

磁気共鳴三次元再構成画像による左
上大静脈遺残症の検討：磁気共鳴血
管造影法と胸部 X 線撮影法との比較

*Three-Dimensional Reconstructed
Magnetic Resonance Imaging for Di-
agnosing Persistent Left Superior Vena
Cava : Comparison With Magnetic
Resonance Angiography and Plain
Chest Radiography*

小糸 仁史
鈴木 淳一
大久保直彦
石黒 由佳
岩坂 壽二
稲田 満夫
中野 善久*

Hitoshi KOITO, MD
Junichi SUZUKI, MD
Naohiko OHKUBO, MD
Yuka ISHIGURO, MD
Toshiji IWASAKA, MD
Mitsuo INADA, MD
Yoshihisa NAKANO, MD*

Abstract

The usefulness of low-cost, three-dimensional (3D) images reconstructed from magnetic resonance (MR) imaging for investigating persistent left superior vena cava was assessed and compared to the diagnostic accuracy of chest radiography. MR imaging by the spin-echo technique and MR angiography were performed in 10 patients with this anomaly diagnosed previously by contrast echocardiography and radio-nuclide angiography. Four patients had complicating cardiac anomalies, one with postoperative atrial septal defect, one with postoperative ventricular septal defect, one with atrial septal defect and partial anomalous pulmonary venous return, and one with aortic coarctation and patent ductus arteriosus. Multisectional and multiphasic MR images were used for the 3D-reconstruction of the cardiovascular and mediastinal structures with a NeXT workstation and a 3D-kit.

The 3D-reconstructed MR imaging clearly showed the persistent left superior vena cava and the anatomical relationship with the other cardiovascular and mediastinal structures in all 10 patients. Vascular shadows were observed outside the upper left border of the aortic arch on the chest radiographs in seven patients, and the 3D-reconstructed MR images revealed these shadows to be compatible with superior caval vein. The ratios of the diameter between the left and right superior venae cavae with and without the left innominate vein were 0.63 ± 0.14 (mean \pm SD) and 0.94 ± 0.08 , respectively.

Three-dimensional reconstructed MR imaging is a useful method for recognizing persistent left superior vena cava and precise examination of the chest radiographs often allowed detection of the vascular shadows caused by this anomaly.

Key Words

Image processing, computer-assisted (three-dimensional reconstructed image), Magnetic resonance imaging (angiography), Congenital heart disease (persistent left superior vena cava)

関西医科大学 第二内科 心臓血管病センター, *放射線科: 〒570 守口市文園町 10-15

The Second Department of Internal Medicine, Cardiovascular Center, *Department of Radiology, Kansai Medical University, Moriguchi

Address for reprints: KOITO H, MD, The Second Department of Internal Medicine, Cardiovascular Center, Kansai Medical University, Fumizono-cho 10-15, Moriguchi, Osaka 570

Manuscript received January 29, 1996; revised May 20, 1996; accepted June 7, 1996

はじめに

左上大静脈遺残症 (persistent left superior vena cava : PLSVC) は体静脈系の奇形としては最も多く、全剖検例の 0.3%、先天性心疾患の 2.0-4.4% にみられ、開口部位や合併する心奇形によりその臨床的意義が異なる¹⁻⁴⁾。その存在は、心臓カテーテル検査や心臓手術時に偶然発見されることが多いが、身体所見⁵⁾、胸部 X 線写真^{2,3,6,7)}、心電図^{8,9)}、心エコー図^{10,11)}、RI 血管造影法¹²⁻¹⁴⁾などが手掛かりとなることがある。一方、三次元画像はわかりやすい画像であり、コンピュータグラフィックの進歩とともに医療現場にも導入されつつある。

本研究では左上大静脈遺残症例に対し我々の開発した低価格で行える三次元画像を作成するシステム¹⁵⁻¹⁷⁾を磁気共鳴画像 (magnetic resonance imaging : MRI) に用い、磁気共鳴三次元再構成画像 (three-dimensional images reconstructed from magnetic resonance : 3D-MR)

Selected abbreviations and acronyms

MRA=magnetic resonance angiography

PLSVC=persistent left superior vena cava

3D-MR=three-dimensional images reconstructed from magnetic resonance

を作成して胸部 X 線撮影法や磁気共鳴血管造影法 (magnetic resonance angiography : MRA) と比較し、左上大静脈遺残症の解剖学的理解や既存の診断法による画像の解釈にいかにかに寄与できるかを検討した。

対象と方法

対象は、断層心エコー図法で冠静脈洞の拡大を認め、左尺側肘静脈よりコントラスト造影剤を注入したコントラスト心エコー図法で拡大した冠静脈洞が最初に造影され左上大静脈遺残症の存在が疑われた症例^{10,11)} 10 例である。全例で左尺側肘静脈より RI トレーサーを注入した RI 血管造影法により左上大静脈が描出さ

