心臓突然死予防に関する最新知見

Overview of Recent Findings on Prevention of Sudden Cardiac Death

三田村秀雄

《Abstract》

年間 7 万人を超える心臓突然死のほとんどは心室細動によって起こるが、その予防が困難である現在、頼れる救命法は除細動器の活用である。ハイリスクであることが固定していれば植込み型除細動器 (ICD)、その評価が未定な時期には着用型自動除細動器 (WCD) が利用できるが、正確なリスク評価は決して容易でない。さらに、突然死最大の原因である急性冠症候群の例をはじめ、多くの症例は直前まで受診していないか、リスクを予知されていないため、現場で迅速な除細動を施すしか救命を保証する術はない。今や、目撃された心原性心停止に対して現場の市民が自動体外式除細動器 (AED) を使えば、50% が救命可能な時代に入ったが、今後も不特定多数への AED 対応体制を充実させつつ、特定グループ、さらには個人への集中救命対応の推進が求められ、その成果が期待される。

I. はじめに

日本では、年間 7 万人を超える人が心臓突然死で亡くなっている。心臓突然死の多くは心室細動 (VF) によると考えられるものの、その頻度の解明はほとんど不可能である。院外においては心停止発症直後の心電図は得られず、救急隊到着時の心電図波形で判断するしかないが、多くの場合、それは心停止後 10 分以上経過した時点の記録であり、当初 VF であった波形も、この頃にはフラットになって心静止と判定されることが多くなる。今後、現場におけるより早期の心電図記録の解析が進めば、初期調律が VF である例の比率は、さらに実態に近づくものと期待される。

本来ならば、この VF が発生する前にそれを予知

できれば、予防も可能となるが、後述するようにその予知は容易でないため、むしろ VF 発生後により確実な治療法である除細動をいかに施すかが、当面、最も有効な手段として重視されている。本稿では、主にその除細動の有用性と、そのためのアプローチについて、最新知見を交えて紹介したい。

II. ハイリスク例に対する ICD、WCD による心臓突然死の予防

院外心停止の初期調律が VF の場合には、迅速な除細動によってのみ、心停止からの蘇生がもたらされるが、蘇生率は電気ショックが 1 分遅れるごとに 7~10% ずつ、時間依存性に低下する¹⁾。院外において、VF 発生後に最も早く電気ショックを与えるには植込み型除細動器 (ICD) による方法が最適であ

国家公務員共済組合連合会立川病院 (〒 190-8531 東京都立川市錦町 4 丁目 2-22)

Hideo Mitamura

● **Key words** ; 心臓突然死, 心室細動, 植込み型除細動器 (ICD), 着用型自動除細動器 (WCD), 自動体外式除細動器 (AED)

り、次いで着用型自動除細動器(WCD)を用いる方法があるが、いずれも突然死のリスクを有する特定の個人が対象となる。前者は心停止の原因が徐脈性であっても有効であるが、手術という侵襲を伴うため長期的な予防目的で行われるのに対し、後者は非侵襲的である反面、毎日着衣する煩雑性や着衣のまま入浴はできないなど日常生活に支障をきたすため、長期使用には適さず、通常3ヵ月までの利用にとどまる。

VFの既往があり、蘇生された例では二次予防としてのICDが植込まれ、その効果はアミオダロンを中心とするいかなる薬物療法の効果よりも高く²⁾、VFが一過性可逆性の原因による場合を除き、その適応に疑問の余地はない。しかし、いまだ致死的不整脈の出現を見ていない例に対する一次予防目的となると、その侵襲性や医療費に見合うリスクといえるか否かの評価が必要となる。これまでいろいろな臨床因子がそのリスク評価のために利用されてきたが、最も高いエビデンスが得られているのが急性心筋梗塞(AMI)後の左室駆出率(LVEF)である^{3), 4)}。LVEFが低いほど、突然死のリスクが高くなることは間違いないが、このLVEFはAMI後に変化するため⁵⁾、どの時点のLVEFをもとにICDの適応を決めるべきかという問題がある。また、大規模臨床試験において、AMI直後の低LVEF例へのICDによる突然死、心不全死などを合わせた生命予後の改善が示されていないことも、植込み指針を複雑にしている^{6), 7)}。

