

術中パルス・ドップラー法
による機能的三尖弁逆流の
評価

Intraoperative epicardial
two-dimensional and
pulsed Doppler echocar-
diography for assessing
functional tricuspid re-
gurgitation

田中 稔
阿部 稔雄
日比 範夫

Minoru TANAKA
Toshio ABE
Norio HIBI

Summary

Intraoperative epicardial two-dimensional and pulsed Doppler echocardiography (PDE) were performed for 44 patients undergoing open mitral valve surgery to determine the presence and severity of functional tricuspid regurgitation (TR). The findings of intraoperative epicardial PDE performed before cannulation for extracorporeal circulation were compared with those of preoperative transthoracic PDE test. The findings of intraoperative PDE after cessation of the extracorporeal circulation were compared with postoperative transthoracic PDE and clinical findings. Pansystolic pulsed Doppler signals recorded in the right atrium were defined as TR. The grade of TR was assessed transthoracically and intraoperatively on the basis of its maximum distance from the tricuspid valve orifice. To perform intraoperative echocardiography, the transducer was sterilized with ethylene oxide gas and placed directly on the right atrium. The pulsed Doppler signals were recorded from nine sample volumes set in the right atrium, and the TR was graded. There were no complications using this technique.

Intraoperative PDE prior to the extracorporeal circulation was more sensitive and specific for detecting TR (100% and 80%, respectively) than was preoperative transthoracic PDE (92.8% and 46.7%, respectively). All patients without TR by intraoperative PDE before cannulation for extracorporeal circulation had the competent tricuspid valves. The patients who were diagnosed as having no TR by intraoperative PDE after cessation of the extracorporeal circulation had no significant TR during the follow-up period.

It was concluded that intraoperative PDE is a practical method which allows surgeons to assess the presence and severity of TR intraoperatively and to evaluate tricuspid valve function after intracardiac procedures.

名古屋大学医学部 胸部外科
名古屋市昭和区鶴舞町 65 (〒466)

Department of Thoracic Surgery, Nagoya University
School of Medicine, Tsurumai-cho 65, Showa-ku,
Nagoya 466

Received for publication February 28, 1989; accepted July 21, 1989 (Ref. No. 36-37)

Key words

Pulsed Doppler echocardiography
echocardiography

Tricuspid regurgitation

Mitral valve disease

Intraoperative

はじめに

後天性僧帽弁疾患に合併する三尖弁閉鎖不全(以下 TR)は、一般には肺動脈圧の上昇による右室の拡大や、収縮機能不全を原因とする機能的 TR である^{1,2)}。しかし機能的 TR ではあっても、僧帽弁手術時に適切な治療を行わずに放置すると、術後急性期および遠隔期の死亡率、合併症発生率が高くなるので、手術症例は TR の程度を正確に評価し、必要に応じて三尖弁に対する適確な手術治療を行うべきである³⁻⁵⁾。TR の評価方法としては主に右室造影が行われているが、右室造影は重症心不全症例には施行不可能なことや、右室内へカテーテルを挿入して造影剤を注入することにより、人為的に TR が誘発される頻度が高いことなどの問題がある。最近では心エコー図法が TR の診断に有用な検査方法とされているが、症例によっては TR の程度を正確に診断できないことがある。また、機能的 TR の程度は、患者の状態により容易に変化するため、手術対象となる症例は、できるだけ手術に近接した時期の検査所見を知ることが望まれる。

以上の点を考慮して、本論文では僧帽弁手術症例を対象とし、各症例の TR の程度を術中超音波パルス・ドップラー法で評価し、その結果を手術所見および手術前後の経胸壁ドップラー法所見と比較し、術中ドップラー法の有用性について検討したので報告する。

対 象

1985年6月から1988年5月までの間に、当教室において後天性僧帽弁疾患に対して直視下に手術を行い、術中にドップラー法を行った44例を対象とした。年齢は24~69歳(平均49.3歳)で、男性17例、女性27例である。心臓大血管に左右

短絡のある症例および器質的三尖弁病変を有する症例は除外した。僧帽弁に対する手術は、僧帽弁置換術41例、直視下僧帽弁交連切開術3例で、三尖弁に対して手術操作を行った症例は12例であった(**Table 1**)。

方 法

1. 使用装置

体外からの経胸壁検査には、東芝製 SSH-60A および SSH-65A を使用した。術中検査には東芝製 SSH-11A に SDS-10A を組み込んだ装置、あるいは SSH-60A, SSH-65A を使用した。超音波探触子は、術中使用を目的として扁平な形の名大式探触子を作製し、ethylene oxide gas にて滅菌し、心臓大血管の表面に直接あてて心エコー図およびドップラー・シグナルを記録した(**Fig. 1**)。

2. ドップラー・シグナルの記録

ドップラー・シグナルを記録するための超音波ビーム方向および sample volume (以下 SV) の位置は、断層心エコー図上に表示して確認した。

3. TR シグナルの判定

右房内あるいは三尖弁口部右室側に設定した SV で、全収縮期にわたって記録される異常シグナルのみを TR 陽性と判定し、全収縮期にわたらない時相の短いシグナルは、TR 陰性と判定した(**Fig. 2**)。TR の判定は手術に関係しない循環器内科医が行った。

