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

泉 礼司*¹ 末綱竜士*² 山本誠一*¹ 宮井智子*¹
若狭ちさと*¹ 梶谷敦子*¹ 中務二規子*¹
吉田 清*² 沢山俊民*³ 長谷川浩一*⁴

【目的】広範な前胸部誘導で陰性T波を認める前壁心筋虚血と左室肥大との鑑別が1枚の心電図のみで可能か否かを検討し、その判別に有用な心電図指標を見出すことを目的とした。【対象】胸部($V_2 \sim V_6$ のすべて)誘導で陰性T波を呈する前壁心筋虚血(CAD)群26例および、左室肥大と肥大型心筋症の非冠動脈疾患(N-CAD)群22例を対象とした。【方法】標準12誘導心電図の陰性T波の特徴につき2群間で対比検討した。【結果】CAD群では陰性T波は、深さのpeakがN-CAD群の V_4 、 V_5 に比し、 $V_2 \sim V_4$ とより右側にみられ、陰性T波の深さの比 $V_2/V_6 > 1$ が高率であった、また陰性T波終末部のオーバーシュートを欠き、 V_5 の0.1mV以上のST下降がなく、 aV_R のT波は陰性であった。【まとめ】これらの指標を用いれば、1枚の12誘導心電図のみで両者の判別がより明瞭となる可能性が示された。

(心電図21: No.2, 156~163, 2001)

Keywords

- 標準12誘導心電図
- 陰性T波
- 冠動脈疾患
- 左室肥大

*1 川崎医科大学附属病院循環器検査室

(〒701-0192 岡山県倉敷市松島577)

*2 川崎医科大学内科循環器部門

*3 さわやまクリニック

*4 はせ川内科循環器科

I. 背 景

心電図胸部誘導で広範に陰性T波を認める原因として、冠動脈疾患、心肥大、心筋疾患、代謝性疾患、中枢神経疾患、電解質異常、肺塞栓など種々の病態が報告されている¹⁾。それらはときとして類似の心電図所見を呈し、その鑑別に苦慮することも少なくない。特に冠動脈疾患との鑑別は重要であるが、その判別に有用な心電図指標につき検討した報告は少ない。

冠動脈疾患で生じる陰性T波(いわゆる冠性T波)

Differential diagnosis of anterior wall myocardial ischemia and left ventricular hypertrophy by means of T wave inversion in 12-leads ECG
Reishi Izumi, Ryoji Suetsuna, Seiichi Yamamoto, Satoko Miyai, Chisato Wakasa, Atsuko Kajitani, Fukiko Nakatsuka, Kiyoshi Yoshida, Toshitami Sawayama, Kouichi Hasegawa

2000年7月21日 原稿受領 / 2000年11月28日 掲載承認

と心筋虚血部位とはよく相関し、責任冠動脈との関連性も高い²⁾。しかし、標準12誘導心電図における胸部誘導の冠動脈性陰性T波と左室肥大をはじめとする非冠動脈性陰性T波との鑑別につき言及した報告はない。

II. 目 的

前胸部誘導で広範に陰性T波を認める例において、前壁心筋虚血と左室肥大との鑑別が1枚の12誘導心電図のみで可能か否かを検討し、だれが一見してもわかるその判別に有用な心電図指標につき検討することを目的とした。

III. 対 象

胸痛を主訴に来院し、胸部($V_2 \sim V_6$)誘導のすべてで陰性T波を呈した患者のうち前壁心筋虚血(CAD)群26例(男性13, 女性13, 平均年齢70.5歳)および、左室肥大(心エコー上, 心室中隔壁および後壁厚が13mm以上: 16例)および心尖部肥大型心筋症(6例)の非冠動脈疾患(N-CAD)群22例(男性14, 女性8, 平均年齢68.5歳)を対象とした。なお、全例に冠動脈造影を行い、CAD群では左前下行枝(LAD)に75%以上の有意狭窄病変(22例)もしくはアセチルコリン負荷による90%以上の冠スバズムを認めた例(4例)で、心筋梗塞例は除外した。また、N-CAD群は正常冠動脈例(冠狭窄50%未満かつアセチルコリン負荷陰性)である。今回は、左室肥大を合併したCAD, 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

