

CT による収縮性心膜炎の 検討

Evaluation of constrictive pericarditis by computed tomography

諸岡 信裕
 宇田 毅彦
 吉田 勝哉
 山田 善重
 吉田 秀夫
 山崎 茂
 渡辺 滋
 増田 善昭
 稲垣 義明

Nobuhiro MOROOKA
 Takehiko UDA
 Katsuya YOSHIDA
 Zenju YAMADA
 Hideo YOSHIDA
 Shigeru YAMAZAKI
 Shigeru WATANABE
 Yoshiaki MASUDA
 Yoshiaki INAGAKI

Summary

Since extensive studies of constrictive pericarditis by CT have not been reported, we performed a plain and contrast enhanced CT on 4 patients of constrictive pericarditis diagnosed by cardiac catheterization or echocardiography and confirmed at the time of surgical operation. The CT findings were as follows:

1. The normal pericardium was smooth, could be visualized in the right and anterior regions of the heart, and was approximately or less 2 mm in thickness. On the other hand, the pericardium in constrictive pericarditis was irregularly thickened, was visualized even in the left and posterior regions of the heart, and was more than 2 mm in thickness.
2. The mean CT value of the pericardium in constrictive pericarditis was significantly increased as compared with that of the normal pericardium.
3. The contrast enhanced CT image revealed a marked dilatation of superior and inferior caval veins (SVC and IVC) even in the cases with normal size of each cardiac chamber.
4. The ECG gated CT performed on one case demonstrated the impaired ventricular expansion.
5. After pericardiectomy, the ventricular chambers showed a tendency to dilate, and the dimension of the SVC and IVC were reduced.

Thus, CT is thought to be a useful noninvasive technique in evaluating the thickness of the pericardium, its pathology and the degree of dilatation in each cardiac chamber or the vena cavae.

Key words

Constrictive pericarditis Computed tomography Pericardium Pericardiectomy

千葉大学医学部 第三内科
 千葉市亥鼻 1-8-1 (〒280)

The Third Department of Internal Medicine, Chiba University School of Medicine, Inohana 1-8-1, Chiba 280

Presented at the 25th Meeting of the Cardiography Society held in Tokushima, October 9-10, 1982
 Received for publication May 7, 1983

はじめに

X線CTは、X線コントラスト分解能が通常のX線撮影法よりはるかに優れているため、収縮性心膜炎の診断に役立つものと期待されるが、これまで十分な検討がなされていない。この点を明らかにするため、心カテーテル法、心エコー図法などにより収縮性心膜炎と診断され、手術により確認された4例にCTを行い、その所見、および診断の有用性について検討した。

方 法

CT装置はGE・CT/T 8800を使用し、単純CTおよび造影CTを行った。造影CTの方法としては76%ウログラフィン20mlの急速静注、または50~100mlの点滴静注を行い、これらのCT像より、心膜の厚さ、平均CT値、石灰化の有無、左室、左房、右室、右房、および上・下大静脈の最大断面積などを測定した。

対象は典型的なうっ血性心不全の自覚症状を有し、心カテーテル法、心エコー図法などにより収縮性心膜炎と診断され、手術により確認された4例で、その内訳は男性3例(56, 66および54歳)、女性1例(34歳)である。

結 果

1. 健常例の心CT像

心膜はおもに心運動の少ない心前方および右方にみられ、CT値の低い心外膜下脂肪層(CT値 $-50 \sim -80$ Hounsfield単位)の外方に平滑な細い1本の線として示され(Fig. 1)、厚さは2mm以下であった。このさい、心外膜下脂肪層がみられない例では、心外膜の識別は困難であった。

2. 収縮性心膜炎のCT像

症例1: 全身浮腫を認めた56歳の男性で、その単純CT像をFig. 2に、横隔膜レベル(1)より肺動脈レベル(8)まで、15mmおきに示した。心室下壁レベル(2)より大動脈弁輪レベル(5)まで、左右両心室を囲むように厚い心膜がみられ、

