

# 急性冠症候群診断に対する導出 18 誘導心電図の検討

(要約)

日本大学大学院医学研究科博士課程

内科系循環器内科学専攻

足田 匡史

修了年 2016 年

指導教員 谷 樹昌

## 要約

### 背景

近年、標準12誘導心電図からアルゴリズム（図1）を使用し右側胸部誘導と背側部誘導の導出6誘導（syn-V<sub>3R</sub>、syn-V<sub>4R</sub>、syn-V<sub>5R</sub>、syn-V<sub>7</sub>、syn-V<sub>8</sub>、syn-V<sub>9</sub>）を追加記録することができる簡便な導出18誘導心電計が開発され臨床使用が開始された（図2）。その原理は標準12誘導心電図で実測している誘導から瞬時心起電力ベクトルを連続的に算出し、それを演算処理し右側胸部誘導と背側部誘導の導出6誘導（syn-V<sub>3R</sub>、syn-V<sub>4R</sub>、syn-V<sub>5R</sub>、syn-V<sub>7</sub>、syn-V<sub>8</sub>、syn-V<sub>9</sub>）を作成することである<sup>1</sup>。これらの算出された導出誘導波形と実際に測定した6誘導波形の比較では、高い正の相関（ $r = 0.91$ ）を示したと報告されている<sup>1</sup>。導出18誘導心電図は標準12誘導心電図とは異なり右側胸部誘導（V<sub>3R</sub>、V<sub>4R</sub>、V<sub>5R</sub>）や背側部誘導（V<sub>7</sub>、V<sub>8</sub>、V<sub>9</sub>）の電極を張り替えるような煩雑さがなく、迅速に右室梗塞併発下壁梗塞を診断できる大きな利点がある。しかしながら、循環器救急において急性冠症候群診断における導出18誘導心電図の梗塞部位診断の有用性を検討した報告は少ない。本研究の目的は、標準12誘導心電図施行時に導出6誘導（syn-V<sub>3R</sub>、syn-V<sub>4R</sub>、syn-V<sub>5R</sub>、syn-V<sub>7</sub>、syn-V<sub>8</sub>、syn-V<sub>9</sub>）を記録できる導出18誘導心電図を用いることによって、ST上昇急性心筋梗塞とその梗塞

部位の診断が向上するか否かを検証することである。

## 対象と方法

本研究の試験デザインは急性冠症候群の診断における導出 18 誘導心電図の有効性を検討した後ろ向き症例集積研究である。対象は日本大学病院を救急受診した急性冠症候群患者かつ、緊急冠動脈造影が施行された連続 103 例のうち除外基準症例を除いた ST 上昇急性心筋梗塞 33 例である。急性冠症候群患者の全例に標準 12 誘導心電図が施行され、そのデータをもとに ST 上昇急性心筋梗塞患者 33 例に関して導出 18 誘導心電図を作成した。観察期間は 2014 年 10 月 1 日から 2015 年 12 月 10 日である。ST 上昇急性心筋梗塞の確定診断は、ST 上昇急性心筋梗塞の診療に関するガイドライン（日本循環器学会 2013 年改訂版）<sup>2</sup> に従った。

なお、除外基準は急性冠症候群で入院した患者で受診から 10 分以内に心電図検査が行われなかった例と脚ブロックの心電図所見とした。

ST 上昇急性心筋梗塞の心電図診断基準は標準 12 誘導心電図では隣接する 2 誘導以上の ST 上昇（1mm 以上；1mV=10mm）または T 波の尖鋭化とした。導出右側胸部誘導かつ II、III、aV<sub>F</sub> の ST 上昇を右室梗塞併発下壁梗塞とした。導出背側部誘導での ST 上昇かつ V<sub>1</sub>、V<sub>2</sub>、V<sub>3</sub>、V<sub>4</sub> の ST 低下を急性純後壁梗塞

とした。導出背側部誘導かつ V<sub>5</sub> と V<sub>6</sub> の ST 上昇を前壁側・後壁梗塞とした。導出背側部誘導かつ I、 aV<sub>L</sub>、 V<sub>1</sub>-V<sub>6</sub> の ST 上昇を広範囲前・後壁梗塞とした。

