

<原 著>

部分肺静脈還流異常症の診断における MR Angiography の有用性

(平成11年10月26日受付)

(平成12年3月6日受理)

岩手医科大学医学部放射線科¹⁾, 岩手医科大学医学部小児科²⁾, 同 付属循環器医療センター³⁾

松尾みかる¹⁾ 吉岡 邦浩^{1,3)} 小山耕太郎^{2,3)}

key words : 心房中隔欠損症, 部分肺静脈還流異常症, MRI, MRA

要 旨

部分肺静脈還流異常症の診断における fast two dimensional gradient-recalled-echo sequence with cardiac-triggered segmented acquisition (FASTCARD) 法を用いた MR angiography (MRA) の有用性について検討した。

対象は心房中隔欠損症の術前に肺静脈還流異常症の検索を行った31例と胸部単純写真で部分肺静脈還流異常症が疑われた2例の計33例である。

各肺静脈の描出能について spin echo (SE) 法と MRA での比較, 検討を行った。また MRA による術前診断を手術または血管造影検査の結果と比較, 検討した。

その結果, SE 法横断像による正常還流の肺静脈の描出は, 右上肺静脈が87%, 右下肺静脈が100%, 左上肺静脈が74%, 左下肺静脈が97%であった。一方 MRA では4本とも100%描出可能であった。部分肺静脈還流異常症5例のうち4例は SE 法, MRA で診断できたが, 1例は診断できなかった。また還流経路が複雑な場合, 術前検査としては情報不足であった。

心房中隔欠損症の術前スクリーニング検査として FASTCARD 法を用いた MRA は有用と考えられた。ただし部分肺静脈還流異常症を伴う症例では, 診断として不十分なこともあり, そのような場合には3D-造影 MRA が有用であった。

はじめに

部分肺静脈還流異常症は稀な疾患ではあるが, 心房中隔欠損症の9%に合併し, また部分肺静脈還流異常症の85%から90%は心房中隔欠損症に合併するので¹⁾, いずれかの疾患が発見された際には両者の検索が必要となる。また部分肺静脈還流異常症は無症状で経過する場合もあるが, 長期にわたる右心系への容量負荷が右心不全を招く恐れがあり, 見過ごすことのできない疾患である²⁾。

これまで部分肺静脈還流異常症の診断には胸部単純写真や超音波検査のほかに, 確定診断のために血管造

影が用いられていた。近年では, 磁気共鳴撮像法(以下MRI)による診断法が検討され, spin echo (SE) 法による肺静脈の解剖や還流異常についての研究結果も報告されている³⁾⁻⁶⁾。

我々は肺静脈還流異常症の診断における fast two dimensional-gradient-recalled echo sequence with cardiac-triggered segmented acquisition (FASTCARD) 法を用いた MR angiography (MRA) の有用性と問題点を検討した。

対象と方法

対象は1994年8月から1998年9月までの間に岩手医科大学付属病院および付属循環器医療センターで心内修復術を受けた心房中隔欠損症(卵円孔開存や不全型心内膜床欠損症を含む)の患者のうち, 術前に

