

Title	左室乳頭筋収縮能評価におけるヘリカルCTの有用性
Author(s)	東, 将浩; 内藤, 博昭; 濱田, 星紀 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1999, 59(7), p. 333-337
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16400
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

左室乳頭筋収縮能評価におけるヘリカルCTの有用性

東 将浩¹⁾ 内藤 博昭²⁾ 濱田 星紀³⁾ 有澤 淳⁴⁾ 本多 修³⁾
三原 直樹³⁾ 富山 憲幸³⁾ 上甲 剛³⁾ 前田 宗宏³⁾ 中村 仁信³⁾

1) 国立大阪病院放射線科 2) 大阪大学医学部バイオメディカル教育研究センター機能画像診断学研究所
3) 大阪大学医学部放射線医学教室 4) 大阪通信病院放射線科

Usefulness of Helical Scanning CT in Assessment of Left Ventricular Papillary Muscle Contractility

Masahiro Higashi¹⁾, Hiroaki Naito²⁾,
Seiki Hamada³⁾, Jun Arisawa⁴⁾, Osamu Honda³⁾,
Naoki Mihara³⁾, Noriyuki Tomiyama³⁾,
Takeshi Johkoh³⁾, Munehiro Maeda³⁾
and Hironobu Nakamura³⁾

Three-dimensional data on the left ventricle at quasi-end-diastole and quasi-end-systole were acquired by helical scanning CT in 12 patients. Short axial images of the left ventricle and long axial images of the papillary muscle were created using multiplanar reconstruction. Left ventricular dimensions and the length of the papillary muscle were measured, and fractional shortening of the papillary muscle was calculated. There was a good correlation between left ventricular dimensions measured by echocardiogram and helical scanning CT (end-diastole: $r = 0.94$; end-systole: $r = 0.86$; fractional shortening of left ventricular dimension: $r = 0.84$). Papillary muscle fractional shortening was 6.3% in the ischemic group and 21.5% in the non-ischemic group ($p < 0.005$). Helical scanning CT is clinically useful for the assessment of left ventricular papillary muscle function.

Research Code No. : 507.1

Key words : CT, Papillary muscle, Heart

Received Oct. 26, 1998; revision accepted March 18, 1999

- 1) Department of Radiology, Osaka National Hospital
- 2) Division of Functional Diagnostic Imaging, Biomedical Research Center, Osaka University Medical School
- 3) Department of Radiology, Osaka University Medical School
- 4) Department of Radiology, NTT Osaka Teishin Hospital

はじめに

左室乳頭筋の機能不全は僧帽弁逆流の一因とされ、特に虚血性心疾患での僧帽弁逆流の原因として乳頭筋収縮異常の重要性が指摘されている¹⁾。しかし、乳頭筋収縮能の臨床的評価法は確立していない。これは、心周期内で位置、形態ともに大きく変化する乳頭筋を捉えるため三次元データを獲得できる、よい画像診断法に限られているためと思われる。

一方、近年普及の著しいヘリカルCTは、撮影範囲内での体軸上の任意位置の画像作成が可能であり、三次元診断のための体積データ獲得に常用されている。またヘリカルCTの180度補完画像構成法を用いると、画像の時間分解能はスキャン時間(管球1回転)の約半分となるので、心臓部でも比較的良好な画像が得られる²⁾。そこで心臓のヘリカルCTデータから微細ピッチでのオーバーラップ画像を多数作成し、心周期内の特定時相の画像を抽出すると、その時相の心臓三次元データを得ることができる。今回、造影ヘリカルCTで得られた拡張末期および収縮末期相当の左室の三次元データを用いて、乳頭筋収縮能の評価を試み、精度と有用性を検討した。

対象と方法

対象は心疾患の精査または除外のためにCTを施行した12症例で、男性7例、女性5例。年齢は21~69歳(平均±標準偏差; 56.4±15.6歳)。疾患内訳は、虚血性心疾患5例(全員3枝病変例)、大動脈弁輪拡張1例、大動脈弁輪拡張症術後1例、ファロー四徴症1例、左房粘液腫1例、肺・縦隔サルコイドーシス3例である。全例整脈、心拍数は46~74/分(平均±標準偏差; 59.8±6.4/分)であった。

