原 著 三尖弁閉鎖不全の発生およびその進展にかかわる

三尖弁形態異常の心エコー図法的検討

北海道大学医学部循環器内科（指導 安田寿一教授）

三神 大世

ECHOCARDIOGRAPHIC STUDY ON MORPHOLOGICAL ABNORMALITIES OF THE TRICUSPID VALVE IN RELATION TO THE DEVELOPMENT OF TRICUSPID REGURGITATION

Taisei MIKAMI, MD

Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido University School of Medicine

(Director: Prof. Hisakazu Yasuda)

概要 本研究の目的は、臨床例における諸種の三尖弁形態変化と三尖弁閉鎖不全との対応について総合的に検討することである。対象154例について、断層心エコー図法を用いて三尖弁形態を観察し、また、パルスドプラ法にて三尖弁閉鎖不全の有無と1+から4+に至る重症度を判定した。先天性の弁形態異常は9例で、うちEbstein奇型や三尖弁異形成で3+以上の重症三尖弁閉鎖不全との関連が深かった。残る145例については、三尖弁輪の大きさ、弁器質的变化、弁輪線を基準とした収縮期の弁位置ならびに弁尖接合形態などを分析した。弁輪拡大の程度は三尖弁閉鎖不全の重症度と良く対応した。三尖弁閉鎖不全の発生頻度は、弁器質的变化(15例)、弁尖の6mm以上の前方偏位(17例)および弁尖接合の欠如(6例)で100%、また、不整弁尖接合(12例)で92%と高頻度であった。3+以上の重症三尖弁閉鎖不全の発生頻度は、ドーム形成を伴う弁器質的变化(4例)と弁尖接合の欠如で100%、6mm以上の前方偏位で88%と高かった。一方、弁後方偏位は、3mm以上(44例)ないし6mm以上(16例)のいずれかで定義しても三尖弁閉鎖不全の有無、重症度との関連が希薄であった。これらは、三尖弁閉鎖不全の発生と進展の機序を解明する上で、また、临床上、断層心エコー図法にて三尖弁閉鎖不全を検索する上で示唆に富む成績と考える。

緒 言

近年、三尖弁閉鎖不全(以下TR)の臨床的意義が、とくにその手術療法の進歩に伴い、注目を集めている^{1)~3)}。しかし、TRとこれを惹起する三尖弁形態異常との対応については不明の点が少ない。これは、複雑で変化し易い右心系内の事象を解明するための手段が従来乏しかつたためと考えられる。心エコー図法の最近の進歩は、パルスドプラ法の血流計測の臨床応用^{4)~6)}と断層法の解像力向上をもたらした。これにより、TRの重症度診断と弁形態の詳細な観察を、両者はほぼ同時に

生理的条件下で行なうことが可能となつた。そこで、われわれはこの心エコー図法を用いて、臨床例におけるTRの有無、重症度と諸種の三尖弁形態変化との関連について検討した。

対象ならびに方法

1. 対象

対象は、1981年10月から1984年3月まで、心エコー図法にてTRと三尖弁形態の観察を行ない良好な記録の得られた154例である。年齢は15才から78才、男71例、女83例である。基礎疾患の内訳を表1に示した。

2. パルスドプラ法

装置はアロカ社製SSD 910ドプラ診断装置を用

〔昭和59年10月17日受稿〕

表1. 対象例の基礎疾患

三尖弁奇型	4	
Ebstein奇型		3
三尖弁異形成		1
先天性短絡疾患	21	
心内膜床欠損		2
心室中隔欠損		5
二次口心房中隔欠損		12
動脈管開存		2
肺ないし肺血管疾患	11	
左心系弁膜症	73	
リウマチ性弁膜症		40
僧帽弁ないし大動脈弁逸脱		21
その他		12
左心室主体の心筋疾患*	16	
右心室主体の心筋疾患*	2	
心膜疾患	6	
器質的心疾患を認めないもの	21	
計	154	

