

## 4 心臓・脈管系

心臓・血管系の疾患は形態異常と血行動態異常が原因となり、心腔拡大、心筋肥大、心不全などの生理学的異常が発生する。その診断に超音波、X線、CT、MRIなど画像医学の果たす役割は大きい。

以下に、各種の画像診断法の特徴、心血管系の血行動態評価に不可欠な計測、さらに種々の心疾患に対する画像診断法について述べる。

### 1. 画像診断法の特徴

画像自体の特徴、すなわちそれぞれの検査法による画像の利点、欠点、患者に対する侵襲度、装置の可動性などを表3-1にまとめた。

画像情報が優れていても、侵襲的検査は患者に負担がかかる。逆に、手軽な検査法であっても、診断情報が不十分であれば、より精密な情報のための検

表3-1 画像診断法の特徴

	単純撮影	カテーテル撮影	超音波法	CT	MRI
非侵襲性	○	×	◎	○	◎
反復施行	○	△	◎	○	◎
実時間性	×	○	◎	○	○
装置の可動性	○	×	◎	×	×
装置経費	安い	高い	比較的安い	高い	高い
構造物描写	×	○	◎	◎	◎
全体像	△	○	○	◎	◎
断層像	×	×	◎	◎	◎
三次元表示	×	×	○	◎	◎
分解能	×	△	◎	◎	○
心腔内血流	×	△	◎	○	○
心筋虚血	×	○	○	○	○
心機能評価	×	◎	◎	○	○
負荷試験	×	○	○	○	△

◎：優、○：良、△：可、×：不可

263-01192

査が要求される。疾患の種類、病態、<sup>しゅうとくど</sup>重篤度、検査の侵襲度、所要時間などが勘案されて検査が行われる。

### 2. 心臓計測

#### 1) 心血管造影法

心血管造影法では、目的とする心腔内に造影剤を注入し、その腔をシルエットとして画像化するが、その画像から心腔の大きさが計測できる(図3-87)。

たとえば、左室内腔容積(V)の算出は、左室腔を回転楕円体とみなすと、長軸・短軸長(L, D)から、つぎのように計算できる。

$$V = 4/3 \times \pi \times (1/2 \times D)^2 \times (1/2 \times L)$$

内径測定値は造影時に心臓の位置においたグリッドや既知径の円球の撮影像から補正する。

その際、短軸径の最適測定部位を決めがたいことが多いので、左室投影像を楕円体とみなすと、面積

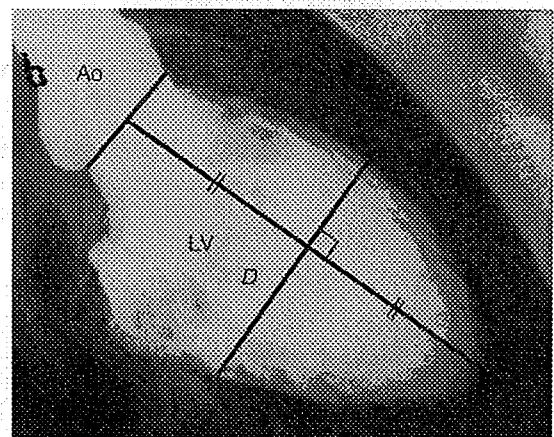


図3-87 左室造影第1斜位像

大動脈(Ao)起始部中点と心尖部を結ぶ軸が左室長軸、その直交二等分線が短軸(D)。LV：左室

Aは、

$$A = \pi \times (1/2 \times D) \times (1/2 \times L)$$

であるので、プランメータにより面積を算出して短軸径を逆算すると、誤差が少ない。

上記式に代入すると、つぎようになる。

$$V = 4/3 \times \pi \times ((2 \times A) / (\pi \times L))^2 \times L/2 \\ = 8/3\pi \times A^2/L$$

これを Area-Length 法とよぶ。

さらに正確性を求め、左室を長軸に沿って円盤を積み上げた形とみなして計算する方法もある (チャップマン (Chapman) 法)。

拡張末期、収縮末期の像よりそれぞれ容積計算を行うと、下記の心機能指標が得られる。

$$SV = EDV - ESV$$

SV: 1回拍出量, EDV: 拡張末期容積,

ESV: 収縮末期容積

$$CO = SV \times HR$$

CO: 心拍出量, HR: 心拍数

$$EF = SV/EDV$$

EF: 駆出分画

## 2) 心エコー図法

心エコー図法では、心尖アプローチでの左室長軸像にて左室造影法と同様の画像が得られ (図 3-88)、同様にして左室容積を算出できる。最近では、左室心内膜面を自動認識し、瞬時に左室容積計算を行うソフトも提供されている。

Mモード法では左室短径の瞬時変化が記録できるが (図 3-89)、短径のみから左室容積を算出する方法もある。

左室長軸径を短径の2倍と仮定すると、前述の計算式は、

$$V = 4/3 \times \pi \times (1/2 \times D)^2 \times D = \pi/3 \times D^3$$

と表され、さらに  $\pi = 3$  とおけば、

$$V = D^3$$

という簡便式で表せる。ただしこの式は、左室に壁運動異常のない場合に限られる。左室拡大例では左室は円形化し、 $L = D$  に近づくので、そのまま適用すると過大評価することになる。

左室造影像より長軸短軸関係を種々の大きさの左

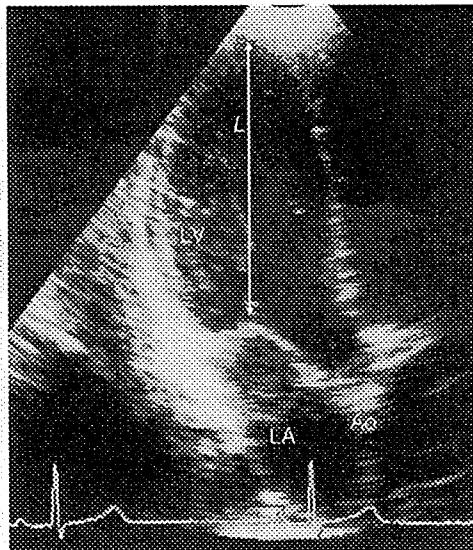


図 3-88 心エコー図 (心尖長軸像)

心尖部と大動脈弁尖付着部を結ぶ線が左室長軸 (L)。Ao: 大動脈, LA: 左房, LV: 左室

室で求め、短軸像のみから容積計算できるようにした近似式が次式である。

$$V = (7.0 / (2.4 + D)) \times D^3 \\ \text{〔タイヒホルツ (Teicholz) の式〕}$$

図 3-89 からは心室中隔厚、左室後壁厚も計測できる。

他の断面を設定すれば、左房内径、右室内径、大動脈径などを計測できる。

## 3) CT

多列検出器装備の CT (multidetector-row CT: MDCT) を用いた心電図同期ヘリカルスキャンにより、水平横断面の元画像を積み重ねて、任意の心時相での心臓部の高精細体積データを得ることができ、心臓の内腔と心筋を区別するために、ヨード造影剤の静脈内投与を併用する。データの三次元表示には、立体感のあるボリュームレンダリング (図 3-90) や、カテーテル血管造影法の画像に似た最大値投影 (maximum intensity projection: MIP)、断面変換 (multiplanar reconstruction: MPR) などの方法が常用されている。

