心筋症の心電図・ベクトル心電図

斎藤大治* 白木照夫* 原岡昭一*

肥大型心筋症41例を対象に、肥大部分の違いがフランク法ベクトル心電図に与える影響について検討した。肥大部分は断層心エコー図およびMRIを用いて判定し、最大肥厚部位によりSeptal(S), Anterior(A), Lateral(L), Posterior(P)およびApical(AP)の各群に分類した。最大QRSベクトルの大きさには各群間に差が認められなかったが、最大QRSベクトルの方向ではS-群は $-180^{\circ} \sim -60^{\circ}$ の範囲に、P-およびL-群は $-60^{\circ} \sim 0^{\circ}$ に、AP-群は $0^{\circ} \sim +90^{\circ}$ の範囲に、それぞれ約70%の症例が分布し、S-群を除いて肥大部分と最大QRSベクトルの方向は一致した。QRS環はS-群では複雑な回転を示す例が多かったが、他の群ではほぼ正常な回転を示した。最大Tベクトルは、P-群が他の群よりも前方に位置し、AP-群は他の群よりも大きかった。以上より肥大型心筋症の肥大部分は主として最大QRSベクトルの方向に反映されていることが明らかになるとともに、中隔肥厚は他の群よりも不均一な群であることが推測された。

(心電図12: No.2, 182~189, 1992)

肥大型心筋症(HCM)の心電図所見には左室高電位、ST-T変化、異常Q波などが報告されている^{1)~3)}が、必ずしもこれらすべてを兼ね備えているわけではなく、心電図所見からは診断に困難を感じる例も少なくない。また近年肥大型心筋症の病態の解明が進むにつれて、中隔肥厚以外にも心尖部や左室後壁に

限局した肥大から⁴⁾、び漫性に肥大を呈するものまで、多彩な肥厚様式をとることが明らかになってきた。したがって、これら肥大の程度や分布の差により当然心電図所見にもその差異が反映されるものと考えられる。しかし肥大部分と心電図の関係についてはいくつかの報告は認められるものの、きわめて大ざっぱな検討であり、かつ必ずしも一定の見解が得られていない。標準12誘導心電図は日常臨床で最も繁用される検査法の一つだが、誘導ベクトルに歪があるため電位の大きさや方向の定量には不向きで、肥大の部位診断にもこれが一定の限界を生じている可能性がある。一方、フランク法ベクトル心電図は修正直交

Key Words

- 肥大型心筋症
- ベクトル心電図
- 肥大部分
- 心エコー図
- MRI

* 岡山大学医学部循環器内科
(〒700 岡山市鹿田町2-5-1)

Electrocardiographic and vectorcardiographic characteristics associated with hypertrophic regions in hypertrophic cardiomyopathy
Daiji Saito, Teruo Shiraki, Shoichi Haraoka

誘導であり、心起電力を歪なく取り出すことができる点、肥大の部位診断にはより適切な方法と考えられる。さらに、従来の報告ではほとんどの場合、形態評価に心臓超音波検査を用いている^{5),6)}が、これでは左室側壁や心尖部の描出が困難なことが少なくないため、その結果に多くの問題点を残したままとなっている。そこで我々は HCM 患者を対象に、超音波検査で判定困難な例には MRI を併用することにより形態評価をより適切に行い、ベクトル心電図でどの程度まで肥大部位の推定が可能かを検討した。

I. 対象と方法

対象は表 1 に示すごとく、岡山大学医学部附属病院を受診し、肥大型心筋症と診断された男 34 例、女 7 例の 41 例で、脚ブロックや心房細動を有する例は対象から除外した。全例に断層超音波検査を行い、このうち明瞭な画像の得られなかった 13 例には MRI を併用して肥大の部位を判定した。この際、心臓超音波では、左室長軸像、短軸像および心尖部四腔像から Feigenbaum らの分割法⁷⁾に準じて九つの部位に分け、MRI は超電導型 0.5 テス

表 1 対 象

classification	No	Sex		Age
		Male	Female	
Septal type	16	12	4	53 ± 11
Anterior type	6	4	2	52 ± 9
Lateral type	4	3	1	50 ± 9
Posterior type	3	3	0	62 ± 5
Apical type	12	12	0	52 ± 9
Total	41	34	7	53 ± 10 (mean ± SD)