検討項目は 1) 梗塞責任冠動脈別の導出 6 誘導における ST 上昇症例の比較。2) 右冠動脈または、左回旋枝を梗塞責任冠動脈とする例と、左前下行枝を梗塞責任冠動脈とする例の導出 6 誘導の ST 上昇の割合の比較。3) 導出誘導 6 誘導の ST 上昇から推察される梗塞部位と冠動脈造影での心筋灌流域の検討を行なうことである。導出 18 誘導心電図計は日本光電社製 (ECG-1450) を使用した。

本研究は日本大学病院倫理委員会で承認された (承認番号 160102)。なお、本研究は、連結可能匿名化手法を用い個人情報保護に最大限の配慮をした。

統計学的検討は、連続変数は平均値±標準偏差を、名義変数は分類尺度 (%) を用いた。2群間と3群間の比較はカイ2乗検定を用い、 $p < 0.05$  を統計的有意とした。統計解析ソフトウェアはSPSS Windows version 12.0 (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Ins., Chicago, IL)を用いた。

## 結果

表 1 に患者背景を示す。急性冠症候群 103 例のうち急性心筋梗塞が 57 例 (55.4%)、不安定症心症が 33 例 (32.0%) および、虚血性心停止例が 13 例 (12.6%) であった。急性心筋梗塞 57 例のうち、ST 上昇急性心筋梗塞が 36 例、非 ST 上昇急性心筋梗塞 21 例であった。

ST 上昇急性心筋梗塞 36 例のうち、除外基準を満たした例（来院から 10 分以内に心電図検査が行われなかった 1 例、心電図所見が脚ブロックであった 2 例）は 3 例であった。したがって、本検討は ST 上昇急性心筋梗塞 33 例（梗塞責任冠動脈：左前下行枝 11 例、左回旋枝 6 例、および右冠動脈 16 例）の心電図所見と冠動脈造影の所見を用いて解析を行った。

梗塞責任冠動脈別の導出 6 誘導で ST 上昇が認められた割合は、右冠動脈例では 11/16 例（68.6%）、左回旋枝例では 4/6 例（66.7%）、左前下行枝例では 3/11 例（27.3%）であり、3 群間に有意差（ $p = 0.007$ ）を認めた。

梗塞責任冠動脈が右冠動脈または左回旋枝例と、左前下行枝例の導出誘導の ST 上昇の割合は、右冠動脈あるいは左回旋枝例（15/22 例 [68.2%]）が左前下行枝例（3/11 例 [27.3%]）に比較して有意に高値であった（ $p < 0.0001$ ）。

更に各症例の導出 6 誘導の ST 上昇から推察される梗塞部位を冠動脈造影での心筋灌流域の関係を検討した（表 2）。大多数の症例で導出 6 誘導の ST 上昇から推察される梗塞部位が冠動脈造影での心筋灌流域と一致していた。すなわち、12 誘導心電図で示される急性心筋梗塞の ST 上昇の所見に加えて、梗塞責任冠動脈が右心室を灌流域としている症例では、導出右側誘導の ST 上昇を、また左心室後壁を灌流域としている症例では導出背側部誘導で ST 上昇を認めた。

しかしながら、18 例中 1 例で、その関係は一致していなかった（症例：⑰）。

この1例に関して検討したところ、症例⑰は右冠動脈近位部で閉塞していた血栓が末梢側に流れていることを確認した。

標準12誘導心電図のみでは梗塞部位の診断が不十分で導出18誘導心電図で梗塞部位診断がついた例は全体の54.5% (18/33) であった。

## 考察

本研究では以下の知見を得た。

1) 導出6誘導のST上昇の割合は、梗塞責任冠動脈が右冠動脈または左回旋枝例が左前下行枝例に比較して有意に高値であった。このことは右心室または左心室後壁を灌流している冠動脈の解剖的特徴と一致していた。すなわち、ST上昇急性心筋梗塞の診断において、導出18誘導心電図は右心室と左心室後壁領域の梗塞部位診断に有用であることが示唆された。2) 導出6誘導でST上昇を示した大多数の症例で、導出6誘導でのST上昇から推察される梗塞部位と心筋灌流域の関係は一致しており、これは標準12誘導心電図から得られることのできない情報である。これを加えることは、ST上昇急性心筋梗塞の梗塞部位診断の精度を上げる可能性がある。3) 標準12誘導心電図では梗塞部位の診断が不十分であり導出18誘導心電図が診断に有効であった割合は33例中18例(54.5%)であった。

