

## 総説 (第19回徳島医学会賞受賞論文)

### メーリングリストによる e-ラーニング —心電図教育の実践—

森 博 愛

田岡病院内科

(平成19年9月18日受付)

(平成19年10月10日受理)

#### 1. 研究開始の背景

##### 1.1 高齢化社会の到来<sup>1)</sup>

平成18年(2006)10月1日現在におけるわが国の人口は1億2,777万人であるが、そのうち65歳以上の高齢者は過去最高の2,660万人となり、前年(2,567万人)に比べて93万人増加した。そのため、総人口に占める高齢者人口の割合(高齢化率)は20.8%に達し、前年(20.1%)に比べて0.7%増加している。

今後、この人口の高齢化は一層増加することが予想されており、いわゆる「団塊の世代」が65歳に達する平成24年(2012)には3,000万人を超え、平成30年(2018)には3,500万人、平成54年(2042)年には3,863万に達することが予想されている。

##### 1.2 循環器疾患の社会医学的重要性

高齢者人口の増加に伴い、死因統計に表れた主要死亡原因も高齢者に多い悪性腫瘍や高血圧症、虚血性心疾患などの生活習慣病に関連した疾患が上位を占めるようになった。

平成16年度の死因統計によると、死亡原因の第1位は悪性新生物で全死亡例の31.1%を占め、次いで第2位が心疾患(15.5%)、第3位が脳血管疾患(12.5%)で、これらの3疾患で全死亡の59.1%を占めている<sup>2)</sup>。

心疾患の中では虚血性心疾患の占める割合が高く、脳血管疾患の基礎疾患としては高血圧症、動脈硬化症、心房細動などが多い。心房細動は脳塞栓症の原因疾患として重要であり、加齢と共に著しく増加する。

##### 1.3 心臓疾患、脳血管疾患の診療における臨床心電学的重要性

主要な循環器疾患としては、虚血性心疾患、高血圧性心疾患、心筋症、心臓弁膜症、先天性心疾患、心筋炎、不整脈などがあるが、何れの疾患の診療においても臨床

心電学の正しい理解は必須である。

内科以外の各科の診療の際にも、高齢者には循環器疾患の合併が多く、術前の心機能評価や術後合併症としての循環器疾患の診療に臨床心電学の知識は不可欠である。

最近、災害などで避難所生活を余儀なくされている人々や、長距離航空機利用者などに見るエコノミークラス症候群(急性肺動脈血栓症)なども、特有の心電図所見を示す場合が多い。

また、一見、健康に見える人がスポーツ中に急死する例があり、このような事故の予防のためにも心電図検査が重視されている。最近、遺伝子解析技術の進歩に伴い、従来、原因不明と考えられていた心臓性急死例の中に、特有の心電図所見を示す例があることが明らかとなり、Brugada症候群、QT延長症候群、QT短縮症候群などの一連の遺伝性不整脈の存在が明らかになったが、これらの疾患の診断に心電図は不可欠である。

日常臨床で遭遇することが最も多い循環器疾患は高血圧症であるが、その重症度の評価は血圧値の高低のみによるのではなく、脳血管障害、心筋梗塞症などの血管障害を将来合併する危険度の高低によって評価されるようになった。

1999年のWHO/ISH高血圧実地診療ガイドライン<sup>3)</sup>は、高血圧を血圧値により軽症(収縮期血圧140~159、または拡張期血圧90~99)、中等症(収縮期血圧160~179、または拡張期血圧100~109)および重症(収縮期血圧 $\geq$ 180、または拡張期血圧 $\geq$ 110)の3群に分け、血圧値と共に危険因子、標的臓器障害および循環器関連合併症の有無により、今後10年間における脳卒中または心筋梗塞症の発症リスクの層別化法について発表した。

心電図所見として認められる左室肥大(左室負荷)は、この標的臓器障害の1つであり、たとえ収縮期血圧が140-159mmHg、拡張期血圧が90-99mmHg程度の軽症

であっても、心電図に左室肥大（左室負荷）所見を認める場合は中等リスク群に分類され、今後10年間における脳卒中、心筋梗塞の発症リスクは15-20%と高率であることが指摘されている。このような例では、血圧値がそれほど高くなくとも、ライフスタイルの改善により降圧効果が得られない場合には、速やかに降圧薬療法の併用が必要である。

#### 1.4 健診施設における心電図診断精度

著者は1995年（平成7年）以来、徳島市産業医として徳島市役所職員約3,000人の健康管理に従事し、徳島市が人間ドック健診を委託している健診施設で記録された心電図記録とそれらの施設担当医が下した心電図診断を対比できる立場にある。

現在、徳島市は市内10カ所の健診施設に市職員の人間ドック健診を委託している。平成18年度の間ドック健診において、各施設の担当医が下した心電図診断と著者のそれとを比較した成績を表1に示す。

検討した全症例1,029例中、両者の診断が一致したのは937例（91.1%）、不一致例は92例（8.9%）で、一見したところ一致率が高いような印象を受けるが、これは人間ドック健診の性格上、正常例が多く含まれているためである。実際、全例1,029例中の正常例は872例で、異常例157例についての不一致率は58.6%と高率であった。

表2は主要な各種の病態における健診施設の心電図診断と著者の診断との不一致率を示す。心筋梗塞の心電図所見を認めた者は4例あったが、正しく診断されたのは2例（50.0%）のみであった。「異常Q波」という心電図診断名は、通常は心筋梗塞ないしそれに近い心起電力の消失/減少を意味するが、異常Q波と診断された3例中2例は正常であった。冠不全/心筋虚血での一致率は71%で、軽度のST低下はしばしば見落とされていた。

左室肥大の一致率は26.3%で、73.7%の例で見落とされていた。これらの見落とし例は、 $R_I + S_{III} \geq 20\text{mm}$ で表される前額面に投影されたQRS波の高電圧を見落としたためである。「左室高電圧（左室側誘導における高電圧）」は通常は左室肥大を意味するが、この診断項目についての不一致例は、若年男性における生理的QRS波の高電圧例であり、本来は正常心電図と診断されるべき例であった。

左室過負荷の診断一致率も20.0%と低かったが、これは左側胸部誘導の陰性U波を見落とししたためである。ちなみに解析機能内蔵心電計が陰性U波ないしBrugada型心電図を正確に診断し得た例は、未だ1例も経験して

表1 健診施設の心電図診断精度（平成18年度人間ドック症例での検討）

1. 全症例数：1,029例
2. 不一致例：92例（8.94%）
3. 全症例中の正常例：872例（84.7%） 全症例中の異常例：157例（15.3%）
4. 不一致例/異常例：58.6%

一致例（不一致例）とは、健診施設の診断と著者の診断とが一致（あるいは不一致）した例。正常例、異常例は、著者の診断を基準とした。

表2 健診施設の心電図診断精度（平成18年度人間ドック症例での検討）

心電図所見	例数	正診率 (%)
心筋梗塞	4	50.0
異常Q波	3	33.3
冠不全・心筋虚血	28	71.0
左室肥大	19	26.3
左室高電圧	7	14.3
左室過負荷	10	20.0
Brugada型心電図	18	66.7

正診率は著者の診断を基準として判定した。

いない。Brugada型心電図での一致率は66.7%と比較的高かったが、これは毎年、恒例的に徳島市健診委託施設連絡協議会を開催して、健診受託施設に対して注意喚起してきたことによる成果であると考えられる。

#### 1.5 健診施設が診断を誤った心電図の実例

以下、健診施設が診断を誤り易い心電図の実例を示す。第1例：23歳、男性、正常心電図を左室肥大と誤診した例（図1）

循環器学的愁訴なし。理学的所見正常。明らかな器質的基礎疾患なし。健診施設担当医はこの心電図を左室肥大と診断した。これは $RV_5 + SV_1 = 42\text{mm}$ の所見を異常なQRS波の高電圧と考えて左室肥大と診断したものと思われる。日本人青年男性（>30歳）の胸壁は欧米人より薄いため、胸部誘導心電図のこの程度の高電圧は正常範囲内の所見である。私共は胸部誘導の高電圧基準として $RV_{5(6)} + SV_1 \geq 40\text{mm}$ （30歳以下の若年男性では50mm）を用いている<sup>4)</sup>。左室肥大を起こす基礎疾患がない例で、単にQRS波の高電圧のみに基づいて左室肥大と診断してはならない。一般に広く用いられてい

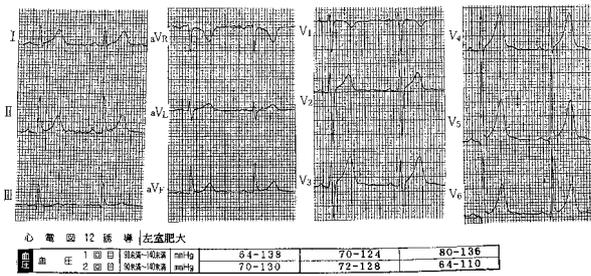


図1 第1例：正常を左室肥大と誤診した例(23歳, 男性)

この心電図では  $RV_5+SV_1=42\text{mm}$  であるため、健診施設は Sokolow-Lyon 基準 ( $RV_5+SV_1 \geq 35\text{mm}$ ) に基づいて左室肥大と診断した。しかし、Sokolow 基準の日本人正常青年男性での偽陽性率は27%と著しく高く、この基準をそのままの形でわが国で用いることはできない。著者は左室肥大診断のための胸部誘導の高電圧基準としては  $RV_{5(6)}+SV_1 \geq 40\text{mm}$  (30歳以下の男性では50mm) を用いている。本例には左室肥大を起こす基礎疾患がなく、また左室肥大を支持する他の所見もない。

る Sokolow-Lyon の左室肥大診断基準の内、 $RV_5+SV_1 \geq 35\text{mm}$  の項目の日本人正常青年男性における偽陽性率は27%と著しく高い。

第2例：41歳, 男性, 正常心電図を右室肥大と誤診した例(図2)

