

虚血性J波

森 博 愛

日本臨床生理学会雑誌 第42巻 第3号 別刷
平成24年6月1日 発行

虚血性J波

森 博 愛

1. はしがき

J波研究の歴史は古く、すでに1938年に Tomaszewski¹⁾が、高度の寒さに曝された男性で、QRS波とST-segment 起始部の間に緩徐な陽性波を認めたことを報告している。また、Osborn (1953)²⁾はアシドーシスを起こした低体温犬でJ波を認め、過呼吸によるアシドーシスの是正によりこれが正常化することを報告し、J波が出現するような状態では心室細動が起こり易いことを指摘している。

しかしJ波はごく最近まで臨床心電学では、冬山登山の際の偶発性低体温の際に出現することが知られていた程度で、一般的にはあまり関心が払われてこなかった。

1992年、Brugadaら³⁾が失神などの急性心臓死の前駆所見を主訴とする8例において、その非発作時の右側胸部誘導心電図に特有の所見を認め、これが従来知られていない新しい疾患単位であることを報告し、後にこのような特徴を持つ疾患はBrugada症候群と呼ばれるようになった。

その翌年、Aizawaら (1993)⁴⁾は8例の特発性心室細動例中4例において、QRS波の直後に低い結節を認め、その振幅が心拍依存性に変動することを指摘し、その機序として一種の心室内興奮伝導障害が考えられるとし、これが心室細動の重要な基質であることを指摘した。

その後、Brugadaらが報告した右側胸部誘導の右脚ブロック様所見およびAizawaらが指摘した特発性心室細動例に見られたQRS波直後のノッチは、何れもJ波であることが明らかとなり、J波が重篤な致死的不整脈の基質として重要であることが明らかになった。

近年、J波は特発性心室細動のみならず、急性心筋梗塞症、冠動脈攣縮性狭心症などの虚血性心疾患の際に

も発現することが明らかになり、このように心筋虚血に関連して出現するJ波は虚血性J波と呼ばれるようになった。

その後、J波は電解質異常(高k血症、高Ca血症)、不整脈原性右室心筋症、QT短縮症候群、WPW症候群、肥大型心筋症、中枢神経障害(特にくも膜下出血)、麻酔薬使用時、コカイン中毒などの種々の病態でも認められることが明らかになった。

本稿では、J波を示す諸病態の中でも特に最近関心を集めている虚血性J波について著者らの経験例を交えて解説する。

2. 心筋虚血とJ波との関連を示唆するエビデンス

J波と心筋虚血、ことに心筋虚血時に出現する心室細動などの悪性不整脈との間の密接な関連を示唆するエビデンスとしては下記のようないろいろな知見が得られている。

- 1) 冠動脈攣縮性狭心症はBrugada症候群を合併し易く^{5~7)}、発作時に著明なJ波が出現し心室細動に移行する例がある⁸⁾。
- 2) 右冠動脈右室枝の閉塞により、coved型Brugada心電図に類似した右側胸部誘導の著明なJ波が出現する例があり、この所見は虚血の改善により正常化する^{9, 10)}。
- 3) 右室梗塞を合併した心筋梗塞の予後は、右室梗塞非合併例に比べて著しく悪く、その原因として心機能低下は考えられない¹¹⁾。
- 4) 急性心筋梗塞症例で心室細動により急性心臓死を起こす例では、家族歴に急死例が多い¹²⁾。
- 5) 急性冠症候群、ST上昇型急性心筋梗塞症の中には著明なJ波、ラムダ波、单相曲線様ST上昇波形など、顕性化したJ波と上昇したST-T波とが融合一体化したような波形を示す例がある^{13, 14)}。

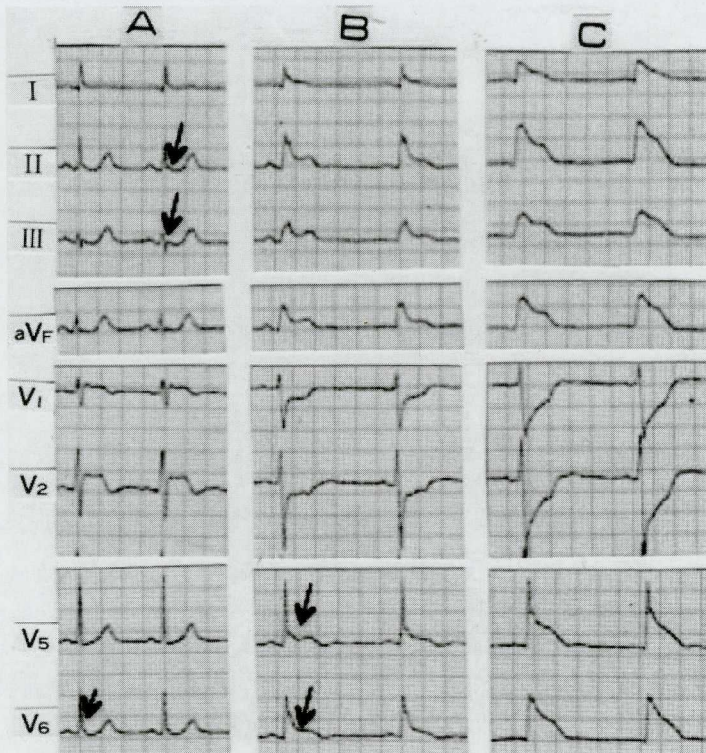


図1 Brugada型心電図(coved型)+下側方早期再分極例にエルゴノピン負荷を行い、冠攣縮極期にJ波の顕著化(ラムダ型)を示した例

75歳, 男性. A: 負荷前, B: エルゴノピンを左冠動脈内に注入した直後, C: エルゴノピン負荷により生じた冠動脈攣縮極期に胸痛が出現した時期. 負荷前(A)にはV1, 2にBrugada型心電図; II, III, aVFにJ波を認めたが, エルゴノピン負荷により生じた冠攣縮極期(C)にはII, III, aVF, V5, 6に著明なJ波およびST上昇を起し, J-ST-T波が一体化しラムダ様波形を示した.

(Yagihara N et al: Inter Med 2010, 49: 1979-1982 から改変引用)

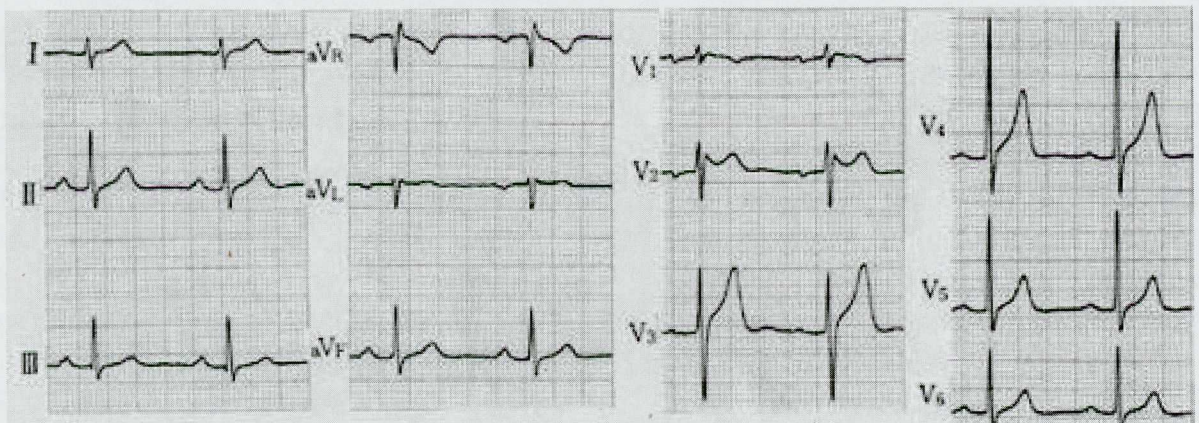


図2 冠動脈攣縮性狭心症例の非発作時心電図

34歳, 男性. V2にJ波とST上昇を認め, Brugada心電図(saddle-back型)の所見を示す. 高位右側胸部誘導心電図でもcoved型波形は認められなかった.