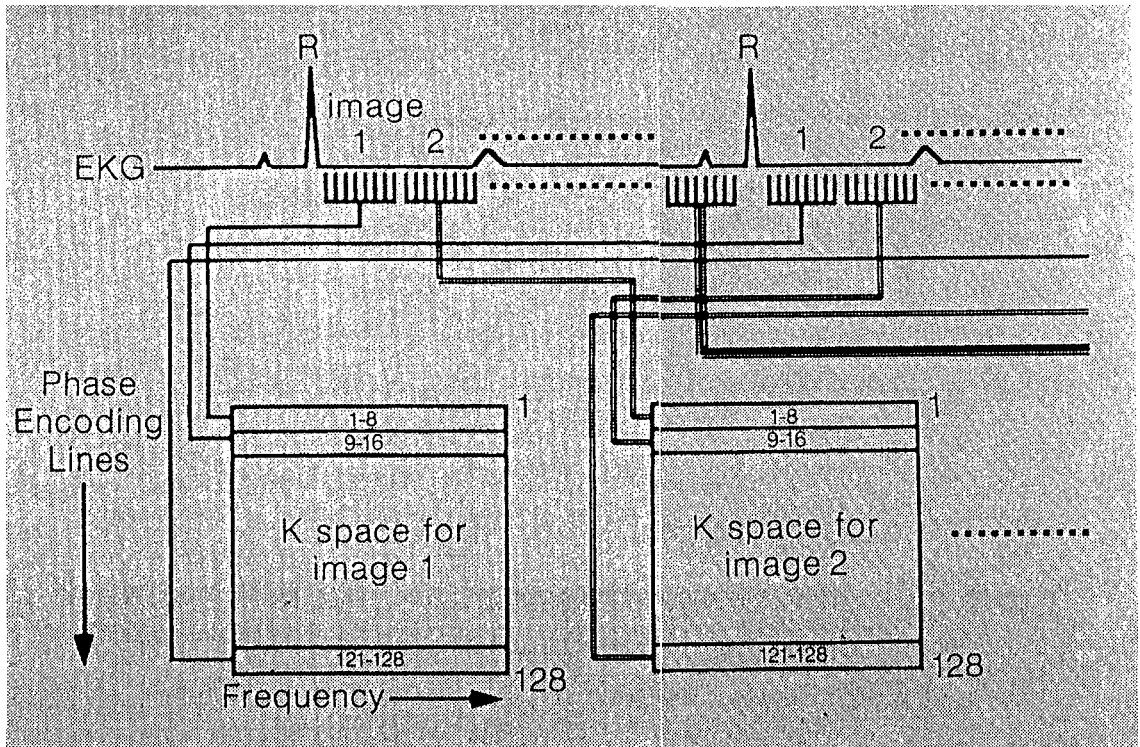


図1 FASTCARD法の原理(臨床画像1994 vol. 10 p 29より引用)
 高速 gradient echo 法と k-space segmentation を組み合わせることで、心周期をいくつかに分割した multi-phase image が得られる。1 R-R 間隔(1心拍)に8本分の k-space line を埋めることができる。

MRI で部分肺静脈還流異常症の検索を行った31例と、胸部単純写真で scimitar 症候群を疑われ、血管造影前にMRIを施行した患者2例の計33例である。年齢は1歳から65歳(平均9.3歳)。性別は男9例、女24例であった。

MRI装置はGE社製超伝導装置SIGNA(AdvantageまたはHorizon LX)、静磁場強度1.5テスラを使用した。coilは患者の体格によりhead coil, body coilまたはtorso coilを適宜選択した。なお検査中、鎮静の保てない小児には抱水クロラルールとミダゾラムを投与した。

心電図同期SE法により患者の体軸に対する横断面をTR/TE R-R/9~17 msec, FOV 24 x 18~40 x 40 cm, matrix数512 x 512または256 x 512, slice厚4~7 mm, 1~3 NEXで撮像した。撮像時間は患者の心拍数に依存し、また患者ごとの撮像条件によって若干異なるが、おおよそ3分30秒から5分であった。

つづいてFASTCARD法にて冠状断像を撮像した。FASTCARD法は高速gradient echo法にk-space segmentation法を組み合わせたもので、一心拍あたり、1スライスのk-space 8本分を埋めることができ、高速cine-MRIやMRAとして利用されている⁷⁾⁻¹⁰⁾(図1)。Pulse sequenceはflip angle 30°または45°, TR/TE 11.5~18/3.3~10 msec, FOV 24 x 12~36 x 36 cm, matrix数192 x 256または256 x 256, 1~4 NEXで、撮像時間はおおよそ6分30秒から10分前後であった。このFASTCARD法で得られた画像データはSIGNAのindependent consoleまたはワークステーション(Advantage Windows 2.0)に転送のうえ、放射線科医が再構成画像を作製した。

患者一人あたりの総検査時間はおおよそ40分から1時間前後であった。

この検査結果をもとにSE法の横断像とMRAにおける、それぞれの肺静脈の描出能を比較した。肺内の

表1 正常還流する肺静脈の描出能: SE法とFASTCARD法の比較

		RUPV	RLPV	LUPV	LLPV
SE	good	48%	27%	19%	39%
	fair	39%	73%	55%	58%
	poor	13%	0%	26%	3%
FASTCARD	good	74%	90%	77%	84%
	fair	26%	10%	23%	16%
	poor	0%	0%	0%	0%

SE: spin echo 法

FASTCARD: fast gradient recalled-echo sequence with cardiac triggered segmented acquisition 法

