

ベクトル心電図の空間スカ
ラー表示による心筋梗塞診
断：タリウム心筋シンチグ
ラフィーとの対比

Clinical utility of spatial
color mapping vector-
cardiography in diagnos-
ing myocardial infarc-
tion: Comparison with
 ^{201}Tl scintigraphy

窪田 靖志
古川 啓三
海老沢哲也
盛川 洋一
稲垣 末次
杉原 洋樹
朝山 純
足立 晴彦
勝目 紘
伊地知浜夫

Yasushi KUBOTA
Keizo FURUKAWA
Tetsuya EBIZAWA
Youichi MORIKAWA
Suetsugu INAGAKI
Hiroki SUGIHARA
Jun ASAYAMA
Haruhiko ADACHI
Hiroshi KATSUME
Hamao IJICHI

Summary

The feasibility of spatial color mapping vectorcardiography in diagnosing the site and extent of the old myocardial infarct was evaluated in comparison with ^{201}Tl scintigraphy.

Vectorcardiographic data made by Frank's technique were entered in the personal computer and the QRS complexes were plotted over 112 points crossing the latitude of each 20 (from 20N to 80S) degrees and longitude of each 20 degrees from 20W to 20E on the spherical body. Eight colors were assigned according to the direction of the QRS vector. To construct a territorial map, the apical, then, the septal, anterior, lateral, inferior and posterior portions were determined from the normal ^{201}Tl scintigrams.

Myocardial images obtained in the anterior, left anterior oblique and lateral projections were analyzed by the circumferential profile curve. Diagnostic specificity for infarction was greater than 60%, and especially high (90%) in the anterior, apical and lateral regions, but relatively low (50%) in the septal, inferior and posterior regions. Accuracies exceeded 64%. The infarcted areas assessed by spatial color vectorcardiography agreed with those assessed by ^{201}Tl myocardial scintigraphy.

Thus, spatial color vectorcardiography was simple and useful for diagnosing the site and extent of myocardial infarction.

京都府立医科大学 第二内科
京都市上京区河原町通広小路 upper 梶井町 465 (〒602)

The Second Department of Medicine, Kyoto Prefec-
tural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji,
Kamigyo-ku, Kyoto 602

Received for publication October 13, 1986; accepted December 15, 1986 (Ref. No. 32-PS4)

Key words²⁰¹Tl scintigraphy

Spatial color mapping vectorcardiography

Old myocardial infarction

はじめに

ベクトル心電図 (VCG) は、心臓の起電力の大きさと方向に基づいて心筋傷害や心肥大の部位を同定する診断法である。その研究の歴史は古く、近年の高度な画像診断法の発展以前は、心疾患の部位診断の主流であった。しかし、VCG は空間認識が容易でないことから、断層心エコー図法、X線 CT、核医学検査法等の各種の新画像診断法の頻用に伴い、日常診療に用いられることが少なくなってきた。一方、多くの新しい画像診断法は、繁雑かつ大がかりで、高価な診断機器を必要とするのに対して、ベクトル心電図は装置、手技とも簡単であるという利点がある。今回、著者らはベクトル心電図をベクトル環の方向でカラー表示する空間カラー表示を工夫して、より定量的、かつ客観的な評価を試みた。特に心筋梗塞例についてタリウム心筋シンチグラフィーと対比し、その診断上の有用性を評価した。

対象および方法

12 誘導心電図上異常 Q 波を認め、発症後 3 ヶ月以上経過し、かつ ²⁰¹Tl 心筋シンチグラム上明らかな陰影欠損像を有する前壁中隔梗塞例および下壁梗塞例各 11 名を対象とした。

空間カラー表示ベクトル心電図の記録

Frank 誘導¹⁾による X, Y, Z 方向のベクトルを採取し、これをパーソナル・コンピューター (NEC PC-100) に入力してその QRS 部を球体上の各空間座標点、すなわち、前額面および後額面で、赤道線より 20 度ずつ上方向に 40 度、下方向に 60 度までの緯線と 10 度ごとの経線との交点 (112 点) を座標上に展開した。ベクトルの方向は直行座標から、前右上 (青)、前左上 (灰)、前右下 (緑)、前左下 (橙)、後右上 (桃)、後左上 (茶)、後右下 (紫)、後左下 (赤) による色分けにより、QRS

波を 4 msec ごとにカラー表示した。

空間カラー表示ベクトル心電図の座標を左室各部位と対応させることを目的として、正常例 10 例を対象に、²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー上の planar 像の正面と側面像、および心尖部が明瞭に描出される体軸断層像より、心基部と心尖部とがなす角度を求め、その平均値の 2SD を算出した。その結果より、前額面の左端より 120 度から 150 度、また赤道線より下方 20 度ないし 40 度の位置を心尖部とし、これを中心に、心尖部の直上を前壁、前壁および心尖部より右方を中隔とし、経度で 40 度ごとに緯度を 20 度ずつ上方へ移動させた。同様に、前壁および心尖部より左方を側壁とした。後面図では、正常例でも緯度で 20 度より -40 度、経度で -100 度より 0 度では Q 波が出現するので、この部位を僧帽弁部とした。また、前面図において、中隔、心尖部および側壁、それより下方を下壁とし、後面図において、側壁および僧帽弁部よりも下方を後壁とした。以上の方法により、Fig. 1 に示す領域マップを作成した。また、展開した心電図上の QRS 波のうち 40 msec 以上、かつ R 波の 25% 以上の初期 Q 波を異常 Q 波とし、それらの存在する部位を領域マップ上に記し、領域上に 1 点でも記された場合には、その部位を梗塞部位と判定した。

