12誘導陰性T波からみた‘たこつぼ型心筋症’の心電図の特徴

泉 礼司*¹ 末綱竜士*² 山本誠一*¹ 吉田 清*³

たこつぼ型心筋症(ACM)は一見しただけでは急性冠症候群をはじめとした冠動脈疾患(CAD)に類似する所見が多く、臨床症状や心電図、心エコー図などに基づく鑑別が一般に困難である。本研究では広範な前胸部誘導($V_2 \sim V_6$)で陰性T波を呈する例において、1枚の心電図から両者を判別する心電図指標を見出すことを目的とし、さらにそれらの指標の精度を確認するために前向き調査を行った。対象は前期(1999～2001年)に後向き調査CAD群24例、ACM群14例。後期(2002～2004年)に前向き調査CAD群24例、ACM群17例。ACM群では、 aV_R のT波が陽性であることに加え、IかつII誘導で陰性T波を呈する例が有意に高率であった(ACM群14/17例：CAD群0/24例、 $p < 0.001$)。またその確率は、陽性尤度比；無限、陰性尤度比；0.176であった。以上より、陰性T波からみたACMとCADとの鑑別点は、 aV_R のT波が陽性であり、加えてIかつII誘導で陰性T波を認める例はACMの可能性が高いことが判明した。(心電図, 2006；26：832～840)

I. 背 景

突然の胸痛など急性心筋梗塞に類似の症状で発症

Keywords

- 標準12誘導心電図
- 陰性T波
- 冠動脈疾患
- たこつぼ型心筋症

*1 川崎医科大学附属病院中央検査部

(〒701-0192 岡山県倉敷市松島577)

*2 川崎医科大学附属川崎病院循環器内科

*3 川崎医科大学循環器内科

し、急性期に一過性の左室心尖部を中心とした広範な壁運動異常と心基部の過収縮とを呈する疾患“たこつぼ型心筋症(Ampulla cardiomyopathy：ACM)”が近年報告されている^{1)～5)}が、いまだ病態の解明は十分ではない。この広範な左室壁運動異常は冠動脈一枝の灌流異常では説明できず、しかも急性期冠動脈造影(CAG)では有意狭窄病変を認めないことから多枝攣縮によるstunned myocardiumではないかとの報告¹⁾もみられるが、CAG時にスパズム誘発試験も施行した多数例の検討⁶⁾からはその原因をスパス

Specific findings of the standard 12-leads ECG in patients with ‘Takotsubo’ Cardiomyopathy : Comparison with the findings of anterior wall myocardial ischemia

Reishi Izumi, Ryoji Suetsuna, Seiichi Yamamoto, Kiyoshi Yoshida

2006年5月16日 原稿受領／2006年9月12日 掲載承認

ムのみに求めることはできない。また急性期ST上昇中でも冠動脈は開存しており、加えてST上昇の時間が異型狭心症に比し有意に長いことから、冠攣縮に起因する貫壁性虚血以外の可能性⁷⁾が示唆されている。

急性期には持続する胸痛、広範な左室壁運動異常に加えて心電図では高率にST上昇や広範な陰性T波を認めるため冠動脈疾患 (coronary artery disease: CAD) との鑑別が重要となる。心電図は循環器救急の現場では最初に記録されることが多く、かつ誰もが簡便に記録しえるにも関わらず、両者の鑑別に有用な心電図指標は見当たらない。

そこで我々は、ACMと急性前壁心筋虚血(以下CADとする)との鑑別に有用な心電図指標の検討を試みた。

II. 目 的

本研究の目的は、《研究1》広範な前胸部誘導($V_2 \sim V_6$)で陰性T波を認める例において、CADとACMの鑑別が一枚の心電図のみから可能か否かを後ろ向きに調査・判定し、その鑑別に有用な指標を見出すことである。《研究2》研究1でCADとACMの鑑別に有用であった心電図指標の精度を前向きに調査することである。

III. 対 象

《研究1》後ろ向き調査(期間1999～2001年:連続症例)胸部($V_2 \sim V_6$)誘導で陰性T波を呈するCAD群24例(男性14例, 女性10例, 平均年齢65.7歳), ACM群14例(男性4例, 女性10例, 平均年齢62.5歳)。

《研究2》前向き調査(期間2002～2004年:連続症例)連続する胸部4誘導以上で陰性T波を呈したCAD群24例(男性13例, 女性11例, 平均年齢68.5歳), ACM群17例(男性6例, 女性11例, 平均年齢72.3歳)。

