

コントラスト心エコー図法
により検出される三尖弁閉
鎖不全あるいは肺動脈弁閉
鎖不全における血管径と内
圧諸値との関係

Relationship between
vascular diameter and
intracardiac pressure in
tricuspid or pulmonary
insufficiency detected
by contrast echocardiography

神保 正樹
杉本 恒明
浦岡 忠夫
寺田 康人
余川 茂
井内 和幸
秋山 真
金木 英輔

Masaki JINBO
Tsuneaki SUGIMOTO
Tadao URAOKA
Yasuhito TERADA
Shigeru YOKAWA
Kazuyuki IUCHI
Makoto AKIYAMA
Eisuke KANAKI

Summary

In order to evaluate the usefulness of contrast echocardiography in the diagnosis of tricuspid (TI) and pulmonary insufficiency (PI), 30 patients with various heart diseases and 7 controls were examined. The dimensions of the inferior vena cava and pulmonary artery were also measured on the two-dimensional echocardiogram. Cardiac catheterization was performed in 18 patients to study the relationship between the diameters of the vessels and the intracardiac pressures. The following results were obtained.

1) TI was detected without difficulty by contrast method using two-dimensional echocardiography on the four-chamber view. The diagnostic sensitivity was higher than that of conventional methods.

2) PI was also detected by the parasternal approach. The regurgitation of the contrast material across the pulmonary valve was easily confirmed because of pulmonary arterial dilatation.

3) In the cases with TI, the dimension of the inferior vena cava was larger than 20 mm. The right ventricular systolic pressure and the mean right atrial pressure were higher than 40 mmHg and 6 mmHg, respectively.

富山医科薬科大学 第二内科
富山市杉谷 2630 (〒930-01)

The Second Department of Internal Medicine,
Toyama Medical and Pharmaceutical University,
Sugitani
2630, Toyama 930-01

Presented at the 21st Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 14-15, 1980

Received for publication February 9, 1981

4) In the cases with PI, the pulmonary artery was enlarged with the diameter of more than 21 mm. The mean pulmonary arterial pressure was higher than 25 mmHg.

5) The observation on the relationship between the diameter of the vessels and the intracardiac pressures allowed us to speculate the mode of appearance of TI and PI.

Key words

Tricuspid insufficiency (TI) Pulmonary insufficiency (PI) Inferior vena caval dimension (IVCd)
Pulmonary arterial dimension (PAAd)

はじめに

肺動脈弁閉鎖不全 (PI), 三尖弁閉鎖不全 (TI) はほとんどが機能的な閉鎖不全であり, 器質的な傷害がみられることは少ない^{1,2)}. このため合併する原疾患の治療を行えば, これらは消失することが多く, したがって, あまり注目されず, またその診断法や診断基準も必ずしも確立していなかった. しかし, PI, TI の合併は重症心不全の結果であり, 難治性, 治療抵抗性の心不全の原因となり, またその予後を悪くする一因と考えられている¹⁾. これまでの PI, TI の診断は, 右心系圧, 心腔内心音図, 心血管造影所見などに基づいていたが, 必ずしも満足のいくものではなく, 検査法が侵襲的であること, 挿入されたカテーテルの影響で偽陽性所見を得ることなどが欠点であった. しかし 1978 年 Lieppe ら³⁾は, 超音波心断層法にコントラストエコー法を組み合わせ, TI の診断に非常に有用であると報告した. それ以来, 本法は TI の診断のために従来の診断法より, 生理的かつ非侵襲的手段として欠かせないものとなった.

そこで我々は, 従来の方法で PI, TI を診断するとともに, 超音波心断層法にコントラストエコー法を組み合わせた方法により同様の診断を試みた. また本法で診断した PI, TI 例で, 下大静脈 (IVC), 肺動脈 (PA) の径を計測し, PI, TI 例でこれらがいかなる値を示し, またこれが右心系の圧とどのような関係にあるかを検討した. さらにこれらをもとに機能的な右心系の弁閉鎖不全の発生様式を推測した.

