

原 著

超高速CTによる生体弁石灰化の診断

関谷 透・菊込 正人・*古田 昭一

佐々木研究所附属杏雲堂病院 放射線科

*三井記念病院 心臓外科

Bioprosthetic Valve Calcification Evaluated with Ultrafast Computed Tomography

Tohru Sekiya, Masahiro Karikomi, *Sjouichi Furuta

Department of Radiology, Sasaki Institute Kyoundo Hospital

*Department of Cardiac Surgery, Mitsui Memorial Hospital

Abstract

The disadvantage of prosthetic tissue valve (PTV) of the heart is lack of durability. Degeneration and calcification are reported to be major causes. To assess the detectability of calcification in PTV with ultrafast computed tomography (UFCT), 16 patients with 18 PTV (16=mitral, 2=tricuspid) who underwent both UFCT and surgical re-replacement of PTV were evaluated. UFCT, Imatron C-100, is a new type of computed tomography based on an electron beam technology. The examination consisted of 8 mm-thick contiguous sections and 50 msec acquisition time cine mode scans. Three patient had precontrast scans only, seven had post-contrast scans only and six had both pre and post-contrast scans. Images were inspected for the presence or absence of calcium in PTV on cine mode images. The results were compared with ones on specimen radiographs of each resected PTV. UFCT depicted calcifications correctly in 10 out of 13 calcified PTV and denied in four of five non-calcified PTV. Sensitivity was 76.9%, specificity was 80.0% and accuracy was 77.8%. UFCT was useful in the evaluation of calcification in PTV.

Key words : Prosthetic tissue valve, Ultrafast computed tomography, prosthetic valve degeneration.

緒 言

人工弁置換術の発達は、重傷心疾患の治療管理に大きな福音をもたらした。1960年にHarken¹⁾、StarrとEdwards²⁾によって弁置換術が施行されて以来、さまざまな種類の人工弁が開発されてきた。理想的な人工弁が有するべき条件は、流体力学的に優れていること、血栓形成の無いこと、入手が容易なこと、耐久性に優れていること、などである³⁾。生体弁は流体力学的に優れており、機械弁と比較して血栓形成が少ないことが特徴とされているが、耐久性に問題がある⁴⁾⁻⁶⁾。この生体弁劣化の大きな原因の一つに、弁の石灰化がある⁷⁾⁸⁾。今回我々は、超高速CTを用いて生体弁石灰化の描出能について検討したので、ここに報告する。

対 象

対象は、以前に生体弁を用いた弁置換術を受けている16患者の18弁（僧帽弁16弁、三尖弁2弁）であり、

全員が超高速CT施行後5カ月以内に再び人工弁置換術を施行された。初回の弁置換術に使用された生体弁は、Carpentier-Edwards弁が16弁、Hancock弁が2弁であった。男性7例、女性9例であり、年齢は49歳から74歳、平均61.8歳であった。初回の弁置換術から2回目の弁置換術までの期間は61カ月から184カ月、平均110.9カ月であった。

方 法

使用した機種は、電子線走査型超高速CTイマトロンC-100⁹⁾であり、動画像表示を得る目的で、全例に長軸方向および短軸方向のシネモード撮影¹⁰⁾を施行した。撮影時間50ミリ秒、撮影間隔8ミリ秒、スライス厚8mm、画素数256×256を用いた。単純撮影のみを施行したもの3例、造影撮影のみを施行したもの7例、単純撮影と造影撮影の両方を施行したもの6例であった。