*心筋梗塞を含む

いた。探触子の発振周波数は3MHz, 繰り返し周波数は4.4KHz, サンプル ボリュームの大きさはビーム方向1.5mm, ビームに垂直方向5mmであった。本装置では実時間断層図上に任意に定めたサンプル部位での血流速度パターンを観察できる。左半側臥位とした患者の左前胸壁上より得た三尖弁水平断面上の右房内で、収縮期の半分以上にわたり持続する広帯域性のシグナルを検索した(図1)。このTRシグナルの得られた範囲を断層図上に記録し、三尖弁尖からの最大到達距離を求め、Miyatakeらの基準⁶⁾に従いTR重症度を判定した(図2)。すなわちこれが1.4cm以下のものをTR 1+, 1.5から2.9cmを2+, 3.0から4.4cmを3+および4.5cm以上を4+とした。TRシグナルを認めなかつたものをTR(-)とした。なお、3+以上のTRを重症TRと定義した。

3. 断層心エコー図法

パルス ドプラ法の直前ないし直後に断層心エコー図法を施行した。装置はアロカ社製SSD 110 S, ATL社製Mark Vないしアロカ社製SSD 800Sを使用した。前二者は機械走査式、後者は電子走査式のセクター型探触子を有し、おのおのの発振周波数は順に3MHz, 3.5MHz, 2.5MHzであつ

図1. パルス・ドプラ法による三尖弁閉鎖不全の検出。患者の前胸壁に置いた探触子より三尖弁水平断面を描出し、その右房内にサンプル・ボリューム(SV)を設定する(上段)。ドプラ記録上、三尖弁閉鎖不全(TR)は収縮期の広帯域性シグナルとして表示される(下段)。RA: 右房, RV: 右室。

図2. 三尖弁閉鎖不全シグナルの最大到達距離の計測。水平断面上に三尖弁閉鎖不全シグナルの検出範囲(点線)を記録し、このシグナルの三尖弁接合部からの最大到達距離(矢印)を計測する。RA: 右房, RV: 右室。

た。実時間断層図はソニー社製VO 2711ビデオカセット・レコーダーを用い、2/3インチ・ビデオテープに記録し、これをソニー社製SVM 1110ビデオ・モーション アナライザーを用いて解析した。

① 三尖弁輪の位置・形態異常をきたす先天性心疾患(図3, 4); 水平, 矢状ならびに右室流入路長軸断面を用い, Ebstein奇型, 三尖弁異形成あるいは中隔奇型に伴う弁輪位置異常の有無を検索した。なお, これらの異常を有する例では以下の検討は行なわなかった。②三尖弁輪面積(図5); 水平, 矢状両断面をおのおの弁輪径が最大となる方向で記録し, それぞれにつき弁可動部分のつけ根間の距離を拡張終期時相で計測した。この両弁輪径を長短径とする楕円が弁輪に一致するものと仮定して弁輪面積を算出し, 体表面積で補正して用いた。③弁器質的变化(図6); 水平, 矢状両断面を用い, 石灰化ないし明瞭な肥厚の有無を検索した。拡張期ドーム形成の有無もあわせて検討

図3. Ebstein奇型。37才の女性で, 三尖弁閉鎖不全は4+の例である。水平断面(左)とその模式図(右)を示す。三尖弁中隔尖の基部が右室心尖部方向に大きく偏位している(矢印)。LA: 左房, LV: 左室, RA: 右房, RV: 右室。

した。④弁尖の前方偏位(図7B); 水平断面を用い, 収縮後期において, 弁尖先端の右室方向への偏位の程度を計測した。弁輪線より3mm以上の偏位を有意とし, 6mm以上のものを高度前方偏位とした。⑤弁の後方偏位(図7C); 水平断面を用い, 収縮後期において, 弁全体のうち最も強く

図4. 三尖弁異形成。55才の女性で, 三尖弁閉鎖不全が4+の例である。上段は水平断面(左)とその模式図(右)で, 三尖弁中隔尖の基部が右室方向に軽く偏位している(矢印)。下段は右室流入路長軸像(左)とその模式図(右)で, 中隔尖後尖交連部の弁欠損(矢印)を認める。LV: 左室, RA: 右房, RV: 右室。

図5. 三尖弁輪の計測。水平断面(左)と矢状断面(右)のおのおのより拡張終期の弁輪径を計測した。RA: 右房, RV: 右室。

図6. 三尖弁器質的变化。A. 弁肥厚： リウマチ性僧帽弁膜症に合併して3+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(62才女性)。拡張終期の像で弁肥厚を認めるが、開放制限はない。B. 弁器質的变化とドーム形成： リウマチ性僧帽弁および大動脈弁膜症に合併して4+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(50才女性)。拡張早期の像で、弁の肥厚、石灰化と同時にドーム形成を認める。おのこの、水平断面像(左)とその模式図(右)を示してある。LA： 左房，LV： 左室，RA： 右房，RV： 右室。