対象と方法

対象は 1979 年 11 月から 1980 年 7 月までに富山医薬大第二内科に入院した患者のうち, 超音波心断層法とコントラストエコー法を行った 37 例で, その内訳は僧帽弁疾患 5 例, 僧帽弁疾患と大動脈疾患の合併 7 例, 原発性心筋症 4 例, 心房中隔欠損症 (ASD) 1 例, 動脈管開存症 (PDA) 1 例, 虚血性心疾患 7 例, 高血圧性心疾患 7 例, ならびに対照としての心疾患を有しない 7 例である.

超音波心断層法は東芝製 SSH-11A セクター電子走査型超音波装置を用い画像をビデオテープに記録し, 反復観察した. コントラストエコー法は右肘静脈に 21G エラスター針を刺入し, これに三方活栓を介してインドシアニングリーン 1 ml (1 mg) を延長チューブに注入後, 生理食塩水 10~15 ml で急速注入して行った. コントラストエコーが不十分な場合は延長チューブの交換, インドシアニンググリーンに空気溶解を増加させるなどの処置を行い, 十分なコントラストエコーが出現するように心掛けた. コントラストエコー法を施行した断層面は 1) 探触子を第 II~III 肋間に置くことによる大動脈, 左心房, 肺動脈を含む短軸断面 (**Fig. 1**), 2) 心尖部からのいわゆる four chamber view (**Fig. 2**), 3) 心窩部からのアプローチによる下大静脈, 右房を通る断面 (**Fig. 3**) の 3 つの断面である. PI の診断は肺動脈-右室流出路間にコントラストエコーが持続的に往復運動したものとした. TI の診断は four chamber view で右房-右室間の持続的往復運動が観察されたものとし, 右房, 下大静脈へのコントラストエコー

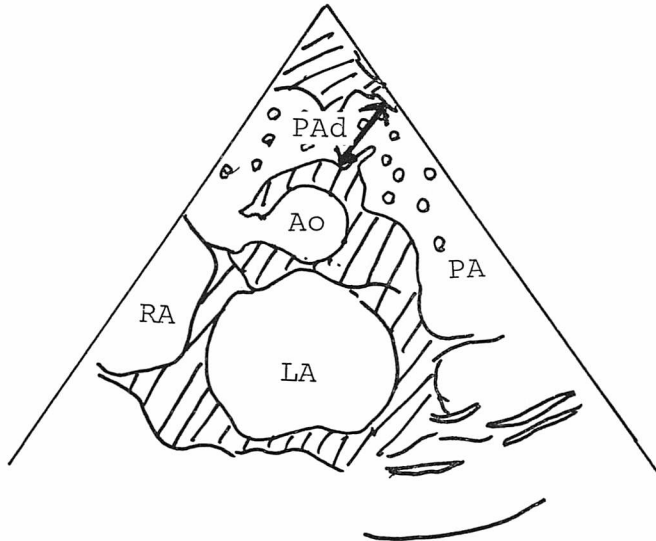
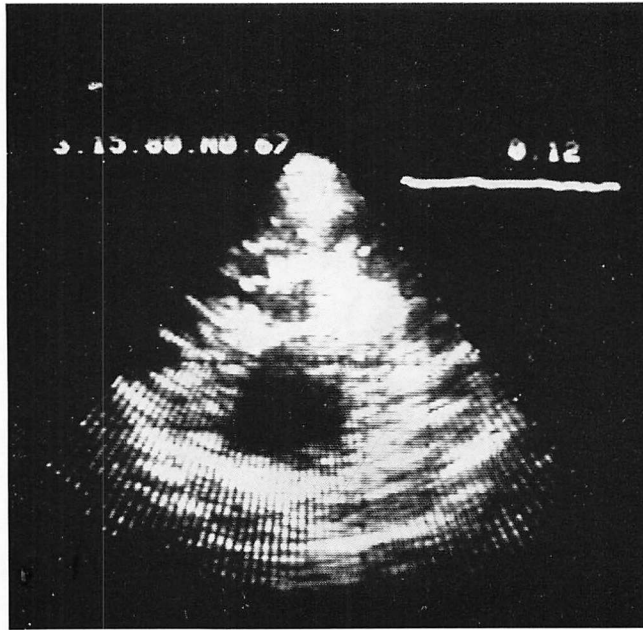


Fig. 1. Contrast echocardiogram in a patient with pulmonary insufficiency demonstrating the left atrium, aorta, and pulmonary artery.