以上より導出18誘導心電図は標準12誘導心電図に比較してST上昇心筋梗

塞の梗塞部位別の診断能に優れていることが示唆された。これは本研究の研究仮説を支持する結果である。

導出 18 誘導心電図は、標準 12 誘導心電図に比較して心臓全体の虚血部位をカバーすることが可能であり、ST が上昇する誘導の広がりを観察することによって心筋虚血の部位の大きさの推定が可能になると思われる。この判断が超急性期に下されることは ST 上昇急性心筋梗塞の死亡率を減少させることに繋がるかもしれない。

標準 12 誘導心電図所見は急性冠症候群の早期診断と早期治療介入に必須でエビデンス・レベル Class1 ある。しかし、標準 12 誘導心電図は右室と心臓後面に関する情報が不十分である。Zalenski らは、標準 12 誘導心電図に右側誘導誘導 ( $V_{3R}$ 、 $V_{4R}$ 、 $V_{5R}$ ) と背側部誘導 ( $V_7$ 、 $V_8$ 、 $V_9$ ) を追加することによって急性心筋梗塞の診断の感度を 8% 上昇させたと報告した<sup>3</sup>。また、 $V_{4R}$ 、 $V_8$  と  $V_9$  誘導を加えた 15 誘導心電図は標準 12 誘導心電図より急性心筋梗塞の診断率を約 22% 増加させたと報告した<sup>4</sup>。Libardo らは、CCU において急性心筋梗塞の約 7% は背側部誘導 ( $V_7$ 、 $V_8$ 、 $V_9$ ) のみで心電図変化を認めたと報告している<sup>5</sup>。

一方、背側部誘導の記録では  $V_7$  誘導は後腋窩線、 $V_8$  誘導は肩甲骨下角、 $V_9$  誘導は脊柱左縁の位置に電極を張り替えて記録する必要があるため、患者を側臥位に近い体位にしなくてはならない。強い胸部症状を訴えている患者では体

位保持が困難になることが想定される。また、右側胸部誘導の記録するためにも電極を張り替える必要がある。導出 6 誘導の記録では、体位変換や電極を張り替える必要がない。

加えて、特記すべきことは右室梗塞の原因である右室枝の完全閉塞例のみならず、右室枝の造影遅延を伴う還流不全例でも  $\text{syn-V}_{3R}\text{-V}_{5R}$  の ST 上昇を呈している例が存在していたことである。すなわち、導出 18 誘導心電図の  $\text{syn-V}_{3R}\text{-V}_{5R}$  の ST 上昇は右心室への灌流不全をも評価している可能性がある。

**本研究の限界：**第 1 に本研究は単施設・後ろ向き症例集積研究であるために、急性冠症候群の初期治療のプロトコールを設定しておらず、患者選択バイアスが生じている可能性がある。第 2 に右側胸部誘導の ST 上昇の持続時間は心筋梗塞発症からの経過時間に依存するので、病院到着時には ST 上昇が改善している症例が含まれている可能性がある。

**結論：**ST 上昇急性心筋梗塞の救急診断に有益である標準 12 誘導心電計の弱点を補填した導出 18 誘導心電図は、ST 上昇急性心筋梗塞の梗塞部位の早期診断に優れていると結論した。今後簡便な導出 18 誘導心電図を普及させていくことが循環器救急医療の質の向上に必要であると考えた。