3. 冠動脈攣縮性狭心症と J 波

3.1 Brugada 症候群と冠動脈攣縮性狭心症との合併

Brugada 症候群がしばしば冠動脈攣縮性狭心症を合併することはよく知られている。Chinushi ら⁵⁾は、Brugada 症候群 38 例中 5 例 (13.2%) に冠動脈攣縮性狭心症の合併を認めた。

Noda ら^{6,7)}は、Brugada 症候群症例にアセチルコリンないしエルゴメトリン冠動脈内注入による冠動脈攣縮誘発試験を行い、アセチルコリン負荷では 11 例中 2 例 (18.2%)、エルゴメトリン負荷では 22 例中 1 例 (4.4%) に冠動脈攣縮が誘発できたことを報告している。

Harding ら (1992)¹⁵⁾によると、冠動脈が正常な 3,447 例中 125 例 (3.6%) に冠動脈攣縮を認めており、この成績に比べると、Brugada 症候群では冠動脈攣縮を起こし易いと言える。

3.2 右側胸部誘導で coved 型 Brugada 心電図を示し、II, III, aVF で小さい J 波、V6 で J スラーを示す例にエルゴノビン冠動脈内注入により Brugada 型心電図の消失とラムダ型 J-ST-T 融合波形に変化した例 (Yagihara らの例)

Yagihara ら (2010)²⁾は、失神発作を主訴とする 75 歳、男性の非発作時心電図に coved 型 Brugada 心電図波形と II, III, aVF に小さい J 波、V6 に J スラーを認めた。本例にエルゴノビンの左冠動脈内注入を行ったところ、最も強く冠動脈が攣縮して胸痛を訴えた時点においては、図 1 に示すように V1, 2 に認められていた coved 型 Brugada 心電図波形が認められなくなり、I, II, III, aVF, V5, 6 に著明な J 点上昇とそれと融合した单相型 ST-T 上昇波形を示した。本例に認められた II, III, aVF の心室群波形は Kukla ら¹³⁾および Jastrzebski ら¹⁴⁾が心筋虚血例で認めたラムダ波 (lambda-wave) に近似している。

エルゴノビン投与前には、V1, 2 が Brugada 型心電図波形を示していた例が、エルゴノビン冠動脈内注入により胸痛を訴えると共に、右側胸部誘導で認められていた Brugada 型心電図波形が消失し、負荷前には低い J 波ないし J スラーを示していた誘導に J 波の顕著化と共にこれと融合する形で著明な ST 上昇を認め、いわゆるラムダ型波形を示したことは非常に興味深く、Brugada 型波形と虚血性 J 波との類縁性を示す例として興味深い。

3.3 冠動脈攣縮性狭心症例で、ホルター心電図に記録された ST 上昇が異なる 2 型を示し、J-ST-T 融合波形から心室細動に移行した例

非発作時心電図が Brugada 型心電図 (saddle-back

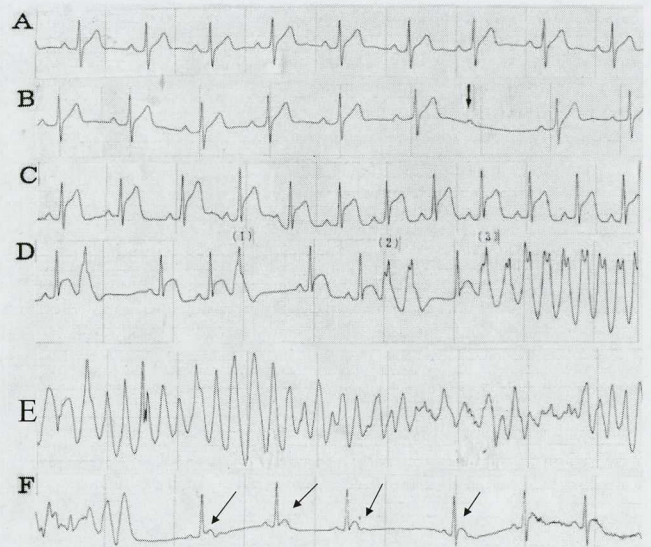


図 3 冠動脈攣縮性狭心症例 (図 2 と同一例) のホルター心電図の実時間記録

A: 非発作時心電図: 正常所見を示す。B: 矢印の部位で心室収縮脱落を認める (非定型的 Wenckebach 周期)。C: 冠動脈攣縮性狭心症例で通常見られる ST 上昇波形を示す。D: 多形性心室頻拍への移行期の心電図で、各 QRS 波の直後に幅が広い J ハンプを認める。前半では短い連結期で心室性期外収縮の単発ないし連発を認め、後半では多形性心室頻拍/心室細動に移行している。E: 心室細動が持続している。F: 心室細動から洞調律への移行を示す。心室細動自然停止後の洞性心拍の最初の 4 心拍では各 QRS 波の直後に J ハンプ (矢印) があるが、心室細動出現前に比べると J 波の振幅および幅は共に小さくなっている。最後の 2 心拍では J 波は上昇した ST 部および T 波と融合して一体化しているが、QT 間隔は A, B のそれとほぼ等しい。

型) を示す冠動脈攣縮性狭心症例 (34 歳、男性) のホルター心電図を記録し、2 種類の異なる ST 上昇波形を認めた。1 型は冠動脈攣縮性狭心症例に通常見られる ST 上昇であったが、この型の ST 上昇からは心室細動に進展しなかった。他の 1 型は QRS 波の直後に出現する hump 様の J 波が上昇した ST-T 波と融合したような波形を示す型で、この型の出現に引き続いて心室細動が出現した。

QRS 波の直後に認められた J-hump は、心室細動発作直後の数心拍では明瞭に認められたが、その後は漸次不明瞭になった。以下、本例を紹介する。

図 2 に本例の外来受診時心電図を示す。V2 に J 波と ST 上昇を認め、saddle-back 型 Brugada 心電図の所見を示す。高位右側胸部誘導心電図では、J 波の顕著化を認めたが、典型的な coved 型波形は出現しなかった。

図 3 に本例のホルター心電図を示す。A 列は非発作時

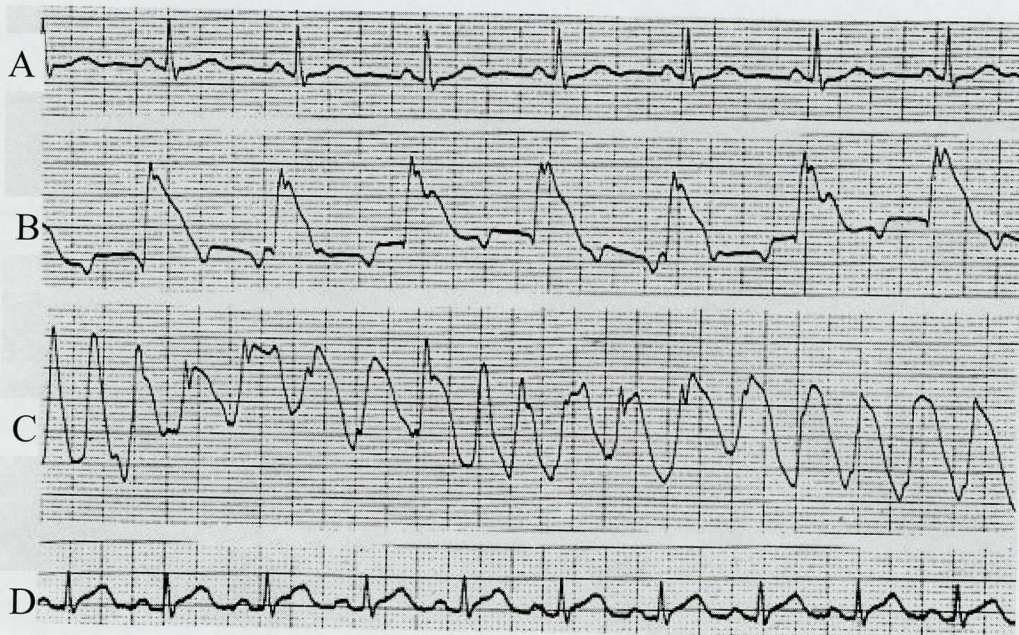


図4 エルゴノピン負荷により心室細動を起こした冠動脈攣縮性狭心症例の心電図経過
 61歳、男性、徳島赤十字病院症例。A:エルゴノピン負荷前の心電図で、正常所見を示す。B:負荷4分後の心電図。72/分の頻度で規則的に出現するラムダ様波形を示す心室群と、これと無関係に166/分の頻度で出現する陰性P波を認める(房室接合部性頻拍、房室解離)。C:心室細動に移行している。D:直流ショック、ニトログリセリン静注により正常洞リズムに復帰した。

心電図で、心室群は正常波形を示す。B列では矢印のP波が心室群を伴っておらず、ブロック後の最初の心拍のPR間隔が、房室ブロックの直前の心拍のPR間隔よりも短いため、非定型的Wenckebach周期と診断される。C列は冠動脈攣縮時によく見る型の通常のST上昇を示す。D列は多形性心室頻拍への移行時の記録で、(1)では心室性期外収縮の単発、(2)では二連発、(3)からは多形性心室頻拍に移行している。基本リズムの心室群のQT間隔はA列のそれと同じであるが、ST部は上方凸のドーム型を示して上昇し、T波はこの上昇したST部と一体化した奇妙な波形を示している。E列では、多形性心室頻拍から移行した心室細動が持続している。

