ MRI 法で

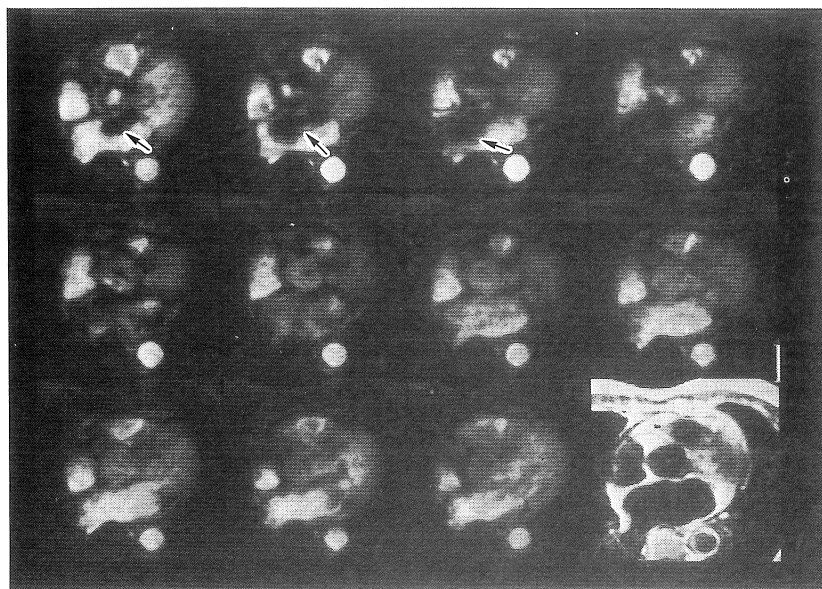


図 1 僧帽弁逆流のシネ MRI (左房レベル)

拡大した左房内に、MR ジェットが僧帽弁接合部から前方に向かう紡錘形の血流低信号 (矢印) として認められる。逆流面積は収縮中期で最大となり、左房内に占める割合は 30～50% で、MR 3 度と判定された。

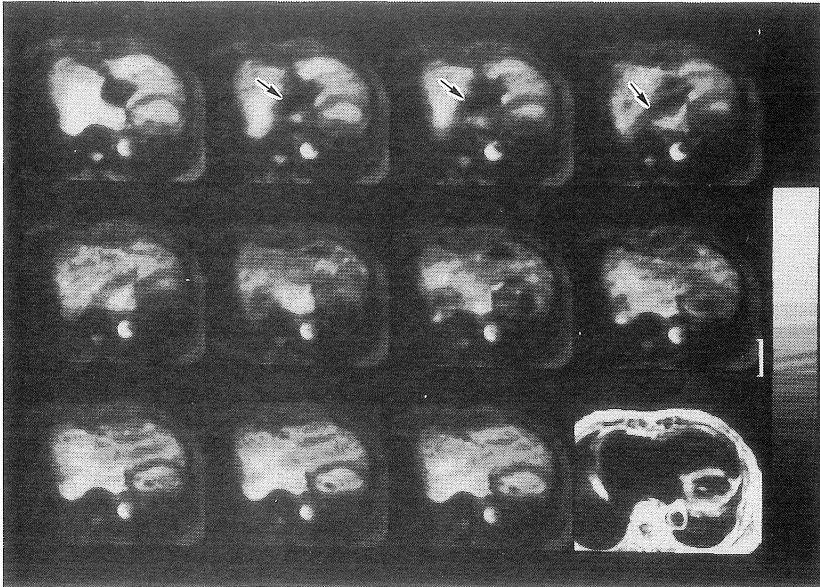


図2 三尖弁逆流のシネ MRI (右房レベル)

拡大した右房内に、TR ジェットが三尖弁接合部から後方に向かう紡錘形の血流低信号(矢印)として認められる。僧帽弁逆流と同様に逆流面積より MR 2 度と判定された。