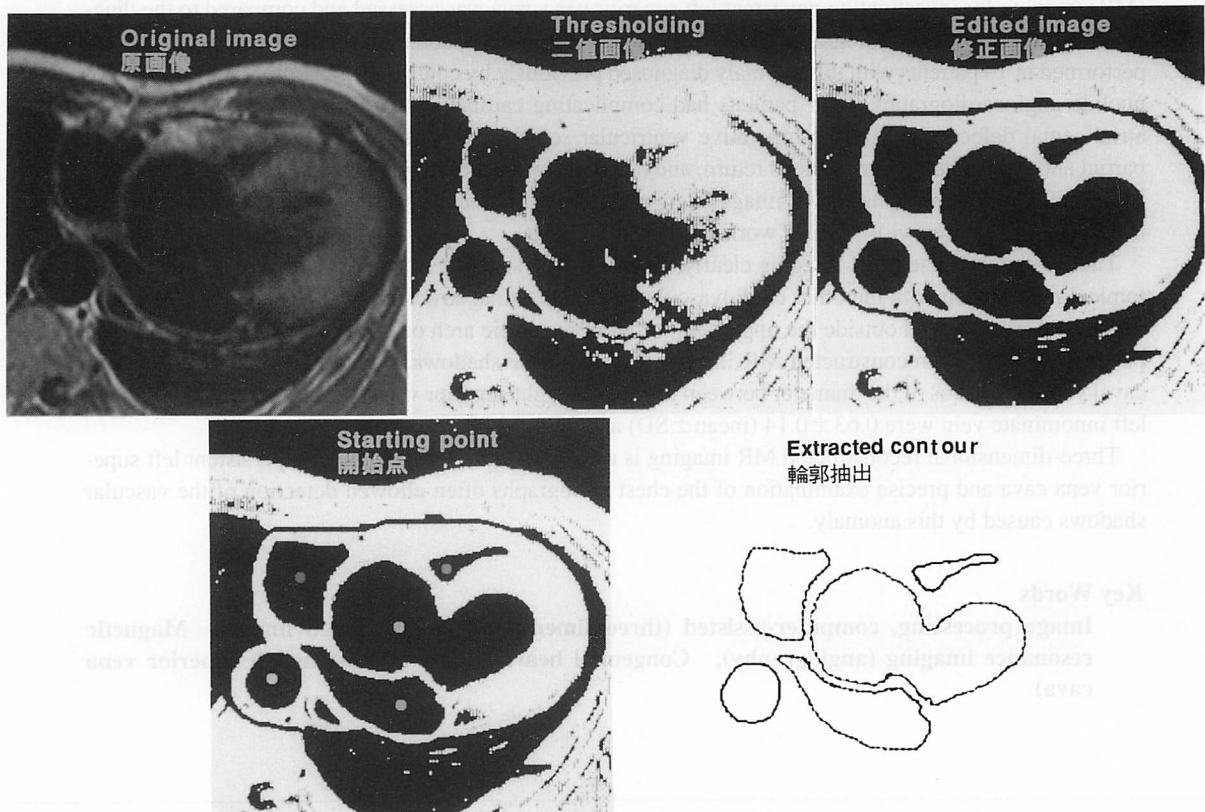


Fig. 1 Procedure to obtain extracted contours for three-dimensional modeling

Original trimmed image by magnetic resonance imaging using a spin-echo technique (upper left), thresholding by automatic procedure (upper middle), edited image by manual procedure (upper right), starting point by manual procedure (lower left), and extracted image by automatic procedure (lower right) are shown.

れ¹²⁻¹⁴), その診断が確認されている。

平均年齢は 35±15 歳 (年齢 12-63 歳) で, 男 2 例, 女 8 例であった。合併心奇形や他の異常を検索する目的で MRI を施行したが, 左上大静脈遺残症単独 6 例, 合併心奇形として心房中隔欠損症術後 1 例, 心室中隔欠損症術後 1 例, 心房中隔欠損症+部分肺静脈還流異常症 1 例, 大動脈縮窄症+動脈管開存症 1 例であった。

MRI は東芝製超電導型 MRI 1.5T (MRT-200 FX, Super version) もしくは横河メディカルシステム製超電導型 MRI 1.5T (Sierra) を用い, 心電図同期スピンエコー法でエコー時間 30 msec, 繰り返し時間を RR 間隔とし, 加算回数 2 回, 有効視野 35 cm, マトリックス 256×160, スライス厚 10 mm で施行した。3D-MR はネクスト製ネクストディメンジョン, キャノン製 N1300 をハードウェアとし, 基本ソフトはネクストステップで, 三次元ソフトウェアツールである 3D-kit を用いたシステムで施行した¹⁵⁻¹⁷。

対象画像は心電図同期スピンエコー法の体軸多断面

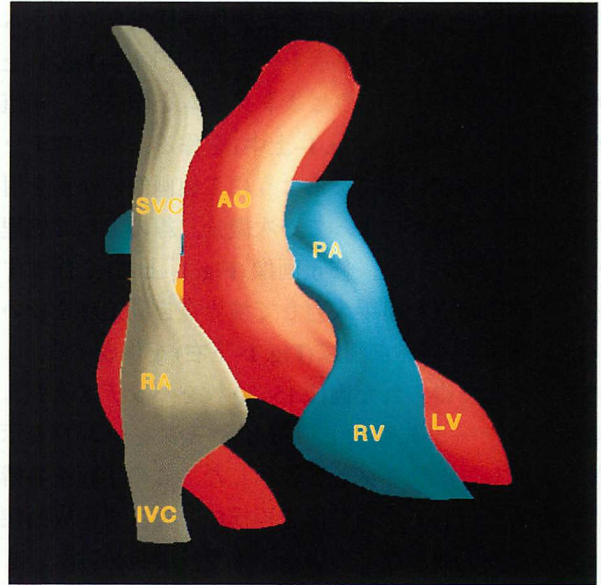


Fig. 2 Three-dimensional reconstructed image after surface rendering in a patient with annuloaortic ectasia due to Marfan's syndrome

AO=ascending aorta; PA=pulmonary artery; LV=left ventricle; RA=right atrium; RV=right ventricle; IVC=inferior vena cava; SVC=superior vena cava.