循環器学的愁訴なし。理学的所見正常。明らかな器質的基礎疾患を認めない。健診施設担当医は  $V_1$  の  $R/S > 1$  の所見を異常と判断し、この所見に基づいて右室肥大(疑)と診断したものと思われる。しかし、右室肥大は左室肥大や ST-T 変化に比べるとまれな所見であり、右室肥大を起こす基礎疾患がなく、右房負荷、T ベクトルの後方偏位などの右室負荷を支持する他の所見がない場合に、 $V_1$  の  $R/S > 1$  のみに基づいて右室肥大と診断してはならない。 $V_1$  の  $R/S$  の正常上界値は1.5で<sup>5)</sup>、正常壮年男性における  $V_1$  の  $R/S \geq 1$  の偽陽性率は4.6%である。私共は  $V_1$  の  $R/S$  に関しては、「 $V_1$  の  $R/S > 2$  かつ  $RV_1 \geq 5\text{mm}$ 」を右室肥大診断基準の1項目として用いている<sup>4)</sup>。

第3例：56歳, 男性, 左室肥大を正常と誤診した例(図3)

156/100mmHg の高血圧がある。この心電図を健診担当医は「異常なし」と診断した。しかし、この心電図では  $R_1+S_{III}=22\text{mm}$  で、明らかに正常基準値(20mm)を超えており、基礎疾患の存在も考慮して左室肥大と診断される。

心臓は立体的構造物であるから、心起電力も当然立体的に変動する。従って QRS 波の高電圧を評価する際には、水平面 ( $RV_5+SV_1$ ) のみならず、前額面 ( $R_1+S_{III}$ )

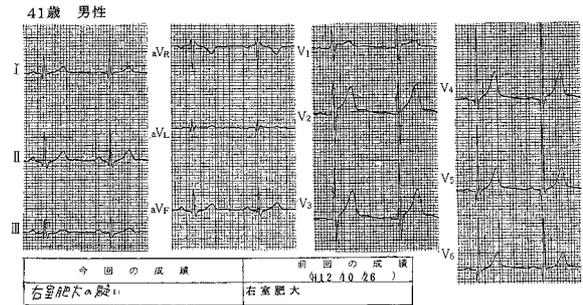


図2 第2例：正常を右室肥大と誤診した例(41歳, 男性)

健診施設はこの心電図を  $V_1$  の  $R/S > 1$  の所見に基づいて右室肥大(疑)と診断した。しかし本例には右室肥大を起こす基礎疾患がなく、また他に右室肥大を支持する所見もない。 $V_1$  の  $R/S$  の正常上界は1.5で、 $R/S > 1$  の正常例における偽陽性率は日本人壮年男性で4.6%である。そのため著者は、「 $V_1$  の  $R/S \geq 2$ 、かつ  $RV_1 \geq 5\text{mm}$ 」を右室肥大診断基準の1項目として用いている。

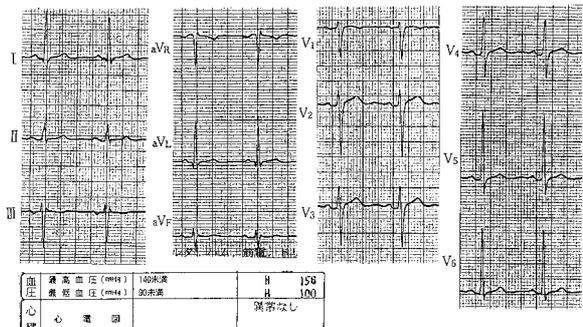


図3 第3例：左室肥大を正常と誤診した例(56歳, 男性)

健診施設はこの心電図を正常と診断した。しかし本例では  $R_1+S_{III}=22\text{mm}$  で、左室肥大診断基準 ( $R_1+S_{III} \geq 20\text{mm}$ ) を満たしており左室肥大と診断される。本例は高血圧があり、著明な左軸偏位、 $V_5$  の平低 T 波などの左室肥大を支持する他の所見もある。

における QRS 波の高電圧の有無についても観察し、立体的に心起電力の増大を評価しなければならない。

第4例：46歳, 男性, 左室過負荷を「異常なし」と誤診した例(図4)

第2誘導の T 波が低く、左室過負荷を疑わせるが、この心電図で最も顕著な異常所見は  $V_{4-6}$  の陰性 U 波である。正常ではこれらの誘導で陰性 U 波を見ることはなく、左室過負荷と診断される。

第5例：55歳, 男性, 心筋梗塞を正常と誤診した例(図5)

$V_{1-3}$  の QRS 波は QS 型、 $V_4$  は QR 型を示す。また、 $V_{1-4}$  に著明な ST 上昇があり、前壁中隔梗塞の存在は明らかである。 $V_6$  に ST 低下があり(冠不全)、 $V_1$  の P 波は二相性で、陰性相の幅が広い(左房負荷)。

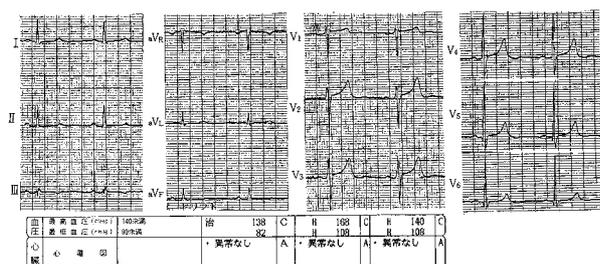


図4 第4例：左室過負荷を正常と誤診した例 (46歳, 男性)  
健診施設はこの心電図を「異常なし」と診断した。しかし本例には高血圧があり、V<sub>4-6</sub>に明らかな陰性U波を認め、左室過負荷と診断される。

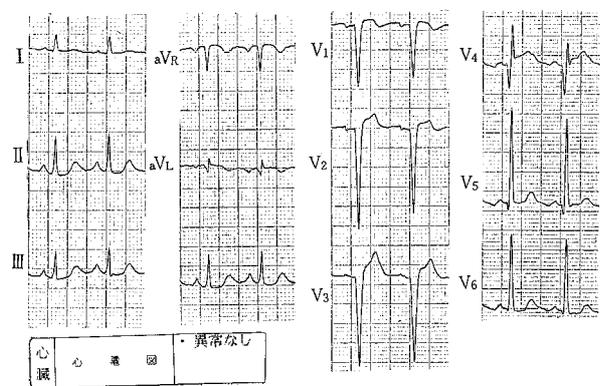


図5 第5例：心筋梗塞を「異常なし」と誤診した例 (55歳, 男性)  
健診施設はこの心電図を「異常なし」と診断した。しかし、V<sub>1-3</sub>がQS型、V<sub>4</sub>がQR型を示し、V<sub>1-4</sub>に著明ST上昇もあり、心筋梗塞の存在は明らかである。V<sub>6</sub>にST低下もあり、冠不全を合併している。

第6例：51歳, 男性, 正常心電図を異常Q波と誤診した例 (図6)

健診施設担当医はⅢ, aV<sub>F</sub>誘導のq波を異常Q波と診断し、要注意と指導した。一般に異常Q波は心筋梗塞ないしそれに類似した心起電力消失を意味する。しかし本例に見るⅢ, aV<sub>F</sub>誘導のQ波は明らかに正常所見である。

第7例：56歳, 男性, 完全左脚ブロックを異常Q波と誤診した例 (図7)

この心電図は、一見して典型的な完全左脚ブロックと診断される。然るに健診施設では、本年度は「異常Q波」、昨年度は「左脚ブロック」、一昨年度は「完全右脚ブロック」と毎年異なった診断を下しており、このような検査報告を受け取った被検者に混乱を起こさせる。完全左脚ブロックの5%では本例のようにV<sub>1-3</sub>がQS型を

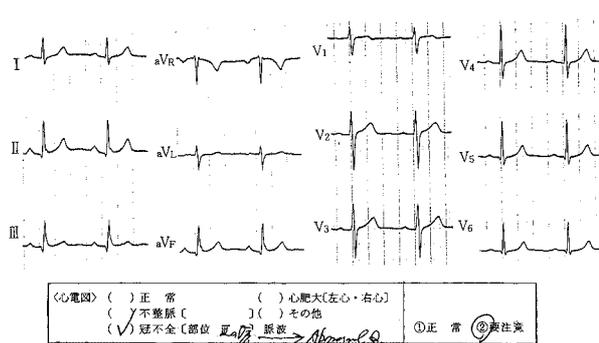


図6 第6例：正常心電図を異常Q波と誤診した例 (51歳, 男性)  
健診施設はこの心電図をⅢ, aV<sub>F</sub>に異常Q波があると診断し、要注意との指導を行った。しかし、このQ波は正常所見であり、他にも異常を認めず、正常心電図と診断される。

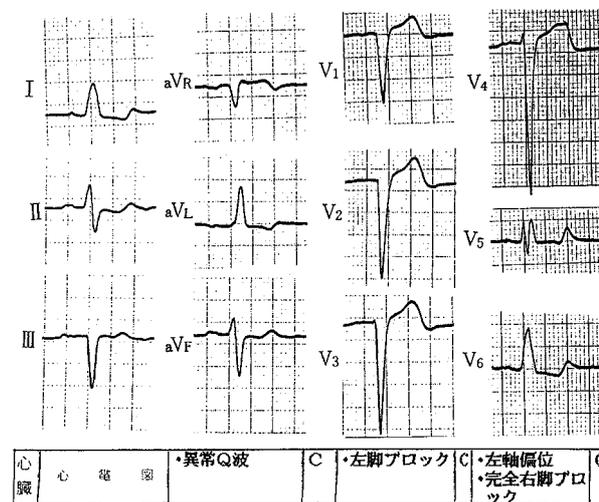


図7 第7例：左脚ブロックに伴った右側胸部誘導のQS波を異常Q波と誤診した例 (56歳, 男性)  
完全左脚ブロックの際に右側胸部誘導がQS型を示す場合があることは広く知られており、5%ではV<sub>1-3</sub>がQS型を示す。一般に異常Q波は心筋梗塞ないしそれに類似した心起電力の消失を意味するが、本例は完全左脚ブロック単独例である。また、診断名が毎年異なっており、被検者を戸惑わせる。