²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィー

心筋シンチグラフィーはベクトル心電図を収録した同日に施行し、運動負荷を実施した症例では、運動直後像よりの再分布像を用いた。すなわち、正面、左前斜位と左側面より撮像、ミニコンピューター (scintipack 1200) に data 採集し、これを宮永ら²⁾に従って circumferential profile curve analysis を行った。つまり、収録した心筋像に関心領域を設定し、10 度ずつ 360 度方向に半径を描き、その半径で count 数を除し、平均化した。さらに、正常領域の最大カウント数の

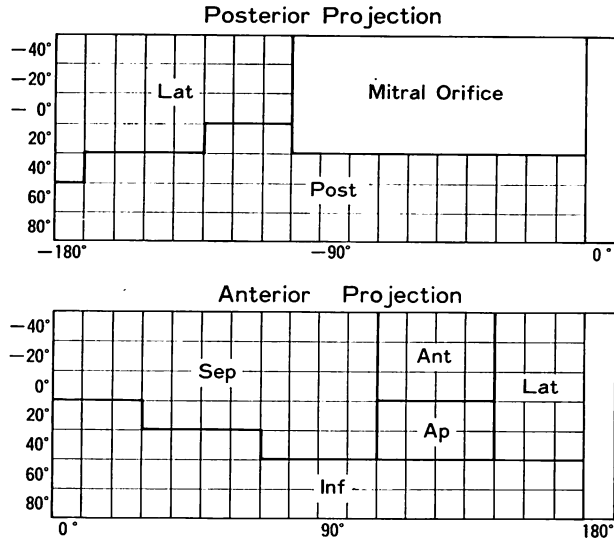


Fig. 1. Territorial map.

Septal (Sep), anterior (Ant), inferior (Inf), lateral (Lat) and posterior (Post) regions are separated from the apical (Ap) portion, which is defined as the area situated 120~150° in the frontal plane and 0~40° below the equator.

70% 以下を 梗塞部位と判定した。解剖学的位置関係については、心尖部を基準として、正面像より下壁部および前側壁部、左前斜位像より中隔部および後側壁部、左側面像より前壁部および後壁部に分割し、あらかじめ指定した心尖部の位置をもとに、2名の核医学専門医により、半定量的に心筋梗塞部位を決定した。

結 果

1. 健常例における空間カラー表示ベクトル心電図

健常例 (30 歳, 男性) の空間カラー表示ベクトル心電図を (Fig. 2) に示す。QRS ベクトルは左前上方より右前上方, 左前下方, 左後下方, 右後下方, 右後上方, 右後下方へと移行し, これらの推移がカラー展開表示で示された。前方よりの展開図では, QRS 部は緯度の -20 度および経度の 0 度から 20 度付近の QRS 波で 12 誘導心電図の前胸部誘導に近似し, 同様に緯度の 40 度および経度の 160 度から 170 度付近は胸部左側誘導に近似した。逆に領域マップ上の僧帽弁口部に相当す

る後面よりみた図 (Fig. 3) では, 同部位は初期 Q 波の成分が主体をなし, これらは胸壁誘導の鏡面像と推測された。このようにカラー展開表示により, QRS ベクトルの位置を知り得るとともに, 心電図の立体的展開表示が可能であった。

2. 心筋梗塞例における空間カラー表示ベクトル心電図

1. 前壁中隔梗塞例

前壁中隔梗塞例 (57 歳, 男性) における実例を Fig. 4 と Fig. 5 に示す。前画像では赤色成分が占め, 前左下方向に主ベクトルが向き, また緯度線では -40 度から 60 度まで Q 波成分が存在し, 同様に経線では 0 度から 160 度まで Q 波成分を認めた。したがって赤色より前壁中隔に病変が存在し, これらの Q 波成分を領域マップ上に表示すると (Fig. 6), 中隔の全体, 前壁, 心尖部の大半, 下壁の一部に梗塞領域が明らかに図示された。このように, 本法では梗塞部分の広がりや部位が明瞭に把握され, 立体的理解が容易であった。本症例の ^{201}Tl 心筋シンチグラムは, Fig. 7

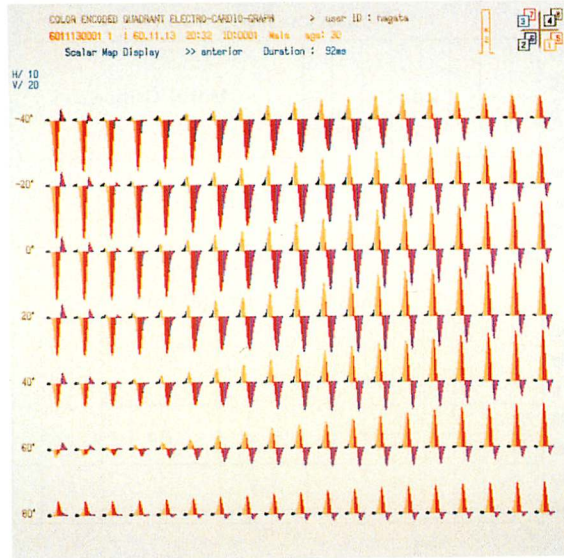


Fig. 2. Normal spatial color vectorcardiogram (anterior projection).