4. 経胸壁ドップラー法

TR シグナルの到達する三尖弁口からの最大距離を断層心エコー図上で求め、この最大到達距離により TR の程度を以下の3段階に分けた。

A : 2 cm > 最大到達距離

B : 4 cm > 最大到達距離 \geq 2 cm

C : 最大到達距離 \geq 4 cm

術前の経胸壁ドップラー法は手術前1週間以内

Table 1. Summary of the intraoperative epicardial pulsed Doppler echocardiographic findings of tricuspid regurgitation before and after extracorporeal circulation in 44 patients with mitral valve disease

	Case	Mitral valve disease	Operative procedures	Intraoperative PDE findings in each sample volume before ECC					Grade of TR	Intraoperative PDE findings in each sample volume after ECC					Grade of TR											
				1	2	3	4	5		6	7	8	9	1		2	3	4	5	6	7	8	9			
Group A (no TR by transthoracic wall PDE)	1	Y.M.	MS	MVR·AVR	-	+	+	-	-	+	-	/	/	I	-	+	-	-	-	-	-	/	/	I		
	2	F.E.	MR	MVR	-	-	-	-	-	-	-	/	/	I	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	I	
	3	S.M.	MR	MVR	-	+	-	-	-	-	-	/	/	I	-	+	+	-	-	+	-	-	/	/	I	
	4	A.Y.	MS	OMC	-	-	-	-	/	-	/	/	/	I	-	-	-	-	/	-	/	/	/	/	I	
	5	O.K.	MR	MVR	-	+	-	-	-	-	-	/	/	I	-	+	+	-	-	+	-	-	/	/	I	
	6	S.T.	MR	MVR	/	+	-	/	/	/	/	/	/	I	/	-	-	/	/	/	/	/	/	/	/	I
	7	W.K.	MSR	MVR(TVP)	-	+	+	+	-	+	-	/	/	II	/	+	-	-	-	-	-	-	/	/	I	
	8	K.S.	MSR	MVR·AVR	/	-	-	-	/	-	/	/	/	I	-	+	-	/	/	/	/	/	/	/	/	I
	9	O.T.	MR	MVR	-	+	+	+	-	-	-	/	/	I	-	+	+	-	-	-	-	-	/	/	I	
	10	H.M.	MR	MVR	-	-	-	/	/	-	/	/	/	I	-	+	-	-	/	-	/	/	/	/	/	I
	11	O.S.	MS	MVR·AVR	-	+	+	-	-	-	-	-	-	I	-	-	-	-	/	/	/	/	/	/	I	
	12	S.S.	MR	MVR	-	+	+	-	-	-	-	+	-	I	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	I	
	13	S.H.	MS	MVR	-	+	-	-	-	+	-	-	-	I	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	I	
	14	S.Y.	MS	MVR·CAB	-	+	+	-	-	+	-	/	/	I	-	+	-	-	-	+	/	+	-	-	I	
	15	K.I.	MR	MVR	-	+	-	-	-	+	/	-	/	I	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I
Group B (moderate TR)	16	T.Y.	MS	MVR	-	+	+	-	-	+	/	/	I	-	+	+	-	-	-	-	-	/	/	I		
	17	I.T.	MSR	MVR	/	+	+	+	-	+	-	/	/	II	/	+	+	+	/	+	/	/	/	/	II	
	18	K.K.	MS	MVR(TVP)	-	+	+	+	-	+	+	/	/	III	-	+	-	-	+	-	-	/	/	/	I	
	19	K.S.	MR	MVR	/	+	-	-	-	-	/	/	/	I	/	/	-	-	/	/	/	/	/	/	/	I
	20	T.F.	MS	MVR·AVR	-	+	-	-	-	-	/	/	/	I	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	/	I
	21	V.T.	MR	MVR(TAP)	-	+	+	-	-	+	+	/	/	III	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	/	I
	22	K.H.	MS	MVR	-	+	+	-	-	+	/	/	/	I	-	+	+	+	-	+	+	/	/	/	III	
	23	O.K.	MSR	MVR	-	+	+	-	-	+	/	/	/	I	-	+	+	-	-	+	-	/	/	/	/	I
	24	I.M.	MS	MVR	-	+	+	+	-	+	-	/	/	II	-	+	+	-	-	+	-	/	/	/	/	I
	25	Y.A.	MSR	MVR	-	+	+	+	-	+	-	-	-	I	-	+	+	+	-	-	-	/	/	/	/	I
	26	Y.E.	MS	MVR·AVR	-	+	+	-	-	+	-	-	-	I	-	+	+	-	-	-	+	/	/	/	/	I
	27	Y.Y.	MR	MVR	-	+	+	-	-	+	+	-	-	I	-	+	+	-	-	-	-	/	/	/	/	I
	28	S.T.	MS	OMC·AVR	-	+	+	+	-	+	+	-	-	II	-	+	+	+	-	+	+	-	/	/	/	II
	29	S.K.	MS	OMC	-	+	+	-	-	-	-	-	-	I	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	/	I
	30	M.M.	MS	MVR	-	+	+	+	-	+	-	-	-	II	-	+	+	+	-	-	-	/	/	/	/	I
	31	A.F.	MS	MVR(TVP)	+	+	+	-	-	+	+	-	-	III	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	I
	32	I.S.	MR	MVR	-	+	-	-	-	-	-	-	-	I	-	+	+	-	-	-	-	-	/	/	/	I
Group C (severe TR)	33	K.M.	MS	MVR·AVR(TAP)	+	+	+	+	+	+	/	/	III	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	/	I	
	34	K.M.	MR	MVR(TVR)	+	+	+	+	+	+	/	/	III	(TVR)												
	35	I.Y.	MS	MVR·AVR	-	+	+	+	+	+	/	/	III	-	+	-	-	-	-	-	-	/	/	/	/	I
	36	O.A.	MSR	MVR·AVR(TVR)	-	+	+	+	+	+	/	/	III	(TVR)												
	37	S.S.	MS	MVR·AVR(TAP)	-	+	+	+	-	+	+	/	/	III	-	+	+	-	-	+	-	/	/	/	/	I
	38	O.T.	MSR	MVR·AVR(TAP)	+	+	+	+	-	+	+	/	/	III	-	+	+	+	-	+	-	/	/	/	/	I
	39	T.T.	MSR	MVR(TAP)	-	+	+	+	-	+	+	/	/	III	-	-	-	-	-	-	-	/	/	/	/	I
	40	Y.W.	MSR	MVR(TVR)	+	+	+	+	+	+	-	-	-	III	(TVR)											
	41	Y.T.	MSR	MVR·AVR	-	+	+	+	+	+	-	-	-	III	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	I
	42	H.T.	MSR	MVR(TAP)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	III	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	I
	43	Y.M.	PVF	MVR(TAP)	-	+	+	+	+	+	-	-	-	III	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I
	44	N.T.	MSR	MVR·AVR(TAP)	-	+	+	+	+	+	-	/	/	III	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	I

