

2010 ACLS 要点 (Circulation Nov.2,2010)

2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary
Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care p640-p767

医療法人社団健育会西伊豆病院 仲田和正

.....

前回の 2010BLS に続き、2010ACLS をまとめました。BLS と併せてお読み下さい。
Circulation, Nov2.2010、の 2010 American Heart Association Guidelines
for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care の
p640 から p786 までの要約です。

過去 5 年間の膨大な基礎研究、臨床研究を統合し、素人でもできるような
具体的方法に落とし込んでいく AHA の壮大なプロジェクトで読んでいて
震えるような感動を覚えました。

ACLS は advanced airway 挿入や薬剤投与なども含みますが、これらで確かに
自発循環再開 (ROSC: return of spontaneous circulation) 率は上がりますが、
社会復帰率とは相関しないのだそうです。

社会復帰と最も相関するのは何と言っても即座、良質の CPR と早期除細動です。
ですからいかに良質の CPR を行うかに 2010ACLS の重点が置かれています。
良質の CPR とは 1 分間 100 回以上、深さ 5cm、完全に胸壁が戻り (complete recoil 中断せず、
過換気しない CPR) を言います。

今回、とくにこの良質な CPR をモニターするために、連続呼気二酸化炭素分圧測定や、
冠動脈灌流圧、中心静脈酸素飽和度などの測定が勧められています。
冠動脈灌流圧や中心静脈酸素飽和度などのしゃれたことは当院ではできませんが、
呼気二酸化炭素分圧測定ならできます。早速救急室に置こうと思いました。

この 2010ACLS で呼気二酸化炭素モニター (capnography) は完全に必需品
になった感じです。気管挿管チューブの位置確認に capnography の感度は 100%、
特異度も 100% だそうです。
また ROSC (自発循環再開: return of spontaneous circulation) が簡単にわかります。

二酸化炭素は呼気終末に体内から出てきます。
大気で二酸化炭素はごく微量にしかなく、capnography で検出される二酸化炭素は
体内で産出されて血流で肺に送られたものです。

正常では呼気二酸化炭素分圧は 35 から 40mmHg です (PaCO₂ は普通 40mmHg だけど気管の空気で薄まって口元では 35mmHg 位になる)。

心停止中、体内で CO₂ は産生され続けますが血流がないため肺に運ばれず呼気二酸化炭素分圧 (PETCO₂) はゼロに近づきます。

心マによる血流で CO₂ は肺に運ばれ呼気に出てきます。
もし呼気 CO₂ が 10mmHg 以下だったら CPR の質が不良なので改善 (頻度、深さ、胸壁の戻し、過換気の禁止) を考えよというのです。
呼気 CO₂ が 10mmHg 以下の場合 ROSC (自発循環再開) はあり得ないそうです。
また、もし突然呼気 CO₂ が 35 から 40mmHg に上昇してきたら ROSC (自発循環再開 : return of spontaneous circulation) と判断します。
心マを中断することなく ROSC が分かるというわけです。

また大動脈拡張期圧は 17mmHg 以上ないと ROSC は起こらないのだそうです。
だからこれが 20mmHg 以下の場合は CPR の質を改善せよというのです。
循環器の先生方にお聞きしたいのは、心肺蘇生中の患者の血圧を測ったとき拡張期圧は、大動脈拡張期圧の代理 (surrogate) になるのでしょうか？

また、もう一つ、革命的だなと思ったのは、低体温療法が極めて有用であることがわかったことです。Vf、VT 患者で ROSC (自発循環再開) したけど昏睡の場合、12 時間から 24 時間、体温を 32 度から 34 度に保つことにより高率に神経が回復し社会復帰可能となるというのです。
だから Vf 患者で ROSC したら即座に低体温療法を始めろというのです。

いつのまにか大きな breakthrough が起こっていたんだなあと溜息が出ました。
日本でも大きな病院ではとっくにやっていることなのではないでしょうか？
ちっとも知らなかった。