経静脈的造影には、心拍動への影響の少ない非イ

表1 生体弁石灰化の程度分類

超高速CT		軟線撮影	
無	—	無	—
小	+	点状	+
大	2+	線状	2+
		面状	3+
		び漫性	4+

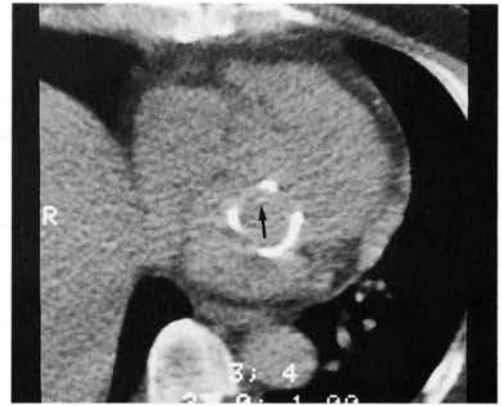


図1 a

表2 生体弁の石灰化

軟線撮影 \ 超高速CT	—	+	2+	3+	4+
—	4	1	1	1	
+	1		2		
2+				4	4

オン性造影剤 (370mgI / ml) を使用し、1回注入量は30mlから45mlとした。20Gテフロン針を用い、注入部位はできるだけ肘静脈を選択し、自動注入機を使用した。注入速度は二段階とし、最初の20mlから25mlを2ml / 秒から2.5ml / 秒の速度で、残りを0.5mlから1ml / 秒の速度で注入し、注入終了直前から撮影を開始した。種々のレベルおよび断面を撮影するためには、この注入を2~3回繰り返す必要があった。

手術によって摘出された生体弁には、全例において、速やかに2方向のX線軟線撮影が施行された。

結果

超高速CTシネモード画像上で認められた生体弁の石灰化を3段階に分類した (表1)。即ち、無石灰化を (-)、小石灰化を (+)、大石灰化を (2+) とした。また、摘出された生体弁の軟線撮影像上の石灰化を5段階に分類した (表1)。即ち、無石灰化を (-)、点状石灰化を (+)、線状石灰化を (2+)、面状石灰化を (3+)、び漫性石灰化を (4+) とした。

摘出された生体弁の石灰化は、(-) が5弁、(+) が1弁、(2+) が3弁、(3+) が5弁、(4+) が4弁であった。これらの石灰化が、超高速CTでどのように描出されたかを示したのが表2である。超高速CTで描出できた最小の石灰化は線状石灰化を示した3弁のうち2弁であった (図1)。面状石灰化を示した5弁のうち4弁

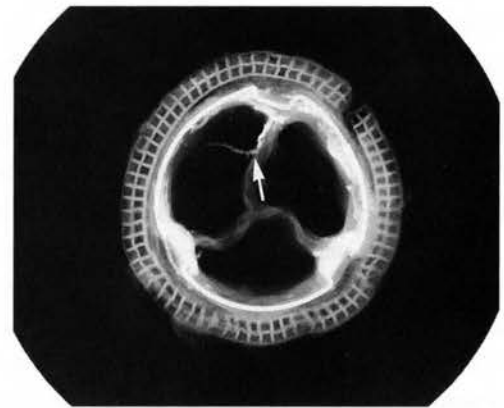


図1 b

図1 58歳男性、初回生体弁置換術後87カ月

- a. 造影前超高速CT像：小石灰化 (矢印) を認める。
b. 摘出生体弁の軟線撮影像：線状石灰化 (矢印) を認める。

は超高速CTで石灰化が認められたが (図2)、1弁は石灰化を指摘することができなかった。び漫性の強い石灰化があった4弁では、その存在を超高速CTで指摘するのは容易であった (図3)。

考察

人工弁置換術施行時に生体弁を使用するにあたって、問題となるのは同弁の劣化が比較的早いことである。10年間に20~30%が自然変性^{12)~14)}、狭窄あるいは閉鎖不全を起こすと言われている。この劣化の原因は、生体弁への石灰沈着や内膜の新生による弁の肥厚であるが¹²⁾、特に前者に起因する割合が高く、若い女性の僧帽弁置換術後に多く発生する¹¹⁾。