左室内腔容積は、元画像や等間隔の断面変換像で

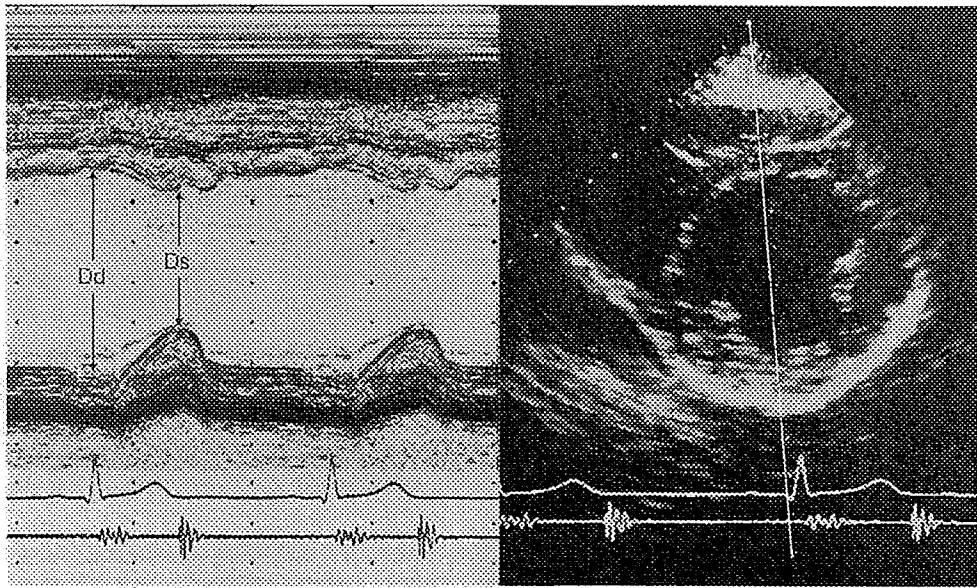


図 3-89 心エコー図（乳頭筋先端レベル左室短軸像と M モード像）

左の M モード像は断層像上の白線方向のビームでの記録。Dd：拡張末期径，Ds：収縮末期径

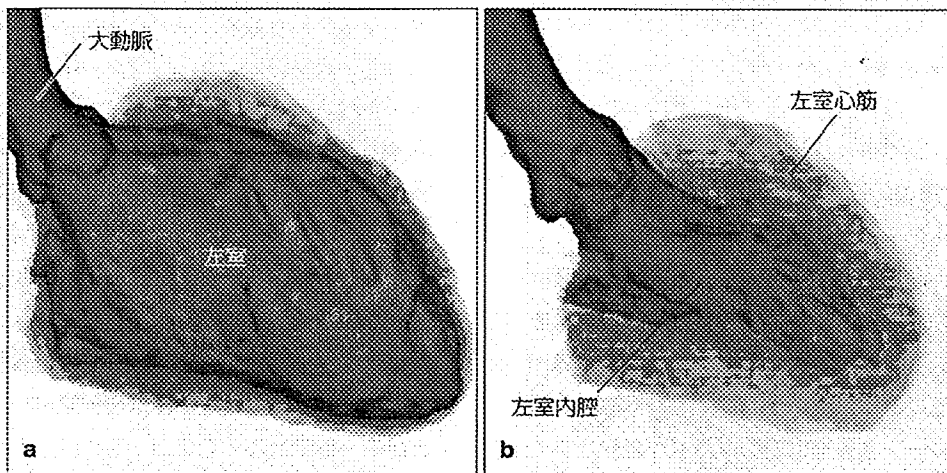


図 3-90 左室の三次元 CT 画像（川崎病罹患例）

MDCT の心電図同期ヘリカルスキャンによる心臓部の体積データから、左室と上行大動脈を抽出してボリュームレンダリング法で着色表示。右前斜位 30° の拡張末期像 (a) と収縮末期像 (b)。左室収縮は非常に良好。

の内腔面積の加算で算出される（積分法）。また立体データから内腔部分のボクセル数を数えて測定する方法（ボクセルカウント法）もある。心電図同期画像の時間分解能は 200 ミリ秒前後の場合が多く、厳密な拡張末期や収縮末期の画像取得と容積計測がむずかしいことが、CT 法の問題点である。

263-01192

#### 4) MRI

MRI の心大血管撮像は、血流部分を白く描出する white blood 法と黒く描出する black blood 法に大別される。心臓の撮像では、心電図や指尖脈波に合わせたデータ収集がほぼ必須である。心周期内の

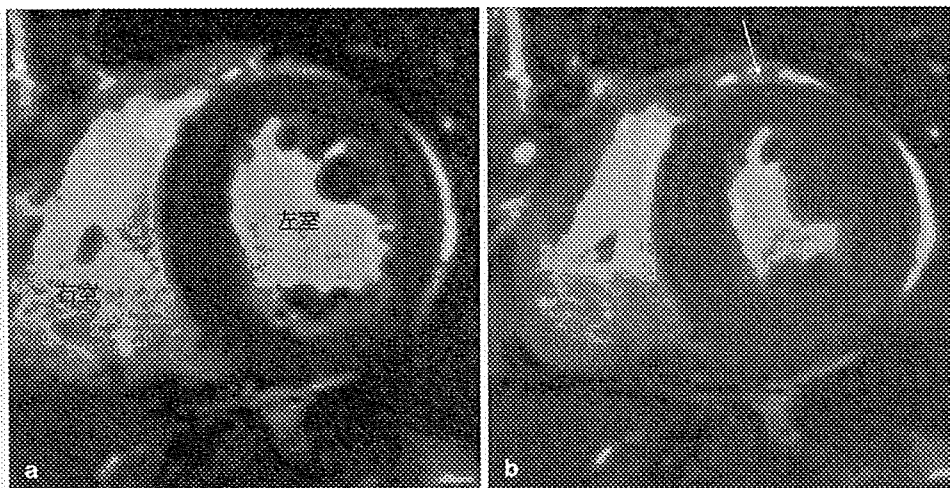


図3-91 シネMR法の画像（虚血性心疾患例）

シネMR法の左室短軸断面像で、この撮像では造影剤を使わなくても血流部分は白く描出される。拡張末期像（a）と収縮末期像（b）。左室収縮は悪くないが、前壁の一部（矢印）は収縮期の壁厚増加に乏しく、軽い収縮不良を示す。

心臓の拍動を断面像で連続的に観察するシネMR法は、代表的なwhite blood撮像だが、白い描出はグラディエントエコー系のパルス系列を用いたためであり、造影剤は使用していないのがふつうである（図3-91）。撮像の高速化が進み、心エコー図と同感覚のリアルタイム型のシネMR法も出現した。

等間隔の多断面でのシネMR法による心室容積計測は、精度の高さと低侵襲性から、カテーテル造影法に代わるスタンダードとなりつつある。容積算出方法は積分法である。画像が多いので、心室内腔辺縁を自動トレースする補助プログラムが開発されている。左室の場合、撮像断面は短軸が一般的だが、右室の計測には水平横断面の使用も推奨される。これは右房と右室の境界となる三尖弁の位置判定が容易なためである。

### 3. 疾患ごとの検査法の選択とその画像情報

#### 1) 先天性心疾患

多くの先天性心疾患においては心臓内構造物の配列異常や血液短絡の種類や程度に応じて、ある程度

特異的に心房・心室・肺動脈の拡大、肺静脈のうっ血などが生じるので、スクリーニング検査としての胸部単純X線像は重要である。例として、心房中隔欠損症では、短絡により右房、右室、肺動脈が拡張し、合併する肺高血圧症により肺動脈中極側はさらに拡大し、その末梢はむしろ細くなる（図3-92）。この胸部X線像から心房中隔欠損症を疑うことができるが、右室容積負荷をきたすほかの疾患との鑑別は不可能である。

先天性心疾患の確定診断は形態異常を描出することが第一義である。心エコー図法は、その点非常に簡便で優れた検査法である。心房中隔欠損症では心房中隔の欠損像が直接描出される（図3-93）。右房・右室の拡大もみられる。この断面でのカラードプラー法では欠損口を通る短絡血流が可視化できる（図3-94）。他の先天性心疾患でも同様である。

心エコー図法にていかなる構造異常も描出でき、かつ血行動態的異常の診断、たとえば短絡量や心内圧なども計測可能であるので、心・血管造影法やカテーテル法（従来は診断に不可欠な検査法であった）を行わずに、心エコー図法のみで診断し、心臓手術を行う施設が増えている。とくに最近では三次

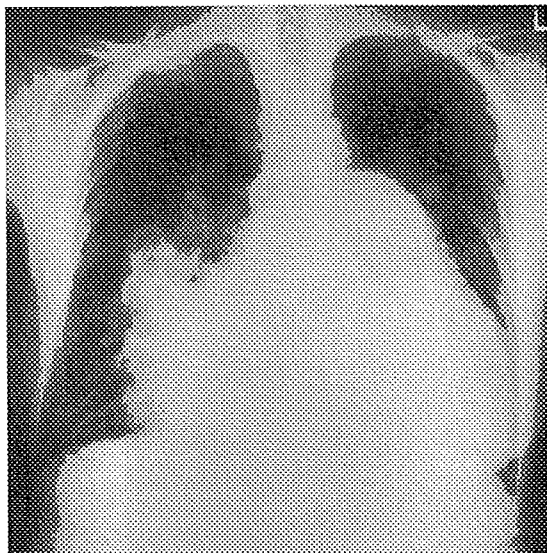


図 3-92 心房中隔欠損症（肺高血圧症を伴う）の胸部単純 X 線像（正面像）

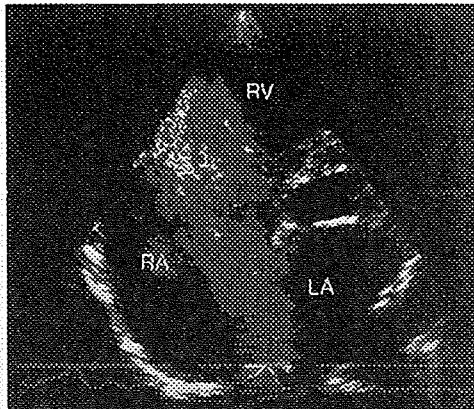


図 3-94 心房中隔欠損症の心エコー図（四腔像でのカラードプラー像）  
左房から心房中隔欠損口を通り、右房・右室に向かう短絡血流がみられる。

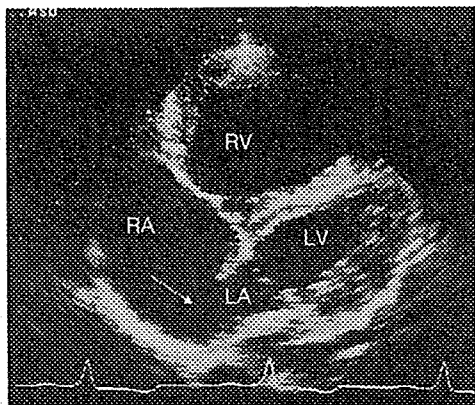


図 3-93 心房中隔欠損症の心エコー図（四腔像）  
欠損口（矢印）が明らかである。LA：左房、LV：左室、RA：右房、RV：右室

元超音波法が臨床でも比較的簡便に使用できるようになり、小児の先天性心疾患の診断に大きく貢献している。

心エコー図ほど一般的ではないが、最近では CT や MRI も先天性心疾患の画像診断に用いられている。とくに MDCT による三次元診断は、複雑な心奇形の立体的な把握や、心エコー図で描出がややむずかしい肺動脈や大動脈の奇形の評価に非常に有用である（図 3-95）。