示すことが知られており<sup>4)</sup>、心筋梗塞症の際に用いる異常Q波との診断は不適切である。

第8例：50歳, 男性, 冠不全を正常と誤診した例 (図8)

この心電図で最も重要な所見はV<sub>6</sub>のST低下と陰性T波であり、50歳, 男性という点も考慮して、この所見は冠不全の表現であると診断される。I, II誘導の平低なT波およびV<sub>5</sub>の二相性T波もこの診断を支持している。本来、冠不全の際のST-T変化としてはこの程度の所見を示す場合が多く、この心電図を正常と誤診するよ

うであれば、他に多くの冠不全所見を見落としている可能性が強い。

第9例：35歳，男性，Brugada型心電図を不完全右脚ブロックと誤診した例（図9）

V<sub>2</sub>でS波が基線を越えて上昇してR'様の波（実はJ波）を形成し，上方凹の著しく上昇したST部になだらかに移行している。この所見はsaddle-back型Brugada心電図に極めて特徴的である<sup>6)</sup>。

Brugadaらは，当初，Brugada型心電図を示す例は，有症候群のみならず，無症候群でも心室細動などの心事故を高率に起こすとして注意を喚起した。しかし，その後の諸家の研究で，無症候群ことにsaddle-back型を示す例の予後は当初考えられていたほど危険でないことが明らかになってきた。近年，Brugada症候群の病態形成，不整脈事故出現機序が次第に解明され，自律神経機能，体温，電解質異常，虚血，薬剤などの修飾因子の役割が重視されている。

Brugada症候群あるいはBrugada型心電図という言葉

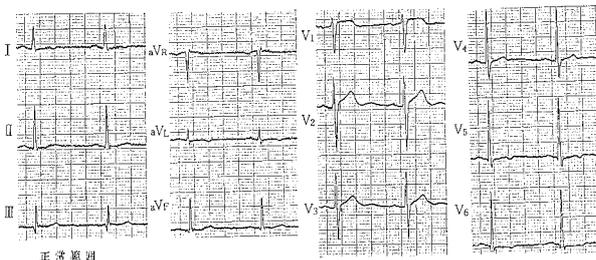


図8 第8例：冠不全を正常と誤診した例（50歳，男性）  
健診施設はこの心電図を正常範囲と診断した。しかし，V<sub>6</sub>のST低下，V<sub>5,6</sub>の陰性T波，肢誘導の平低T波などの所見から冠不全と診断される。

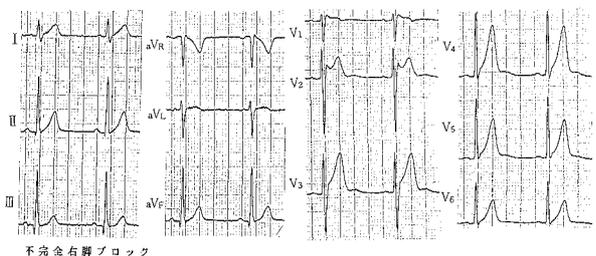


図9 第9例：Brugada型心電図を不完全右脚ブロックと誤診した例（35歳，男性）  
健診施設はこの心電図を不完全右脚ブロックと診断した。しかし，V<sub>2</sub>でR'様の波（J波）が基線を越えて上昇し，上方凹の著明に上昇したST部になだらかに移行しており，saddle-back型Brugada心電図の典型的所見を示している。

葉自体が一般の方々にはなじみが薄い言葉であるため，健診などでBrugada型心電図症例を見た際には，丁寧にこれらの言葉の概念を説明をすると共に，適切な指導を行うことが必要である。しかし，過度に不安に陥らせないようにする努力も必要で，そのためには患者（被検者）に参考文献を手交し，併せて口頭で詳しく説明する必要がある。そのような際に用いる患者に手交するパンフレットを著者のホームページからdownloadできるので，それを随時印刷して自由に使用して頂きたい。なお，Brugada症候群についての詳細は下記のホームページに35章にわたり詳述しているので参照して頂きたい。

<http://www.udatsu.vs.l.jp>

第10例：40歳，男性，両結節性疾患を洞性不整脈と誤診した例（図10）

最も長いPP間隔を示す部位以後はPP間隔が漸次短縮しており，Wenckebach型洞房ブロックに一致する。洞房ブロックは洞不全症候群のRubenstein分類Ⅱ群に属する<sup>7)</sup>。本例では，第1度房室ブロックで示される房室結節の機能障害と洞不全症候群が合併しており，両結節性疾患（binodal disease）と診断される。健診担当医の診断のような単純な洞不整脈ではなく，ホルター心電図による精査や注意深い経過観察が必要である。

第11例：30歳，女性，異所性左房頻拍を「異常なし」と誤診した例（図11）

I誘導のP波は陰性，心房頻度83/分で，異所性左房頻拍と診断されるが，健診担当医はこの陰性P波を見落として「異常なし」と診断した。異所性左房頻拍の際には頻拍が持続して心不全に陥る例もあるため，注意深い経過観察が必要である<sup>8)</sup>。

第12例：56歳，男性，下壁梗塞，心室性副収縮を多源性心室性期外収縮と誤診した例（図12）

この心電図で最も重要な所見はⅢ誘導のQ波である。

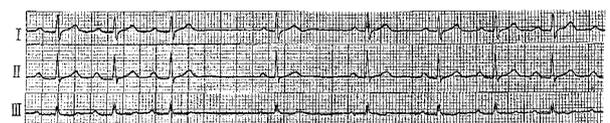


図10 第10例：両結節性疾患を洞不整脈と誤診した例（40歳，男性）  
健診施設はこの心電図を洞不整脈と診断した。しかしPP間隔が長い部位から後は，PP間隔は漸次短縮しており，洞房間Wenckebach周期と診断される（Rubenstein分類Ⅱ群の洞不全症候群）。PR間隔延長で示されている房室結節の伝導障害（第1度房室ブロック）もあり，洞結節および房室結節の両者が障害された両結節性疾患と診断される。

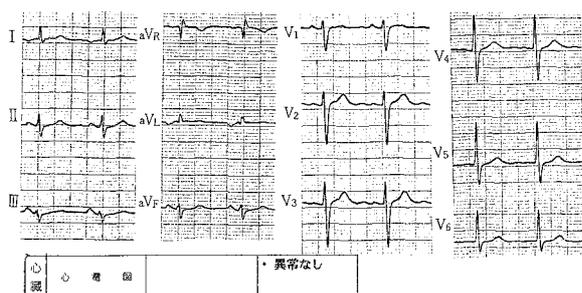


図11 第11例：異所性左房頻拍を正常と誤診した例(30歳，女性)  
健診施設はこの心電図を「異常なし」と診断した。しかし，I誘導のP波は陰性で，心房頻度83分の異所性左房頻拍と診断される。左房頻拍では頻拍が持続すると心不全に陥る場合があるため，注意深い経過観察が必要である。

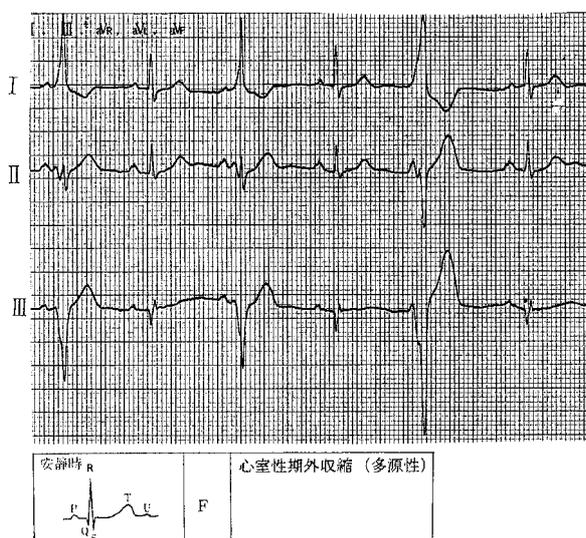


図12 第12例：下壁梗塞および心室性副収縮を多源性心室性期外収縮と誤診した例(56歳，男性)

健診施設はこの心電図を多源性心室性期外収縮と診断した。この心電図で最も重要な所見はⅢ誘導の異常Q波である。本例には明らかな心筋梗塞症の病歴がある。連結期が異なる心室性期外収縮が固有のリズムで規則的に出現している場合には常に心室性副収縮(parasytostole)を考えなくてはならない。異所性心室群が多様な波形を示しているのは心室融合収縮の程度の相違による。

本例は数年前に典型的な急性下壁梗塞症を起こして入院治療を受け，その際には典型的な急性下壁梗塞の心電図所見を示していた。健診担当医は病歴聴取を怠り，さらに下壁梗塞による異常Q波を見落としている。波形が異なる3個の心室性期外収縮様の不整脈を認め，健診担当医はこれを多源性心室性期外収縮と診断した。しかし本例に見る心室群の変形は，心室融合収縮の程度の差に

よるものである。これらの心室群は一定間隔(RR間隔1.52秒)で出現しており，心室性副収縮の可能性が極めて強い。

#### 1.6 心電図診断能力低下の原因

前章では健診施設の心電図診断の誤りを例示したが，同様の誤りは毎年のように繰り返されている。これは決して健診施設担当医のみの心電図診断能力が低いことを意味するのではなく，第一線の医療に携わる医師の方々の臨床心電学への理解の水準がこの程度であることを反映していると考えざるを得ない。

このような心電図診断能力の低下の原因としては次のような諸要因が考えられる。

- 1) 解析機能内蔵自動心電計の普及，
- 2) 診断能力を評価せず，単に心電図を記録さえすれば収入が増加するわが国の医療制度の欠陥，
- 3) 経験豊富な医師による二重 check 体制が実施されていないわが国における医療現場の状態，
- 4) 大学医学部などにおける臨床心電学の教育体制の不備など。