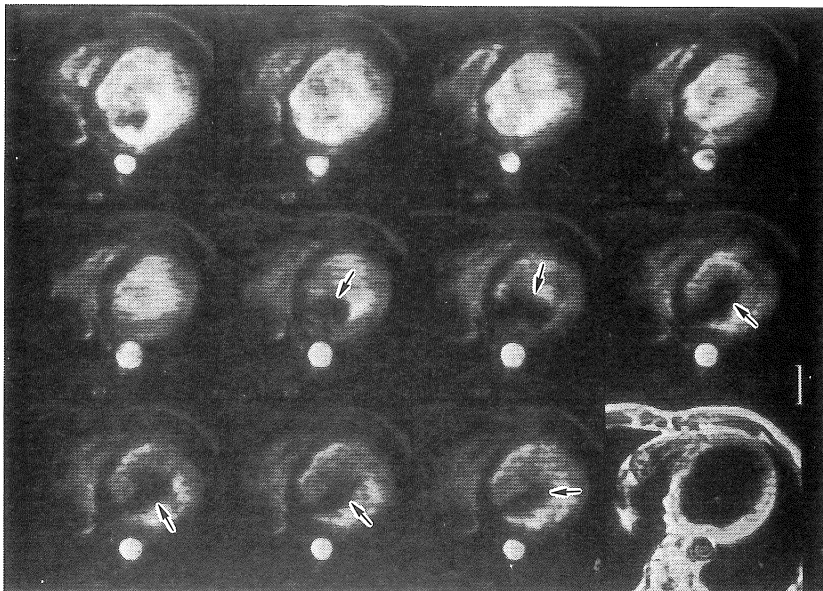


図3 大動脈弁逆流のシネ MRI (左室レベル)

拡大した左室内に、AR ジェットが左室流出路から乳頭筋レベルに及ぶ、ほぼ紡錘形の血流低信号(矢印)として認められ、AR 3 度と判定された。

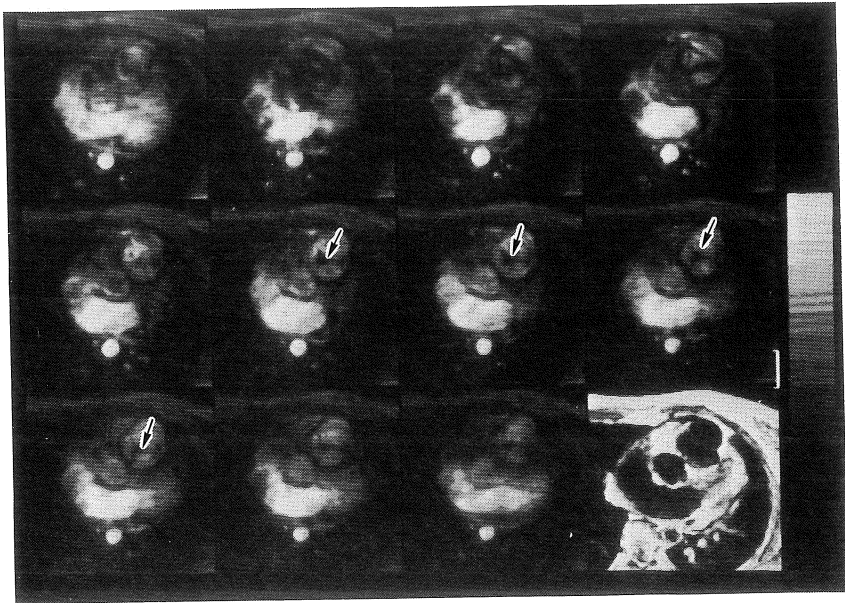


図4 肺動脈弁逆流のシネ MRI (右室流出路レベル)
半月弁尖の接合が不完全で、PR ジェットが肺動脈弁直下の血流低信号(矢印)として、全拡張時相に於て認められる。

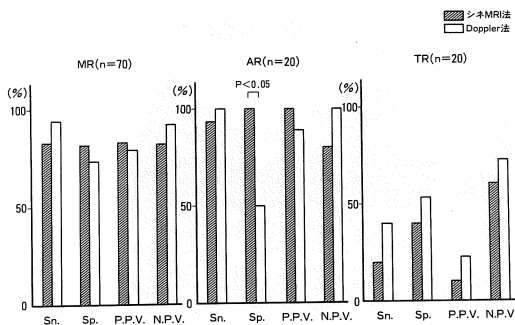


図5 シネ MRI 法及び Doppler 法による弁逆流診断精度

それぞれ、83.3, 82.4, 83.3 及び 82.4 (%), Doppler 法で、94.4, 73.5, 79.1, 及び 92.6(%), AR (n=20) に於いては、シネ MRI 法で、93.8, 100, 100, 及び 80.0 (%), Doppler 法で、100, 50.0, 88.9, 及び 100 (%), TR (n=20) に於いては、シネ MRI 法で、20.0, 40.0, 10.0, 及び 60.0(%), Doppler 法で、40.0, 53.3,