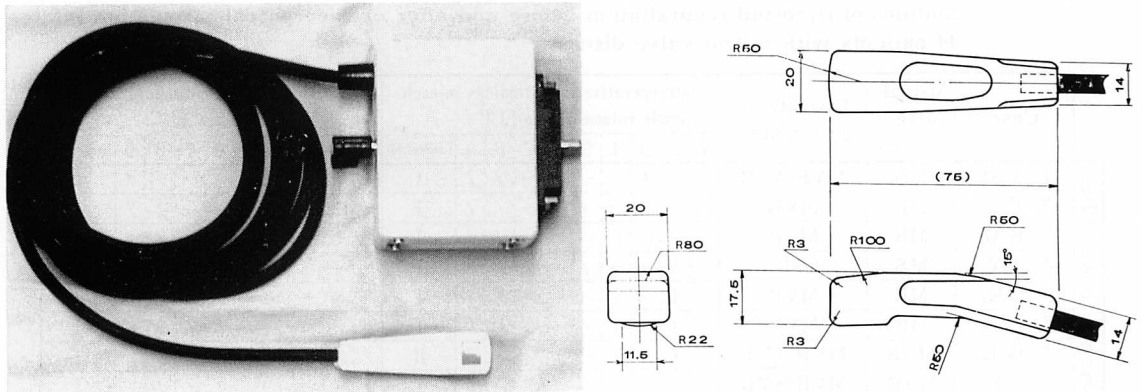


Fig. 1. Original ultrasonic transducer used for intraoperative study and its diagram.

に、術後は全身状態が安定した遠隔期に行った。

5. 術中ドップラー法

術中検査は、体外循環のカニューレ挿入前および体外循環終了後に行った。右房上方に探触子を置き、断層像で右房・三尖弁・右室を観察し、三尖弁口に垂直に超音波ビームを投入してドップラー法を行い、右房内および三尖弁口部に設定した9カ所のSV (Fig. 3) でドップラー・シグナルを記録し、各SVでTRシグナルが記録されているかどうかを判定した。TRシグナルが三尖弁口から遠くへ到達している程、また、広い範囲で記録されている程、TRの程度が大であるものと考え、TRシグナルの記録されたSVの位置によりTRの程度を以下の3段階に分けた。

Grade I: Grade II, Grade III 以外の症例。

Grade II: SV 4 と 6 あるいは 4 と 8 で TR シグナルの記録される症例。

Grade III: SV 5, 7, 9 のいずれかで TR シグナルの記録される症例。

6. 術中三尖弁逆流検査

直視下に三尖弁逆流の有無を判定する方法は、右房側から三尖弁を通して右室に冷水を注入して行った。右室へ注入した冷水が右房へ軽度逆流しても、三尖弁のバルーニングが認められるものは“TR 陰性”と判定した。右室へ注入した冷水が右房へ逆流し、三尖弁のバルーニングが認められない症例を“TR 陽性”と判定し、三尖弁に対して手術操作を加えた。