##### 1.6.1 解析機能内蔵自動心電計の普及

近年，解析機能内蔵自動心電計の診断能力はかなり向上し，各種の病態の典型例はほぼ適切に診断できるようになった。しかし，日常臨床では非典型例が多く，このような例では自動心電計は適切な診断を下すことができない。

実際，P波異常，U波異常(陰性U波など)，軽度冠不全，Brugada型心電図，不整脈などに対する解析機能内蔵自動心電計の診断能力は著しく低い。私は年間2,500例くらいの心電図を見ているが，この10年間の経験では，陰性U波やBrugada型心電図を正しく診断できた例を未だ経験していない。不整脈に至っては，期外収縮や心房細動などの典型例は正しく診断できるが，少し複雑な不整脈の診断はおおむね誤っている。

しかし，解析機能内蔵心電計にもR波のような大きい波の振幅測定や時間計測などについては優れた点もある。QRS波の著しい高電圧があると，最近の心電計は自動的に感度を1/2に下げて記録するようになっている。集団検診や日常の多忙な外来診療の際などには，そのことを見落とす場合があるが，このような際に解析機能内蔵心電計は医師の診断の助けになる。

また，解析機能内蔵自動心電計はPR間隔やQTc間隔などの自動計測を全例に行っており，これらは診断に役立つ場合が多い。このように解析機能内蔵心電計の自

動診断結果は参考になる場合も多いが、あくまでも医師の主體的な心電図診断の補助として役立つべきものである。

### 1.6.2 わが国の医療制度の欠点

わが国の医療制度においては健康保険の占めるウエイトが大きい。現行の保険制度では、心電図記録を行ったという事実があれば、担当医師の臨床心電学の知識が低くとも医療費が支払われる。そのために一部の医療機関では、担当医師の心電図診断能力の研修が軽視されている場合がある。

また個人経営診療所では、医師の心電図診断が適切かどうかを評価するシステムが存在しない。複数の医師が勤務する総合病院においても、循環器専門医以外の医師が心電図診断を担当し、循環器専門医によるチェックが全くなされていない場合がある。

### 1.6.3 医学教育機関における臨床心電学教育の実状

医学教育においては、基礎医学および臨床医学共に教育すべき内容は増加の一途をたどり、あわせて病床での実地教育もますます重視される傾向があるため、限られた時間内にどのような内容を含めるべきかは教育関係者の頭を悩ます問題である。

このような影響を受けて、一般的な臨床心電学の教育時間も制限を受け、徳島大学医学部における教育現況は下記の如くである。

- (1) チュートリアルハイブリッドコース：第3学年後期中の2時間、
- (2) 臨床実習入門講義：第4学年後期の2時間、
- (3) 総合医学・医療総合講義：第6学年を対象とし、心電図判読を中心とした応用的な4時間の講義。

以上、合計8時間の講義が行われており、講義時間の絶対数が著しく少ないというほどではないが、主として典型例の診断が中心になり、日常臨床で遭遇する多様な心電図診断を的確に行うには不十分である。医師国家試験にも心電図が出題されているが、出題例は典型的な心電図に限られている。しかし、日常臨床で遭遇する心電図には非典型例や複合異常例が多く、医師国家試験が求めている水準と実地臨床に必要な知識との間に大きい解離がある。

## 2. メーリングリスト (ML) とは？

上述したように心電図教育に関しては、医学部における卒前補完教育および日常臨床に携わっている医師の

方々の卒後教育の必要性が痛感される。

著者らは2003年7月に、徳島大学医学部第二内科同門会員の相互連絡および情報交換手段としてMLを利用することを思い立ち、メーリングリスト-Ninai (ML-Ninai)を立ち上げ、上記の目的に役立ててきた。

MLとは、会員が共有メールアドレスにメールを送信すると、同一内容のメールが直ちに全会員に配信され、同時に同一内容が共有ホームページに保存される。この際、1メガバイト (MB) までの添付ファイルの同時送信が可能であり、心電図、X線写真、エコー図、内視鏡写真などのあらゆる画像情報は添付fileとして送信できる。これら画像各1枚は50キロバイト (KB) 程度のファイルに変換して送信するため、添付file容量として1MBまでの送信が可能であるから、ほぼ20枚の画像の送信が可能であるため教育目的には十分適している。

著者らが運営しているMLでは、入会には運営者の許可を要するが、退会は各自の意思により、随時、共有ホームページ上から簡単な手続きで退会できる。このようなMLはインターネット上でYahoo、Googleその他のポータルサイトなどが無料で提供しており、著者らはYahooが提供しているMLを利用している。

運営費が無料であるから会費も不要で、会員には何の義務もなく、MLへの投稿および出題者への質問も自由である。

このMLには下記のような多様な機能がある。

- 1) 投票：最大25項目の選択枝を有するアンケート調査、自動集票機能がある。著者らのような研修目的のMLの場合は、研修効果の確認のためのテストとして利用できる。
- 2) ブックマーク：何度も繰り返してアクセスするweb siteのURLをメンバーで共有できる。
- 3) フォトアルバム：1回6枚までの写真の公開、共有が可能である。
- 4) ブリーフケース：メンバーが共有できるインターネット上のハードディスク様機能。
- 5) データベース：メンバーが共有できる表形式のデータベース。
- 6) カレンダー：メンバーが共有できる相互のスケジュール表。

このような多彩な機能があるため、著者らが利用しているような研修・教育目的の利用の他に、下記のような各種の目的での使用が可能である。

- (1) 教育、研修、勉強会などとしての利用、

- (2) 趣味や愛好家同士の情報交換,
- (3) テーマ討論や意見交換の場としての利用,
- (4) 地域交流, 世代交流,
- (5) 生活情報,
- (6) クラブ, サークル活動の連絡,
- (7) 卒業生連絡,
- (8) 学生などの就職情報, テスト対策など,
- (9) ビジネス面への利用: 部署内の一斉連絡や通報, プロジェクトチームの業務連絡, 共同制作打ち合わせ, 異業種間交流など。

### 3. メーリングリストを用いる心電図 e-learning の実際

著者らが実施している ML を用いる心電図研修システムは次のような方法で実施している。

まず興味ある心電図, あるいは日常臨床で誤り易い心電図を添付 file として, 臨床的事項を記載したテキスト文書と共に ML に配信する。会員はこの心電図を見て, 自分なりに心電図診断を考えておく。1-2 日後にその心電図の正しい診断と共に, 詳細な解説が配信される。会員はこの解説と自分の診断とを比較し, 診断が正しかったかどうかを自己評価し, 心電図診断に際して今後はどのような点に注意するべきかを習得する。

ML 会員は共有ホームページに保存されている過去に送信されたメッセージの閲覧, 印刷, 自分のパソコンへの取り込みなどが可能である。また会員は出題者に対し, 随時 ML 上から質問できる。

### 4. メーリングリストによる症例呈示・解説の実例

ML を用いて会員に送付された心電図症例とその解説の実例を以下に示す。

#### 4.1 例示 1

第297例: 67歳, 女性

主訴: 胸痛, ショック状態

臨床的事項: 腹部手術を受け, 術後2週の時点で誘因なく胸痛と共に血圧低下などのショック症状が出現した。添付 file に術前心電図 (図13) とショック症状出現時の心電図 (図14) を示す。

質問:

1. 術前心電図の所見は?
2. ショック症状出現時の心電図の所見は?
3. この心電図から, どのような疾患が考えられるか?

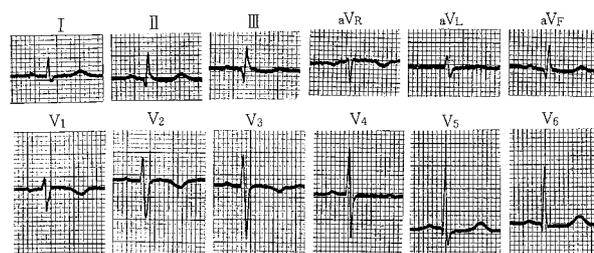


図13 例示1: 術前心電図, 67歳, 女性  
洞リズム, 正常QRS軸。V<sub>5,6</sub>でST低下があり, 冠不全所見を示している。V<sub>1,3</sub>の陰性T波は女性に見る生理的範囲のTベクトルの後方偏位による。

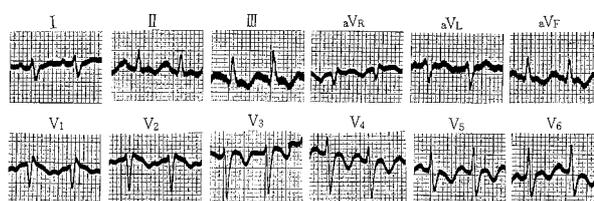


図14 例示1: ショック症状出現時の心電図, 67歳, 女性  
心拍数150/分の洞頻脈がある。QRS軸は右軸偏位を示す。V<sub>1,2</sub>はrSr'波を示し (不完全右脚ブロック=右室拡張期性負荷), TV<sub>1-6</sub>は陰性で, Tベクトルの著明な後方偏位がある。これらの所見は高度の急性右室拡張期性負荷の存在を示す。また McGinn-Whiteのパターン (S<sub>1</sub>Q<sub>m</sub>T<sub>m</sub>型) を認める。これらの所見は急性肺動脈血栓塞栓症を強く疑わせる。

#### 第297例解説

##### 1) 本例の術前心電図の所見 (図13)

洞リズムで, QRS軸は正常軸を示しています。V<sub>5,6</sub>のST部が水平低下 (horizontal ST depression) を示し, 冠不全所見を示しています。V<sub>1-3</sub>のT波は陰性ですが, 女性ではこの程度のTベクトルの後方偏位は正常でも見る場合が多く, 異常所見とは考えられません。

術前心電図の診断: 冠不全

##### 2) ショック症状出現時の心電図所見 (図14)

心拍数は150/分の洞頻脈で, この心電図の特徴的所見とそれらの臨床的意義は次のごとくです。

- (1) QRS軸の右軸偏位: 右軸偏位の程度が強く, 右室負荷の存在を示唆しています。
- (2) 不完全右脚ブロック: V<sub>1</sub>のQRS波はrsR'型で, 不完全右脚ブロック所見を示しています。この所見は, 心室内伝導障害による場合もありますが, 右室拡張期性負荷の表現である場合もあります。
- (3) V<sub>1-6</sub>のT波の陰性化: この所見はTベクトルの著