F列の心電図は、頻拍発作が自然停止し、洞リズムに復帰する過程の記録で興味深い所見を示す。頻拍停止後最初の心拍ではQRS波の直後に小さいハンブ(hump, ラクダの背中のごぶ)が出現している(矢印)。QRS波の起始部からこのハンブの終わりまでの時間は、A列の心室群(正常心電図波形)のQT間隔と比べると著しく短く、このハンブ(矢印)がT波でないことは明らかである。

その後、この波の幅と振幅が漸次大きくなり、最後の2心拍ではA列のQT間隔とほぼ同じQT間隔を示す心室群になっている。このF列の矢印で示すハンブはJ

波であると考えられる。

本例は、その後、硝酸塩製剤、ニコランジル、カルシウム拮抗薬の併用、ライフスタイルの改善により、狭心症発作は全く起こらなくなった。

このホルター心電図記録の約1カ月後に徳島赤十字病院で冠動脈造影を実施し、右冠動脈近位部に75%狭窄を認めたため、この部に方向性粥腫切除術を行い25%狭窄にまで改善し、その後は自覚症状は出現していない。

3.4 冠動脈攣縮性狭心症にエルゴノピン負荷を行い、著明なJ波増大とST上昇を示して心室細動に移行した例

症例:61歳、男性

臨床診断:冠動脈攣縮性狭心症

臨床的事項:明け方に胸痛を自覚して覚醒する発作が起こるようになったため外来を受診し、冠動脈攣縮性狭心症を疑い、徳島赤十字病院でエルゴノピン負荷試験を実施した例である。エルゴノピン0.025 mg 負荷時の心電図を図4に示す。

負荷前の心電図(A)は正常所見を示す。ergonovine 0.025 mg 静注負荷4分後の心電図(B)では72/分の頻度で規則的に出現する奇妙な形をした心室群とこれとは無関係に166/分の頻度で出現する陰性P波(逆伝導性

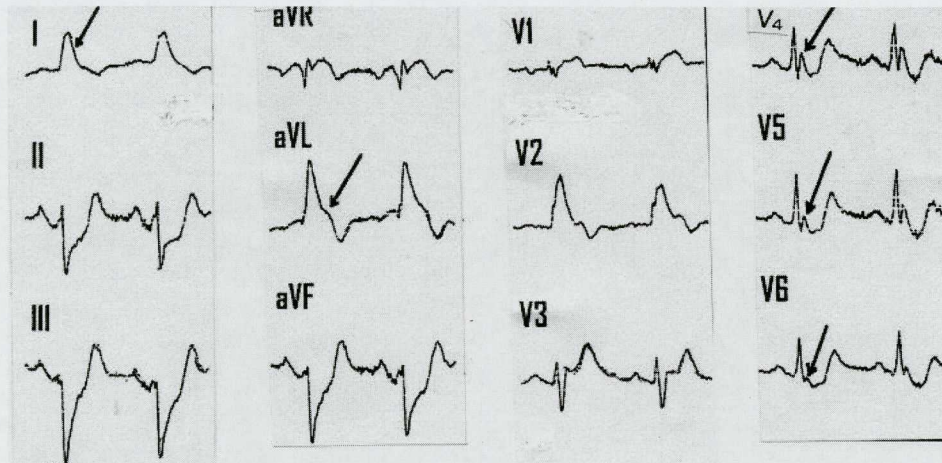


図5 冠動脈攣縮性狭心症例で運動負荷極期に強い胸痛と同時に出現したラムダ型心室群波形

Jastrzebski らの報告の第1例, 57歳, 男性. 運動負荷開始6分後に胸痛を感じた時点の心電図. I, aVL, V2に著明なJ波(ラムダ波)が出現している. V3-6ではQRS波の終了直後に小さいJ波がある.

(Jastrzebski M et al: Heart Rhythm 2009, 6(6): 829-835 から改変引用)

P波)を認める. B図の心リズムは発作性房室接合部性頻拍と完全房室解離の合併が最も考え易い. このB図の心電図は時間的に連続してC図の心電図に移行した.

C図の心電図は多形性心室頻拍/心室細動と診断される. そのため直流ショック療法およびニトログリセリン静注を行い, D図に示す正常心電図波形に復帰した.

本例のB図の心電図波形は, 冠動脈攣縮性狭心症の発作時心電図の特徴的所見とは著しく異なっている. 文献的に検討すると, Jastrzebski ら(2009)が冠動脈攣縮性狭心症例で本例の心電図所見に類似したST上昇波形を示した例を発表している. 以下にこの例を紹介する.

Jastrzebski ら¹⁴⁾の報告例(第1例)は57歳, 男性. 冠動脈攣縮性狭心症で, 反復する胸骨後部痛を主訴として入院した. 病歴に陳旧性下壁梗塞がある. 入院5日目に強い胸痛が出現し, すぐ引き続いて意識を失い, 心電図で心室細動を認めたため直ちに蘇生法を実施し洞調律に復帰した. その後に行った冠動脈造影では回旋枝の60%狭窄を認めるのみであった.

数日後に再び安静時に強い胸痛が出現したため, 運動負荷試験を実施した. 図5は運動負荷開始6分後に胸骨後部に痛みを感じた際の心電図である. QRS間隔拡大, 著明なQRS軸の左軸偏位を認め, 肢誘導心電図は一見完全左脚ブロックを思わせるが, 胸部誘導心電図所見は左脚ブロックとは異なり, QRS間隔は狭く,

QRS波の直後に明らかなJ波を認める.

これらの所見から, 冠動脈のプラーク形成部位に攣縮を生じたことによる狭心症を考え, 狭窄部にPTCA(経皮的冠動脈形成術)を実施し, ステントを留置し, カルシウム拮抗薬の経口投与を行った. 以後は症状も出現しなくなり, ICDメモリーに不整脈も認められず, 運動負荷心電図も正常所見を示した.

この例の運動負荷後の胸痛出現時の心電図のI, aVL, V2に見る一見QRS間隔拡大を思わせる所見は, 著しく増大したJ波と上昇したST部との融合波形による可能性が考えられる. II, III, aVFで幅広いS波のように見える波は, 実は側方早期再分極を示す巨大J波の相反性変化である.

著者らの例でも図4Bに示すように, R波の頂点の近くに結節を認め(J波), 通常的心筋傷害時に見るような上向性ないし水平性に経過するST部を認めず, あたかもcoved型Brugada心電図波形のようにT波と融合して斜めに急峻に下降する所見は, この所見が巨大J波とST-T部との融合波形であることを示唆する所見である.

3.5 冠動脈攣縮性狭心症例にエルゴノビン静注負荷を行い著明なJ波を示した例

症例: 61歳, 男性(徳島赤十字病院症例)