## 利益相反

本論文内容に関する開示すべき著者の利益相反：なし



表 1. 患者背景

図 2. 導出 18 誘	64.2 ± 23.5
男性, n (%)	32 (97.0)
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	23.9 ± 5.7
喫煙, n (%)	12 (36.4)
高血圧症, n (%)	23 (69.7)
脂質異常症, n (%)	22 (66.7)
糖尿病, n(%)	11 (33.3)

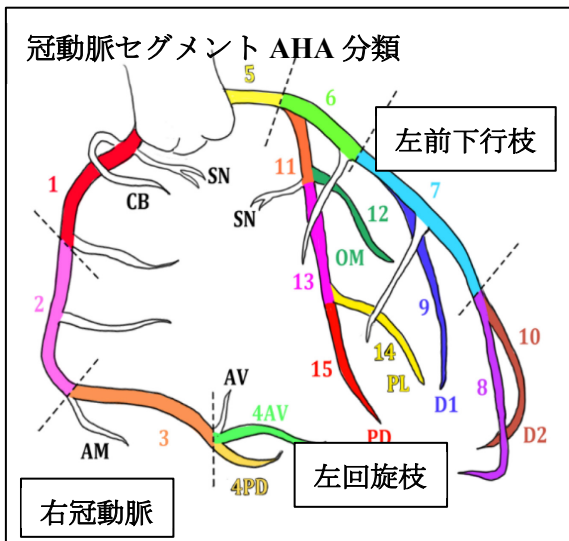
喫煙は現在の喫煙者とした。高血圧症の定義は診察室血圧が収縮期 140mmHg 以上あるいは拡張期血圧 90mmHg 以上、降圧薬を服用中の例とした。脂質異常症の定義は血清 LDL コレステロール値が 140mg/dL 以上、血清 HDL コレステロールが 40mg/dL 未満、空腹時血清中性脂肪値が 150mg/dL 以上のうち、いずれが1つでも該当する場合、あるいは脂質代謝改善薬を服用している例とした。糖尿病の定義は空腹時血糖値が 126mg/dL 以上かつ HbA1c が 6.5%以上、あるいは抗糖尿病薬服用とインスリンの使用例とした。