22.2, 及び 72.7 (%) であった。AR に於ける Sp. で、両方法論間に有意差 ($p < 0.05$) を認められたが、他の指標には差がなかった。

(2) 造影法との比較に於けるシネ MRI 法及び Doppler 法の各弁逆流診断精度

a) MR (n=70) (図6)；両者の定性及び重症度評価は、いずれも造影法と有意な相関を示した ($p < 0.01$)。定性正診率は、シネ MRI 法 82.9, Doppler 法 84.3 (%) といずれも良好であった。重症度正診率は、シネ MRI 法 68.6, Doppler 法 62.9 (%) とやや低値であったが、左室造影 (LVG) による評価と 2 度以上の差異を示したシネ MRI 法の 3 例及び Doppler 法の 2 例を除き、他の重症度不一致例での差異は、いずれも 1 度以内にとどまった。

b) AR (n=20) (図7)；両者の定性及び重症度評価は、いずれも造影法と有意な相関を示した ($p < 0.01$)。シネ MRI 法及び Doppler 法の定性正診率は、95.0, 及び 90.0 (%) といずれ

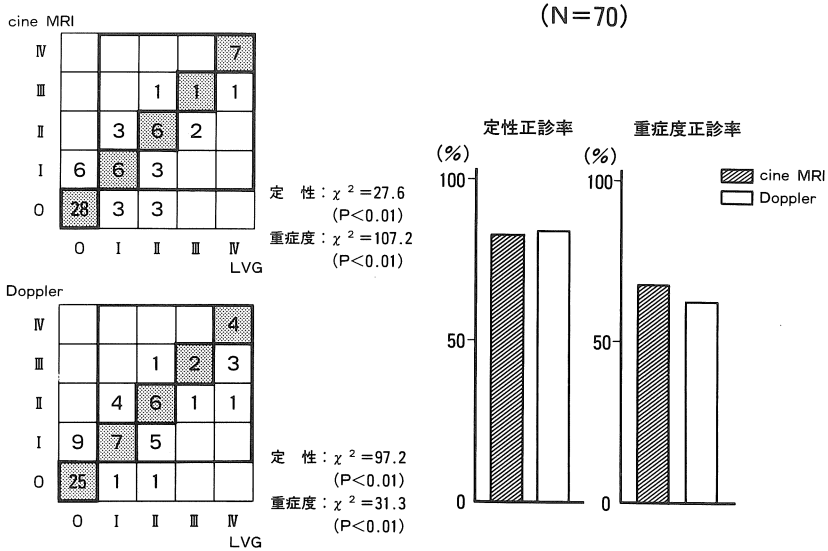


図6 シネ MRI 法及び Doppler 法による僧帽弁逆流評価 (LVG との相関)

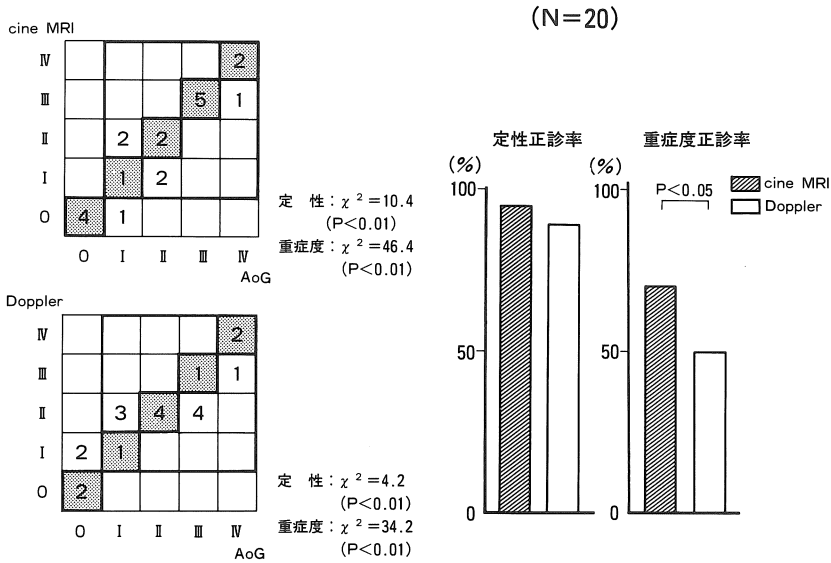


図7 シネ MRI 法及び Doppler 法による大動脈弁逆流評価 (AoG との相関)