標準12誘導心電図により、①肢誘導での陰性T波出現誘導、②胸部誘導で最大のT波陰性振幅を示す誘導、③陰性T波終末部の陽性部分(オーバーシュート)の有無、④ V_2 と V_6 の陰性T波の深さの絶対値の比: $V_2/V_6 > 1$ の率、⑤ V_5 での0.1mV以上のST下降の有無につき2群間で比較検討し、各々の指標の感度、特異度、正確度も算出した(表1)。なお、陰性T波とはT波の終末部逆転も含め、少なくとも0.1mV以上の陰性部分を呈する場合とし、ST下降はJ点より60msecの点で0.1mV以上の下降とした。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。加えて、冠動脈疾患の有無を目的変数として、説明変数にCAD群の判別に有用と思われる各指標(①~⑤)を用いて、多重ロジスティック解析も同時に行った。

V. 結 果

1) 肢誘導での陰性T波: I, aV_L の両方で陰性T波を示したものは、CAD群16/26例, N-CAD群18/22例、一方II, III, aV_F 全誘導で陰性T波を示したものはCAD群4/26例, N-CAD群5/22例でともに差は認めなかった(表2)。

2) 胸部誘導で最大のT波陰性振幅を示す誘導: CAD群では V_2 11.5%, V_3 38.5%, V_4 50%, V_5 0%とN-CAD群の V_3 0%, V_4 55%, V_5 45%に比し、より右側胸部誘導にpeakを認めた(図1, 表2)。

3) aV_R における陽性T波の有無: CADに比しN-

表1 感度、特異度、正確度の定義式

疾 病 の 有 無	検 査 成 績		計
	陽 性	陰 性	
有	a (真 陽 性)	b (疑 陰 性)	a + b
無	c (疑 陽 性)	d (真 陰 性)	c + d
計	a + c	b + d	a + b + c + d

* 感 度 sensitivity = $a / (a + b)$

* 特 異 度 specificity = $d / (c + d)$

* 正 確 度 accuracy = $(a + d) / (a + b + c + d)$

表2 両群における陰性T波の比較

項 目		前壁心筋虚血	左室肥大—肥大型心筋症
陰性T波の範囲			
胸部誘導	V1	77%(20例)	9%(2例)
	V2~V6	100%(26例)	100%(22例)
肢誘導	I. aVL	61.5%(16例)	82%(18例)
	II. III. aVF	15.4%(4例)	22.7%(5例)
最大のT波陰性振幅を有する誘導			
	V2	11.5%(3例)	0 (0)
	V3	38.5%(10例)	0 (0)
	V4	50.0%(13例)	55% (12例)
	V5	0 (0)	45% (10例)

図1 両群における最大のT波陰性振幅を有する誘導の比較
(詳細は本文参照)

CAD群では aV_R のT波陽性率が高かった(CAD群15/26例 vs N-CAD群20/22例, $p < 0.05$, 図2a). 『 aV_R で陽性T波あり』によるN-CADの診断感度は90.9%, 特異度42.3%, 正確度64.6%であった(図2a).

4) 陰性T波の深さの比 $V_2/V_6 > 1$ の率: N-CAD群に比しCAD群は有意に高率に認めた(CAD群22/26例 vs N-CAD群1/22例, $p < 0.001$, 図2b). 『陰性

T波の深さ(絶対値)の比 $V_2/V_6 > 1$ 』によるCADの診断感度は84.6%, 特異度95.5%, 正確度89.6%であった(図2b).

5) 陰性T波終末部のオーバーシュートの有無: CAD群に比しN-CAD群では高率であった(N-CAD群15/22例 vs CAD群7/26例, $p < 0.005$, 図2c). 『胸部誘導陰性T波終末部のオーバーシュートあり』

a) aVR の陽性 T 波

b) 陰性 T 波(V2/V6>1)

c) T 波終末部のオーバーシュート

d) V5 の 0.1mV 以上の ST 下降

図2 両群における各指標の差異およびその信頼性

による N-CAD の診断感度は 68.2%，特異度 73.1%，正確度 70.8% であった (図 2c)。

6) V₅ の 0.1mV 以上の ST 下降の有無：CAD 群に比し N-CAD 群では高率にみられた (N-CAD 群 19/22 例 vs CAD 群 8/26 例， $p < 0.001$ ，図 2d)．『V₅ で 0.1mV 以上の ST 下降あり』による N-CAD の診断感度は 86.4%，特異度 69.2%，正確度 77.1% であった (図

