

右室心内膜ペーシング症例
にみられる三尖弁閉鎖不全
症: コントラスト心エコー
図法, パルス・ドップラー法
および剖検例による検討

Tricuspid regurgitation
induced by transvenous
right ventricular pacing:
Echocardiographic and
pathological observa-
tions

坂井 誠
大川真一郎
上田 慶二
金 秀樹
渡辺千鶴子
松下 哲
蔵本 築
杉浦 昌也*
高橋 利之**
竹中 克**

Makoto SAKAI
Shin-ichiro OHKAWA
Keiji UEDA
Hideki KIN
Chizuko WATANABE
Satoru MATSUSHITA
Kizuku KURAMOTO
Masaya SUGIURA*
Toshiyuki TAKAHASHI**
Katsu TAKENAKA**

Summary

To assess tricuspid regurgitation (TR) in patients with permanent transvenous right ventricular (RV) pacing, we performed phonocardiographic, contrast and pulsed Doppler echocardiographic studies in 18 patients with transvenous leads for RV pacing. In addition, a pathological study was performed on 26 autopsy cases with transvenous leads for RV pacing.

None of the patients had right-sided heart failure. The previous phonocardiograms revealed regurgitant murmurs of TR in one clinical case and five autopsy cases. In the clinical study, definite TR was diagnosed both by contrast and pulsed Doppler echocardiography in five cases (28%). Probable TR was diagnosed only by one technique in three cases (17%), and the absence of TR was confirmed by both techniques in 10 cases (55%) (non-TR group). The average right atrial dimension was 59 ± 5.3 mm in the definite TR group and 39 ± 2.4 mm in the non-TR group ($p < 0.01$). The average inferior vena caval dimension was 19 ± 1.7 mm in the definite TR group and 15 ± 0.8 mm in the non-TR group ($p < 0.05$). Right atrial and inferior vena caval dimensions showed a significantly positive cor-

東京都老人医療センター 循環器科
板橋区栄町 35-2 (〒173)
*東京都立広尾病院 内科
**東京大学医学部 第二内科

Division of Cardiology, Tokyo Metropolitan Geriatric Hospital, Itabashi-ku, Tokyo 173, *Department of Medicine, Tokyo Metropolitan Hiroo General Hospital, and **the Second Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo

Received for publication August 8, 1986; accepted September 10, 1986 (Ref. No. 27-46)

relation ($r=0.58, p<0.05$).

In the pathological study, the presence of TR, which was explained by the position of the pacemaker lead in relation to the valve structure, was confirmed in 11 cases (42%). Valve motion interference was classified as type I (two cases), in which the lead was suppressed and the leaflet immobilized, type II (4 cases), in which chordae tendineae were involved by a pacemaker lead, and type III (five cases), in which both mechanisms contributed to valvular regurgitation.

In conclusion, TR may follow transvenous RV pacing in approximately half of the cases with RV pacing. Contrast and pulsed Doppler echocardiography are sensitive noninvasive techniques for detecting this valvular abnormality and they should be used in the follow-up of such pacemaker recipients.

Key words

Pacemaker lead Tricuspid regurgitation Contrast echocardiography Pulsed Doppler echocardiography

はじめに

右室心内膜ペースング症例では、その病理学的検討^{1,2)}や臨床例³⁾において、三尖弁閉鎖不全症(以下 TR)の出現する例があると報告されているが、その詳細は不明である。

我々は右室心内膜ペースング (VVI ペースング) 症例における TR の頻度、病態をコントラスト心エコー図法、パルス・ドップラー法などの非観血法により臨床的に検討するとともに、右室 VVI ペースメーカー使用例の剖検心について、ペースングリードと三尖弁の位置関係、および TR の有無を比較検討した。

対 象

心内膜電極を用い、右室 VVI ペースングを行っているペースメーカー植込み例 18 例(男 6 例, 女 12 例, 平均年齢 80.7 歳)と、同上のペースメーカー植込み後に死亡し、剖検し得た 26 例(男 12 例, 女 14 例, 平均年齢 74.5 歳)、計 44 例を対象とした。ペースメーカー植込みの対象となった基礎疾患は、臨床例では房室ブロック 10 例、洞機能不全症候群 (SSS) 8 例であり、剖検例では房室ブロック 14 例、洞機能不全症候群 12 例であった。臨床例ではペースメーカー植込み後の期間は 3 ヶ月から 9 年 (平均 3.2 年) であり、剖検例で植