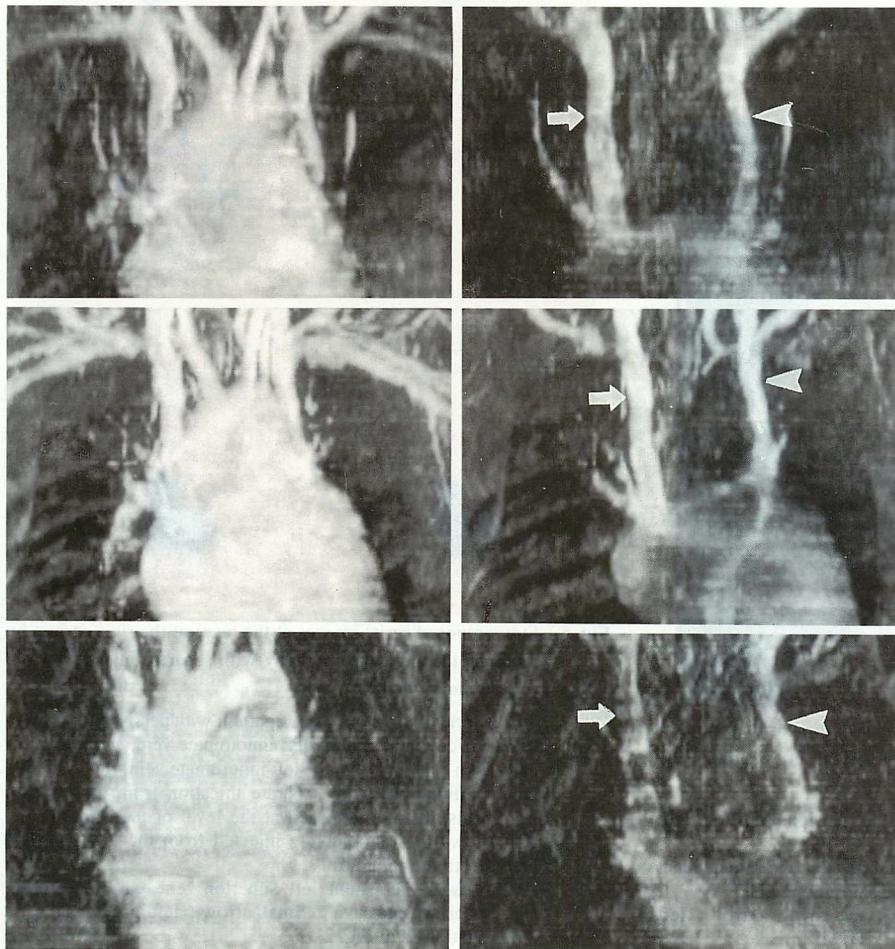


Fig. 3 Magnetic resonance angiography by two-dimensional time of flight technique in three patients with persistent left superior vena cava without the left innominate vein

Left column: all vessels by the usual two-dimensional time of flight technique.
 Right column: only vessels with downward flow by two-dimensional time of flight technique applying presaturation pulse.
 Arrowheads: persistent left superior vena cava. Arrows: right superior vena cava.

多時相画像で、**Fig. 1** に三次元画像再構成プログラムによる画像処理の手順を示す。まず、原画像(**Fig. 1-上左**)において信号強度のヒストグラムを作成し、閾値を決定して二値画像(**Fig. 1-上中**)を作る。次のステップの輪郭追跡が可能になるように二値画像の修正を手行的に行い、場合によって一次微分、線の太らせ処理や細線化処理を行い、修正画像(**Fig. 1-上右**)を作成する。追跡開始点を用手入力して境界点自動追跡を行い(**Fig. 1-下左**)、境界点画像(**Fig. 1-下右**)を作成する。このようにして得られた画像15-30枚をパッチメッシュ用輪郭点データに変換し、ワイヤーフレームで表示後、表面レンダリングして表示した。この手順を各構造に対して行い三次元画像を再構成した。再構成画像は各心腔や大血管などの構造をカラーで色分けし、また、一部の構造を半透明化することにより内部の構造も評価可能にした。このようにして作成した3D-MRを**Fig. 2**に示す。

MRA は、MR 画像を撮像した後、二次元 time of flight 法で行い、胸部の全血管を描出するとともに、presaturation pulse をかけて静脈系のみ(下向き流)を描

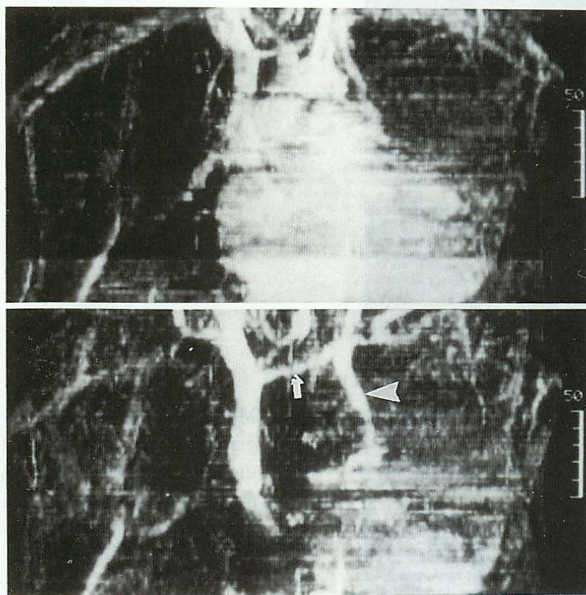


Fig. 4 Magnetic resonance angiography by two-dimensional time of flight technique in a patient with persistent left superior vena cava with the left innominate vein

Upper : all vessels by the usual two-dimensional time of flight technique.

Lower : only vessels with downward flow by two-dimensional time of flight technique applying presaturation pulse.

Arrowhead : persistent left superior vena cava. Arrow : left innominate vein.