2d)。

また，多変量解析を用いて，CAD 群を目的変数に，心電図所見を説明変数に設定し多重ロジスティック分析を行い，どの心電図指標が CAD 診断に最も関連のある指標かを検討した．その結果，『陰性 T 波 V₂/V₆ > 1』が独立して診断に寄与する最も有意な所見であった．また『陰性 T 波終末部のオーバー

表3 各心電図指標の多重ロジスティック回帰

要 因 説 明 変 数	偏回帰係数 β	β の標準誤差 SE(β)	有意性 P
陰性T波 $V_2/V_6 > 1$	5. 4445	1. 8388	0. 0030
陰性T波終末部の オーバーシュート	-3. 5054	1. 6146	0. 0299
V5の0. 1mV以上のST下降	-2. 8155	1. 4954	0. 0597

β : 偏回帰係数, SE : β の標準誤差, P : 有意性

【陰性T波 $V_2/V_6 > 1$ である】、【陰性T波終末部のオーバーシュートなし】

がともに独立して冠動脈疾患の診断指標として有用であることを示す。

シュートなし』という指標も弱いながら冠動脈疾患の有無と関連性が示唆された(表3)。

VI. 心電図例

次にCAD群およびN-CAD群の代表心電図例を提示する(図3)。

【症例1】

胸部圧迫感を主訴に来院した前壁心筋虚血の50歳女性例。V₁～V₆で陰性T波を認め、そのpeakはV₄にある。陰性T波 V_2/V_6 比は3.5と1以上で、V₅のST下降やT波終末部のオーバーシュートは認めない(図3左)。

【症例2】

高血圧、左室肥大で加療中の73歳男性例。I, aV_Lに加え、CAD群同様V₂～V₆で陰性T波を認める。aV_RのT波は陽性で、陰性T波 V_2/V_6 比は0.25と1以下で、V₅で0.2mVのST下降、V₄～V₆でT波終末部のオーバーシュートを認める(図3右)。

VII. 考 察

胸部誘導で広範に陰性T波を認める原因として、冠動脈疾患、左室肥大、心尖部肥大型心筋症、くも膜下出血、カテコールアミン過剰、肺塞栓、電解質異常など種々の病態がありその鑑別は重要である^{1), 3)}。

陰性T波を示す狭心症例の心筋虚血は高度で、左

前下行枝中枢側病変が多いとされる¹⁾。一方、胸痛患者で心電図上陰性T波を呈した例においても冠動脈には何ら異常を見出せなかったとする報告もある³⁾。

T波の成因は、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波を形成するが、心外膜側にまで影響を及ぼすような虚血があれば、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⁴⁾。また冠動脈疾患以外の陰性T波として、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、非対称性のT波となる⁵⁾が、これは、頭蓋内障害による交感神経緊張がその要因とされ⁶⁾、これらの変化は心筋障害がなくても起こり得る⁷⁾。一方、Burchら⁸⁾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ノルアドレナリンが局所的に放出されることにその原因を求めている。このほかにも迷走神経幹切除術⁹⁾、巨大な頸部血腫¹⁰⁾、褐色細胞腫¹¹⁾、非冠動脈性の心原性肺水腫¹²⁾などでも同様の深い陰性T波が出現しうる。その他、急性肺塞栓症にみられる陰性T波は、V₂をピークとし、V₅に比しV₁、V₂でのQT延長が特徴的である^{13), 14)}。我々はその機序を、急激な右室拡張・右室圧上昇により、右室の脱分極・再分極過程が左室(V₅～V₆)のそれに比し遅延するためと考えている^{13), 14)}。また最

図3 両群の代表心電図例(詳細は本文参照)

症例1 左前下行枝(AHA: Segment 7) 90%狭窄

症例2 非冠動脈疾患(左室肥大例)

↑: T波終末部のオーバーシュートを示す

近トピックスのたこつほ型心筋症^{15), 16)}においても一過性の陰性T波が出現するとされ病理学的には特異的な所見に乏しく、多枝スパズムやカテコールアミン過剰による心筋障害が一因と推察されているが、その機序については不明な点が多い。日常、多くの例に認められ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V₄~V₆を中心とした非対称性の陰性T波である。すでに我々は、肥大型心筋症におけるV₄, V₅を中心とする巨大陰性T波の成因を左室心尖部、特に後乳頭筋部肥厚にあることを報告した¹⁷⁾。一方、虚血性陰性T波は、II, III, aV_Fでは浅く、V₁, V₂では二相性、V₃, V₄で先端の尖った左右対称性のT波が特徴的と