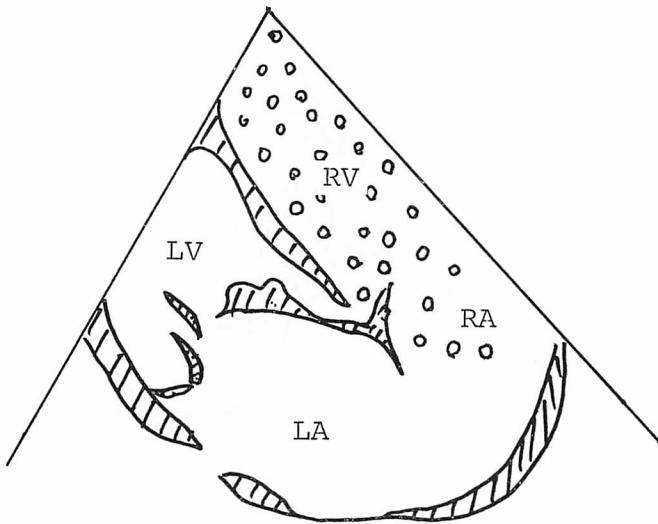
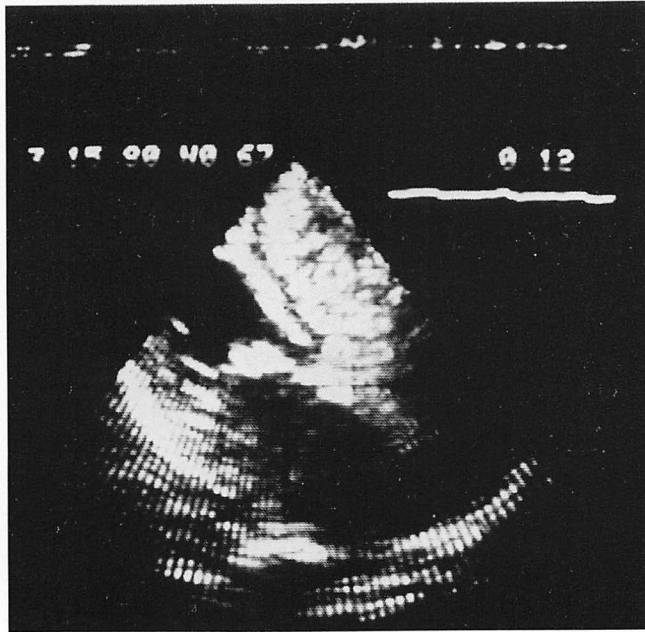


Fig. 2. Contrast echocardiogram in a patient with tricuspid insufficiency demonstrating the four chambers.

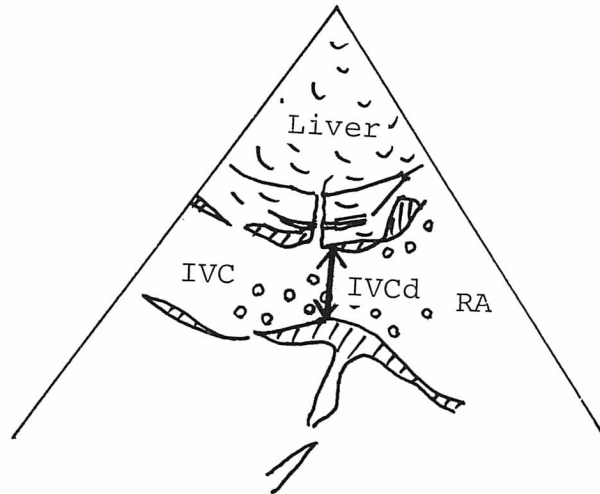
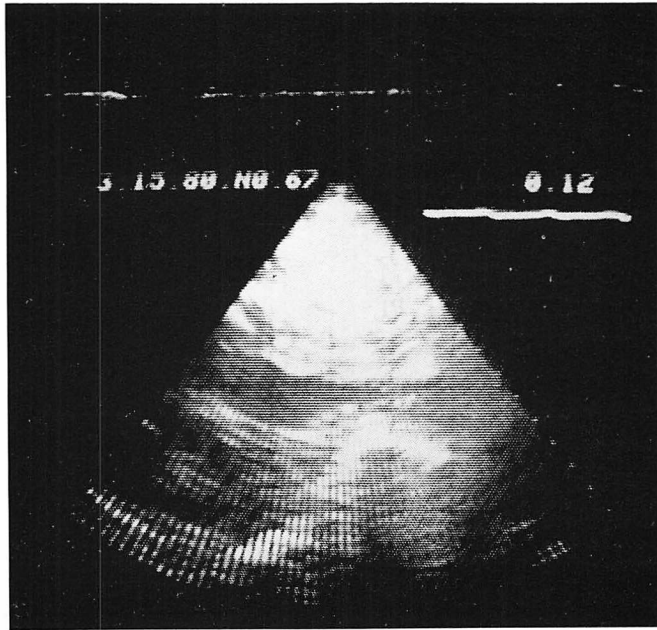