出した。**Fig. 3** に左無名静脈を伴わない症例の MRA を、また **Fig. 4** にそれを伴う症例の MRA を示す。また、左無名静脈の有無により左右上大静脈径に差があることに気付いたため、MRA による左右上大静脈径を左右の鎖骨下静脈が流入する直下で計測し、左無名静脈のある群とない群で比較した。

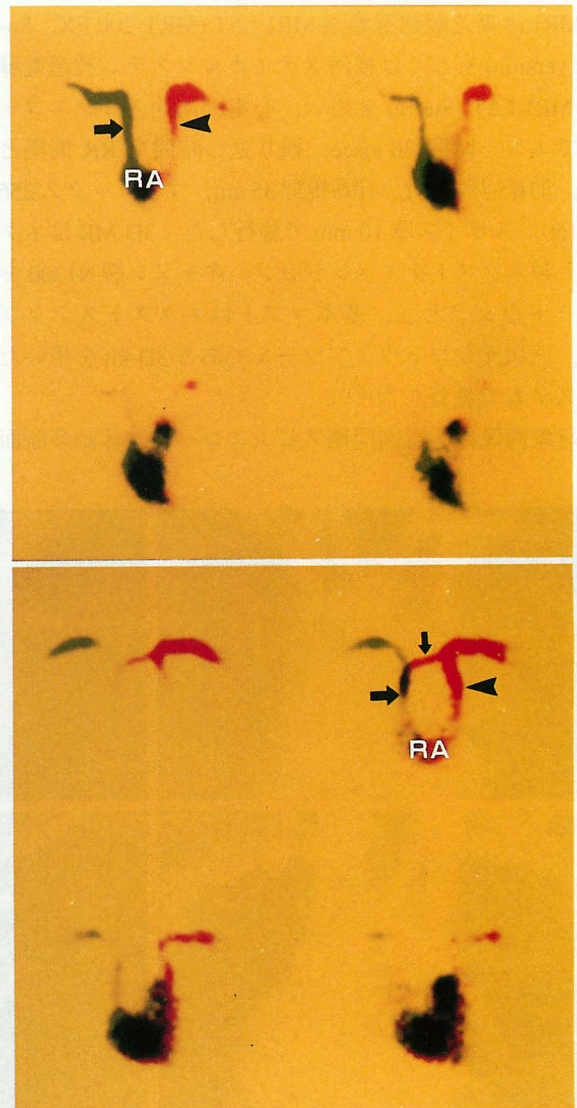


Fig. 5 Superimposed serial images at the level of the right atrium by radionuclide angiography with separate injections from the left and right arms

Upper serial images are from a patient with persistent left superior vena cava without the left innominate vein, and lower images from a patient with the left innominate vein. Radionuclide angiography with separate injection from the left and right arms are superimposed at the level of the right atrium. Red shows the radionuclide injected from the left arm, and green from the right arm.

Arrowheads : persistent left superior vena cava. Arrows : right superior vena cava. Small arrow : left innominate vein. Abbreviation as in Fig. 2.

RI 血管造影法は東芝製シンチカメラ GCA 401-5 を用い、Tc-99 m HSA-D 740 MBq を左右の尺側肘静脈より同時もしくは左右個別に、20 ml の生理的食塩水とともにボーラス注入した。また、解剖学的位置関係を明瞭にするため左右個別注入例ではそれぞれの画像の右房を重ね合わせた像を作成した。Fig. 5 に左無名静脈を伴わない症例(上)と伴う症例(下)を示す。

統計学的処理は、左無名静脈の残存する群としない群の左上大静脈径の比を平均値±標準偏差で表し、両群間の比較には*t*検定を用い、*p*<0.05をもって有意差の判定とした。

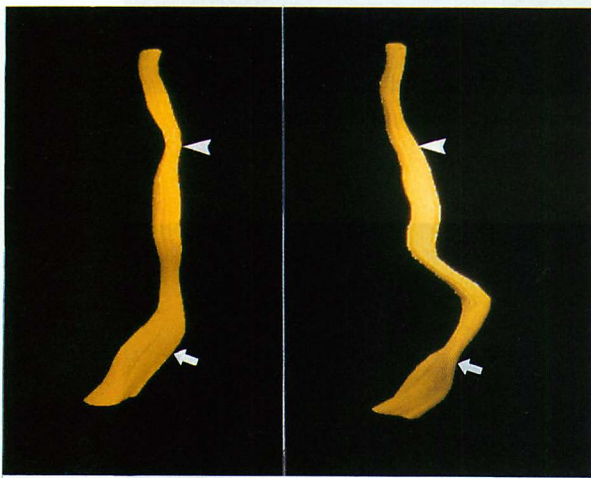


Fig. 6 Three-dimensional reconstructed magnetic resonance imaging of persistent left superior vena cava
The persistent left superior vena cava connects with the coronary sinus.
Left: anterior image. Right: left lateral image.
Arrowheads: persistent left superior vena cava. Arrows: coronary sinus.

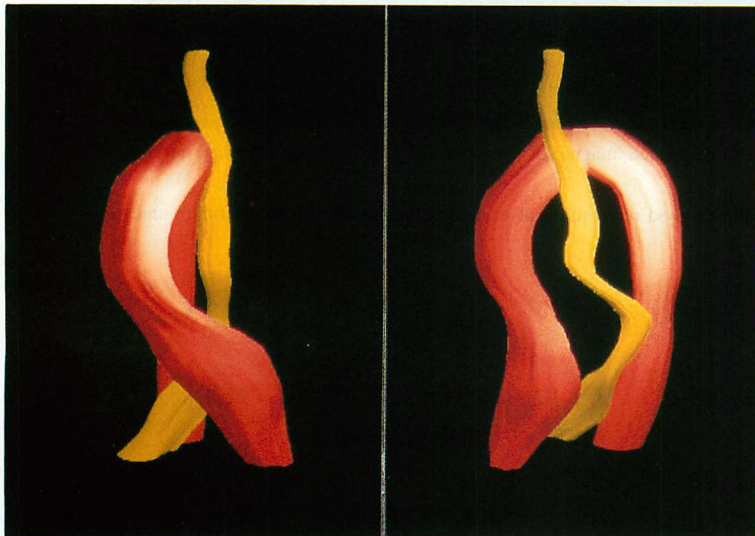


Fig. 7 Three-dimensional reconstructed magnetic resonance imaging of persistent left superior vena cava with aorta
Left: anterior image. Right: left lateral image.
Yellow: persistent left superior vena cava and coronary sinus. Red: aorta.