全例にGE社製の連続回転型CT装置(High Speed Advantage)を使用し、心臓部の造影CT検査を行った。スキャン時間(管球1回転)は1秒、撮影条件は管電圧120kV、電流200mA。非イオン性ヨード造影剤(300または320mg/ml, 100ml)を每秒1.5mlの速度で急速静注し、約60秒後から、スライス厚5mm、テーブル移動速度5mmにて、約30秒

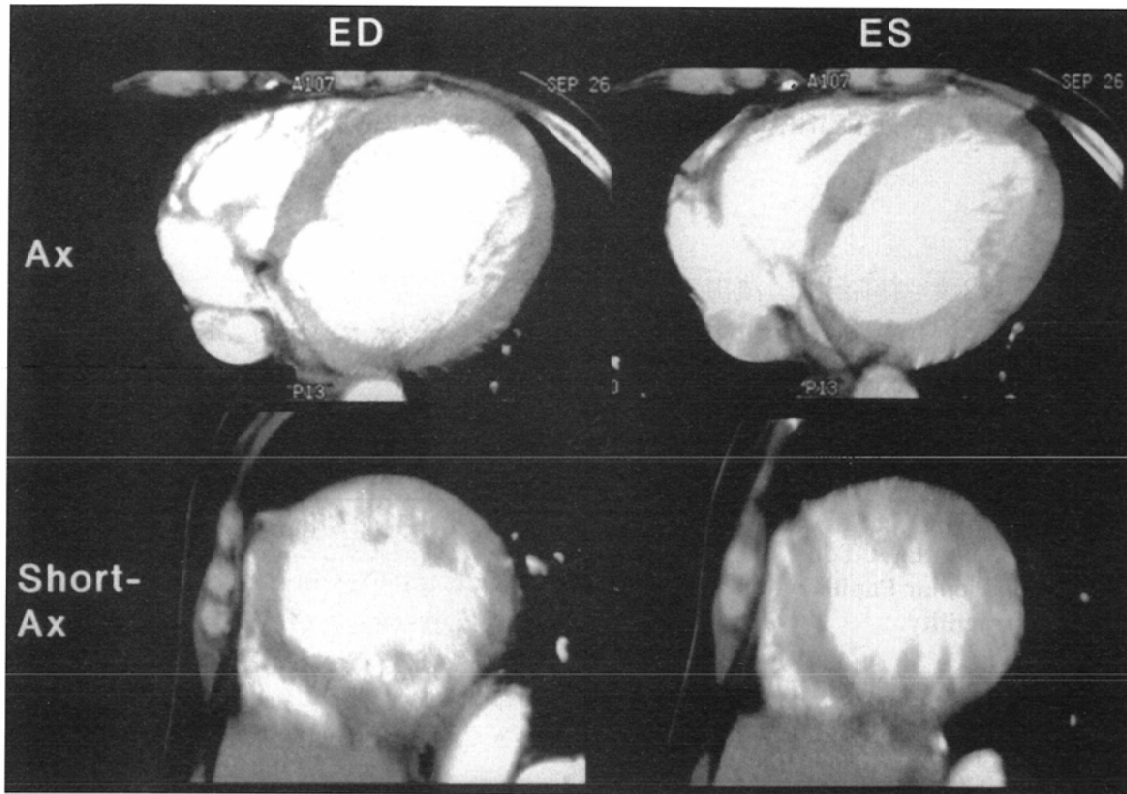


Fig. 1 Annuloaortic ectasia in a 54-year-old woman. Left ventricular helical scanning CT images (Ax) at quasi-end-diastole (ED) and quasi-end-systole (ES). Left ventricular short axial images (Short-Ax) created from upper original images using multiplanar reconstruction.