Fig. 3. Contrast echocardiogram in the same patient as in Fig. 1 demonstrating the right atrium and inferior vena cava.

の停滞時間の延長も参考とした。PA 径の計測は PA の収縮初期内径とし、肺動脈弁レベルで測定した。下大静脈径は肝静脈が下大静脈へ流入する部位で、呼気終期相における前後径として計測した。

成 績

1. PI, TI の超音波断層診断と他の診断法との比較 (Table 1)

超音波心断層下でコントラストエコーを施行した 37 例中 7 例に PI を、9 例に TI を認めた。PI, TI とともに認めたのは 5 例であった。コントラストエコー法で診断した PI 7 例のうち、聴診および体表心音図で PI を診断できたものは 2 例で、残りの 5 例は、すべて心腔内心音図で診断された。TI 9 例のうち聴診および体表心音図で TI と診断されたのは 5 例で、残りの 4 例中 3 例は心腔内心音図で診断され、1 例は右房圧波型が TI の存在を強く疑わせるものであった。すなわち聴診、体表心音図で診断不可能であった PI 例、TI 例でも超音波心断層法にコントラストエコー法を併用することにより診断が可能であった。

2. PA 径 (Fig. 4)

PI(+) 群 7 例での PA 径は 26 ± 3 mm で、PI(-) 群 27 例では 16 ± 3 mm であり PI(+) 群で PA は有意に拡大していた。

3. PA 径と PA 圧 (Fig. 5)

平均肺動脈圧 (mPA) の上昇があるものに PA

Table 1. Usefulness of conventional diagnostic methods in the detection of pulmonary or tricuspid insufficiency

	Diagnosed by			
	UCT	Ext-PCG	IC-PCG	Other than PCG
PI	7	2	5	0
TI	9	5	3	1

PI=pulmonary insufficiency; TI=tricuspid insufficiency; UCT=ultrasono-cardiotomography; Ext-PCG=external-phonocardiography; IC-PCG=intra-cardiac phonocardiography.

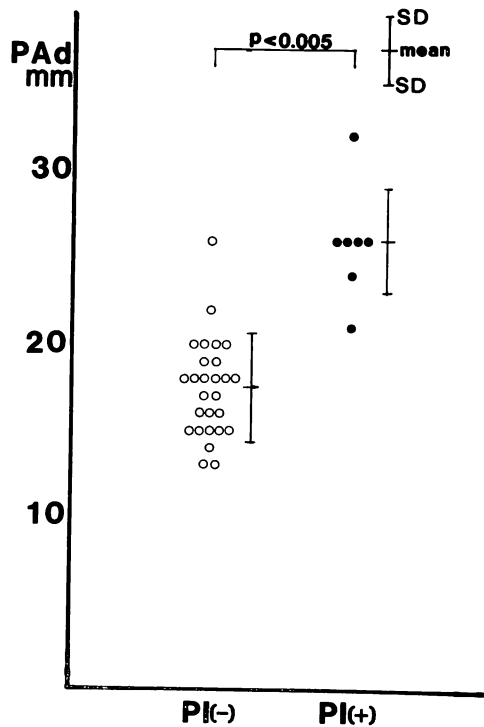


Fig. 4. Pulmonary arterial dimension (PAd) in those with [PI(+)] and without [PI(-)] pulmonary insufficiency.