表 2. 導出 18 誘導心電図の syn-V3R-V5R と syn-V7-V9 誘導の ST 上昇と冠動脈の心筋灌流領域との関係

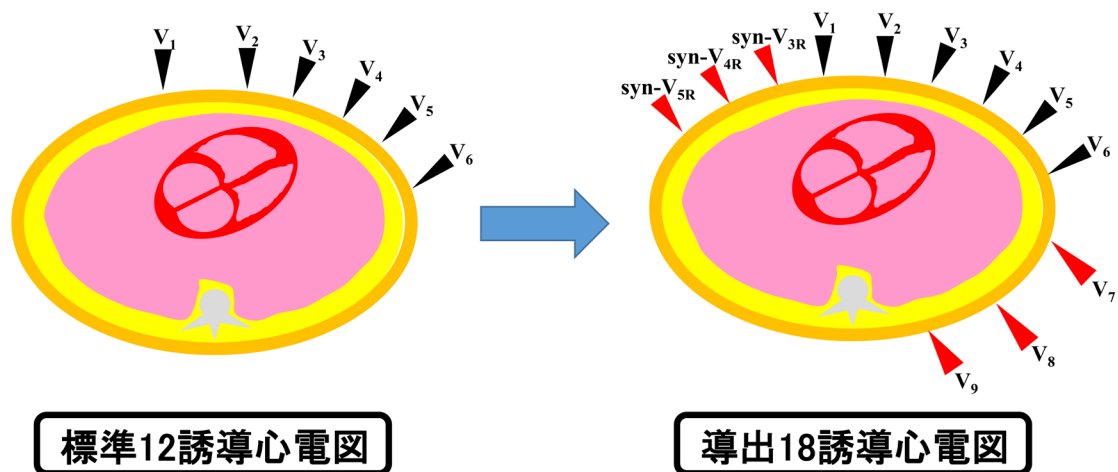
	梗塞責任冠動脈	梗塞責任病変 (AHA 分類)	導出誘導での ST 上昇	ST 上昇した誘導	導出誘導での ST 上昇の原因
症例 1	左前下行枝	# 6	導出右側胸部 ST 上昇	V <sub>1</sub> 、V <sub>2</sub> 、V <sub>3</sub> 、V <sub>4</sub> 、 syn-V <sub>3R</sub> 、syn-V <sub>4R</sub>	# 7 から右室を灌流する枝が存在した。
症例 2		# 6	同上	V <sub>1</sub> 、V <sub>2</sub> 、V <sub>3</sub> 、V <sub>4</sub> 、 syn-V <sub>3R</sub> 、syn-V <sub>4R</sub>	# 7 から右室を灌流する枝が存在した。
症例 3		# 6	導出背側部 ST 上昇	V <sub>2</sub> 、V <sub>3</sub> 、V <sub>4</sub> 、V <sub>5</sub> 、V <sub>6</sub> syn-V <sub>7</sub>	左前下行枝 が左室後壁の一部まで灌流。
症例 4	左回旋枝	# 13	導出背側部 ST 上昇	I、II、aV <sub>L</sub> 、V <sub>5</sub> 、V <sub>6</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	左回旋枝が左室後壁まで灌流。
症例 5		# 11	同上	II、III、aV <sub>F</sub> 、V <sub>5</sub> 、V <sub>6</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	左回旋枝は左室後壁まで灌流。
症例 6		# 13	同上	II、III、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	左回旋枝は左室後壁と下壁の一部まで灌流。
症例 7		# 13	導出右側胸部 ST 上昇 かつ導出背側部 ST 上昇	II、III、aV <sub>F</sub> 、syn-V <sub>5</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	左回旋枝が下壁まで灌流。
症例 8	右冠動脈	# 1	導出右側胸部 ST 上昇	II、III、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>3R</sub> 、syn-V <sub>4R</sub> 、 syn-V <sub>5R</sub>	右室梗塞を合併。
症例 9		# 3	同上	II、III、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>3R</sub> 、syn-V <sub>4R</sub> 、 syn-V <sub>5R</sub>	造影剤ショックで右室枝の灌流不全。

症例 10		# 2	同上	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub>	右室枝の灌流不全。
症例 11		# 1	導出背側部 ST 上昇	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	円錐枝より右室枝に側副血行路があったために syn V <sub>3R</sub> -V <sub>5R</sub> の ST 上昇は認められなかった。右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 12		# 1	同上	Ⅱ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	syn V <sub>3R</sub> -V <sub>5R</sub> ST 上昇しない理由は自然再開通。右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 13		# 1	導出右側胸部 ST 上昇 かつ導出背側部 ST 上昇	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、V <sub>5</sub> 、V <sub>6</sub> syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub> syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	右室梗塞を合併し右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 14		# 2	同上	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub> syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	右室枝の灌流不全と右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 15		# 2	同上	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub> syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	右室枝の灌流不全と右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 16		# 3	同上	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>3R</sub> 、syn-V <sub>4R</sub> 、 syn-V <sub>5R</sub> syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	右室枝の灌流不全と右冠動脈は左室後壁まで灌流。
症例 17		# 4AV	同上	Ⅱ、Ⅲ、aV <sub>F</sub> 、 syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub> syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	syn -V <sub>3R</sub> -V <sub>5R</sub> ST 上昇の原因は近位部の血栓が遠位部に流れるのを確認。右冠動脈は左室後壁の一部まで灌流。

症例 18		# 3	同上	II、III、aVF、 syn-V <sub>4R</sub> 、syn-V <sub>5R</sub> 、 syn-V <sub>7</sub> 、syn-V <sub>8</sub> 、syn-V <sub>9</sub>	右室枝の灌流不全と右冠動脈は左室後壁まで灌流。
-------	--	-----	----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------



梗塞責任冠動脈の閉塞部位は左記の冠動脈セグメント AHA 分類(米国心臓協会: American Heart Association)に従った。



Wei D. Derived electrocardiograms on the posterior leads from the 12—lead System: method and evaluation Proceedings of the 25th Annual International Conference of IEEE\_IEMBS 2003; 1: 74—77より作図