間のヘリカル撮影を一回の呼吸停止下で行った。撮影は尾側から頭側に向かって行った。

このヘリカル撮影データをもとに、180度補完画像構成法を用い、0.1ピッチ(体軸0.5mmごと)の約300枚の心臓CT画像を作成し、一人の放射科医により心室レベルでは心室の壁運動、心室以外のレベルでは房室間溝や上行大動脈の動きにより拡張末期と収縮末期に近い画像を各心周期から1枚ずつ、約5mm間隔で視覚的に選出して、準拡張末期、準収縮末期の左室三次元データを獲得した。次いでMPR(multiplanar reconstruction)法により、両心時相での腱索レベルの左室短軸像を作成し(Fig. 1)、準拡張末期径、準収縮末期径を計測した。そして、CTと同時期に心エコー図検査を実施している虚血性心疾患3例、肺・縦隔サルコイドーシス2例、左房粘液腫1例、大動脈弁輪拡張症1例の計7例で、ヘリカルCTの左室径と心エコー図法での拡張末期径、収縮末期径、左室内径短縮率を対比した。

左室乳頭筋については、乳頭筋が描出されている横断面を基準として、できるだけ乳頭筋に沿うような左室長軸像を作成した。この左室長軸像を元にし、乳頭筋が最も長く描出される左室水平断画像を作成し、さらに水平断画像を元にし、乳頭筋が最も長く描出される左室長軸断面を作成した(Fig. 2)。乳頭筋の描出が不十分と判断した場合は、この操作を繰り返した。この方法により前乳頭筋、後乳頭筋それぞれが最も長く描出される長軸像または水平断像を作成し、各乳頭筋の両縁での先端から左室壁連結部位までの

長さを計測し、それらの平均を「乳頭筋長」とした(Fig. 3)。そして乳頭筋の収縮期短縮率を算出し、虚血性心疾患群5例と非虚血群5例(肺・縦隔サルコイドーシス2例、左房粘液腫の1例、大動脈弁輪拡張症術後1例、ファロー四徴症1例)とで比較した。非虚血群は同時期の心エコー図または前後の経過観察の心エコー図で左室拡大がなく収縮も比較的良好であった(左室拡張末期径38~52mm、平均46mm、左室内径短縮率29~50%、平均38%)。

結 果

CTでの左室の準拡張末期径は 50 ± 11 mm(平均±標準偏差)、心エコー図での拡張末期径は 50 ± 11 mm、相関計数0.94であり、収縮末期径はCTで 36 ± 10 mm、心エコー図で 35 ± 10 mm、相関計数0.86であった(Fig. 4)。CTでの左室内径短縮率は $27 \pm 11\%$ 、心エコー図では $31 \pm 12\%$ 、相関計数0.84であった。CTの準収縮末期径は心エコー図に対してやや大きく左室内径短縮率は心エコー図に対してやや小さく算出されたが、統計学的な有意差はなかった(Wilcoxon検定)。相関は両径ともに良好であったが、拡張末期径がやや勝った。

2回の計測における左室乳頭筋長の相関係数は0.930であった(Fig. 5)。拡張期前乳頭筋長は、虚血性心疾患群で 2.8 ± 0.6 cm(平均±標準偏差)、非虚血群で 2.9 ± 0.3 cm、収縮期前乳頭筋長は、虚血性心疾患群で 2.7 ± 0.6 cm、非虚血群で 2.1