も良好であった。重症度正診率は、70.0、及び 50.0 (%) と定性正診率に比して低値であったが、大動脈造影 (AoG) との重症度評価不一致例での差異は、両者とも 1 度以内にとどまった。

また、シネ MRI 法の重症度正診率は、Doppler 法に比し有意に高かった (p<0.05)。

c) TR (n=20) (図 8) ; 定性正診率及び重症度正診率は、ともにシネ MRI 法で 35.0、Dop-

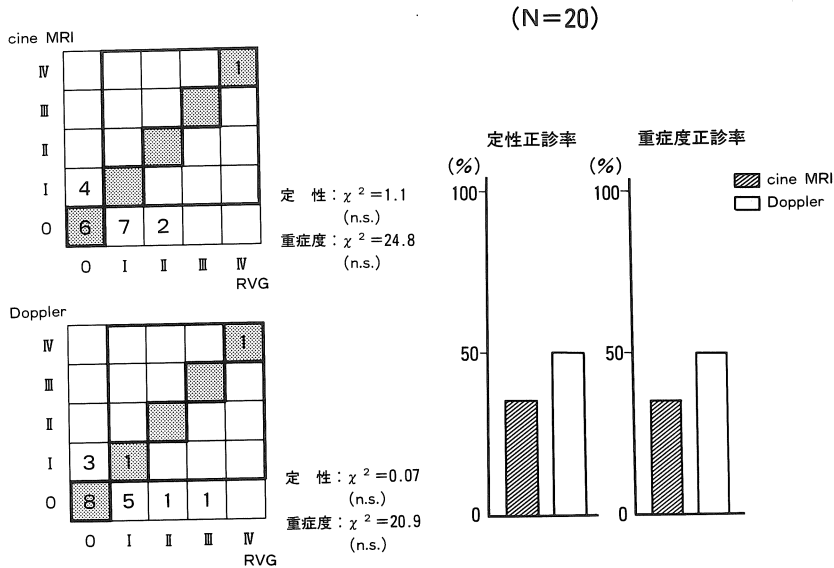


図8 シネ MRI 法及び Doppler 法による三尖弁逆流評価 (RVG との相関)

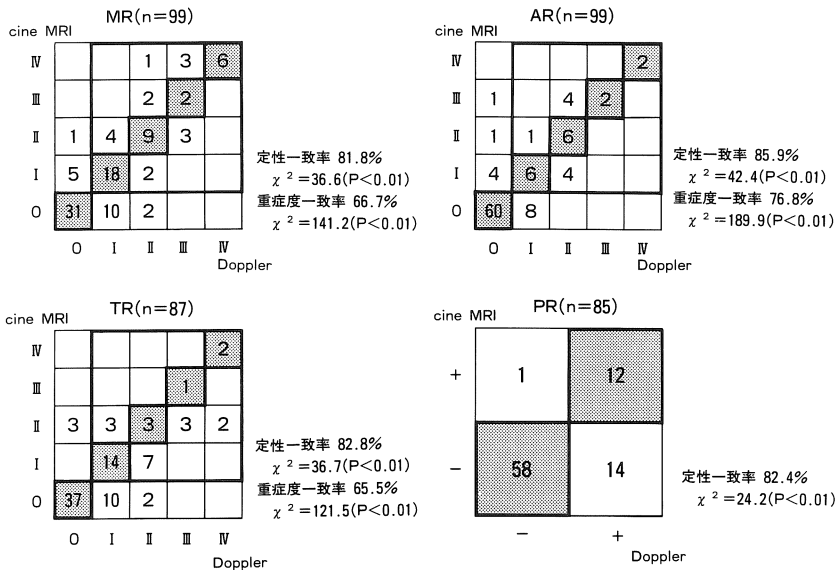


図9 シネ MRI 法及び Doppler 法による各弁逆流評価

pler 法で 50.0 (%) と、いずれも低値であったが、右室造影 (RVG) による重症度評価と 2 度以上の差異を示した例は、両者とも 2 例のみであった。