PAd=pulmonary arterial dimension; PI=pulmonary insufficiency.

では PA 径は全例 21 mm 以上と拡大がみられた。mPA が 18 mmHg と正常でありながら、PA 径 26 mm と拡大し PI を認めた 1 例 (PDA 例) があり、肺高血圧がなくても PA の拡大に伴って PI を生じると思われた。

4. IVC 径 (Fig. 6)

IVC 径は TI(+) 群では 25 ± 4 mm、TI(-) 群では 16 ± 3 mm と TI(+) 群で IVC の拡大がみられた。

5. IVC 径と RV 圧 (Fig. 7)

RV 収縮期圧が高いものに TI(+) 群が多く、IVC 径も大きい傾向があった。TI(+) 群で RV 収縮期圧が 25 mmHg と正常であった例 (MS+ Ai 例) があった。

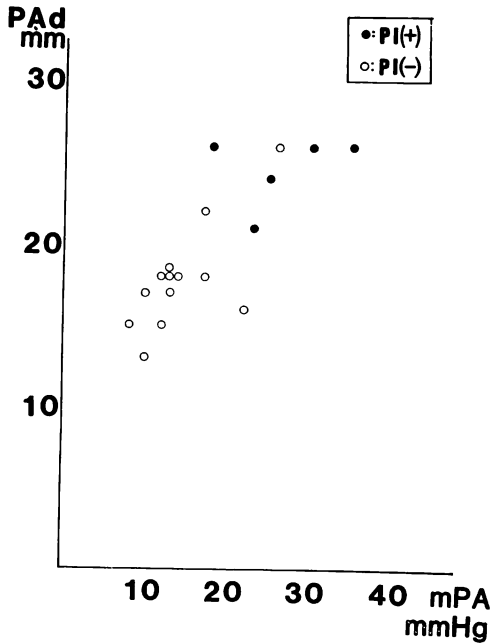


Fig. 5. Correlation of pulmonary arterial dimension to mean pulmonary arterial pressure.
PAAd=pulmonary arterial dimension; mPA=mean pulmonary arterial pressure.

径の増大がみられ、mPA 正常例では PA 径も小さい傾向があった。Fig. 5 においても PI(+) 群

6. IVC 径と RA 圧 (Fig. 8)

平均右房圧 (mRA) が高いほど IVC 径が大きい傾向があり、この傾向は TI(-) 群でもみられた。ことに TI(+) 群では mRA が高かった IVC 径が大きかった。

7. PA 径と IVC 径 (Fig. 9)

PI(+)+TI(+) では、Fig. 9 の右上方に位置し、PA 径、IVC 径ともに高値であった。TI のみの例では IVC 径は異常高値であるが、PI(+)+TI(+) 群よりは小さく PA 径も小さかった。また、PI(+) のみの例でも IVC 径のやや大きいものがみられた。

考 察

超音波心断層法にコントラストエコー法を併用

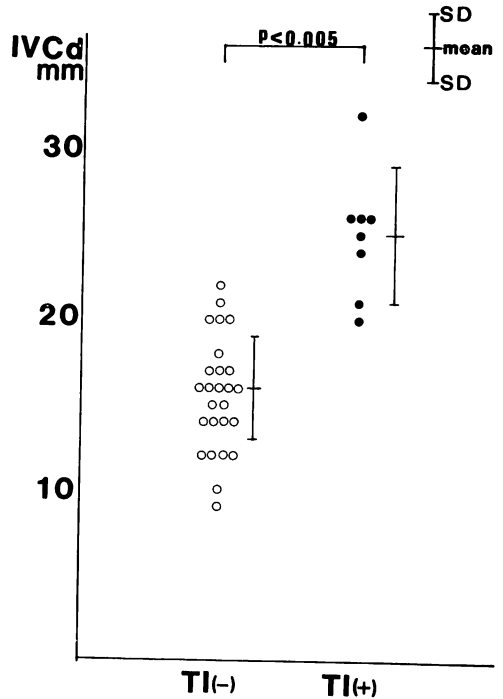


Fig. 6. Inferior vena caval dimension (IVCd) in those with [TI(+)] and without [TI(-)] tricuspid insufficiency.