ラーの装置(横河メディカルシステム社製 Model RESONA)を用い、スピンエコー法により心電図同期で左室拡張末期像を記録した。左室拡張末期は R 波の頂点から 10 msec 後とし、左室長軸像およびスライス幅 5 mm で短軸像を撮像し、超音波検査の場合と同様にして肥大の部位を決め、最も肥厚の強い部位により中隔型(septal type)、前壁型(anterior type)、側壁型(lateral type)、後壁型(posterior type)および心尖部(apical type)の 5 群に分類した。

ベクトル心電図はフクダ電子社製ベクトル心電計(Model VA-3 GA)により Frank 誘導法を用いて記録し、手動的な解析とともに

図 1 最大 QRS ベクトルの大きさ

3 面ともに各群間に統計的な差は認められないが、前額面と水平面では posterior type が他の群に比べて大きい傾向を示した。

S=septal type, A=anterior type, L=lateral type, P=posterior type, AP=apical type

ベクトル心電図解析装置(フクダ電子社製 Model VAC-3)を用いて解析した。ベクトル心電図は各面における最大 QRS ベクトルと最大 T ベクトルの大きさと方向, QRS 初期ベクトルの大きさと方向および QRS 環の回転方向を測定し, また, Chou ら⁸⁾の方法により T 環の長さとの比を求めた。これらの結果の比較は分散分析ならびに Bonferroni's modified t-test により行った。

II. 結 果

1. 左室の肥厚部位

41例中28例では超音波検査でほぼ満足すべき画像が得られたが, 13例ではエコービームが十分に入らず, MRI による肥大部分位の判定を要した。その結果, septal type が16例と最も多く, apical type がこれに次ぎ, 他の3群はいずれも少数であった(表1)。

2. ベクトル心電図の分析結果

(1) 最大 QRS ベクトル

ベクトル心電図の最大 QRS の大きさでは, 前額面と水平面で posterior type がやや大きい傾向を示したが, 統計学的にはいずれの面でも各群間に差が認められなかった(図1)。

最大 QRS ベクトルの方向はいずれの群もばらつきは大きいものの, anterior type では

前下方に, lateral type では左後下方に, posterior type では左後下方に, また apical type では左前下方に向かい, septal type を除く群では肥大部分位と最大 QRS ベクトルの方向が一致する傾向が示された。これに対し septal type では最大 QRS ベクトルは左やや前上方に向かい, 肥大部分位とは異なる方向に向かった(図2)。そこで水平面での最大 QRS ベクトルの方向と肥大部分位についてさらに詳細に検討するため, 最大 QRS ベクトルの方向により, これが $-180^{\circ} \sim -60^{\circ}$ のものを type 1, $-60^{\circ} \sim 0^{\circ}$ を type 2, $0^{\circ} \sim +90^{\circ}$ にあるものを type 3 として3群に分類した。その結果, posterior type(P)と lateral type(L)および anterior type(A)と apical type(AP)の間には有意な差が認められなかったため, これらをそれぞれ P+L 群および A+AP 群として一括した。Septal type は10例(63%)が type 1 に, 5例(31%)が type 2 に属し, type 3 はわずかに1例(6%)にすぎなかった。Posterior type または lateral type では7例中6例(86%)が type 2 に分類され, 残り1例(14%)は type 1 であった。これに対し anterior type または apical type では18例中13例(72%)が type 3 に相当し, 残り5例(28%)では type 2 を示していた。したがって, septal

図2 最大 QRS ベクトルの方向

Septal type を除く各 type はいずれも最大 QRS ベクトルは肥大部分位の方角に向かうが, septal type では肥大部分位とベクトルの方向が一致しなかった。

S=septal type, A=anterior type, L=lateral type, P=posterior type, AP=apical type

type では type 1 が多く, posterior type または lateral type では type 2 が, anterior type または apical type では type 3 が多く, type 別の出現頻度には 3 群間に明らかな差が認められた。

QRS 環の回転方向では(表 2)septal type では 8 字回転や, others で示す複雑な回転を示すものが多い傾向にあったが,他の type では 3 面ともに正常回転を示すものが多く,特に一定の傾向は認められなかった。