(3) シネ MRI 法と Doppler 法による各弁逆流重症度評価の比較検討

図 9 に、各弁逆流別に、両者にて評価し得た全弁を対象として検討した結果を示す。いずれ

の弁逆流に於いても、両者の定性及び重症度評価には有意な相関が認められた ($p < 0.01$)。定性一致率は、MR (n=99) 81.8, AR (n=99) 85.9, TR (n=87) 82.8, 及び PR (n=85) 82.4 (%) といずれの弁逆流に於いても良好であった。重症度一致率は、MR 66.7, AR 76.8, TR 65.5 (%) と、必ずしも良好とは言えないが、定性一致例のみに限ると、2度の不一致を認めた例は MR で 81 例中 1 例、TR で 72 例中 2 例のみで、AR では 85 例中に 1 例もなく、また、いずれの弁逆流に於いても、3度以上の不一致は認められなかった。さらに、Doppler 法で検出された各弁逆流が、シネ MRI 法でどの程度検出し得たかを検討すると、MR では 62 例中 50 例 (80.7%), AR では 34 例中 26 例 (76.5%), TR では 47 例中 35 例 (74.5%) と良好であったが、PR では 26 例中 12 例 (46.2%) にとどまった。

5. 考察

シネ MRI 法の弁逆流検出精度、定性正診率、及び重症度正診率は、全体的に Doppler 法に優るとも劣らず、臨床的有用性が示された。特に MR 及び AR に於いては、Sn, Sp, P.P.V., 及び N.P.V. がいずれも 80% 以上で、良好かつ均整のとれた成績が得られた。また、重症度評価では、いずれの弁逆流に於いても、造影法と 3 度以上の差異を示した例はなく、殆どが 1 度以内にとどまり、Doppler 法ともよく一致した。以上から、概ね、シネ MRI 法は各弁逆流診断に於いて、十分臨床利用に耐えるものと考えられる。

しかし、個々の症例を詳細に検討すると、シネ MRI 法で検出困難な例や、重症度評価に於いて造影法及び Doppler 法と不一致を示す例も認められた。そこで、各弁逆流に関して、シネ MRI 法の現時点での問題点と限界について考察した。

(1) MR に関して

シネ MRI 法の Sn. 及び N.P.V. が、それぞれ

83.3, 及び 82.4 (%) にとどまった原因につき、偽陰性 6 例の内訳を検討した。左房レベルの断面数では、1 断面のみのものが 2 例、2 断面のものが 3 例で、3 断面以上のものは 1 例のみであった。3 例 (肥大型心筋症の拡張相 2 例、拡張型心筋症 1 例) は、著明な左房拡大を伴っていた。また、低信号領域が捉えられても、その形態上、僧帽弁接合部との連続性が確認されず、左肺静脈からの収縮期流入血流と誤認された例が 1 例認められた。これら偽陰性例の LVG 上の重症度評価は全例 2 度以下で、3 例は 1 度の軽微な逆流であった。これらより、造影法 (LVG) 及び Doppler 法が心長軸方向での評価であるのに対し、シネ MRI 法は体軸横断での評価であるため、1 度以下の軽微な逆流ではもちろん、ときに 2 度の逆流でも、特に左房拡大例に於いては、撮像断面不足あるいは不適切な断面選択が MR 検出率を低下させる一因となると推察される。

つぎに、Sp. 及び P.P.V. がそれぞれ 82.4 及び 83.3 (%) にとどまった原因につき、偽陽性 6 例を検討した。シネ MRI 法の重症度評価はいずれも 1 度以下の判定で、低信号領域の左房に占める割合は小さく、うち 3 例は Doppler 法にても検出されなかった。偽陽性例中に前述した左肺静脈からの収縮期流入血流や、アーチファクトによる低信号を MR ジェットと誤認した例が含まれていた可能性も考えられる。