いわれ¹⁾、茂田らはその特徴を空間速度心電図を用いて左室肥大と心筋梗塞の鑑別診断につき報告している¹⁸⁾。また八巻らは、体表面心電図を用い、前壁心筋梗塞と心肥大の再分極の相異は体表面87単極誘導心電図のrecovery time (RT: T波の最大dv/dt)の分布に反映され、陰性T波の成因には心室興奮回復過程の遅延の関与が大きいとし、両者の鑑別においては、T max Time, 陽性・陰性T波の振幅やT integralが有用な指標であると報告している^{19), 20)}。しかし両病態の鑑別を、1枚の12誘導心電図のみで詳細に検討した研究はない。

今回は前壁心筋虚血と高血圧性心疾患や肥大型心筋症などの非冠動脈疾患との鑑別において、特に陰

性T波に着目し、だれもが一見して判別可能な標準12誘導心電図所見の特徴につき検討した。その結果、冠動脈病変により胸部誘導に広範な陰性T波を認めた場合には、その深さが $V_3 \sim V_4$ をpeakとし、その多くが V_2/V_6 比は1以上を示した。これは、左前下行枝閉塞時にみられるST上昇や異常Q波の分布と類似している²⁾。

肢誘導では前壁虚血の62%にI, aV_L で陰性T波がみられた。このことは左室前壁に加え高位側壁へも虚血が及んでいるものと考えられた。しかし、左室肥大に最も多くみられる水平位心でもI, II, aV_L でST下降とT波の逆転が認められると報告され²¹⁾、今回の検討でも82%に認められ両群に差異はなかった。また胸部誘導における陰性T波の深さ(最大値)は $-0.3mV$ から $-2.2mV$ まで多彩であり、非冠動脈疾患群の $-0.4mV$ から $-2.2mV$ と有意差はなかった。一方、 aV_R のT波はCAD例では陰性であったのに対し、心肥大をはじめとしたN-CAD例では陽性T波を呈した。 aV_R のT波陽性化の機序は明確ではないが、肥大に伴う広範な心内膜下障害の可能性も考えられる。

また V_5 のST下降は心肥大による心内膜下障害と考えられ、冠動脈疾患では、陰性T波を呈する時期には虚血の回復期にあるためST下降の頻度は少ないものと考えられた。また非冠動脈疾患ではT波終末部のオーバーシュートが高率にみられたが、その成因については現在のところ不明である。以上のことから aV_R の陽性T波、 V_5 の $0.1mV$ 以上のST下降、および胸部陰性T波終末部のオーバーシュートを認めれば、冠動脈疾患の可能性は低いと考えられた。

冠動脈疾患と左室肥大をはじめとした非冠動脈疾患の心電図上の形態的特徴として、虚血性陰性T波は、左右対称性で先端が尖鋭なことであり、一方左室肥大ではいわゆるストレインパターンが多く両者の鑑別はある程度可能とされている。これに今回の指標を加味すれば、診断率はさらに向上し、不必要な検査の削減にもつながりコストパフォーマンスの面からも有用であると考えられた。

VIII. ま と め

胸部($V_2 \sim V_6$)誘導で陰性T波を呈する例において、その特徴をCADとN-CADとで対比し、その判別指標につき検討した。その結果

1. 肢誘導における陰性T波の分布は両群で差がなかった。
2. 胸部誘導陰性T波のpeakはCAD群では $V_2 \sim V_4$ に、N-CAD群では $V_4 \sim V_5$ に高率であった。
3. 陰性T波の深さの比 $V_2/V_6 > 1$ は、CAD群ではN-CAD群に比し高率であった。
4. aV_R の陽性T波、陰性T波終末部のオーバーシュート、 V_5 の $0.1mV$ 以上のST下降はともにN-CAD群で高率であった。