IVCd=inferior vena caval dimension; TI=tricuspid insufficiency.

することにより、心臓の解剖学的位置関係の把握ばかりでなく、短絡流の有無、程度、逆流の有無、程度が検出できるようになった^{3,4,6,7}。PI, TI はその多くは左心不全に基づく機能的なものである。PIはおもに肺動脈弁輪の拡大により生じ、TI は三尖弁輪の拡大、支持組織の相対的短縮により生じるといわれており、TI が生じると IVC 径は著明に拡大すると思われる^{1,2}。このため PA 径、IVC 径を計測することは PI, TI の存在を推測する上に有用であるばかりか、これらの発生様式を知る上にも役に立つと思われる。

1. TI の診断

TI の診断は従来より右室造影法、心腔内心音図、圧波記録によってなされてきた。しかし右室へのカテーテル挿入に基づく疑陽性所見を生じや

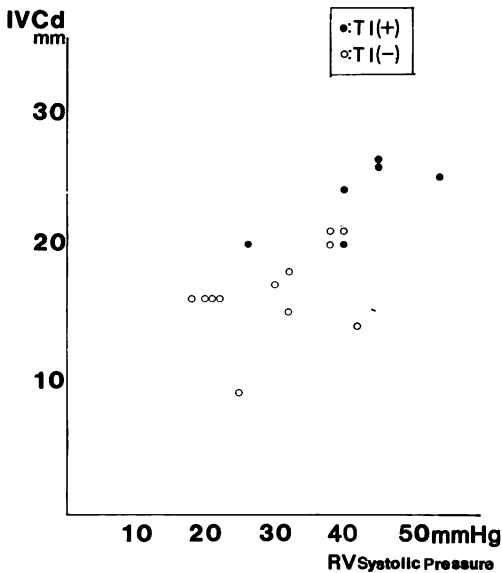


Fig. 7. Correlation of right ventricular systolic pressure to inferior vena caval dimension.

IVCd=inferior vena caval dimension; RV=right ventricle.

すく、確定診断が困難な場合があった。本法により心腔内心雑音を伴わない TI 例を検出しえたことの意義は大きいと考える。また本法によって右室-右房間のコントラストエコーの往復運動に加えて、右房右室停滞時間の延長、IVC 径の拡大、IVC、肝静脈への持続的逆流などが観察され、生理的状态における逆流の存在を診断可能とする点でも優れていると考えられる。

2. PI の診断

これまで PI の診断は肺動脈造影、心腔内心音図、薬物負荷心音図などで診断されてきた。超音波心断層法とコントラストエコー法の併用は、右室流出路-肺動脈間のコントラストエコーの往復運動の検出、肺動脈の拡大の観察を可能とし、PI 例では正常者より PA 径が拡大するため検出が容易であり、コントラストエコーの往復運動も比較的容易に観察することができた。本法による PI の診断率は心腔内心音図法によるそれを上回るものではなかったが、非侵襲的に繰り返し診断