263-01192

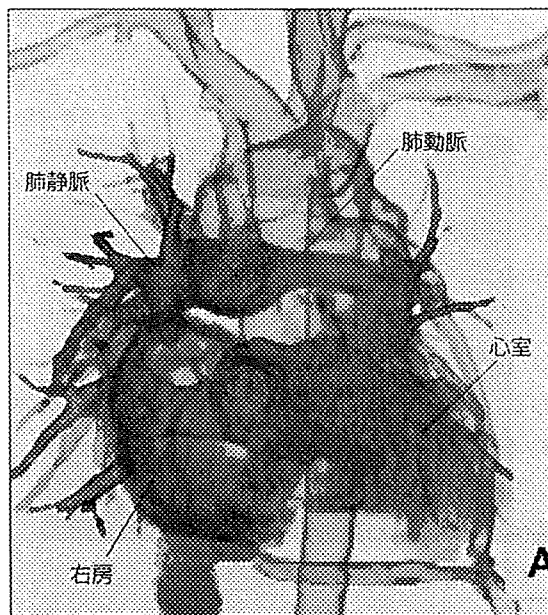


図 3-95 複雑心奇形の三次元 CT 画像（単心室心、 Glenn 短絡手術後の症例）

MDCT のヘリカルスキャンによる体積データから、心臓の各構成成分を抽出して、ポリウムレンダリング法で着色表示した胸部正面像。これを回転させると、立体構造がさらにわかりやすい。

## 2) 弁膜症

僧帽弁、大動脈弁、三尖弁、肺動脈弁になんらか



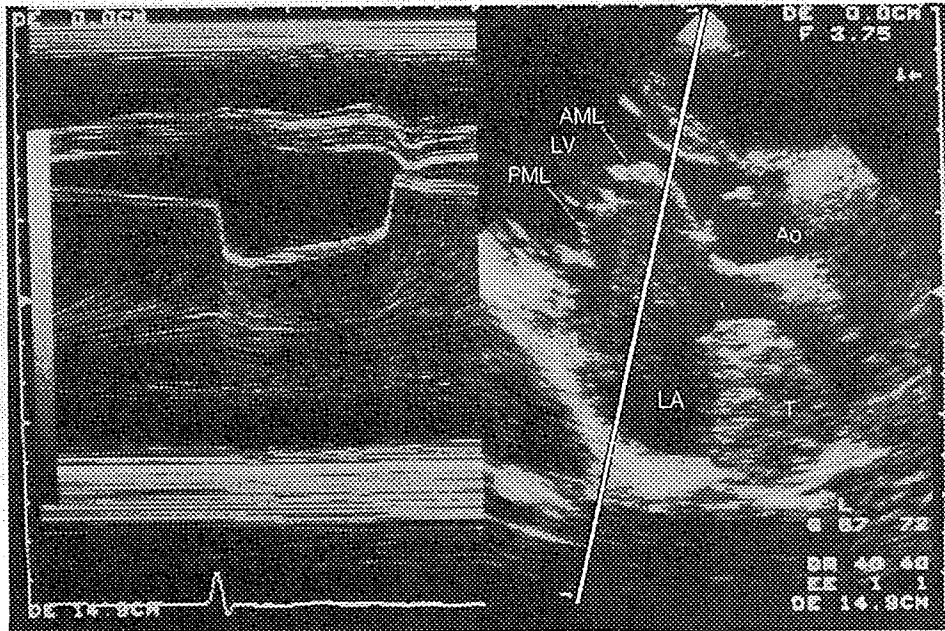


図 3-96 僧帽弁狭窄症の心エコー図（左室長軸像と M モード像）

僧帽弁前尖（AML）と後尖（PML）は左室側に凸となり、いわゆるドーム形成を示す。左の M モード像は断層像上の白線方向のビームでの記録。T：血栓。僧帽弁背方の点状エコーが、いわゆる“モヤモヤエコー”で、血液のうっ滞を示す。

の構造異常が生じて、閉鎖不全や狭窄をきたした状態を弁膜症という。

障害弁とその障害の種類により、血行動態も変化し、胸部単純 X 線像でみた心臓のシルエットも変わる。その点は先天性心疾患の診断における胸部単純 X 線と同様である。

心エコー図法は弁の変化を忠実に表現するので、臨床上不可欠な診断法である。

### （1）僧帽弁狭窄症の診断

僧帽弁開放が十分でなく、<sup>へんぱん</sup>弁帆部はドーム形成しているのが示される（図 3-96）。すなわち、この心エコー図所見が僧帽弁狭窄症の診断の必要十分条件である。

僧帽弁弁尖を横切る断面で狭窄弁口を直接描出できる（図 3-97）、この弁口のトレースがそのまま弁口面積である。

この画像から、単に弁口狭窄のみならず、狭窄弁口の形（スリット型か、魚口型か）、弁交連部の癒合の非対称性なども診断できる。提示例での弁口

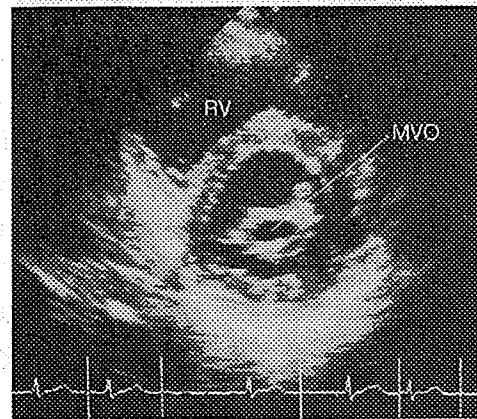


図 3-97 僧帽弁狭窄症の心エコー図（弁口レベル短軸像）

魚の口のようにみえるのが僧帽弁口（MVO）。

は、やや魚口型で左右交連部は均等に癒合している。また、ドプラー法にて左房-左室平均圧較差を測定することでも重症度を推測することができる。

### （2）僧帽弁狭窄症に伴う左房腔拡大の診断

心エコー図法では左房腔拡大、左房内血栓の診断

283-01192

や左房内血液うっ滞の程度の診断が容易である。提示例では、左房腔内やや頭側寄りに塊状エコーを認め、それが血栓である(図3-96)。この断面ではおおむね3×4cmの大きさである。

心エコー図法では、血栓や腫瘍など心内異常構造物はどの心腔にあっても、すべて陽画の形でとらえられるので診断しやすい。

なお、心エコー図では心腔内の血液のうっ滞をも画像として認識できる(図3-96)。断層像上白線で示したビーム方向では左房内に点状エコーの集簇をみる。このエコーは左のMモード法でみれば拡張期に前方へ、すなわち僧帽弁口方向へゆっくりと移動しているのがわかる。このエコーは“モヤモヤエコー”とよばれ、血栓・塞栓症との関連が示唆されている。

それでも体表面からの心エコー図法では完全に左房全体を観察することは困難な場合もあり、そのときは経食道心エコー図法を施行すると、ほぼ完全に左房全体を観察することができる。とくに左心耳の観察に優れている。

ヨード造影剤の使用が必要という難点はあるが、CTも非常に優れた左房血栓の診断法である。CTで血栓は、左房壁から内腔に突出する小塊状の造影欠損として描出される。視野が広く、断面内の死角がないため、左心耳の血栓検出も容易である(図3-98)。

### (3) 大動脈弁狭窄症の診断

大動脈弁開放が十分でなく、弁が石灰化や癒合している場合が多い。先天性の2尖弁に合併することもあるので、弁が2尖か3尖か確認することも必要である。後天性の場合は高齢者や腎不全の透析患者によくみられる。弁の変化だけではなく、左室の肥大の程度を観察する必要がある。

### (4) 弁閉鎖不全の診断

大動脈弁逆流、僧帽弁逆流、三尖弁逆流など弁閉鎖不全の診断は、従来造影法によっていた。大動脈弁逆流であれば大動脈に注入された造影剤の左室への逆流を検出し、その程度は重症度評価に用いられる。この方法はカテーテルによるために侵襲的であ

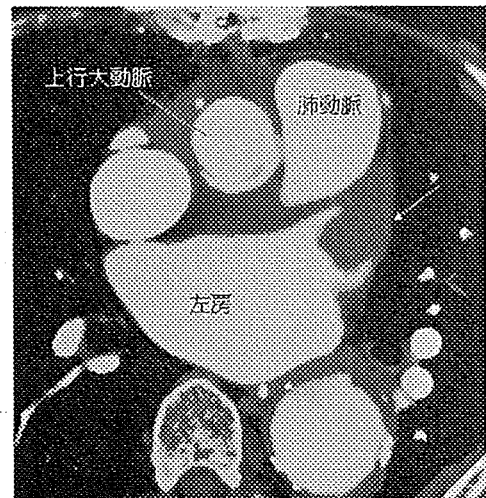


図3-98 左房血栓のCT画像(胸部大動脈瘤術後症例)