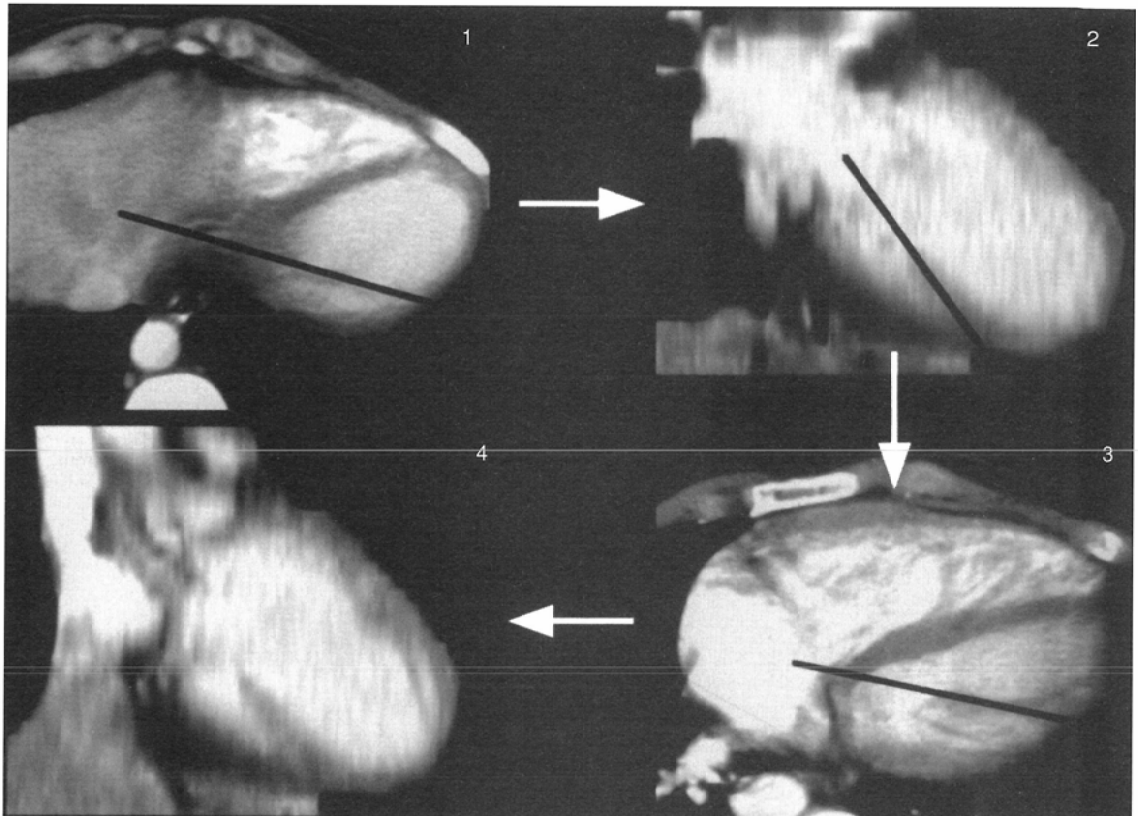


Fig. 2 Method used to produce long axial images of papillary muscle.
 1: An axial image containing papillary muscle was selected.
 2: By referring to the axial image, a left ventricular long axial image along the papillary muscle was created by multiplanar reconstruction.
 3: By referring to the long axial image, a left ventricular horizontal image was created along the papillary muscle.
 4: By referring to the horizontal image, a left ventricular long axial image along the papillary muscle was made as long as possible.