明な後右方偏位の表現で、高度の右室負荷の存在を示しています。

- (4)心臓長軸周りの著しい時計式回転：V<sub>6</sub>でS波が深く、心臓長軸周りの時計式回転があり、この所見も右室負荷を表現しています。

Goldberger は心室群波形を添付 file (図15) に示すように5種の基本波形に分類しています<sup>9)</sup>。本例に見るV<sub>6</sub>のQRS波は、右室心外膜面波形であるRS型を示し、V<sub>6</sub>の電極位置が右室心外膜に面することを示しており、著しい右室拡張を示唆しています。

Goldberger の心室基本波形の考えは、単極胸部誘導を半直接誘導と見なす立場に立っています。ある誘導の心室群波形がどの基本波形に似ているかにより、その誘導部位が心臓のどの部位に面しているかを推測します。このような考えに立つと、本例のV<sub>6</sub>誘導の心室群波形は右室心外膜に面しており、心臓長軸周りの著しい時計式回転があると考えられます。

Cabrera, Monroy<sup>10,11)</sup>は、心室負荷を血行動態的な負荷様式により収縮期性負荷と拡張期性負荷に分け、左室および右室の血行動態的負荷様式の差により心電図はそれぞれ特徴的所見を示すとの考えを提唱し、現在でも広くこの考え方は支持されています。従って、心電図診断の際には、単に右室肥大あるいは左室肥大と診断するのではなく、血行動態的負荷様式についても考察するべきであり、そのようにすれば単に心室負荷の有無を知ることができるだけでなく、基礎疾患の診断に寄与できる場合も少なくありません。

各心室の血行動態的負荷様式とそれらの特徴的心電図所見は次の如くです<sup>12)</sup>。

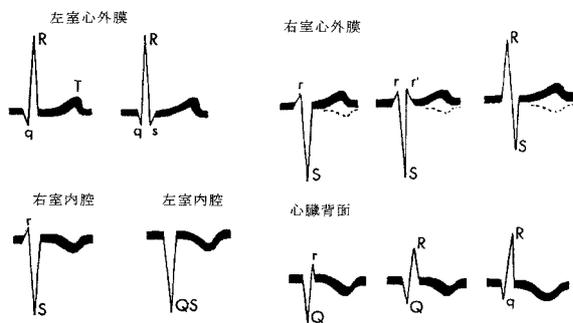


図15 心室群の5基本波形 (Goldberger)

Goldberger は心室群には5つの基本波形があるとし、単極誘導は半直接誘導であるとの考えに立って、ある誘導で記録した心電図がどの基本波形に似ているかにより、その誘導がどの心室部位に面するかを推定できるとした。

- 1) 左室収縮期性負荷：高血圧、大動脈弁狭窄、大動脈狭窄などの際にみる。

- (1)左室側誘導 (V<sub>5,6</sub>, I, aV<sub>L</sub>) でのQRS波の高電圧,  
(2)QRS波初期ベクトルの減少：左室側誘導 (V<sub>5,6</sub>) でのq波の振幅減少で、中隔線維化などによる。  
(3)QRS-Tベクトル夾角の拡大：R波が高い誘導でT波が扁平ないし陰性化し、S波が深い誘導でT波が陽性化する。

- 2) 左室拡張期性負荷：大動脈弁閉鎖不全、僧帽弁閉鎖不全、心室中隔欠損、動脈管開存、Valsalva洞動脈瘤破裂などの際にみる。

- (1)左室側誘導でのQRS波の高電圧,  
(2)QRS初期ベクトルの増大 (V<sub>5,6</sub>でのq波振幅増大)：心室中隔肥大による。  
(3)QRS-Tベクトル夾角は拡大しない：QRS波主棘が陽性の誘導ではT波も陽性、QRS主棘が陰性の誘導ではT波も陰性である。

- 3) 右室収縮期性負荷：肺動脈狭窄、原発性肺高血圧、僧帽弁狭窄、肺高血圧を伴う連合弁膜症、アイゼンメンジャー複合、慢性肺性心などの際にみる。

いわゆる右室肥大所見を示す。すなわち下記の3項目の何れか1つを満たした場合に右室収縮期負荷と診断する。

- (1)QRS軸の著明な右軸偏位 ( $\geq +110$ 度),  
(2)V<sub>1</sub>のR/S  $\geq 2$ , かつV<sub>1</sub>のR波  $\geq 5$  mm,  
(3)V<sub>6</sub>のR/S  $< 1$ 。

- 4) 右室拡張期性負荷：心房中隔欠損、急性肺血栓塞栓症 (急性肺梗塞、急性肺性心)、Ebstein奇形、三尖弁閉鎖不全、肺動脈弁閉鎖不全症などの際にみる。不完全右脚ブロック所見を示す。

ショック症状出現時の本例の心電図は、V<sub>1</sub>がrSr'型で不完全右脚所見を示すため、右室拡張期負荷心電図であると考えられます (図14)。術前にはそのような所見は認められていませんので、急性右室拡張期負荷です。急性右室拡張期性負荷を起こす代表的疾患は急性肺動脈血栓塞栓症ですから、本例はこの心電図所見から急性肺梗塞症を考えなければなりません。

本例は腹部手術後の長期臥床例で、静脈血栓を生じ易い状態にあり、急性肺動脈塞栓症に基づく急性肺梗塞の出現により胸痛とショック症状 (急性右室不全による) を起こしたと考えられます。

心電図は bedside で簡単に記録できるため、シンチグラフィや肺動脈造影などの時間と手数がかかる検査を

実施する前に、特徴的心電図所見から肺塞栓症の発症を知り、早期に適切な対策をとることができる場合があります、臨床的に極めて有用な検査法です。

T波がすべての胸部誘導で陰性であることは、Tベクトルが著しく後右方に偏位していることを意味しており、右室負荷が極めて強いことを反映しています。

古くから肺梗塞の典型的な心電図所見として McGinn-White の pattern<sup>13)</sup>が注目されてきました。McGinn-White の pattern とは、S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> pattern とも呼ばれ、下記のような所見です。

- 1) I 誘導の深い S 波、
- 2) III 誘導の Q 波、陰性 T 波。

本例ではこの McGinn-White の pattern が認められます。本例の心電図は不完全右脚ブロック、高度の右室拡張期性負荷所見を示していますから、このような病態を起こす代表的疾患である急性肺動脈血栓塞栓症（急性肺性心）を考えなければなりません。

#### 4.2 例示 2

第333例：39歳，男性

病歴：健康診断で心電図異常を指摘されたが、自覚症状がないため放置していた。その後の健診時にも同様の指摘を受けたため精査を希望して来院した。現在、特に自覚的愁訴はない。煙草50本，酒2合/日。

理学的所見正常，心不全所見なし。血圧134/82mmHg。尿：蛋白±，糖+，貧血なし。肝・腎機能正常。総コレステロール224mg/dl，中性脂肪172mg/dl，尿酸6.3mg/dl，電解質：正常，空腹時血糖91mg/dl。

胸部 X 線写真：心胸郭比47%，心形態，肺野に異常なし。心音図，心エコー図，心機能図：異常なし。

添付 file (図16) は本例の心電図です。この心電図の診断は？

#### 第333例解説：

本例の心電図には、図17の解説図に示すような多様な所見があります。

1. 洞徐脈：PP 間隔は1.04秒で、洞頻度（心拍数）58/分の洞徐脈があります。
2. 著明な左軸偏位（左脚前枝ブロック）：QRS 軸は著明な左軸偏位を示しています。一般に QRS 軸が -45度以上の左軸偏位を示す際には左脚前枝ブロックと診断します。

QRS 軸の角度を定めるには、正確には作図法によりますが、通常は II 誘導で R 波の振幅に比べて S

波が著しく深い場合 ( $S > 2R$ ) には前額面 QRS 軸は -45度以上の左軸偏位を示していると考え、左脚前枝ブロックと診断します。

3. V<sub>4-6</sub>の深い S 波：この所見は通常、心臓長軸周りの時計式回転と診断しますが、本例の場合はそうではありません。左脚前枝ブロックがあると、左室興奮はまず後枝支配領域（左室後壁の右下方）から始まります。後枝と前枝は末梢 Purkinje 系で密な network を形成しているため、次いで後枝の興奮は前枝支配領域（左室前壁の上左方）に広がって行きます。これが左脚前枝ブロックの際に QRS 軸が著明な左軸偏位を示す理由です。V<sub>5,6</sub>は遅れて起こった左室前枝領域の興奮を見送る位置にあるために深い S 波を描きます。すなわち本例に見る V<sub>4-6</sub>の深い S 波は、左脚前枝ブロックに伴う随伴所見に過ぎません。
4. QRS 間隔の軽度の延長 (0.12秒) と V<sub>1</sub>の QRS 波の qR 型：本例では QRS 間隔が軽度に延長しており (約0.12秒)、心室内伝導障害 (脚ブロック) の存在をうかがわせます。V<sub>5,6</sub>の QRS 波形から左脚ブロックは否定的です。右脚ブロックの際には V<sub>1</sub>の