低体温療法って何かひどく難しい方法なのかなと思ったらそうでもなく、
氷嚢やクーリングブランケット、氷冷した生食かリングルを 500ml か 30ml/kg
輸液するだけなのです。
コア体温は食道体温を測定します。その位のことなら当院でもできそうです。

腋下温度、鼓膜温度、膀胱温度 (無尿の場合は不正確)、直腸温度などは不正確なのでやめよとのこと。
以前、ER で直腸体温計を知らずに自分の腋下に挟んでいるドクターがいました。

Vf、VT で使用する vasopressor はエピネフリンかピトレスシンです。
Vf、VT が除細動、vasopressor で止まらない場合はアンカロンを勧めています。
アンカロンがなければリドカインでもいいけど、これはあまりエビデンスがないようです。
マグネシウムを使うのは、QT 延長のある torsades de point のみです。

また 2005ACLS では、PEA と Asystole にエピネフリンとアトロピンが使われていましたが
今回アトロピン使用が禁止されました。効果がないのだそうです。
ですから PEA と Asys に使うのはエピネフリンのみです。

心停止後患者の予後予測に 72 時間の時点で、瞳孔反射、角膜反射のないことは
信頼できる予後不良因子だそうです。
また心停止後患者で 37.6 度以上の発熱は予後不良因子だそうです。

CPR を中止するのは、BLS の場合は、心停止目撃なし、CPR・AED3 ラウンドで効なし、
ショックせずの 3 つを満たした時です。
ACLS で CPR を中止するのは 20 分以上 ACLS で効果がなかった時です。

2010ACLS の要点は以下の 40 点です。

医療法人健育会西伊豆病院 仲田和正

.....

2010ACLS 要点

1. Vf、VT は心マ 2 分、除細動、心マ 2 分、除細動、エピネフリンかバソプレッシン、アミオダロンの順。
2. PEA、Asys は心マとエピネフリン、アトロピンは禁止！
3. 良質の CPR は心マ 1 分 100 回、深さ 5cm、中断せず、胸壁を完全に戻し過換気しない。
4. PaCO₂ が 1mmHg 低下で脳血流は 2.5% から 4% 低下。
5. 素人は Hands-Only CPR、医療者は心マ対呼吸 30 対 2、心マは 2 分で交代。
6. Hands-Only CPR は何分までやってよいのか分かってない。
7. 医療者の CPR で呼吸を省略してよいかどうかは分からない。
8. BVM 使用中の輪状軟骨圧迫は勧めない。
9. 気管挿管、LM、コンピチューブ間で生存率に差はなく生存率を改善しない。
10. 挿管時心マ中断は 10 秒以内に抑えよ。

- 11 . ラリンジアルマスクやコンビチューブなら心マ中断しない。
- 12 . 気管チューブ位置確認に連続 CO2 モニターが一番信頼できる (感度 100%、特異度 100%) 。
- 13 . advanced airway 挿入後は呼吸非同期で 6 秒から 8 秒に 1 回、1 分 8 回から 10 回。
- 14 . 薬剤や advanced airway は ROSC15 . 良質 CPR モニターに呼気 CO2、冠動脈灌流圧、中心静脈酸素飽和度、
- 16 . 心停止の原因は H s and T s、5 つの H と 5 つの T。
- 17 . H は Hypoxia,Hypovolemia,Hydrogen(acidosis),Hypo/hyperkalemia,Hypothermia。
- 18 . T は Toxins,Tamponade,Tension pneumothorax,Thrombosis(肺)、Thrombosis(心)
- 19 . AED パッド位置は前-側面、前-後、前-左肩甲骨下、前-右肩甲骨下のどれか。
- 20 . 除細動は二相性 120J から 200J で。
- 21 . Vasopressor はエピネフリンかピトレシン
- 22 . Vasopressor はショック直後に入れてから心マし AED かけよ。
- 23 . Vf、VT で使うのはエピネフリン、ピトレシン、アンカロン、リドカイン。
- 24 . マグネシウムは QT 延長のある torsades de pointes のみ。
- 25 . PEA、Asys でエピネフリンかピトレシン。
- 26 . エピネフリンは 3 から 4 分毎 1mg。
- 27 . PEA、Asys でアトロピンは最早使用しない。
- 28 . 正常呼気二酸化炭素分圧は 35 から 40mmHg。
- 29 . 呼気 CO2 が 10mmHg 以下の時 ROSC はあり得ない。
- 30 . 呼気 CO2 が突然 35 から 40mmHg に上昇したら ROSC !
- 31 . CPP15mmHg 以上、大動脈拡張期圧 17mmHg 以上でないとは ROSC 起こらぬ。
- 32 . 大動脈拡張期圧 20mmHg 以下なら CPR33 .中心静脈酸素飽和度 30%以上でないとは ROSC 起こらぬ。
- 34 . 心停止後 72h で瞳孔反射、角膜反射陰性は予後不良。
- 35 . BLS 中止は心停止目撃なし、CPR ラウンドで効なし、ショックせずの 3 つ。
- 36 . ACLS 中止は 20 分以上の ACLS で効果なかったとき。
- 37 . ROSC 後直ちに 12 誘導心電図取り ACS を除外せよ。
- 38 . Vf で ROSC 後昏睡なら 12 時間から 24 時間低体温療法行え。
- 39 . 冷却は cooling blanket, 氷嚢、氷冷した生食かリングル 500ml か 30ml/kg 輸液。
- 40 . コア体温は食道体温計で。