その厚さは3~7mmで、場所により変化した。さらに横隔膜レベル(1)では拡大した下大静脈、大動脈基部レベル(6)では拡大した上大静脈がみられた。

症例2: 息切れ、腹水貯留を認めた34歳の女性で、Fig. 3に造影CT像、左右心室圧およびMモード心エコー図を示した。造影CT像では右房、右室、左室を囲むように、平均CT値が514の石灰化心膜がみられ、心膜の厚さは4~7mmであった。心カテーテル検査では左室収縮期圧92mmHg、左室拡張末期圧23mmHg、右室収縮期圧31mmHg、右室拡張末期圧17mmHg、右房平均圧14mmHgであり、右室および左室波形はdip and plateauを示し、典型的な収縮性心膜炎の所見を呈した。ほぼ同時期に記録したMモード心エコー図では、心膜の肥厚および輝度の増大、左室後壁の拡張障害などの所見が認められた。Fig. 4は同一症例の心電図同期CT法による収縮末期および拡張末期のCT像である。収縮末期(上図)に比べ、拡張末期(下図)CT像は両心室の変化が少なく、心周期全体を通しての観察では、主として左右心室の自由壁の拡張制限が認められた。

症例3: 息切れおよび全身浮腫を認めた66歳の男性で、Fig. 5にその造影CT像を示す。図の(3)、(4)、(5)では左右両心室を囲むように、(6)、(7)では房室間溝を中心に、平均CT値が994という、極めて輝度が強く厚い石灰化心膜がみられ、左右両心室は正常に比しはるかに縮小していた。また心膜切除術にさいしても、CT像とほぼ一致した部位に、非常に厚く硬い石灰化心膜が認められた。

症例4: 腹水を主訴として来院した54歳の男性で、Fig. 6に心膜切除術前後の造影CT像を示した。心膜切除前の造影CT像(上図)に比べ、切除後(下図)では、心前面の肥厚した心膜は切除されており、心陰影の両心室部分は拡大し、右房、左房、上・下大静脈は縮小している。

以上に記載した、収縮性心膜炎4例の自覚症

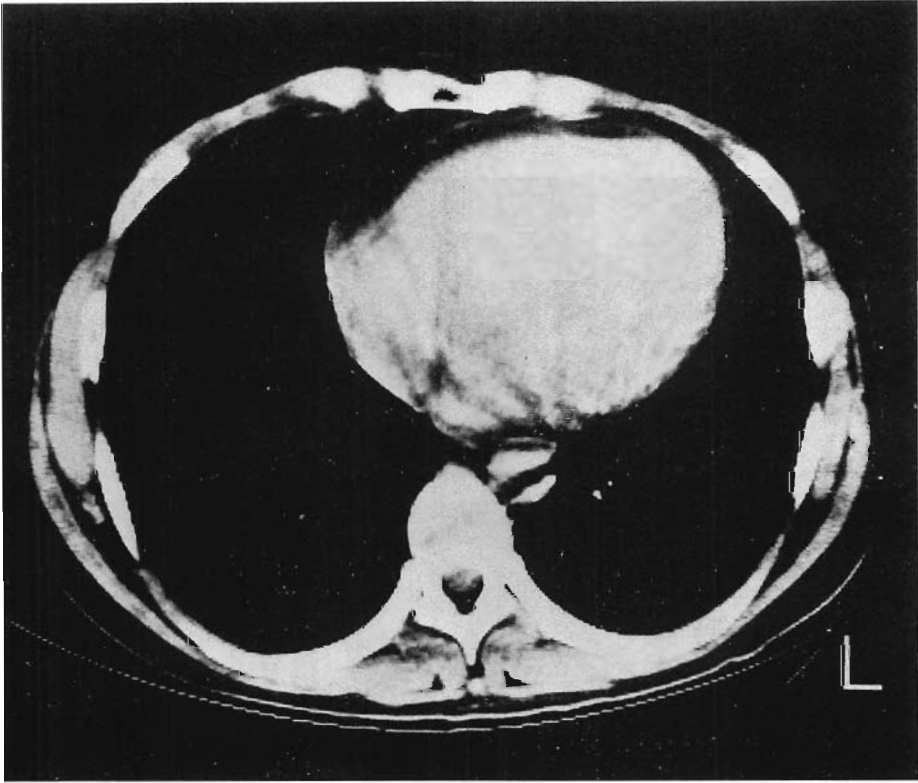


Fig. 1. Normal pericardium.

The normal pericardium is seen as a thin line (less than 2 mm) of soft tissue density between the mediastinum and epicardial fat pads. It is visualized as the structure surrounding the right and anterior ventricular surfaces.

L=left-side.

