

付加的誘導記録の臨床的有用性

徳島大学名誉教授
森 博 愛

徳島大学医学部第二内科同門会誌 第32号別冊

2014年12月発行

付加的誘導記録の臨床的有用性

徳島大学名誉教授 森 博 愛

1. はじめに

現在、心電図記録法としては標準12誘導法が広く普及している。この内、標準肢誘導と単極肢誘導は立体的心起電力ベクトルの前額面投影成分、単極胸部誘導は身体横断面投影成分を記録しており、両者を総合することにより立体的心起電力を把握できる。

身体（胸郭）内に発電体（心臓起電力）があり、それにより作られる体表面の電位分布の2点間の電位差の経時変化の記録を各誘導で記録したものが心電図である。

Frank¹⁾は cancellation 実験（電位打ち消し法）により、正常人における体表面電位分布は前胸部誘導を含めて、固定的な位置にある単一な二重極の反映であると見なし得ることを発表している。このような考え方がベクトル心電図の基礎的背景になっている。実際、局所的起電力変化が重要な役割を演じる心筋梗塞や脚ブロックの診断についても、ベクトル心電図法は心電図法に勝る診断能力を示す例が多くあることが経験されている。

しかし、このような単一な電氣的二重極で代表できない起電力成分もあり、これらは非二重極成分 (non-dipolar component) あるいは多重極成分 (multiple dipoles) と呼ばれている。このような非二重極成分は、胸郭内臓器・組織の電気伝導性の非均一性、電極と心臓間の距離の近接性などに起因する。従って各種の病態に応じて、非二重極成分が反映される体表面部位が異なる。このような電位変化を記録するには標準12誘導法だけでは不十分で、各病態に応じた付加的誘導部位での心電図記録が必要である。

以下、日常臨床において、付加的な心電図誘導記録が必要な若干の病態について解説する。

2. Brugada 型症候群における高位右側胸部誘導の意義

Brugada 症候群と診断するには、saddle-back 型心電図では不十分で、coved 型心電図を確認する必要がある²⁾。そのために、ピルジカイニド静注などの薬理的負荷試験が行われているが、この方法には重篤な不整脈誘発の危険があるため、一般診療機関での外来検査法としては適当でない。他方、高位右側胸部誘導心電図記録法は極めて簡単で、しかもかなり効率が良い検査法である。その実施法は通常の V_{1-3} に加えて、1～2肋間上方の V_{1-3} 対応誘導心電図を記録するだけでよい。

図1は、Hisamatsu ら³⁾が行った高位右側胸部誘導の Brugada 型心電図検出における有用性を示したものである。Brugada 型心電図を示す17例 (Type 1 : 4例, Type 2 : 5例, Type 3 : 8例) で1肋間上方 (第3肋間) での V_{1-3} 対応誘導心電図を記録すると、Type 1 が4例 (23.5%) から11例 (64.7%) に増加している。

また Hisamatsu ら³⁾は通常的心電図が

| 第4肋間 | | 第3肋間 | |
|--------|----|------|-----------|
| Type 1 | 4例 | → | Type 1 4例 |
| Type 2 | 5例 | ↘ | Type 1 4例 |
| | | ↘ | Type 2 1例 |
| Type 3 | 8例 | ↘ | Type 1 3例 |
| | | ↘ | Type 2 4例 |
| | | ↘ | Type 3 1例 |

図1 高位右側胸部誘導の Brugada 型心電図診断における有用性

通常記録より1肋間上方で記録することにより、Type 1 が4例 (23.5%) から11例 (64.7%) に増加した。

(Hisamatsu K et al : Circ J 2004 ; 68 (2) : 135から引用)

Brugada 型 (saddle-back 型を含む) を示していない206例の男性で、第3肋間での $V_{1,2}$ 対応誘導心電図を追加記録し、これらの部位での心電図波形が Brugada 型を示した例が9例(4.4%)あり、うち Type 1 は1例(0.5%)、Type 2, 3 は各4例(1.9%)であったことを報告している(表1)。

表1 Brugada 型心電図診断における高位右側胸部誘導の有用性

| Brugada 型 | 例数 | % |
|-----------|----|-----|
| Type I | 1 | 0.5 |
| Type II | 4 | 1.9 |
| Type III | 4 | 1.9 |
| 計 | 9 | 4.4 |

標準12誘導心電図が Brugada 型心電図を示さない連続206例の男性で、第3肋間の $V_{1,2}$ 対応誘導心電図が Brugada 型心電図を示す例の頻度を示す。
(Hisamatsu K et al: Circ J 2004; 68(2):135から引用)

図2は健康診断で記録した37歳、男性の心電図である。通常部位で記録した $V_1, 2$ 誘導心電図波形は saddle-back 型を示すが、1肋間上の $V_1, 2$ 対応誘導心電図では coved 型の著明な ST 上昇を示した。本例の $V_{1,2}$ の心電図波形からは、1肋間上の V_1', V_2' で認めたような典型的な coved 型 ST 昇の出現を予期できないため、Brugada 型心電図が疑わしい例では、全例で高位右側胸部誘導心電図を記録する必要があることを示している。