.....
成人 ACLS 要点 西伊豆早朝カンファランス H22.10 仲田和正

2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary
Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care p640-p767

Circulation Nov.2,2010

1 . 具体的方法 (Vf、VT、PEA、Asystole)

ACLS は、BLS 即ち、心停止の即座の発見、通報、早期 CPR、除細動に続き
自発循環再開 (ROSC: return of spontaneous circulation) を促すための
薬物療法、advanced airway 使用、生理的モニタリングを言う。

その 1 . ACLS 手順 : Vf、VT の場合

成人心停止！ 助けを呼び消防署に連絡
CPR 開始、酸素投与、モニター、AED 装着
解析、Vf、VT なら除細動
CPR2 分間、静脈路または骨髄路確保
解析、Vf、VT なら除細動、
CPR2 分間、エピネフリン 3 分から 5 分毎、Advanced airway、Capnography
解析、Vf、VT なら除細動
CPR2 分間、アミオダロン、心停止の原因治療
自発循環再 (ROSC) なら post-cardiac arrest care へ。

その 2 . ACLS 手順 : Asystole、PEA の場合

成人心停止！ 助けを呼び消防署に通報！
CPR 開始、酸素投与、モニター、AED 装着
解析。Asystole、PEA なら CPR2 分、静脈路または骨髄路、
エピネフリン 3 分から 5 分毎、Advanced airway 考慮、capnography
解析、Vf、VT なら除細動、そうでなければ CPR 継続 2 分、
自発循環再開 (ROSC) なら post-cardiac arrest care へ。

2005ACLS と今回の 2010ACLS の主な違いは以下の点である。

- ・気管挿管位置の確認とモニターに、波形を描出できる二酸化炭素連続モニター (continuous quantitative waveform capnography) を推奨する。
- ・心停止アルゴリズムが単純化され、良質の CPR (適切なレート、深さの心マ、胸壁を完全に元に戻す、中断を最小限に、過剰換気禁止) にすることが強調された。
- ・PEA や asystole に最早アトロピンを使用しない。
- ・良質の CPR のモニターと、自発循環再開 (ROSC: return of spontaneous circulation) を発見するために生理的モニタリングを行うこと。
- ・除脈に対し chronotropic drug 使用を推奨。
- ・規則的で幅の広い頻脈 (stable undifferentiated regular wide-complex tachycardia) に対しアデノシンは安全で有効であり推奨。

2. 気道管理と換気

a. 換気と酸素投与

CPR 時の低血流状態では、心臓、脳への酸素送り込みは動脈血酸素含量よりも低血流によって制限されている。従って蘇生の最初の数分間、換気は心マに比しそれほど重要でない。