RUPV: right upper pulmonary vein

RLPV: right lower pulmonary vein

LUPV: left upper pulmonary vein

LLPV: left lower pulmonary vein

肺静脈まで明瞭に描出できたものを good, 心房または上, 下大静脈などへの流入部がわかり, 流入している肺静脈が肺内のどの部分から還流してきている肺静脈であるかがおおよそ判断できたものを fair, 肺静脈が同定できなかったものを poor とした。また肺静脈に関する MRA 所見が手術所見または心血管造影所見と合致していたかどうか検討した。

結 果

(1) 正常還流する肺静脈の描出能について: SE法とFASTCARD法の比較

従来の SE 法に比べ, 4本すべての肺静脈が FASTCARD 法を用いた MRA で明瞭に描出され, 流入部が同定できなかったものはなかった。また SE 法では同定しにくいといわれる左上肺静脈も全例で同定可能であった⁶⁾(表1)。

なお SE 法で描出不能であった原因は, ほとんどが心臓や周囲の大血管からの拍動や呼吸性の動きによるアーチファクトであった。

(2) 部分肺静脈還流異常症の MRA 所見と手術または血管造影所見との対比

対象とした 33 例中, 還流異常が認められたのは 5 例で, そのうち 4 例が診断可能であった。1 例は異常な還流経路をとっていた肺静脈の流入部が右房と左房の境界付近にあり, 静止画像では血流方向が不明なため形態学的に正常還流と判断した。正診率は 80% である。偽陽性の症例はなかった。

術前に胸部単純写真, 超音波検査および SE 法, MRA で部分肺静脈還流異常を合併していないと診断

した 28 例のうち, 16 例は血管造影を行わずに手術が施行されており, 開心時に肺静脈の確認が行われている。また 12 例は手術適応の決定または他の合併奇形の有無の診断のために血管造影が施行されており, 血管造影所見と手術によって確定診断が得られた。

部分肺静脈還流異常症をともなっていた症例を提示する。

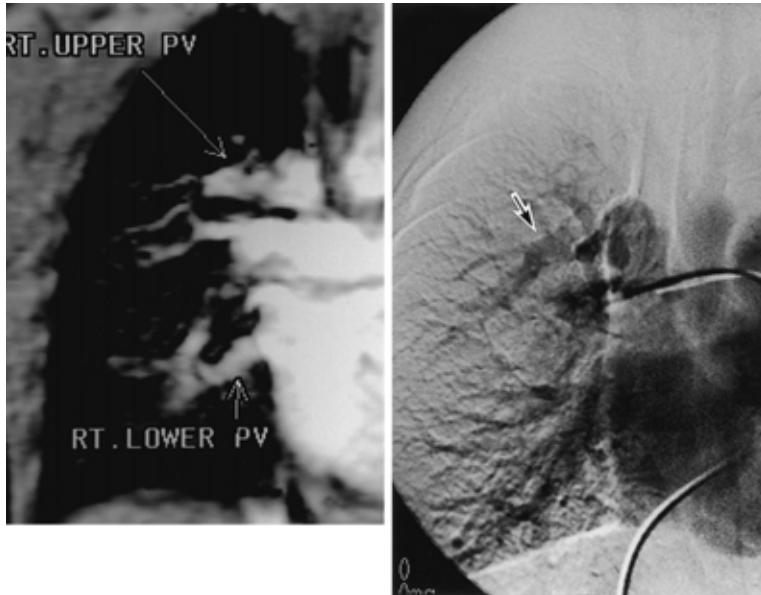
症例 1(図 2 1 2 2)は右上肺静脈が上大静脈に還流していた症例である。超音波検査で, 上大静脈に流入する血流を認めたが, 脈管の全体像ははっきりしなかった。SE 法にて 5 mm 厚の横断像を撮像したが, やはり上大静脈に流入する血管は不明瞭であった。そこで FASTCARD 法にて冠状断像を撮像した。再構成画像で, 右上肺野からほぼ水平に上大静脈に流入する右上肺静脈が描出できた。血管造影でも同様の所見が得られた。手術の結果, 右上肺静脈は奇静脈と合流して上大静脈に還流していた。