2012年 ACCF/AHA/HRSガイドライン⁸⁾では、AMI後のICDのクラスI適応として、以下の基準を提唱している。

- ① LVEF $\leq$ 40% + inducible VF/sustained VT
- ② LVEF $\leq$ 35% + NYHA II/III @ $\geq$ 40 days post-MI
- ③ LVEF $\leq$ 30% + NYHA I @ $\geq$ 40 days post-MI

これによると、AMI後40日間にはLVEFが低くてもICDが推奨されないことになるが、この時期の突然死リスクは実際には高い³⁾。そこで、不整脈死を回避するためにWCDがあり、最終的にICDの

要否を決めるまでの経過処置(ブリッジ)として用いられている⁹⁾。

一方、実臨床においては、これらの基準を満たした例であっても、高齢者・認知症例・透析例などではICDによる一次予防処置がとられないケースも少なくない。米国オレゴン州の報告によれば、院外心停止2,093例のうち、21%でLVEFデータが存在したが、そのうちLVEFが35%以下の例は32%で、実際に一次予防としてのICDが植込まれていたのは13%にすぎなかったという(図1)¹⁰⁾。

さらに問題となるのは、実臨床においてはLVEFが保たれた例の突然死のほうが、むしろ多いことである。海外のデータによると、院外突然死例のおよそ45%は受診歴のない一見健康な患者であり、40%は器質的心疾患を有するもののLVEF $>$ 40%であり、LVEF $<$ 40%は13%の例にすぎず、あとは遺伝子異常による不整脈病とされる(図2)¹¹⁾。LVEFが保たれたハイリスク例の選別には、従来から左室径・QRS幅・遅延電位・非持続性VT・心拍変動・QT dispersion・T波変動などが利用されてきたが、いずれの指標も特異度が十分高いとはいえない。最近では、特に心筋梗塞例における周期性再分極変動の有用性が注目されている¹²⁾。

Ⅲ. 心臓突然死の誘因と予知の限界

器質的心疾患例における突然死のリスク評価法が進歩し、ハイリスク症例への除細動器植込み、あるいは装着が効果を上げつつあることは間違いないが、院外突然死の大多数はむしろ、そのようなリスク評価法では選別されず、一見すると、健常者であるという事実を冷静に受け止めなければならない¹³⁾。

国内で心臓突然死をきたした患者背景については、千葉北総病院に搬送された心血管性の院外心停止から蘇生された15歳以上の121例の分析がある¹⁴⁾。それによると、急性冠症候群が約半数の53%を占めており、次いで心筋症が22%を占めていた(図3)。日本では冠攣縮も重要な心停止原因であり、7%を占めるため、虚血全体としては約60%

図 1
心停止例における ICD 一次予防適合患者の割合と実施率
〔文献 10)より引用改変〕

図 2 心臓突然死患者の背景
〔文献 11)より引用改変〕

図 3 心停止蘇生例の基礎心疾患
〔文献 14)より引用改変〕

を占めることになる。

その意味では、虚血性心疾患をより早期に検出することが重要となるが、すべての例が事前に狭心症を呈するとは限らない。心原性心停止直前の症状について調べた報告によると、27%に息苦しさ、21%に胸痛、13%に失神を直前に認めたにすぎない(図 4)¹⁵⁾。梗塞前狭心症は、むしろ VF の発生を半

減させるとの報告もあり¹⁶⁾、前兆に頼るだけでは突然死の防止に十分とはいえない。

VF の発生は AMI による入院後とは限らず、初発症状が突然死という例も少なくない。長野県松本市で1年間にわたり、急性冠閉塞例の実態について、病院のみならず監察医務院も含めて調べた研究によると、27%が病院到着前に心停止をきたしていた