込みより死亡までの期間は 1 ヶ月から 10 年 (平均 5.4 年) であった (Table 1)。

方 法

臨床例ではパルス・ドップラー法およびコントラスト心エコー図法により、TR の有無について検討した。パルス・ドップラー法による TR の診断は日立メディコ製 EUB10B および 10S のパルス・ドップラーユニット複合システムを用い、四腔断面での三尖弁直上の右房内に血流サン

Table 1. Subjects

I. Clinical subjects (18 cases)			
Group	Male	Female	Mean age (yrs.)
AV block	3	7	79.7
SSS	3	5	82.0
Total	6	12	80.7
II. Pathological subjects (26 autopsy cases)			
AV block	8	6	75.9
SSS	4	8	72.8
Total	12	14	74.5

Duration after pacemaker implantation for the clinical cases are 3 m.-9 yrs. (mean 3.2 yrs.) and that for the autopsy cases are 1 m.-10 yrs. (mean 5.4 yrs.)

Abbreviations: AV block=atrio-ventricular block; SSS=sick sinus syndrome.

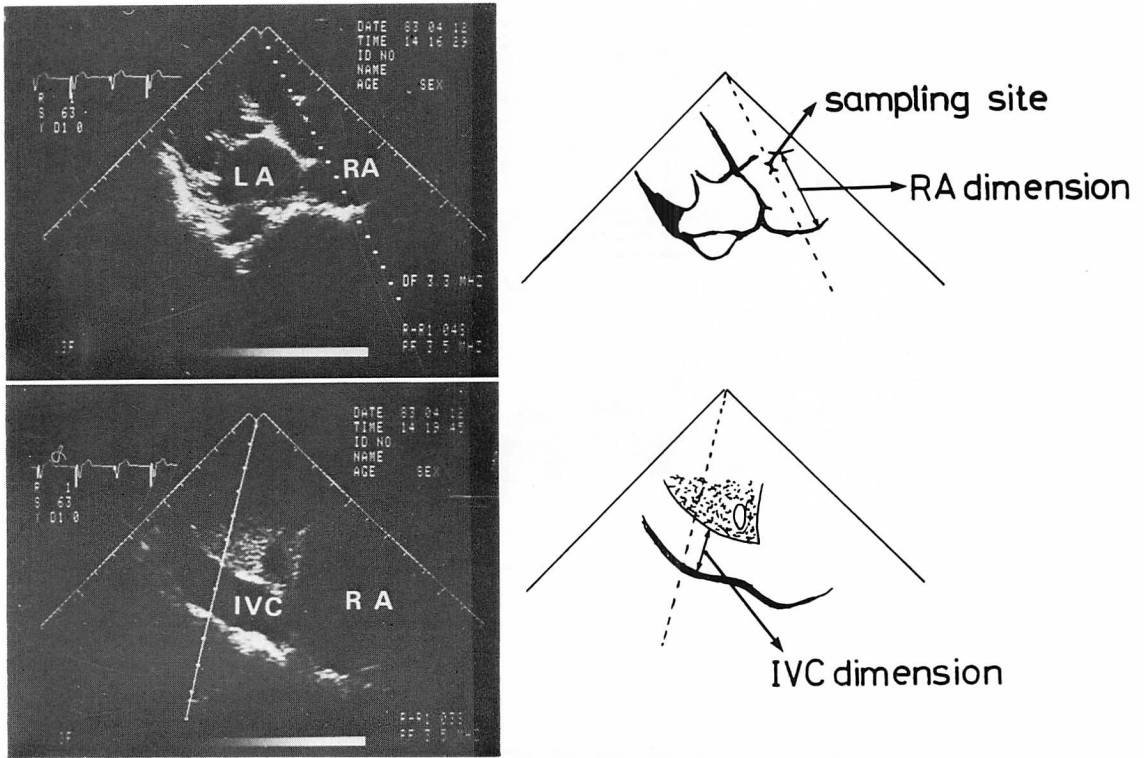


Fig. 1. Sampling site of TR flow and measurements of right atrial (RA) and inferior vena caval (IVC) dimensions.

The upper panel shows the beam direction used to search for TR flow by contrast and pulsed Doppler echocardiography in the four-chamber view. The position of the sample volume for pulsed Doppler echocardiography is located in the RA near the tricuspid valve orifice. RA dimension is measured as the distance from the anterior tricuspid leaflet to the RA posterior wall at early systole. The lower panel shows the IVC image visualized in the sagittal plane by means of subcostal two-dimensional echocardiography. The IVC dimension is measured at end-diastole.

