

二次心肺蘇生法

南立宏一郎

産業医科大学病院・集中治療部

(平成15年4月17日受付)

要旨：米国心臓病学会は2000年に新しい心肺蘇生のガイドラインを発表した。これはGuidelines 2000 (G2000) と呼ばれ、21世紀の心肺蘇生の重要な道標になると考えられる。理想的な心肺蘇生法とは、迅速な通報、迅速な心肺蘇生（一次救命蘇生法）、迅速な除細動及び二次救命蘇生法の連携が正しく機能することである。医師は専門科を問わずに心肺蘇生に関与する可能性があり、二次救命蘇生法、特に心停止における治療のアルゴリズムを正しく理解する必要がある。心停止は心電図波形によって、心室細動、無脈性心室頻拍、無脈性電気活動及び心静止の4つに分類される。心室細動及び無脈性心室頻拍においては、可能な限り早期の電氣的除細動が治療上非常に重要である。最初の3連続除細動の効果を認めない難治性心室細動及び無脈性心室頻拍の場合は、電氣的除細動に高濃度酸素、エピネフリン及び抗不整脈薬投与を併用しなくてはならない。無脈性電気活動や心静止においては、確実な気道確保による高濃度酸素、エピネフリン及びアトロピン投与を併用した治療を行いながら、原因疾患を探求し、それに対する治療を直ちに開始する必要がある。心静止は予後が非常に悪いことから、蘇生の中止を考慮しなくてはならない。現時点では、院外心肺停止状態からの社会復帰率は極めて低い。しかし、一般市民に対する心肺蘇生法の啓発活動及び卒前・卒後医学教育における心肺蘇生教育の充実により、今後は心肺停止状態からの予後が改善することが期待されている。

(日職災医誌, 51 : 243—247, 2003)

—キーワード—

心肺蘇生法, 二次救命処置法, 早期除細動

はじめに

病院内や災害現場にて心肺停止患者が発生した場合、我々医療従事者は何をすべきか？直ちに人工呼吸や心臓マッサージといった基本的な治療の絶対的な必要性は理解している。しかしながらその詳細な方法やそれ以上の高度な治療に関する知識を十分に理解しているとは言いがたい。救急蘇生法は一次救命処置法 (Basic Life Support, BLS) と二次救命処置法 (Advanced Cardiovascular Life Support, ACLS) とに大別される。BLSとは口対口式人工呼吸法と胸骨圧迫式心臓マッサージとの併用による蘇生法であり、一般市民でも十分に習得、実践できる。わが国でも一般市民への普及が促され、自動車普通運転免許新規取得時にはBLSの講習会参加を義務付けている。一方、ACLSとは気管挿管による確実な気道確保に加え純酸素投与による人工呼吸、静脈確保によ

る薬物投与や除細動器に代表される機器を胸骨圧迫式心臓マッサージに併用する蘇生法であり、わが国の現在の法律では基本的には医師にしか実践できない。

これまでアメリカ心臓病学会 (American Heart Association, AHA) は標準的な心肺蘇生法を1970年初頭に発表し、以後1979年、1985年、1992年とその改訂を行ってきた。2000年には、世界中の蘇生学研究者が3,000を超える臨床研究から得たエビデンスに基づく議論を重ね、既存のガイドラインを修正した¹⁾。この新しいガイドラインはGuidelines 2000 (G2000) と呼ばれ、21世紀の心肺蘇生の重要な道標になる。本稿ではそのG2000の中でも、最も重要である心停止からの治療アルゴリズムを紹介し、併せて社会復帰を目標とする心肺蘇生の成功率を向上させるためのキーポイントを論述する。