だから術者が一人の場合 (a lone rescuer)、換気のために心マを中断すべきではない。

CPR で投与する至適酸素濃度は確立されていないが 100% ($FiO_2 = 1.0$) 酸素使用は合理的である。

最初の 6 分間、救急隊員 (EMS) による BVM での酸素投与はプロトコールの一つであり生存率を改善する。

心停止の最初の数分間、換気はそれほど必要ない。

しかし、現在のところ、医療者 (ACLS provider) が CPR で換気を省略できるエビデンスは不十分である。

b. Bag-Valve Mask

術者が 1 名の場合、BVM 使用は勧められない。口対口か、口対マスクの方が効率的である。

トレーニングを受けた 2 名の術者の場合、BVM は最も効率的である。

術者 (provider) は成人用バッグ (1L から 2L) を用い 1 秒間に 1600ml を吹き込む (6 から 7ml/kg)。この量で酸素化は充分であるし胃拡張も最小限である。

30 回の心マ後、2 回の吹き込みを行う。

c. 輪状軟骨圧迫、エアウェイ

輪状軟骨圧迫（cricoid pressure）は心停止患者でなければ BVM 中、誤嚥や胃拡張の防止にある程度役立つかもしれない。

しかし輪状軟骨圧迫は換気を阻害するし supraglottic airway(ラリンジアルマスク、コンビチューブ) 挿入の邪魔になる。心停止でのルーチンの使用は勧められない。

口腔エアウェイは咳や嘔吐反射のない昏睡患者なら熟練した医療者により使用可能である。

経鼻エアウェイは歯をくいしばっている患者や、あまり深昏睡でない患者に使用される。頭蓋顔面外傷では経鼻エアウェイが脳内に入った例があるので要注意である。

d. Advanced airway

Advanced airway（挿管チューブ、ラリンジアルマスク、コンビチューブ）を入れるタイミングと心停止からの蘇生アウトカムスタディはない。

挿管の場合、心マを中断せねばならないが、supraglottic airway(ラリンジアルマスク、コンビチューブ) なら中断せずに済み合理的である。

気道確保時、酸素飽和度と ECG モニターは継続すべきである。

Advanced airway が入ったら、気道内の位置を徹底的に確認すべきである。

理学的には、胸郭が両側とも拡張すること、上腹部で呼吸音が聞こえないこと、両肺で呼吸音が等しく充分であること、食道チェッカーの使用がある。

連続波形二酸化炭素モニター（continuous waveform capnography）は

挿管チューブの位置確認とその位置モニターに最も確実な方法である。

Supraglottic airway(ラリンジアルマスク、コンビチューブ) の場合の二酸化炭素モニター

については研究されていないが、適切な位置にあれば CPR 時も ROSC 時も正常波形が出るはずである。

ひとたび advanced airway が留置されれば、心マは絶え間なく行い呼吸は 6 秒から 8 秒に 1 回（1 分間 8 回から 10 回）とする。過剰換気は避ける。

Supraglottic airway(ラリンジアルマスク、コンビチューブ) の挿入時には声門の確認は不要である。心マを中断することもない。

Advanced airway 挿入にはテクニックが必要である。

覚えておくべきことは、院外での心停止で advanced airway 挿入は、生存率を改善するものではないということである。

Supraglottic airway(LM、コンピチューブ)と気管挿管ではアウトカムに差はない。しかし、その設置位置が間違った場合は致命的となる。従って、その位置確認は決定的に重要 (essential) である。

医療者が慣れていれば、ラリンジアルマスクは、BVM や気管挿管の十分な代替となる。

e. 気管挿管

気管挿管はかつては、心肺停止時の気管確保の理想的方法と考えられていた。しかし未熟な者が挿管を行った場合の合併症は、容認できぬ位に多い。小児に救急隊員が挿管と BVM を行った場合の比較では、生存率に差はなかった。ただしこのスタディでは隊員は挿管に未熟であった。