成 績

遺残左上大静脈は全例で 3D-MR および MRA により描出されたが、MRA ではこの左上大静脈が冠静脈洞に流入する部位は不明瞭であり (Figs. 3, 4), 3D-MR では遺残左上大静脈の冠静脈洞への流入状況が明瞭に把握できた (Figs. 6, 7)。また、3D-MR では縦隔を半透明にすることで、内部の各構造や解剖学的位置関係が非常によく理解できた (Figs. 8, 9)。胸部 X 線写真正面像 (Fig. 10) と 3D-MR 画像を詳しく比較することにより、10 例中 7 例で胸部 X 線写真上に左上大静脈遺残症による左上縦隔の陰影が確認された。

全例が両側上大静脈で、MRA および RI 血管造影法で左無名静脈残存例が 3 例、残存しない例は 7 例であった (Figs. 3-5)。また、左上大静脈と右上大静脈の径を比較すると、左無名静脈残存例では残存しない例に比し、左上大静脈の径が右上大静脈の径より細く (Fig. 11)、両者の比をとると、左無名静脈残存群で 0.63 ± 0.14 、左無名静脈が残存しない群で 0.94 ± 0.08 と、前者で有意に小さかった (*p*<0.01)。

考 案

左上大静脈遺残症の臨床上的問題点としては、より高度の心奇形⁴⁾や不整脈¹⁸⁾の合併が多いこと、左腕からのカテーテル検査や心臓ペースメーカー挿入時にカテーテル操作に技術的困難性が伴い、また冠静脈洞内でのカテーテル操作時に不整脈やブロックが発生することがある^{2,3,19-21)}。また、心臓手術において体外循

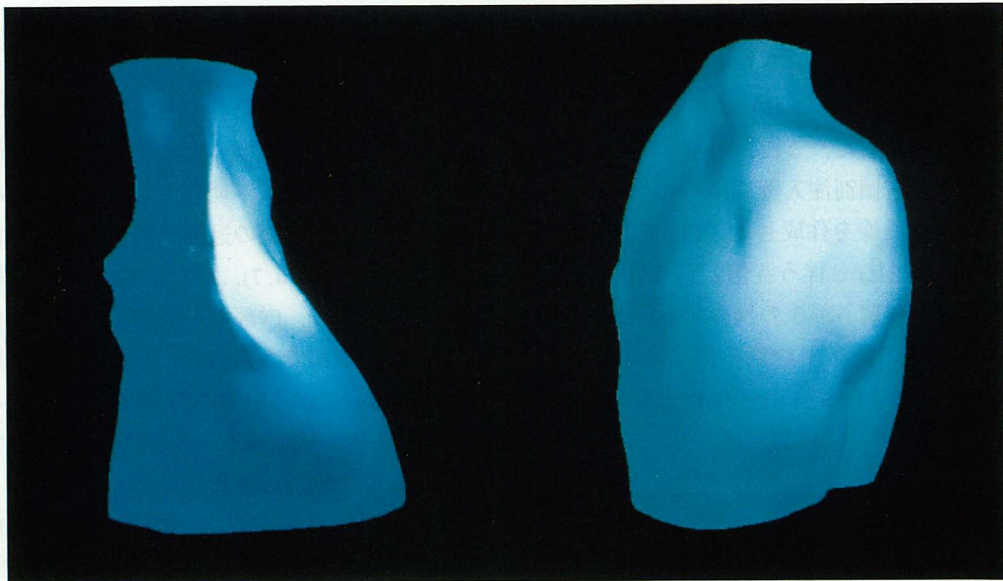


Fig. 8 Three-dimensional reconstructed magnetic resonance imaging of mediastinum
Left: anterior image. *Right*: left lateral image.

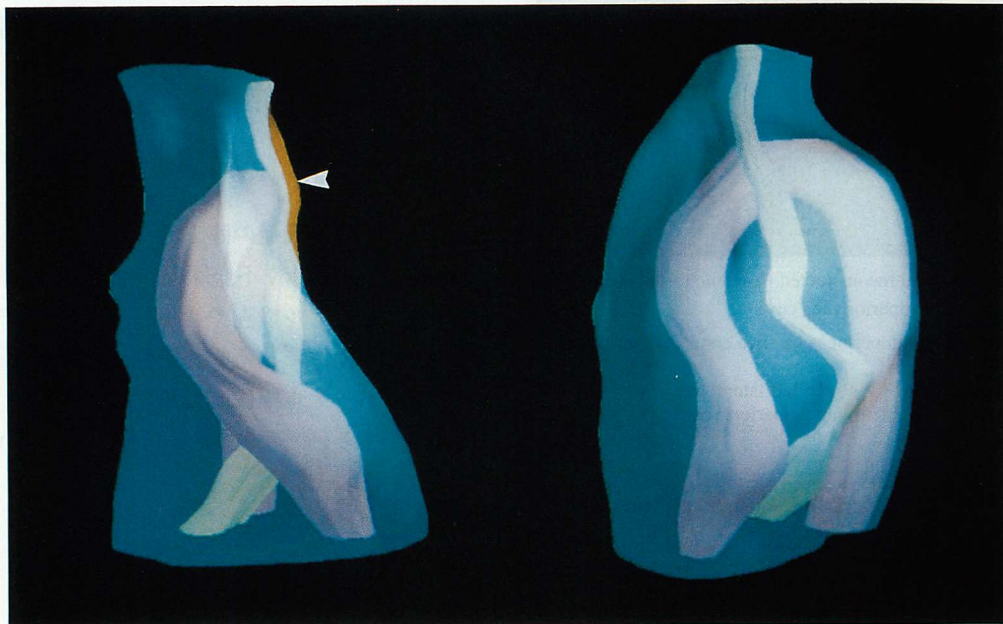


Fig. 9 Three-dimensional reconstructed magnetic resonance imaging of persistent left superior vena cava and aorta with transparent mediastinal image
The transparency of the mediastinum allows good recognition of each structure inside the mediastinum and the anatomical relationships.
Left: anterior image. *Right*: left lateral image.
Arrowhead: persistent left superior vena cava.