図 4 院外心停止の前兆
〔文献 15)より引用改変〕

表 AMI超急性期(入院前/救急外来)における VF 発生の危険因子

因子	多変量オッズ比	p
アルコール(≧15単位/週)	3.30	<0.001
心房細動	2.80	0.040
STEMI発症前のスタチン	2.10	0.020
梗塞部位(前壁)	2.10	<0.001
若年(<60 歳)	1.75	0.005
TIMI flow grade 0 (閉塞)	1.65	0.008
男性	1.65	0.060
突然死の家族歴	1.60	0.010
梗塞前狭心症	0.46	<0.001
高脂血症	NS	
高血圧	NS	
喫煙	NS	

STEMI : ST-segment elevation myocardial infarction,
TIMI : thrombolysis in myocardial infarction
〔文献16)より引用改変〕

という¹⁷⁾。また海外の研究で、ST上昇型 AMI の超急性期(83%は病院到着前、17%は救急外来)に VF を呈した 219 例を分析した結果では、週に 15 単位以上の飲酒歴が、VF のオッズ比を 3.3 倍高めることがわかっており、前壁梗塞や心房細動合併といった要素以上に重要な交絡因子として注目されて

図 5 目撃された心原性心停止の救命率と社会復帰率
CPR : cardiopulmonary resuscitation
〔文献 22)より引用改変〕

いる(表)¹⁶⁾。

突然死の発生パターンは、その主要原因である AMI の発生パターンに類似し、いくつかの特徴がある。例えば、季節でいえば 12 月から 2 月までの冬で、曜日としては月曜、時刻は 10 時から 12 時までの午前中に多く発症するという特徴が指摘されている¹⁸⁾。75 歳以上の高齢者における突然死のリスクは気温にも関係しており、特に 18℃を下回ると、5℃低下するごとに 16% ずつ増加するといわれる¹⁹⁾。ストレスも重要な誘因とされ、大震災直後に突然死が増加したことが報告されている²⁰⁾。

虚血性心疾患は、循環器内科医が日常診療している代表的な疾患であり、その治療は劇的に進歩しているが、恩恵にあずかれない突然死患者の多いことも忘れてはならない。予知予防には限界があり、救命をより確かなものにするには、VF 発生後の処置、すなわち迅速な除細動の有無が鍵となる。

IV. AED を活用した public access defibrillation とその成果

非常時に迅速に除細動を行うには、患者を病院に運んでからではなく、倒れたその場で除細動を行うことが必須であり、それには平均 8.5 分かかるといわれる救急車の到着を待つ余裕はない。現場での除

細動(public access defibrillation)が可能になったのは、素人でも使える自動体外式除細動器(AED)の登場によるものであるが、日本でその使用が一般人に許可されたのは2004年7月のことである²¹⁾。以来、50万台を超えるAEDが世の中に出回ることとなった。総務省消防庁の発表によると、2013年の1年間に目撃された心原性心肺停止例は25,469件であったが、そのうち市民がAEDを使用したのが907件で、現場での除細動の結果、1ヵ月後に生存できたのは455件、社会復帰できたのが388件であった²²⁾。このように、目撃された心原性心停止例に対して、現場の市民がAEDを用いた除細動を行えば50.2%の命が救われ、そのうち85%が社会復帰できることが証明された(図5)。それに対して、119番通報だけで、救急車の到着を待つのみでは8.9%の生存率しか得られず、社会復帰はその46%にすぎなかった。ちなみに、現場の市民が何らかの心肺蘇生術を行った場合には、14.8%の生存率が得られ、そのうち70%が社会復帰している。

しかし、現場で実際にAEDが使われるか否かは、AEDの分布(public access)によるところも大きい。2005年から2007年にわたる日本全国の統計解析によれば、心停止からの救命率はAEDの設置台数と密接に関係しており、居住地域1平方キロ当たり1台未満の設置地域と比べて、4台以上設置されている地域では、倒れてから除細動までの時間が3.7分から2.2分に短縮し、重篤な神経学的後遺症なしに社会復帰できる確率が、昼間人口1千万人当たり年間2.4件から8.9件に改善することが示されている²³⁾。このように、AEDの分布密度が高まれば、救命率も増加することは間違いない。