7. 各検査法の信頼性

経胸壁ドップラー法の A 群を TR 陰性、B・C 群を TR 陽性、術中ドップラー法の Grade I を TR 陰性、Grade II, Grade III を TR 陽性として、以下の式で計算した。

$$\text{鋭敏度} = \frac{\text{真陽性}}{\text{真陽性} + \text{偽陰性}}$$

$$\text{特異度} = \frac{\text{真陰性}}{\text{真陰性} + \text{偽陽性}}$$

$$\text{陽性適中率} = \frac{\text{真陽性}}{\text{真陽性} + \text{偽陽性}}$$

(前頁 Table 1 注)

PDE=pulsed Dopplr echocardiography; ECC=extracorporeal circulation; TR=tricuspid regurgitation; MS=mitral stenosis; MR=mitral regurgitation; MSR=mitral stenosis and regurgitation; MVR=mitral valve replacement; AVR=aortic valve replacement; OMC=open mitral commissurotomy; TVP=tricuspid valvuloplasty; CAB=coronary artery bypass grafting; TAP=tricuspid annuloplasty; TVR=tricuspid valve replacement.

Oval circles=procedures for the tricuspid valve.

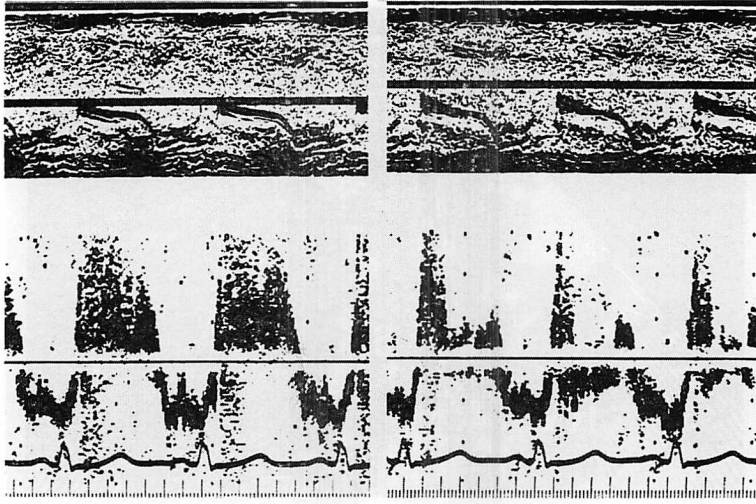


Fig. 2. Intraoperative pulsed Doppler echocardiograms illustrating the presence (left) and absence (right) of tricuspid regurgitation.

The abnormal pansystolic pulsed Doppler signals moving away from the tricuspid valve are interpreted as tricuspid regurgitation (left). The abnormal signals of short duration and non-pansystolic are interpreted as not indicating tricuspid regurgitation (right).

$$\text{陰性適中率} = \frac{\text{真陰性}}{\text{真陰性} + \text{偽陰性}}$$

i) 体外循環開始前の術中ドップラー法

術中逆流テスト法を基準として、術前経胸壁ドップラー法と術中ドップラー法の結果を比較した。鋭敏度と特異度に関しては McNemar χ^2 検定を行い比較した。

ii) 体外循環停止後の術中ドップラー法

術後遠隔期に行った経胸壁ドップラー法の結果および術後 TR に起因する臨床症状の有無を基準として、術中ドップラー法の鋭敏度、特異度、陽性適中率、陰性適中率を計算した。

結 果

1. 術前経胸壁ドップラー法

術前検査の結果、A 群 15 例、B 群 17 例、C 群 12 例であった (Table 1)。

2. 体外循環開始前の術中ドップラー法

各 SV で術中に記録されたドップラー・シグナルの TR に対する判定結果を Table 1 に示す。

A 群 15 例のうち Grade I 14 例、Grade II 1 例で、この 1 例が三尖弁逆流テストの結果“TR 陽性”と判定された。B 群 17 例は、Grade I 10 例、Grade II 4 例、Grade III 3 例で、Grade III は全例が三尖弁逆流テスト陽性であった。C 群の 12 例は全例 Grade III と判定され、三尖弁逆流テストの結果 10 例が TR 陽性、2 例が TR 陰性であった。C 群の中で、逆流テスト陽性で三尖弁輪形成術を行った症例 33 の各 SV での術中体外循環前後のドップラー法所見を Figs. 4, 5 に示す。

3. 体外循環停止後の術中ドップラー法

44 例のうち三尖弁置換術を行った 3 例を除く 41 例について検討した。41 例中 39 例は体外循環停止後の術中ドップラー法で Grade I と判定され、Grade II と判定された他の 1 例とともに、術後遠隔期の経胸壁ドップラー法でも有意な TR はなく A 群となっている。症例 22 は、体外循環前の術中ドップラー法では Grade I で、術中の三尖弁逆流テストでも TR を認めなかったが、体