緊急気管挿管の適応は

- ・ 術者が BVM で十分な換気が出来ない時。
- ・ 患者が心停止か昏睡で、嘔吐反射が無い時。

である。

CPR 中、術者は心マの中断を最小限にすべきである。

心マ中断は 10 秒以内に抑えるべきである。

Supraglottic airway(LM、コンピチューブ)の場合は心マを中断しなくて済む。

気管挿管する場合、術者は喉頭鏡を手にして待ち構え、心マ中断は声帯を視認する時のみとし、可能なら 10 秒以内に抑えるべきである。

1 回目の挿管が失敗した場合、2 回目を考慮してもよいが、supraglottic airway(LM、コンピチューブ)も考慮すべきである。

f. 挿管後のチューブ位置確認

挿管時、チューブが声門を通過するのを確認したとしても、術者は持続呼気二酸化炭素モニター (waveform capnography) や、EDD (esophageal detector device) でチューブの位置を再確認すべきである。気管チューブの位置確認には呼気二酸化炭素モニターが最も信頼できる。

ただし二酸化炭素モニターが偽陰性のことがある。

多いのは血流が悪くて肺への二酸化炭素輸送が低下している場合である。

センサーが嘔吐物で汚れていることもある。

また重症喘息で気道閉塞が起こっている場合や肺水腫でも二酸化炭素が大きく減ることがある。

二酸化炭素が検出されない時は、直接声門を見てチューブが通過していることを確認したり EDD(Esophageal Detector Device)で確認する。

EDD はゴムのバルブがついており凹ませて気管チューブに付ける。

チューブが食道にある場合は食道粘膜に吸着してバルブが膨らまない。

気管内ならバルブが膨らむ。

しかし EDD の正確さは聴診をしのぐものではない。

肥満者、妊婦、喘息重積で気管が collapse することがあるし

気管内分泌物が多ければ偽陰性になる。挿管後は胸部 X 線を撮れ。

気管挿管後、術者は徹底的にチューブの位置確認を行わなければならない。

理学的には両側胸郭拡張の視認、上腹部で呼吸音がしない事を確認する。

それでもなお不安がある場合は、喉頭鏡で声門を展開してチューブが

通過していることを確認したり、それでも不安なら抜管し BVM (bag-valve mask) に変更する。

心停止で気管挿管位置確認に連続呼気二酸化炭素モニターは感度 100%、特異度 100%であり最も信頼できる方法である。

g. 挿管後の気道管理

気管挿管し切歯または歯肉からのチューブの長さを記録し固定する。

頭部の屈曲、伸展でチューブ位置は大きく変化する。胸部 X 線でチューブ位置を確認せよ。

チューブ位置は呼気二酸化炭素波形で連続モニターする。

チューブ固定後は、換気は 6 秒から 8 秒で 1 回、1 分あたり 8 回から 10 回行う。

吸引器具は常に用意しておく。

3 . 心停止のマネジメント

心停止を起こすのは次の 4 つのリズムである。

- ・ 心室細動 (Vf)
- ・ 脈のない心室頻脈 (VT)
- ・ pulseless electrical activity(PEA)
- ・ asystole

ACLS 成功の基本は良質の CPR、そして Vf に対しては数分以内の除細動である。
目撃のある Vf では早期の CPR と迅速な除細動により社会復帰の可能性が大いに高まる。

その他の ACLS の治療、例えば薬剤や advanced airway などは自発循環再開
(ROSC: return of spontaneous circulation) を改善はするが社会復帰率を上昇させない。

CPR の中断は出来る限り少なくする。心マ中断は、リズム評価、除細動、
ちゃんとしたリズムが出た際の脈チェック、advanced airway 挿入時などの時だけとする。
CPR の質をモニターし改善するために、心マのレート、深さ、胸壁が完全に戻っているか、
中断の最小化に注意する。
また可能であれば、生理学的パラメーターとして、呼気終末二酸化炭素濃度 (PETCO₂)、
心マで手を緩めた時 (relaxation phase) の動脈圧、中心静脈酸素飽和度 (SCVO₂)
などが分かるとよい。

Advanced airway (ラリンジアルマスク、コンピチューブ、気管挿管チューブ) が
入っていない時は、心マ対換気は 30 対 2、1 分間 100 回で行う。