臨床的事項: 明け方に胸痛を感じて覚醒し, 冠動脈攣縮性狭心症を疑われて冠動脈造影およびエルゴノビン負荷試験を受けた. 図6はエルゴノビン負荷後に記録さ

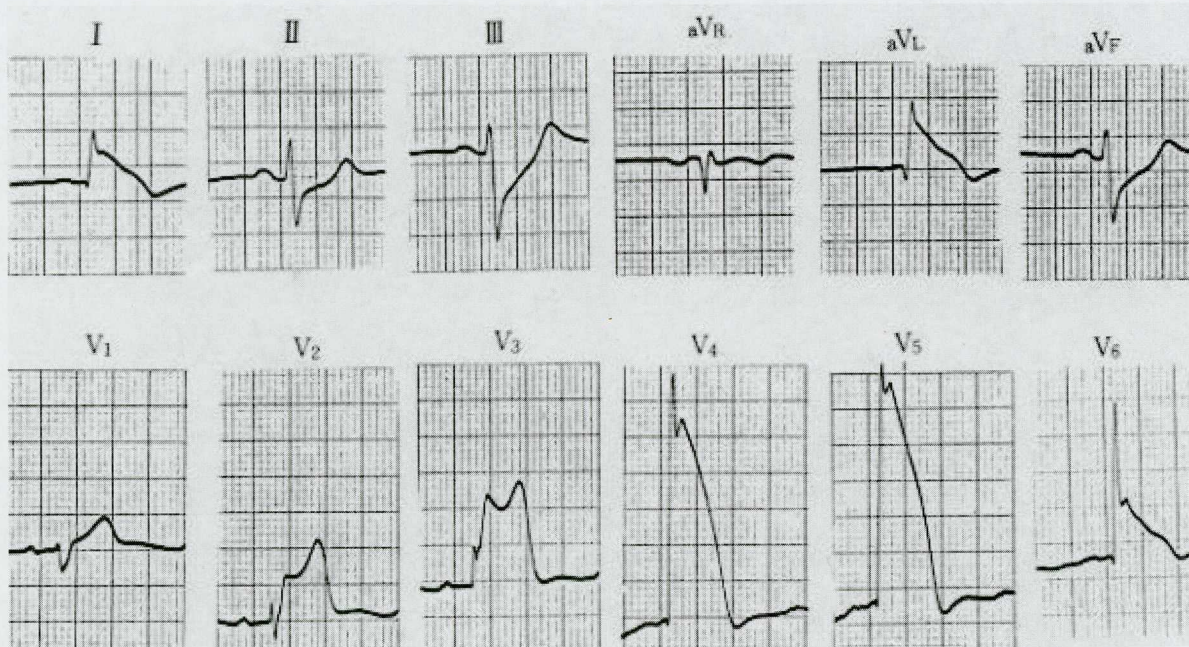


図6 冠動脈攣縮性狭心症例にエルゴノピン負荷を行い著明なJ-ST-T融合波形(ラムダ波)を生じた例
61歳, 男性, 徳島赤十字病院症例. I, aVL, V4, 5に著明なJ-ST-T融合波形(ラムダ波)を認め, II,
III, aVFはその相反性変化を示す. V6では著しく上昇したJ点とSTの上方偏位を認める.

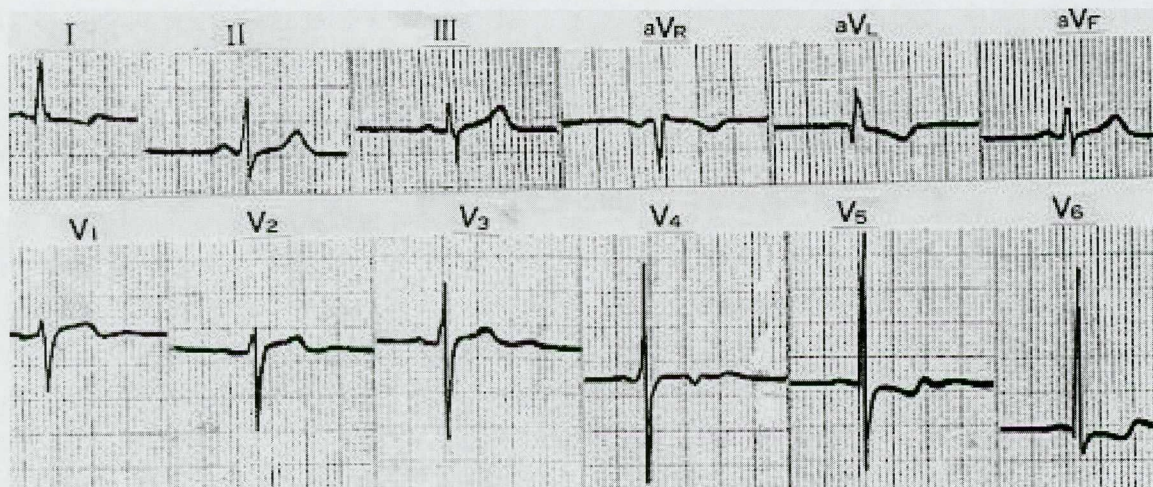


図7 冠動脈攣縮性狭心症例の外来受診時心電図(図8, 9と同一例)
72歳, 男性, 徳島赤十字病院症例. I, V6, 7にST低下, -/+型の二相性T波を認める.

れた心電図である。

本例のST上昇波形は, Brugada症候群のcoved型ST上昇波形に近似している。ことにI, aVLではそのような印象を受ける。またI, aVL, V4-5ではR波の頂点の近く, V6ではR波下行脚の middle に結節があり, これらはJ波と考えられる。このJ-ST融合波は, その後は急峻に下降して浅い終末部陰性T波に移行している。

さらにV1-3でも著しいST上昇を認める。他方II, III, aVFではreciprocalな陰性J波および著明なST低下を認める。

Kukulaら(2008)¹³⁾は非定型的J-ST上昇波形(ラムダ波)と心室細動を合併した3例の虚血性心疾患症例について報告している。彼らはこれら3例の経験から, ラムダ様ST上昇は急性心筋梗塞症において心室細動な

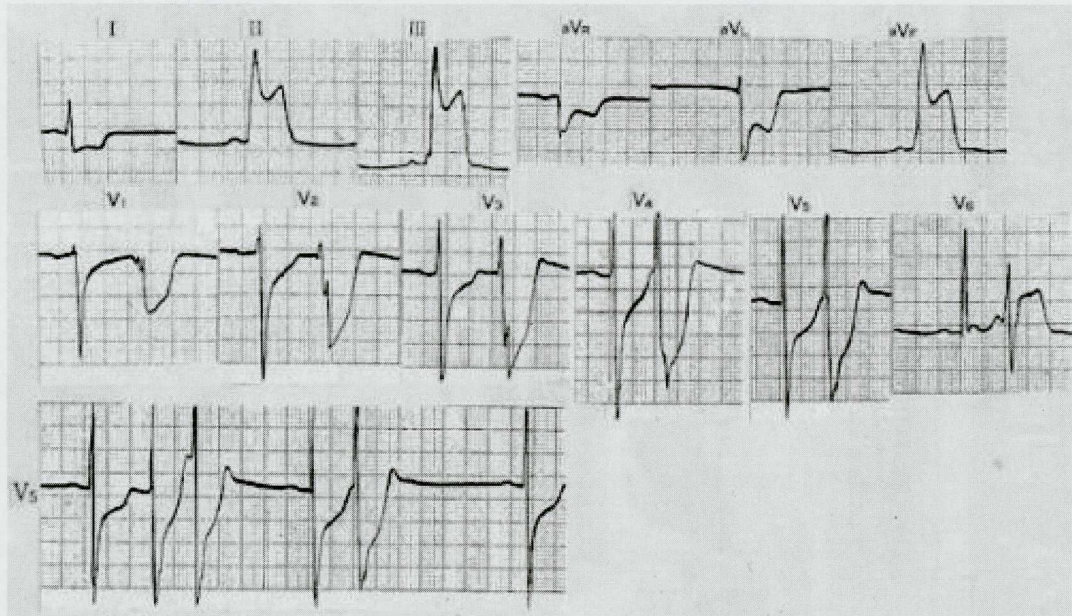


図8 冠攣縮性狭心症発作時にV6のJ-humpおよび連結期が短い心室性期外収縮の多発を認めた例の心電図(図7, 9と同一例)

72歳, 男性. II, III, aVFに冠攣縮性狭心症に典型的な著明なST上昇; I, aVL, aVF, V1-5にその相反性ST低下を認める. V6の洞性心拍のQRS波の直後に低い振幅のJ-humpを認める(危険なサイン). また, 連結期が短い心室性期外収縮が多発, 連発している. 本例は心室細動を起こさなかったが, 極めて危険な状態(心室頻拍出現の前段階)にあったと考えられる.

いし心臓突然死の予知指標として重要であると述べている. この項で紹介した著者らが経験した冠動脈攣縮性狭心症例でのエルゴノピン負荷試験時に見られた特異なST上昇は, Kukulaらの「ラムダ様ST上昇」と近似している.

3.6 冠動脈攣縮性狭心症の発作時心電図にJ-humpを認め, 連結期が短い心室性期外収縮の多発を認めた例

夜間に出現する冠動脈攣縮性狭心症発作時にhump状のJ波(J-hump)を認め, 連結期が短い心室性期外収縮の多発を認めた. 以下この例を紹介する.

症例: 72歳, 男性

主訴: 夜間に出現する強い胸痛

図7に本例の外来受診時心電図を示す. 洞リズムでQRS軸は左軸偏位を示す. I, aVL, V5, 6にST低下と陰性T波があり冠不全所見を示す.

入院中の夜間に生じた胸痛発作時心電図は, 図8に示すように冠動脈攣縮性狭心症に極めて特徴的な下記1)~3)の所見を示すと共に, 4) 5)に示すような興味深い所見を示した.

- 1) II, III, aVFにおける上方凹の著明なST上昇と陽性T波,

- 2) I, aVL, V1-5におけるその相反性変化,
- 3) II, III, aVFにおけるR波の増大とS波の消失,
- 4) V6でのJ-humpの出現,
- 5) V4-6での連結期が著しく短い心室性期外収縮の出現(第2相リエントリーの関与を示唆)

これらの所見の内, R波の増大は巨大R波(giant R wave)と呼び, 冠動脈攣縮性狭心症の特徴的所見の1つである.

連結期が短い心室性期外収縮はBrugada症候群の際にも見られ, その機序として第2相リエントリーが考えられており, 多形性心室頻拍/心室細動などの悪性不整脈に進展する恐れがある.