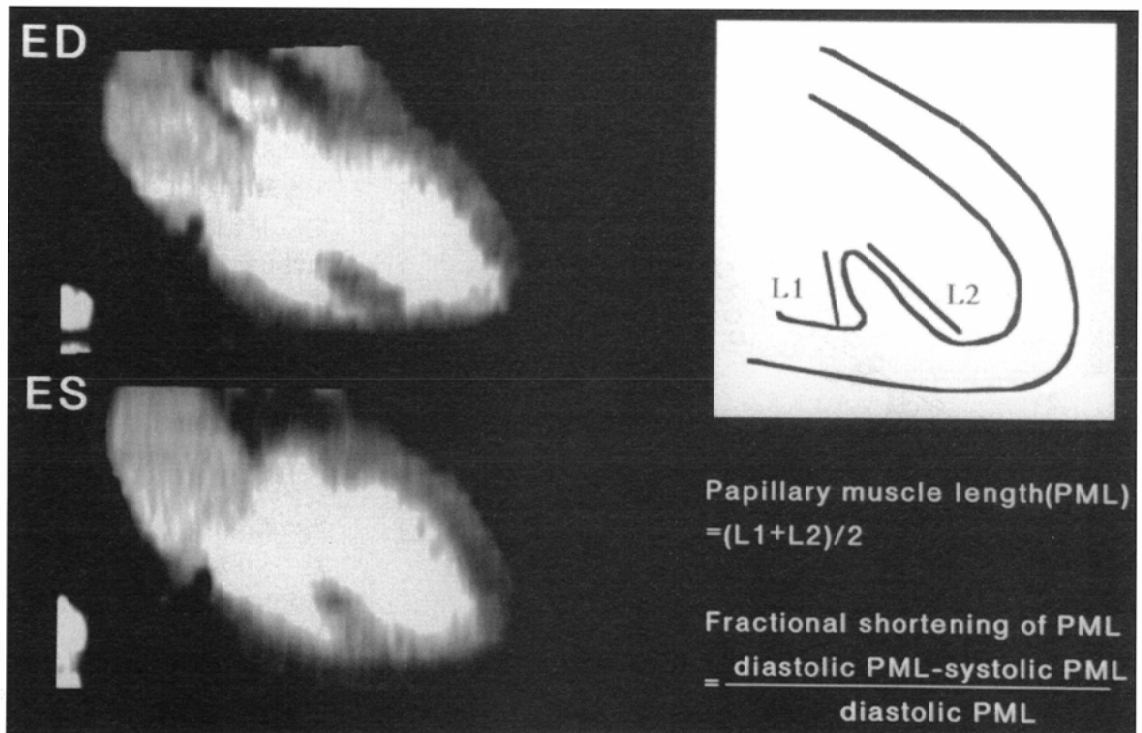


Fig. 3 Ischemic heart disease in a 66-year-old man.
 Long axial images of left ventricular papillary muscle (left). Schematic image and formulas for measuring papillary muscle length and calculating fractional shortening of the papillary muscle (right).