The directions of the QRS vector are colored; blue=anterior, right- and upwards; gray=anterior, left- and upwards; green=anterior, right- and downwards; orange=anterior, left- and downwards; pink=posterior, right- and upwards; brown=posterior, left- and upwards; violet=posterior, right- and downwards; red=posterior, left- and downwards.

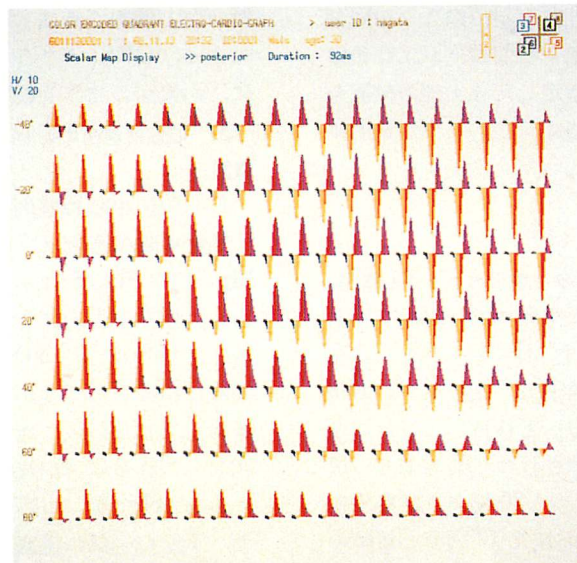


Fig. 3. Posterior projection of the same case as in Fig. 1.
Q waves are observed in the apex and right region.

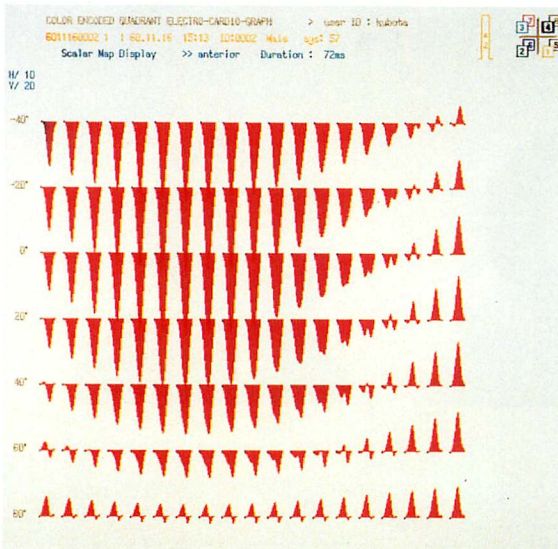


Fig. 4. Anterior projection of spatial color vectorcardiogram (57 y.o. man with anteroseptal infarction).

QRS vectors are red and are directed to the left, anteriorly and inferiorly.

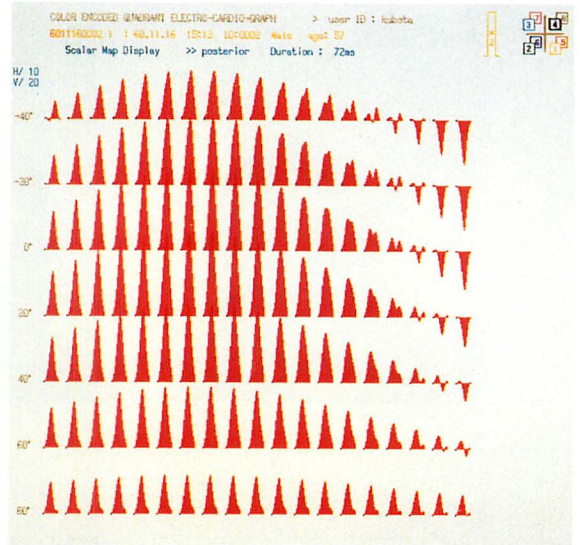


Fig. 5. Posterior projection of the same case as in Fig. 4.

Mirror images of abnormal Q waves in the anteroseptal region are shown.

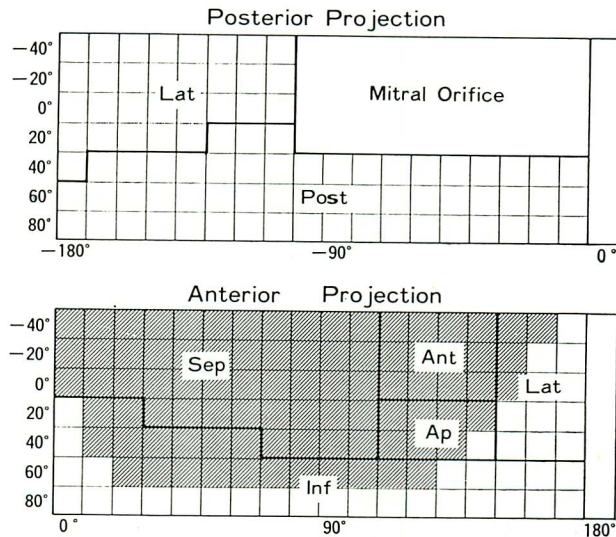


Fig. 6. Territorial map of the same case as in Fig. 4.