図9はジルチアゼム(カルシウム拮抗薬; 1日90mg)の1週間内服により狭心症が全く起こらなくなった時点の心電図で, 正常所見を示している.

興味深いことは, 狭心症発作時にみられたJ-humpは, 外来初診時および治療後の心電図には認められず, 冠動脈攣縮による心筋虚血発作時のみに認められている. また本例の発作時に多発している連結期が短い心室性期外収縮は第2相リエントリーを惹起する危険がある.

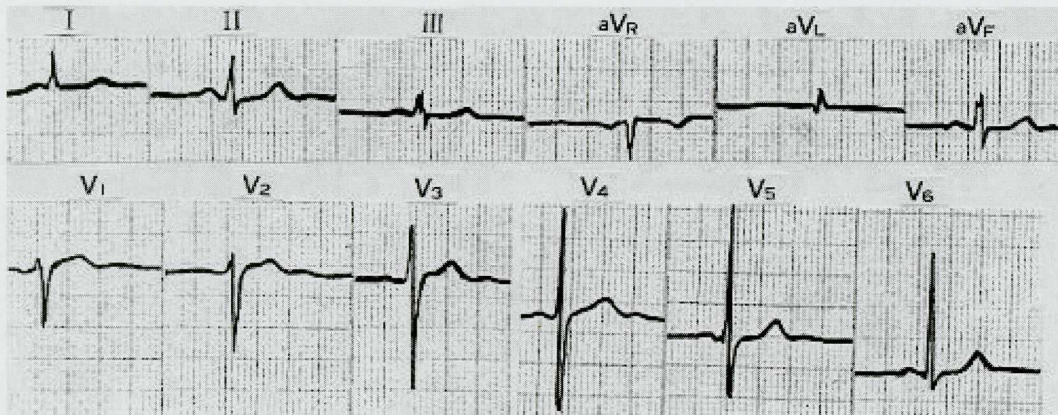


図9 図7,8に示す例の冠拡張薬による治療後の心電図
V6のJ-humpも認められなくなり, ST-T変化も正常化している。

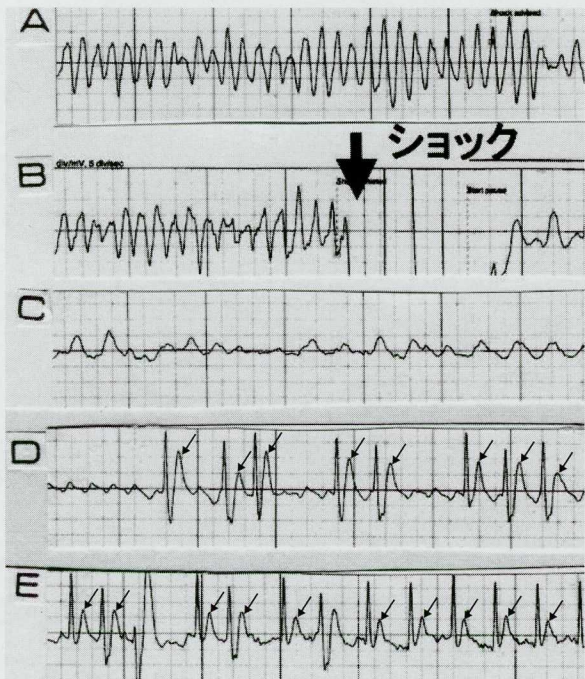


図10 運動中に意識を失った冠攣縮性狭心症例のAED記録心電図

60歳, 男性, 徳島赤十字病院症例。運動中に意識を失い, 近くにいた人により蘇生法が実施されAEDが装着された。A: 心室細動, B: 直流ショック作動(太い矢印), C: 心室細動持続, D: 心室リズム再開(心房細動)。各QRS波の直後に幅が広い高い振幅のJ波を認める(矢印)。E: J波はD図に比べて小さくなっている。

3.7 心停止例でAEDに心室細動が記録され, DCショック作動による洞調律復帰後に著明なJ-humpを認めた冠動脈攣縮性狭心症例(徳島赤十字病院症例)

症例: 60歳代, 男性

病歴: 3年前に失神発作があり, 冠動脈造影により回旋枝の冠攣縮による完全閉塞を認め, 薬物治療を受けていたが, 半年前から自己判断で服薬を中止していた。今回, 町民運動会に参加して長縄飛びの縄を回していたところ胸部不快感を感じ, その後症状が増悪して意識を失った。そのため運動会参加者が心肺蘇生法を実施し, AED(自動体外式除細動器)を装着した。

図10はAEDに記録された心電図である。A図では心室細動が記録されており, B図では直流放電が作動している。D図では洞調律に復帰しているが, 各QRS波の直後に幅が広く, 振幅が高いJ波(J-hump)を認める。E図ではJ-humpの振幅はD図に比べて減高している。

図11は蘇生後に救急車により病院に移送された時点の心電図である。心房頻度214/分の心房粗動を認める。胸部誘導のR波の高電圧(左室肥大)があり, III, aVFに著明なJ波, V4-6に低いJ波, II誘導にJスラーを認め, 下側方早期再分極の所見を示す。

本例は冠動脈攣縮性狭心症例で, 治療薬中断により心室細動発作を起こし, AEDによる除細動直後には幅が広く振幅が高いJ-humpを生じたが, その後は急速にJ波の振幅, 形態が変化し, 外来到着時点では通常見るような下側方誘導でのJ波を認めた例である。

4. 急性心筋梗塞症の際のST上昇波形

Goldberger¹⁶⁾は, 急性心筋傷害時のST上昇波形として図12に示すような5型をあげているが, これらの型に属しない波形も観察されている。そのような波形としては, ラムダ波と单相曲線様ST上昇とがある。

4.1 ラムダ波

Rieraら(2004)¹⁷⁾は, 2名の急死家族歴があり, 夜

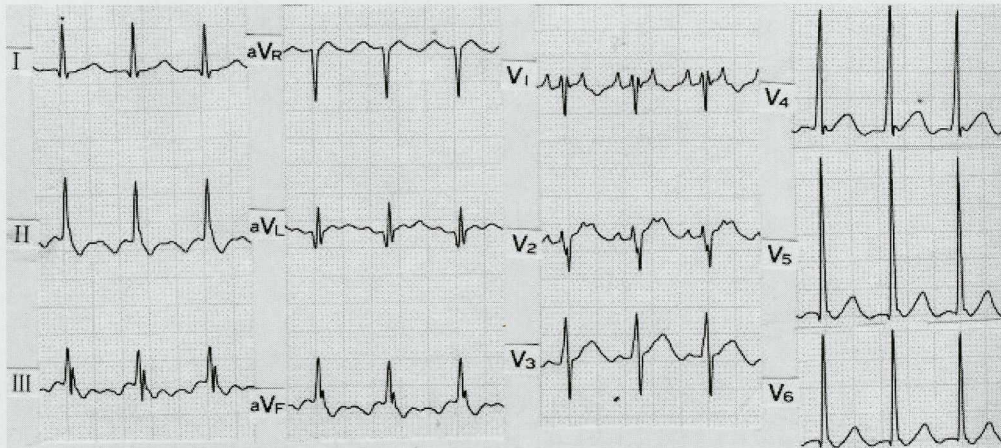


図 11 AED による除細動後に受診した際の心電図 (図 10 と同一例)

2:1 房室伝導比の心房粗動を認める。Ⅲ, aVF に著明な J 波, V4-6 に低い J 波, Ⅱに J スラーを認める (下側方早期再分極)。

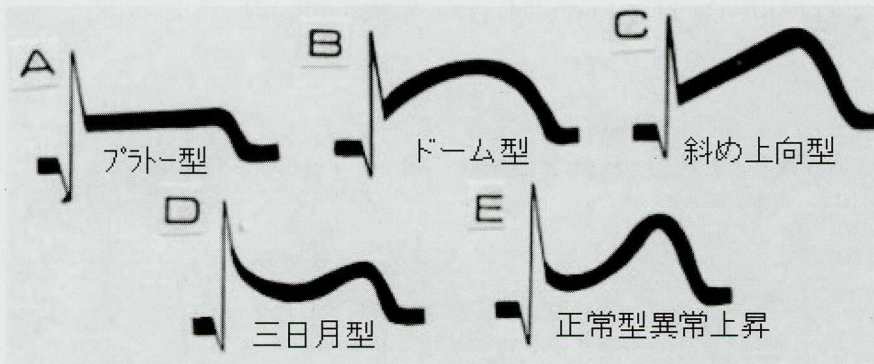


図 12 心筋傷害時の ST 上昇の諸型

(Goldberger E: Unipolar Lead Electrocardiography and Vectorcardiography, Lea & Febiger, Philadelphia, 1953 から引用)