症例 2(図 3 1 3 2 a 2 b)では超音波検査で左肺静脈が左腕頭静脈に流入するのを認めた。SE 法の横断像で, 左肺門部から左腕頭静脈に連続するような管状構造物が flow void として認められた。FASTCARD 法にて MRA を行ったところ, 左肺門部を上行する太い垂直静脈が認められ, 左腕頭静脈に流入していることがわかった。しかし, 肺内の血管との関係がはっきりせず, gadolinium-DTPA 0.2 ml/kg を生理的食塩水で約 3 倍に希釈し, 3D-造影 MRA を施行した。すると左上下肺静脈が左肺動脈レベルで合流し, 垂直静脈に流入していた。血管造影でも同様の所見が得られた。垂直静脈と左房の吻合術が施行された。

症例 3(図 4 1 4 2)は心房中隔欠損症の静脈洞欠損下位型の症例である。超音波検査では, 肺静脈は 4 本とも左房に還流していると判断した。SE 法の横断像, FASTCARD 法による MRA とも 4 本の肺静脈の同定は容易であり, 4 本の肺静脈は左房に還流していると診断した。血管造影でも明らかな肺静脈還流異常症の所見は認めなかった。しかし, 開心術の結果, 20×30 mm の大きな心房中隔欠損が心房の自由縁に隣接して存在し, 右下肺静脈は右房に開口しているとの診断であった。

症例 4 5 は胸部異常陰影として発見され, MRA で scimitar vein が同定された症例である。2 例ともその後に行われた血管造影で確認されている。

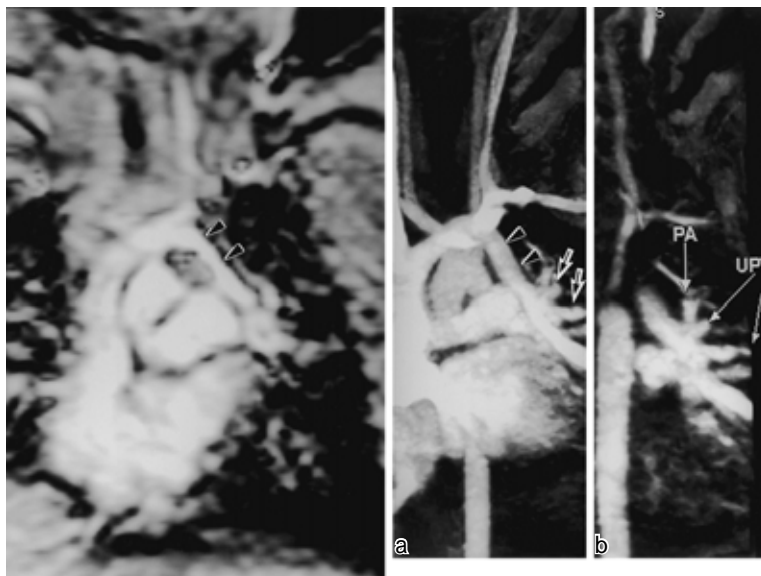
症例 4 の胸部単純写真(図 5 1)では右下肺野に弧状の異常血管陰影を認める。超音波検査では右房と下大



症例 1 3歳 女児

図 2 1 FASTCARD 法による MRA では上大静脈に還流する右上肺静脈の全体像が把握できる。

図 2 2 血管造影で右上肺静脈(矢印)は縦隔側に向かって横走り、上大静脈に還流していることが確認できた。



症例 2 1歳 女児

図 3 1 FASTCARD 法による MRA では左腕頭静脈に連なる垂直静脈(矢頭)の存在が確認できたが、肺内の肺静脈との連続性は不明瞭であった。

図 3 2 a, 2 b 3D-造影 MRA によって 2本の肺静脈(矢印)が垂直静脈(矢頭)に流入していることがわかった。



症例3 13歳 男児

図4-1 SE法axial像で、右下肺静脈(矢印)が右房と左房のほぼ境界部付近に流入していた。

図4-2 MRAでは、右下肺静脈は左房に還流していると診断した。しかし開心術の結果、右房に還流する部分肺静脈還流異常であった。

静脈境界部付近に異常血管の流入を認めた。MRA(図5-2)でも同様の所見が得られ、右下葉から還流する肺静脈が肝部下大静脈に流入していることがわかった。

症例5では胸部単純写真で右下肺野に異常陰影を認める(図6-1)。経食道超音波検査で、左房に流入する肺静脈を右1本、左2本確認したが、異常還流する肺静脈は直接確認されていない。SE法の横断像でも右下葉内側に異常なflow voidを認めた。MRAにより、横隔膜レベルで下大静脈に還流する右下肺静脈を認めた(図6-2)。