高位右側胸部誘導で coved 型 Brugada 心電図が記録されることの臨床的意義は、通常の誘導で Brugada 型心電図が記録された場合と同様である。高位右側胸部誘導に coved 型 Brugada 型心電図波形が記録され易い機序としては、Brugada 型心電図の成因に Ito (一過性外向き電流) が大きく関与しており、このイオンチャネルの発現は右室流出路で最も著明なことに起因している。

3. 右室梗塞診断のための V_{4R} の記録

右室梗塞の頻度は全心筋梗塞例の10%程度であるが、右室梗塞単独例の頻度は著しく少なく3%程度である。しかし下後壁梗塞の20-50%は右室梗塞を合併する。表2は前壁梗塞、下壁梗塞+右室梗塞および下壁梗塞単独群(右室梗塞非合併例)の3群における入

表2 前壁梗塞群、右室梗塞合併下壁梗塞群および下壁梗塞単独群の死亡率

| 梗塞部位 | 死亡率 (%) | | |
|-------|---------|--------|--------|
| | 入院中 | 発症35日後 | 発症6ヵ月後 |
| 前壁 | 8.7 | 10.6 | 13.2 |
| 下壁+右室 | 7.1 | 7.5 | 8.9 |
| 下壁単独 | 5.5 | 5.6 | 6.9 |

いろいろな時点の死亡率は、右室梗塞を合併した下壁梗塞群が下壁梗塞単独群よりも高い。
(Mehta SR et al: J Am Coll Cardiol 2001; 37: 37-43から作成)

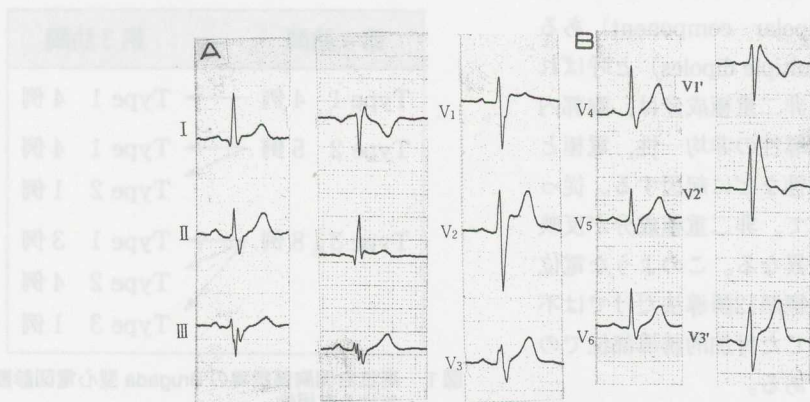


図2 Brugada 型心電図診断における高位右側胸部誘導の有用性を示す例
37歳、男性、健康診断で心電図異常を指摘された。A: 標準12誘導心電図, B: 1肋間上で記録した $V_{1,2}$ 対応誘導心電図 ($V_1'-V_3'$)。A の $V_{1,2}$ は saddle-back 型を示すが、B では典型的な coved 型 Brugada 心電図波形を示す(阿南市; 土橋哲夫先生症例)。

院中、発症35日時点および発症後6カ月時点の死亡率を示す⁴⁾。一般的に前壁梗塞群では下壁梗塞群よりも死亡率が高いが、右室梗塞合併下壁梗塞群と非合併下壁梗塞群の死亡率を比べると、どの時点の死亡率も、右室梗塞合併下壁梗塞群の方が非合併群よりも有意に高い⁴⁾。

従って急性下壁梗塞の心電図を見た際には、必ず右室梗塞合併の有無について検討する必要がある。図3は新鮮下壁梗塞に右室梗塞を合併した例の心電図である。II, III, aV_FにST上昇があり、下壁梗塞に対応した所見を示す。同時にV_{4R-6R}(V₄₋₆に対応した右側胸部誘導)にもST上昇(≥1mm)を認め、右室梗塞の合併を診断できる。

表3にV_{4R}とV₁の右室梗塞診断における感度と特異度を示す⁵⁻⁷⁾。両誘導共これらの誘導での特異度は高いが、感度はV_{4R}(87-92%)がV₁(10-20%)よりも著しく高く、急性下壁梗塞例では必ずV_{4R}を記録する必要がある⁵⁻⁷⁾。右室梗塞例におけるV_{4R}誘導の波形は図4に示すように多様性を示す⁸⁾。