定性正診率は 82.9 (%) と良好であったが、偽陽性及び偽陰性例に一致する誤診例が 70 例中に 13 例認められ、その成因については既に考察した。また、重症度評価で 2 度以上の差異を示した例は 70 例中 3 例のみで、不一致例 22 例中 19 例は 1 度の差異にとどまったが、重症度正診率は 68.6 (%) とやや低値であった。重症度不一致の成因として、撮像断面内に真の逆流最大面積が捉えられず過小評価される可能性、低信号領域の出現時相が全収縮期に及ぶ場合に 1 度

重症に判定することで過大評価される可能性、等が考えられる。

いずれにせよ、弁逆流評価に於いて、シネ MRI 法は体軸横断層面のみでの視覚的評価であるため、断層法によらず三次元の情報の投影である造影法、及び、リアルタイムに左房内を走査できる Doppler 法に劣る。この撮像方向及び断層数の問題は、左房内を隈なく撮像することにより理論的には解決し得ると思われるが、時間的制約から、通常は数断面での撮像にて診断しているのが現状である。

(2) AR に関して

シネ MRI 法の検出精度は良好であったが、偽陰性が 1 例のみ認められた。体軸断層面での評価であるため、やはり撮像方向及び断面数の問題が想定される。しかし、AR の逆流ジェットは、撮像面に対しほぼ垂直に近い走行をとるため、MR に比し断面数不足による影響は少ないと思われる。また、2 度以上の逆流では左心室レベルの断面にても逆流低信号を捉え得る点が、Sn を高めているとも思われる。

しかし、左心室レベルの撮像断面のみで AR を評価する場合には、左房からの拡張期流入血流に基づく生理的血流低信号や、僧帽弁狭窄合併例における MS ジェットとの鑑別が困難で、偽診を招く危険性がある。今回の検討では、偽陽性は 1 例もなく、Sp. 及び、P.P.V. ともに 100(%) と好成績が得られたが、上記の如く、僧帽弁狭窄を合併し診断が困難な例は少なくないと思われる。従って、左室流出路または大動脈弁下部レベルの撮像面に於ける、逆流低信号の起始及び走行の同定が必須であろう。

なお、Doppler 法の Sp. が 50 (%) と、諸家の報告¹²⁾ に比し著しく低値であったが、対象となった 20 弁中に真陰性例が 2 例のみであったことがその原因と考えられ、一概に両方法論の AR 検出精度に優劣をくだすのは早計であろう。しかし、シネ MRI 法の定性正診率は 95 (%) と良

好で、重症度評価でも造影法と 2 度以上の不一致を示した例はなく、重症度正診率は、70.0(%) と Doppler 法に比して良好であった。以上より、少なくともシネ MRI 法の AR 診断に於ける有用性が示された。

一方、造影法 (AoG) との比較に於ける重症度不一致例 (6 例) を検討すると、いずれも 1 度の差異で、AoG 上 2 度以下の逆流例が 5 例を占めた。これらでは、得られた撮像断面に、1 度と 2 度の鑑別基準とした僧帽弁前尖が適確に描出されていなかったことが、不一致の原因と思われる。このように、シネ MRI 法は、中等度 (2 度) 以下の AR の重症度評価に於いては、やや精度が低く、現時点での限界が示された。また、今回は経験されなかったが、拡張型心筋症や心筋梗塞などの心内腔拡大例では腱索、乳頭筋の同定が困難な症例もあり、3 度と 4 度の鑑別に際し注意を要する。

(3) TR に関して

シネ MRI 法及び Doppler 法の、TR 検出精度、定性正診率、重症度正診率は、いずれも低値で成績は不良だった。造影法 (RVG) ではカテーテルによる人工的 TR が検出され、RVG 評価がいわゆる偽陽性となる可能性がある。また、シネ MRI 法と Doppler 法で共通した偽陽性が 7 例認められ、高率に、著明な右室拡大及び機能低下を伴っていた。これらでは、逆に、RVG がいわゆる偽陰性であった可能性もある。このように、TR 評価に於いて両方法論とも成績が不良な理由には、gold standard 自体の精度の問題が関連していよう。

しかし、シネ MRI 法の偽陰性 4 例中に、1 例のみであるが Doppler 法でも 1 度の TR が検出された例があり、やはり、シネ MRI 法では撮像方向の違いが検出率を低値にとどませた原因として考えられる。また、シネ MRI 法では、上下大静脈から右房への収縮期血液流入に基づく血流低信号の誤認が、偽陽性を招き、TR 検出精