理想的な心肺脳蘇生法とは

心肺停止状態では脳への血液供給が消失し、血液によって運搬される酸素の供給も途絶える。臓器の中で脳は

もっとも虚血に弱く、心肺停止状態が約4分続けば、脳は傷害を受け、約8分続けば不可逆性の脳傷害となる。たとえ心拍が再開しても、不可逆性脳障害を合併すれば社会復帰どころか植物状態までの回復しか望めない場合もある。つまり心停止後、可能な限り早く、遅くとも3ないし4分後には心肺蘇生を開始しなくてはならない。正しい蘇生法とは、迅速な通報、迅速な心肺蘇生（一次救命蘇生法）、迅速な除細動及び二次救命蘇生法という一連の流れがうまく連動しなくてはならない。また一般市民による bystander CPR や救急救命士らによる BLS が正しく施行されても、搬送された高次機能病院で正しく ACLS が施行されなくては意味がない。つまり理想的な心肺脳蘇生法とは迅速な通報、迅速な CPR (BLS)、迅速な除細動および ACLS の連携が正しく機能することである。

心停止の心電図及び治療分類

心停止状態を意味する心電図所見は心室細動 (ventricular fibrillation, VF)、無脈性心室頻拍 (pulseless ventricular tachycardia, pulseless VT)、無脈性電気活動 (pulseless electrical activity, PEA)、心静止 (asystole) の4つに大別される。治療のアルゴリズムは心室細動、無脈性心室頻拍 (VF/pulseless VT) 及び無脈性電気活動、心静止 (PEA/asystole) の2つに分けられる。PEAはVF/pulseless VTと同様に rhythm of survival と呼ばれ、治療に反応する可能性が残されているが、asystoleの多くは terminal event であり、予後は極めて不良である。よって本稿では PEA と asystole とを別々に論述する。すべてのアルゴリズムに共通するのは一次救命蘇生法、気管挿管、血管収縮剤である。

(1) VF/pulseless VT

VF/pulseless VT の治療は除細動が最も効果的であり、G2000では早期電気的除細動の有効性を特に強調している。これは心停止の心電図分類の中ではVFが最も頻度が高いことや、除細動が1分遅れると蘇生成功率は7~10%低下するためと考えられる²⁾。このためすべての心停止症例においてVF/pulseless VTを念頭においた救命処置を推進している。G2000では、気管挿管や静脈路確保に先立って、除細動を施行することが進められている。最初のエネルギー設定は200Jで、心電図波形に変化を認めるまで300J及び360Jまで通電エネルギー量を増加し除細動を試みる。

最初の3連続除細動が有効でなければ、気道確保や高濃度酸素投与が十分であるかを再評価し、可能ならば気管挿管を施行する。気管挿管に関しては、蘇生の成功に有意に効果的であるというエビデンスは未だないが、確実な気道確保という観点から、可能なら施行するべきであり、また施行後の確認が極めて重要である。

除細動の効果を高める薬物治療のため静脈路を確保す

る。その後エピネフリン1mgを急速静注し、約1分間程度のCPRを続行した後に、再度360Jで除細動を行う。以降は心電図波形に変化を認めるまで（すなわち除細動に成功するまで）、3~5分毎にエピネフリン1mgの静注と360Jで除細動との併用、すなわちCPR-drug-shockを繰り返す。エピネフリンに加えて他の抗不整脈薬を考慮する必要もある。抗不整脈薬とはリドカイン、マグネシウム、プロカインアミドやアミオダロン（日本では2003年3月現在、注射薬は認可・販売されていない）があげられる。

他の特記事項として初回エピネフリン静注の代替薬として、強力な血管収縮薬としてバソプレッシン40Uの静注が推奨されている。ただし1回投与のみで、効果（すなわち投与後の除細動）を認めなければ、その後はエピネフリンを静注するアルゴリズムに戻らなくてはならない。これまで経験的に頻用してきたエピネフリンやキシロカインの静注が有効であるというエビデンスがないことから、VF/pulseless VTにおける薬物治療の役割は電気的除細動に比して比較的小さいと考えられ、電気的除細動の補助的な治療手段であることを認識しなくてはならない。無脈性心室頻拍 (pulseless VT) の治療は心室細動の治療に準ずる。