なお、陰性T波とはT波終末部逆転も含め、0.1 mV以上の深さをもつものとした。全例にCAGを行い、CAD群とは左前下行枝(LAD)に75%以上

の有意狭窄病変もしくは冠スパズムを確認し、左室造影(LVG)もしくは心エコー図でLAD領域の局在的なasynergyを呈した例、ACM群とは正常冠動脈で、急性期LVGまたは断層心エコー図にて一過性の心尖部を中心とした広範囲左室壁運動異常および心基部の過収縮が確認できた例とした。なお、心房細動、脚ブロック、WPW症候群、ペーシング、ジギタリス服用例は本検討から除外した。

IV. 方 法

以前我々は¹⁵⁾、陰性T波に注目して一枚の心電図からCADと左室肥大例を鑑別する方法を検討した。両者の鑑別に有意差を認めた心電図所見は、1. 胸部誘導陰性T波の深さのpeak, 2. 陰性T波の深さの比 $V_2/V_6 > 1$, 3. aV_R の陽性T波の有無, 4. 陰性T波終末部のオーバーシュートの有無, 5. V_5 の0.1 mV以上のST下降の有無の各指標であった。今回はこれらの指標も含めて、以下の項目をCADとACMとの両群間で比較検討した。

《研究1》急性期標準12誘導心電図により、①各肢誘導にて陰性T波を認める率(aV_R は陽性T波を示す率)②肢誘導で陰性T波を示す誘導数③胸部誘導で最大のT波陰性振幅を示す誘導④ V_2 と V_6 の陰性T波の深さの比(V_2/V_6)⑤陰性T波終末部のオーバーシュートの有無⑥ V_5 の0.1 mV以上のST下降の有無を二群間で比較検討し、各々の指標の感度、特異度、正確度を算出した。統計学的検討は、Fisherの直接法にて行い、 $p < 0.05$ をもって有意と判定した。

《研究2》研究1でCADとACMの両者の鑑別において統計学的有意差が認められた心電図指標の前向き調査を行うことにより、それら指標の統計学的な有用性を再検討した。

V. 結 果

まず始めに、CAD群およびACM群の代表心電図例を提示する(図1)。

【症例1】50才女性、CAD例。胸部誘導陰性T波の

図1 両群の代表心電図例

症例1 前壁心筋虚血 左前下行枝(AHA: segment 6)90%狭窄

50才女性前壁心筋虚血例。胸部誘導陰性T波の深さのpeakはV₂, V₃でその分布はV₂~V₅が中心, V₂/V₆>1であり, 肢誘導ではaV_RのT波は陰性で, I, aV_Lで陰性T波を認める。

症例2 たこつば型心筋症

73才女性たこつば型心筋症例。胸部誘導陰性T波の深さのpeakはV₃, V₄でその分布はV₂~V₆が中心である。肢誘導ではaV_RのT波は陽性で, I, II, III, aV_L, aV_Fで陰性T波を認める。

深さのpeakはV₂, V₃でその分布はV₂~V₅が中心, V₂/V₆>1であり, 肢誘導ではaV_RのT波は陰性で, I, aV_Lで陰性T波を認める。

【症例2】73才女性, ACM例。胸部誘導陰性T波の深さのpeakはV₃, V₄でその分布はV₂~V₆が中心である。肢誘導ではaV_RのT波は陽性で, I, II, III, aV_L, aV_Fで陰性T波を認める。

《研究1》1)肢誘導の陰性T波は, 両群ともにI, aV_Lで高率に認められた。2)ACM群ではCAD群に比しII誘導の陰性T波(CAD群7/24例: ACM群11/14例, p<0.004)が高率であった。3)ACM群ではCAD群に比しaV_RのT波は高率に陽性を示した(CAD群13/24例: ACM群12/14例, p<0.05)

(図2)。4)肢誘導における陰性T波の平均誘導数はACM群3.2, CAD群2.2でありACM群で有意に高値であった。(P<0.05)。5)ACM群はCAD群に比しIかつII誘導での陰性T波を有意に高率に認めた(ACM群9/14例: CAD群3/24例, p<0.001)。

そこで, IかつII誘導での陰性T波ありをACM群とした場合, 両群を鑑別する診断率は感度64%, 特異度87.5%, 正確度79.6%であった。同様にaV_Rにて陽性T波ありをACM群とした場合, 両群を鑑別する診断率は感度86%, 特異度54%, 正確度60.5%であった。