右室梗塞合併下壁梗塞群と非合併下壁梗塞群との間には、梗塞サイズ、ピークCK値、左室駆出率、左室収縮末期容量に差がないが、

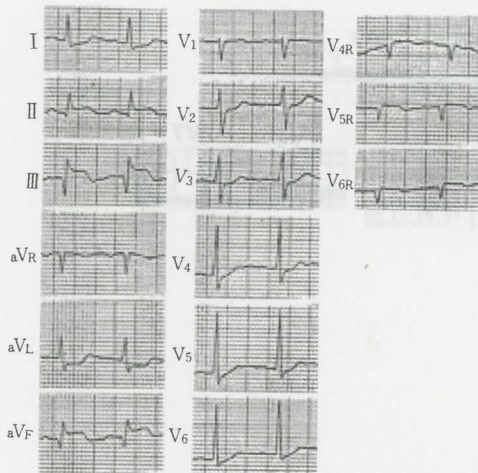


図3 右室梗塞を合併した新鮮下壁梗塞の心電図
II, III, aV_FにST上昇があり、新鮮下壁梗塞の所見を示す。同時にV_{4R-6R}にもST上昇があり、右室梗塞を合併している。

表3 右室梗塞診断におけるV_{4R}とV₁の感度と特異度

| ST↑ ≥ 1 mm | 感度 | 特異度 |
|-----------------|--------|--------|
| V _{4R} | 70-90% | 91-95% |
| V ₁ | 10-28% | 87-92% |

(Braat SH et al: Br Heart J 1983; 49: 368, Croft CH et al: Am J Cardiol 1982; 50: 421, 原田道則ら: 1989; 21: 85-91)

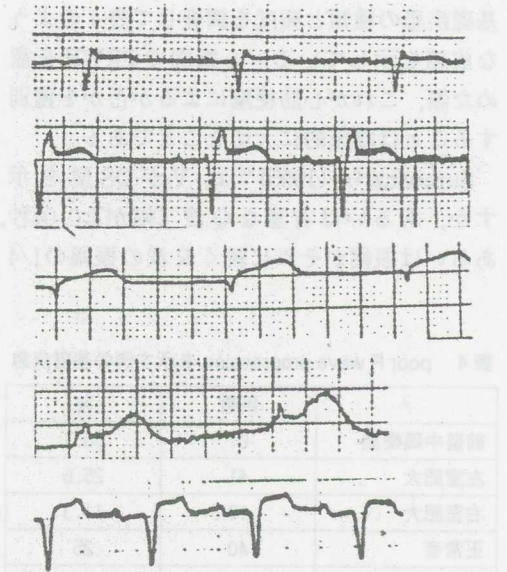


図4 右室梗塞時のV_{4R}誘導心電図波形の多様性
右室梗塞の際のV_{4R}心電図波形はこの図のように多様な波形を示す。
(Klein HO et al: Circulation 1983; 67: 558に基づいて作成)

房室ブロック、心室細動、持続性心室頻拍などの電氣的合併症は明らかに右室梗塞合併例で有意に多く、このことが右室梗塞合併例の予後不良に関与している。右室梗塞合併下壁梗塞では、下壁梗塞単独に比べて、持続性心室頻拍/心室細動の合併率が2.7倍ほど高く、右室は不整脈原性が高い臓器であると言える⁴⁾。

V_{4R}でのST上昇を右室梗塞の診断に用いる際に注意すべきことは、この所見は一過性で急速に正常化することである。Kleinらの調査によると、V_{4R}でST上昇を認めた右室梗塞48例中18例(37.5%)は1日以内に正常化し、そのうち数例では発症数時間以内に

正常化している。

4. $V_{3(4)}$ がQS (QR) 型を示す場合の心筋梗塞有無の鑑別における V_{3E} の有用性

V_{1-3} がQS型を示す場合、しばしば poor R wave progression (PRWP) との心電図診断が下される。石川ら⁹⁾は、 V_{1-3} がすべてQS型を示すか、あるいはr波の振幅が $< 3\text{ mm}$ の条件を満たす場合をPRWPと定義し、その基礎疾患の種類と頻度を調査して表4のような成績を示している。心電図でPRWPを認めた際、これが心筋梗塞によるか否かを鑑別することは臨床的に大切なことである。

Surawiczら(1955)¹⁰⁾は、 V_3 がQS型を示すか、あるいは有意なQ波(幅が ≥ 0.04 秒、あるいは振幅がそれに続くR波の振幅の1/4

表4 poor R wave progression を示す例の基礎疾患

| / | 例数 | % |
|--------|-----|------|
| 前壁中隔梗塞 | 61 | 38.1 |
| 左室肥大 | 41 | 25.6 |
| 右室肥大 | 18 | 11.3 |
| 正常者 | 40 | 25 |
| 計 | 160 | 100 |

(石川恭三ら：診断と治療1983；71：2234)

以上)を示す例の基礎疾患を調査した。心筋梗塞群(24例)と非心筋梗塞群(25例)において、前胸部の多数の誘導部位で記録した心電図波形およびベクトル心電図を比較し、どの誘導が両群の鑑別に有用であるかについて検討し、胸骨の剣状突起(processus ensiformis)レベルにおける V_3 対応誘導(V_{3E})が両群の鑑別に極めて有用であるとの知見を得た。非梗塞群では V_{3E} で初期r波を96.0%(24/25例)に認めたとしたが、梗塞群では12.5%(3/24例)のみに認め、他の例はQS型を示した。

梗塞群で V_{3E} に初期R波が記録されない理由は、梗塞群ではQRS波初期ベクトルが後方(梗塞部を遠ざかる方向)に向かうためであるが、非梗塞群では $V_{3(4)}$ がQS型を示すのに、 V_{3E} では初期R波を示すのは何故であろうか?