### 図1 導出18誘導心電図 概念図

導出18誘導心電図は12誘導心電図の波形をもとに、右側誘導 ( $V_{3R} \cdot V_{4R} \cdot V_{5R}$ )、背側部誘導 ( $V_7 \cdot V_8 \cdot V_9$ ) の波形を演算処理して導出する。計測手技自体は標準12誘導心電図検査と同じだが、より多くの情報を得ることができ、右室梗塞・後壁梗塞の発見に役立つことが期待できる。

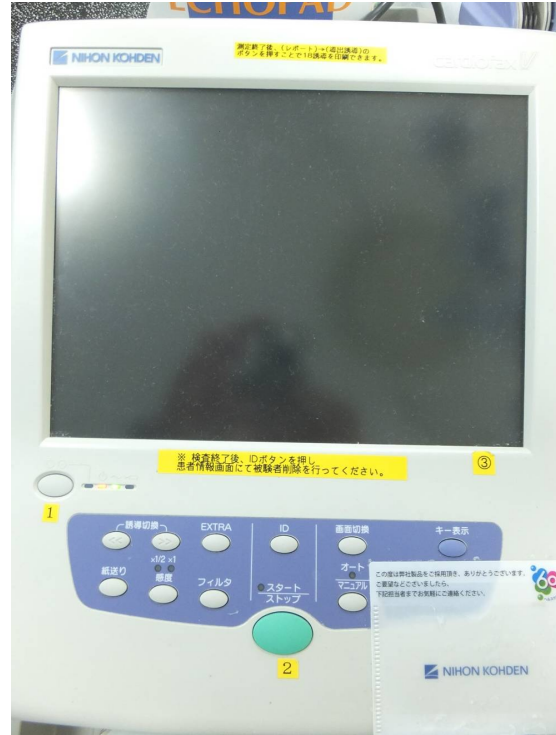


図 2. 導出 18 誘導心電計

## 引用文献

- 1) Wei D. Derived electrocardiograms on the posterior leads from 12-lead system: method and evaluation. Proceedings of the 25th Annual International Conference of IEEE IEMBS 2003; 1: 74—77.
- 2) 木村 一雄、浅井 徹、小川 久雄、奥村 謙、木村 剛、後藤 葉一、住吉 徹哉、代田 浩之、田中 啓治、長尾 建、平山 篤志、水野 杏一、宮崎 俊一、山科 章、横山 斉、吉野 秀朗、合同研究班参加学会（日本循環器学会、日本冠疾患学会、日本救急医学会、日本胸部外科学会、日本集中治療医学会、日本心血管インターベンション治療学会、日本心臓血管外科学会、日本心臓病学会、日本心臓リハビリテーション学会、日本心電学会、日本動脈硬化学会）。ST上昇型急性心筋梗塞の診療に関するガイドライン（2013年改訂版）。  
[http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2013\\_kimura\\_h.pdf](http://www.j-circ.or.jp/guideline/pdf/JCS2013_kimura_h.pdf)
- 3) Zalenski RJ, Rydman RJ, Sloan EP, Hahn KH, Cooke D, Fagan J, Fligner DJ, Hessions W, Justis D, Kampe LM, Shah S, Tucker J, Zwicke D. Value of posterior and right ventricular leads in comparison to the standard 12-lead electrocardiogram in evaluation of ST-segment elevation in suspected acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1997; 79: 1579-1585.
- 4) Zalenski RJ, Cooke D, Rydman R, Sloan EP, Murphy DG. Assessing the diagnostic value of an ECG containing leads V4R, V8, and V9: The 15-Lead ECG. *Ann Emerg Med* 1993; 22: 786-793.
- 5) Melendez LJ, Jones DT, Salcedo JR. Usefulness of three additional electrocardiographic chest leads (V7, V8, and V9) in the diagnosis of acute myocardial infarction. *Can Med Assoc J* 1978; 119: 745–748.