造影 MDCT による心臓部の水平横断像(元画像)。左心耳を充滿する黒い陰影(矢印)は血栓を示す、この心耳部分は血流が停滞しやすく、左房血栓の好発部位である。

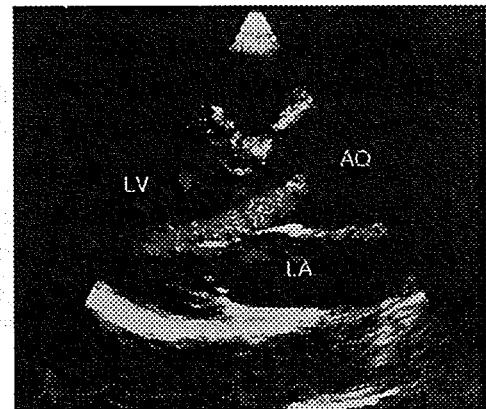


図3-99 大動脈弁逆流の心エコー図(左室長軸像でのカラードプラー像)

大動脈は拡大、大動脈弁接合部中央から弁逆流信号が僧帽弁前尖方向に向かっている。

る。

最近では、心エコー図法のカラードプラー法を用いることにより、まったく非侵襲的に診断される。たとえば、大動脈弁逆流では、拡張期に大動脈弁より始まり左室腔内に広がるモザイク状のカラードプラー信号がみられる(図3-99)。その広がり重症

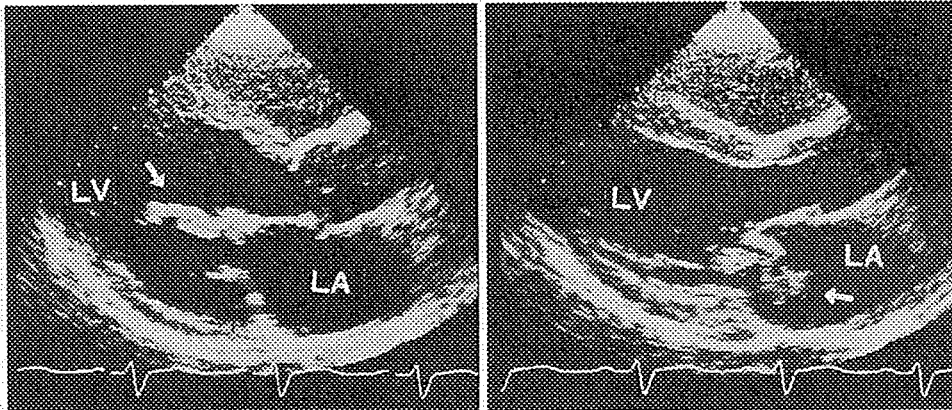


図3-100 感染性心内膜炎(僧帽弁疣贅)の心エコー図(左室長軸像)  
疣贅(矢印)は過剰な動きをする。

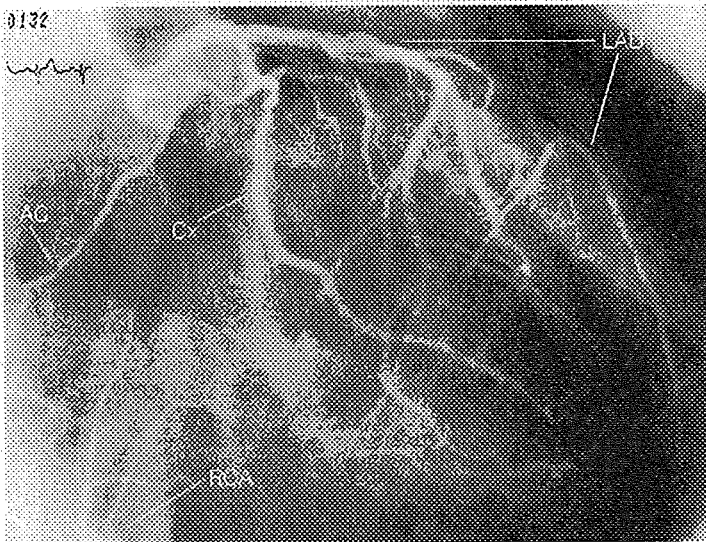


図3-101 冠動脈造影像(第1斜位像)  
前下行枝(LAD)は途中で完全閉塞し、その末梢は側副血行路にて造影されている。回旋枝(Cx)の心房枝(AC)より側副血行路にて右冠動脈(RCA)が造影されている。

度に対応する。ドプラー法では、体表から逆流の雑音が聴取できないほどの非常にわずかな逆流でも検出できる。

### 3) 感染性心内膜炎

主として、弁に細菌、真菌などが感染し、弁破壊をきたす疾患で、多くは急性に発症し、重症である。その画像診断法としては心エコー図法が有効である。これは本法の非侵襲性と心内構造物の描出能力と異常血流の検出能による。

図3-100は、敗血症により僧帽弁前尖に疣贅が生じた例である。弁破壊により腱索断裂も伴ってい

る。拡張期には僧帽弁前尖先端に付着する疣贅エコーがみられ、それは収縮期に左房腔内に反転進入しているのがわかる。

疣贅はもろく、遊離して全身性塞栓症をきたしやすいので、カテーテル操作を伴う造影法は禁忌である。

### 4) 虚血性心疾患

#### (1) 冠動脈病変

ごく最近まで冠動脈病変の診断にはカテーテル冠動脈造影法が唯一有効な検査法であったが(図3-101)、現在では装置の性能向上や撮像法の進歩に

283-01-192



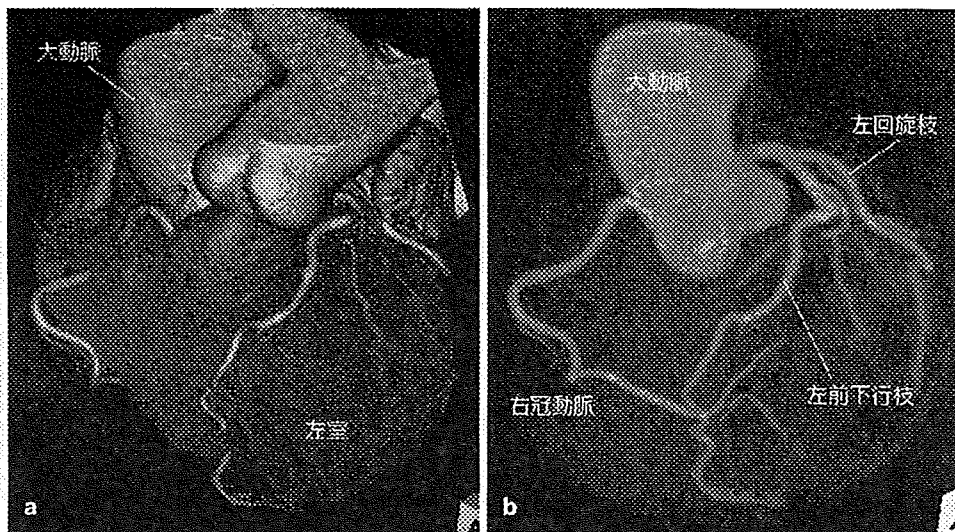


図 3-102 冠動脈 CT アンギオグラフィ (虚血性心疾患疑いの症例)

MDCT の心電図同期ヘリカルスキャンによる心臓部の体積データに基づく冠動脈三次元像。ポリウムレンダリング法 (a) と、心臓の内腔を除去した MIP 法 (b) の表示。いずれも左前斜位や頭方からの観察。

より MDCT や MRI での冠動脈描出ができる。病変の診断に限れば、近い将来は非侵襲的な CT アンギオグラフィ (図 3-102) や MR アンギオグラフィが侵襲的な冠動脈造影法に取って代わるであろう。

冠動脈は多数の幹枝からなるので、冠動脈造影法では互いの重なりを避けて、種々の方向から撮影する。冠動脈に直接カテーテルを挿入し選択的造影を行うのは、そのためである。しかし、MDCT や MRI では三次元データを用いて、さまざまな表示法で自由な方向から観察することが可能になった。CT と MRI の冠動脈アンギオグラフィの比較では、放射線被ばくがなく、造影剤を使用しなくてもよいといった MRI の利点があるものの、画像の空間分解能と冠動脈狭窄の診断精度に勝る CT が現状では先行している。心エコー図法では冠動脈主幹部をはじめ左右冠動脈の一部を描出し、その部位の血流速度を計測することが可能となった。負荷テストなどを用いて冠動脈の予備能を検討し、その動脈の狭窄度を推測することはできるものの、冠動脈全体の評価はまだ困難である。

## (2) 左室壁運動異常, 左室壁血栓, 心筋性状

### a. 左室造影法

左室壁運動評価には左室造影法がまだ一般的である。左室壁運動評価のための左室造影法は第 1, 2 斜位像が選ばれる。

第 1 斜位では左室前壁, 心尖, 下壁 (図 3-87) が, 第 2 斜位像では中隔, 後壁が輪郭される。両斜位に反映されない左室壁もあるので, 厳密に言えば見落としの分画も生じる。

壁運動異常は収縮期外方運動 (dyskinesis), 無収縮 (akinesis), 低収縮 (hypokinesis), 正常収縮 (normokinesis) に半定量評価する。