次に, 過去の我々の検討¹⁵⁾によるCADと左室肥大例との鑑別で有意差を認めた心電図所見, すなわ

図2 両群における肢誘導陰性T波の分布

- 1) 肢誘導の陰性T波は、両群ともにI, aVLで高率に認められた。
- 2) ACM群ではCAD群に比しII誘導の陰性T波(CAD群7/24例：ACM群11/14例, $p < 0.004$)が高率であった。
- 3) ACM群ではCAD群に比しaVRのT波は高率に陽性を示した(CAD群13/24例：ACM群12/14例, $p < 0.05$)。

図3 両群における胸部陰性T波の深さの平均値の分布

胸部誘導で最大のT波陰性振幅を示す誘導は両群ともにV₃, V₄にみられ、同様の分布傾向を示した。

ち1. 胸部誘導陰性T波の深さのpeak, 2. 陰性T波の深さの比； $V_2/V_6 > 1$, 3. 陰性T波終末部のオーバーシュートの有無 4. V₅の0.1 mV以上のST下降の有無の各指標についてもACMとの鑑別に有用か否かを検討した。その結果、胸部誘導で最大のT波

陰性振幅を示す誘導は両群ともにV₃, V₄にみられ、ACMではV₁：71%, V₆：81%, CADでは、V₁：79%, V₆：85%と同様の分布傾向を示した(図3)。

なお、陰性T波の深さの比； $V_2/V_6 > 1$ (CAD群20/24例：ACM群8/14例)およびV₅の0.1 mV以上

図4 aV_Rの陽性T波

両群における各指標の差異およびその統計学的有用性

- (a) ACM群ではCAD群に比しaV_RのT波は高率に陽性を示した(CAD群12/24例: ACM群16/17例, $p < 0.05$). 感度94.1%, 特異度50%, 正確度68.3%
- (b) ACM群におけるaV_Rにて陽性T波を呈する確率は陽性尤度比; 1.88で, 陰性尤度比; 0.188であった.

のST下降(CAD群7/24例: ACM群8/14例)の両指標とも二群間で有意差はなかった. また両群ともに陰性T波の終末部にオーバーシュートはほとんど認められなかった.

これらの結果をまとめると, ACMにおける陰性T波の特徴は

- 1) 胸部誘導のみからの両者の鑑別は困難である.
- 2) 肢誘導の3誘導以上に陰性T波を認め, 特にIかつII誘導にみられる.
- 3) aV_RのT波は陽性である.

以上より, 陰性T波からみたCADとACMとの心電図上の鑑別は, 胸部誘導のみからでは困難であるものの, 肢誘導に着目することによりある程度可能と考えられた. そこでこれらの両心電図指標の精度すなわち統計学的有用性を検討するために前向き調査を行った.

《研究2》1) ACM群ではCAD群に比しaV_RのT波は高率に陽性を示した(CAD群12/24例: ACM群16/17例, $p < 0.05$). ACM群におけるaV_Rにて陽性

T波を呈する確率は陽性尤度比; 1.88で, 陰性尤度比; 0.188であった(図4).

2) ACM群はCAD群に比しIかつII誘導での陰性T波を有意に高率に認めた(ACM群14/17例: CAD群3/24例, $p < 0.001$). ACM群におけるIかつII誘導で陰性T波を呈する確率は, 陽性尤度比; 6.56で, 陰性尤度比; 0.202であった(図5). さらにACM群はCAD群に比し両指標をともに満たす例が多かった. すなわちaV_RのT波が陽性であることに加え, しかもIかつII誘導での陰性T波を呈する例が有意に高率で認められた(ACM群14/17例: CAD群0/24例, $p < 0.001$). ACM群におけるaV_RのT波が陽性で, しかもIかつII誘導での陰性T波を呈する確率は, 陽性尤度比; 無限, 陰性尤度比; 0.176であった(図6).

VI. 考 察

ACMは胸痛を主訴とし, 急性期には12誘導心電図上ST上昇, 広汎な陰性T波が出現し, ときに一

図5 I かつ II 誘導で陰性T波を呈する場合

両群における各指標の差異およびその統計学的有用性

- (a) ACM群はCAD群に比しI かつ II 誘導での陰性T波を有意に高率に認めた (ACM群 14/17例: CAD群 3/24例, $p < 0.001$). 感度88.2%, 特異度91.3%, 正確度87.8%
- (b) ACM群におけるI かつ II 誘導で陰性T波を呈する確率は, 陽性尤度比; 6.56で, 陰性尤度比; 0.202であった.