右房方向へ偏位する部位でその程度を計測した。弁輪線より3mm以上の偏位を有意とし、6mm以上のものを高度後方偏位とした。⑥不整弁尖接合(図8A, B)： 水平断面上、収縮後期の前尖中隔尖接合部にずれを認めるもので、3mm以上を有意とした。⑦弁尖接合の欠如(図8C)： 水平断面上、収縮期を通じて両弁尖間に明瞭な離開のあるものとした。

上記のうち④、⑤、⑥の検討に際しては、水平断面の弁に対する入射角が問題となる。このため本研究では、同一のエコーウィンドウより得られた水平、矢状両断面上での計測から、水平断面の三尖弁輪に対する入射角をあらかじめ求め、これが60°から90°の範囲にあるもののみを対象とし

た。

成績

TRの重症度分類の結果を表2に示した。先天性心疾患に基づく三尖弁輪の位置、形態異常は全154例中9例に認めた。うちEbstein奇型が3例で、中隔尖に30ないし52mm、後尖に28ないし48mmの弁輪偏位があり、TRは3+が1例、4+が2例であつた(図3)。三尖弁異形成は後に手術で確認された1例で、中隔尖後尖交連部の弁欠損とその近傍での軽度の弁輪偏位を認め、TRは4+であつた(図4)。心内膜欠損症によるものは2例で、TRは1+と4+の各1例であつた。心室中隔欠損症の5例中3例に中隔尖基部の偏位を認め、うちTR(－)が2例、2+が1例であつた。

図7 三尖弁の収縮期位置異常。A. 正常三尖弁位置：基礎疾患は大動脈弁閉鎖不全で、三尖弁閉鎖不全はなかった例である(18才男性)。両弁尖は正しく接合し、その位置はほぼ弁輪線にある。B. 弁尖の前方偏位：原発性肺高血圧症に合併して3+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(40才女性)。両弁尖の先端が右室方向に偏位している(矢印)。C. 弁の後方偏位：僧帽弁逸脱症とともに1+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(19才男性)。両弁尖とくに前尖の弁膜が右房方向に偏位している(矢印)。おのおの、水平断面像(左)とその模式図(右)を示す。図中の点線は弁輪線を表わす。LA：左房、LV：左室、RA：右房、RV：右室。

表2. 三尖弁閉鎖不全の重症度

三尖弁閉鎖不全の重症度	全対象例	三尖弁輪の奇型	それ以外のもの
なし	59	2	57
1+	27	1	26
2+	33	1	32
3+	16	1	15
4+	19	4	15
計	154	9	145

上記の9例を除き、以下の検討の対象となつたのは145例であつた。三尖弁輪面積とTR重症度とは、心房中隔欠損症の12例を除けば、良く対応した(図9)。体表面積で除した弁輪面積の値が7以上であつた16例全例に重症TRを認めた。

TR各重症度群における諸種の三尖弁形態異常の出現頻度を表3に示した。弁器質的变化は15例に認め、TR(－)群にはなく、重症TR群に比較

表3. 三尖弁閉鎖不全各重症度における諸種弁形態異常の頻度

弁形態異常の種類	三尖弁閉鎖不全の重症度					計
	なし	1+	2+	3+	4+	
	57	26	32	15	15	145
器質的变化	—	3 (12%)	2 (6%)	5 (33%)	5 (33%)	15
うちドーム形成を伴うもの	—	—	—	—	4 (27%)	4
前方偏位	2 (4%)	3 (12%)	8 (25%)	7 (47%)	11 (73%)	31
うち $\geq 6\text{mm}$ のもの	—	1 (4%)	1 (3%)	6 (40%)	9 (60%)	17
後方偏位	16 (28%)	9 (35%)	10 (31%)	7 (47%)	2 (13%)	44
うち $\geq 6\text{mm}$ のもの	4 (7%)	3 (12%)	3 (9%)	6 (40%)	—	16
不整弁尖接合	1 (2%)	2 (8%)	3 (9%)	3 (20%)	3 (20%)	12
弁尖接合の欠如	—	—	—	1 (7%)	5 (33%)	6