Abbreviation: LA=left atrium.

プル部位をおき (Fig. 1 上), 逆流シグナルの有無により検討した. ドップラーシグナルはサウンドスペクトグラムで表示し, M モード心エコー図, 心電図と同時記録した. Fig. 2 の白矢印で示すように, 収縮期全区間にわたってバンド状の右房内逆流シグナルを示すものを TR と診断した.

コントラスト心エコー図法は右肘静脈あるいは右外頸静脈より 20 ml の冷却生食水を急速注入し, 四腔断面の三尖弁口で M モード心エコー図を記録し, Fig. 3 の矢印のように, 収縮期全区間

にわたり右房内での逆流コントラストエコーを認め, かつ反復して行い再現性の得られるものを TR と診断した. 以上の両法により TR が認められた例を TR 確定例, いずれか一方の検査のみで TR を認めた例を TR 疑診例とし, いずれの方法によっても TR が認められない例を TR 陰性例とした.

また 15 例では, 四腔断面における三尖弁前尖と右房後壁間の収縮早期径を右房径として測定した (Fig. 1 右上). また心窩部矢状断面で下大静脈

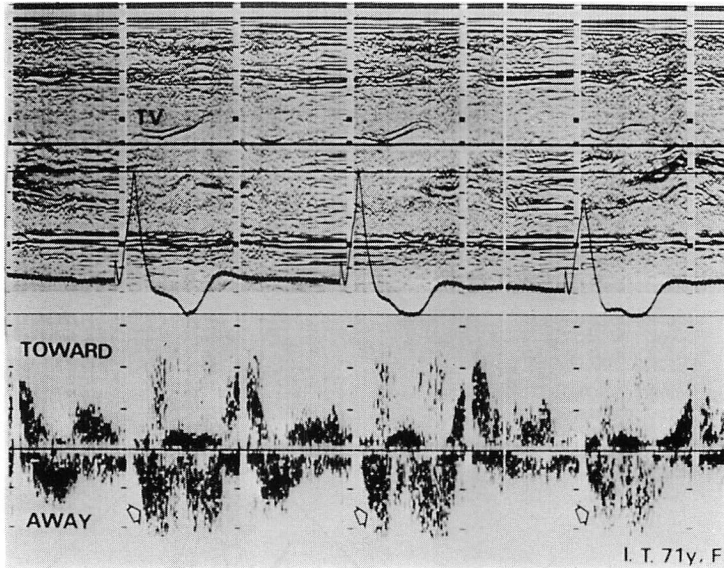


Fig. 2. Representative example of pacing-induced TR documented by pulsed Doppler echocardiography (a 71-year-old woman).

The abnormal blood flow signals suggesting TR are characterized by pansystolic wide-band spectra, as shown by white arrows.

Abbreviation: TV=tricuspid valve.

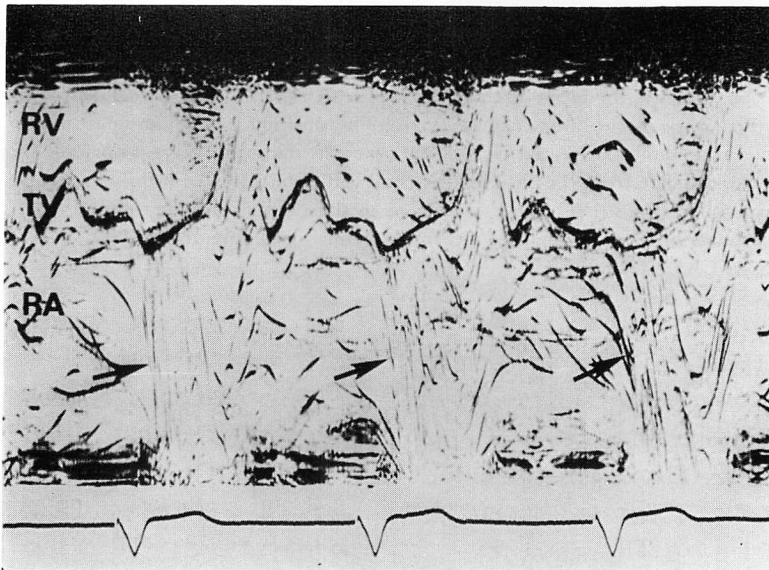


Fig. 3. Representative example of pacing-induced TR documented by contrast echocardiography (an 84-year-old man).

The abnormal blood flow pattern suggesting TR is characterized by the linear contrast echocardiogram appearing in the right atrium throughout systole, as shown by black arrows.