間の失神発作を主訴としたタイ国からの移民の 26 歳, 男性例の来院時心電図に図 13A に示すような所見を認めた。この心電図のⅡ, Ⅲ誘導の心室群波形は奇妙な形をしているため, 2 時間後に心電図を再記録したがやはり同一波形が記録された。

入院精査を奨めたが, 経済的理由から入院を拒否したため, ホルター心電計を装着して帰宅させたところ, 翌朝, 死亡状態で発見された。図 13B はこのホルター心電図の実時間記録である。外来受診時と同様の奇妙な形をした心室群が 4 個認められ, その後に連結期が短い心室性期外収縮が出現し, これが心室細動に移行し, その後心停止している。

Gussak ら (2004)¹⁸⁾ は, この図 13 の心室群波形に着目し, これが心室細動, 心臓性急死の新しい前駆所見

であると考え, その波形がギリシャ文字の Λ (lambda, ラムダ) に似ているため, この波形をラムダ波と呼ぶことを提案した。ラムダ波の成因は, 増大した J 波が上昇した ST 部と一体化し, R 波頂点から下降して終末部陰性 T 波に移行する所見である。

その後, このような心電図波形が虚血性心疾患と関連して認められたとする報告が, Kukula ら (2008)¹³⁾, Jastrzebski ら (2009)¹⁴⁾, Yagihara ら (2010)⁸⁾ により相次いで報告された。これらの報告例の中には心室細動発作が頻発し, いわゆる electrical storm の状態を示した例も少なくない。

Kukula ら¹³⁾ が報告したラムダ波を示した 3 例の基礎疾患は, 急性冠症候群, 冠動脈攣縮性狭心症 (疑), 急性心筋梗塞症各 1 例で, 心室細動出現頻度は 3-7 回で

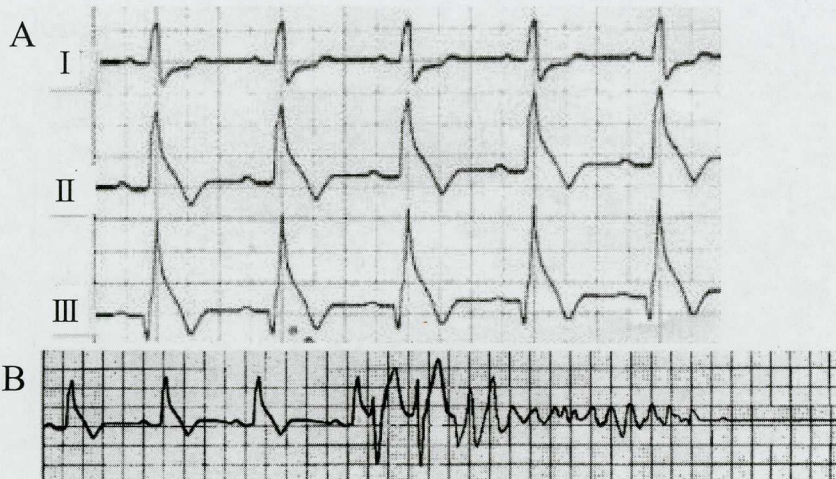


図 13 ラムダ波から心室細動に移行した例の来院時心電図とホルター心電図 (Riera らの報告例)

26歳, 男性. A の外来初診時心電図では II, III 誘導にギリシャ文字の Λ (ラムダ) に似た波形の心室群(ラムダ波)が連続出現している. B: 死亡時のホルター心電図. 矢印の部位で短い連結期の心室性期外収縮が出現し, 心室細動に移行している. (Riera ARP et al: J Electrocardiology 2004, 37(2): 101-104 から改変引用)

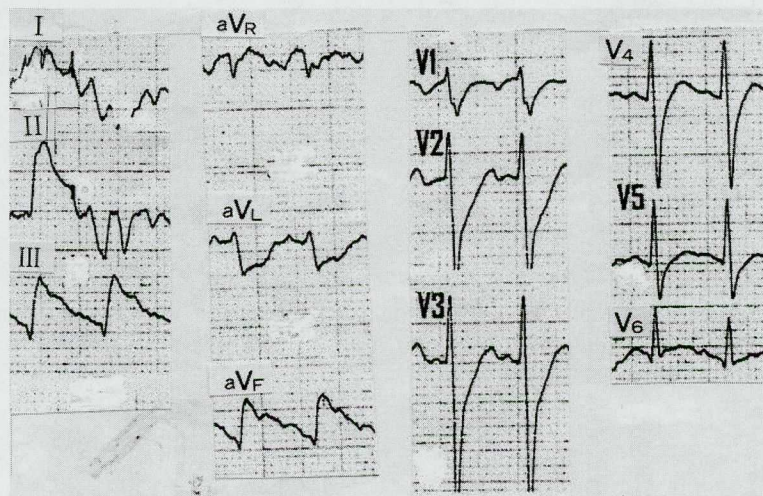


図 14 ST 上昇型急性心筋梗塞症で入院した直後の心電図

Jastrzebski らの報告の第 5 例, 59 歳, 男性, ST 上昇型急性心筋梗塞症. 胸痛を主訴として入院した直後の心電図. II, III, aVF の心室群が Λ (ラムダ) に似た形を示し, aVL, V1-5 にその相反性変化を認める. (Jastrzebski M et al: Heart Rhythm 2009, 6(6): 829-835 から改変引用)

あった. また Jastrzebski ら¹⁴⁾ の報告例の基礎疾患は, 冠動脈攣縮性狭心症 2 例, 冠動脈攣縮性狭心症から急性心筋梗塞への移行例 1 例, ST 上昇型急性心筋梗塞症 5 例で, 何れの例でも心室細動が出現しており, うち 1 例では 2 回, 他の 1 例では数回の心室細動の出現を認めた.

図 14 は Jastrzebski ら¹⁴⁾ の報告の第 5 例 (59 歳, 男

性, ST 上昇型急性心筋梗塞, 責任冠動脈は左冠動脈近位部) の胸痛出現のために入院した直後の心電図である. 本例は発症 7 時間後に心室細動を起こした. II, III, aVF にラムダ波を認め, aVL, V1-5 にその対側性変化を認める. 図 15 は本例に冠動脈再灌流療法を実施した直後の心電図で, II, III, aVF に Q 波が出現している. 図 14 に認められた II, III, aVF の著明なラムダ波は認め

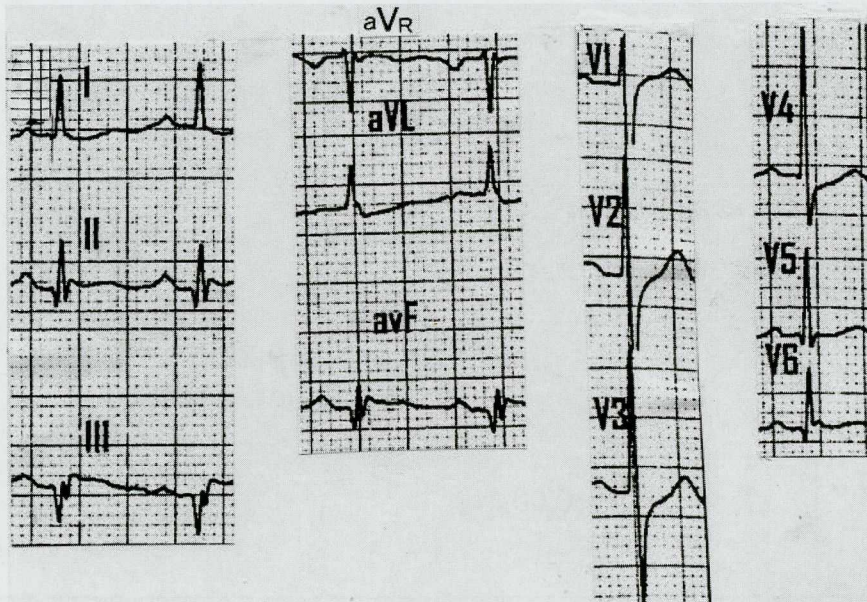


図 15 図 14 の例に冠動脈再灌流療法を実施した直後の心電図
心室群のラムダ波の形態は認められなくなっているが、II, III, aVF に
J波とST上昇を認め、図 14 のラムダ波がJ波に関連した波であることを
示している。V6にも小さいJ波がある。
(Jastrzebski M et al: Heart Rhythm 2009, 6(6): 829-835 から改変引用)