(2) QRS 初期ベクトル

初期ベクトルの方向は水平面でみるかぎり は時間経過とともにどの群もほぼ同様な推移を示し, 10msec ベクトルは左あるいは右前方に向かい, 20msec ベクトルはそのまほとんどの同じ方向を維持した後, 30msec ベクトルは左前方に向かったが, いずれもばらつきが大きかった。前額面ではこのばらつきはさらに著しくなり, いずれの群でも, 20msec ベクトルは 0°を中心に上下に広く分布していた(図 3)。特に septal type では比較的長時間右前上方に張り出し, 標準12誘導心電図で下壁誘導や側壁誘導に Q 波を形成するものや初めから左後方に向かい, 標準12誘導心電

表 2 QRS 環の回転方向

classification		Frontal	Sagittal	Horizontal
Septal type	CW	2	0	0
	CCW	6	9	12
	F8	3	3	1
	others	5	4	3
Anterior type	CW	3	1	0
	CCW	3	4	5
	F8	0	1	1
	others	0	0	0
Lateral type	CW	2	0	0
	CCW	2	3	3
	F8	0	1	1
	others	0	0	0
Posterior type	CW	1	1	0
	CCW	2	2	3
	F8	0	0	0
	others	0	0	0
Apical type	CW	5	0	0
	CCW	4	10	12
	F8	2	2	0
	others	1	0	0

CW : 時計回転, CCW : 反時計回転, F8 : 8 字回転

図では右前胸部誘導に Q 波を形成するものが認められた。初期ベクトルの大きさでは, 10 msec, 20msec, 30msec ベクトルのいずれでも, 各面ともに posterior type がやや小さい傾向はあるものの, 各群間に有意な差は

図 3 QRS 初期ベクトルの方向

各肥大群ともに QRS 初期ベクトルの方向はばらつきが大きい。

S=septal type, A=anterior type, L=lateral type, P=posterior type, AP=apical type

認められなかった。

(3) 最大Tベクトル

最大Tベクトルの大きさは前額面と水平面で, apical type が他の群よりも大きい値を示し, 特に septal type との間には統計的に有意な差が認められた(図4)。

最大Tベクトルの方向は, 前額面と矢状面では各群間に差がなく, いずれの群も右方向に

type では他の群よりも明らかに前方に位置し, これは肥大部位と反対方向に相当した(図5)。

(4) QRS/T 比

最大QRS loop と最大T loop の大きさの比は, いずれの面でもばらつきが大きく, 各群間には有意な差が認められなかった。

3. 症例

閉塞性肥大心筋症の患者の心電図, ベクト

図4 最大Tベクトルの大きさ

他の群に比べて apical type では最大Tベクトルが大きく, 特に septal type との間には統計的に有意な差が認められた。

S=septal type, A=anterior type, L=lateral type, P=posterior type, AP=apical type

図5 最大Tベクトルの方向

S=septal type, A=anterior type, L=lateral type, P=posterior type, AP=apical type

ル心電図およびMRI像を示す(図6)。患者は57歳女性で、健康診断で心電図異常を指摘され精査のため受診した。家族歴、既往歴とも特記するものはなく、自覚症状も認められなかった。この患者では超音波が入りにくいため、心エコー図では明瞭な画像が得られなかったが、MRIでは心基部側中隔は20mm、後壁11mmと著明な非対称性中隔肥大が認められた。心電図では左室高電位とI, aV_L, および左胸部誘導のT波の陰転を認める。ベ

クトル心電図ではQRS環は左後下方に向かい、水平面での方向は-20°を示していた。

III. 考 案

従来肥大型心筋症は心室中隔の肥大が特徴とされていたが、最近の検討では肥大が心尖部や後壁あるいは側壁に局限するものがあり、肥大の様式や形態により病態や予後に差があることが報告されている⁹⁾。肥大部位の違いは当然心電図にも反映されるが、標準12誘導

図6 肥大型閉塞性心筋症例

57歳、女性。心エコー図では明瞭な画像が得られなかったが、MRIでは心基部側心室中隔の肥大が著明で、最も厚い部位では約20mmであった。ベクトル心電図では最大QRSベクトルは左後下方に向かい、肥大部位とは一致しなかった。