的高頻度に存在した。このうち、拡張期ドーム形成を合併した4例はすべて4+のTRを有し、TR 4+群の27%を占めた。弁尖の前方偏位は31例に存在し、TRが重症であるほどその出現頻度が高かった。うち、6mm以上の高度偏位例は17例で、TR(+)群にはなく、3+群の40%、4+群の60%にこれを認め、重症TRとの関連が明瞭であった。一方、弁の後方偏位は44例に存在したが、TR(+)群に28%と高頻度にみられ、またTR重症度との対応も明瞭でなかった。6mm以上の高度偏位の16例に限ってもTR重症度との対応は不明瞭であった。不整弁尖接合は12例に存在し、TRの重症度が増すとともに高頻度となる傾向を認めた。弁尖接合の欠如は6例に存在し、TRは3+が1例と4+が5例であった。

諸種の弁形態異常の存在下におけるTRおよび重症TRの発生頻度を表4に示した。TRの発生頻度は、弁後方偏位で63%また高度後方偏位でも75%と低かったが、他の弁形態異常ではいずれも90%以上の高頻度であった。重症TRの発生頻度は、ドーム形成を伴う弁器質的变化と弁尖接合の欠如で100%、また高度前方偏位で88%と高かった。

表4. 諸種の三尖弁形態異常存在下での三尖弁閉鎖不全の発生頻度

弁形態異常の種類	例数	三尖弁閉鎖不全の発生頻度	うち3+以上のものの発生頻度
器質的变化	15	100%	67%
うちドーム形成を伴うもの	4	100%	100%
前方偏位	31	94%	58%
うち $\geq 6\text{mm}$ のもの	17	100%	88%
後方偏位	44	63%	20%
うち $\geq 6\text{mm}$ のもの	16	75%	38%
不整弁尖接合	12	92%	50%
弁尖接合の欠如	6	100%	100%

考 案

種々の先天性心疾患、リウマチ性三尖弁膜症あるいは三尖弁逸脱症などにより、またしばしば機能性に、TRの発生することが従来より知られている⁷⁾。しかし、三尖弁の形態とTRの有無、重症度の関係を総合的かつ詳細に検討した成績はまだない。本研究の目的は、この点に検討を加え、どのような三尖弁疾患ないし弁形態異常がTRとくに重症TRを惹起するのかを解明することである。

図8. 三尖弁の収縮期接合異常。A. 不整弁尖接合：大動脈弁閉鎖不全とともに3+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(18才, 男性)。三尖弁前尖が弁先端近くで大きく後方偏位し(矢印), 中隔尖との間にずれをきたしている。B. 不整弁尖接合：原発性肺高血圧症に合併した4+の三尖弁閉鎖不全の例である(33才, 女性)。三尖弁中隔尖先端が前方偏位し(矢印), 前尖との間にずれをきたしている。C. 弁尖接合の欠如：僧帽弁膜症に合併して4+の三尖弁閉鎖不全をきたした例である(43才, 男性)。収縮期を通じて両弁尖が接合しない(矢印)。この例では著明な弁輪拡大と同時に両弁尖の前方偏位も認める。おのおの、水平断面像(左)とその模式図(右)を示してある。LA: 左房, LV: 左室, RA: 右房, RV: 右室。

近年、心エコー図法は長足の進歩を成し遂げた。その第一はパルス・ドプラ法の心疾患への応用である。これにより、従来困難であつたTRの診断が容易かつ非侵襲的に行ない得るようになった^{4)~6)}。第二は断層法の分解能の向上で、比較的検出の難しかつた右心系構造物をも詳細に観察し得るようになった。時間的経過や検査時侵襲により変化し得る右心系内の事象を解析するには、現在

図9. 三尖弁輪面積と三尖弁閉鎖不全重症度。三尖弁閉鎖不全の各重症度(横軸)における体表面積補正した三尖弁輪面積の値(縦軸)を示す。個々の例を黒丸で表示し、各群の平均値±1SDをその右に示す。なお、心房中隔欠損症例は白丸で表示し、群平均からは除外してある。隣り合う各群間すべてにt検定上有意差を認め、そのおのおの危険率を図中に示した。