This map is helpful for understanding the localization and extent of anteroseptal infarction.

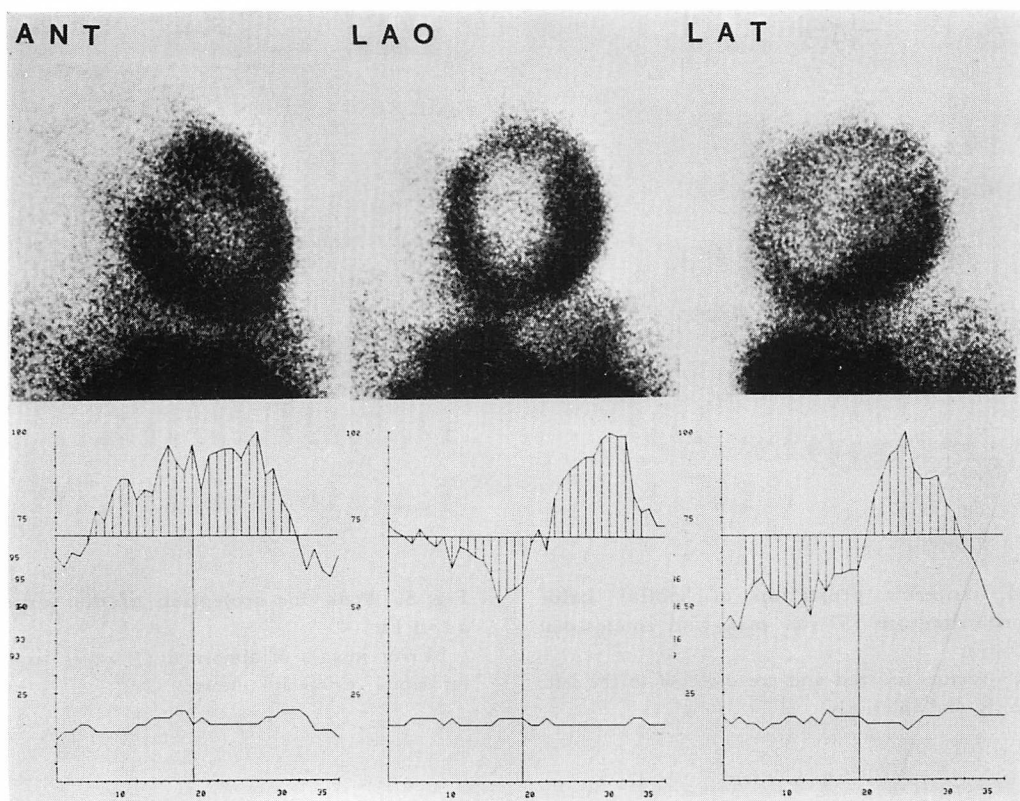


Fig. 7. ^{201}Tl myocardial scintigrams and the circumferential profile curves of the same case as in Fig. 4.

Infarcted areas of the spatial color vectorcardiograms coincide with those of the ^{201}Tl myocardial scintigrams.

に示す如く, 前壁中隔より心尖部, 一部下壁にいたる広範な梗塞を示し, 空間ベクトル心電図の領域マップとよく一致した.

2. 下壁梗塞例

Fig. 8 に下後壁梗塞例 (61 歳, 男性) を示す. カラー表示上, QRS ベクトルが大部分青と灰色を呈し, 前右上および前左上を向くことから, 反対方向の後下壁部の異常と推測できた. 前面図では 40 度から 80 度まで Q 波が存在, 後面図 (Fig. 9) でも 40 度から 80 度まで Q 波成分が存在し, さらに, 領域マップ上に描画すると (Fig. 10), 後下壁梗塞の部位と広がりが見事に把握できた. ^{201}Tl 心筋シンチグラフィでは下壁およ

び後壁部梗塞 (Fig. 11) が明瞭であり, 両検査法の成績はよく一致した.

3. 空間カラー表示ベクトルと ^{201}Tl 心筋シンチグラフィとの対比

心筋梗塞症 22 例において, 空間カラー表示ベクトル心電図の領域マップ上の異常 Q 波の存在部位をタリウム心筋シンチグラム上の陰影欠損像を基準として対比すると (Table 1), sensitivity は前壁, 中隔, 下壁, 後壁では 90% 以上であったが, 心尖および側壁では 71%, 60% とやや低かった. Specificity では前壁, 心尖, 側壁部で 80% 以上であったが, 下壁, 中隔および後壁では 40~50% であった. Accuracy は 64% 以上

Table 1. Sensitivity, specificity and accuracy of spatial color vectorcardiography compared with ²⁰¹Tl myocardial scintigraphy

	Anterior	Septal	Apical	Inferior	Lateral	Posterior
Sensitivity	90% (9/10)	100% (12/12)	71% (5/7)	90% (9/10)	60% (3/5)	90% (9/10)
Specificity	92% (11/12)	30% (3/10)	87% (13/15)	42% (5/12)	82% (14/17)	50% (6/12)
Accuracy	91% (20/22)	68% (15/22)	82% (18/22)	64% (14/22)	77% (17/22)	68% (15/22)