度に影響すると考える。

一方、シネ MRI 法と Doppler 法との対比では、定性及び重症度一致率は、それぞれ 78.7 及び 60.6 (%) と比較的良好な結果が得られ、両者の評価はよく一致した。従って、TR に関しても、シネ MRI 法の臨床的有用性が示唆されるが、現時点では Doppler 法を凌駕するには至っていない。

(4) PR に関して

今回は、図 8 に示したシネ MRI 法と Doppler 法との対比に於ける検討のみにとどまった。両者の定性一致率は 82.4 (%) と良好だったが、Doppler 法にて検出された PR 26 例中、シネ MRI 法で検出し得た例は 12 例 (46.2 %) のみと低率で、現時点では Doppler 法に優るとは言い難い。ここでも体軸断層のみでの評価の限界が示されるが、適切な gold standard を欠いた点も考慮すべきであろう。

シネ MRI 法は、造影法のように観血的でなく、造影剤を必要とせず、さらに、Doppler 法に比し検者の技量に左右されず高い再現性を有する利点がある。また、逆流の形態及び持続時間についても、シネ MRI 法から有用な情報が得られる。このように、シネ MRI 法は、エコーの入りにくい症例にも行え、弁逆流の全体像の把握に有用と思われる。

しかし、理論的に、高速イメージング技術そのものは通常のイメージングに対し画像の S/N 比と画像取得時間のトレードを行っているに過ぎないこと、通常心臓では心尖部は動きが激しく、これに加え、呼吸性移動があること、心房細動を有する患者では心電図同期が不十分であること、などの点から、必ずしも鮮明なシネ MRI が得られないこともあり、注意が必要である。さらに、現時点では、ペースメーカー植え込み患者や、心筋梗塞急性期等で集中管理を必要とする患者に関しては、安全性の面からその適応は狭まり、また、人工弁置換術後の患者では、

弁座周囲の信号が欠如し、逆流評価が困難となる、などの欠点がある。

今回の成績では、現時点の著者らの用いているシネ MRI 法による弁逆流評価については、Doppler 法、造影法と対比しても遜色のない成績が得られ、臨床的有用性が示された。

しかし、その手法が、体軸断層画像に於ける、あくまで 2 次元的評価であること、複数心拍から得られる MR 信号の平均加算画像であり同一心周期での逆流評価ではなく、従ってリアルタイムでの評価は不能であること、などから考えられる現時点での限界が示された。また、今回我々は日常臨床的な立場から、便宜上 4 段階の重症度判定基準を設定し、煩雑な計測を避け、あくまで視覚的に弁逆流を評価した。従って、少なくとも 1 度の差異に於いては、画質の良否に加え診断上の誤差が影響する可能性があり、判定基準の設定に関しては、さらに検討を要するものと思われる。

技術的にシネ MRI 法ではあらゆる方向での断層画像が得られるが、我々の施設では、現時点では体軸断層に比し長軸断層の MR 画像の S/N 比が悪く、ルーチンに用いていない。今後、イメージング技術の開発により、心長軸断層、冠状断層、体軸斜位像等の各弁逆流を最も適確に描出できる断層画像の S/N 比が向上し、同一心周期内に複数断面での撮像が可能となれば、シネ MRI 法の弁逆流評価はより精度が高くなるものと思われる。さらに、3 次元画像法の進歩により弁逆流を立体的に捉えられるならば、逆流の定量評価はより精度が増すと思われる。

6. 結語

各弁逆流評価に於ける、シネ MRI 法の現時点での臨床的有用性及び限界につき、造影法及び Doppler 法と比較検討した。

MR 及び AR に関しては、造影法を gold stan-

ard とした検出精度は良好で、重症度評価もよく一致した。TR 及び PR に関しては、Doppler 法との比較に於いて、定性及び重症度評価が比較的良く一致した点で臨床的有用性が示された。

一方、本法が複数心拍から得られる MR 信号の平均加算画像であり、その弁逆流評価は、あくまで体軸横断面に於ける 2 次元的评价であることに由来する限界も示された。