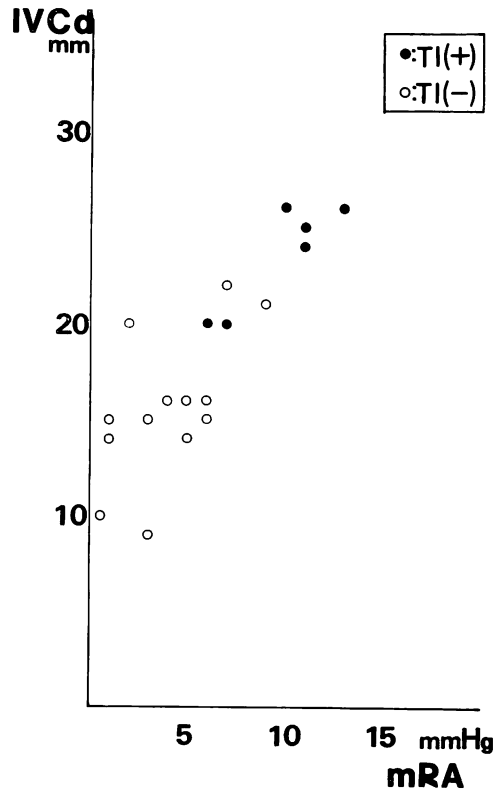


Fig. 8. Correlation of mean right atrial pressure to inferior vena caval dimension.

IVCd=inferior vena caval dimension; mRA=mean right atrial pressure.

を試みることができるのは大きな利点である。

3. PI の発生機転

我々が検討した PI 例では肺動脈の拡大があり、PA 径は 21 mm 以上であった。PI 出現には、従来より肺動脈圧の上昇が強く関係すると考えられている²⁾。しかし、PDA 例で mPA 圧が 18 mmHg でありながら、PA 径は 26 mm であり PI(+) であった例を経験した。本例の場合、肺動脈に対する負荷は流量の増加であり、いわゆる左心不全に基づく PI と様相を異にする可能性があるが、PI 出現の要因として PA 径の増大が大きく関係することを示す 1 例と思われる。一方、PA 径 26 mm と著明な拡大がありながら

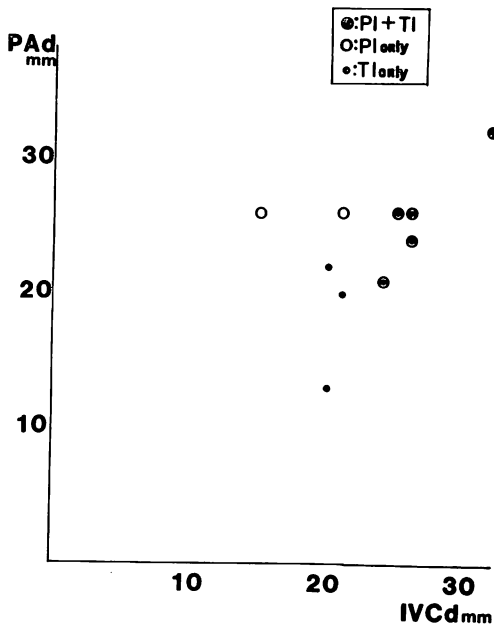


Fig. 9. Correlation of inferior vena caval dimension to pulmonary arterial dimension.

PAd=pulmonary arterial dimension; IVCd=inferior vena caval dimension; PI=pulmonary insufficiency; TI=tricuspid insufficiency.

PI(-)であった例があったが、この例はうっ血型心筋症例で、肺動脈圧は 39/6 (20) mmHg であった。臨床症状が出現して約 30 年という病歴があり、この間に左心不全と、それに伴う肺動脈圧上昇、肺動脈の拡大を繰り返したもので、わずかな左心不全の増強により容易に PI が生じてくる状態にあるものと考えられた。

4. TI の発生機転

TI は RV 圧上昇によって生じ、いったんこれを生じると RA 圧も上昇、IVC 径増大にいたると考えられる。今回の症例中 RV 圧が高くないのに TI をみた MS+Ai の 1 例については、TI が器質的なものであったことを否定はできないが、いったん生じた TI は RV 圧が回復しても継続することを意味していると考えられる。TI (+) では IVC 径の増大をみたが、IVC 径は TI の有無に加えて RA 圧とも関連した。IVC 径増