考 察

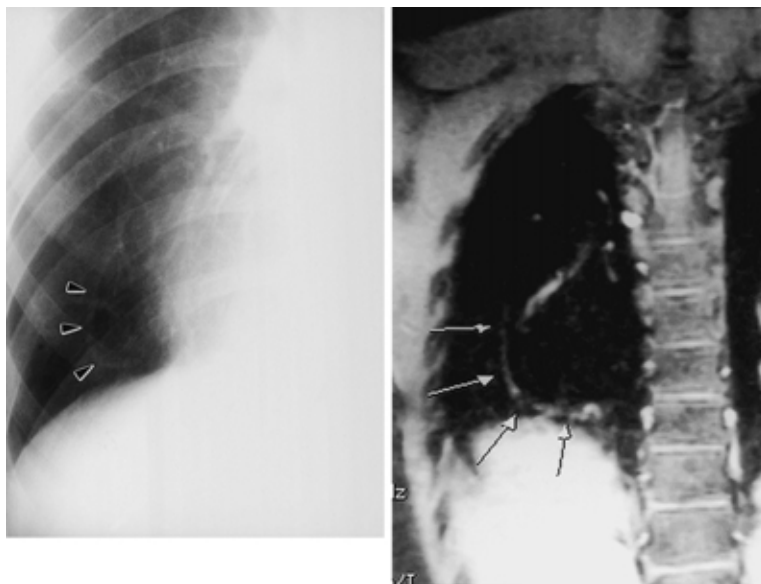
近年の画像診断法の進歩、発展はめざましく、先天性心疾患の診断においても非観血的に多くの情報が得られるようになった。特に、MRIやMRAの心血管領域における研究は盛んで、新しい技術の開発が行われ、臨床への応用がなされている。

今回我々は、このMRI、MRAを用い、乳幼児が対象となる先天性心疾患の形態学的診断を非観血的に行いたいと考えた。まず我々は、診断のための血管造影が省略できる可能性のある疾患として心房中隔欠損症を対象とした。この疾患は超音波検査やMRIによって形態学的診断が付き、超音波検査や血流シンチグラ

フィーによって肺体血流比が得られる^{11)~13)}。よって、術前検査が非観血的に行える可能性が十分にあると考えたからである。この疾患の9%には部分肺静脈還流異常症を合併することが知られており、従来は胸部単純写真や超音波検査のほか、血管造影によって術前スクリーニングが行われていた。しかし患者の多くが乳幼児であり、血管造影を施行すること自体が患者にとって負担であり、また造影手技上も術者に熟練した技術が要求される。よって治療を目的とするinterventional angiographyは別として、形態診断のための血管造影をMRAによって省略できれば患者の負担が軽減されると考えた。

すでに諸家がSE法による肺静脈の描出能については報告しているが^{2)~6)}、我々はさらにFASTCARD法を用いたMRAを行うことで、より客観性の高い解剖学的情報が得られると考えた¹⁰⁾¹⁴⁾。

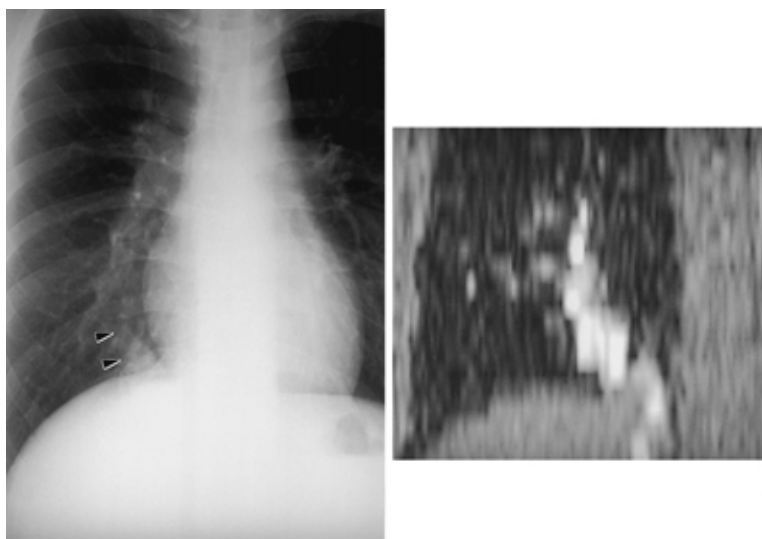
SE法の横断像とFASTCARD法によるMRAで正常還流する肺静脈の描出能を比較すると、明らかにMRAで描出能の向上がみられた。SE法の横断像により流入部位の同定はほとんど可能であったが、さらにMRAのほうが肺内の分枝まで把握でき、肺内の還流域が同定できるものが多かった。また正常還流の肺静