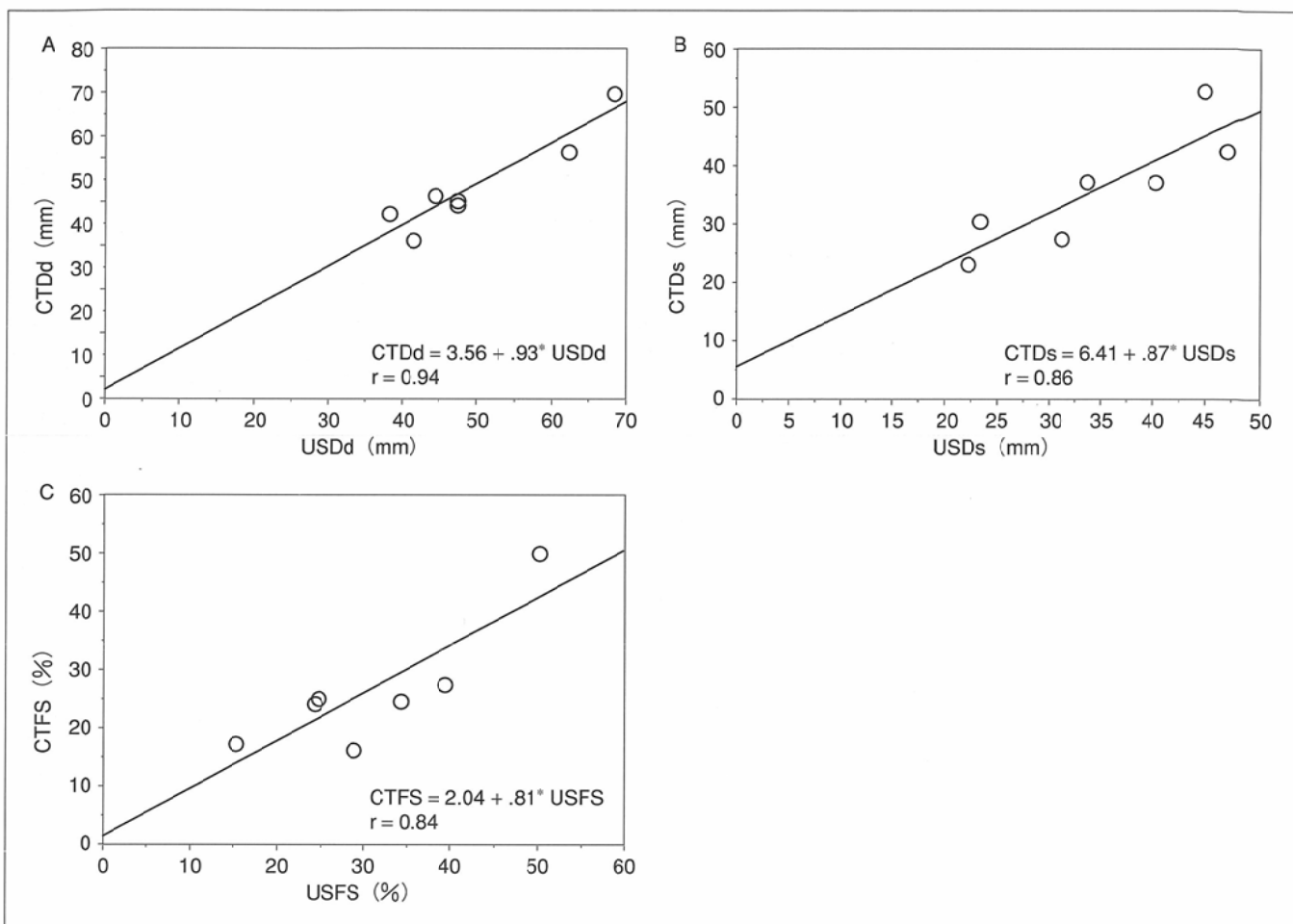


Fig. 4 Correlation of left ventricular dimension between helical scanning CT and echocardiogram.

End-diastole (A), end-systole (B), and fractional shortening (C). Dd: diastolic diameter, Ds: systolic diameter, FS: fractional shortening.

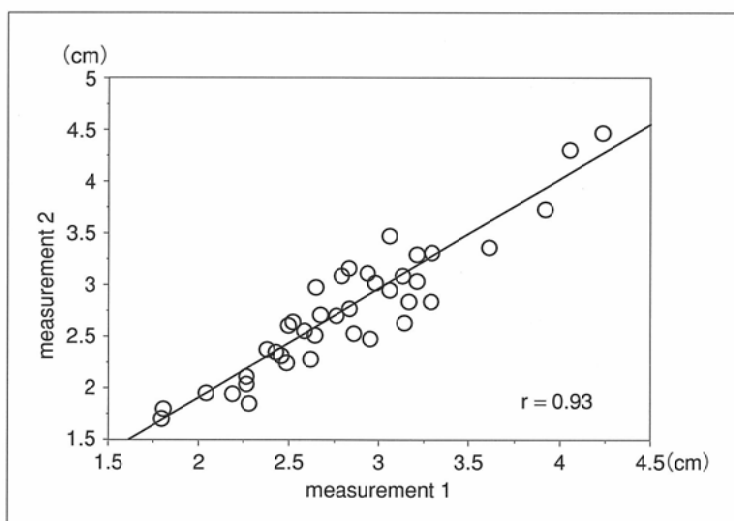


Fig. 5 Correlation between two measurements of papillary muscle length.

2.9±16.9%, 非虚血群で24.3±7.7%となり, 虚血群で有意に低値であった($p < .05$; Mann-Whitney検定). 左室後乳頭筋の短縮率は, 虚血性心疾患群で9.7±8.7%, 非虚血群で18.8±6.6%となり, 虚血群で有意に低値であった($p < .05$; Mann-Whitney検定). 前乳頭筋, 後乳頭筋を合わせた短縮率は, 虚血性心疾患群で6.3±12.9%, 非虚血群で21.5±7.4%となり (Table 2), 虚血群で有意に低値であった($p < .005$; Mann-Whitney検定).

考 察

本法により, 全例で左室の拡張末期と収縮末期相当の画像, および両時相の三次元データが得られた. ヘリカルCTの画像の時間分解能(0.5秒程度)を考慮すると, 心臓部の良好な画像を得るには心拍数は遅いほうがよく, 安野らの報告³⁾では60/分以下が望ましいとされる. しかし三次元データ獲得の面からは, 心拍数が極端に遅いと, 元画像の間に広い間隙を生じて良好なMPR像を作成できないか, または体軸方向での狭い範囲しかカバーできない可能性がある. 現行の1秒スキャン

±0.3cmとなった. 拡張期後乳頭筋長は, 虚血性心疾患群で3.2±0.6cm, 非虚血群で3.1±0.5cm, 収縮期後乳頭筋長は, 虚血性心疾患群で2.9±0.8cm, 非虚血群で2.5±0.3cmとなった (Table 1). 左室前乳頭筋の短縮率は, 虚血性心疾患群で