(2) PEA

心電図にてVF/pulseless VT以外の電気的活動を認めるが、脈拍を触知しない場合が無脈性電気活動 (pulseless electrical activity, PEA) である。PEAは、心室固有調律、心室補充調律など脈拍を触知しない多くの種類の調律を包括している。PEAと診断した場合には、治療可能な原因の探求を開始し、同時に心停止に対する対症療法として気管挿管による確実な気道確保による高濃度酸素投与及び静脈路の確保後のエピネフリン(1mg)とアトロピン(0.5mg)を繰り返し投与（ただしアトロピンは徐脈性の無脈性電気活動が適応であり、その最大投与量は0.04mg/kgである）が重要で、特に原因が究明できればこれに対する迅速な治療が救命のキーポイントである。

無脈性電気活動の原因疾患としては、重篤なアシドーシス、大量出血、心タンポナーデ、薬物中毒、肺塞栓、低体温、低酸素血症、電解質異常（特にカリウム）、心筋梗塞、緊張性気胸がある。病歴や現症、及びベッドサイドでも可能な諸検査（胸部レントゲン写真、動脈血液ガス及び電解質分析や心臓エコーなど）から原因を速やかに特定し、原疾患に対する治療を進めていく必要がある。

(3) asystole

心電図にて asystole が疑わしければ、感度と誘導を変えてみて asystole であるという再確認が必要である。これは非常に細かい心室細動と心静止は非常に区別が困難であるが、治療方法が大きく異なるからである。感度と