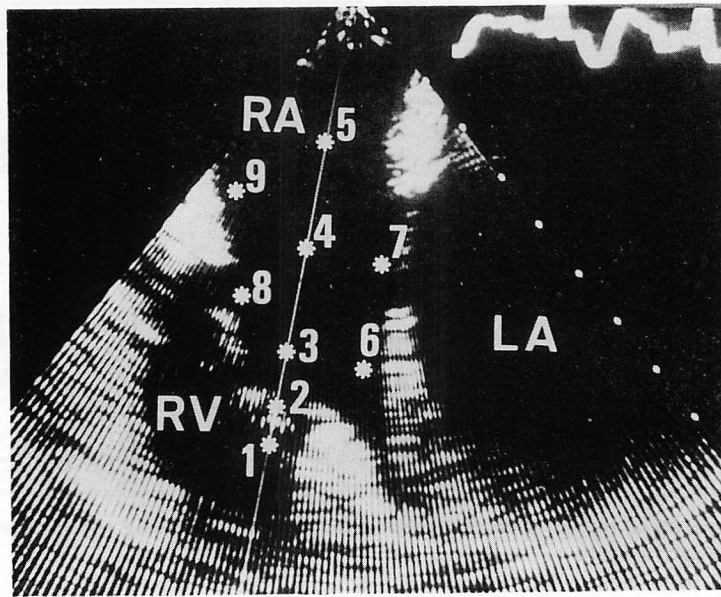


Fig. 3. Intraoperative long-axis two-dimensional echocardiogram of the right ventricle and atrium directly recorded from the right atrial surface.

Positions of the nine sample volumes for pulsed Doppler signals are used to assess the presence and severity of tricuspid regurgitation.

The position of each sample volume (SV) is as follows. (D=distance from the tricuspid valve orifice).

SV 1: just below the tricuspid valve in the right ventricle; SV 2: in the orifice of the tricuspid valve; SV 3: $2\text{ cm} > D$, in the center of the right atrium; SV 4: $4\text{ cm} > D \geq 2\text{ cm}$, in the center of the right atrium; SV 5: $D \geq 4\text{ cm}$, in the center of the right atrium; SV 6: $2\text{ cm} > D$, close to the interatrial septum; SV 7: $D \geq 2\text{ cm}$, close to the interatrial septum; SV 8: $2\text{ cm} > D$, opposite to the interatrial septum; SV 9: $D \geq 2\text{ cm}$, opposite to the interatrial septum.

外循環停止後のドップラー法で Grade III と判定された. この症例は冠動脈左回旋枝の狭窄に対して経皮経管的冠動脈形成術 (PTCA) を術前に施行して僧帽弁置換術を行ったが, 術中心筋梗塞を併発, 術後低心拍出状態が持続し, 約1年後心不全で死亡した. 術後の右室造影でも著しい TR を認めていた.

4. 術中ドップラー法の問題点

心臓表面に直接探触子をあてることにより, 不整脈の発生や血行動態の変化はみられなかった. また, すべての記録に要する時間は10分程度で, 手術操作に支障はなかった.

5. 鋭敏度, 特異度, 陽性適中率, 陰性適中率

i) 体外循環開始前の術中ドップラー法

	経胸壁法	術中法
鋭敏度	92.8%	100.0%
特異度	46.7%	80.0%
陽性適中率	44.8%	70.0%
陰性適中率	93.3%	100.0%

両ドップラー法による鋭敏度, 特異度の比較では, それぞれ χ^2 が 0 および 8.1 で, 特異度に関しては有意水準 1% で有意差を認めた.

ii) 体外循環停止後の術中ドップラー法

鋭敏度 100.0%, 特異度 97.5%, 陽性適中率 50.0%, 陰性適中率 100.0% であった.