Advanced airway が入ったら心マは 1 分間 100 回で絶え間なく行い、換気は非同期
で 6 秒から 8 秒に 1 回、1 分間 8 回から 10 回行う。過剰換気を行わないよう充分注意する。
良質の CPR に加え、Vf と pulseless VT に行う除細動のみが社会復帰率に相関する。

その他の ACLS での治療は ROSC を改善するものの社会復帰を増加させるものではない。
薬剤投与のタイミングや、advanced airway を入れるタイミングについての
エビデンスは不十分でよくわからない。

心停止の原因の診断と治療が重要である。

心停止の原因として「The H's and T's (5 つの H と 5 つの T)」を考慮する。

The H's and T's

Hypoxia

Hypovolemia

Hydrogen ion (acidosis)

Hypo/hyperkalemia

Hypothermia

Toxins

Tamponade (cardiac)

Tension pneumothorax

Thrombosis (pulmonary)

Thrombosis (coronary)

a. 心停止のリズム別の治療

AED のパッドは前-側面とするが、前-左肩甲骨下、前-右肩甲骨下でも構わない。
ちゃんとしたリズム (organized rhythm) が出たら脈のチェックを行うが出来る限り短くする。

b. Vf、VT の場合

AED で Vf または VT と分かれば、出来る限り早く除細動に進む。周囲の人を離れさせ (clear) 1 ショックを行う。ショック後即座に CPR を再開し 2 分間継続してからリズムチェックする。術者の疲労を避けるため心マは 2 分毎に交代する。

CPR の質を確認する。すなわち、レート (100 回/分)、深さ (5cm)、胸壁が完全に戻っているか (complete recoil)、中断の最小化である。可能なら生理学的パラメーターのモニターも行う。

すなわち呼気終末二酸化炭素濃度 (PETCO₂)、心マで手を緩めた時 (relaxation phase) の動脈圧、中心静脈酸素飽和度 (SCVO₂) などである。

二相性除細動器を使用する場合のエネルギーは製品の推奨量 (120J から 200J) とする。推奨量が分からねば最大量でよい。

単相性除細動器の場合は 360J を使用する。

Vf が数分続いている場合、心筋は酸素、ATP が枯渇している。短時間心マを行うことにより心筋に酸素と ATP が供給され、また右室の過剰負荷が軽減され、ショック後リズムが戻りやすくなる。

除細動を準備している間、心マ継続を強く勧める。心マ終了とショックの間をわずか 2 , 3 秒短縮するだけでもショックの成功率は改善する。

c. Vf、pulseless VT の場合の薬物療法

1 ショック後、Vf か pulseless VT が依然続いている場合、CPR 中の心筋血流改善と ROSC (自発循環再開) 改善のため vasopressor 投与を考慮する。

Vasopressor を IV (静脈内) か IO 投与した場合、効果は最低 1 分から 2 分遅れる。

1 ショックが失敗したら即座に vasopressor を入れてから心マした方が、次のショック前に心筋血流を増やせる。

Vasopressor としてエピネフリンは 1mg を 3 分から 5 分毎に使用する。

エピネフリン 1 から 2A の代わりに Vasopressin (ピトレシン 20U/ml) 40U で代用しても良い。

Amiodarone は、心停止中に使われる抗不整脈薬の第 1 選択である。

アミオダロンは Vf か pulseless VT 患者の ROSC (自発循環再開) と病院入院率を増加させる。

Vf、VT が CPR や除細動、vasopressor に反応しない場合、アミオダロン使用を考える。Amiodarone(アンカロン 150mg/3ml/1A)は初回量 300mg を bolus で、2 回目からは 150mg を使用する。