で、前壁および心尖部では 80% 以上であったが、他の部位ではやや低値であり、特に中隔、下壁および後壁では 70% 以下であった。

考 査

ベクトル心電図は心臓発生の起電力の大きさ、およびその方向の経時的推移を三次元的に把握する上で、きわめて有用な方法であり、これらの研究の歴史は古い。しかしながら、近年の断層心エコー図法、X 線 CT 法、核医学的手法などによる各種の画像診断法の進歩により、直接的な形態診断が可能になるに従って、ベクトル心電図の使用頻度は比較的減少してきている。また心電図診断は、通常、12 誘導心電図によることが多く、さらに電極端子を増やし、再度 VCG を記録する複雑さに加え、VCG は不整脈の検出が困難であることや、運動負荷心電図には不相当であることが欠点であり³⁾、パターン認識が容易である 12 誘導心電図に比し、VCG は空間認識が必要であり、普遍的でないことも事実である。

しかし、心臓全体の電位を示す VCG はその立体的な把握には有用であり、梗塞量の判定法としても、12 誘導心電図よりは優れているとする考えもある。また VCG を ²⁰¹Tl 心筋シンチグラムや QRS 瞬時ベクトルと対比して、瞬時ベクトルの大きさおよび角度と ²⁰¹Tl 心筋シンチグラムより求めた梗塞量との相関が良好であるとの報告^{4,5)}もある。同様に、Sederholm ら⁶⁾は QRS-vector difference と血清 CPK 活性との相関を報告し、梗塞量との関係が深いことを示した。一方、VCG

と心機能の面では、QRS 瞬時ベクトルと左室駆出率との相関がよいとの報告^{7,8)}もあり、VCG は心筋梗塞の定量化のみばかりでなく、間接的な機能診断にも有用な方法であるとの報告もある。

しかし、ベクトル心電図の解釈には、一次元的あるいは二次元的記録を思考した上で再構成することが必要で、心臓の起電力の大きさと方向の瞬時の理解が難しい。かつ、近年の解析法は数量化が中心であり、視覚的に理解することが困難な面があり、研究的色彩が濃かった。

今回、著者らは空間認識を容易にするために、各空間象限を 8 分割し、その各々を色分けして、起電力の大きさと方向の経時変化を把握しやすいように工夫し、さらにこれらを球体上に展開表示することにより、空間的な波形によるパターン認識を可能にした。通常、ベクトル心電図の前額面は標準肢誘導心電図と対応し、また、水平面図は胸部誘導心電図と対応するとされている。この考え方をもとに球体上の座標点を変換し、VCG を球体上に心電図波形として再構成し、通常の 12 誘導心電図のような表示による著者らの方法は、波形としてのパターン認識も可能とするもので、従来の 12 誘導心電図的な理解が可能である。しかも、個々の波形をカラー表示することにより、展開図と同時にベクトルの空間的变化も把握し得るものである。さらに、これらの結果の表示法として、Frank 誘導が修正直交誘導法であることを利用し、心臓の実際の部位と対比するため、²⁰¹Tl 心筋シンチグラムと、正面、側面像および体軸断層像より、心尖部を設定し、中隔、側壁、

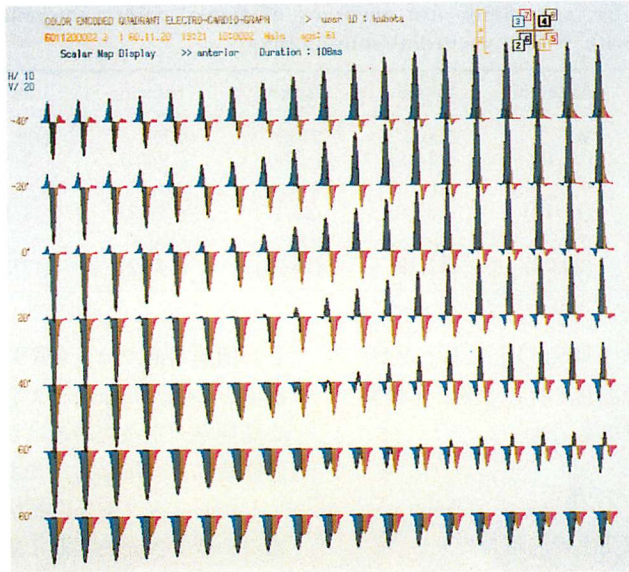


Fig. 8. Anterior projection of spatial color vectorcardiogram (61 y.o. man with postero-inferior infarction).

The QRS vector is directed anteriorly, right- and upward, and anteriorly, left- and upward.

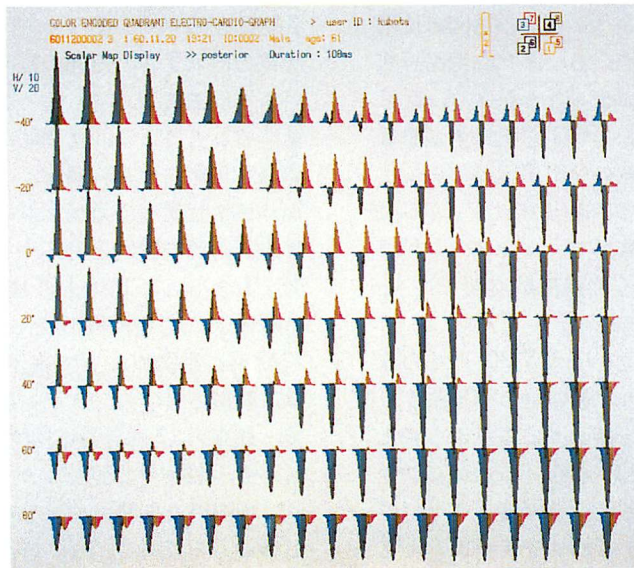


Fig. 9. Posterior projection of the same case as in Fig. 8.
Abnormal Q waves are present in the posterior area.