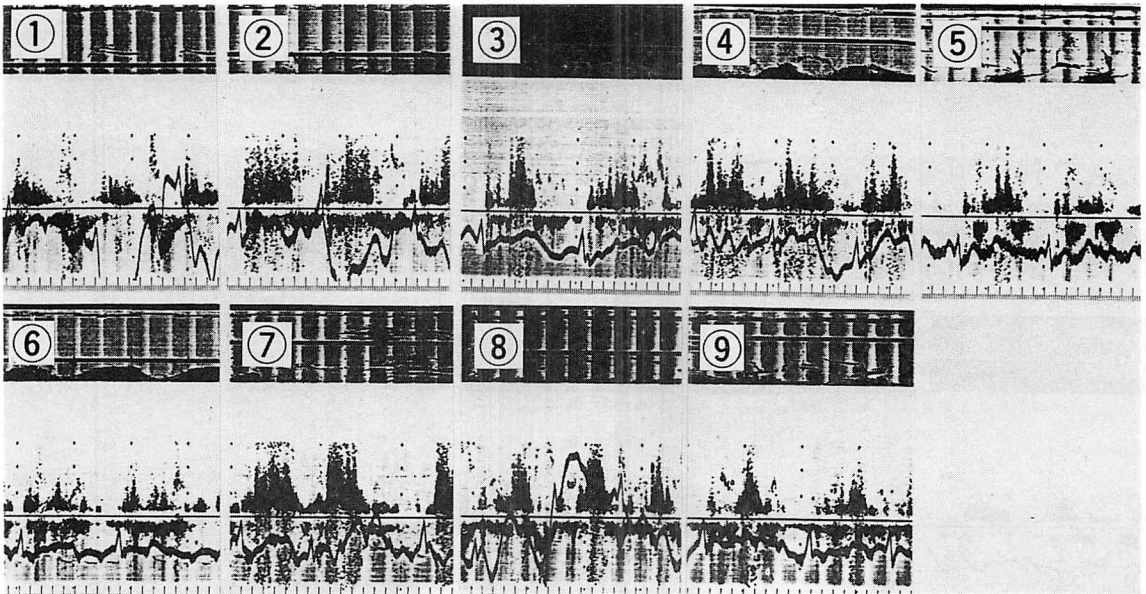


Fig. 4. Intraoperative pulsed Doppler flow signals recorded in the 9 sample volumes (SV) in a patient (No. 33) before cannulation for extracorporeal circulation.

The positions of the 9 SV are indicated. Tricuspid regurgitant signals are recognized in all SV and tricuspid regurgitation is graded as Grade III. Subsequently, this patient underwent tricuspid annuloplasty.

考 察

後天性僧帽弁疾患に合併する機能的 TR の診断に関しては多くの議論があり、診断の基準とされてきた右室造影にも、前述のような問題点のため、必ずしも満足な結果が得られない。我々の研究対象とした症例も、44 例中 31 例 (A 群 11 例, B 群 14 例, C 群 6 例) が、術前右室造影なしで手術を行った。最近、非侵襲的に行い得る心エコー図法の方が TR の診断によく用いられているが、超音波ビームの投入が肺や肋骨などで障害される症例^{6,7)}や巨大左房症例⁸⁾では、検査を十分に行うことができない場合がある。その点、術中ドップラー法では超音波ビームを必ず右房内へ投入することができること、またその投入方向を三尖弁口に垂直とし、逆流する血流方向とほぼ平行にできるなどの利点があり、評価不十分、不可能となる症例は極めて少ないものと思われる。

心エコー図法では、コントラスト心エコー図法^{9,10)}、ドップラー法で測定した TR シグナルの振幅と持続時間¹¹⁾、上大静脈内の血流シグナルの収縮期最高速度と拡張期最高速度との比¹²⁾、肝静脈内の血流パターン¹³⁾などを利用して TR の評価が行われており、カラー・ドップラー法も有用な方法となっている^{14,15)}。心エコー図法を術中に応用して TR を評価する方法としては、Goldman ら¹⁶⁾が右室内へコントラストを注入し、これを断層心エコー図法で観察する方法を行っているが、コントラストの造影能は回を重ねるごとに薄くなる欠点がある。

Miyatake ら⁸⁾は、ドップラー法で観察される右房内の収縮期異常シグナルのうち、持続時間が全収縮期の 1/2 以上のものを TR シグナルと判断し、TR シグナルの三尖弁口からの到達距離により TR の程度を 5 段階に分け、右室造影とよい相関を得ている。一方、Kostucki ら¹⁷⁾は、TR の

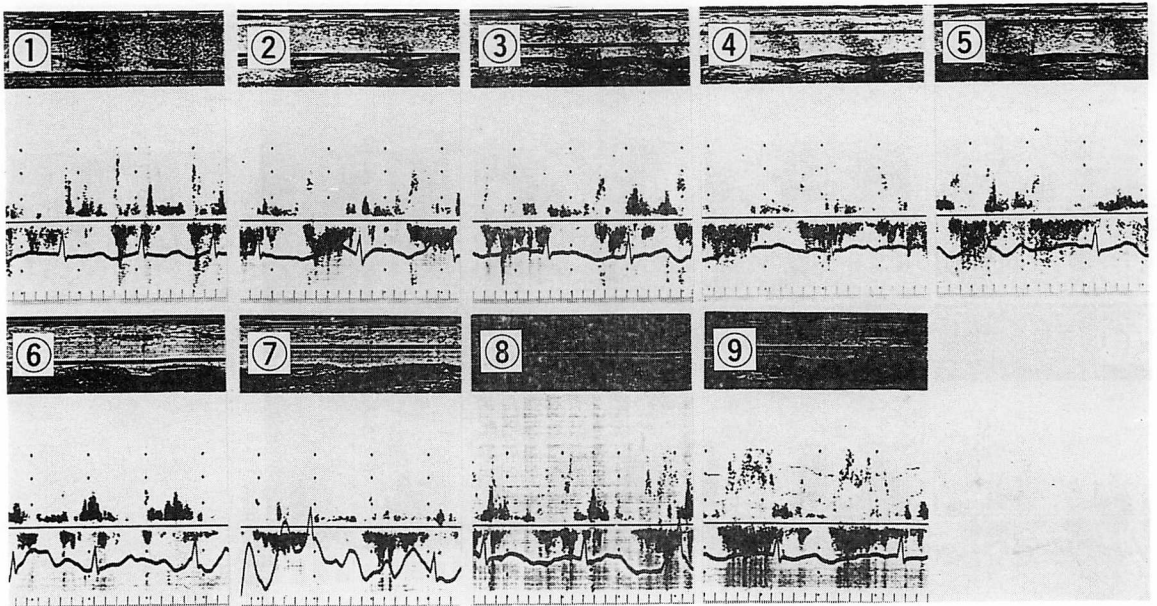


Fig. 5. Intraoperative pulsed Doppler flow signals recorded in the 9 sample volumes (SV) in a patient (No. 33) after cessation of extracorporeal circulation.