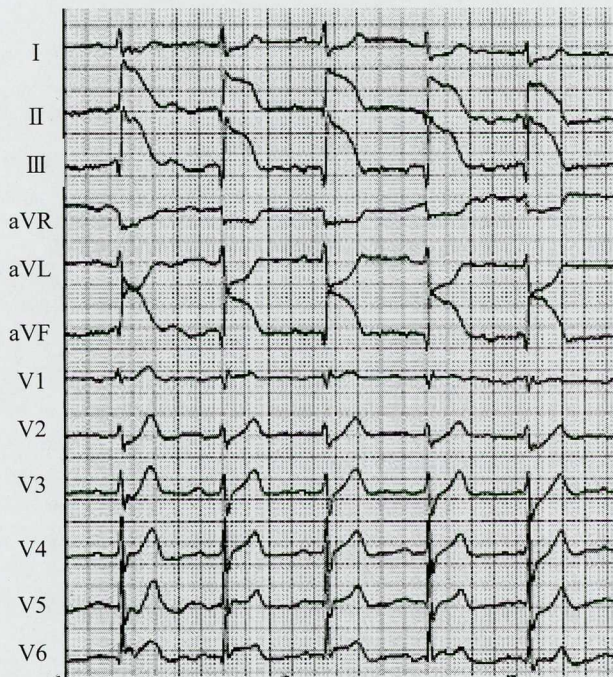


図 16 单相曲線型 ST 上昇を示す新鮮下壁梗塞症の心電図
43 歳, 男性. II, III, aVF に单相曲線型 ST 上昇を認め、
aVR, aVL にその相反性変化を認める. III, aVF に小さい q
波がある.

られなくなっているが、そのかわりに II, III, aVF, V6
に明らかな J 波が出現している。

4.2 急性心筋梗塞症における单相曲線様 ST 上昇

急性心筋梗塞症の際の ST 上昇の一般的波形は図 7
に示す如くであるが、coved 型 Brugada 心電図あるい
は心筋細胞の膜電位波形に似た单相曲線様波形を示す
例がある。

図 16 は 43 歳, 男性, 急性心筋梗塞症例の心電図で
ある。心拍数 65/分の洞調律で、II, III, aVF に小さい
q 波がある。この心電図の最も特徴的所見は、II, III,
aVF での ST 上昇波形である。すなわち、これらの誘導
で R 波の頂点のすぐ下方から緩やかに斜め下方に延び、
その後、比較的急峻に基線に達している。このような型
の心電図波形は单相曲線様波形とも呼ばれている。また
この波形は coved 型 Brugada 心電図波形にも類似して
おり、このような波形の成因としては J 波の関与が考えら
れる。

5. J 波の存在が虚血性心疾患の長期予後に与える 影響

以上、紹介した虚血性心疾患例に見られた J 波は急
性心筋虚血に関連した所見である。他方、健診やルーチ
ン検査などで J 波を示す例が、将来、特発性心室細動

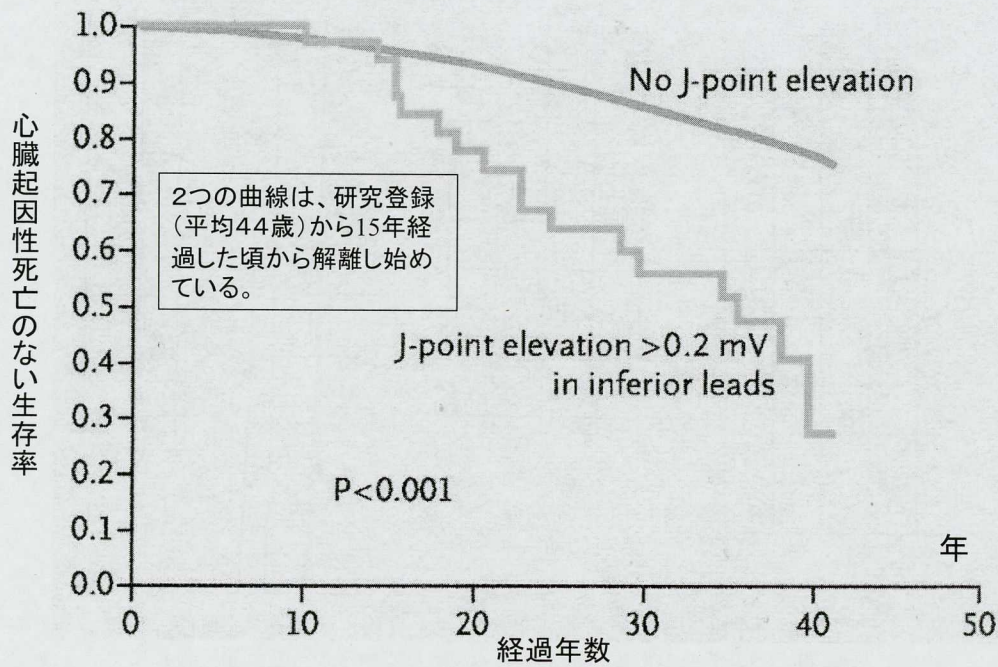


図 17 J 点上昇 (-) 群と下方誘導での J 点上昇群 (≥ 0.2 mV) での心臓起因性死亡がない生存率の Kaplan-Meier 曲線

J 点上昇 (+) 群では (-) 群に比べて、登録時点 (平均 44 歳) から約 15 年経過した頃から生存曲線が解離し始め、経過につれて両者の差が拡大している。

(Tikkanen JT et al: N Engl J Med 2010, 361: 1-9 から改変引用)

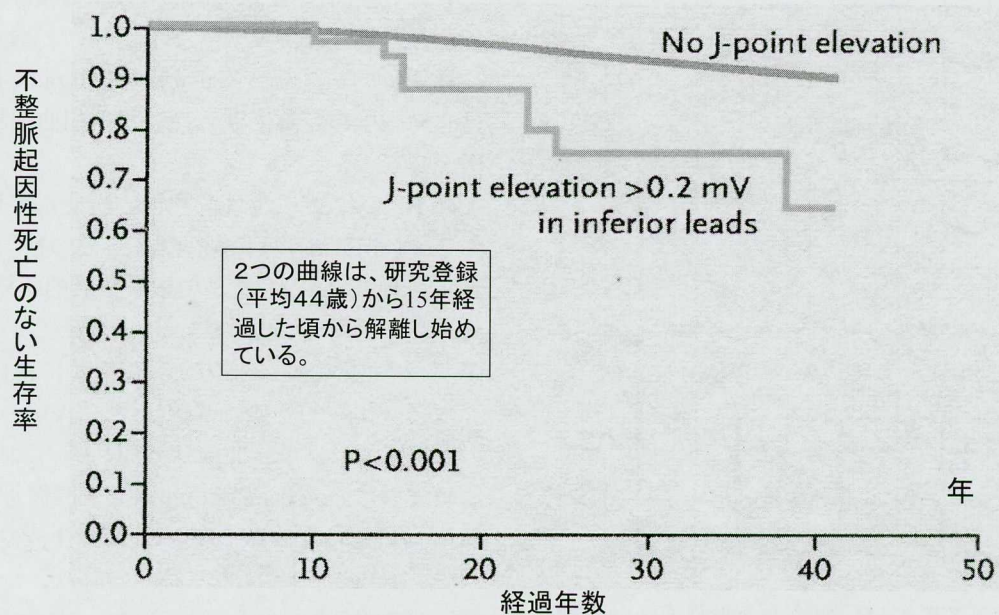


図 18 J 点上昇 (-) 群と下方誘導での J 点上昇群 (≥ 0.2 mV) の不整脈起因性死亡がない生存率の Kaplan-Meier 曲線

J 点上昇 (+) 群では (-) 群に比べて、登録時点 (平均 44 歳) から約 15 年経過した頃から生存曲線が解離し始め、経過につれて両者の差が拡大している。

(Tikkanen JT et al: N Engl J Med 2010, 361: 1-9 から改変引用)

を起こす危険があるかどうか、あるいは将来虚血性心疾患を発症した際に、心室細動などの不整脈による死亡リスクが増加するかどうかは、臨床的には極めて大切な問題である。

Tikkanen ら (2010)¹⁹⁾ は、フィンランドにおける壮年一般社会人 10,864 名 (平均年齢 44 ± 8 歳) について 30 ± 11 年の長期観察を行い、早期再分極所見を示す群と示さない群の予後を比較している。観察期間中に 6,133 例 (56.5%) が死亡し、内 1,969 例 (32.3%) は心臓起因の死亡で、これらの内 795 例 (40.4%) は不整脈起因の急死例であった。

図 17 は下方誘導で J 点上昇 ≥ 0.2 mV を示す群と示さない群での心臓起因死亡がない生存率の Kaplan-Meier 曲線で、横軸は経過年数、縦軸は心臓性起因の死亡がない生存率を示す。