造影法では壁運動と同時に左室容積も算出し, 心機能評価が行われる。

### b. 心エコー図法

心エコー図では心尖アプローチでの長軸像 (図 3-88), 各レベルでの短軸像 (図 3-89) などにより左室壁運動が見落としなく検査できる。長軸像では心室中隔, 心尖部, 左室後壁が評価できる (図 3-88)。壁運動の見方は造影法と同様である。広範囲梗塞に合併する心尖部心室瘤は心エコー図で診断しやすい (図 3-103)。提示例のように, 拡張期にも

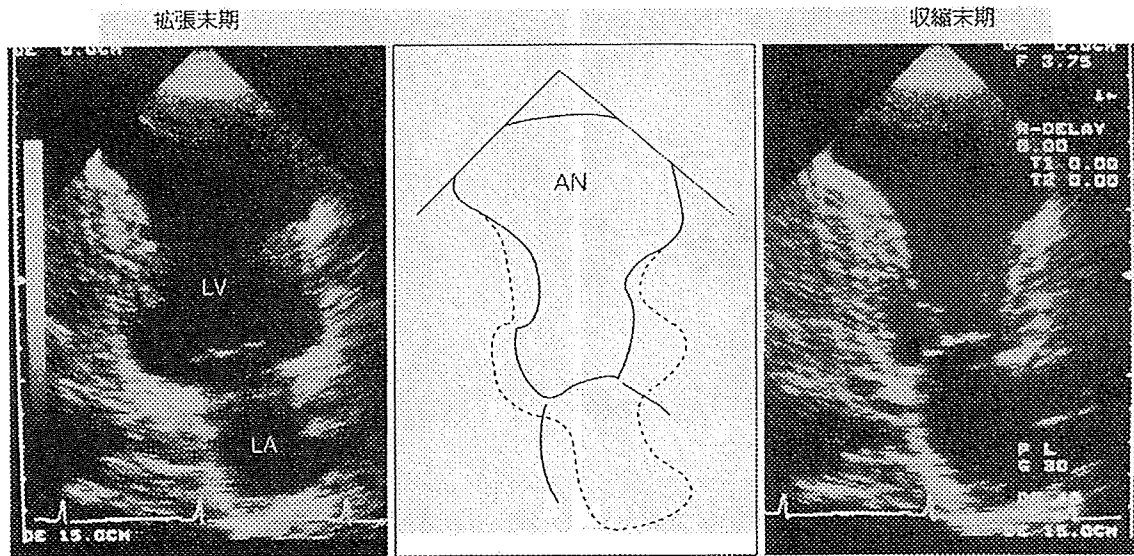


図 3-103 左室心尖部心室瘤の心エコー図（心尖左室長軸二腔像）  
 拡張期にも外方に突出している部分が心室瘤（AN）。

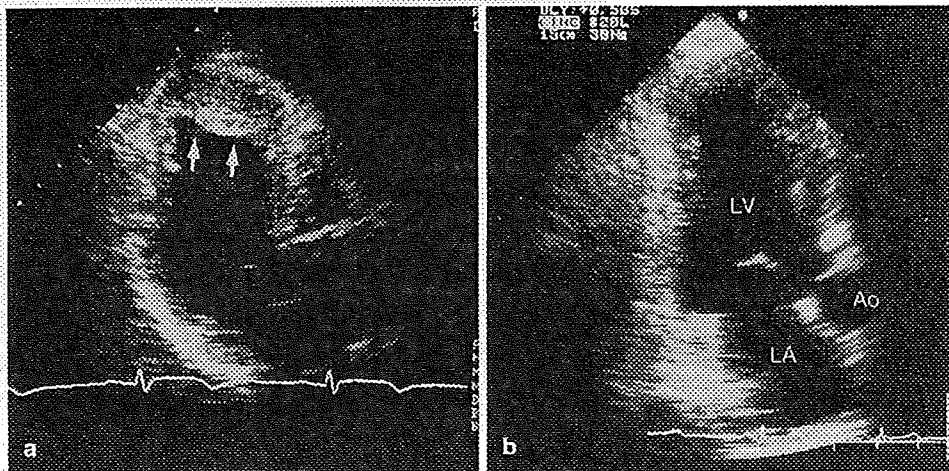


図 3-104 壁血栓（前壁梗塞例）の心エコー図（心尖左室長軸像）  
 a：心筋梗塞急性期に心尖部に血栓形成（矢印），b：抗凝血薬療法後には血栓エコーは消失。

心尖部は外方に膨隆し、収縮期にも内方への運動がみられない。壁厚は菲薄化しているのがわかる。

心尖部心室瘤ではときに壁血栓がみられるが、左房血栓と同様心エコー図法にて診断されやすい（図 3-104）。心筋梗塞に伴う心室壁血栓は発症後急速に形成されるので、臨床的には心エコー図法での検査が中心となる。提示例では急性期には心尖部に血栓形成がみられるが、抗凝血薬治療により血栓が消失している。このように、血栓の消長を診断す

るには、頻回の検査が行いやすい心エコー図法が適している。

#### c. CT

重症で範囲の広い心筋梗塞では、病変部の左室壁は正常部に比べて薄くなるのがふつうであり、これはヨード造影剤を用いた CT 検査で評価できる（図 3-105）。MDCT で心電図同期ヘリカルスキャンを行うと、拡張期と収縮期での左室内腔と壁の様子から、収縮不良や菲薄化領域の三次元的な把握が可能

263-01192

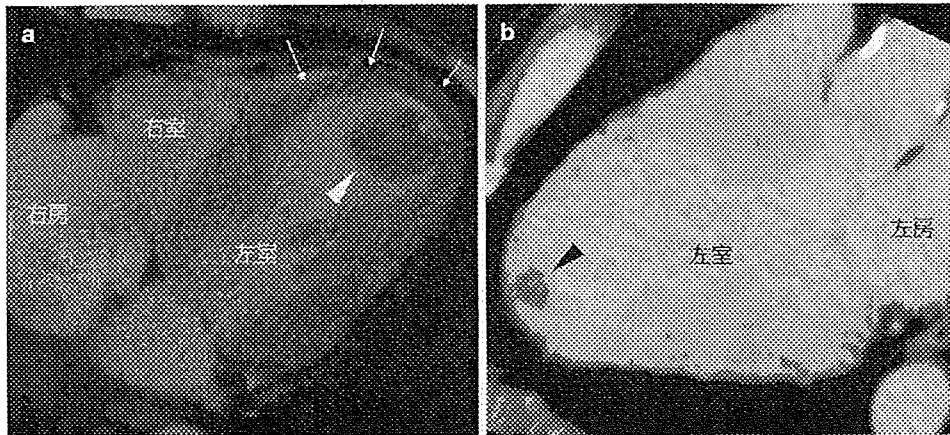


図 3-105 心筋梗塞の CT 画像

左室血栓（矢頭）を伴う心筋梗塞例で、電子ビーム CT による造影早期の水平横断像（a）と、別症例での MDCT の心臓同期ヘリカルスキャンデータからの造影後期の長軸 MPR 像（b）。梗塞領域の左室壁は正常部に比べて薄い（矢印）。

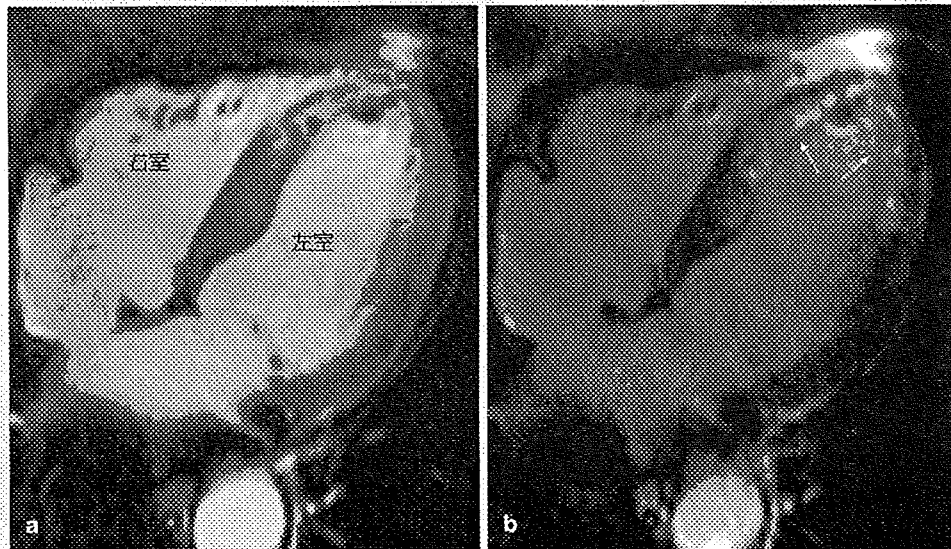


図 3-106 心筋梗塞の MRI 画像（急性期の左室前壁梗塞例）

ガドリニウム造影剤を用いた MRI による反転回復前処置付き高速グラディエントエコー撮像で、造影後 2 分（a）と 10 分（b）の四腔断面像。梗塞心筋は明瞭な“遅延造影”を示している（矢印）。

である。血栓は内腔の造影欠損として容易に検出される。とくに左室心尖部の血栓の診断には、長軸再構成断面の有効性が高い。CT は陳旧性梗塞部の石灰化や脂肪沈着の描出にも適している。