No tricuspid regurgitant signals are detected in any SV and the severity of tricuspid regurgitation is graded as Grade I.

ない正常例の右房内の血流をドップラー法で記録し、三尖弁口からの距離が1 cm以内のところではTRと思われるシグナルを認めることがあるが、その持続時間が全収縮期にわたるのは、25例中1例のみであったと報告している。本研究では、経胸壁ドップラー法、術中ドップラー法ともに、右房内および右室流入部で記録される収縮期異常シグナルのうち、持続時間が全収縮期に及ぶものをTRシグナルと判定した。

経胸壁ドップラー法ではTRの程度を3段階に分けて検討したが、TRシグナルの三尖弁口からの到達距離が、2 cm以内を“TR陰性”とした。術中ドップラー法では、右房内に8カ所、右室内に1カ所のSVを設定し、各SVでのTRシグナルの有無からTRの程度をGrade IからGrade IIIまでの3段階に分けたが、経胸壁ドップラー法と同様、Grade Iのみを“TR陰性”とした。

手術対象症例では、僧帽弁に合併する機能的TRに対して手術操作を加えるべきか否かを術前に知ることが大切であるが、現在のところTRの診断には“gold standard”がない¹¹⁾。TRの存在が疑われる症例は、体外循環前に右房内に指を挿入してTRジェットを触診したり、直視下で右室に水を注入して三尖弁逆流の程度を調べる方法が行われてきた。TRジェットを触診する方法は客観性に乏しく、ジェットの有無のみの確認は可能であっても、その程度の判断に関しては術者により異なるものと思われる。その点、右室へ水を注入する術中逆流試験法は、右室に容量・圧ともに負荷のない状態で三尖弁機能を判断することのできる客観的な良い方法であり、他に確実な方法のない現在では、手術要否決定の“gold standard”ともなり得るであろう。ここでは後者の術中逆流テスト法を基準として、経胸壁ドップラー法と術中ドップラー法の結果を比較した。

体外循環開始前の両ドップラー法の比較では、術中ドップラー法の方が鋭敏度・特異度ともに高い傾向がみられ、術中ドップラー法で Grade I の症例は三尖弁に対する処置は不必要であった。しかし、Grade II, III の症例の中には術中逆流テスト陰性例も含まれており、術中所見で三尖弁に対する手術の要否を判断する必要があった。また、体外循環停止後すなわち心内操作終了後の三尖弁機能の術中ドップラー法による検査結果でも、Grade I の症例は全例術後に有意な TR を残さなかった。しかし、Grade III と診断された 1 例は術直後から、TR が認められた。

術中ドップラー法による機能的 TR の診断について報告したが、本法は重症例・緊急例などの術前検査を十分に行うことのできない症例に対しても、最も生理的な状態で客観的な所見を得ることができ、経胸壁法に較べても信頼性が高く、手術を対象とした症例の TR の程度を評価するには良い診断法であるとの結論を得た。

結 語

44 例の直視下僧帽弁手術症例に術中に心臓表面よりドップラー法を施行し、TR の評価を行った。直視下三尖弁逆流テストを基準として、体外循環前の術中ドップラー法の結果と術前経胸壁ドップラー法の結果を比較した。また体外循環停止後の術中ドップラー法を術後遠隔期の経胸壁ドップラー法と比較し、以下の結論を得た。

1. 術中ドップラー法の方が、術前経胸壁ドップラー法より、TR の診断に関しては鋭敏度・特異度ともに高い傾向がみられた。
2. 体外循環開始前の術中ドップラー法の結果が Grade I の症例は、直視下三尖弁逆流テストで TR を認めなかった。
3. 体外循環停止後の術中ドップラー法の結果が Grade I の症例は、術後に有意な TR を残さなかった。
4. 術中ドップラー法で Grade II, Grade III の結果が得られた症例は、術中の三尖弁の所見を