図6 aV_Rが陽性T波を示ししかもI かつ II 誘導で陰性T波を呈する場合
両群における各指標の差異およびその統計学的有用性

- (a) aV_RのT波が陽性であることに加え, しかもI かつ II 誘導での陰性T波を呈する例が有意に高率で認められた (ACM群 14/17例: CAD群 0/24例, $p < 0.001$). 感度82.3%, 特異度88.9%, 正確度92.7%
- (b) ACM群におけるaV_RのT波が陽性で, しかもI かつ II 誘導での陰性T波を呈する確率は, 陽性尤度比; 無限, 陰性尤度比; 0.176であった.

過性の異常Q波出現も認められる。しかも左室心尖部を中心とした壁運動異常を認めるため冠動脈疾患との鑑別が重要となる^{2), 3)}。病理学的⁷⁾には特異的な所見に乏しく、カテコールアミン過剰による心筋障害が一因とも推察されているが、その機序についてはいまだ不明な点が多く両者の鑑別に苦慮する場合も少なくない。

ACM以外も12誘導心電図で広範に陰性T波を認める原因^{8), 9)}として、冠動脈疾患、左室肥大、くも膜下出血、肺塞栓症など多種多様な病態があり、治療など緊急性の面からもその迅速な鑑別は重要である^{8), 9)}。

T波の成因は¹⁰⁾、心室の再分極が心外膜側から心内膜側へと向かうため陽性T波を形成する。しかし、心外膜側まで影響を及ぼすような虚血が存在する場合の再分極過程は、心外膜側の活動電位持続時間が延長するため、正常とは反対に心内膜側から再分極が開始され、その反映としてT波は陰性となる。

また心内膜下に心筋障害が存在する場合の再分極過程は、心内膜側の活動電位持続時間が短縮するために相対的に心外膜側の活動電位持続時間が延長し、同様に心外膜側で記録する心電図ではT波は陰性になる。

陰性T波は種々な病態でみられ、その病態ごとに特徴ある陰性T波を呈すると報告されている。日常よく遭遇する高血圧性心疾患や肥大型心筋症の陰性T波の特徴は、左室ストレインパターンに伴う $V_4 \sim V_6$ を中心とした非対称性の陰性T波である。一方、LAD領域の虚血性陰性T波⁷⁾は、II, III, aV_F には少なく、 V_1, V_2 では二相性、 V_3, V_4 では先端の尖鋭な左右対称性の陰性T波が特徴的といわれている。前回我々¹⁵⁾は、胸部誘導で広汎な陰性T波を呈する例において、CADと高血圧性心疾患や肥大型心筋症を、一枚の心電図から鑑別する方法を報告した。それに従うとCAD例の陰性T波の特徴は、胸部誘導陰性T波の深さのpeakが $V_2 \sim V_4$ でその深さの比： $V_2/V_6 > 1$ であり、 aV_R のT波は陰性で、陰性Tの終末部の陽性部分(オーバーシュート)を欠き、 V_5

での0.1 mV以上のST下降を認めないことであった。

また脳血管障害(特にくも膜下出血)では、幅が広く先端が鈍で大きな陰性U波がT波の終末部分に融合した非対称性の巨大陰性T波を呈する¹¹⁾。この原因の一つとして頭蓋内障害による交感神経緊張などの影響が指摘されている。一方、Burchら¹²⁾は自律神経中枢の刺激よりも心臓の交感神経終末部から局所的に放出されるノルアドレナリンによる影響を報告している。急性肺塞栓症にみられる陰性T波については、 V_2 をピークとし V_5 に比し V_1, V_2 でのQT延長が特徴的であることを以前我々は報告した^{13), 14)}。その機序は急激な右室拡張・右室圧上昇による右室枝領域の虚血などが右室の再分極過程に影響を与えた結果、左室($V_5 \sim V_6$)のそれに比し遅延するためであろうと考えられる。