AEDの公的インフラとしては、すでに東京都や神奈川県では全交番にAEDが配備されたほか、鳥取県、神奈川県では一部パトカーにもAEDが搭載されている。これら先進的な取り組みは、住民の安心を確保する上で高く評価されるものであり、早急に全国に広まることが望まれる。ほかにも、住民生活の拠点であり、かつ24時間アクセス可能なコン

ビニエンスストアへのAED設置も歓迎されている。すでに千葉県船橋市、沖縄県那覇市、兵庫県宝塚市、神奈川県大和市、静岡県三島市、埼玉県三郷市、茨城県龍ヶ崎市、大阪府枚方市などの自治体がコンビニへのAED設置を推進しており、それによる救命例も報告されている。しかし、これを全国的に展開させるには各自自治体任せではなく、国家行政が率先して取り組む姿勢が求められる。

不特定多数を相手にする救命体制の構築にはAEDの設置充足のみならず、使用者側の市民への協力要請にも改善の余地がある。啓発や教育といったアプローチのほかに、Social Networkを活用しようという試みが進行している。具体的には、第一発見者がスマートフォンでSOSを発信すると、それが、例えば半径500m以内にいる他の加入者にプッシュ通信され、それを受けた人が応援に向かう、近辺のAEDを取って駆けつける、という仕組みである。このような相互扶助の現代版とも呼べるアイデアが、見知らぬ人を救う大きな力になる可能性がある。

V. Targeted defibrillationとhome AEDの可能性

突然死はいつ、どこで、誰に起こるかわからない。数分以内の除細動のために、全国すべての場所にAEDを配備することは、費用対効果を考えると決して効率的とはいえない。むしろ限定された場所に、限定された時間に、限られた資源を投入すれば、かなりの効果が期待できる。このように特定の集団を救命のターゲットとするのが、targeted defibrillationである。

特に、駅や電車内、空港や航空機内などは人口密度が高いため心停止の瞬間が目撃されやすく、機敏に動ける若者が多いことから、チームワークが機能しやすい。同様に、スポーツジムやプールなどの運動施設も発作が目撃されやすい上に、職員や指導員らに救命の心得のある者が多い。したがって、これらの場所に重点的にAEDを配置することは、より効率的といえる。2006年1月から2008年5月まで

に、都内で AED による電気ショックが施された 145 件の分析によると、32% が駅、13% がスポーツ施設、11% が職場の AED を使用していた²⁴⁾。実際に救命に成功した事例は、①目撃され、②心肺蘇生術を受け、③ AED が使用される、という 3 条件を満たした例に多い。

2005 年の愛知万博では、300 m 間隔で合計 100 台の AED が配置されたが、この間隔は最大 150 m の距離を 1 分で走れば、合計 2 分で AED を現場に運べることを意味していた。会期中に 5 名の心停止があり、そのうち 4 名 (80%) が AED によって救命された。この 1 分で取りに行ける距離に AED を配置する、という目安は、今後も様々な場面で役に立つと思われる。しかし、42.195 km を走るマラソンとなると、AED 配備は簡単ではない。そこで、東京マラソンでは合計 75 台の AED をコースの所々に配置したのみならず、自転車モバイル隊 22 名が AED を背負ってランナーらの横を併走したのである。その結果、これまで 9 回の大会で、7 人のランナーがレース中に心停止に陥ったが、その 7 人全例 (100%) が AED によって救命された。

Targeted defibrillation が突然死をゼロに近づけられる、という事実は極めて重要で、次のターゲットとして位置づけられるのが学校である。小中学校における心原性心停止の半数近くは心疾患の管理例であるが、未診断の子供が運動中に心停止をきたしたり、何の病気もなくともボールが胸に当たって心臓震盪を起こしたりする。特に、小中学校における心原性心停止は 97% が目撃され、84% が運動に関連して起こっているため、運動現場の近くに AED を配置することは極めて効果的といえる²⁵⁾。今やほとんどの学校に AED が設置されているが、AED が学校に徐々に導入された 2005 年から 2009 年までに、小中学生の心室細動による心停止に対して目撃者が除細動を試みた頻度は年間 2% から 21% に増加し、その結果、社会復帰率も 12% から 36% に改善した²⁶⁾。なかでも、小中学校内の心停止に限れば、69% の社会復帰率を示したとする報告もある²⁵⁾。そ