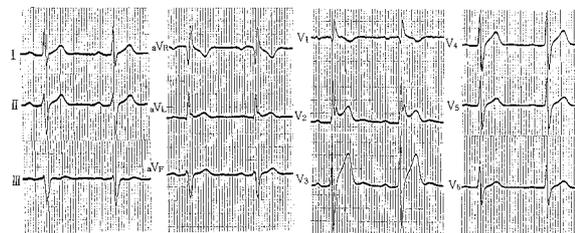


図16 例示 2：健診で心電図異常を指摘された39歳男性の心電図

#### 第333例

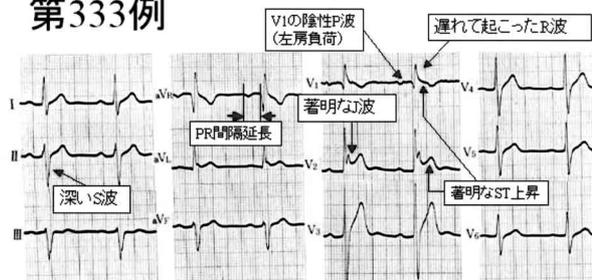


図17 図16の解説図

PR 間隔延長 (第 1 度房室ブロック), V<sub>1</sub>の陰性 P 波 (左房負荷), 著明な左軸偏位 (左脚前枝ブロック), V<sub>1</sub>の幅広い遅れて起こった R 波 (右脚ブロック), V<sub>2</sub>の J 波と saddle-back 型 ST 上昇 (Brugada 型心電図) などの多彩な所見を認める。

QRS波はrsR'型を示しますが、本例ではqR型です。

左脚前枝ブロックの際に前胸部誘導(V<sub>2,3</sub>)に小さいq波を生じることはよく知られています。しかし、通常、左脚前枝ブロックの際にV<sub>1</sub>にq波を生じることはありません。

本例のベクトル心電図を添付file(図18)に示します。水平面図に注意して頂きたいと思います。もし本例のV<sub>1</sub>のq波が前壁中隔梗塞によるものであれば、QRS環初期部分は直ちに後方に向かいます(QRS環初期ベクトルは心筋壊死部を遠ざかる)。しかし、本例ではQRS環初期部分は左方に延びてやや前方に向かっています。この所見から本例のV<sub>1</sub>のq波が前壁中隔梗塞の合併によるものでないことが分かります。

V<sub>1</sub>の誘導軸の方向は前方でやや右方に片寄っています(+120度前後)。従って本例のQRS環初期ベクトルはV<sub>1</sub>の誘導軸と直行する方向に向かっており、そのためにV<sub>1</sub>のQRS波初期部分がisoelectricに描かれたと考えられます。このような考えから本例のV<sub>1</sub>のQRS波形は、rsR'型波形の初期r波がisoelectricになったためにqR型を示していると考えられ、右脚ブロック所見のvariantと見なすことができます。またV<sub>1</sub>のqR型が右室肥大によるものでないことは、V<sub>1</sub>のP波が右房負荷所見を示さず、むしろ陰性相の幅が広い二相性で、左房負荷所見を示していることから裏付けられます。

添付file(図19)は正常例のベクトル心電図です。正常例では水平面図QRS環は例外なく反時計式に回転し、最大QRSベクトルは左方に向かいます。QRS環の起始部および終末部に若干の刻時点の密集がありますが、心室内伝導障害がない場合には、この刻時点密集は著明ではありません。

添付file(図20)は典型的な完全右脚ブロック例のベクトル心電図です。QRS環主部は正常と同様に描かれますが、終末部は著しい刻時点の密集を示し(心室内伝導障害)、主QRS環の終末部に付加されたように見えるため終末付加部(terminal appendage)と呼ばれます。この終末付加部は典型的には右前方に向かい、遅れて生じた右室興奮を反映しています。

このような予備知識を持って本例のベクトル心電図(図18)を見ますと、QRS環終末部に極めて顕著な刻時点の密集があり、右脚ブロックの存在が考えられます。QRS間隔が0.12秒ですから、定義上は完全右脚ブロックと診断するべきですが、V<sub>5,6</sub>のS波のスラーは著明でなく非典型的です。本例ではPR間隔の延長(0.24秒)

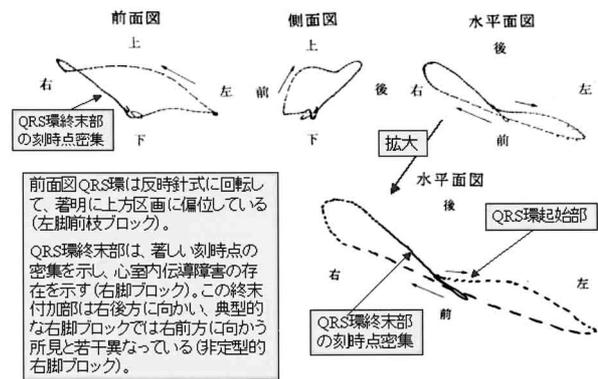


図18 例示2のベクトル心電図とその解説  
前面図QRS環は著しく上方に偏位し、反時計式回転を示す(左脚前枝ブロック)。QRS環終末部は右方にあつて、著明な刻時点の密集を示す(右脚ブロック)。しかし、この刻時点密集は後方に向かい、右脚ブロックとしては非典型的である。水平面図QRS環起始部は左方(やや前方)に向かい、V<sub>1</sub>のQRS波はqR型を示しているが、このq波は前壁中隔梗塞によるものではない。

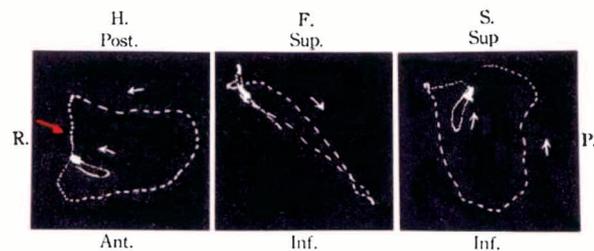


図19 正常ベクトル心電図とその解説  
正常例の水平面図QRS環は全例が反時計式に回転し、QRS環終末部の刻時点密集は著明でない。

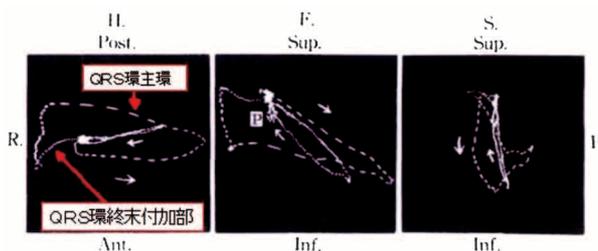


図20 完全右脚ブロックのベクトル心電図とその解説  
水平面図QRS環主部は正常と同様に描かれるが、終末部は著しい刻時点の密集を示して(心室内伝導障害)、右前方に向かい(右脚ブロック)、あたかもQRS環主部に付加されたような形態を示す(終末付加部)。

もあるため、右脚および左脚前枝に加えて左脚後枝の障害もあると考えられ、不完全三枝ブロック (incomplete trifascicular block) と診断されます。

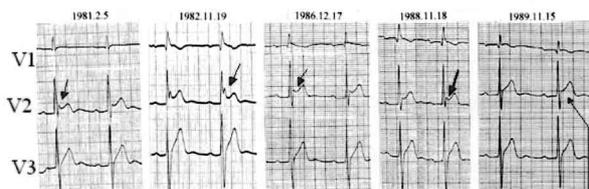
一般に両脚ブロックは、高齢者に見る場合がほとんどで、高血圧性心臓病、虚血性心疾患、心筋症などの重篤な基礎疾患を有する例が大部分です。本例は39歳と年齢も比較的若く、理学的所見、胸部X線写真、心エコー図、心機図、心音図などにも全く異常がありません。これらを考慮すると、本例の心電図異常の成因としては、

Lenégre らが指摘しているような心臓刺激伝導系の選択的線維化を起こすいわゆるレネグレ病 (Lenégre disease)<sup>14,15</sup> が最も考え易いと思います。Lenégre 病についての詳細は私のホームページの遺伝性不整脈の項を御覧下さい (<http://www.udatsu.vs.l.jp>)。

その他に本例の心電図で注意すべきは V<sub>2</sub> の心室群波形です。添付 file (図16) に示すように、V<sub>2</sub> で QRS 波の後に J 波と上方凹の著明な ST 上昇を認め、saddle-back 型 Brugada 型心電図と診断されます。

1981年から1989年の9年間にわたる本例の V<sub>1-3</sub> 誘導心電図波形を添付 file (図21) に示します。どの心電図でも V<sub>1-3</sub> 誘導の ST 上昇は恒常的に認められますが、V<sub>2</sub> の J 波の振幅は著明に変動しています。このように J 波が変動する所見も Brugada 型心電図の特徴の1つです。

以上から本例は Lenégre 病 (疑) と Brugada 型心電図を合併している可能性があります。最近の研究によると、Brugada 型心電図の成因は心筋細胞膜の Na<sup>+</sup> チャネルを code する遺伝子 SCN5A の α サブユニットの変



V2誘導に着目すると、QRS波の直後に認められるJ波の振幅は経時的に著明に変動している。しかし、ST上昇は恒常的に認められ、明らかなJ波を認める記録においてはsaddle-back型ST上昇を示す。このようなV2誘導QRS波形の変動性はBrugada型心電図に極めて特徴的である。

最後の心電図では、波は認められなくなっているが、ST部は著明に上昇している。

図21 例示2の1981~1989年にわたる9年間の心電図経過 V<sub>2</sub> の R' 様の波 (J 波) の振幅は経時的に著明に変動しており、1989年の記録では認められない。このような J 波の著しい変動は Brugada 型心電図の特徴の1つである。しかし著しい ST 上昇は持続的に認められる。

異によることが明らかになりました<sup>16</sup>)。Lenégre 病も SCN5A の変異により起こることが家系調査、遺伝子解析などから明らかになっています<sup>17</sup>)。そのために、これらの2つの疾患が同一例に認められたり、同一家系内の別の家族に認められることが少なからずあることも明らかになっています。

本例では特殊心筋の連続切片標本による検討や遺伝子解析が行われていませんので、心電図異常が SCN5A 変異によるかどうかは明らかではありません。しかし、1枚の心電図からこのように色々と推論することは興味深いことであると思います。

本例の心電図診断は次のようになります。

- (1) 両脚ブロック (右脚ブロック+左脚前枝ブロック)、
- (2) 不完全三枝ブロック (疑)、
- (3) 左房負荷、
- (4) Brugada 型心電図 (saddle-back 型)、
- (5) 心筋障害 (第1誘導の平低 T 波)。

#### 4.3 例示3

第323例: 36歳, 男性

臨床的事項: 本例も人間ドック症例です。循環器学的愁訴はありません。喫煙・飲酒 (-)。身長169cm, 体重65kg。理学所見正常, 血圧126/83mmHg。総コレステロール181mg/dl, 中性脂肪137mg/dl, HDL42mg/dl, 尿酸: 5.3mg/dl, 空腹時血糖94mg/dl, HbA1c4.8%。貧血なし, 肝機能, 腎機能正常。

添付 file (図22) は本例の心電図です。検診施設担当医はこの心電図を「異常なし」と診断しました。この診断は妥当でしょうか?