状，身体所見および心カテーテル所見などを **Table 1** にまとめた。4例ともうっ血性心不全（特に右心不全）の症状が著明で，奇脈および拡張期の心膜叩打音（pericardial knock sound）をそれぞれ2例に認めた。心カテーテル所見では全例，左室拡張末期圧，右室拡張末期圧，右房圧，上・下大静脈圧などが上昇しており，右室および左室圧波形は dip and plateau を示し，心拍出係数は低下していた。また，4例中3例に心機図および心エコー図を行ったが，頸静脈波は全例，心房収縮波（a 波），心房充盈波（v 波）とも高い W 型波形を示した。心エコー図では全例，心膜の肥厚，心膜輝度の増大，心室後壁の拡張中期以

後の運動障害などがみられ，典型的な収縮性心膜炎の所見を呈していた。

心 CT 像では4例とも，右房より右室，左室の外側を囲むように，厚さ 3~10 mm の辺縁不規則な肥厚を示す心膜が認められ，特に症例2と3では，心膜の平均 CT 値が 514 および 994 と高値を示し，心膜石灰化の所見を認めた。

造影 CT 像より，これら4例について，左室（LV），左房（LA），右室（RV），右房（RA），上大静脈（SVC）および下大静脈（IVC）の最大断面積の測定を行った (**Table 2**)。既報の健常例の各心腔平均断面積（左室 $24.5 \pm 4.9 \text{ cm}^2$ ，左房 $14.6 \pm 3.2 \text{ cm}^2$ ，右室 $18.8 \pm 5.1 \text{ cm}^2$ ，右房 6.6 ± 2.0



Fig. 2. CT image of a patient with constrictive pericarditis (56-year-old male).

The irregularly thickened (3~7 mm) pericardium is seen at the right and anterior region of the heart (from the level of inferior part of the left ventricle to that of the aortic valve ring: panels 2, 3, 4 and 5). Each scan is 15 mm apart, from the level of the diaphragm (1) to that of the pulmonary artery (8). Dilatation of the caval veins is also recorded (panels 1 and 6).