#### d. MRI

MRI では任意の断面を設定でき、視野も広いの

で、菲薄化などの心室壁の全体像が理解しやすい。心エコー図法ほどの簡便さはないが、シネ MR 法を用いると、左室壁運動の評価もできる。注目は、MRI 用のガドリニウム造影剤による梗塞心筋の“遅延造影効果”である（図 3-106）。これは造影剤の静脈注射の数分後以降に梗塞部が濃染される所見

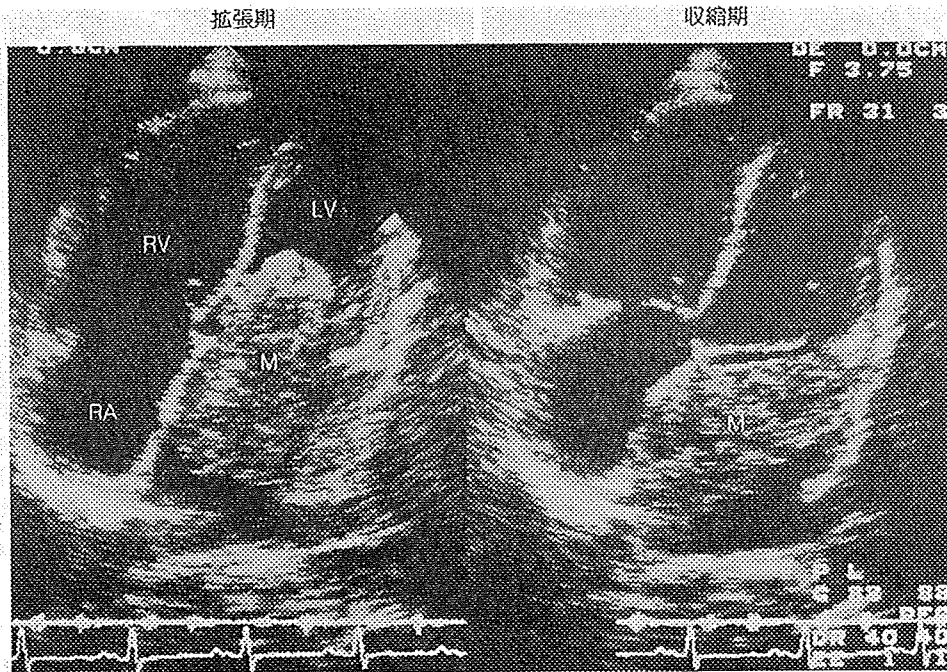


図 3-107 左房粘液腫の心エコー図（四腔像）  
左房内に腫瘍エコー（M）が認められる。

であり、本来血流に乏しい部分に造影剤が集まる奇異な現象だが、細胞が少なくて異常に拡大した組織間質に造影剤がゆっくりと広がることによるものと考えられている。

### 5) 心臓腫瘍

心臓腫瘍は心エコー図法や CT にて発見されることが多い。心臓腫瘍のうち頻度の多いのは左房粘液腫であるが、拡張期に左房より僧帽弁輪を越え左室へ進入、収縮期での復帰運動は特徴的である（図 3-107）。

腫瘍の種類までは心エコー図法では不明なことが多く、組織性状を情報として提供する MRI 検査法がつぎのステップとして必須の検査法である。とくに心臓外部に広がる腫瘍は心エコー図法ではとらえがたいことが多く、CT 法、MRI 法を必要とする。

### 6) 心膜炎

#### (1) 収縮性心膜炎

①収縮性心膜炎の多くは胸部単純 X 線上の石灰

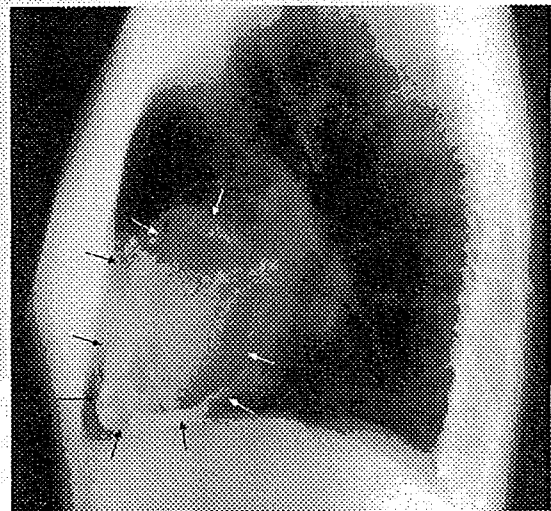


図 3-108 収縮性心膜炎の胸部単純 X 線像（側面像）  
心膜の石灰化（矢印）が認められる。

化像にて診断される（図 3-108）。心膜石灰化は房室間溝に沿うことが多く、一方向の撮影では明瞭でないことがある。

② CT では石灰化の局在の診断は容易である。また MDCT による心臓の体積データの三次元表

263-01132



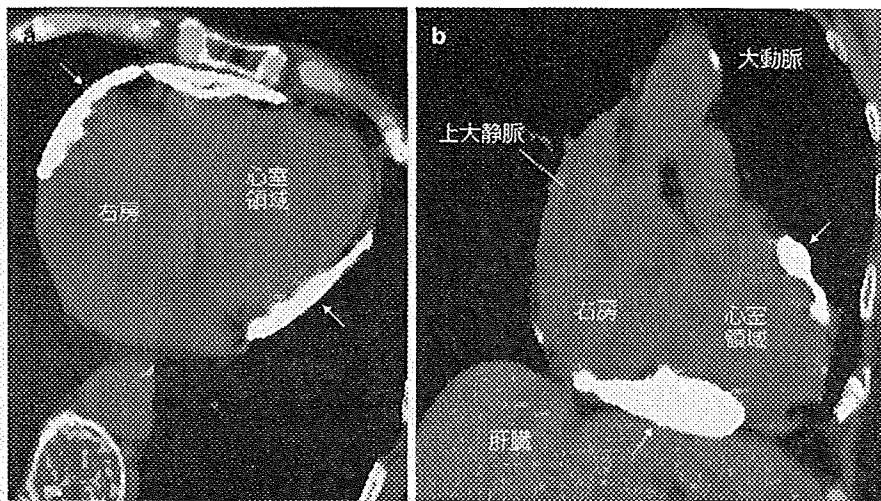


図 3-109 収縮性心外膜炎の CT 画像

MDCT のヘリカルスキャンによる心臓部の水平横断像 (a: 元画像) と、体積データからの MPR 法による冠状断面像 (b)。いずれも非造影。強い石灰化を伴う。肥厚した心外膜成分が、心臓を取り巻く (矢印)。

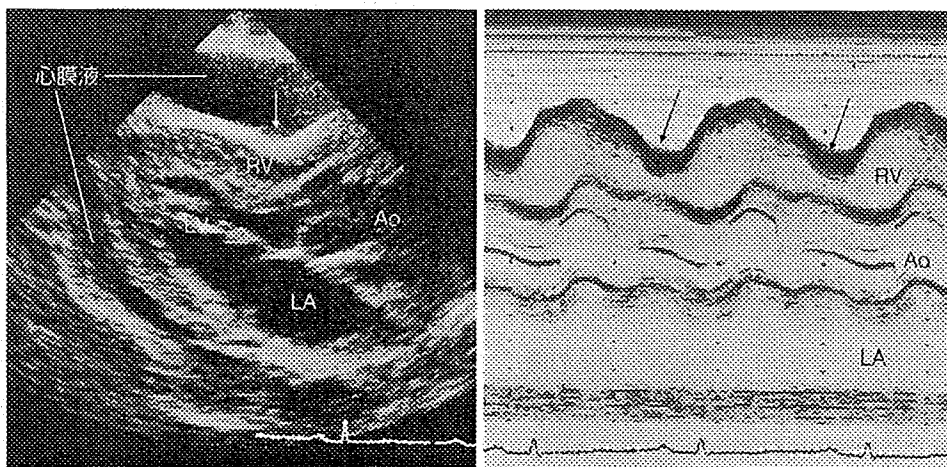


図 3-110 心タンポナーデの心エコー図 (長軸像と M モード像)

右室前壁が拡張期に陥凹している (矢印)。心タンポナーデの所見である。

示から、石灰化の分布の立体的な把握ができる (図 3-109)。

- ③心エコー図法では心膜石灰化は検出しがたいことが多い。
- ④MRI では石灰化の特異的な診断はできないが、軟部組織のコントラストが高く断面が自在なため、心外膜成分の肥厚の検出や、その広がりを評価するには適している。

重症度、すなわち血行動態の異常は心臓カテーテル法による心内圧測定、心エコー図法による血流速度波形、脈波検査による頸静脈波形などの解析が必要である。

#### (2) 心膜液貯留、心タンポナーデ

わずかな心膜液貯留の診断には心エコー図法が優れている (図 3-110)。それは心膜、心外膜の同定が容易だからである。ただし、少量貯留は臨床問



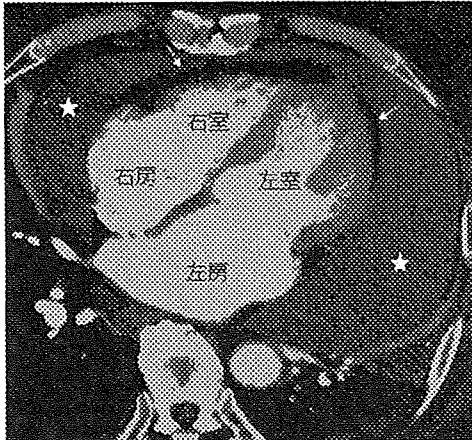


図 3-111 心膜液貯留の CT 画像  
大鑿の心膜液貯留例で、造影 MDCT による心臓部の水平横断像（元画像）。CT では脂肪組織は黒く描出されるため、濃度の違いにより、心臓周囲の心嚢内の液体陰影（星印）と心外膜下の脂肪層（矢印）や縦隔の脂肪を容易に区別できる。