#### 第323例解説:

この心電図で最も重要な所見は V<sub>1,2</sub> の QRS 波終末部と ST 部の所見で、特に V<sub>2</sub> の所見が重要です。V<sub>2</sub> の S 波終末部は基線を越えて上昇して R' 様の波 (実は J 波)

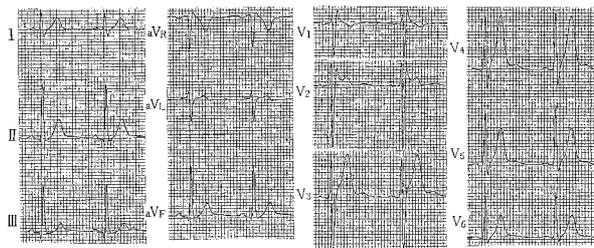


図22 例示3の心電図 (36歳, 男性)

を形成し、上方凹の上昇したST部になだらかに（この所見が重要）移行しています。この所見は saddle-back 型 Brugada 心電図に特徴的です。

Brugada 型心電図には添付 file（図23）に示すように coved 型と saddle-back 型の2型があり、前者は心室性不整脈を起し易い危険な状態です。cove という言葉は峡谷という意味で、深い峡谷の壁が谷底に切れ込むように、高いJ波から鋭く下降して深い陰性T波に移行する様子を表現しています。

coved型は添付fileの左図（図23）に示すように極めて特徴的波形を示しますから診断を誤るおそれはありませんが、saddle-back型は不完全右脚ブロックや正常心電図としばしば誤られます。V<sub>1-3</sub>などの右側胸部誘導においてR'波（実はJ波）の下降脚が上方凹の上昇したST部になだらかに移行する所見を見れば saddle-back 型 Brugada 心電図と診断し、R'波の下降脚が鋭くST部に移行する所見をみれば不完全右脚ブロックと診断します。

添付 file に saddle-back 型 Brugada 心電図（図24）と不完全右脚ブロック（図25）の心電図の実例を示します。両者を見比べてそれぞれの特徴を理解して下さい。

なお Brugada 型心電図は saddle-back 型といえども、種々の誘発因子により coved 型に変化し、心室細動などを起こすおそれがありますから、患者さんに詳しく生活上の注意を説明しておく必要があります。患者さんに手交する説明文書は私のホームページの Brugada 症候群の頁から download できますから利用して下さい。

## 5. メーリングリストによる e-learning の活動状況

現在、著者らは下記の2つのMLを通じて e-learning を実践している。

### 1) ML-Ninai

これは徳島大学医学部病態治療医学分野の現教室員およびその前身である第二内科教室同門会員で構成するMLで、2000年11月24日に創設した。現在の会員数は128名で、2007年9月7日現在におけるメール発信数は2,484通に達する。表3はML-Ninaiの年次別・月別の発信メール数を示す。

当初は、第二内科同門会員の相互連絡、情報交換を主目的として発足したが、丁度その頃、学会で Brugada 症候群がホットな話題となっていたため、その紹介や興味ある心電図の紹介なども散発的に行っていた。

### 2) ML-Ninai-Seminar

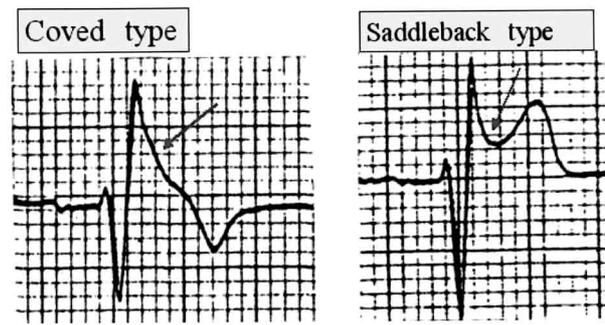


図23 Brugada 型心電図の2型  
左：coved type, 右：saddle-back type

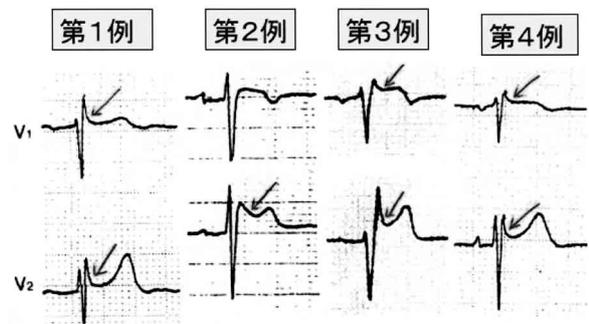


図24 Saddle-back 型 Brugada 心電図の諸型  
右側胸部誘導（V<sub>1,2</sub>）でR'波様の波（J波）が基線を超えて上昇し、その下降脚が上方凹の上昇を示すST部になだらかに移行する所見が特徴的である。V<sub>2</sub>の所見がV<sub>1</sub>よりも著明なことが多い。

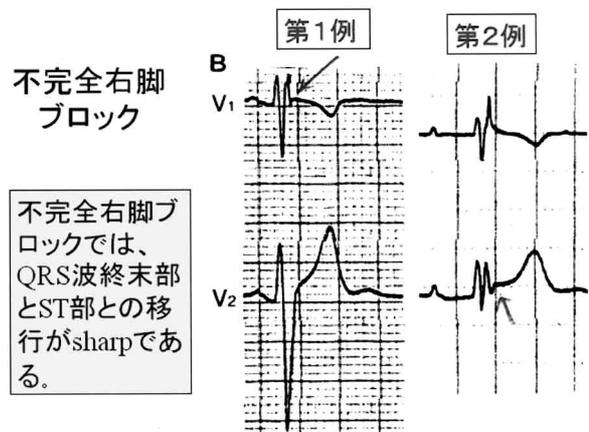


図25 不完全右脚ブロックの諸型  
不完全右脚ブロックでは、QRS波終末部とST部との移行がsharpである。V<sub>1</sub>の所見がV<sub>2</sub>よりも著明なことが多い。

表3 ML-Ninaiの年次別, 月別にみた発信メール数

/	年次							
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1月	/	39	124	35	15	33	26	27
2月	/	22	32	42	18	13	31	25
3月	/	10	21	39	9	7	27	27
4月	/	34	8	23	14	30	32	17
5月	/	40	64	54	24	20	33	17
6月	/	21	43	55	24	15	45	18
7月	/	28	43	49	31	24	46	22
8月	/	49	107	44	51	36	23	21
9月	/	35	19	26	25	6	13	8
10月	/	8	12	40	33	52	47	/
11月	1	7	14	20	22	31	52	/
12月	6	34	21	21	11	44	42	/
計	7	327	508	448	277	311	417	182
総計	2477							

ML-Ninaiの経験から, MLが単に相互連絡のみならず, 大学の講義の補完および医師の卒後教育手段として極めて有用であると考えられたため, 当時, 第二内科教室の主任教授であった伊東進教授(現:名誉教授)と相談し, 下記の方々を管理者とし, 徳島大学医学部学生を主対象とした新しいMLを2003年7月5日に創設した。

当初は心電図のみならず, 心エコー図, 胸部X線写真, 腹部エコー図, 消化管内視鏡像, 消化管X線写真などの総合的画像診断の補完教育を目的として発足したが, 心電図以外の項目は担当者が次々と脱落し, 現在は心電図および循環器領域の情報発信に特化したMLとなっている。

このMLの運営関係者は下記の如くである。

オーナー: 伊東進名誉教授,

管理者: 野村昌弘教授(総合科学部人間社会学科人間科学),

山田博胤(臓器病態治療医学, 循環器内科),

近藤憲保(security対策担当),

森 博愛(徳島大学名誉教授)。

オーナーおよび管理者は, 入会許可, ゲスト招聘, 会員以外からの投稿の採否などの権限を持つている。このMLの2007年9月6日現在における会員数は142名, メール送信数は1,244通, 送信症例数は376例である。表4はML-Ninai-Seminarの年次別・月別メール発信数を示す。

興味ある心電図, 誤り易い心電図, 日常遭遇することが多い心電図などの紹介を主としているが, 2年に1度くらいの割合で医学部で初めて臨床心電学の講義を受け

始めた学生, あるいは初めてこのMLに参加した医師の方々を対象として基礎心電学講座を症例解説と並行して送信している。平成19年も1月20日から6月17日にかけて33編の基礎心電学講座を送信した。

ML-Ninai-Seminarへの参加者の所属別の概数は表5の如くである。最初, 徳島大学医学部学生を主対象として発足したが, 参加者数が予想より少なかったため, 徳島県医師会報や日本医事新報などにこのMLを紹介し, 一般医師の方々の参加を積極的に受け入れることにした。

MLの性格上, 会員数はいくら多くなっても手間は同じで, 経費も全くかからないため, できるだけ多くの方々に参加して頂きたいと考えたのが対象を拡大した理由である。

これまでにMLに投稿した375例の内の350例および心電図基礎講座25編はCD-Romにまとめており, 希望者には実費配布可能であるから, 会員はいちいちインターネットに接続することなく, 症例解説や基礎講座を参照することもできる。

表4 ML-Ninai-Seminarの年次別, 月別にみた発信メール数

/	年次				
	2003	2004	2005	2006	2007
1月	/	10	24	24	31
2月	/	34	11	30	25
3月	/	19	4	22	27
4月	/	29	28	23	23
5月	/	38	17	23	18
6月	/	25	15	29	23
7月	30	31	18	18	25
8月	42	32	30	6	23
9月	29	19	3	10	7
10月	34	21	50	38	/
11月	28	8	31	53	/
12月	29	10	39	28	/
計	192	276	270	304	202
総計	1244				