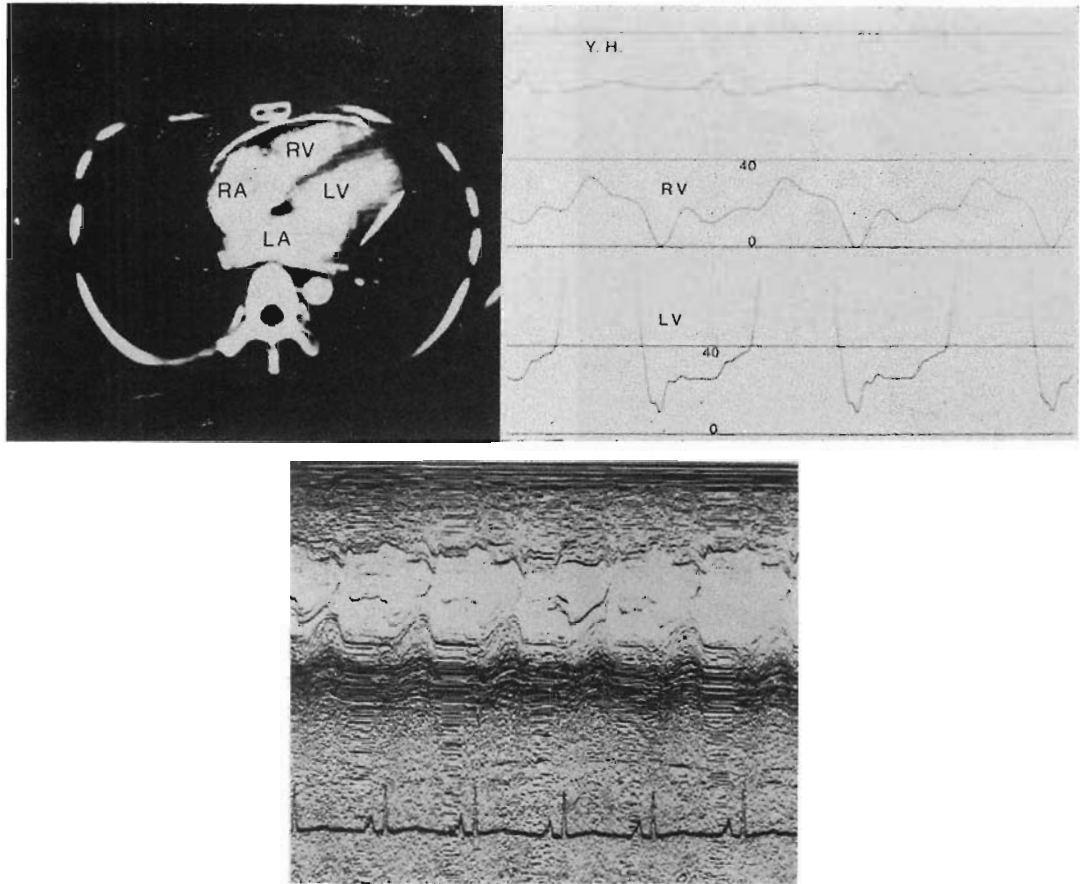


Fig. 3. CT image, right and left ventricular pressures, and M-mode echocardiogram of a patient with constrictive pericarditis (34-year-old female).

The CT image (top left) shows the thickened (4~7 mm) and the calcified pericardium surrounding the heart (CT value: 514). The right and left ventricular pressure curves (top right) show an early diastolic pressure dip and late diastolic plateau pattern. In the M-mode echocardiogram (bottom), the left ventricular posterior wall shows a flat motion during diastole and the pericardial echo is dense and thick.

RV=right ventricle; RA=right atrium; LV=left ventricle; LA=left atrium.

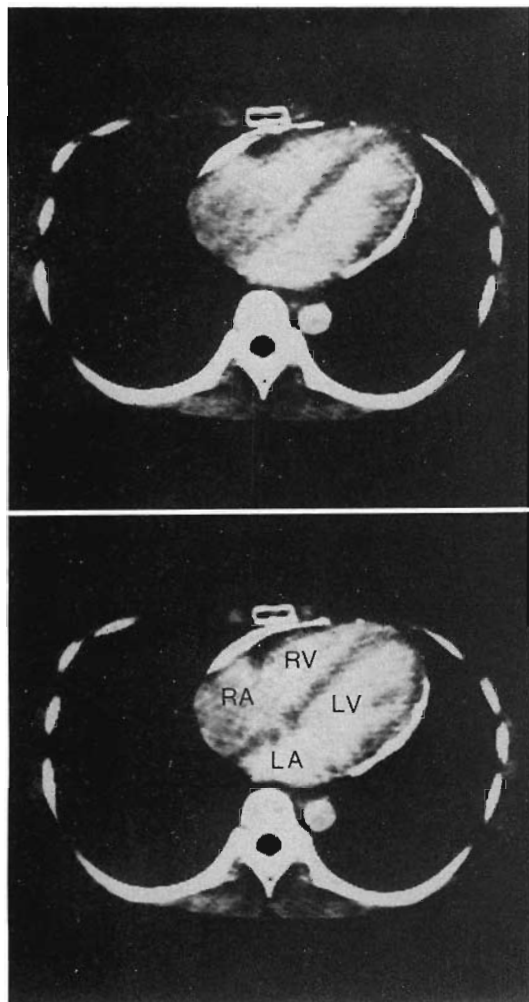


Fig. 4. ECG-gated CT images of the same patient as in Fig. 3.

Upper panel shows the end-systolic CT image, and lower panel shows the end-diastolic CT image. In diastolic phase, the left ventricular free wall movement is abnormally reduced.

Abbreviations: See Fig. 3.

cm², 上大静脈 2.0±0.8 cm², 下大静脈 3.9±1.5 cm²)¹⁾と比較すると, 収縮性心膜炎では, 左室, 右室ともに縮小傾向にあるが, 左房, 右房は拡大傾向を示し, とくに上・下大静脈は著明な拡大を示した. なお症例 2, 4 について心膜切除前後で

断面積の変化をみてみると, 左右両心室は拡大傾向, 左房, 右房, 上・下大静脈は縮小傾向を示し, 心膜切除による効果が認められた.

考 按

収縮性心膜炎は, 心膜肥厚の結果, 心室の拡張障害により, おもに右心不全の病態を呈する特徴的な疾患である. 従来, この疾患の非観血的診断には, 心音²⁾, 脈波³⁾, 超音波法^{4,5)}などが用いられて来たが, 必ずしも満足のゆく診断成績が得られているとは思えない. しかし, X線CTはX線吸収度の差により画像を作るので, コントラスト分解能に優れ, また臓器別のX線吸収度の測定も可能なので, これにより, 従来行うことのできなかった心膜の性状, 厚さ, 拡がりなどを推定することが可能であると思われる.