の所、心エコー図法が最も優れた手段であると考ええる。

パルス・ドプラ法によるTRの重症度評価法はMiyatakeらにより試みられ、右室造影法との良い対応が報告されている⁶⁾。また、われわれは、本法によるTR重症度と肝機能異常との対応から、本法で3+以上のTRは臨床的意義が大であることを知り報告した⁸⁾。

三尖弁奇型のうちEbstein奇型で重症TRをきたし得ることは既に知られており、本研究もこれを支持した。一方、三尖弁異形成はまれな疾患とされ、その報告も少ない⁹⁾。本対象例中の1例は本症による弁の部分的欠損などのため重症TRをきたし、三尖弁形成術を施行するに至つた例である。本例では術前に断層法にてその形態異常を把握す

ることができた。われわれが示した本例の断層像は、三尖弁異形成の臨床診断に貴重な示唆を与えるものと考ええる。なお、資料不足のため本研究からは除外したが、われわれは本例と同様の形態を有した1例を他に経験し報告している¹⁰⁾。弁輪位置異常中、心内膜症欠損¹¹⁾や心室中隔欠損¹²⁾による例ではTRの有無、重症度が多様であった。

断層法による三尖弁器質的変化の検討は三尖弁狭窄症との関連で報告されているものの¹³⁾、これとTRとの対応についての研究は乏しい。本研究では、リウマチ性弁変化を示唆する拡張期ドーム形成と器質的変化の併存が重症TRに結びつくことを明らかにした。一方、単なる弁の肥厚や石灰化も、TR発生に強く関連した。その成因は多様であろうが、リウマチ性弁変化の初期像をも含むものと推察された。

TRと三尖弁輪拡大との対応については既にいくつかの報告がなされている^{14)~17)}。われわれが先に行なった検討では、機能性TRの重症度と三尖弁輪拡大との間に良い対応を認め、弁輪拡大が機能性TRの発生や進展の重要な因子であることを確認した¹⁶⁾¹⁷⁾。本研究では、様々な原因による器質的TRをも含めて検討したが、心房中隔欠損症例を除くと、機能性の場合と同様の良い対応が得られた。この様な対象においても、TR進展の過程で弁輪拡大が重要な役割を演ずるものと推察された。なお、心房中隔欠損症例で他と異なる傾向が得られたのは、弁輪計測を拡張終期に行なったため、右室機能の良い例では弁輪を過大評価し、TRが進展し右室機能も悪化したような例では正当に評価したものと理解される。

三尖弁尖の前方偏位は、右室の拡大に伴う三尖弁腱索の弁牽引により引き起こされるものと考えられる。この前方偏位が弁輪拡大とともに、十分な弁接合を妨げ機能性TRの発生や進展をもたらす二大要因であることをわれわれは既に報告した¹⁶⁾¹⁷⁾。本研究でも前方偏位の出現頻度とTR重症度との間に明瞭な対応を認めた。弁尖の前方偏位もまた、器質的TRを含めても、TR進展の重要な要因の一つと考えられた。また今回は偏位の程度

を2段階に分けて検討したが、6mm以上の高度前方偏位は重症TRを予想させる断層所見として臨床的にも注目された。

三尖弁の後方偏位は、いわゆる三尖弁逸脱とほぼ同様の概念である^{18)~20)}。従来より注目されていた弁形態異常であるにもかかわらず、そのTRとの関連は深くはなかつた。とくに他の弁形態異常を合併しない5mm以下の軽度後方偏位は、臨床上前問題とすべきではないことが、今回の検討から示唆された¹⁹⁾。

不整弁尖接合の多くは、一方の弁尖先端部の後方偏位によりきたされており、いわゆる三尖弁逸脱の一部に該当するものと考えられる。しかし、不整弁尖接合は単なる後方偏位とは異なりTRとの関連が深く、TR発生機序の一つとして重要と考えられた。また臨床上三尖弁逸脱を診断する際に、弁の後方偏位そのものより不整弁尖接合の有無を重視すべきと考えられた。

弁尖接合の欠如は、その基礎疾患を問わず、TRと右心系拡大との間の悪循環によりきたされる弁接合異常の極型と考えられる。本研究では、断層法によるこの所見が例外なく重症TRを示唆することと同時に、これが重症TR例に決してまれならず存在することを示し得た。