環施行時に左上大静脈のカニューレションや結紮が必要となるので、その術前診断は重要である²²⁾。

左上大静脈遺残症は胎生期の左前基静脈が成長とともに退縮することなく開存し続けることにより起こ

り、92%は冠静脈洞に灌流し、残り8%は直接左房に開口して冠静脈洞が形成されなかったり、心房中隔欠損症を合併して中心性チアノーゼや奇異性塞栓を起こすことがある⁴⁾。冠静脈洞に流入する場合は、左上大

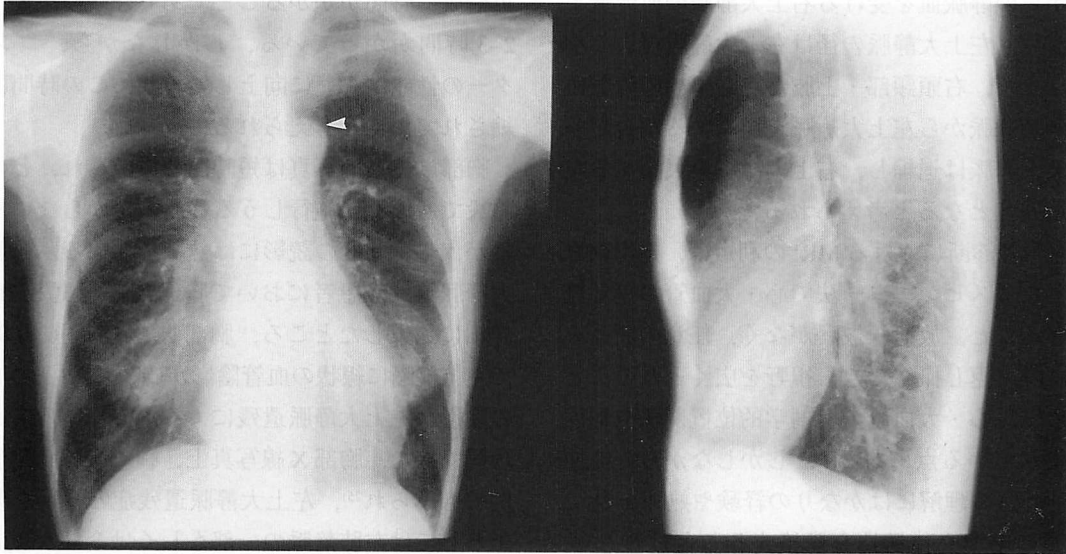


Fig. 10 Chest radiographs of persistent left superior vena cava
 Vascular line of the left upper mediastinum by the persistent left superior vena cava (arrowhead) is seen.
 Left : anterior image. Right : left lateral image.

静脈の血流は冠静脈洞から右房に流入し、血行動態的には何ら異常を示さない。普通は右上大静脈と共存して両側上大静脈となるが、まれに右上大静脈が欠損することもある。

その診断は心臓カテーテル検査や心臓手術時に偶然下されることが多いが、左頸静脈の過度の拍動⁵⁾や胸部X線写真^{2,3,6,7)}、断層心エコー図^{10,11)}が診断の手掛かりとなる。

RI血管造影法では、右腕より注入した場合、右鎖骨下静脈から右上大静脈を通り右房にトレーサーが流入するので、左上大静脈の存在は見落とされる、一方、左腕より注入した場合、左鎖骨下静脈から左上大静脈が描出され、拡大した冠静脈洞を通り右房に流入するので診断が確定される^{12,13)}。トレーサーを両腕から同時注入した場合、左右の上大静脈が同時に描出され、解剖学的位置関係や左右の交通状況が一目で把握できる。これは、診断上非常に有用であるが¹⁴⁾、左右個別注入でも、右房での重ね合わせ像を作成することにより、同時注入の時と同じ像が得られる。更に合併心奇形の検索やシャントがあれば、シャント率の算出も可能となるため、我々も途中から左右個別注入を行うようにした。

左無名静脈が存在する場合、左頭頸部や上肢よりの静脈血は左無名静脈と左上大静脈に分かれて通過するため、左上大静脈の血流量は右頭頸部・上肢および左

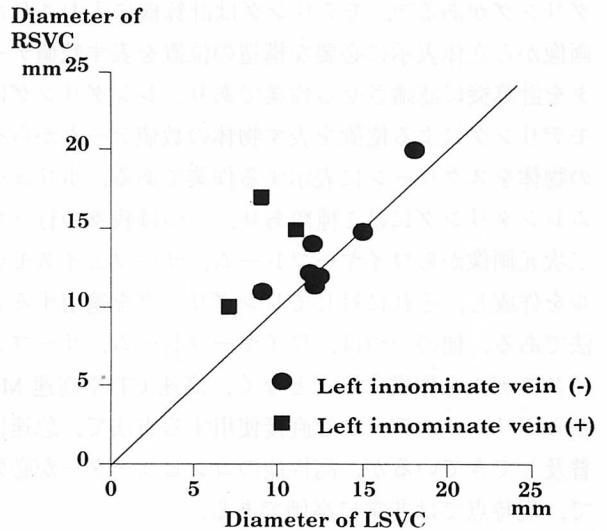


Fig. 11 Comparison of the diameters of persistent left superior vena cava and right superior vena cava

The diameters of persistent left superior vena cava and right superior vena cava in patients without the left innominate vein are almost the same (ratio of diameters is 0.94 ± 0.08 , mean \pm SD). The diameters of persistent left superior vena cava are smaller than those of right superior vena cava in patients with the left innominate vein (ratio of diameters is 0.63 ± 0.14).