題ではない。

中等量以上の液貯留では、心エコー図法ではもちろん、CT 法や MRI 法でも診断できる。CT では液体と脂肪にはっきりした濃度差があるので、心臓内の液貯留とこれに接する縦隔部や心外膜下の脂肪層との鑑別が容易である（図 3-111）。MRI では複数の撮像法を組み合わせることにより、貯留液の性状が診断できる可能性がある。

心膜液貯留で問題になるのは、貯留液による心臓拡張障害、すなわち心タンポナーデの診断である。心エコー図法では拡張期に心臓壁が心膜液により圧迫される状況が画像化される（図 3-110）。このことは、ほかの画像診断法ではむずかしく、また患者も重篤な場合が多く、ベッドサイドで検査できる心エコー図法が必須である。

### 7) 大動脈瘤

大動脈が異常に拡張した状態を<sup>せいどうみやくいりゅう</sup>大動脈瘤とよび、真性、仮性、解離性の 3 型に分類される。解離は突然に大動脈壁の中層部に裂け目ができて長軸方向に広がる病態である。

現在、大動脈瘤診断にもっとも広く用いられる検

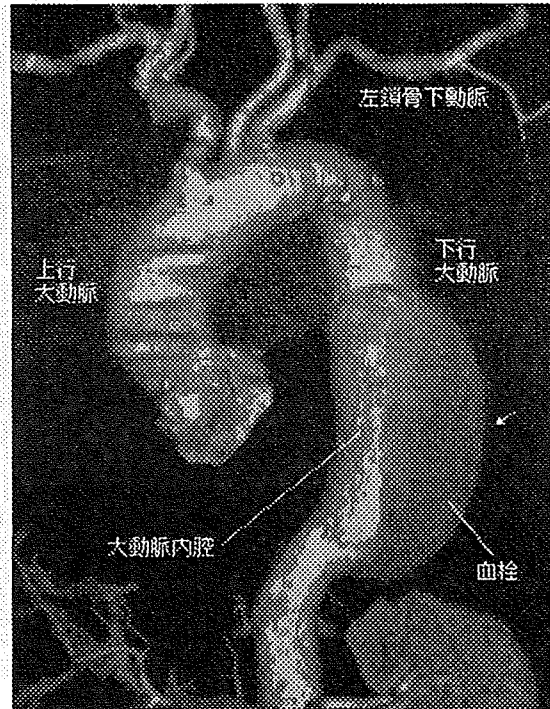


図 3-112 大動脈瘤の三次元 CT 画像  
胸部下行大動脈瘤（矢印）の症例で、MDCT のヘリカルスキャンによる体積データから、大動脈内腔の血流部分と血栓を抽出して、ポリウムレンダリング法で着色表示。軽い左前斜位型の三次元像である。

査法は CT である。とくに MDCT では大動脈全域の三次元データが得られるため、瘤の立体的な把握により、手術やカテーテル治療の計画ができる（図 3-112）。なお、大動脈は心臓に比して拍動が少ないので、CT 検査時に心拍同期の撮影はかならずしも必要ではない。一方、MRI 検査では、white blood 型と black blood 型の撮像が目的に応じて使い分けられる。CT に比べて造影剤使用の必要性が低く、また位相コントラスト法を用いて血流評価のことができることが特徴といえる。大動脈病変に対しての心エコー図法は経食道法が有用である。明瞭な画像が得られ、カラードプラー法にて動脈瘤内の異常血流も検出可能である。これらの低侵襲的な検査法が画像情報として優れているため、従来、大動脈瘤の診断の主要検査であったカテーテル血管造影法（DSA 法も含め）はほとんど行われなくなった。

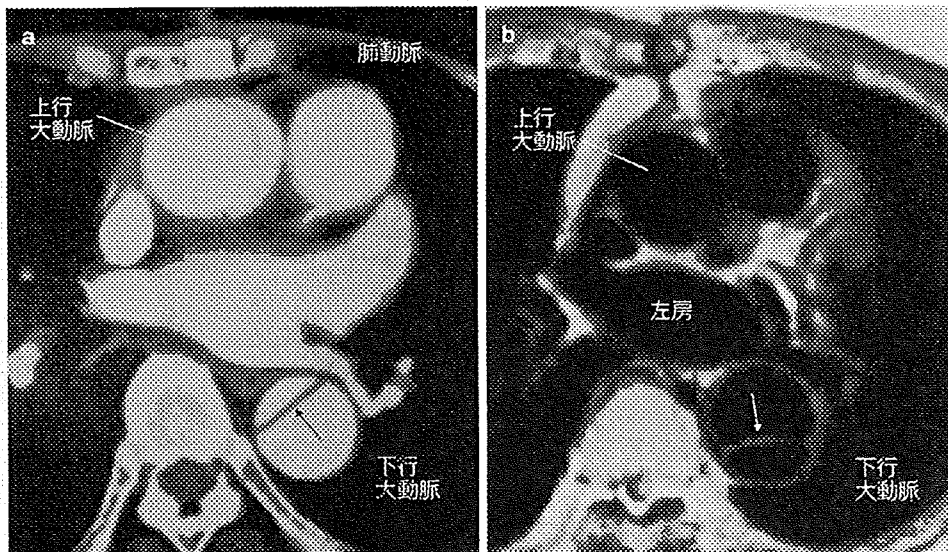


図 3-113 大動脈解離の CT/MRI 画像  
造影ヘリカル CT 検査 (a) と、別症例の MRI での心電図同期スピンエコー法 (b) の画像。いずれも心臓レベルの水平横断像。下行大動脈に剥離内膜 (矢印) を認め、これにより解離の診断が確定する。

解離性大動脈瘤 (大動脈解離) の診断は、本来の内腔 (真腔) と壁内の裂け目に由来する偽腔 (解離腔) の 2 つの腔を大動脈内に確認すればよい。偽腔に血流がある場合、これは剥離内膜とよばれる大

動脈内の隔壁の検出にほかならない。CT でのこの描出には造影剤が必要だが、MRI では造影剤を用いることなく、剥離内膜を画像化することができる (図 3-113)。

健康で長生きするために

知っておきたい

# 循環器病あれこれ

76

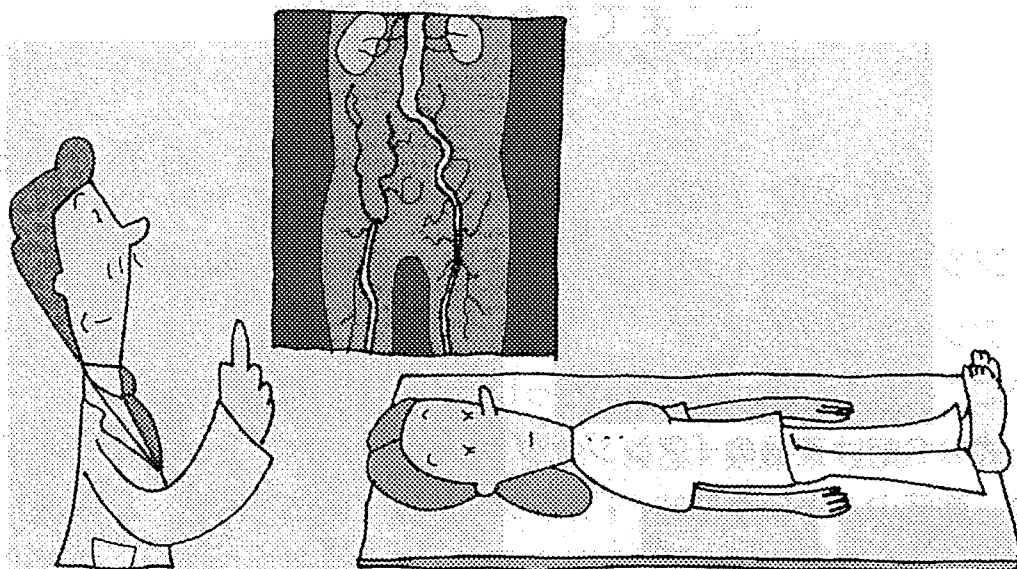
血管を画像で診る

— ここまできた血管撮影法 —



財団法人 循環器病研究振興財団

## 進化を続ける画像診断



体に優しい低侵襲性

## もくじ

アンジオグラフィ —— 血管の様子を調べる画像診断法	2
カテーテル法 —— 血管撮影の基準となる方法	2
X線撮影で血管を診る	
カテーテルを血管に入れる —— フォルスマン氏らの貢献	
CTやMRIで類似の画像が得られる	
三次元血管撮影法 —— CTAとMRA	6
三次元の撮影法とは	
特徴は負担が少なく優しい検査	
もう一つの特徴 —— いろいろな見方ができます	
体を剥いで血管を見る	
いろいろな方向から血管を見る	
血管の中から見ると	
血液の流れを見る	
血管の壁を見る	
CTAとMRAをまとめると	14
良いところと気になるところ	
カテーテル法はどこへ —— 血管検査法の役割分担	