結 論

1) 心エコー図法を用いて、諸種の三尖弁形態変化とTRの有無、重症度との対応につき臨床例154例において検討した。

2) 重症TRをきたす弁形態異常として、三尖弁そのものの重大な奇型、三尖弁リウマチ性変化、著明な弁輪拡大、高度の弁尖前方偏位および弁尖接合の欠如などが注目される。

3) TRの発生には、非特異的な三尖弁器質的変化、不整弁尖接合および比較的軽度の弁輪拡大や弁尖前方偏位も関連が深いと考える。

4) 上記の成績は、TRの発生と進展の機序を解明する上で、また、臨床的にTRを断層心エコー図法で検索する際に示唆に富むものと考えられる。

5) 弁後方偏位はTRの有無や重症度との関連が薄い。臨床上、三尖弁逸脱症の診断には過剰診

断を避ける意味で慎重な配慮を要すると考える。

文 献

- 1) Kay JH, et al: Surgical treatment of tricuspid insufficiency. *Ann Surg* 162: 53, 1965.
- 2) Carpentier A, et al: Surgical management of acquired tricuspid valve disease. *Thorac Cardiovasc Surg* 67: 53, 1974.
- 3) Takahashi S, et al: Surgery in severe rheumatic mitral valve disease: Recognition of severity and risk factors. *Jpn Circ J* 47: 1112, 1983.
- 4) Johnson SL: Pulse-Doppler echocardiography: Localization of murmurs and spectrum of clinical applications. Mason DT, ed, *Advances in Heart Disease*, Grune & Stratton, New York, 1977, p389.
- 5) Waggoner AD, et al: Pulsed Doppler echocardiographic detection of right-sided valve regurgitation: Experimental results and clinical significance. *Amer J Cardiol* 47: 279, 1981.
- 6) Miyatake K, et al: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 66: 777, 1982.
- 7) Braunwald E: Valvular heart disease. Braunwald E, ed, *Heart Disease*, WB Saunders, Philadelphia, 1980, p1149.
- 8) 三神大世, 他: 超音波パルス ドブラー法による三尖弁閉鎖不全重症度診断と肝機能異常. *J Cardiography* 14: 353, 1984.
- 9) Becker AE, et al: Pathologic spectrum of dysplasia of the tricuspid valve: Features in common with Ebstein's malformation. *Arch Path* 91: 167, 1971.
- 10) 岡本 洋, 他: 右室後方に右房と交通する異常腔を認め特異な心エコー図所見を呈した心房中隔欠損の1例. *J Cardiography* 14: 423, 1984.
- 11) Somerville J: Atrioventricular defects. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 40: 33, 1971.
- 12) Esaghpour E, et al: Tricuspid insufficiency associated with aneurysm of the ventricular septum. *Pediatrics* 61: 586, 1978.
- 13) Nanna M, et al: Value of two-dimensional echocardiography in detecting tricuspid stenosis. *Circulation* 67: 221, 1983.
- 14) Tei C, et al: The tricuspid valve annulus: Study of size and motion in normal subjects and in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 66: 665, 1982.
- 15) Ubago JL, et al: Analysis of tricuspid valve annular dilatation required to produce functional tricuspid regurgitation. *Amer J Cardiol* 52: 155, 1983.
- 16) 三神大世, 他: 機能的三尖弁閉鎖不全の発生と三尖弁・弁輪形態との関連: 超音波パルス・ドブラー法と断層心エコー図法による検討. *J Cardiography* 13: 215, 1983.
- 17) Mikami T, et al: Mechanisms for development of functional tricuspid regurgitation determined by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Amer J Cardiol* 53: 160, 1984.
- 18) Werner JA, et al: Occurrence and significance of echocardiographically demonstrated tricuspid valve prolapse. *Amer Heart J* 96: 180, 1978.
- 19) 加藤 洋, 他: 健常者と心房中隔欠損の三尖弁動態と三尖弁輪径. *J Cardiography* 11: 209, 1981.
- 20) Brown AK, et al: Two-dimensional echocardiography and the tricuspid valve: Leaflet definition and prolapse. *Brit Heart J* 49: 495, 1983.