Abbreviations: RV=right ventricle, TV=tricuspid valve, RA=right atrium.

を描出し、右房入口部より約 2 cm 末梢で M モード記録を行い、拡張末期に下大静脈内径を測定した (Fig. 1 右下)。以上の記録はすべて安静呼吸位にて行った。

剖検例については電極リードと三尖弁の位置関係を詳細に記載するとともに、心重量、三尖弁輪径、右房容積を既報⁴⁾のごとく測定した。そして電極リードによる弁尖運動制限や、腱索の巻き込みのため弁尖肥厚、腱索肥厚を伴っていたものを、病理的に TR の所見とした。

また心音図の記録されている例では (臨床例 9 例, 剖検例 14 例), 今回の診断方法による TR との関係も検討した。

結 果

1. 臨床例における検討

1) TR の頻度

Table 2 にパルス・ドップラー法およびコントラスト心エコー図法で TR と診断された症例数を示す。パルス・ドップラー法により TR と診断されは例は 7 例 (39%), コントラスト心エコー図法では 6 例 (33%) で、両者でともに TR 所見を認めた TR 確診例は 5 例 (28%), いずれか一

Table 2. Diagnosis of TR by contrast and pulsed Doppler echocardiography

		Contrast echo-cardiogram		Total ()=%
		TR (+)	TR (-)	
Pulsed Doppler	TR (+)	5	2	7 (39)
	TR (-)	1	10	11 (61)
Total ()=%		6 (33)	12 (67)	18 (100)

Group		Cases	%
Definite	TR	5	(28)
Probable	TR	3	(17)
Non	TR	10	(55)

Definite TR is defined as that diagnosed by both contrast and pulsed Doppler echocardiography. Probable TR is defined as that diagnosed only by one technique.

方のみで TR 所見を認めた TR 疑診例は 3 例 (17%) であった。確診例と疑診例の合計は 8 例 (45%), TR 陰性例は 10 例 (55%) であった。

なお心音図上、胸骨左縁寄りに最強点を有する全区間収縮期雑音により TR と診断し得たものは、心音図記録のされた 9 例中、TR 疑診例の 1

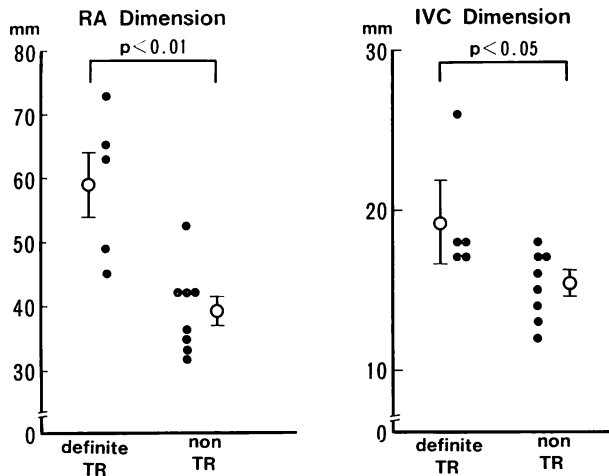


Fig. 4. Right atrial (RA) and inferior vena caval (IVC) dimensions of definite TR and non-TR groups.

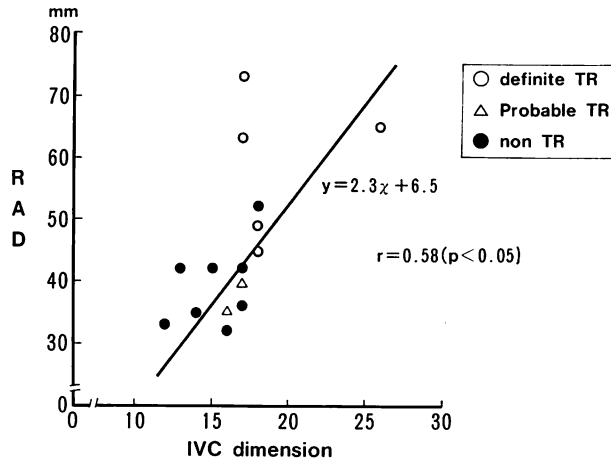


Fig. 5. Correlation between right atrial and inferior vena caval (IVC) dimensions. Abbreviation: RAD = right atrial dimension.