その理由を解明するために、Surawiczらは横臥位で V_3 の電極位置に標識を付け、遠隔胸部X線写真撮影を行った。その結果、 $V_{3(4)}$ の電極位置はこれらの誘導でQS型を示す非梗塞例18例中5例(27.8%)のみが心室に面し、他の13例(72.2%)ではより高位の心臓部位に面していた。 V_3 の電極位置が心臓の電気的中心よりも高位に位置すると、この電極

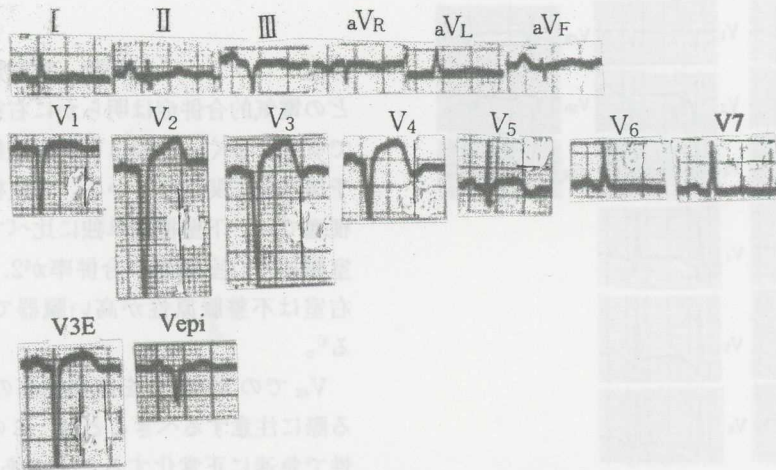


図5 前壁梗塞で V_{3E} がQS型を示す例の心電図

急性前壁梗塞発症3週後の72歳、男性の心電図。 V_{1-4} がQS型を示す。 V_{3E} 、 V_{epi} でもQRS波はQS型を示す。 V_{3E} ：剣状突起のレベルにおける V_3 対応誘導部位の心電図。 V_{epi} ：心窩部での単極胸部誘導心電図。

(Surawicz B et al: Circulation 1955; 12: 391-405に基づいて作成)

は心室起電力ベクトルを見送る側に位置することになり、V₃では陰性波（Q波）が記録される。

他方V_{3E}などの下方誘導は、このベクトルを迎える側にあるために初期R波を記録する。V_{3E}がQ波を示した梗塞群の50%では、_aV_Fで初期R波が記録された。_aV_Fが初期R波を記録する機序としては、V_{3E}が_aV_Fよりも心臓に近いことによる非双極子成分の関与が推察される。このような非梗塞群でV₃がQS（ないしQR）型を示す例の大部分は左室肥大例であった（19/25, 76%）。

図5¹⁰⁾は急性心筋梗塞発症3週間後の72歳、男性の心電図である。V₁₋₄がQS型を示し、同時にV_{3E}もQS型を示している。図6¹⁰⁾は

心筋梗塞がない80歳、男性の心電図で、V₁₋₃がQS型を示すが、V_{3E}およびVepi（心窩部での単極誘導）は共に初期R波を示している。

5. 標準12誘導心電図でデルタ波が不明瞭な場合の付加的胸部誘導心電図記録

WPW 症候群（早期興奮症候群）の際の特徴的心電図所見はデルタ波の出現であるが、時に標準12誘導心電図でデルタ波が不明瞭な例がある。そのような場合は、いろんな部位の胸部誘導心電図を記録すると典型的デルタ波が記録され、WPW 症候群の診断を下し得る場合がある。図7にこのような例を示す。この心電図は17歳、男性で、先天性心疾患が

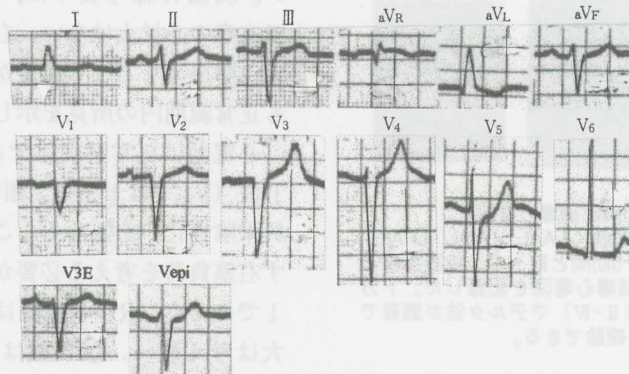


図6 心筋梗塞がなく、V₁₋₃がQS型を示す例の標準12誘導、V_{3E}およびVepi誘導の心電図
80歳、男性、梗塞病歴なし。剖検で心筋梗塞なく、高度の両室拡大を認める。心重量520g。V₁₋₃がQS型を示すが、V_{3E}およびVepiでは初期R波を認める。