健常例の心膜は, 心CTを実施した例の約半数で認められ, 心前方および右方に厚さ約2 mm以下の平滑な線として示されるが, これはHouangら⁶⁾の報告と同様である. しかし心外膜下脂肪層がほとんどみられない例や, また心運動が最も大きい場所である心の左後方では, 心膜の同定は困難であった.

このように健常の心膜は薄く, CT値も20~30で, 脂肪層がなければ区別が困難であり, さらに運動の影響もあるため, すべての例で心膜が認められるわけではない. しかし, 心膜に炎症, 変性, 石灰化等が起こると心筋とのX線吸収度の差が大きくなり, 同時に肥厚も起こるため, その識別は容易となる. 我々の収縮性心膜炎4例の心膜CT値はTable 2に示すごとく高く, また心膜の肥厚も3~10 mmと明瞭で, かつ4例とも心膜が心全周にわたって明らかに認められることが診断的であるといえる.

Moncadaら⁷⁾は, 心膜で石灰沈着の一番起こりやすい部位として, 左右房室間溝部や心の下部をあげている. さらに収縮性心膜炎の臨床症状がない場合でも, 心膜石灰化を有する例を認めたと述べているが, 実際, 我々の収縮性心膜炎の中で

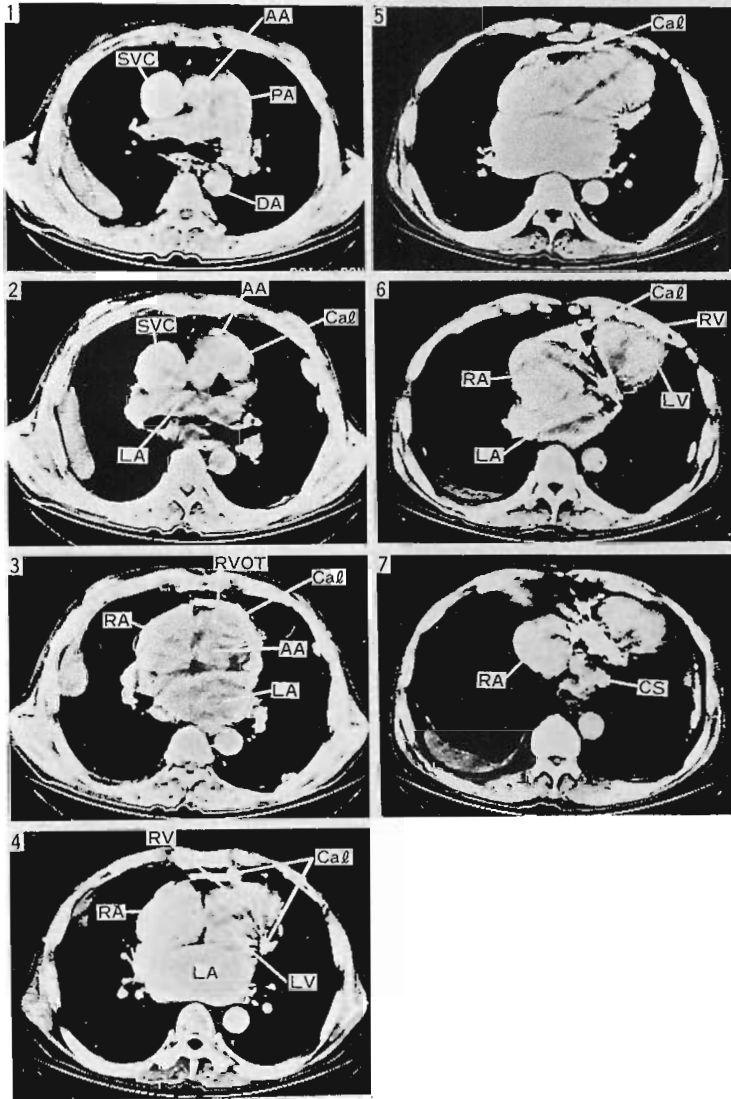


Fig. 5. Calcific constrictive pericarditis (66-year-old male).

The severely calcified pericardium (CT value: 994) surrounds the right and left ventricles and atrioventricular groove (panels 5, 6, and 7). The right and left atria and the SVC are dilated (panels 1, 4, and 5).