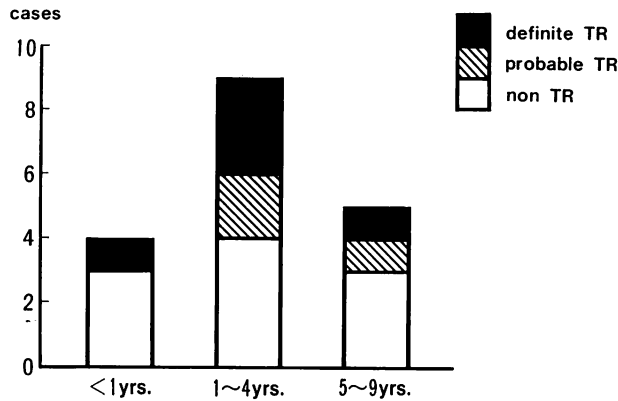


Fig. 6. Frequency of TR in relation to the duration after permanent pacemaker implantation.

例のみであった。また臨床的にペースメーカー植込み後、TR によると思われる心不全を呈した例はなかった。

2) 右房径と下大静脈径

Fig. 4 に TR 確診例および TR 陰性群の右房径および下大静脈径を示す。右房径は前者では 59 ± 5.3 mm, 後者では 39 ± 3.4 mm で、前者で有意に大であり ($p < 0.01$), 下大静脈径も同様に、TR 確診例で 19 ± 1.7 mm, TR 陰性群で 15 ± 0.8

mm で前者で有意な拡張を認めた ($p < 0.05$)。また 15 例全体についてみると、両者には $r = 0.58$ と有意の正相関 ($p < 0.05$) を認めた (Fig. 5)。

3) TR とペースメーカー植込み後の期間

Fig. 6 にペースメーカー植込み後の期間と TR の関係を示す。TR を有する例では、植込み 1 年未満の症例では 4 例中 1 例、1 年から 4 年の症例では 9 例中 5 例、5 年から 9 年の症例では 5 例中 2 例で、植込み後の期間が 1 年以上の例では

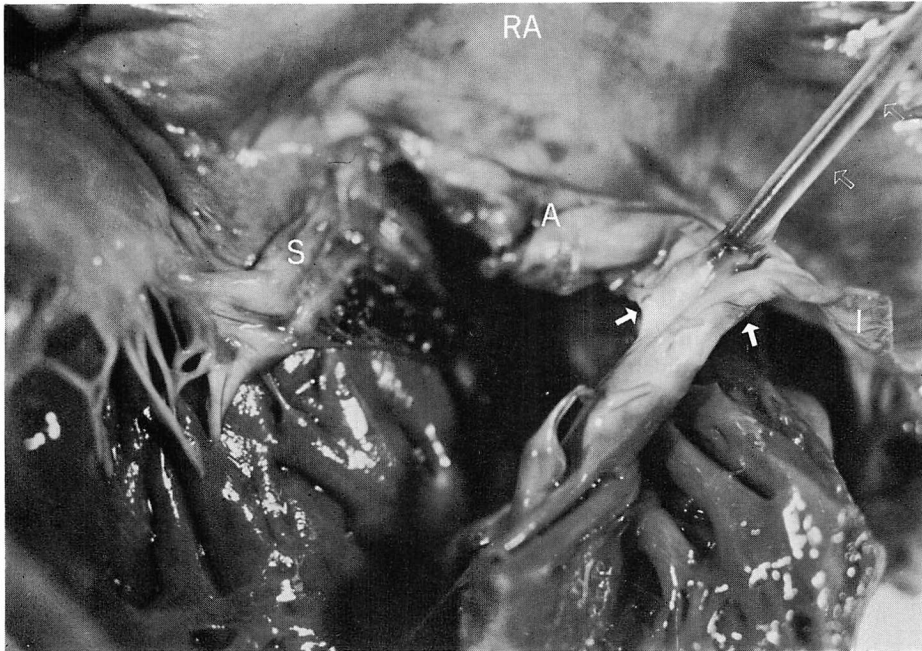


Fig. 7. The tricuspid valve of a patient who died five years after pacemaker implantation (an 86-year-old man).

Involvement of the chordae tendineae by the pacing lead (white arrows) is noted. An organized thrombus sheath and thickening of the chordae tendineae and tricuspid leaflets around the lead suggested the presence of TR.

Abbreviations: RA=right atrium, I=inferior (or posterior) cusp, A=anterior cusp, S=septal cusp.