心電図は誘導ベクトルに歪があり、心起電力を定量的に捉えるには不適當である。その点フランク法ベクトル心電図は修正直行誘導であり、心起電力を大きさ、方向ともに定量的に分析することができ、肥大部位の判定にはより適切な方法と考えられる。また肥大部位評価の基準となる非観血的検査法としては通常超音波検査法が用いられるが、心室中隔の描出にはほとんどの場合問題がないが、心尖部や側壁の描出は困難なことが多く、これらの部位の定量的評価が可能な像を得られることはむしろまれといえる。そこで我々は超音波で描出困難な例に MRI を併用することにより、心筋症の肥大部位を分類した。これにより対象41例のうち、超音波では十分な画像の得られなかった13例全例で良好な画像を得ることができ、肥大部位の診断はほぼ満足すべきものと考えられる。

最大 QRS ベクトルの大きさはいずれの群も正常値と比べるとやや大きい値を示したが、各群間には有意差を認めなかった。肥大の方向と左室の誘導ベクトルの方向が一致する後壁ないし側壁の肥大では、中隔肥大と比べてより大きな値を示すことが期待されたが、今回の成績ではその傾向はあるものの、統計的には有意な差ではなかった。これは例数が少なかったこともあるが、肥大部位では心筋の錯綜配列が著しく、この部位の興奮が必ずしも心筋の一定方向への脱分極を生じないため、ベクトルの大きさとしてはそれほど大きくならなかった可能性があることも関係していると思われる。

一方、最大 QRS ベクトルの方向は、中隔肥大を除いていずれも肥大部位と一致する方向に向かっていた。特に水平面の最大 QRS ベクトルの方向を検討することにより、肥大部位をかなりの程度まで推測可能であることが示された。すなわち、中隔肥大では後方から右後方に向かい、後壁肥大と側壁肥大では左やや後方に、前壁肥大と心尖肥大では左前方に位置した。肥大部位と最大 QRS ベクトル

の方向が一致することは期待された結果ではあるが、中隔肥大のみは肥大部位とは異なった方向に向かっていた。中隔肥大で肥大部位と最大 QRS ベクトルの方向が一致しなかった原因は明らかではないが、中隔肥大では多くが肥大が心基部側に偏っていたこと、中隔肥大では特に心筋の錯綜配列が著しい場合が多いこと¹⁰⁾、中隔肥大では刺激伝導障害の頻度が高く¹¹⁾、明らかな伝導障害の所見がみられなくても局所的な伝導異常が存在し、これがベクトルの方向を修飾している可能性があること、あるいは心筋シンチグラムでしばしば心室中隔の灌流欠損がみられ¹²⁾、このために心起電力の方向に変化が生じる可能性があることなど多くの要因が考えられる。しかしいずれにしても最大 QRS ベクトルの方向を前述の3群に大別すると、肥大部位をかなり高い精度で推定することが可能であり、ベクトル心電図を心臓超音波検査と併用することにより、日常臨床では MRI のような高価で時間のかかる検査を行う必要は少なくなると考えられる。また QRS 環の回転方向は中隔肥大以外の群では各面ともに正常な回転方向を示していたが、中隔肥大群では8字回転や複雑な回転を示すものが多かった。この事実は中隔肥大は、他の部位の肥大と比べても刺激伝導障害を伴うものが多く、また必ずしも均一な群ではないことを示しており、中隔肥大についてはその肥大の形や性状でさらに詳細な検討が必要と考えられた。一方、沼ら¹³⁾は心尖部肥大では前額面で反時計回転を呈するものが多いことを指摘しているが、今回の成績からはむしろ否定的であった。

従来より QRS 初期ベクトルは心室中隔の起電力を反映すると考えられてきた。したがって、中隔肥大では肥大部位の起電力増大により、QRS 初期ベクトルが心室中隔の方向、すなわち右前方へ大きくなることが予想される。沼ら¹³⁾、渡辺ら¹⁴⁾は中隔肥大例では初期ベクトルは右前方に張り出していたことを報告しているが、我々の成績ではそのような所見

は認められなかった。これは前述のごとく中隔肥大は他の部位の肥大と比べて不均一な集団であり、また刺激伝導障害など他の群では生じにくい変化が、合併している可能性があることなどが関与しているものと考えられる。

最大Tベクトルの大きさは心尖部肥大で最も大きくかつQRS/T比は小さく、最大QRSベクトルとは反対方向に向かっており、これは、いわゆる標準12誘導心電図でみられる巨大陰性T波に一致する所見と考えられた。従来より、心尖部肥大型心筋症は巨大陰性T波を呈することが特徴^{15),16)}とされていたが、今回の検討では心尖部肥大の最大Tベクトルの方向は平均では巨大陰性T波に一致する所見を示したものの、大きさ、方向ともにばらつきが大きく、実際には最大Tベクトルの大きさや方向から心尖部肥大の存在を推測することは困難であった。