# 血管を画像で診る

## — ここまできた血管撮影法 —

国立循環器病センター

放射線診療部 部長 内藤 博昭

### アンジオグラフィ — 血管の様子を調べる画像診断法

「アンジオ」または「アンギオ」と呼ばれる検査をご存じですか？  
すでにこの検査を受けた方もいらっしゃるかもしれません。

正式な名前は英語の「アンジオグラフィ」です。「アンジオ」は「血管の・脈管の」という意味、「グラフィ」は「画法・写法・記録法」のことで、血管撮影法や血管造影法と訳されています。つまり、血管の様子を調べる画像診断法のことです。

血管が詰まって血のめぐりが悪くなる、血管が膨れて破裂する——このように、しばしば命にかかわる血管の病気の診療に「アンジオグラフィ」は欠かせません。この冊子では、その発展の様子と最新の情報を、画像を見てもらいながら紹介します。

### カテーテル法 — 血管撮影の基準となる方法

#### X線撮影で血管を診る

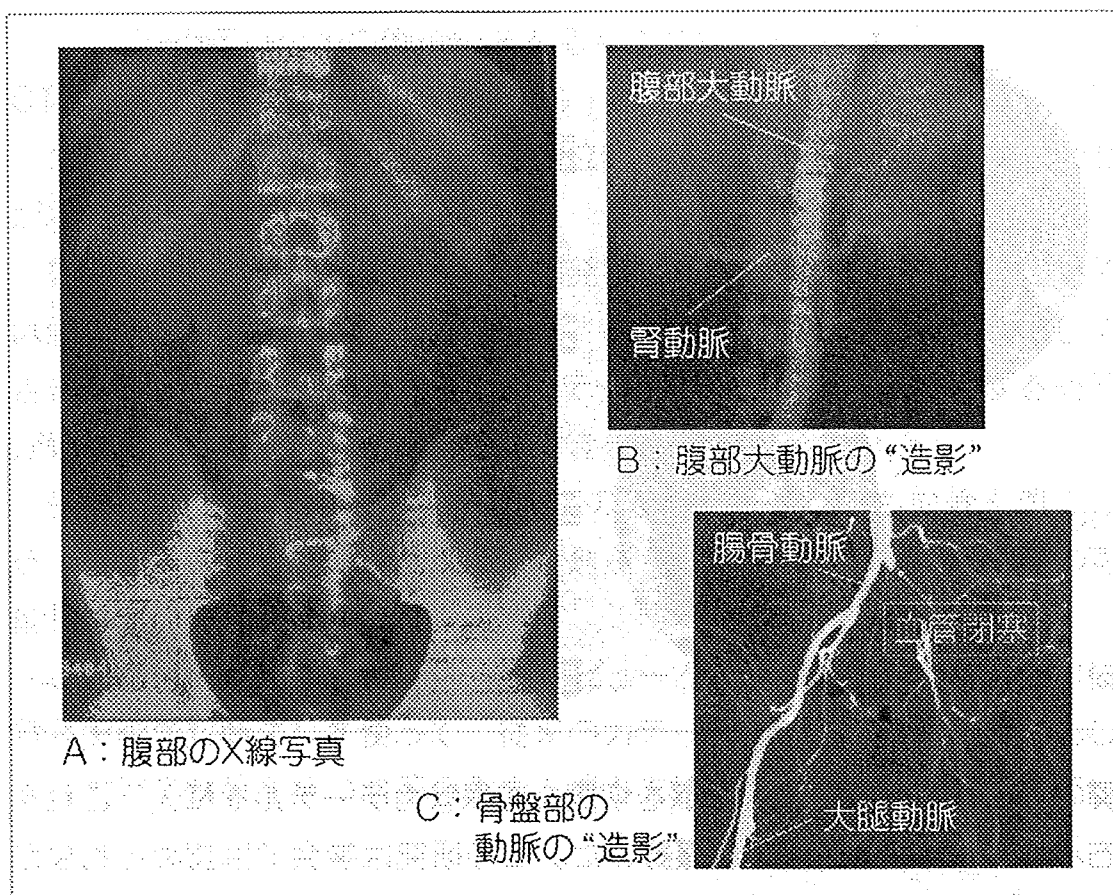
ドイツのレントゲン博士がX線を発見したのは1895年のことです。間もなく人体のX線撮影が始まり、肺の病気や骨折などの診断に大きく貢献したのは、言うまでもありません。

ところが普通のX線写真では、血管の様子は見えないのです。なぜかというと、血管の中の血液と、周囲の臓器や脂肪組織などとの、通り抜けるX線の減弱（減り具合）にほとんど差がなく、コントラストがつかないからです。

そこで調べたい血管にカテーテル（細い管）を入れて、そこから、X線の減り具合を強めるヨード造影剤という薬を注入し、この薬が血液に



図1 X線撮影——造影剤の必要性——カテーテルを血管内に入れて造影剤を注入すると、X線撮影で血管を見ることができる。



混じって流れるところを撮影すると、コントラストがはっきりし、血管の様子がわかるようになります。

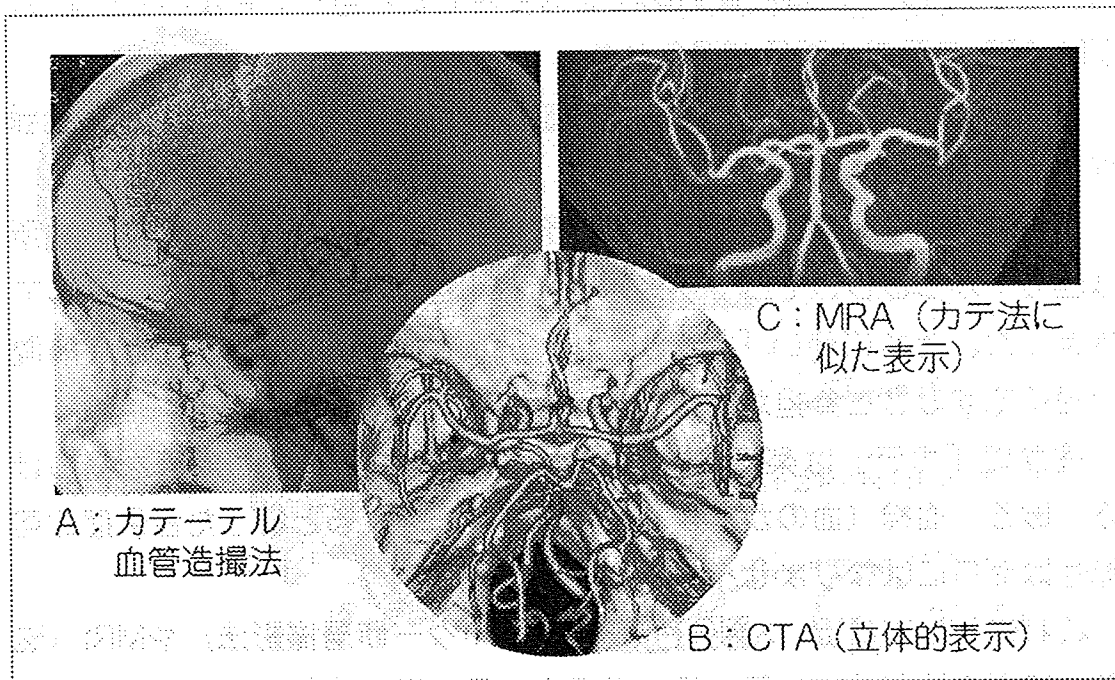
例えば腹部では、普通のX線撮影（図1のA）で全く見えない腹部大動脈や骨盤部の動脈が、カテーテルからの造影剤の注入で、はっきり描き出されるようになります（図1のB、C）。

このカテーテル血管造影法は、画像の「空間分解能」（細かいものを見る能力）、「時間分解能」（シャッター速度、動くものを見る能力）ともに優れており、（図1のC）のように、病気の血管がわかりやすく、血管撮影法では、長らくこの方法が基準となってきました。

「1929年、ドイツの青年医師フォルスマン氏は心臓を調べるという

### 図3 脳動脈の撮影 —— カテーテル法とCTA・MRA

これまでのカテーテル血管造影法と同様の画像が、CT検査やMRI検査で得られるようになった



まず〈図3〉。CT血管撮影法（CTアンジオグラフィ；CTA）、MR血管撮像法（MRアンジオグラフィ；MRA）と呼ばれるもので、これらの三次元血管撮影法について、次に説明します（以下、CT血管撮影法はCTA、MR血管撮像法をMRAと略して記します。なお、CTとMRIについては、「知っておきたい循環器病あれこれ」64号「心臓病の新しい画像診断：CTとMRI」で詳しく紹介しています）。

### 三次元血管撮影法 —— CTAとMRA

#### 三次元の撮影法とは

まず〈図4〉をご覧ください。ちょっと難しい説明になりますが、調べたい血管を含む立体的なデータ（体積データ）をCTやMRIで収集し、コンピューターで後処理して血管の情報を抽出し表示する方法が、三次元血管撮影法です。