TR の頻度が多い傾向が認められた。

2. 剖検例における検討

Fig. 7 にペースメーカー植込み 5 年後に急死した症例の三尖弁を示す。この例では電極リードによる腱索のまきこみがあり、電極リード周囲の thrombus sheath は器質化し、周辺の腱索、弁尖は肥厚しており、病理学的に生前の TR が示唆された。事実、本例はペースメーカー植込み後、心音図で全区間収縮期雑音が記録された。このような病理学的検討より TR の存在は 26 例中 11 例、42% に診断された。なお、心音図上、TR と診断し得たものは心音図記録のされた 14 例中 5 例のみであったが、そのうち 3 例は病理学的にも TR の所見を認めた。

1) 電極リードの走行と三尖弁の関係

TR を認めた 11 例の三尖弁病理像より、その

発生機序を検討すると、電極リードに起因する三尖弁運動制限による type I が 2 例、腱索の巻き込みによる type II が 4 例、両者による type III が 5 例であった (**Table 3**)。Fig. 8 に電極リード

Table 3. Frequency of pathological TR and types of interference with tricuspid valve motion by pacemaker leads.

	case
Type I: Immovable tricuspid leaflets	2
Type II: Involvement of the chordae tendineae	4
Type III: I+II	5
Total	11 (42%)*

* Pathologically-determined TR is 11 out of 26 autopsies.

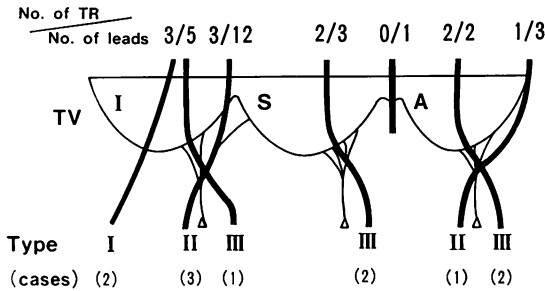


Fig. 8. Orientation of leads in relation to the leaflets of the tricuspid valve and incidence of valvular regurgitation.

Abbreviations: TV=tricuspid valve, I=inferior (or posterior) cusp, S=septal cusp, A=anterior cusp.

の走行と TR の頻度を示す。電極リードが交連部を通過するものは 16 例で、このうち type II による TR が 4 例に認められ、電極リードが弁尖直上を通過する 10 例では、type I, type III による TR が 7 例に認められた。

Fig. 9 に病理学的に TR と診断された群と TR を認めなかった群における心重量、三尖弁輪径、右房容積を示す。三尖弁輪径に TR 群で大なる

傾向を認めたのみで、病理学的にも TR の程度は軽症と推定された。

考 接

心室ペースングに伴って生ずる TR の原因については、いくつかの報告がある。すなわち三尖弁自体を障害する一次的なものとして、リード自体、あるいは弁支持組織とリードの癒着により、三尖弁の閉鎖が妨げられる場合⁵⁻⁷⁾や、リードによる三尖弁の穿孔、それに心内膜炎を生じた場合^{8,9)}である。機能的な二次的 TR としては、ペースメーカー植込み後、右室内血栓による肺梗塞により生じた肺高血圧に伴う場合¹⁰⁾や、心房、心室収縮の非協調性による場合¹¹⁾である。

従来、ペースメーカー植込み例における TR の診断は、聴診や心音図所見よりなされてきた。Gibson ら³⁾はペースメーカー植込み後、胸骨左縁に収縮期雑音の出現した例を、自験例を含めて 9 例報告し、うち 2 例の剖検例^{6,7)}では三尖弁とリードの癒着があり、他の 6 例ではリード抜去後、雑音の消失を認めている。このことは少なくともペースメーカーリードが一次的に三尖弁の閉鎖

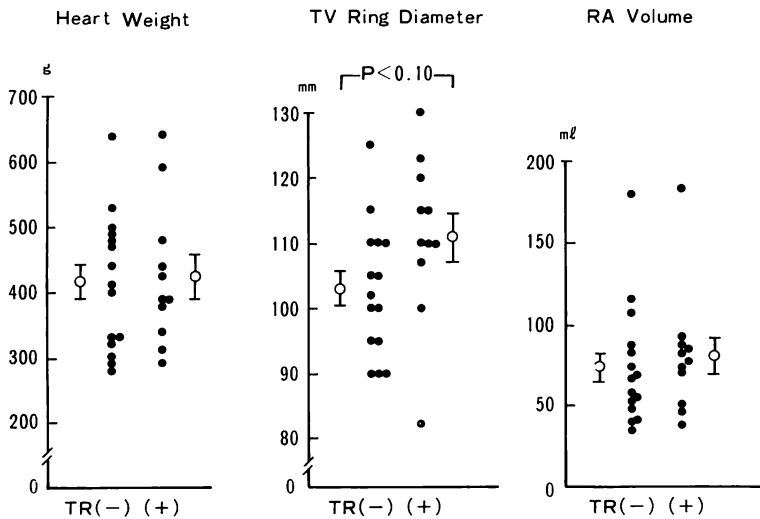


Fig. 9. The heart weight, tricuspid valve (TV) ring diameter and right atrial (RA) volume of the groups with and without TR diagnosed by autopsy.