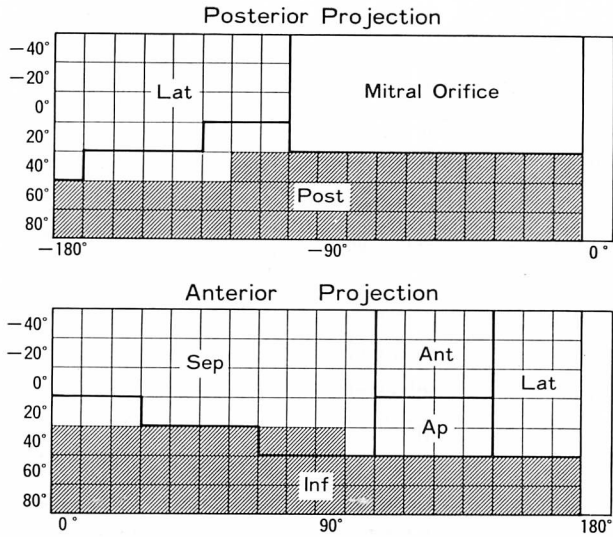


Fig. 10. Territorial map of the same case as in Fig. 8.

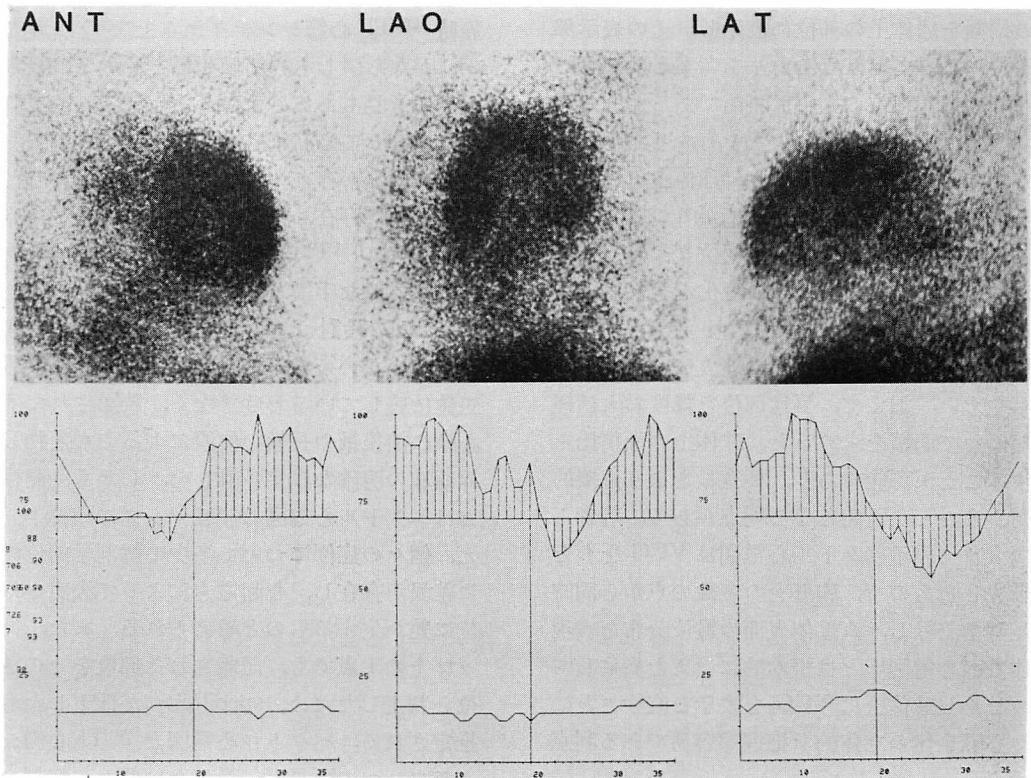


Fig. 11. ^{201}Tl myocardial scintigrams and the circumferential profile curves of the same case as in Fig. 8.

Infarcted areas of the spatial color vectorcardiograms coincide with those of the ^{201}Tl myocardial scintigrams.