(Surawicz B et al : Circulation 1955 ; 12 : 391-405に基づいて作成)

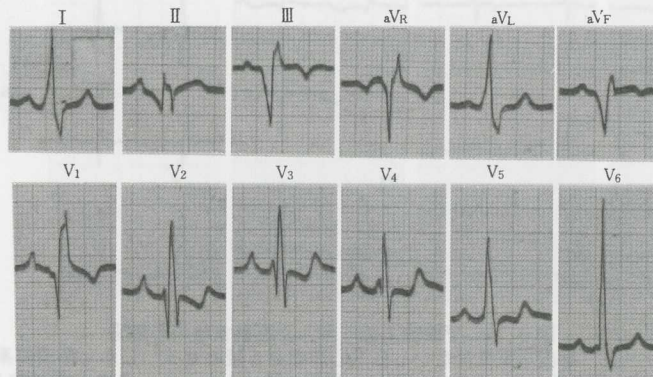


図7 先天性心疾患を持つ17歳、男性の心電図
I、_aV_LのQRS波起始部はスラーを示すが、WPW 症候群としては特徴にける印象を受ける。

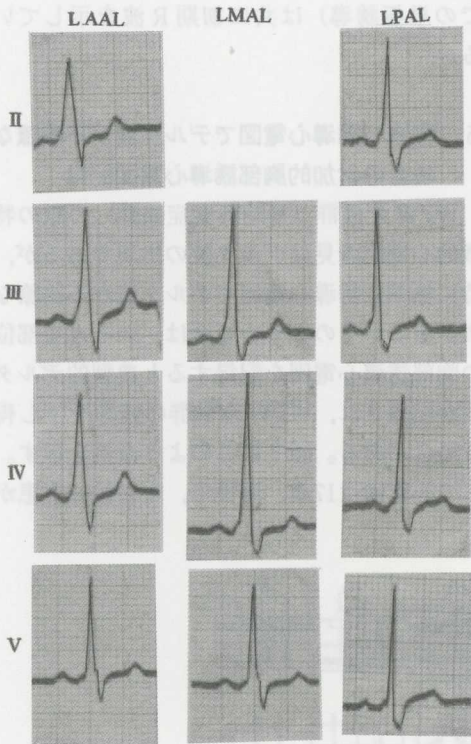


図8 図7の例の付加的胸部誘導心電図

II, III, IV, V: 第2-5肋間; LAAL, LMAL, LPAL: 前, 中, 後腋窩線。第2-5肋間と前・中・後腋窩線との各交点での単極胸部誘導心電図を記録した。下方(V肋間)よりも上方(II-IV)でデルタ波が顕著であり, WPW型心電図と確診できる。

ある例のものである。 a_{VL} のQRS波起始部に軽度のスラーがあるが, 全般的にデルタ波は典型的でない。

図8は第2-5肋間と左前・中・後腋窩線の各交点での単極胸部誘導心電図である。これらの誘導では多くの部位に典型的なデルタ波を認め, 本例がWPW症候群であることは一見して確診できる。

6. 通常記録で左室型電位が記録されない例での付加的左側胸部誘導記録($V_{7,8}$ による左室電位の判定)

図9は健康診断で心電図異常を指摘された高年女性の心電図である。理学的所見は正常, 血圧120/80mmHg, 心不全所見はなく, 血液化学検査も軽度の脂質異常以外に異常がない。胸部X線写真では, 心胸郭比は48.1%で有意の心拡大はない。右房, 右室, 肺動脈幹, 肺血流などにも異常がない。心エコー図も正常範囲内の所見を示した。

心電図は正常洞調律であるが, V_{1-6} で陰性T波($V_{5,6}$ では土型の二相性T波ないしT波終末陰性化)を認める。このような場合はまず右室負荷を考える必要がある。 V_1 で $R/S \geq 1$ であるが, RV_1 の振幅は4mmで, 右室肥大は考え難い。QRS軸はむしろ左軸偏位を示し, 右房負荷所見もない。動悸, 息切れな