を障害し、TR をきたしうることを示していると思われる。近年、TR の非観血的診断法として、コントラスト心エコー図法やパルス・ドップラー法が繁用され、これらの方法は TR の診断にとって高い sensitivity, specificity を有している¹²⁾。Jacobs ら¹³⁾は 20 例の右室ペーシング症例に下大静脈でコントラストエコーを行い、8 例で心室収縮に心房収縮が重なった場合のみ TR の所見を認め、それらは全例無症候性であった。これは心房と心室収縮の非協調性収縮によるものであり、洞調律や心房ペーシングでは出現しないことより、pseudo TR とよばれるものである。

今回、我々はコントラスト心エコー図法、パルス・ドップラー法を用い、臨床例では 45% に TR (definite, probable) を認めた。これらが心房、心室収縮の非協調性収縮に基づく pseudo TR である可能性も否定はできないが、剖検例においても、42% にペースメーカーリードによる三尖弁の運動制限や、腱索の巻き込みの一次的な弁閉鎖障害を認め、その頻度が臨床例における TR の頻度に近似していることから、臨床例においても、同様な機序で一次的に TR を生じていると思われる。

コントラスト心エコー図法やドップラー心エコー図法における TR に対し、統一された診断基準はまだないが、今回我々はこれらの方法において全収縮期にわたる逆流所見のみを呈したものを TR 確診例と判定した。そしてこの確診例では、TR を有しない例と比較して、右房および下大静脈径の有意な増大を認めた。このことは逆に我々の診断方法の妥当性を示すものであろう。TR の重症度に関して、臨床例では二つの方法による TR の grading は行っていないが、臨床的に心不全の徴候を認めなかったこと、剖検例でも TR 群で三尖弁輪径が大きい傾向を認めたのみで、病理学的にも TR は軽症と推定されることより、右室心内膜ペーシング症例における TR は軽症で、潜在性(心雑音欠如)といえる。しかしながら左心系疾患を合併し、すでに右房圧の上昇をきた

している例では、pseudo TR によっても右心不全を呈することが報告されており¹⁴⁾、このことはことに左心系疾患を合併した患者のペースメーカー植込み時や、経過観察時に留意すべきものと考えられる。

従来より右室 VVI ペーシングは A-V sequential pacing や心房ペーシングに比し、心拍出量が低値である¹⁵⁾とされ、心房、心室収縮の非協調性が主たる原因と考えられているが、その他、ペーシングリードによる機械的因子に基づく TR の発生もまた、心機能の低下の一因になりうる事が今回の成績より示唆される。さらに VVI ペーシング例で、心房、心室収縮の非協調性に基づく pseudo TR がみられる場合には、DVI や DDD の P 波同期型ペースメーカーの使用も検討されるべきであろう。

結 論

右室心内膜ペーシングによるペースメーカー植込み例(臨床例 18 例、剖検例 26 例)を対象として、ペースメーカーリードの影響による TR の有無を検討し、以下の結論を得た。

1. 臨床例でコントラスト心エコー図法およびパルス・ドップラー法の両者で逆流所見を示した TR (TR 確診例: definite TR) は 5 例 (28%)、いずれか一方が陽性の TR 疑診例 (probable TR) は 3 例 (17%)、いずれによっても TR を認めない例 (non-TR) は 10 例 (55%) であった。
2. 右房系と下大静脈径の間には有意な正相関を認め、両者は non-TR 群に比し、definite TR 群で有意に大であった。
3. 剖検例ではペースメーカーリードによる三尖弁運動制限 (2 例)、腱索の巻き込み (4 例)、その両者 (5 例) により、計 11 例 (42%) に病理学的に TR を認め、この頻度は臨床例での TR 確診例、疑診例の頻度に近似していた。

要 約

右室心内膜ペーシングによるペースメーカー植

込み例(臨床例 18 例, 剖検例 26 例)を対象として, 臨床例ではコントラスト心エコー図法およびパルス・ドップラー法により, 剖検例では病理学的検討によって, ペースメーカーリードの影響による三尖弁閉鎖不全症(以下 TR)の有無を検討した。