前壁，下壁，後壁の領域をマップ上に設定した。これにより，簡便に傷害領域の推測が可能となった。また，これらの展開表示も，パーソナル・コンピュータの進歩により，大型コンピュータを使用せずとも簡便に施行し得る。すなわち，従来より米国を中心として，大型コンピュータの導入による VCG の空間的表示法に関する若干の研究成果⁹⁾があり，今回著者らの使用した VCG の球体表示に類した考え方としては，Selvester らの臨床研究¹⁰⁾がある。彼らは心臓を短軸断層に分け，さらに，心軸を中心に 20 区画に領域を設定し，心表面電位の変化を推測しているが，彼らの電位記録には多数の電極を要し，その電位図の作成も繁雑である。また，Sano ら¹¹⁾は，空間的に VCG を理解するための方法として，最大ベクトルの位置を球体上の部位に表示し，その表示部位を変位によって捉えうる方法を考案したが，この方法では傷害部位の推定は可能であるが，その広がりまでは表示し得ない欠点を有する。今回の著者らの方法では VCG をもとに球体上に展開しているので，VCG の空間的な広がりの表示上に P, QRS, ST, T のパターンの変位までが表示可能で，色調により，ベクトルの変化を容易に把握し得るとともに，波形の変化により異常部位の推測も可能であり，心筋梗塞の範囲と広がりをより把握しやすい。加えて，異常部位を緯度および経度に基づいて面積を求めると，球体上の面積比を算出することが可能であり，梗塞量をより直接的に推測することが可能となる利点がある。著者らの空間カラー表示ベクトル心電図は VCG をもとに再構成したもので，胸壁上の多数の点から同時に心電図を記録し，直接体表面の電位分布を表現する体表面心電図¹²⁾とは根本的に考えを異にしている。しかし球体上に VCG を表示し直すことにより，心臓全体の立体的な把握が容易である利点を有する。

今回の空間カラー表示ベクトル心電図による心筋梗塞診断の基準として，²⁰¹Tl 心筋シンチグラムの planar 像を用いたが，これによる梗塞の診

断は，従来より冠動脈造影所見に優れるとされ，Wackers ら¹³⁾は剖検心での梗塞量と ²⁰¹Tl 心筋シンチグラムによる梗塞範囲と対比し，両者の良好な相関を報告した。このように ²⁰¹Tl 心筋シンチグラムが心筋梗塞症の梗塞量を示し得ることには異論がない。この心筋シンチグラムの陰影欠損部の評価方法としては，視覚的に領域設定を行って score 化するもの¹⁴⁾や，多数の関心領域を設定して count 数の変化で評価する方法⁵⁾などがある。今回著者らは広がりや部位を定量的に判定可能な circumferencial profile curve を用いた。²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィを基準として，12 誘導心電図法と対比検討した報告では，陰影欠損部と QRS score から推定した心筋梗塞量とに良好な相関があった¹⁵⁾という。しかし，この限界について，安静時 ²⁰¹Tl 心筋シンチグラム上での陰影欠損部が，かならずしも心筋壊死巣を示すとは限らないとする意見もある。すなわち，²⁰¹Tl は主に冠血流に依存して心筋細胞内に取り込まれるが，高度の狭窄病変が存在する場合，心筋血流が減少し，心筋壊死が存在しなくても陰影欠損像となることがあり¹⁶⁾，²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィが梗塞診断の絶対的な手段となり得ない場合がある。さらに，今回の検討は planar 像であり，3 方向像しか用いていないので，心臓全面の立体的位置関係を正確に表しているわけではなく，読影された部位は心臓の前後軸や長軸の位置によっても変動し，境界領域の明確な設定が難しい。しかも，同様なことはベクトル心電図の領域マップについても言え，個々の症例について多少の解剖学的位置構造に差異が存在し，心起電力によって決定された部位に差が生ずるものと考えられる。また，領域マップ上の 1 点でも，記載された部位をその梗塞部位と判定したため，specificity が低下したものと推定される。ベクトル心電図と ²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィの所見が一致しない個々の症例を検討すると，いずれも不一致部位の周辺領域に梗塞部があることから，両者に多少のずれが存在し，したがって，²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィと領域マッ

プ上の不一致の要因は、心臓の解剖学的関係と電気的位置関係、および方法論上の相違が関与しているものと考えられた。Sensitivity については、側壁、心尖部を除いて 90% 以上であり、したがって今回の方法はおよそその梗塞部位とその広がりを知るためには有用であるが、上記の問題点、すなわち、単純な部位決定だけでなく、他の画像診断と同様、心臓の全体的な解剖と冠動脈の走行を考慮した診断が必要である。なお、今回決定した領域マップは、健常者の ^{201}Tl シンチグラムの planar 像 および 体軸断層像を基準とした心臓の解剖学的位置で決定され、電気的位置関係との差は未検討であること、また、VCG の記録方法、すなわち、Frank 誘導が個体差を考慮しない画一的な修正直交誘導法である点など、方法上の問題点を考慮し、今後さらに症例を重ねることにより、領域設定部の改善を必要とすると考えられた。

要 約

心筋梗塞の部位と広がり的心電図による立体的評価を目的として、ベクトル心電図を球体上に空間スカラー表示し、 ^{201}Tl 心筋シンチグラムと対比して、その有用性を検討した。

心電図上異常 Q 波を有する発症後 3 ヶ月以上の前壁中隔梗塞例および下壁梗塞例各 11 例を対象とし、Frank 誘導による VCG (X, Y, Z) をコンピューターに入力した。その QRS 部を球体上の各空間座標点に、前額面および後額面で赤道線より 20 度ずつ上方向に 40 度、下方向に 60 度まで、10 度ごとの経線との交点 (112 点) を座標上に展開し、ベクトルの方向を前右上 (青)、前左上 (灰)、前右下 (緑)、前左下 (橙)、後右上 (桃)、後左上 (茶)、後右下 (紫)、後左下 (赤) に色別し、QRS 波を 4 msec ごとにカラー表示した。また、表示部位の決定のため、健常例 10 例について、 ^{201}Tl 心筋シンチグラム上の planar 像の正面と側面像、および心尖部が明瞭に描出される体軸断層像に基づいて、心基部と心尖部とがなす角度の平均値の 2SD を算出した。領域マップ作製にさい