AA=ascending aorta; DA=descending aorta; Cal=calcification; CS=coronary sinus; PA=pulmonary artery; RVOT=outflow tract of the right ventricle; SVC=superior vena cava. Other abbreviations: See Fig. 3.



Fig. 6. CT images before (top) and after (bottom) pericardiectomy.

The ventricular cavity tends to dilate after operation, whereas the dimensions of the SVC and IVC are reduced.

最も重症な症例3では、心膜のCT値が994と高度の心膜石灰化を呈し、房室間溝を中心に心膜が石灰化しており、このため左右両心室は著しく縮小し、逆に左房、右房とも著明な拡大が認められた。またその他の例でも房室間溝部の肥厚があった。一方、心膜肥厚を有し、心拡張制限のみられない例では、肥厚は局在的で、房室間溝全周

にわたって肥厚、石灰化がみられるものはなかった。

収縮性心膜炎において、他の重要なCT所見としては各心腔の変化がある。我々の例では両心室の縮小傾向、上・下大静脈の著明な拡大があり、心膜肥厚が左房、右房に及ばない例では両心室にも拡大が認められているが、これは心室の拡張障害と、それによる2次的な左房、右房および大静脈圧上昇の結果である。またCTではこれら心構造物の断面積および容量の測定が容易なので、その測定により、収縮性心膜炎による機能障害の程度を推定することが可能と思われる。また、Doppmanら⁹⁾の収縮性心膜炎例でも同様な所見が認められるが、彼らはそのほかに、造影CTにより、収縮性心膜炎例では心室中隔の屈曲所見がみられることを示し、その理由として胸骨と心膜との癒着などによる収縮形態の変化をあげている。しかし、造影CTや心電図同期CTを行った我々の4例では、いずれもCT像で中隔の異常はみられず、これは本症の特徴的所見とは考えにくかった。

心膜切除前後のCT像を比較すると、切除後では左室、右室とも拡大傾向を示し、左房、右房および上・下大静脈は縮小した。しかし心機能および自覚症状は著明に改善しない例もあり、Portalら⁹⁾も示しているように、心筋自身の変性による収縮能の低下が関係すると考えられた。

心膜性の拡張制限を起こす病変として心膜液貯留があるが、そのCT像については、友田ら¹⁰⁾を始め多くの報告があり、心膜液の貯留量、性状、分布などが診断可能である。今回の例では心膜液貯留を合併する例はなかったが、心膜肥厚は心膜液による拡張制限を強めるため、このような例の診断にもCTは極めて有用と思われる。

以上、収縮性心膜炎の4例についてCT所見を中心に検討を加えたが、そのCT所見として、第1に房室間溝を中心に心全体を取り巻く心膜の肥厚と石灰化、第2に心室の縮小と心房、大静脈の拡大が認められ、これらは単なる心膜肥厚の

Table 1. Clinical and hemodynamic data

Name	Age	Sex	Symptoms	Hemodynamics (mmHg)									Pericardiectomy
				LV	PAW	PA	RV	RA	IVC	SVC	D & P	CI	
1. T.T.	56	M	Edema	100/24	(21)	33/18 (24)	34/22	(20)	(20)	(20)	+	2.5	+
2. Y.H.	34	F	SOB, ascites	92/23	(15)	27/15 (20)	31/17	(14)	(14)	(14)	+	2.5	+
3. A.Y.	66	M	SOB, edema		(17)	43/23 (28)	51/14	(11)	(7)	(6)	+	2.4	+
4. M.K.	54	M	Ascites	90/20	(13)	26/12 (17)	30/12	(12)	(13)	(13)	+	2.1	+

LV=left ventricular pressure; PAW=pulmonary arterial wedge pressure (mean); PA=pulmonary arterial pressure; RV=right ventricular pressure; RA=right atrial pressure (mean); IVC=inferior vena cava pressure (mean); SVC=superior vena cava pressure (mean); D & P=dip and plateau pattern; CI=cardiac index; SOB=shortness of breath.