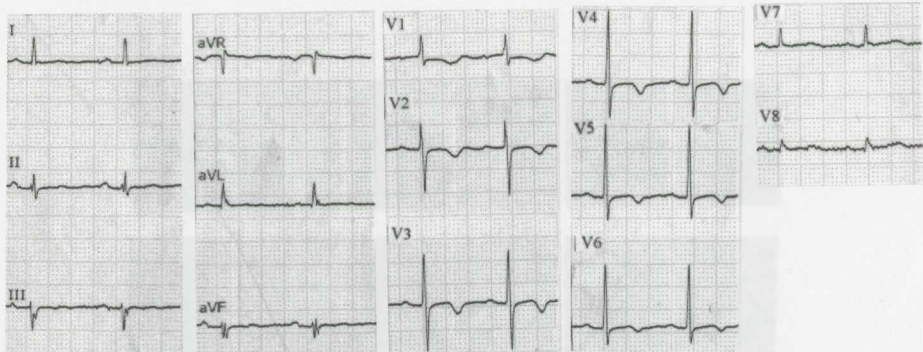


図9 V_{1-6} で陰性T波を示した高齢女性の心電図

V_{1-6} のT波が陰性で, 一見, 高度右室負荷ないし広汎心筋虚血を疑わせる。しかし循環器系疾患の病歴・自覚的愁訴なく, 胸部X線写真, 冠動脈CT, 心エコー図にも異常を認めなかった。この心電図の V_{1-6} の心室群は右室心外膜型波形を示し, 左室心筋の状態を評価できないため, $V_{7,8}$ を追加記録した。これらの誘導の心電図波形は左室心外膜型波形を示し, ST-T部は正常で, 左室心筋障害は認めなかった。

どの自覚症状がなく、心エコー図も正常で、本例の V_{1-6} の陰性 T 波が右室負荷に起因するとは考え難い。

V_{1-6} の陰性 T 波が右室負荷に起因しないとすれば、心筋虚血の有無について考慮する必要がある。しかし、本例には狭心症などの心筋虚血を疑わせる症状がなく、冠危険因子も、高齢、軽度の脂質異常以外には認められず、64 列マルチスライス CT による冠動脈撮影でも冠動脈に異常を認めなかった。

Goldberger¹¹⁾ は心臓各部を代表する心電図

波形には図10に示すように5型があることを指摘している。本例の左室心筋障害の有無の評価には、左室心外膜面電位を反映する誘導での ST-T 部について検討する必要がある。しかし本例の V_{1-6} には左室心外膜面波形を認めず、左室心筋の状態を評価できない。

そのために本例では $V_{7,8}$ 誘導心電図の追加記録を行った。図9に見るように、 $V_{7,8}$ は心臓から離れた部位での記録であるため振幅が低く記録されるが、QRS 波は左室心外膜面電位を反映する波形を示し、ST-T 部は正常

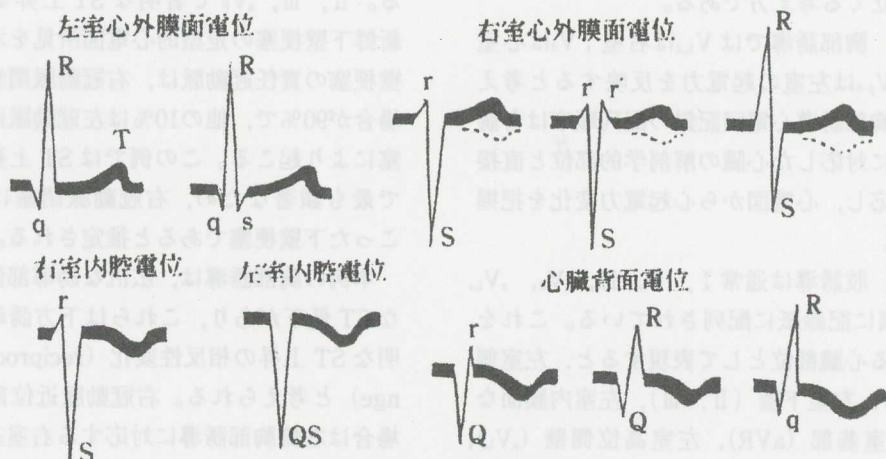


図10 Goldberger の心室基本波形の5型

体表面で記録される心室群には5型があり、各誘導の心室群がどの型の心室群波形を示すかにより、その誘導が心室のどの部位に対応するかを推定できる。

(Goldberger E: Unipolar lead electrocardiography and vectorcardiography, Lea & Febiger, Philadelphia, 1953)

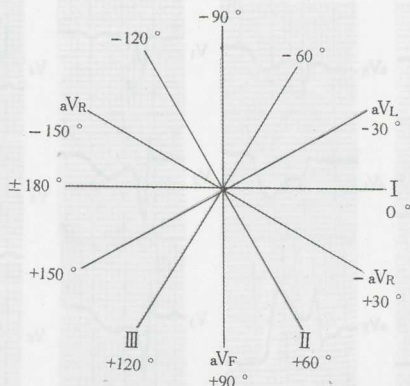


図11 肢誘導軸の Cabrera 配列

通常、肢誘導の記録紙上の配列は I, II, III, aV_R , aV_L , aV_F の順になっており、誘導部位と心臓各部との対応を把握し難い。 aV_R の鏡像 ($-aV_R$) をその誘導軸の延長線上に配置し、肢誘導を aV_L , I, $-aV_R$, II, aV_F , III の順に配列すると、心電図波形が順に規則的に変化し、各誘導とそれに対応した心臓部位との関係を把握し易い。