アミオダロンがなければリドカインでも良い。

しかし臨床研究では、リドカインは ROSC、病院入院率をアミオダロンに比し改善しない。

硫酸マグネシウム (magnesium sulfate) は、QT 延長を伴う torsades de pointes のみに使用する。

術者は同時に心停止の原因 (The H's and T's) を考えなければならない。

Vf や pulseless VT が治療に反応しない場合、ACS (急性冠動脈症候群) の可能性を考慮すべきである。

ひとたび患者の ROSC (自発循環再開) が得られたら心停止後ケア (post-cardiac arrest care) を開始する。重要なのは低酸素血症、低血圧、STEMI の早期診断と治療および昏睡患者に対する低体温療法の開始である。

f. PEA、Asystole の治療

AED 解析で PEA、Asystole だったら即座に CPR2 分間を再開する。

モニターで形ある波形 (an organized rhythm) が見られたら脈拍を確認する。

脈が確認されれば心停止後ケア (post-cardiac arrest care) を直ちに再開する。

Asystole か PEA なら再度 CPR2 分間継続する。術者 (provider) は 2 分毎交代する。

Vasopressor(エピネフリンか Vasopressin)は、心筋と脳血流量を増やすためにできるだけ早く投与する。アトロピン投与は利益がなく、PEA、Asystole のアルゴリズムからはずされた。

h. 心停止の原因の検索

心マ中、術者は H's and T's を考え心停止の原因を考える。

低酸素血症があれば advanced airway を挿入する。
PEA が体液喪失や敗血症によるものなら晶質液 (crystalloid) 輸液、
出血によるのなら輸血、肺塞栓なら線溶療法、緊張性気胸なら穿刺する。
可能なら心エコーで検索するとよい。心エコーで、血管内容量 (心室内腔で)、
心タンポナーデ、肺塞栓、左室収縮力、壁運動、腫瘍などがわかる。
心エコーで心室運動がないことは ROSC 達成不能を予測する優れた indicator である。

4 . CPR 中のモニター

CPR 中にはレート (100 回/分)、深さ (5cm)、呼吸回数 (6 秒から 8 秒に 1 回)、
中断しないことに注意する。レートのガイドにはメトロノームがよい。

リズム評価は ECG と脈拍チェックで行う。
生理学的パラメーターとして、PETCO₂ (呼気二酸化炭素分圧)、
CPP (coronary perfusion pressure)、SCVO₂(中心静脈酸素飽和度)の 3 患者の状態と治療
に対する反応を知るのに優れている。

これらの 3 つは CPR 中の心拍出量と心筋血流によく相関する。
これらが域値以下の場合、ROSC (自発循環再開) が得られることはまずない。
これらの値が急に上昇してくるのは ROSC が始まったことを意味する。
心マを中断することなく ROSC が分かるのである。

a. 脈 pulse

下大静脈には弁がないので、心マにより逆行性血流により大腿静脈で脈拍を感じる。
だからそけい部で脈を触れたとしても大腿動脈でなく静脈の可能性もある。
医療者 (health care provider) はしばしば脈のチェックに長い時間をかけすぎるもので
ある。
脈のチェックは 10 秒以内とし、10 秒で脈を触れなければ心マを開始すべきである。

b. 呼気二酸化炭素分圧

呼気終末に体内から二酸化炭素が出てくる。大気で二酸化炭素はごく微量にしかなく、
capnography で検出される二酸化炭素は体内で産出され血流で肺に送られたものである。
正常では呼気二酸化炭素分圧は 35 から 40mmHg である。
心停止中、体内で CO₂ は産生され続けているが血流がないため肺に運ばれず
呼気二酸化炭素分圧 (PETCO₂) はゼロに近づく

CPR 開始による心拍出量で PETCO₂ は決まる。重炭酸を投与すると重炭酸は体内で水と二酸化炭素に分解されるので、一過性に PETCO₂ が上昇する。これを、CPR の質改善や ROSC と間違えてはならない。

Vasopressor で後負荷が増し、血圧上昇し心筋血流が改善するが心拍出量も低下する。だから vasopressor 投与で心拍出量が少し低下することがあるがこれも CPR の質低下と間違えてはならない。