しては、左端より 120 度から 150 度、赤道線より下方 20 度から 40 度の位置を心尖部、それに基づいて前壁、中隔、側壁および下壁と定めた。後面図では、緯度で 20 度より -40 度、経度で -100 度より 0 度の部位を僧帽弁部とし、側壁および僧帽弁部より下方を後壁とした。また、展開した心電図上の QRS 波のうち、40 msec 以上で R 波の 25% 以上の初期 Q 波を異常 Q 波とし、それらの存在部位を領域マップ上に記し、その部位を梗塞部と判定した。 ^{201}Tl 心筋シンチグラムでの梗塞部位は、正面、左前斜位と側面像における circumferential profile curve analysis から、正常領域の最大カウントの 70% 以下のものとした。空間カラー表示ベクトルの梗塞診断に対する sensitivity は 60% 以上で、前壁、中隔、下壁および後壁では 90% 以上であった。Specificity は前壁、心尖、側壁では 80% 以上であったが、中隔、下壁、後壁では 50% 以下であり、領域設定上の問題が考慮された。Accuracy は 64% 以上であり、比較的良好な結果であった。

このように空間スカラー心電図によって得られた心筋梗塞部は ^{201}Tl 心筋シンチグラムの梗塞部位とは比較的良好に一致し、心筋梗塞部位の判定上、有用と考えられた。また、球体上の面積比を考慮すれば、梗塞量を算出しうる可能性が示唆された。

文 献

- 1) Frank E: An accurate, clinically practical system for spatial vectorcardiography. *Circulation* 13: 737, 1956
- 2) 宮永 一, 足立晴彦, 渡辺都美, 古川啓三, 松久保晴生, 勝目 紘, 伊地知浜夫, 鳥居幸雄, 細羽 実: Tl-201 心筋シンチグラムの定量的評価への試み—Circumferential Profile 法による評価—. *核医学* 17: 1279-1284, 1980
- 3) Lipmann BS, Dunn M, Massie E: *Clinical Electrocardiography*, 7th ed., Year Book Med Publ, Chicago, 1984
- 4) 益海信一郎, 春見建一: 心筋梗塞におけるベクトル心電図の検討. *日内誌* 72: 26-34, 1983
- 5) Kawai N, Sotobata I, Inagaki H, Kondo T,

- Yamauchi K, Yokota M, Watanabe Y: Correlative studies between vectorcardiograms and thallium-201 myocardial perfusion images in patients with old anterior myocardial infarction. *Jpn Circ J* **46**: 684-692, 1982
- 6) Sederholm M, Grottnum P, Erhardt L, Kjekshus J: Quantitative assessment of myocardial ischemia and measurement of creatine kinase release in patients. *Circulation* **68**: 1006-1012, 1983
 - 7) 金丸修三: ベクトル心電図を用いた左室機能の評価. 日内誌 **64**: 32-42, 1985
 - 8) 松崎伸治, 岩坂禱二, 吉岡 廣, 斧山英毅, 篠田祐司, 森 晃基, 朝隅章夫, 稲田満夫: 陳旧性前壁梗塞症の RI アンギオグラフィーによる心ポンプ機能評価と Frank 誘導ベクトル心電図との対比. *心臓* **17**: 1051-1056, 1984
 - 9) Dower GE: Terminology and standardization in vectorcardiography. *J. Electrocardiol* **7**: 259-264, 1974
 - 10) Selvester RH, Palmersheim J, Pearson RB: VCG inverse model for the prediction of myocardial disease: Proceedings of the XIth International Symposium on Vectorcardiography, ed by Hoffman I, Hamby RI, Glassman E. North-Holland Publ Co, Amsterdam, 1971, p 54
 - 11) Sano T, Suzuki F, Tsuchiya S, Hiroki T: Application of adaline for automatic diagnosis of the electrocardiogram and the vectorcardiogram. Proceedings of the XIth International Symposium on Vectorcardiography, ed by Hoffmann I, Hamby RI, Glassman E. North-Holland Publ Co, Amsterdam, 1971, p 183
 - 12) 山田和生: 体表面電位図の基礎と臨床. 日内誌 **74**: 1191-1204, 1985
 - 13) Wackers FJ, Becker AE, Samson G, Sokole EB, Schoot JB, Vet AJ, Lie KI, Durrer D, Wellens H: Location and size for acute transmural myocardial infarction estimated from thallium-201 scintiscans. *Circulation* **56**: 72, 1977
 - 14) 植原敏勇, 西村恒彦, 林田孝平, 内藤博昭, 小塚隆弘, 朴 永大, 榊原 博: スラントコリメーターを併用した心筋シンチ長軸像(第1斜位像)による心筋虚血の評価. *J Cardiogr* **12**: 101-110, 1982
 - 15) Seino Y, Staniloff HM, Shell WE, Mickle D, Shah PK, Vyden JK: Evaluation of a QRS scoring system in acute myocardial infarction: Relation to infarct size, early stage left ventricular ejection fraction, and exercise performance. *Am J Cardiol* **52**: 37-42, 1973
 - 16) Wackers FJ, Lien KL, Samson G, Schoot JB, Durrer DD: Thallium-201 scintigraphy in unstable angina pectoris. *Circulation* **57**: 734-742, 1978