Table 2. CT findings of constrictive pericarditis

Name	Thickness	CT value	Calc.	Sectional area (cm ²)							
				LV	LA	RV	RA	SVC	IVC	Mid-vent.	
1. T.T.	3~7	47	-	22.3	31.7	17.7	19.3	5.0	8.8		
2. Y.H.	4~7	514	+	12.8 ↓ 15.4	18.6 ↓ 10.1	7.1 ↓ 8.4	17.7 ↓ 8.4	5.2 ↓ 2.0		56.4 ↓ 59.3	
3. A.Y.	5~10	994	++	19.2	46.2	17.8	27.8	13.1	22.1		
4. M.K.	3~6	54	-	17.2 ↓ 30.5	24.5 ↓ 21.2	15.5 ↓ 16.9	14.8 ↓ 11.2	5.1 ↓ 3.4	8.4 ↓ 6.7	82.9 ↓ 90.9	

Calc.=calcification; LV=left ventricle; LA=left atrium; RV=right ventricle; RA=right atrium; SVC=superior vena cava; IVC=inferior vena cava; Mid-vent.=mid-ventricle; ↓=change of sectional area between pre- and post-pericardiectomy.

CT 像との鑑別の要点になると考えられた。また、これらの変化は非観血的に容易に観察可能であるので、収縮性心膜炎の早期発見、病態、臨床経過、心膜切除後の状態を観察するうえで非常に有用であり、これら疾患の診断に対し、CT は今後大いに利用されるようになるものと考えられる。

要 約

CT は、X 線コントラスト分解能が、通常の

X 線撮影法によりはるかにすぐれているため、収縮性心膜炎 (CP) の診断に役立つものと期待されるが、これまで十分な検討がなされていない。そこで、心カテーテル法、心エコー図法により CP と診断され、手術により確認された 4 例に、単純および造影 CT を、そのうち 1 例に心電図同期 CT を行い、その CT 所見を検討した。

1. 正常例の心膜は、ほぼ平滑で心前方および右方のみにもみられ、厚さは、ほぼ 2 mm 以下であったが、CP の心膜は不規則な肥厚がみられ、

心の左方や後方にも存在し, 厚さは 2 mm 以上であった.

2. 心膜の平均 CT 値は, 正常例に比し CP で有意に増加していた.

3. CP の造影 CT 像では, 各心腔の大きさが正常範囲である場合でも, 上・下大静脈の著明な拡大を認めた.

4. 心電図同期 CT を行った例では, 両心室の拡張障害が存在した.

5. 心膜切除前後の CT 像を比較すると, 術後では心室が拡大傾向を示し, 上・下大静脈は縮小した.

以上から, CT は心膜の肥厚の程度, 心膜の性状, 各心腔や大静脈の拡大程度の判定に役立ち, CP の非観血的診断法として有用と考えられた.

文 献

- 1) 増田善昭: 心臓・大血管の CT による計測値. 呼吸と循環 **30**: 667, 1982
- 2) Delman AJ, Stein E: Dynamic Phonocardiography and Cardiac Auscultation. WB Saunders Co, Philadelphia, 1979, p 218
- 3) Ghose JC, Mitra SK, Chhetri MK: Systolic time intervals in the differential diagnosis of constrictive pericarditis and cardiomyopathy. Br Heart J **38**: 47, 1976
- 4) Schnittger I, Bowden RE, Abrams J, Popp RL: Echocardiography: Pericardial thickening and constrictive pericarditis. Am J Cardiol **42**: 388, 1978
- 5) Voelkel AG, Pietro DA, Folland ED, Fisher ML, Parisi, AF: Echocardiographic features of constrictive pericarditis. Circulation **58**: 871, 1978
- 6) Houang MTW, Arozana X, Shaw DG: Demonstration of the pericardium and pericardial effusion by computed tomography. J Comput Assist Tomogr **3**: 601, 1979
- 7) Moncada R, Baker M, Salinas M, Demos TC, Churchill R, Love L, Reynes C, Hale D, Cardoso M, Pifarre R, Gunnar RM: Diagnostic role of computed tomography in pericardial heart disease: Congenital defects, thickening, neoplasms, and effusions. Am Heart J **103**: 263, 1982
- 8) Doppman JL, Rienmuller R, Lissner J, Cyran J, Bolte HD, Strauer BE, Hellwig H: Computed tomography in constrictive pericardial disease. J Comput Assist Tomogr **5**: 1, 1981
- 9) Portal RW, Besterman EM, Chambers RJ, Sellors TH, Somerville W: Prognosis after operation for constrictive pericarditis. Br Med J **1**: 563, 1966
- 10) Tomoda H, Hoshiai M, Furuya H, Matsumoto S, Tanabe T, Tamachi H, Sasamoto H, Koide S, Kuribayashi S, Matsuyama S: Evaluation of pericardial effusion with computed tomography. Am Heart J **99**: 701, 1980