しかしながらACMに着目した場合、陰性T波の特徴を検討した報告は見当たらない。ACMの心電図についての検討では、Oguraら¹⁶⁾はCADとACMとの鑑別点として、急性期ST上昇例ではST上昇を認める誘導の Σ ST上昇が右側($V_1 \sim V_3$)のそれに比して左側胸部($V_4 \sim V_6$)で急性心筋梗塞よりも、ACMで有意に大であると報告している。しかし、陰性T波に着目し、両者の鑑別を1枚の12誘導心電図のみで詳細に対比検討し、各指標の診断精度にまで言及した研究は本報告のみである。

今回はCADとACMとの鑑別を行うにあたり、陰性T波に着目して両者を判別しうる12誘導心電図の特徴を検討した。同時にCADと左室肥大との鑑別に有用であった指標がACMとの判別にも有効か否かを併せて検討した。

その結果、まず胸部誘導の陰性T波に着目した場合には、両群ともに陰性T波の深さが $V_3 \sim V_4$ をpeakとし、しかもT波の分布も同様で、その多くが V_2 と V_6 のT波の深さの比： V_2/V_6 は1以上($V_2/V_6 > 1$)を示し、差は認めなかったことから陰性Tに関しては胸部誘導のみからの両者の鑑別は困難であると思われた。

一方肢誘導に着目した場合、 aV_R のT波はCAD群

では陰性であったのに対し、ACM群では高率に陽性を示した。aV_RのT波陽性化の機序は明確ではないが、たこつば型心筋障害に伴う広範な心内膜下障害を反映している可能性も考えられる。加えて、肢誘導の3誘導以上に陰性T波を認めることが特徴であった。

一方CAD例ではそのculprit lesionがLADの第一対角枝より近位部であれば肢誘導ではI、aV_Lの陰性T波が出現する。II、III、aV_Fでは(その対側性の変化によって陽性のT波が一層目立ち)陰性T波は認めない。第一対角枝より遠位部の場合には肢誘導の変化に乏しく胸部誘導のみの変化を呈する。LADが大きく心尖部を周っている場合には下壁誘導(II、III、aV_F)の陰性T波が出現するが、これは第一対角枝より遠位部の場合にみられる変化であり、第一対角枝より近位部の場合にはI、aV_Lの変化と下壁誘導(II、III、aV_F)の変化とが相殺され肢誘導の変化は乏しい。すなわちLAD病変では病変部位やLADの大きさに関らず、肢誘導では高位側壁誘導(I、aV_L)と下壁誘導(II、III、aV_F)とが同じ変化を呈することは考えにくいと思われる。もしあったとしても頻度はわずかであり、この違いが今回の判別の重要なポイントであろうと考えられる。

またACMの場合には、その原因を広範な心内膜障害と考えるとこれを反映してIかつII誘導を含めて多くの誘導でT波は陰転するのではないかと考えられる。

Itoら^{17), 18)}はACMの心尖部を中心とした風船様無収縮領域は、^{99m}Tc-テトロホスミンの取込みが重度に低下しており、冠動脈一枝のみの障害では説明できない冠微小循環障害も含めた広範な心筋障害の可能性を指摘している。このため前壁のみならず、各々側壁・下壁を反映するIやII誘導でも陰性T波を呈するのではないかと考えられる。

VII. 本研究の限界と問題点

本研究では来院時に記録した一枚の心電図のみから鑑別診断を試みたことにそもそも限界がある。

ACMはST上昇で来院する例から、陰性T波を呈した時点で来院するものまで様々である。これは冠動脈疾患も同様であるが、本研究は発症からの時間的経過により変化する可能性のある指標を用いての比較・検討であり結果の解釈には注意を要する。加えて、当院のみの症例による検討であり症例数も限られていることから、今後は症例を増やした多施設での検討も望まれる。

VIII. 結 語

たこつば型心筋症と前壁心筋虚血とを鑑別するには、胸部誘導だけでなく肢誘導に着目することが重要である。すなわち、広範な前胸部誘導の陰性T波に加え、aV_RのT波が陽性であり、かつIおよびII誘導で陰性T波を認めた場合に、たこつば型心筋症と診断できる確率が高い。