考慮して三尖弁に対する方針を決定すべきである。

要 約

後天性僧帽弁疾患に合併する機能的 TR の評価を目的として、術中超音波パルス・ドップラー法を行った。心内操作前後、すなわち体外循環開始前および体外循環停止後に術中ドップラー法を行い、三尖弁機能を検査した。心内操作前の術中ドップラー法の結果は、術中三尖弁逆流試験法を基準として術前経胸壁ドップラー法の結果と比較した。体外循環停止後の術中ドップラー法の結果は、術後の臨床状態および経胸壁ドップラー法の結果と比較した。ドップラー法による TR の程度の診断は、右房内で記録される TR シグナルの三尖弁口からの最大到達距離によって行った。術中ドップラー法では、右房内および右室流入路に定めた 9 ヶ所の sample volume のうち、どの sample volume で TR シグナルが記録されるかによって TR の程度を判定した。心内操作前の TR 診断の鋭敏度、特異度は、経胸壁法 92.8%、46.7%、体外循環開始前の術中ドップラー法 100%、80% と、術中法の方が高い傾向がみられた。術中法で TR 陽性と判定された 15 例の中には、術中三尖弁逆流テストの結果で TR 陰性例が 2 例あり、三尖弁に対する手術方針の決定には術中の直視下所見が大切であった。術中法で TR 陰性と判定された症例は、全例術中三尖弁逆流テスト陰性であった。また、心内操作を終了して体外循環停止後に行った術中ドップラー法で TR 陰性と判定された症例は、術後に有意な TR を残さなかった。

術中ドップラー法は、三尖弁手術の適応と手技の成否を術中に決定することのできる有用な診断法であった。

文 献

- 1) Cairns KB, Kloster FE, Birstow JD, Lees MH, Griswold HE: Problems in the hemodynamic diagnosis of tricuspid insufficiency. Am Heart J 75: 173-179, 1968

- 2) King RM, Schaff HV, Danielson GK, Gersh BJ, Phill D, Orszulak TA, Piehler JM, Puga FJ, Pluth JR : Surgery for tricuspid regurgitation late after mitral valve replacement. *Circulation* **70** (Suppl I): I-193-I-197, 1984
- 3) Duran CMG, Pomar JL, Colman T, Figueroa A, Revuelta JM, Ubago JL : Is tricuspid valve repair necessary? *J Thorac Cardiovasc Surg* **80** : 849-860, 1980
- 4) Carpentier A : Cardiac valve surgery: The "French correction". *J Thorac Cardiovasc Surg* **86** : 323-337, 1983
- 5) Riverta R, Duran E, Ajuria M : Carpentier's flexible ring versus De Vega's annuloplasty : A prospective randomized study. *J Thorac Cardiovasc Surg* **89** : 196-203, 1985
- 6) Schlüter M, Hinrichs A, Thier W, Kremer P, Schröder S, Cahajan MK, Hanrath P : Transesophageal two-dimensional echocardiography : Comparison of ultrasonic and anatomic sections. *Am J Cardiol* **53** : 1173-1178, 1984
- 7) van Herwerden LA, Dussenhoven EJ, Roelandt JRTC, Haalebos MMP, Mochtar B, Ligvoet KM, Bos E : Intraoperative two dimensional echocardiography in complicate infective endocarditis of the aortic valve. *J Thorac Cardiovasc Surg* **93** : 587-591, 1987
- 8) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y : Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* **66** : 777-784, 1982
- 9) Meltzer RS, van Hoogenhuyze D, Serruys PW, Haalebos MMP, Hugenholtz PG, Roelandt J : Diagnosis of tricuspid regurgitation by contrast echocardiography. *Circulation* **63** : 1093-1099, 1981
- 10) Tei C, Shah PM, Ormiston JA : Assessment of tricuspid regurgitation by directional analysis of right atrial systolic linear reflux echoes with contrast M-mode echocardiography. *Am Heart J* **103** : 1025-1030, 1982
- 11) Waggoner AD, Quinones MA, Young JB, Brandon TA, Shah AA, Verani MS, Miller RR : Pulsed Doppler echocardiographic detection of right-sided valve regurgitation : Experimental results and clinical significance. *Am J Cardiol* **47** : 279-286, 1981
- 12) Garcia-Dorado D, Falzgraf S, Almazan A, Delcan JL, Lopez-Bescos L, Menarguez L : Diagnosis of functional tricuspid insufficiency by pulsed-wave Doppler ultrasound. *Circulation* **66** : 1315-1321, 1982
- 13) Sakai K, Nakamura K, Satomi G, Kondo M, Hirokawa K : Evaluation of tricuspid regurgitation by blood flow pattern in the hepatic vein using pulsed Doppler technique. *Am Heart J* **108** : 516-523, 1984
- 14) Takamoto S, Kyo S, Adachi H, Matsumura M, Yokote Y, Omoto R : Intraoperative color flow mapping by real-time two-dimensional Doppler echocardiography for evaluation of valvular and congenital heart disease and vascular disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* **90** : 802-812, 1985
- 15) Suzuki Y, Kambara H, Kadota K, Takami S, Yamazato A, Nohara R, Osakada G, Kawai C, Kubo S, Karaguchi T : Detection and evaluation of tricuspid regurgitation using a real-time, two-dimensional, color-coded, Doppler flow imaging system : Comparison with contrast two-dimensional echocardiography and right ventriculography. *Am J Cardiol* **57** : 811-815, 1986
- 16) Goldman ME, Guarino T, Fuster V, Mindich B : The necessity for tricuspid valve repair can be determined intraoperatively by two-dimensional echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg* **94** : 542-550, 1987
- 17) Kostucki W, Vandenboshe J, Friart A, Englert M : Pulsed Doppler regurgitant flow patterns of normal valves. *Am J Cardiol* **58** : 309-313, 1986