症例 4 11歳 男児

図 5 1 胸部単純写真正面像で右下肺野に弧状の異常陰影(矢頭)を認めた . 右心系の拡大が疑われる .

図 5 2 MRA で , 肝部下大静脈に流入する scimitar vein (矢印) を認めた .



症例 5 32歳 男性

図 6 1 検診で右下肺野に異常陰影を指摘された . 胸部単純写真正面像で心横隔膜角近傍に三角形の異常陰影 (矢頭) を認めた .

図 6 2 MRA で , 右下肺静脈が横隔膜レベルで下大静脈に流入していることがわかった .

脈において、SE法の横断像では肺静脈の流入部が同定できない症例があったが、MRAでは全症例で同定可能であった。

SE法でも横断像と冠状断像を組み合わせることで92～95%の肺静脈が描出できるとの報告がある⁶⁾。しかし、我々が対象とした症例の肺静脈の形態や流入角度には個体差があり、装置の制約上スライスとスライスの間にgapを置く必要があるSE法よりも、gaplessのdataから再構成画像を作製することが可能なMRAのほうが、より血管の全体像を把握しやすいと考えられた。

対象とした33例中5例で部分肺静脈還流異常症が存在していたが、SE法およびMRAで部分肺静脈還流異常症を指摘できたのは4例であった。1例は超音波検査やSE法、MRAのほか血管造影も行われたが、術前には確定診断できなかった。この症例の画像診断上の問題点は、心房中隔欠損が大きくかつ静脈洞下位型であり、SE法およびMRA上、右房と左房の境界が不明確であったために右房の後下部に流入していた右下肺静脈を左房に流入していると診断してしまったことである。改めてSE法の画像をみると、右下肺静脈は右房と左房のちょうど境界付近に還流しているように見える。このような症例では、さらにcine-MRIやtagging法の追加により、肺静脈血の流入方向などを詳細に調べる必要がある¹⁵⁾¹⁶⁾。

FASTCARD法によるMRAは、造影剤を使わずに行えるので簡便かつ安全で、喘息やアレルギーなどの合併症のある患者にも安心して施行できる。また肺動脈狭窄などの合併により肺血流の低下している症例では血管造影による肺静脈の評価が難しいが⁴⁾、MRAでは可能である。そのためスクリーニング検査として有用な方法と考える。

しかし、画像の分解能およびコントラストはまだ十分に高いとはいえず、症例2のように複雑な還流経路をとる症例では、存在診断は可能でも術前検査としては情報不足であった。それを解決する方法としてはgadolinium-DTPAを用いた3D-造影MRAが有用であった¹⁴⁾¹⁷⁾。FASTCARD法を用いたMRAに比べ撮像時間が1分前後と非常に短く、分解能やコントラストが高い、鮮明な画像が得られた。また血管造影と比べても3D-造影MRAの方がコントラストが高く、任意方向からの観察が可能で、客観的評価がしやすかった。ただし現時点では、乳幼児に対する造影剤の安全性が確立されておらず、使用可能な造影剤の量もごく

少量に限られる。また造影剤の投与と撮像タイミングの決定にも定まった方法がなく、検討すべき課題が残されている。

また近年、卵円孔開存や二次孔欠損の治療法としてinterventionが行われている¹⁸⁾。術前検査として欠損孔の大きさ、欠損部位の正確な診断が重要で、それには超音波検査が主体となるであろう。ただし、我々はinterventionの術前検査においても、合併する血管系の異常がないかどうかのスクリーニング検査としてMRAが有用と考える。Interventionと同時にスクリーニングのための血管造影を行うとすれば、カテーテルの挿入時間、検査時間が長くなり、合併症の発生率が高まったり、使用する造影剤の量も多くなる。更に我々の経験では繰り返し血管造影を行うと大腿静脈や腸骨静脈の狭窄、閉塞を来とし、後日の検査が困難となる可能性がある。以上のような理由からも術前のスクリーニング検査として非観血的なMRAの有用性が高いと考える。