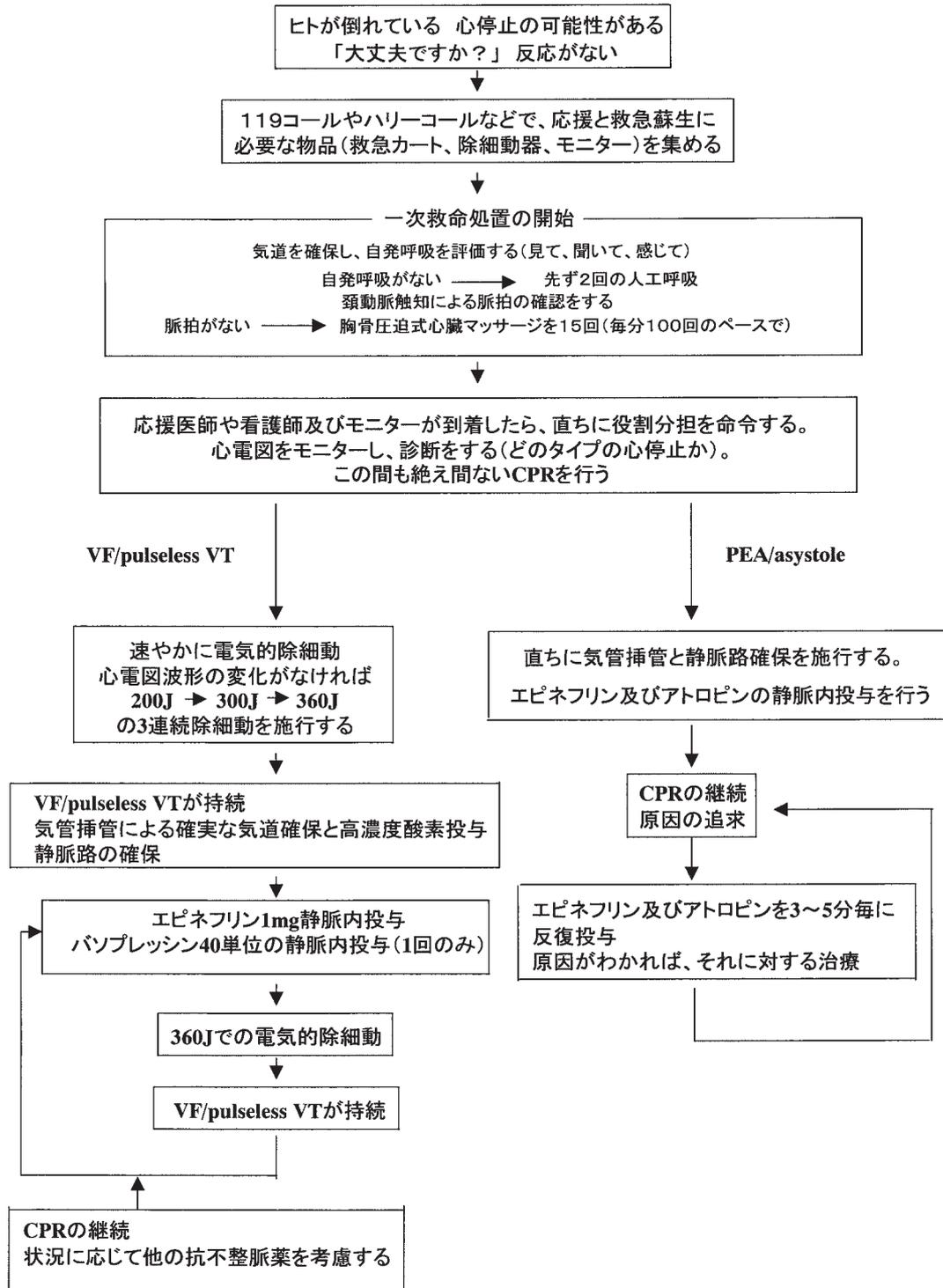


図1 心肺停止状態からの治療アルゴリズム

誘導を変え、asystoleを確定診断した後は、直ちに気管挿管による確実な気道確保による高濃度酸素投与及び静脈路の確保後のエピネフリン(1mg)とアトロピン(0.5mg)を繰り返し投与(最大投与量は0.04mg/kg)が重要である。心臓マッサージと人工呼吸とを施行しながら、エピネフリンとアトロピンの投与を繰り返し、心電図波形の変化を期待する。asystoleにおいても治療可

能な原因があれば、原疾患に対する治療を開始しなくてはならない。また薬物治療に加えて、体外ペーシングの使用が可能な状況であれば施行してもよい。ただし体外ペーシングの有用性は証明されていない。asystoleは最も予後が悪いことから、治療時間が長くなった場合には、蘇生行為の中止を決定する必要がある。この場合には、家族に患者の状態と治療経過を十分に説明しているか、

心停止後の治療が適切であったか（特に気管挿管や静脈確保の確実性）、薬物の使用は適切な量であったかを再確認する必要がある。

心肺停止状態からの治療アルゴリズムを可能な限り簡略化し、まとめている（図1）。

蘇生成功率を改善するためには

これまでの報告では、心停止状態からの蘇生成功率は低く、特に院外心肺停止状態からの蘇生成功率は極めて低く1%未満である³⁾。この改善が、21世紀の救急・集中治療の課題の一つである。

冒頭で述べたように、正しい心肺蘇生法とは、①迅速な通報②迅速なCPR（BLS）③早期除細動及び④ACLSという一連の流れがうまく連動しなくてはならない。

この中で①と②に関しては、一般市民に対する教育が必要であり、学校や職場教育においてBLSが必須化されることや、行政レベルで普及を促す努力が必要である。また我々医療従事者が指導者となり、心肺蘇生講習会などを通して、一般市民への心肺蘇生法教育に積極的に携わっていく必要がある。

③に関しては体外式自動除細動器（automated external defibrillator, AED）の早期普及が望まれる。心停止状態の患者の体表にパッドを装着後、自動的に心電図を解析し、除細動を行う機器がAEDである。早期の電氣的除細動が心室細動下の患者を救命する最も有効な治療である。米国では一般市民にもAEDに精通することを推奨している。最近の臨床研究が、3つの空港において発生した心停止患者に対して、米国市民によるAED使用が蘇生成功率を有意に改善することを明らかにした⁴⁾。特記すべきは、この市民がAED使用に関するビデオを視聴したのみで、AED使用に関する特別な訓練を受けていなかった点である。これはAED使用が容易であること示唆している。わが国においても、心停止患者の救命率を改善するため、市民へのAED使用訓練や公的場所への導入を検討すべきである。