所見を示しており、本例には左室心筋虚血所見は認められない。

これらの所見を総合し、本例の V_{1-6} の陰性 T 波は、稀ではあるが一種の normal variant と判断した。

7. Cabrera sequens (肢誘導心電図のカブレラ配列)

これは付加的誘導ではなく、従来から使用されている標準および単極肢誘導を視野を変えた配列で観察することにより、前額面での心電図所見を捉え易くし、心起電力変化の把握に役立てる考え方である。

通常、胸部誘導では $V_{1,2}$ は右室； V_3 は心室中隔； V_{4-6} は左室の起電力を反映すると考えられ、胸部誘導心電図記録の配列順序は各誘導部位に対応した心臓の解剖学的部位と直接的に対応し、心電図から心起電力変化を把握し易い。

他方、肢誘導は通常 I、II、III、 aV_R 、 aV_L 、 aV_F の順に記録紙に配列されている。これを対応する心臓部位として表現すると、左室側壁 (I)、左室下壁 (II、III)、左室内膜面ないし左室基部 (aV_R)、左室高位側壁 (aV_L)、左室下壁 (aV_F) の順になり、誘導の配列順序が心臓の解剖学的部位とは全く無関係であるため、心起電力の的確な把握が困難である。

従来の心電図配列の固定観念を離れて、前額面誘導の配列を左上から互いに30度の角度をとって、 aV_L 、I、 $-aV_R$ 、II、 aV_F 、III の順序に配列すると、心臓を左上側方から、順次、左方、左下方、下方、右下方から規則的に眺めることになり、心電図から前額面に投影された心起電力の変化を把握し易くなる。このような肢誘導の配列様式を Cabrera 配列と呼ぶ (図11)。 $-aV_R$ とは、 aV_R の鏡像所見を aV_R 誘導軸の延長線上 (+30度) に置いた誘導軸である^{12,13)}。

図12は新鮮下壁梗塞の標準誘導心電図である。II、III、 aV_F で著明な ST 上昇を認め、新鮮下壁梗塞の定型的心電図所見を示す。下壁梗塞の責任冠動脈は、右冠動脈閉塞による場合が90%で、他の10%は左冠動脈回旋枝閉塞により起こる。この例では ST 上昇度が III で最も顕著なため、右冠動脈閉塞により起こった下壁梗塞であると推定される。

本例の胸部誘導は、広汎な誘導部位で著明な ST 低下があり、これらは下方誘導での著明な ST 上昇の相反性変化 (reciprocal change) と考えられる。右冠動脈近位部閉塞の場合は右側胸部誘導に対応する右室基部の心筋傷害による ST 上昇と、下方誘導の ST 上昇の相反性変化による ST 低下が相殺され、 $V_{1,2}$ で著明な ST 変化を示さない。他方、右

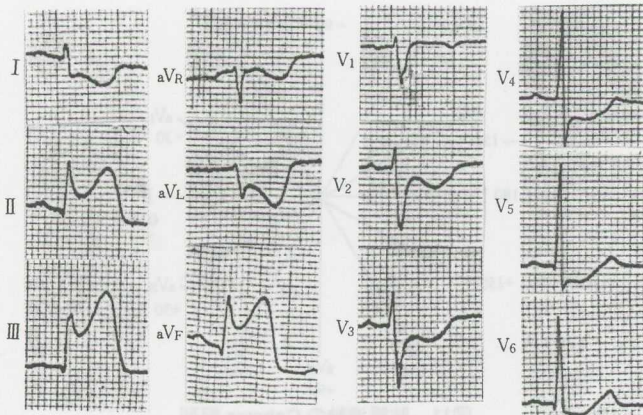


図12 新鮮下壁梗塞の心電図

II、III、 aV_F に著明な ST 上昇があり、新鮮下壁梗塞の所見を示す。I、 aV_L 、 V_{2-6} には著明な相反性 ST 低下があり、右冠動脈遠位部狭窄による下壁梗塞と診断される。