今回の研究により、MRAによって大多数の症例で、部分肺静脈還流異常症の診断が非観血的に行えることがわかった。従って心房中隔欠損症においても部分肺静脈還流異常症の合併の有無をMRAで評価することにより、手術適応の決定あるいは術前検査が非観血的検査方法によって可能と考えられた。

結 論

1. 部分肺静脈還流異常症の非観血的検査法としてFASTCARD法を用いたMRAの有用性について検討した。

2. SE法の横断面像に比べ、FASTCARD法の情報は再構成画像の作製によって多方向からの観察が可能なので、肺静脈の描出能が向上した。またSE法に比べると、肺内の分枝形態も描出できる症例が多く、還流域も把握しやすかった。

3. 心房中隔欠損症における部分肺静脈還流異常症のスクリーニング検査として、FASTCARD法を用いたMRAは有用と考えられた。ただし還流異常を伴う症例のうち、複数の肺静脈が合流し、垂直静脈を介して腕頭静脈に注ぐといった複雑な還流経路をとる症例では、画像のコントラストや分解能の点で術前検査としては情報不足であった。このような場合には造影3D-MRAが有用であった。

4. 心房中隔欠損症単独の症例では、超音波検査や核医学検査のほかMRI、MRAを用いることによって、術前検査を非観血的に行うことができると考えられた。

この要旨は1999年7月7日、第35回日本小児循環器学会総会(福岡)で発表した。

稿を終えるにあたり、御指導、御校閲を賜りました玉川芳春教授に深く感謝致します。また今回の研究の遂行にあたり、終始、御支援、御協力いただきました岩手医科大学第3外科、同付属循環器医療センター石原和明先生をはじめ、岩手医科大学付属病院ならびに同付属循環器医療センターの小児科、第2内科、第3外科、放射線科のスタッフの皆様心より感謝いたします。

文 献

- 1) 高尾篤良, 門間和夫, 中澤 誠, 中西敏雄: 臨床発達心臓病学, 改訂2版, 東京, 中外医学社, 1997; 354 357
- 2) Vesely MT, Julsrud RP, Brown JJ, Hagler JD: MR imaging of partial anomalous pulmonary venous connections. J Comput Assist Tomogr 1991; 15: 752 756
- 3) Chang YC, Li YW, L HM, Wang TC, Wang JK, Wu MH, Wu CY, Su CT, Tsang YM, Hsu JCY: Findings of anomalous pulmonary venous return using MRI. J Formos Med Assoc 1994; 93: 462 468
- 4) Takayuki M, Seelos KC, Kersting-Sommerhoff BA, Higgins CB: Abnormalities of the pulmonary veins: Evaluation with MR imaging and comparison with cardiac angiography and echocardiography. Radiology 1991; 181: 645 649
- 5) 今井寿郎, 安河内聡, 里見元義, 原田順和, 竹内敬昌, 後藤博久, 阪本貴彦: 複雑心奇形に合併する総肺静脈還流異常症におけるMRI診断の有用性について. 日小循誌 1996; 12: 36 42
- 6) 佐藤春夫, 石橋忠司, 高橋昭喜, 山田章吾, 洞口正之, 柿澤秀行: 幼児の肺静脈のMRI検出におけるcoronal imageの有用性. 日独医報 1997; 42: 172
- 7) 吉岡邦浩, 鎌田弘之: 心, 大血管のMRA. 臨床画像 1994; 10: 28 35
- 8) 吉岡邦浩, 鎌田弘之, 内山 尚, 柳澤 融, 中居賢司, 鎌田潤也, 野崎 敦: 高速シネMRIを用いた冠動脈バイパスグラフトのMR angiography. 日