〔文 献〕

- 1) 西山信一郎, 石綿清雄, 岩瀬 孝, 山口 洋: 肥大型心筋症の肥大部位と心電図, 日本臨床 49: 28~34, 1991
- 2) Melacini P, Fasoli G, Canciani B, Buja G, Mammola C, Della Volta S: Hypertrophic cardiomyopathy: two dimensional echocardiographic score versus clinical and electrocardiographic findings. Clin Cardiol 12: 42~44, 1989
- 3) 古谷雅子, 羽鳥幹子, 伴野祥一: 肥大型心筋症と虚血性心疾患のVector心電図におけるT環の比較, 北関東医学 5: 179~188, 1985
- 4) Maron JB, Gottdiener JS, Ebstein SE: Patterns and significance of distribution of left ventricular hypertrophic cardiomyopathy—a wide angle, two dimensional echocardiographic study of 125 patients. Am J Cardiol 48: 418~428, 1981
- 5) 南雲 信: 心電図, ベクトル心電図による左室肥大の診断, 北関東医学 8: 1~7, 1988
- 6) Tamai M, Nagata S, Boku E, Ohno J, Inoue M, Matso H, Satou K, Nimura Y: A study of vectorcardiogram in hypertrophic cardiomyopathy with special reference to the problem of localization of the myocardial hypertrophy of the left ventricle. Prog Med 5: 1179~1188, 1985
- 7) Heger JJ, Weyman AE, Wann LS, Dillon JC, Feigenbaum H: Crosssectional echocardiography is acute myocardial infarction: detection and localization of regional left ventricular asynergy. Circulation 60: 531~538, 1979
- 8) Chou TC, Helm RA, Lach R: The significance of a wide TsE loop. Circulation 30: 400~410, 1964
- 9) Wigle ED, Sasson Z, Henderson MA, Ruddy TD, Fulop J, Rakowski H, Williams WG: Hypertrophic cardiomyopathy: The importance of the site and the extent of hypertrophy. A view. Prog Cardiovasc Dis 28: 1~83, 1985
- 10) 藤原久義, 星野恒雄: 錯綜配列心筋について, 病理と臨床 5: 707~716, 1983
- 11) 西山信一郎, 西村重敬, 加藤健一, 西川英郎, 代田浩之, 中西成元, 関 顕, 山口 洋: 肥大型心筋症76例における不整脈の解析, 日内会誌 75: 246, 1986
- 12) 古賀義則, 山口龍太郎, 本原和生, 緒方雅彦, 戸嶋裕徳: 肥大型心筋症における心筋灌流動態の検討—運動負荷 Tl-201心筋シンチグラフィーを用いて, 厚生省特定疾患特発性心筋症調査研究班昭和60年度研究報告集, 335~343, 1986
- 13) 沼 哲夫, 大城康彦, 余川 茂, 稲坂 揚, 浦岡忠夫, 服部 信: 心エコー図よりみた非対象性心筋肥大の形態とベクトル心電図との関係, J Cardiology 8: 305~312, 1978
- 14) Watanabe Y, Yasui S, Inagaki H, Kawai N, Sotobata I: The quantitative diagnosis of thallium-201 myocardial perfusion images and vectorcardiograms in myocardial infarction and hypertrophic cardiomyopathy. Jpn Circ J 45: 148~159, 1981
- 15) Sakamoto T, Tei C, Murayama M, Ichiyasu H, Hada Y, Hayashi T, Amano K: Giant negative T wave inversion as a manifest of asymmetric apical hypertrophy (AAH) of the left ventricle—echocardiographic and ultrasonocardiographic study. Jpn Heart J 17: 611~629, 1976
- 16) Yamaguchi F, Ishimura T, Nishiyama S, Nagasaki F, Nakanishi S, Takatsu F, Nishijo T, Umeda T, Machii K: Hypertrophic nonobstructive cardiomyopathy with giant negative T waves (apical hypertrophy)—ventriculographic and echocardiographic features in 0 patients. Am J Cardiol 44: 401~412, 1979