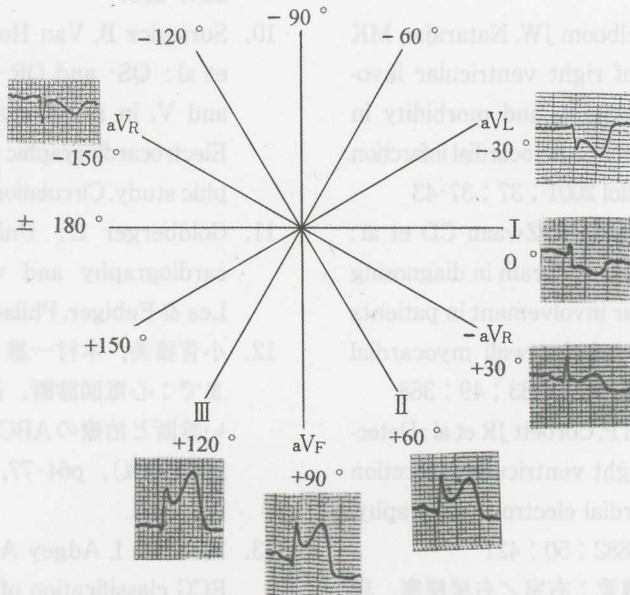


図13 新鮮下壁梗塞例の心電図のCabrera配列

この図は、新鮮下壁梗塞（右冠動脈遠位部閉塞）の心電図をCabrera配列に並べ替えた図で、心電図波形がⅢからaVLに順次変化し、ST上昇度がⅢで最も高く、相反性変化がaVLで最も著しい様子が一目瞭然と理解できる。

冠動脈遠位部閉塞による下壁梗塞では、この右室基部傷害による打ち消し効果がないために、下方誘導でのST上昇に対する相反性変化のみが強調して認められ、広汎な胸部誘導で著明なST低下が出現する。本例はまさにそのような心電図変化を示しており、右冠動脈遠位部閉塞の典型的な心電図所見である。

図13は本例の胸部誘導心電図をCabrera配列で示したものである。ⅢでST上昇度が最も高く、左上方に移るにつれてST上昇度を減じ、I、aVLで著明な相反性ST低下を示す状態が順序よく配列されており、右冠動脈遠位部閉塞時の心電図変化を理解し易い。

本例のような急性心筋梗塞症の心電図に限らず、心電図を見る際に、心の中で肢誘導心電図のCabrera配列を念頭において心電図診断を行うことが大切である。このCabrera配列の考え方は、2009年に発表されたAHA/ACC/F/HRS（米国心臓協会、米国心臓学会財団、不整脈協会）の急性心筋虚血／急死心筋梗塞の心電図診断の標準化および診断に関する勧告においても支持されている¹⁴⁾。

8. まとめ

心電図誘導法としては、標準誘導心電図法が広く普及しているが、心電図の臨床応用に際しては、適宜に各病態に応じた付加的胸部誘導を追加したり、肢誘導心電図のCabrera配列を心に描いて観察することにより適切な心電図診断を行うことができる。

(2014. 9. 6)

文献

1. Frank E: Measurement and significance of cancellation potentials on the human subject. *Circulation* 1955; 11: 937
2. Antzelevitch C, Brugada P, Borggrefe M et al: Brugada syndrome. Report of the second consensus conference. *Circulation* 2005; 111: 659-670
3. Hisamatsu K, Morita H, Kusano KF et al: Evaluation of the usefulness of recording the ECG in the 3rd intercostal space and prevalence of Brugada-type ECG in accordance with recently proposed electrocardiographic criteria. *Circ J* 2004;

4. Mehta SR, Eikelboom JW, Natarajan MK et al: Impact of right ventricular involvement on mortality and morbidity in patients with inferior myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2001 ; 37 : 37-43

5. Braat SH, Brugada P, Zwaan CD et al: Value of electrocardiogram in diagnosing right ventricular involvement in patients with an acute inferior wall myocardial infarction. *Br Heart J* 1983 ; 49 : 368

6. Croft CH, Nicod P, Corbett JR et al: Detection of acute right ventricular infarction by right precordial electrocardiography. *Am J Cardiol* 1982 ; 50 : 421

7. 原田道則, 森博愛: 右室/右房梗塞. 現代医療 1989 ; 21 : 85-91

8. Klein HO, Tordiman T, Ninio R et al: The early recognition of right ventricular infarction: Diagnostic accuracy of the electrocardiographic V_{4R} lead. *Circulation* 1983 ; 67 : 558

9. 石川恭三, 白戸千昭: Poor R wave progression. 診断と治療 1983 ; 71 (11) :

10. Surawicz B, Van Horne RG, Urbach JR et al: QS- and QR-pattern in leads V₃ and V₄ in acute myocardial infarction: Electrocardiographic and vectorcardiographic study. *Circulation* 1955 ; 12 : 391-405

11. Goldberger E: Unipolar lead electrocardiography and vectorcardiography, Lea & Febiger, Philadelphia, 1953

12. 小菅雅美, 木村一雄: 発症から初期診断まで: 心電図診断. 最新医学別冊, 新しい診断と治療のABC 4, 急性心筋梗塞(改訂第2版), p64-77, 最新医学社, 大阪, 2011

13. Menown I, Adgey AAJ: Improving the ECG classification of inferior and lateral myocardial infarction by inversion of lead aVR. *Heart* 2000 ; 83 : 657-660

14. Wagner GS, MacFarlane P, Wellens H et al: AHA/ACCF/HRS recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram, Part VI: acute ischemia/infarction. *JACC* 2009 ; 53(11) : 1003-1011