のような背景から、学校における突然死ゼロを目指す提言が日本循環器学会 AED 検討委員会から公開され²⁷⁾、学校内のどの場所に AED を置き、誰がどのように手分けして心停止に対処したらよいか、といった具体的な対策を提示するとともに、日頃からの準備対策・生徒児童への教育など、幅広い提案が示されている。

究極の targeted defibrillation は、自宅に AED を配備するものである。心臓突然死の 4 分の 3 は自宅で起こるため、心臓病患者の自宅に AED を用意しておくことは理にかなっている。しかし、この home AED の有用性を検討した研究では、これまでのところ、否定的な報告しか得られていない。前壁心筋梗塞後の患者を対象に、前向きに検討した HAT (Home Automated External Defibrillator Trial) とよばれる大規模試験結果では²⁸⁾、心筋梗塞後で ICD 植込みの適応のない例を 2 群に分け、AED 群では家人が AED を使ってから救急センターに電話連絡、コントロール群ではセンターに電話してから心肺蘇生術を実施する、というプロトコルを採用した。37.3 ヶ月の追跡の結果、両群の間に全死亡率の差は認められなかった。この試験から、心筋梗塞後の患者の家に AED を用意していても、①心停止の頻度が低く、②心停止であっても、それが心破裂など不整脈以外の原因で生じることがあり、③致死性不整脈によるものでも、その発生時に本人が外出していたり、あるいは④在宅中であっても、家人が外出中である、または⑤共に在宅していても (睡眠中、入浴中など)、家人に目撃されていないことが多く、さらに⑥条件がそろっていても、家人 (しばしば高齢女性) が火急の際に AED を使用できないことが少なくないことが明らかとなった。

しかし、将来的に AED のコストの低下とともに、ハイリスク患者の選別が進み、非目撃時の心停止を瞬時に診断する、例えば腕時計型検知器のテクノロジーと、それを家人に知らせるシステムが開発されれば、home AED の有用性が再度注目を集めるものと期待される。