表5 ML-Ninai-Seminar会員の所属別概数

所属	人数
徳島大学医学部学生	50
他大学学生	20
他大学医師	10
徳島県医師	30
他府県医師	30
他	2
計	142

## 6. 今後の課題

現在このMLによる心電図自己研修システムは順調に運営されているが、下記の3つの問題点を指摘できる。

- 1) 研修結果の評価,
- 2) 会員数, ことに徳島大学医学部学生参加者数の増加対策,
- 3) 心電図以外の画像診断教育への拡大。

### 6.1 研修結果の評価

本来、自己研修は客観的評価なしにはその効果を評価できない。私たちが利用しているYahooのMLには投票および自動集計機能があり、最大25項目のアンケートを実施できる。過去に一度だけこの機能を利用して調査したことがあったが、回答回収率が著しく低かったためにその後の使用を断念した。

あまり厳しい制度で運営すると、たとえ会員に有益な制度であっても入会者数が減少するおそれがある。そのような脱落者は、ことに心電学の習熟度が低く自己研修を最も必要とする階層に属する人々が多いと考えられ、この自己研修システムの所期の目的に反する結果となる。従って評価システムの導入は理想的ではあるが、現時点では現行の方式を維持するのはやむを得ないと考えている。

### 6.2 会員数増加対策

MLによる心電図 e-learning は、多数の興味ある心電図、誤り易い心電図などに接することができ、事例に則した適切な解説により理解を深め、身に付いた臨床心電学の知識を体得できる優れた教育手段である。

情報発信者は教材作成などに若干の時間をかける必要があるが、会員数がいくら多くなっても経済的に全く負担がかからないという他の教育手段にはない利点がある。また学ぶ側にとっても、時間的制約を受けず、自分の都合がつく時間に繰り返し学習することができるなどの利点がある。

折角、興味ある症例を探し、情報を発信しているわけであるから、できるだけ多くの方々に参加して頂き、このシステムを有効に利用して頂きたいと希望している。ことに本システムの当初の目的は、徳島大学医学部学生の補完教育にあるため、著者としては徳島大学医学部の全学生に参加して頂くことを理想としている。

ML-Ninasi-Seminarの創設は2003年(平成15年)で、対象を第4年次および第5年次の学生としたため、当初入会した学生は次々と卒業している。しかし、不思議な

ことにこれらの初期に入会した学生諸君は、未だ退会せず継続してメール配信を希望している。従って、現時点における徳島大学医学部学生会員数が約50名とはいえ、その半数近くが卒業生ではないかと思われ、現役の学生数は20-30名と非常に少ない。

このMLによる心電図教育は、心電図の実際的な臨床活用を目的としており、医師国家試験や大学内の試験とも無関係であるために、医学部学生にとって直接的な実利がないことが入会者が少ない理由の1つである可能性がある。著者個人でできる努力として、毎年、第4年次および第5年次の学生にクラス総代を通じて、MLへの入会勧誘パンフレットを配布しているが、あまり効果的でない。

もっと多くの学生諸君にこのMLに入会して頂き、徳島大学医学部卒業生の臨床心電学の水準向上を図るためにも、是非、大学の循環器学教育担当教官の方々から積極的に学生諸君に当MLへの入会を指導して頂きたいと希望している。

また、心電図検査を日常臨床で使用している実地医家、研修医、コメディカルスタッフにとっては、解析機能内蔵心電計の心電図自動診断の信頼性が著しく低く、周囲に直接指導してくれるような心電図専門医がいない環境においては、この方法は臨床心電学の知識を身につけるための有用な手段であり、日常の診療業務の遂行に役立つと思われる。

### 6.3 発信情報内容の拡大

メール本文はテキスト文書として送信するが、その際、1MBまでの添付fileを同時に送信できる。この添付ファイルとしては心電図、X線写真、CT、MRI、内視鏡写真などの画像情報や、Excelで作成した表、Powerpointスライド、PDFファイルなどの多様な情報を送信できる。

医学部学生が体得しておくべき各領域の画像情報についてカリキュラムを作成しておき、これに沿った画像情報を送信し、その中からテストに出題するようにすると、学生諸君の学習意欲の向上に役立ち、教育効率も上がることが期待できる。

現在、徳島大学医学部で行われている講義や実習の際の画像教育は、その場で供覧するだけであるが、MLによるeラーニングにおいては、自分のパソコン内に情報を取り込むことができるため、随時に繰り返し自己研修を行うことができ、この点でも本法は優れた教育システムである。

徳島大学医学部がITを活用した新しい効果的な教育体系を全国に先駆けて樹立し、時代の要請に答え得るような優れた医師を社会に送り出して頂きたいと心から切望している。

## 7. むすび

著者らは2000年11月にML-Ninai, 2003年7月にML-Ninai-Seminarを立ち上げ、MLを用いる心電図自己研修システムを実践しており、現在、総会員数270名、メール送信総数3,653通、送信症例数360例に達した。MLは経費無料で運営でき、多数の会員に心電図を含めた各種の画像診断の自己研修の機会を提供できる優れた教育システムである。

徳島大学医学部学生および徳島県医師会員のみなならず、できるだけ多くの方々がこのMLに参加して心電図の自己研修を重ね、循環器学についての理解を深めることを期待している。

さらにMLは、心電図のみならず、ほとんどあらゆる領域の画像情報を利用できるため、学部学生の補完教育のみならず、一般医師の卒後教育にも極めて有用な教育手段である。(2007. 9. 20)

## 追記

MLによる心電図自己研修システム(ML-Ninai-Seminar)に入会希望の方は、下記アドレスにメールでその旨を連絡頂きたい。

mori306@tokushima.med.or.jp

このMLへの加入に関し、経済的負担は全くなく、何らの義務もない。また、自分の意思により共有ホームページ上から随時、簡単に即時に退会することができる。

## 文献

1. 平成19年度高齢社会白書, PDF版, 内閣府, 東京, 2007
2. 厚生の指標臨時増刊, 国民衛生の動向. 厚生統計協会, 東京, 2006, p. 396
3. WHO/ISH Hypertension Guideline Subcommittee: プライマリ・ケア医のための1999WHO/ISH 高血圧実地診療ガイドライン(荒川規矩男, 藤島正敏監訳), 日本アクセル・シュプリング出版, 東京, 1999
4. 森 博愛: 心電図とベクトル心電図. 金原出版, 東京, 1971, pp. 160-170
5. Simonson, E. (中川喬一, 岡島光治訳著): 心電図. 正常と異常の鑑別. 付. 改訂ミネソタ・コードおよび日本人心電図正常値. 医学書院, 東京, 1961, p. 288
6. 森 博愛, 野村昌弘: Brugada 症候群の臨床. 医学出版社, 東京, 2005
7. 森 博愛, 板東重信, 田村禎通: Sick Sinus Syndrome. 新しい病気のシリーズ3, 循環器疾患(織田敏次, 五島雄一郎編), 朝倉書店, 東京, 1983, pp. 49-76
8. 森 博愛, 西角彰良, 野村昌弘, 渡部克介: 心電図セミナー2. 医学出版社, 東京, 2002,
9. Goldberger, E.: Unipolar Lead Electrocardiography and Vectorcardiography. Lea & Febiger, Philadelphia, 1953, pp. 83-94
10. Cabrera, E., Monroy, J.R.: Systolic and diastolic loading of the heart. Part I. Physiologic and clinical data. Am. Heart J., 43: 661, 1952
11. Cabrera, E., Monroy, J.R.: Systolic and diastolic loading of the heart. Part II. Electrocardiographic data. Am. Heart J., 43: 669, 1952
12. 森 博愛, 西角彰良, 野村昌弘, 渡部克介: 心電図とベクトル心電図, 医学出版社, 東京, 2002, pp. 23-30
13. McGinn, S., White, P. D.: Acute cor pulmonale resulting from pulmonary embolism. JAMA., 104: 1473, 1935
14. Lenégre, P. J., Moreau, P.: Le bloc auriculo-ventriculaire chronique. Etude anatomique, clinique et histologique. Arch. Mal de Coeur, 56: 867-888, 1963
15. Rosenbaum, M. B., Elizazri, M. V., Lassari, J. O.: The hemiblocks. New concepts of intraventricular conduction based on human anatomical, physiological, and clinical studies. Tampa Tracings, Oldsmar, 1970
16. Chen, Q., Kirsch, G. E., Zang, D., Brugada, R., et al.: Genetic basis and molecular mechanism for idiopathic ventricular fibrillation. Nature, 392: 293, 1998
17. Kykndt, F., Probst, V., Potet, F., Demolombe, S., et al.: Novel SCN5A mutation leading either to isolated conduction defect or Brugada syndrome in a large French family. Circulation, 104: 3081, 2001

## *The electrocardiogram education by an e-learning system using mailing list*

*Hiroyoshi Mori*

*Taoka Hospital, Tokushima, Tokushima, Japan*

### SUMMARY

Mails of the same contents are transmitted to all the members at once, and a copy of the mail simultaneously saved at a joint home page, when a member sends e-mail to a joint address of the mailing list (ML). Since transmission of the attachment file up to 1 MB is possible, around 20 pictures, such as an electrocardiogram or an X-ray film, can be transmitted simultaneously. In a mailing list, there is the strong point in which expense does not start at all, even when the number of the members is very large.

We started the electrocardiogram self-training system by ML in July, 2000. At present we have 270 membership, and 3,653 copies of mail have been transmitted to ML in total. The numbers of the clinical cases showing interesting electrocardiographic findings presented in ML reached 360 cases.

This method is applicable to the education of the image diagnosis of almost all areas in the medical field. I expect that The University of Tokushima Medical School and the Tokushima Medical Association introduce this system in order to promote the complement education of the faculty students, and the postgraduate education of medical association members.

Key words : mailing list, electrocardiographic education, medical education postgraduate education, electrocardiogram