磁医誌 1995; 15: 50 54

- 9) 吉岡邦浩, 鎌田弘之, 小山耕太郎: 高速撮像法を用いた心疾患のMRI/MRA診断. 映像情報 MEDICAL 臨時増刊号 1996; 27: 43 47
- 10) Hernandez RJ, Aisen AM, Foo TKF, Beekman RH: Thoracic cardiovascular anomalies in children: Evaluation with a fast gradient-recalled-echo sequence with cardiac-triggered segmented acquisition. Radiology 1993; 188: 775 780
- 11) 里見元義: 心エコー, ドブラ法から治療を考える 9巻 第1版, 東京, 文光堂, 1996, p 312 314
- 12) 江口昭治, 宮村治男: 心臓, 胸部外科の診断と治療指針 第1版, 新潟, 西村書店, 1992, p 80 81
- 13) 久田欣一, 古館正徳, 佐々木康人, 小西淳二: 最新臨床核医学 第2版, 東京, 金原出版, 1991, 282 285, 321 325
- 14) Oyama K, Yoshioka K, Hirose A, Fujii Y, Ohyama K, Fujiwara T: Proceedings of the second world congress of pediatric cardiology and cardiac surgery: MR imaging of the pulmonary veins in children: A fast gradient-recalled-echo sequence with cardiac-triggered segmented acquisition and gadolinium-enhanced MR angiography. New York, Futura publishing company, 1998, p 184 190
- 15) 鎌田政博, 安原伸吾, 佐藤恭子, 荒木 徹, 大月審一, 清野佳紀, 佐藤修平: 部分肺静脈還流異常症におけるMRIの診断的有用性 MRA, MP-RAGE法などの3次元的検査法, シネMRI所見を中心に. 日小循誌 1996; 12: 27 35
- 16) 上村 茂, 平山健二, 鈴木啓之, 笠松美恵, 武内崇, 吉田 茂, 内藤泰顯, 小池通夫: k-spaced turbo FLASH法を含むcine MRIおよびtagging cine MRI法に基づく部分肺静脈還流異常の診断. 日小循誌 1995; 11: 165
- 17) 吉岡邦浩, 玉川芳春: 心大血管の造影 MR Angiography. 日独医報 1998; 43: 32 44
- 18) 吉川純一, 笠貫宏, 土師一夫, 別府慎太郎, 松崎益徳: 心疾患の手術適応と至適時期 第2版, 東京, 文光堂, 1995, p 148 149

Utility of MR Angiography with Fast Gradient-Recalled-Echo Sequence with Cardiac-triggered Segmented Acquisition for Diagnosis of Partial Anomalous Pulmonary Venous Return

Mikaru Matsuo¹⁾, Kunihiro Yoshioka^{1,2)}, Kotaro Oyama^{2,3)}

Department of Radiology, Iwate Medical University School of Medicine¹⁾

Department of Pediatrics, Iwate Medical University School of Medicine²⁾

Memorial Heart Center, Iwate Medical University³⁾

We studied about the utility of MR angiography (MRA) with the fast two-dimensional gradient-recalled-echo sequence with cardiac-triggered segmented acquisition (FASTCARD) method for screening of partial anomalous pulmonary venous return (PAPVR) in preoperative patients with ASD.

Subjects were 33 patients who had MRI examination from 1994 to 1998. Thirty one patients with ASD underwent the examination for screening of PAPVR and 2 patients had scimitar vein on chest plain film.

All of the patients had ECG gated spin echo (SE) axial images and MRA with FASTCARD method.

In patients with normal pulmonary venous return, the detection rate data of each pulmonary vein by SE was obtained as follows : right upper pulmonary vein (RUPV) : 87%, right lower pulmonary vein (RLPV) : 100%, left upper pulmonary vein (LUPV) : 74%, left lower pulmonary vein (LLPV) : 97%. MRA improved the images and resulted in that 100% of pulmonary veins were traced.

SE and MRA depicted 4 anomalous pulmonary veins in 5 patients with PAPVR. In one patient who had large sinus venosus defect (inferior type), pulmonary venous return was incorrectly defined. On SE and MRA we interpreted that his right lower pulmonary vein returned to left atrium. However, the entrance of right lower pulmonary vein into the right atrium was confirmed at surgery. No false-positive determination was made.

MRA using FASTCARD is not sufficient to define the individual pulmonary vein in a few cases with complex intrapulmonary pathways. We consider to add 3 D-enhanced MRA to establish the diagnosis in those selected patients.

In conclusion, MRA using FASTCARD is a non-invasive and useful technique for screening of PAPVR.