〔文 献〕

- 1) Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation*, 2000 ; 102(Suppl) : I-22 ~ I-76
- 2) The Antiarrhythmics versus Implantable Defibrillators (AVID) Investigators : A comparison of antiarrhythmic-drug therapy with implantable defibrillators in patients resuscitated from near-fatal ventricular arrhythmias. *N Engl J Med*, 1997 ; 337 : 1576 ~ 1583
- 3) Solomon SD, Zelenkofske S, McMurray JJ, Finn PV, Velazquez E, Ertl G, Harsanyi A, Rouleau JL, Maggioni A, Kober L, White H, Van de Werf F, Pieper K, Califf RM, Pfeffer MA ; Valsartan in Acute Myocardial Infarction Trial (VALIANT) Investigators : Sudden death in patients with myocardial infarction and left ventricular dysfunction, heart failure, or both. *N Engl J Med*, 2005 ; 352 : 2581 ~ 2588
- 4) Moss AJ, Zareba W, Hall WJ, Klein H, Wilber DJ, Cannom DS, Daubert JP, Higgins SL, Brown MW, Andrews ML ; Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II Investigators : Prophylactic implantation of a defibrillator in patients with myocardial infarction and reduced ejection fraction. *N Engl J Med*, 2002 ; 346 : 877 ~ 883
- 5) Sjöblom J, Muhrbeck J, Witt N, Alam M, Frykman-Kull V : Evolution of left ventricular ejection fraction after acute myocardial infarction : implications for implantable cardioverter-defibrillator eligibility. *Circulation*, 2014 ; 130 : 743 ~ 748
- 6) Hohnloser SH, Kuck KH, Dorian P, Roberts RS, Hampton JR, Hatala R, Fain E, Gent M, Connolly SJ ; DINAMIT Investigators : Prophylactic use of an implantable cardioverter-defibrillator after acute myocardial infarction. *N Engl J Med*, 2004 ; 351 : 2481 ~ 2488
- 7) Steinbeck G, Andresen D, Seidl K, Brachmann J, Hoffmann E, Wojciechowski D, Kornacewicz-Jach Z, Sredniawa B, Lupkovics G, Hofgärtner F, Lubinski A, Rosenqvist M, Habets A, Wegscheider K, Senges J ; IRIS Investigators : Defibrillator implantation early after myocardial infarction. *N Engl J Med*, 2009 ; 361 : 1427 ~ 1436
- 8) Tracy CM, Epstein AE, Darbar D, DiMarco JP, Dunbar SB, Estes NA 3rd, Ferguson TB Jr, Hammill SC, Karasik PE, Link MS, Marine JE, Schoenfeld MH, Shanker AJ, Silka MJ, Stevenson LW, Stevenson WG, Varosy PD, Ellenbogen KA, Freedman RA, Gettes LS, Gillinov AM, Gregoratos G, Hayes DL, Page RL, Stevenson LW, Sweeney MO ; American College of Cardiology Foundation ; American Heart Association Task Force on Practice Guidelines ; Heart Rhythm Society : 2012 ACCF/AHA/HRS focused update of the 2008 guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities : a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Circulation*, 2012 ; 126(14) : 1784 ~ 1800
- 9) Epstein AE, Abraham WT, Bianco NR, Kern KB, Mirro M, Rao SV, Rhee EK, Solomon SD, Szymkiewicz SJ : Wearable cardioverter-defibrillator use in patients perceived to be at high risk early post-myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*, 2013 ; 62 : 2000 ~ 2007
- 10) Narayanan K, Reinier K, Uy-Evanado A, Teodorescu C, Chugh H, Marijon E, Gunson K, Jui J, Chugh SS ; the Oregon Sudden Unexpected Death Study : Frequency and determinants of implantable cardioverter defibrillator deployment among primary prevention candidates with subsequent sudden cardiac arrest in the community. *Circulation*, 2013 ; 128 : 1733 ~ 1738
- 11) Wellens HJ, Schwartz PJ, Lindemans FW, Buxton AE, Goldberger JJ, Hohnloser SH, Huikuri HV, Kääb S, La Rovere MT, Malik M, Myerburg RJ, Simoons ML, Swedberg K, Tijssen J, Voors AA, Wilde AA : Risk stratification for sudden cardiac death : current status and challenges for the future. *Eur Heart J*, 2014 ; 35 : 1642 ~ 1651
- 12) Rizas KD, Nieminen T, Barthel P, Zürn CS, Kähönen M, Viik J, Lehtimäki T, Nikus K, Eick C, Greiner TO, Wendel HP, Seizer P, Schreieck J, Gawaz M, Schmidt G, Bauer A : Sympathetic activity-associated periodic repolarization dynamics predict mortality following myocardial infarction. *J Clin Invest*, 2014 ; 124 : 1770 ~ 1780
- 13) Myerburg RJ, Spooner PM : Opportunities for sudden death prevention : directions for new clinical and basic research. *Cardiovasc Res*, 2001 ; 50 : 177 ~ 185
- 14) Kobayashi N, Hata N, Shimura T, Yokoyama S, Shirakabe A, Shinada T, Tomita K, Murakami D, Takano M, Seino Y, Matsumoto H, Mashiko K, Mizuno K : Characteristics of patients with cardiac arrest caused by coronary vasospasm. *Circ J*, 2013 ; 77 : 673 ~ 678
- 15) Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, Kitamura T, Tanigawa K, Sakai T, Hayashida S, Nishiuchi T, Hayashi Y, Hiraide A : Prodromal symptoms of out-of-hospital cardiac arrests : a report from a large-scale