Table 1 Papillary muscle length in the group with ischemic heart disease (IHD) and the non-ischemic group (non-IHD)

		Anterior PM(cm)	Posterior PM (cm)
Diastole	IHD	2.8 ± 0.6	3.2 ± 0.6
	Non-IHD	2.9 ± 0.3	3.1 ± 0.5
Systole	IHD	2.7 ± 0.6	3.1 ± 0.5
	Non-IHD	2.1 ± 0.3	2.5 ± 0.3

Table 2 Fractional shortening of left ventricular papillary muscle in the group with ischemic heart disease (IHD) and the non-ischemic group (non-IHD)

	IHD (%)	Non-IHD (%)	
Anterior PM	2.9 ± 16.9	24.3 ± 7.7	(p < .05)
Posterior PM	9.7 ± 8.7	18.8 ± 6.6	(p < .05)
Anterior PM + Posterior PM	6.3 ± 12.9	21.5 ± 7.4	(p < .005)

Probability determined by the Mann-Whitney U-test.

程度の装置では、心拍数60前後が適当と考えられ、これから大きくはずれた2症例(心拍数46, 74)は他と比べ画像の劣化がみられた。なお、この心拍数の問題は、管球回転速度の上昇で解消されていくはずである。

心エコー図法との内径の対比検討により、本法が左室の拡張末期および収縮末期形態を精度よく捉えていることを確認できた。ただし本法では、拡張末期径の極めて良好な一致に対して収縮末期径はやや大きく算出され、これは収縮末期が正確に同定できる心エコー図と、収縮後期の時間平均像になるCTとの差によると思われる。

左室乳頭筋収縮について、Grimmらの生存犬の研究での乳頭筋短縮率は22.8 ± 6.5%である⁴⁾。また、Kisanukiらの心エコー図法による臨床検討では、正常例の短縮率は前乳頭筋27%、後乳頭筋30%と報告される⁵⁾。Tischlerらの心エコー図での報告では正常例の短縮率は前乳頭筋30%、後乳頭筋33%と報告される⁶⁾。われわれの非虚血群の短縮率21.5%は心エコー図と比べ低いが、その理由として、左室径と同

様に正確な収縮末期相が捉えられないことによるCTでの過小評価と、乳頭筋の断面内の出入りによる心エコー図法での過大評価があげられ、従って本法が正しい値に近い可能性もある。なお、乳頭筋収縮能の指標として、筋の長軸に垂直な断面の収縮期拡大率も考えられるが、乳頭筋は複数の筋束の集合であり、拡張期と収縮期での対応筋束の同定が容易でないため、この指標は使用しなかった。

本研究で、ヘリカルCTによる左室乳頭筋収縮能評価の可能性が明らかになった。MRIの場合、心電図同期の三次元画像は得難いため、乳頭筋といった細かな構造の評価には本法が優れると思われる。電子ビームCTを用いた乳頭筋短縮率算出の報告はみられないが、本法は画像の時間分解能で電子ビームCTに劣るものの、普及した装置で可能なこと、一回の造影剤注入で複数心時相での高精細の心臓三次元データが得られることから、臨床的feasibilityはむしろ高いと思われる。

文 献

- 1) 村田和彦：僧帽弁閉鎖不全。細田瑛一編：内科学書、655-659、1987、中山書店、東京
- 2) 望月輝一、田中宏明、小山靖史、他：CT ventriculography. 日本医放会誌 57：605-607、1997
- 3) 安野泰史、近藤 武、片田和廣、他：Helical scanning CTにおける冠動脈の描出。日本医放会誌 53：1033-1039、1993
- 4) Grimm AF, Lendrum BL, Lin HL: Papillary muscle shortening in the intact dog. Circ Res 36: 49-57, 1975
- 5) Kisanuki A, Otsuji Y, Kuroiwa R, et al: Two-dimensional echocardiographic assessment of papillary muscle contractility in patients with prior myocardial infarction. J Am Coll Cardiol 21: 923-938, 1993
- 6) Tischler MD, Rothfelt J: Papillary muscle fractional shortening is a determinant of heart shape in patients with prior myocardial infarction. Am J of Cardiol 80: 204-206, 1997