右心不全を呈した例はなかったが, 心音図所見で TR と診断された例は臨床例で 1 例, 剖検例では 5 例のみであった。臨床例で両エコー法により全収縮期にわたる逆流所見を示した TR 確診例は 5 例(28%), いずれか一方が陽性の TR 疑診例は 3 例(17%), TR のない例は 10 例(55%)であった。右房および下大静脈径は TR 確診群で各々 59 ± 5.3 mm, 19 ± 1.7 mm で, TR のない群の 39 ± 2.4 mm, 15 ± 0.8 mm に比し有意に大であり, 両径には $r=0.58$ ($p<0.05$) と有意の正相関を認めた。剖検例ではペースメーカーリードによる三尖弁運動制限(2 例), 腱索の巻き込み(4 例), 両者(5 例)により, 計 11 例(42%)に病理学的に TR を認め, この頻度は臨床例での TR(確診, 疑診の両者)の頻度に近似した。

以上より, 右室心内膜ペースンギング症例では, リードの機械的因子に基づく潜在性 TR の合併は約半数にみられ, その診断ならびにペースメーカー植込み患者の経過観察上, コントラスト心エコー図法, パルス・ドップラー法は有用と思われる。

文 献

- 1) Robboy SM, Harthorne JW, Leinbach RC, Sanders CA, Austen WG: Autopsy findings with permanent pervenous pacemakers. *Circulation* **39**: 495, 1969
- 2) Huang TY, Bada N: Cardiac pathology of transvenous pacemakers. *Am Heart J* **83**: 469, 1972
- 3) Gibson TC, Davidson RC, DeSilvey DL: Presumptive tricuspid valve malfunction induced by a pacemaker lead. A case report and review of the literature. *PACE* **3**: 88, 1980
- 4) 杉浦昌也, 岡田了三, 飯塚 啓, 飯塚樞夫, 平岡啓佑, 大川真一郎, 嶋田裕之: 老人心の正常性についての臨床病理学的考察. *日老医誌* **6**: 297, 1969
- 5) Cairns KB, Kloster FE, Bristow JO, Lees MH, Griswold HE: Problems in the hemodynamic diagnosis of tricuspid insufficiency. *Am Heart J* **75**: 173, 1968
- 6) Motomiya T, Lindsay J, Patterson RH, Kelsner GA: Hemopericardium, anticoagulation and an endocardial pacemaker. A case report with description of new auscultatory and radiographic sings. *Jpn Heart J* **17**: 784, 1976
- 7) Costeas F, Poulias G, Mastroyannis H, Sotirakis I: Unusual mechanical phenomena directly or indirectly related to cardiac pacing. *Acta Cardiol* **27**: 698, 1972
- 8) Gould L, Reddy CVR, Yacob U, Teich M, DeMartino A, DePalma D, Gomprecht RF: Perforation of the tricuspid valve by a transvenous pacemaker. *JAMA* **230**: 86, 1974
- 9) Gavelle P, Guerinon J, Grivaux M, Laurens P, Maurice P: Dysfonctionnement tricuspide provoqué par les sondes de stimulation cardiaque endocavitaire permanente: A propos de quatre observations. *Ann Cardiol Angeiol* **26**: 357, 1977
- 10) Zager J, Berberich SN, Eslava R, Klieman C: Dynamic tricuspid valve insufficiency produced by a right ventricular thrombus from a pacemaker. *Chest* **74**: 455, 1978
- 11) Levine PA, Mace RC: A guide to cardiac pacing for optimum hemodynamic benefit. *in* Pacing Therapy. Futura Publ Co, New York, 1983, p 30
- 12) Curtius JM, Thyssen M, Breuer HMW, Loogen F: Doppler versus contrast echocardiography for diagnosis of tricuspid regurgitation. *Am J Cardiol* **56**: 333, 1985
- 13) Jacobs P, Vandenbossche JL, Marneffe M, Wozniak B, Englert M: Pseudo tricuspid regurgitation in ventricular pacing. *Am Heart J* **110**: 886, 1985
- 14) Kay RH, Ambrose JA, Schek L, Blake J, Rubin D, Herman MV: Pacemaker-induced pseudotricuspid regurgitation. *Chest* **83**: 282, 1983
- 15) Samet P, Castill C, Brenstein W: Hemodynamic sequelae of atrial, ventricular and atrio-ventricular sequential pacing in cardiac patients. *Am Heart J* **72**: 725, 1966