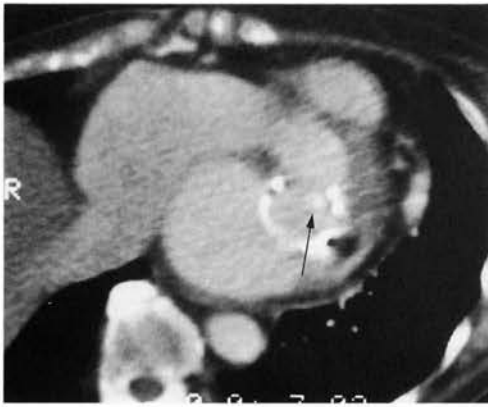


図2 a

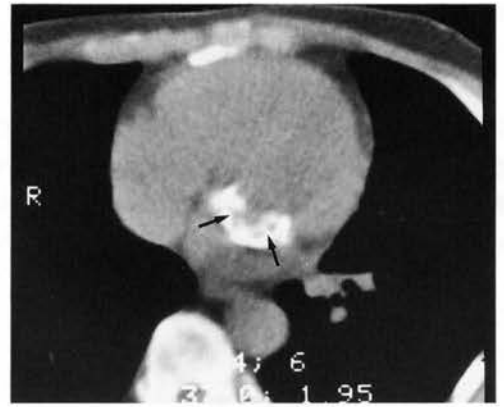


図3 a

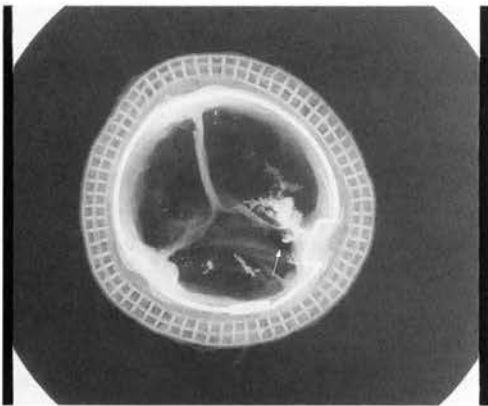


図2 b

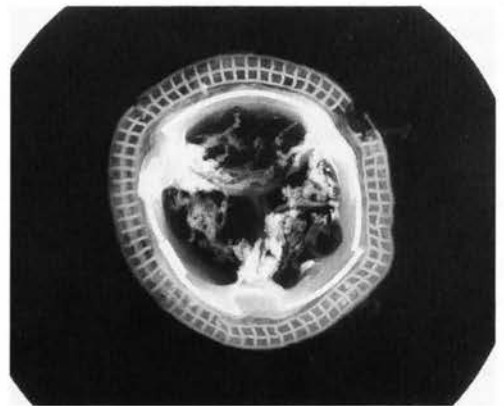


図3 b

図2 68歳男性、初回生体弁置換術後143カ月
 a. 造影後超高速CT像：小石灰化（矢印）を認める。
 b. 摘出生体弁の軟線撮影像：面状石灰化（矢印）を認める。他の小さな石灰化は超高速CT上認められていない。

図3 61歳男性、初回生体弁置換術後111カ月
 a. 造影前超高速CT像：び漫性の石灰化（矢印）を認める。
 b. 摘出生体弁の軟線撮影像：び漫性の石灰化を認める。

このことから、生体弁の石灰沈着の有無を知ることは、臨床上重要な意味を持つ。

人工弁置換術を受けた患者の心機能評価には、詳しい臨床経過の聴取と理学的検査が最も重要であることは論を待たないが、近年になり超音波ドプラ法が、人工弁置換術後の血流動態の評価に有用性を発揮するようになり、従来行われていたX線透視法、心音図法、二次元心エコー図法に代わって、悲観的心機能評価法の最も重要な方法となった⁴⁾¹⁶⁾¹⁷⁾。これに対し超高速CTは、血流に関する情報には乏しいが、心臓全体が死角なく観察できること、石灰化の描出に優れていることから、生体弁劣化の診断にも有用である¹⁰⁾。

軟線撮影像で認められた生体弁の石灰化のうち、点状のもの（1弁）は超高速CTで描出できなかったが、線状より大きな石灰化を示した12弁のうち10弁では、石灰化の存在を指摘することができた。軟線撮影像上で認められた生体弁の石灰化を、単純に無と有の2群に分け、その存在が超高速CTで診断できたかを問うてみると、存在した13弁の石灰化のうち10弁で、また、石灰化が存在しなかった5弁のうち4弁で、正しく診断されていた。これらの結果から算出すると、sensitivityは76.9%、specificityは80.0%、全体としてのaccuracyは77.8%となる。このことから、超高速CTは生体弁における石灰化の検出に優れており、生体弁置換術を施行された患者の管理に重要な