Closed circle : diameters of persistent left superior vena cava and right superior vena cava in patients without the left innominate vein.

Closed square : diameters of persistent left superior vena cava and right superior vena cava in patients with the left innominate vein.

LSVC=left superior vena cava; RSVC=right superior vena cava.

The solid line is the line of identity, not regression.

無名静脈からの静脈血を受ける右上大静脈の血流量より少なくなり、左上大静脈の径は右上大静脈径より小さくなる。また、右頭頸部・上肢から右房への静脈血灌流が左無名静脈から左上大静脈を通過する割合が多いと、右上大静脈は退縮し、右上大静脈を欠損する左上大静脈遺残症となると考えられる。

心・大血管の診断におけるMRIの利点は、造影剤を用いることなくスピニング法で心・大血管の壁と腔を区別できること、放射線被曝がなく、任意の断面を非侵襲的に繰り返し撮像でき、視野を広くとれることなどのために、心・大血管の解剖学的位置関係や形態の把握に優れている点にある²³⁾。しかしながら、断面像(二次元画像)の理解にはかなりの経験や熟練を要し、具体的に頭の中で立体構造を構築することは難しい。それに対し三次元画像は極めて理解しやすい画像である。

三次元画像を再構成する作業にはモデリングとレンダリングがある²⁴⁾。モデリングは計算機に入力された画像から立体表示に必要な構造の位置を表す数値データを計算機に認識させる作業であり、レンダリングはモデリングによる位置を表す物体の数値データからその物体をスクリーンに表示する作業である。ボリュームレンダリングには2種類あり、一つは我々の行った二次元画像からワイヤーフレーム、サーフェイモデルを作成し、それに対してレンダリングを適用する方法である。他の一つは、ワイヤーフレーム、サーフェイモデルを作成することなく、高速CTや高速MRからボリュームデータを直接使用する方法で、急速に普及してきているが、高性能のコンピューターが必要で、現時点では非常に高価である。

一方、我々の方法はパーソナルコンピューターを使用して行えるので、高性能のコンピューターを備えていない施設でも行うことが可能である。欠点としては

再構成に時間がかかることであり、現時点で1症例に2-3時間かかっている。しかしながら、コンピューターの性能は急速に向上しており、この時間は将来短縮されていくと考えられる。

胸部単純X線写真は短時間で撮像され、どのような施設でも簡単に施行しうる費用のかからない検査であるが、やはりその読影には熟練を要する。今回、左上大静脈遺残症患者において胸部X線写真と3D-MRを詳細に比較したところ、胸部X線写真上10例中7例で左上縦隔に線状の血管陰影が確認され、3D-MRでこの陰影が左上大静脈遺残によるものであることがよく理解できた。胸部X線写真上、種々の線状陰影が正常例でもみられ²⁵⁾、左上大静脈遺残症と鑑別を要する疾患としては左肺静脈の一部もしくは全部が灌流する異常左垂直肺静脈(persistent anomalous left vertical pulmonary vein)があるが^{23,6,26)}、3D-MRで容易に鑑別可能と考えられる。

3D-MRは現時点では時間がかかるという欠点があるものの、左上大静脈遺残症の解剖学的理解をより容易にするばかりでなく、胸部X線画像を理解する上でも有用で、既存のCT、MRIなどの画像の解釈にも役立つと考えられる。また、画像の理解が容易なので、医学生や研修医の教育にも威力を発揮すると思われる。

結 語

我々の開発した低価格で実施しうる3D-MRは左上大静脈遺残症の解剖学的理解に有用であり、胸部X線画像上の遺残左上大静脈による血管陰影を判読するのに役立った。3D-MRは極めて理解しやすい画像で、熟練を要せず、今までにない情報を提供し、既存の循環器画像診断法の判読に役に立つ。したがって医学生や研修医の教育にも有用な手段となるとと思われる。

要 約

磁気共鳴三次元再構成画像(3D-MR)による左上大静脈遺残症の解剖学的理解、および既存の画像診断法を読影する上での3D-MRの有用性を検討した。対象はコントラスト心エコー図法、RI血管造影法で遺残左上大静脈の存在が確認された10例(合併心奇形として心房中隔欠損症術後1例、心室中隔欠損症術後1例、心房中隔欠損症+部分肺静脈還流異常症1例、大動脈縮窄症+動脈管開存症1例)である。

3D-MRはネクスト製ネクストディメンジョン、キャノン製N1300をハードウェアとし、3D-kitを用いたシステムでモデリングとレンダリングを行い、心電図同期スピニング法の多断面

多時相画像 15-30 枚から三次元画像を再構成した。再構成画像は各心腔や各大血管などの構造をカラーで色分けし、縦隔を半透明化して内部の評価を可能にした。磁気共鳴血管造影法 (MRA) は、二次元 time of flight 法で胸部の全血管および presaturation pulse をかけることにより、静脈系のみ (下向き流) を描出した。

遺残左上大静脈は全例が 3D-MR・MRA により描出されたが、MRA では左上大静脈が冠静脈洞に流入する部位は不明であった。一方、3D-MR では左上大静脈の冠静脈洞への流入状況が明瞭に把握できた。また、3D-MR では各構造の形態や解剖学的位置関係がよく理解できた。全例両側上大静脈例で左無名静脈残存例 3 例、残存しないものは 7 例であった。左上大静脈と右上大静脈の径の比をとると、左無名静脈残存例で 0.63 ± 0.14 、残存しない例で 0.94 ± 0.08 で、左無名静脈残存例で左上大静脈が細かった。胸部 X 線写真真正面像と 3D-MR・MRA を比較すると、10 例中 7 例で胸部 X 線写真上に遺残左上大静脈による左上縦隔の陰影が確認された。