大を直ちに TI と結びつけるには慎重を要すると思われる。

5. TI と PI の関係

右心系圧の上昇により比較的早期に TI が出現し、右心系圧がさらに上昇して初めて PI が出現してくるといわれている^{1,2)}。PI(+) 例、TI(+) 例、PI(+)+TI(+) 例について検討すると (Fig. 9)、PI(+), TI(+), PI(+)+TI(+) 例では IVC 径と PA 径がともに大きかった。右心系圧の上昇に基づいて TI が発生するが、TI のみの 3 例での平均肺動脈圧は 19 mmHg と高くなかった。このことは TI の出現により肺動脈血流が減少したためと理解でき、臨床的には左心不全患者に TI が発生すると肺うっ血症状が一時的に軽快することと一致する。さらに右心系の圧が上昇すると、TI の程度が増強し IVC 径が増大する一方、肺高血圧症のため PA 径の拡大が生じて PI を発生させるものと思われる。いったん PI が生じると右室容量が増大し、TI の増強、IVC 径の増大をきたし、したがって PI(+)+TI(+) 群では、PI(+), TI(+), PI(+)+TI(+) 群では、PI(+), TI(+), PI(+)+TI(+) 群での PA 径、IVC 径より高値となると考えられる。

以上、血管径、心内圧をそれぞれの例で比較検討することにより、機能的な右心系の逆流現象が、TI, ついで PI を生じていく過程を推測することができると思われた。

ま と め

心疾患を有するもの 30 例と正常者 7 例に対して、超音波心断層法を用いたコントラストエコー法を行い、三尖弁閉鎖不全 (TI), 肺動脈弁閉鎖不全 (PI) の検出を試みた。全例において超音波心断層図上、下大静脈径 (IVCd), 肺動脈径 (PAd) を計測した。心疾患を有する患者のうち 18 例に心臓カテーテル検査を行い、心内圧を測定した。このようにして得た IVCd, PAd, 心内圧を比較検討することによりつぎのような結論を得た。

1) TI は超音波心断層法を用いたコントラス

トエコー法により容易に診断でき、従来からの診断法よりも有用と思われた。

2) PI も同様の方法で診断可能であった。この場合、肺動脈の拡張によりコントラスト物質の逆流が比較的容易に確認できた。

3) TI は IVCd が 20 mm 以上のものに多くみられ、このとき右室収縮期圧は 40 mmHg 以上、平均右房圧は 6 mmHg 以上であることが多かった。

4) PI は PAd が 21 mm 以上のとき多くみられ、このとき平均肺動脈圧は 25 mmHg 以上であることが多かった。

5) IVCd, PAd を測定し、これらと心内圧値との関係をみることにより機能的 TI, PI の発生様式を推測することができた。

文 献

- 1) 高島 豊, 飯塚昌彦, 中西淳雄, 伊藤 巖, 安田寿一, 坂本二哉, 真島三郎, 下村克朗, 上田慶二, 小出 直, 飯塚哲司, 杉下靖郎, 内田康美, 関原成允, 井上 清, 小関克彦, 町田喜久雄, 諸岡成徳, 伊藤梅乃, 張 榿埜, 吉川純一, 大久保重義, 村尾 覚: 三尖弁閉鎖不全症の病態生理. 呼吸と循環 **21**: 19, 1973
- 2) Hamby R, Gulotta S: Pulmonary valvular insufficiency. Etiology, recognition, and management. *Am Heart J* **74**: 110, 1967
- 3) Leppe W, Behar V, Scallion R, Kisslo J: Detection of tricuspid regurgitation with two-dimensional echocardiography. *Circulation* **57**: 128, 1978
- 4) 木曾一誠, 加藤木利行, 小田桐重遠, 石倉義弥: 心超音波断層法による三尖弁閉鎖不全症の診断. Contrast echocardiography の問題点と将来の展望. 胸部外科 **32**: 826, 1979
- 5) 陣内重三, 杉 健三, 吉岡春紀, 戸嶋裕徳, 豊増弘幸, 古賀義則, 宇津典彦, 大石喜六, 古賀道弘: 高速度超音波断層法による肺動脈径の測定. 日超医講演論文集 **34**: 83, 1978
- 6) 天野恵子, 坂本二哉, 羽田勝征, 出口経男, 石光敏行, 足立秀樹: コントラストエコー造影法. 弁閉鎖不全への適用. *J Cardiography* **9**: 697, 1979
- 7) 吉岡史夫, 竹内純孝, 松永伸二, 横地一興, 田中地平, 小池茂之, 加藤裕久: Contrast echoangiography による心内血流診断. *J Cardiography* **9**: 675, 1979