また、図 18 は下方誘導において J 点上昇 ≥ 0.2 mV を示す群と示さない群での不整脈起因死亡のない生存率の Kaplan-Meier 曲線である。これらの図で示されているように、J 点上昇 ≥ 0.2 mV の群では、示さない群に比べて心臓性起因死亡および不整脈起因死亡が有意に多い。

興味深いことは、再分極波 (+) 群と (-) 群での心臓起因死亡および不整脈起因死亡のない生存率曲線は、調査開始から約 15 年ほど経過してから解離し始めていることである。このことは、研究開始時点の平均年齢が 44 歳であるため、調査対象者が 60 歳に達した頃から死亡例が増加していることを推察させる。その機序として著者らは、フィンランドにおける最も多い死亡原因が虚血性心疾患であるため、早期再分極波 (+) 群では (-) 群に比べて、心筋虚血発作の際の致死的不整脈を起こし易いのではないかと推察している。

Haruta ら (2011)²⁰⁾ は、長崎での原爆被爆者について、1958 年 7 月から 2004 年 12 月までの間に、少なくとも 1 度心電図検査を受けた 5,976 例で早期再分極所見の出現率を調査すると共に、予後への影響についても検討している。

早期再分極は、下方ないし側方誘導の少なくとも 2 誘導以上で ≥ 0.1 mV の J 点ないしスラーを伴う ST 上昇を認める場合とし、Cox 分析により予期しない死亡、心臓性死亡および全ての原因による死亡のリスクについて検討している。この研究での平均観察期間は 23.6 ± 14.7 年間である。

予期しない死亡とは下記 2 群に属する死亡例である。

①急死：急性症状出現後 1 時間以内の病院外死亡。

②説明がつかない偶発的死亡：心室細動が原因と考えられる偶発的死亡。

Haruta らはこの研究において、早期再分極所見の存在は予期しない死亡の危険度を有意に増加させるとの結果を得、そのハザード比は 1.83 であったことを報告している (95% 信頼限界 1.12 - 2.97, $p = 0.02$)。しかし、事故を起こした 16 例で最初 J 波が認められた時点から予期しない死亡が起こった年齢までの期間は 21.7 ± 13.8 年 (2.5 ~ 42.3 年) であり、J 波の出現が差し迫った予期しない死亡のリスクを反映しているわけではない。Haruta らおよび Tikkanen らの研究結果は、何れも J 波の存在は将来における不整脈死ないしは予期しない死亡のリスクを増大させる点では一致した研究結果である。

先に示した AED に記録された心室細動例で見られた著明な J 波が、除細動後に速やかに消退した所見から分かるように、J 波の素因者では急性心筋虚血発作時に J 波の顕性化が起こり、これが致死的不整脈の出現に連なるのではないかと推察される。

急性心筋梗塞発症時の心臓性急死は、急死家族歴を持つ例に多いことが指摘されており¹²⁾、このような遺伝的背景と J 波との直接的関連は未だ明らかでないが、両者の関連の可能性は十分考えられ、J 波を示す例、殊に高リスク例が冠危険因子を持つような場合には、とりわけ十分な冠危険因子除去の努力が必要である。

6. むすび

J 波は偶発性低体温、酸塩基平衡異常などの場合のみならず、普遍的疾患である虚血性心臓病でも重要な意義を持つことが認識され、心筋虚血時に出現する J 波は、虚血性 J 波として急性心筋虚血時の致死的不整脈や急性心臓死と密接な関連がある。このような危険な J 波と健診や日常診療のルーチン検査で遭遇する J 波との間の連鎖は未だ十分解明されておらず、今後の研究の展開に期待したい。

徳島赤十字病院症例の引用について日浅芳一病院長および大谷龍治先生に心から謝意を表します。また図 1 の改変引用をお許し頂いた新潟大学循環器内科・八木原伸江先生に対し心からお礼を申し上げます。

文 献

- 1) Tomaszewski W: Changements electrocardiographiques observes chez un homme mort de froid. *Arch Mal Coer* 1938, 31: 525

- 2) Osborn JJ: Experimental hypothermia: Respiratory and blood pH changes in relation to cardiac function. *Am J Physiol* 1953, **175**: 389
- 3) Brugada P, Brugada J: Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death: A distinct clinical and electrocardiographic syndrome. *JACC* 1992, **20**(6): 1391
- 4) Aizawa Y, Tamura M, Chinushi M, Naitoh N, Uchiyama H, Kusano Y, Hosono H, Shibata A: Idiopathic ventricular fibrillation and bradycardia-dependent intraventricular block. *Am Heart J* 1993, **126**(6): 1473-1474
- 5) Chinushi M, Furushima H, Tanabe Y, Washizuka T, Aizawa Y: Similarities between Brugada syndrome and ischemia-induced ST-segment elevation. Clinical correlation and synergy. *J Electrocardiology* 2005, **38**: 18-21
- 6) Noda T, Shimizu W, Taguchi A, Satomi K, Suyama K, Kurita T, Aihara N, Kamakura S: ST-segment elevation and ventricular fibrillation without coronary spasm by intracoronary injection of acetylcholine and/or ergonovine maleate in patients with Brugada syndrome. *JACC* 2002, **40**(10): 1841-1847
- 7) 野田 崇: 冠攣縮性狭心症, Brugada 症候群 (鎌倉史朗編). メディカルビュー社, 東京, 2009, pp 196-201
- 8) Yagihara N, Sato A, Furushima H, Chinushi M, Hirono T, Aizawa Y: Ischemia-induced prominent J wave in a patient with Brugada syndrome. *Inter Med* 2010, **49**: 1979-1982
- 9) Shimizu W: Acquired forms of Brugada syndrome, in The Brugada Syndrome. From Bench to Bedside (ed by Antzelevitch C), 1st Ed. Blackwell, Futura, 2005, pp 166-177
- 10) Nakazato Y, Kurata T, Yamaguchi H: ST segment elevation in the precordial leads mimicking Brugada syndrome. *Heart* 2000, **83**: 216
- 11) Mehta SR, Eikelboom JW, Natarajan MK, Diaz R, Yi C, Gibbons RJ, Yusuf S: Impact of right ventricular involvement on mortality and morbidity in patients with inferior myocardial infarction. *JACC* 2001, **37**: 37-43
- 12) Dekker LRC, Bezzina CR, Henriques JPS, Tanck MW, Koch KT, Alings MW, Arnold AER, de Boer M, Gorgels APM, Michels HRM, Verkerk A, Verheugt WA, Zijlstra F, Wilde AAM: Familial sudden death is an important risk factor for primary ventricular fibrillation. A case-control study in acute myocardial infarction patients. *Circulation* 2006, **114**: 1140-1145
- 13) Kukula P, Jastrzebski M, Sacha J, Bryniarski LI: Lambda-like ST segment elevation in acute myocardial infarction: A new risk marker for ventricular fibrillation? Three case reports. *Kardiol Pol* 2008, **66**: 873-877
- 14) Jastrzebski M, Kukula P: Ischemic J wave: Novel risk marker for ventricular fibrillation? *Heart Rhythm* 2009, **6**(6): 829-835
- 15) Harding MB, Leithe ME, Mark DB, Nelson CL, Harrison JK, Himiller JB, Davidson CJ, Pryor DB, Bashore TM: Ergonovine maleate testing during cardiac catheterization: A 10-year perspective in 3,447 patients without significant coronary artery disease or Prinzmetal's variant angina. *J Am Coll Cardiol* 1992, **20**: 107-111
- 16) Goldberger E: Myocardial injury, in Unipolar Lead Electro-cardiography and Vectorcardiography. Lea & Febiger, Philadelphia, 1953, pp 271-338
- 17) Riera ARP, Ferreira C, Schapachnik E, Sanches PC, Moffa PJ: Brugada syndrome with atypical ECG: Downsloping ST-segment elevation in inferior leads. *J Electrocardiology* 2004, **37**(2): 101-104
- 18) Gussak I, Bjerregaard P, Kostis J: Electrocardiographic "Lambda" wave and primary idiopathic cardiac asystole: A new clinical syndrome? *J Electrocardiology* 2004, **37**(2): 105-107
- 19) Tikkanen JT, Anttonen O, Juntilla MJ, Aro AL, Kerola T, Rissanen HA, Reunanen A, Huikuri HV: Long-term outcome associated with early repolarization on electrocardiography. *N Engl J Med* 2010, **361**: 1-9
- 20) Haruta D, Matsuo K, Tsuneto A, Ichimaru S, Hida A, Sera N, Imaizumi M, Nakashima E, Maemura K, Akahoshi M: Incidence and prognostic value of early repolarization pattern in the 12-lead electrocardiogram. *Circulation* 2011, **123**: 2931-2937