- population-based cohort study. *Resuscitation*, 2013 ; 84 : 558 ~ 563
- 16) Jabbari R, Engström T, Glinge C, Risgaard B, Jabbari J, Winkel BG, Terkelsen CJ, Tilsted HH, Jensen LO, Hougaard M, Chiuve SE, Pedersen F, Svendsen JH, Haunsø S, Albert CM, Tfelt-Hansen J : Incidence and risk factors of ventricular fibrillation before primary angioplasty in patients with first ST-elevation myocardial infarction : a nationwide study in Denmark. *J Am Heart Assoc*, 2015 ; 4 : e001399
 - 17) Aso S, Imamura H, Sekiguchi Y, Iwashita T, Hirano R, Ikeda U, Okamoto K : Incidence and mortality of acute myocardial infarction. A population-based study including patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Int Heart J*, 2011 ; 52 : 197 ~ 202
 - 18) Arntz HR, Willich SN, Schreiber C, Brüggemann T, Stern R, Schultheiss HP : Diurnal, weekly and seasonal variation of sudden death. Population-based analysis of 24,061 consecutive cases. *Eur Heart J*, 2000 ; 21 : 315 ~ 320
 - 19) Tanigawa-Sugihara K, Iwami T, Nishiyama C, Kitamura T, Goto M, Ando M, Nishiuchi T, Hayashi Y, Kawamura T : Association between atmospheric conditions and occurrence of out-of-hospital cardiac arrest. 10-year population-based survey in Osaka. *Circ J*, 2013 ; 77 : 2073 ~ 2078
 - 20) Niiyama M, Tanaka F, Nakajima S, Itoh T, Matsumoto T, Kawakami M, Naganuma Y, Omama S, Komatsu T, Onoda T, Sakata K, Ichikawa T, Nakamura M : Population-based incidence of sudden cardiac and unexpected death before and after the 2011 earthquake and tsunami in Iwate, northeast Japan. *J Am Heart Assoc*, 2014 ; 3 : e000798
 - 21) Mitamura H : Public access defibrillation : advances from Japan. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*, 2008 ; 5 : 690 ~ 692
 - 22) 総務省消防庁 : 平成 26 年版 救急・救助の現況
 - 23) Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A ; Implementation Working Group for the All-Japan Utstein Registry of the Fire and Disaster Management Agency : Nationwide public-access defibrillation in Japan. *N Engl J Med*, 2010 ; 362 : 994 ~ 1004
 - 24) 坂本哲也 : 日本における AED の設置状況と今後勧められる設置場所. 呼と循, 2010 ; 58 : 1087 ~ 1095
 - 25) Mitani Y, Ohta K, Ichida F, Nii M, Arakaki Y, Ushinohama H, Takahashi T, Ohashi H, Yodoya N, Fujii E, Ishikura K, Tateno S, Sato S, Suzuki T, Higaki T, Iwamoto M, Yoshinaga M, Nagashima M, Sumitomo N : Circumstances and outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in elementary and middle school students in the era of public-access defibrillation. *Circ J*, 2014 ; 78 : 701 ~ 707
 - 26) Mitani Y, Ohta K, Yodoya N, Otsuki S, Ohashi H, Sawada H, Nagashima M, Sumitomo N, Komada Y : Public access defibrillation improved the outcome after out-of-hospital cardiac arrest in school-age children : a nationwide, population-based, Utstein registry study in Japan. *Europace*, 2013 ; 15 : 1259 ~ 1266
 - 27) Mitamura H, Iwami T, Mitani Y, Takada S, Takatsuki S : Aiming for zero deaths : prevention of sudden cardiac death in schools - Statement from the AED Committee of the Japanese Circulation Society. *Circ J*, 2015 ; 79 : 1398 ~ 1401
 - 28) Bardy GH, Lee KL, Mark DB, Poole JE, Toff WD, Tonkin AM, Smith W, Dorian P, Packer DL, White RD, Longstreth WT Jr, Anderson J, Johnson G, Bischoff E, Yallop JJ, McNulty S, Ray LD, Clapp-Channing NE, Rosenberg Y, Schron EB ; HAT Investigators : Home use of automated external defibrillators for sudden cardiac arrest. *N Engl J Med*, 2008 ; 358 : 1793 ~ 1804