〔文 献〕

- 1) 佐藤 光, 立石博信, 内田俊明, 土手慶五, 石原正治: 多枝spasmにより特異な左室造影[つば型]を示したstunned myocardium. 臨床から見た心筋細胞障害: 虚血から心不全まで. 科学評論社, 東京, 1990. 56~64
- 2) 土手慶五, 満田廣樹, 二宮正則, 奥原種臣: たこつば型心筋症. 別冊日本臨床 領域別症候群14循環器疾患III, 1996. 166~169
- 3) Kawai S, Suzuki H, Yamaguchi H, Tanaka K, Sawada H, Aizawa T, Watanabe M, Tamura T, Umawatari K, Kawata M, Nakamura T, Yamanaka O, Okada R: Ampulla cardiomyopathy ('Takotsubo' cardiomyopathy) reversible left ventricular dysfunction: with ST segment elevation. Jpn Circ J. 2000; 64: 156~159
- 4) Kono T, Morita H, Kuroiwa T, Onaka H, Takatsuka H, Fujiwara A: Left ventricular wall motion abnormalities in patients with subarachnoid hemorrhage: neurogenic stunned myocardium. J Am Coll Cardiol. 1994; 24: 636~640
- 5) 石原正治, 佐藤 光, 立石博信, 河越卓司, 嶋谷祐二, 中河啓悟, 上田健太郎, 穂坂春彦, 野間玄督: たこつば型心筋症. 呼吸と循環, 1997; 45: 879~885
- 6) 山下英治, 沼田裕一, 坂本憲治, 角田隆輔, 角田等, 緒方康博: たこつば型心筋症21例の臨床的特徴の検討. 心臓, 2003; 35: 379~385
- 7) 河合祥雄: たこつば型心筋障害, またはたこつば

- (Ampulla or Amphora)心筋症本邦学会報告例の検討。
呼吸と循環, 2000 ; 48 : 1237 ~ 1248
- 8) 青木英彦, 深見健一: 心電図診断ガイド, 陰性T波. 総合臨床, 1995 ; 44 : 1117 ~ 1124
 - 9) Brscic E, Brusca A, Presbitero P, Orzan F, Conte MR, Rosettani E : Ischemic chest pain and global T-wave inversion in women with normal coronary angiograms. Am J Cardiol, 1997 ; 80 : 245 ~ 247
 - 10) 石川恭三: 冠動脈疾患の心電図. 第1版, 医学書院. 東京, 1996 : 4 ~ 6
 - 11) 大川真一郎: 実地から学ぶ心電図の読み方, 脳血管障害. Medical Practice, 1996. 13 : 801 ~ 806
 - 12) Burch GE, Sun SC, Colcolough HL, DePasquale NP, Sohal RS : Acute myocardial lesions ; following experimentally-induced intracranial hemorrhage in mice : a histological and histochemical study. Arch Pathol, 1967 ; 84 : 517 ~ 521
 - 13) 長谷川浩一, 沢山俊民, 河原洋介, 田村敬二, 鼠尾祥三, 中村 節, 三谷一裕, 末綱竜士, 佐藤徹: 急性肺塞栓症の早期診断—とくに心電図所見について—. 心臓, 1993 ; 25 : 914 ~ 918
 - 14) 泉 礼司, 沢山俊民, 鼠尾祥三, 長谷川浩一, 山本誠一: 急性肺塞栓と前壁心筋虚血との対比. Ther Res, 1997 ; 18 : 1164 ~ 1166
 - 15) 泉 礼司, 末綱竜士, 山本誠一, 吉田清, 沢山俊民, 長谷川浩一: 12誘導陰性T波からみた前壁心筋虚血と左室肥大との鑑別診断. Jap J Electrocardiology, 2001 ; 21 : 156 ~ 163
 - 16) Ogura R, Hiasa Y, Takahashi T, Yamaguchi K, Fujiwara K, Ohara Y, Nada T, Ogata T, Kusunoki K, Yuba K, Hosokawa S, Kishi K, Ohtani R : Specific findings of the standard 12-lead ECG in patients with 'Takotsubo' cardiomyopathy : comparison with the findings of acute anterior myocardial infarction. Circ J, 2003 ; 67 : 687 ~ 690
 - 17) Ito K, Sugihara H, Katoh S, Azuma A, Nakagawa M : Assessment of Takotsubo (ampulla) cardiomyopathy using ^{99m}Tc-tetrofosmin myocardial SPECT__ comparison with acute coronary syndrome. Ann Nucl Med, 2003 ; 17 : 115 ~ 122
 - 18) 伊藤一貴, 杉原洋樹, 加藤周司, 東 秋弘, 松原弘明: 急性心筋梗塞, 心筋炎およびたこつぼ型心筋症の診断における^{99m}Tc-tetrofosmin心筋シンチグラフィの有用性. 循環器科, 2004 ; 55 : 159 ~ 168