情報を提供すると言える。

結 語

生体弁置換術を受けた16患者(18弁)に超高速CTを施行し、生体弁石灰化描出能について、摘出弁軟線撮影像と比較検討した。sensitivityは76.9%、specificityは80.0%、全体としてのaccuracyは77.8%であり、超高速CTは生体弁置換術施行後の患者管理に重要な情報を提供すると考えられた。

参考文献

- 1) Harken, D. E., Soroff, H. S., Taylor, W. J. et al.: Partial and complete prosthesis in aortic insufficiency, *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 40 ; 744-762, 1960.
- 2) Starr, A. and Edwards, M. L.: Mitral replacement : clinical experience with a ball-valve prosthesis, *Ann. Surg.* 154 ; 726-740, 1961.
- 3) Antunes, M. J. and Pocock, W. A.: Prosthetic mitral valve replacement, *Perspectives on the mitral valve* (ed. by Barlow, J. B.) 258-265, F. A. Davis, Philadelphia, 1984.
- 4) Alan, M., Lakier, J. B., Pikard, S. D. et al.: Echocardiographic evaluation of porcine bioprosthetic valves : experience with 309 normal and 59 dysfunctioning valves, *Am. J. Cardiol.* 52 ; 309-315, 1983.
- 5) Magilligan, D. J. Jr, Lewis, J. W. Jr, Jara, F. M. et al.: Spontaneous degeneration of porcine bioprosthetic valves, *Ann. Thorac. Surg.* 30 ; 259-266, 1980.
- 6) Platt, M. R., Mills, L. J., Estrera, A. S. et al.: Marked thrombosis and calcification of porcine heterograft valves, *Circulation* 62 ; 862-869, 1980.
- 7) Spray, T. L. and Roberts, W. C.: Structural changes in porcine xenografts used as substitute cardiac valves. Gross and histologic observations in 51 glutaraldehyde-preserved Hancock valves in 41 patients, *Am. J. Cardiol* 40 ; 319-330, 1977.
- 8) Ishihara, T., Ferrans, V.J., Boyce, S. W. et al.: Structural and classification of cuspal tears and perforations in porcine bioprosthetic cardiac valves implanted in patients, *Am. J. Cardiol.* 48 ; 665-678, 1981.
- 9) Boyd, D. P. and Lipton, M. J.: Cardiac computed tomography, *Proc. I. E. E. E.* 7 ; 298-307, 1983.
- 10) 関谷 透, 苅込 正人: Ultrafast CTによる心大血管疾患の診断、臨床画像 9 ; 38-47, 1993.
- 11) Lakier, J. B., Khaja, F., Magilligan, D. J. Jr. et al.: Porcine xenograft valves. Long-term (60-89 month) follow up, *Circulation* 62 ; 313-318, 1980.
- 12) Czer, L. S. C., Matloff, J. M., Chaux, A.: Comparative clinical experience with porcine bioprosthetic and St. Jude valve replacement, *Chest* 91 ; 503-514, 1987.
- 13) Magilligan, D. J. Jr, Lewis, J. W. Jr, Tilley, B. et al.: The Porcine bioprosthetic valve. Twelve years later, *J. Thorac. Cardiovasc Surg.* 89 ; 499-507, 1985.
- 14) Gallo, I., Ruiz, B., Nistal, F. et al.: Degeneration in porcine bioprosthetic cardiac valves : Incidence of primary tissue failures among 938 bioprostheses at risk, *Am. J. Cardiol.* 53 ; 1061-1065, 1984.
- 15) Gallucci, V., Bortolotti, U., Milano, A. et al.: Isolated mitral valve replacement with the Hancock bioprosthesis : A 13 year appraisal, *Ann. Thorac. Surg.* 38 ; 571-578, 1984.
- 16) Panidis, I. P., Ross, J., and Mintz, G. S.: Normal and abnormal prosthetic valve function as assessed by Doppler echocardiography, *J. Am. Coll. Cardiol.* 8 ; 317-326, 1986.
- 17) Gabrielsen, F. G., Berg-Johansen, J., Hoehner, M. et al.: Normal hemodynamics of the medtronic - Hall Prosthetic valve in mitral position compared with other mitral valve prostheses as assessed by Doppler echocardiography, *Am. J. Noninvas. Cardiol.* 6 ; 363-366, 1992.

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（社）学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619