文 献

- 1) Helmcke, F. et al.: Color Doppler assessment of mitral regurgitation with orthogonal plane. *Circulation* 75 : 175-183, 1987
- 2) Helmcke F, Perry G, Moos S, et al.: Color Doppler evaluation of mitral regurgitation in orthogonal planes. *Clin Res* 34 : 306, 1986
- 3) Omoto R, Yokote Y, Takamoto S, et al.: The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases : with special references to the evaluation of valvular regurgitation. *Jpn Heart J* 25 : 325, 1984
- 4) Peter Lanzer, M.D., Charlea Barta, M.S.E.E., Elias H. Botvinichk, M.D., et al.: ECG-Synchronized Cardiac MR Imaging : Method and Evaluation. *Radiology* 155 : 681-686, 1985
- 5) Dimiter Tscholakoff, M.D., and Charles B. Higgins, M.D.: Gated Magnetic Resonance Imaging for Assessment of Cardiac Function and Miocardial Infarction. *Radiologic Clinics of North America*, Vol. 23, No.3, September 1985
- 6) Sechtem U, Pflugfelder PW, White RD, et al.: Cine MR imaging : potential for the evaluation of cardiovascular function. *AJR* 148 : 239-246, 1987
- 7) Underwood SR, Klipstein RH, Firmin DN, et al.: Magnetic resonance assessment of aortic and mitral regurgitation. *Br Heart J* 56 : 455-462, 1986
- 8) 西村恒彦, 山田直明, 宮武邦夫, 他 : シネ MRI による心疾患における弁逆流の評価。臨床放射線 34 : 11-17, 1989
- 9) Nishimura T, Yamada N, Miyatake K, et al.: Cine MR imaging in mitral regurgitation ; Comparison with color doppler flow mapping. *AJR* 153 : 721-724, 1989
- 10) Hasse A, Frahm J, Matthaei D, et al.: FLASH imaging. Rapid NMR imaging using a gradient pulse and phase difference technique. *J Compt Assit Tomo* 8 : 588-593, 1984
- 11) Miyatake K, Izumi S, Okamoto M, et al.: Semiquantitative grading of severity of mitral regurgitation by realtime two-dimensional Doppler flow imaging technique. *J Am Coll Cardiol* 7 : 82, 1986
- 12) Ciobanu M, Abbasi AS, Allen M, et al.: Pulsed Doppler echocardiography in the diagnosis and estimation of severity of aortic regurgitation. *Am J of Cardiol* 49 : 339-343, 1982

Evaluation of Valvular Regurgitation by Cine Magnetic Resonance Imaging in Patients with Various Cardiac Diseases ; It's Clinical Value and Limitation

SHUUHEI KUBOTA,* TSUNEHICO NISHIMURA*

**Department of Radiology, National Cardiovascular Center, Osaka, Japan*

In order to evaluate the clinical value and limitation of magnetic resonance imaging (MRI) for detection and quantification of valvular regurgitation, 98 patients with various cardiac diseases were studied by cine MRI and the results were compared with contrast angiography and doppler color-flow imaging. Cine MRI was carried out using FLASH (fast low angle shot) which employs TE of 10~20 msec and TR of 30~40 msec. 22 transverse tomograms per cardiac cycle with a slice thickness of 10 mm were obtained at the level of atrium and ventricle. The jet of valvular regurgitation was easily seen as a discrete area of low signal with cine MRI. Identification of the regurgitation and its severity were visually evaluated based on the relative size of the regurgitant jet from the incompetent valve orifice. Using contrast angiography as a gold standard, the sensitivity of cine MRI for detecting mitral regurgitation was 83% and was 94% for aortic regurgitation, with the specificity of 82% and 100%, respectively. For mitral regurgitation and aortic regurgitation, evaluation by cine MRI and severity agreed well with contrast angiography. By the comparative study with doppler color-flow imaging, relatively good agreement was found between the two methods in detection and quantitative evaluation of valvular regurgitation in any of four valves. Cine MRI was suggested to be useful for both the detection and semiquantification of valvular regurgitation in generally, but its clinical limitation at this point was also found because, 1) its images are not acquired in real times, as in contrast angiography or doppler color-flow imaging, but are compiled from the cumulative information from 128 heart beats, 2) the evaluation of regurgitation is made from only two-dimensional transverse tomograms.