IX. 結 語

CAD群における陰性T波の特徴は

- 1) 深さのpeakがN-CAD群の V_4 , V_5 に比し、 $V_2 \sim V_4$ とより右側にみられ、 $V_2/V_6 > 1$ が高率であった。
- 2) 陰性T波終末部のオーバーシュートを欠き、 V_5 の $0.1mV$ 以上のST下降がなく、 aV_R のT波は陰性である(陽性でない)ことであった。

これらの指標を用いれば、両者の判別がより明瞭となる可能性が示された。

〔文 献〕

- 1) 青木英彦, 深見健一: 陰性T波. 総合臨床 44: 117, 1995
- 2) Fuchs RM, Achuff SC, Grunwald L, Yin FC, Griffith LS: Electrocardiographic localization of coronary artery narrowings: studies during myocardial ischemia and infarction in patients with one-vessel disease. Circulation 66: 245, 1982
- 3) Brscic E, Brusaca 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 80: 245, 1997
- 4) 加藤和三, 傅 隆泰: 虚血性ST, T変化の成因. 最新医学 29: 91, 1974
- 5) 大川真一郎: 脳血管障害. Medical Practice 13: 801, 1996

- 6) Cruickshank JM, Neil-Dwyer G, Scott AW : Possible role of catecholamines, corticosteroids, and potassium in production of electrocardiographic abnormalities associated with subarachnoid haemorrhage. *Br Heart J* 36 : 697, 1974
- 7) Abildskov JA : Central nervous system influence upon electrocardiographic waveforms. In *Advances in electrocardiography*, ed by Schlant, RC and Hurst, J w, New York, 1972
- 8) Burch G E, 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* 84 : 517, 1967
- 9) Gallivan GJ, Levine H, Canzonetti AJ : Ischemic electrocardiographic changes after truncal vagotomy. *JAMA* 211 : 798, 1970
- 10) Chou T M, Sweeney J P, Massie B M : Marked T-wave inversion after internal jugular cannulation complicated by neck hematoma. *Am Heart J* 11 : 1038, 1994
- 11) Cheng TO, Bashour TT : Striking electrocardiographic changes associated with pheochromocytoma masquerading as ischemic heart disease. *Chest* 70 : 397, 1976
- 12) Littmann L : Large T wave inversion and QT prolongation associated with pulmonary edema : a report of nine cases. *J Am Coll Cardiol* 34 : 1106, 1999
- 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* 23 : 914, 1993
- 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* 18 : 82, 1997
- 15) 土手慶五, 満田廣樹, 二宮正則, 奥原種臣 : たこつぼ型心筋症. 別冊日本臨牀 領域別症候群 14 循環器疾患. 166, 1996
- 16) Kawai S, Suzuki H, Yamaguchi H, Tanaka K, Sawada H, Aizawa T, Watanabe M, Tamura T, Umawatari K, Kawada M, Nakamura T, Yamanaka O, Okada R : Ampulla Cardiomyopathy ('Takotsubo' Cardiomyopathy) reversible left ventricular dysfunction with ST segment elevation. *Jpn Circ J* 64 : 156, 2000
- 17) 長谷川浩一, 沢山俊民, 鼠尾祥三, 忠岡信一郎, 河原洋介, 井上省三 : 肥大型心筋症における巨大陰性T波および陰性U波の成因に関する一考察. それらの消長を認めた2例の検討. *J Cardiol* 22 : 271, 1992
- 18) 茂田 博, 佐々木暁彦, 新井富夫, 中島秀一, 伊吹山千晴 : 虚血性心疾患と高血圧性心疾患における左側胸部誘導陰性T波の空間速度心電図を用いた鑑別診断. *心電図* 18 (Supple) : 656, 1998
- 19) 八巻通安, 久保田功, 遠藤太紀雄, 近藤恒博, 池野栄一郎, 柴田健彦, 細谷幸雄, 小松 尚, 加藤直美, 池田こずえ, 友池仁暢 : 心筋梗塞, 心肥大における陰性T波の体表面分布と心室興奮の回復過程との関係. *Jpn Circ J* 56 (Supple) : 77, 1992
- 20) Yamaki M, Kubota I, Endo T, Hosoya Y, Ikeda K, Tomoike H : Relation between recovery sequence estimated from body surface potentials and T wave shape in patients with negative T waves and normal subjects. *Circulation* 85 : 1768, 1992
- 21) Goldman MJ : *Principles of Clinical Electrocardiography*. 12th ed. LMP, California, 1986