④に関しては、医学部における卒前及び早期の卒後教育において、より実践的な心肺蘇生法を修得することが望ましい。筆者が勤務する産業医科大学病院では新入生に対して、入学後直ちにBLSを、臨床実習において

ACLSを救急・集中治療部の医師が中心となって指導している。平成16年度からの新卒医師の臨床研修が義務付けられ、心肺蘇生法を含む救急医学が必須化されている。この新しいプログラムにより将来的な専門を問わずにすべての医師がBLS及びACLSに精通し、結果として心肺蘇生の成功率が改善することが期待される。

おわりに

心肺蘇生法における治療アルゴリズムの骨格を論述した。より詳細な方法論に関しては文献¹⁾を参考にさせていただきたい。またこのアルゴリズムはあくまで治療指針であり、実際の临床上では必ずしも適応できない状況もある。よって、このアルゴリズムを盲目的に用いることなく、柔軟な判断で治療をすすめることが望ましい。

謝辞：本論文の要旨を第50回日本職業・災害医学会総会にて講演した。教育講演の機会を与えていただいた重松昭生学会長（産業医科大学病院長）に感謝します。

文 献

- 1) Guidelines 2000 for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular care. Part 3: adult basic life support. The American Heart Association in collaboration with the International Liaison Committee on Resuscitation. *Circulation* 102: 122—159, 2000.
- 2) Larsen MP, Eisenberg MS, Cummins RO, Hallstrom AP: Predicting survival from out-of-hospital cardiac arrest: a graphic model. *Ann Emerg Med* 22(11): 1652—1658, 1993.
- 3) 日本救急医学会・救命救急法検討委員会：現場における来院時心肺停止機能例の予後に関する調査研究。1998.
- 4) Caffrey SL, Willoughby PJ, Pepe PE, Becker LB: Seven public use of automated external defibrillators. *N Eng J Med* 347(16): 1242—1247, 2002.

（原稿受付 平成15. 4. 17）

別刷請求先 〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘1-1
産業医科大学集中治療部
南立宏一郎

Reprint request:

Koichiro Nandate
University hospital of occupational and environmental health, Japan
Division of critical care medicine

CORE ALGORITHM OF ADVANCED CARDIOVASCULAR LIFE SUPPORT

Koichiroh NANDATE

University hospital of occupational and environmental health, Japan
Division of critical care medicine

American heart association has revised the therapeutic guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR), that is called "Guidelines 2000 (G2000)", which has been spreading all over the world as a gold standard for CPR. For ideal resuscitation, chain of survival, which are consisting of early access, early resuscitation, early defibrillation and early advanced care must function properly. Medical practitioners, regardless of the specialities, have many opportunity to come across arrested patients. They must understand advanced care, namely core algorithm of advanced cardiac life support (ACLS). Besides routine airway management, artificial ventilation and chest compression, ACLS requires some skills with special devises such as endotracheal intubation, defibrillation and intravenous access. Based on the analysis of electrocardiogram, cardiac arrest is classified into ventricular fibrillation (VF), pulseless ventricular tachycardia (pulseless VT), pulseless electrical activity (PEA) and asystole. In the algorithm of VF and pulseless VT, early defibrillation is an important factor. In the case of refractory VF or pulseless VT, administration of both higher concentration oxygen and epinephrine or anti-arrhythmic drugs have to be considered in addition to defibrillation. In the algorithm of PEA and asystole, an investigation for the causes of cardiopulmonary arrest must be started immediately while both higher concentration of oxygen and epinephrine or atropine must be administered. In the case of asystole, a leader must consider to terminate the resuscitation if CPR is proper so far and further trial does not seem to be effective. At the present, outcomes of out-of-hospital cardiac arrested patients are very poor. However recent and future prevalence of both basic CPR education for the lay persons and advanced CPR for medical students and practitioners are expected to improve the poor outcomes of cardiac arrest victims.