3D-MR は画像の理解が極めて容易で、遺残左上大静脈の形態や解剖学的位置関係の評価に有用であり、MRA では不明の情報が新たに得られた。

J Cardiol 1996; 28: 161-170

文 献

- 1) Campbell M, Deuchar DC : The left sided superior vena cava. *Br Heart J* 1954; **16** : 423-439
- 2) Fraster RS, Dvorkin J, Rossall RE, Eidem R : Left superior vena cava : A review of associated congenital heart lesions, catheterization data and roentgenologic findings. *Am J Med* 1961; **31** : 711-716
- 3) Cha EM, Khoury GH : Persistent left superior vena cava : Radiologic and clinical significance. *Radiology* 1972; **103** : 375-381
- 4) Fisher DR, Zuberbuhler JR : Anomalous systemic venous return. *in Pediatric Cardiology* (ed by Anderson RH, McCartney FJ, Shinebourne EA, Tynan M). Churchill Livingstone, Edinburgh, 1987; pp 497-508
- 5) Colman AL : Diagnosis of left superior vena cava by clinical inspection : A new physical sign. *Am Heart J* 1967; **73** : 115-120
- 6) Heitzman ER : The supra-aortic area. *in The Mediastinum : Radiologic Correlations with Anatomy and Pathology* (ed by Heitzman ER), 2nd Ed. Springer-Verlag, Berlin, 1988; pp 124-157
- 7) Neuwirth J, Kolar J : Widening of mediastinum with persistent left superior vena cava-CT diagnosis. *Radiol Diagn* 1992; **33** : 51-54
- 8) Hancock EW : Coronary sinus rhythm in sinus venosus defect and persistent left superior vena cava. *Am J Cardiol* 1964; **14** : 608-615
- 9) Momma K, Linde LM : Abnormal rhythms associated with persistent left superior vena cava. *Pediatr Res* 1969; **3** : 210-216
- 10) Snider AR, Ports TA, Silverman NH : Venous anomalies of the coronary sinus : Detection by M-mode, two-dimensional and contrast echocardiography. *Circulation* 1979; **60** : 721-727
- 11) Chaudhry F, Zabalgoitia M : Persistent left superior vena cava diagnosed by contrast transesophageal echocardiography. *Am Heart J* 1991; **122** : 1175-1177
- 12) Cheng C-Y, Wang D-J, Chen W-L, Chang Y-F, Chang F-K, Yang S-P, Shieh S-M : Demonstration of persistent left superior vena cava by first pass radionuclide angiography. *Clin Nucl Med* 1987; **12** : 843-844
- 13) Kato K, Sasaki Y, Obara T, Takahashi T, Yanagisawa T, Fujii H : Persistent left superior vena cava to left atrial communication detected with radionuclide angiography : A case report. *Kakuigaku* 1990; **27** : 655-660 (in Japanese)
- 14) Koito H, Ohkubo N, Wakayama Y, Nakamori H, Suzuki J, Abe Y, Takehana K, Iwasaka T, Inada M, Suga Y, Shiraishi T, Imamura H : Usefulness of simultaneous bilateral venous infusion of radionuclide angiography in the diagnosis of bilateral superior vena cava (persistent left superior vena cava). *Kakuigaku-shourekentokai-shoureishu* 1993; **15** : 68-69 (in Japanese)
- 15) Nakano Y, Tanaka Y, Hosono M, Urayama S : Three-dimensional reconstructed imaging using MRI. *Med Imag Tech* 1994; **12** : 439-440
- 16) 中野善久, 田中敬正, 浦山慎一, 細野真理子, 小森 優 : MR による三次元画像再構成 : 心臓縦隔病変の診断への応用. *新医療* 1994; 52-58
- 17) Hosono M, Nakano Y, Urayama S, Konishi J, Uokawa K, Tanaka Y : Three-dimensional display of cardiac structures using reconstructed magnetic resonance imaging. *J Digit Imaging* 1995; **8** : 105-115
- 18) Sakamoto T, Endo S, Nakamura I, Taniguchi M, Tada N, Mochizuki M, Nagano M, Maruyama K, Mochizuki Y, Arai T, Ishikawa S : Two cases of sick sinus syndrome associated with persistent left superior vena cava. *Shinzo* 1990; **22** : 175-179 (in Japanese)
- 19) Dosios T, Gorgogiannis D, Sakorafas G, Karampatsas K : Persistent left superior vena cava : A problem in the transvenous pacing of the heart. *Pace* 1991; **14** : 389-390
- 20) Haeger K, Juhlin J, Krook H : Eisenmenger's complex accompanied by double superior vena cava, the left draining into the left atrium: Report of a case with fatal outcome due to vagus irritation during heart catheterization. *Am Heart J* 1955; **50** : 471-475

- 21) Peel AAF, Semple T, Kelly JC : Anomalous venous drainage with death from cardiac catheterization. *Scot Med J* 1956; **1** : 83-85
- 22) 浅井康文, 山本直樹, 星野 豊, 阿部十三夫, 安喰 弘, 小松作蔵 : 左上大静脈遺残 61 例の経験. *外科診療* 1985; **27** : 774-778
- 23) 小糸仁史 : 心臓疾患の MRI 診断 : 症例と診断のポイント. *映像情報 Medical* 1994; **25** (臨増号) : 79-91
- 24) 今間敏博 : はじめてのコンピュータグラフィック. *Software Design* 1994; 10-25
- 25) Paling MR, Pope TL Jr : The variable nature of the mediastinal contour lines : CT/chest radiography correlation. *J Comput Assist Tomogr* 1987; **11** : 254-260
- 26) Dillon EH, Computaro C : Partial anomalous pulmonary venous drainage of the left upper lobe vs duplication of the superior vena cava : Distinction based on CT findings. *Am J Radiol* 1993; **160** : 375-379