PETCO₂ がずっと低い (10mmHg 以下) 場合、ROSC (自発循環再開) はまずあり得ない。

また supraglottic airway(ラリンジアルマスクやコンピチューブ)や BVM 使用中の PETCO₂ のデータはない。

PETCO₂ が 10 以下の場合、CPR の質改善に努める。

PETCO₂ が突然 35 から 45mmHg の正常値に上昇してきた場合、ROSC が得られたことを意味する。

c. CPP(coronary perfusion pressure)と Arterial relaxation pressure

CPP (coronary perfusion pressure) とは Aortic diastolic pressure から right atrial diastolic pressure を引いたものであり心筋血流と ROSC と相関する。CPP が 15mmHg 以上、大動脈拡張期圧 17mmHg 以上でないと ROSC は起こらない。従って動脈拡張期圧 20 未満の場合、CPR の質改善の努力 (レート、深さ、絶え間ない心マ、換気しすぎない) に努めるべきである。

d. 中心静脈酸素飽和度 (SCVO₂ : central venous oxygen saturation)

SCVO₂ の変化は心拍出量変化による酸素搬送を反映する。カテーテルは上大静脈に置く。SCVO₂ が 30%以上ないと ROSC は得られない。SCVO₂ が 30%未満なら CPR の質の改善に努める。

SCVO₂ の突然の上昇により ROSC がわかる。

5 . 心停止中の血管アクセス

心停止中、良質の CPR と除細動こそが最も重要であり薬剤投与は二義的なものである。薬剤を末梢静脈から投与する時は、bolus で投与し続いて 20ml の IV fluid を注入し薬剤が心臓に達するようにする。

ACLS で使用する薬剤は骨髄内（IO）注入でもすべて可能であるが、心停止の場合、その効果についてはよく分かっていない。静脈路がうまく確保できぬ場合、骨髄内輸液は合理的である。

中心静脈は、体の中心に薬剤を送り込めるが、CPR 中、中心静脈を確保するには CPR を中断せねばならない。

気管内投与が、リドカイン、エピネフリン、アトロピン、ナロキソン、バソプレッシンなどで可能である。アミオダロンの気管内投与についてはデータがない。

しかし気管内投与は薬物動態が一定しないので可能なら IV か IO で投与すべきである。気管内投与する場合、IV dose の 2 倍から 2.5 倍量を 5ml から 10 ml の蒸留水か生食に溶かして投与する。エピネフリンとリドカインでは、生食より蒸留水の方が薬剤吸収が良い。

6 . Advanced airway

CPR 中、どのタイミングで advanced airway を入れるのが良いかはわかっていない。院外心停止では、12 分未満に挿入した方が、13 分以上で行うより生存率が高かった。

7 . CPR をいつ中止するか？

BLS を始めたら、次の場合まで CPR を継続する。

- ・ ROSC（自発循環再開）が得られたとき
- ・ ACLS チームが引き継いだとき
- ・ 疲労困憊して CPR が出来なくなったとき
- ・ 周囲が危険なとき
- ・ 明らかな死の兆候があるとき

BLS の中止は次の 3 つをすべて満たしたときである。

- ・ 心停止の最初の瞬間が目撃されていない
- ・ CPR と AED を 3 ラウンドやっても ROSC（自発循環再開）がない
- ・ AED ショックを行わなかった

National Association of EMS Physician の見解では、ACLS を中止するのは最低 20 分間やって反応がないときである。

もう一つの EMS の見解では、次のすべてを満たしたとき ACLS を中止する。

- ・心停止の瞬間が目撃されていない
- ・バイスタンダーCPR がなかった
- ・ACLS ケアして ROSC が得られない
- ・AED ショックを用いなかった

8 . 心停止時の薬剤： Vasopressor

現在までのところ、心停止での vasopressor 使用と社会復帰の間に相関はない。

エピネフリンとバソプレッシンを使用する。

その他（ノルエピネフリン、フェニレフリン）にエピネフリンと比較された薬剤はない。

a. Epinephrine

CPR 中の Epinephrine 使用により冠動脈環流圧（coronary perfusion pressure）が上昇し、脳血流も改善する。エピネフリンは IV または IO で 1mg を 3 分から 5 分おきに投与する。

IV または IO が無理なら気管内に 2、5ml から 10ml の蒸留水か生食に溶かして投与してもよい。

b. Vasopressin

バソプレッシンとエピネフリンとの効果の差はない。

バソプレッシン（ピトレシン）40 単位はエピネフリン 1、2mg の代用になる。

9 . 心停止での薬剤（抗不整脈剤）、Precordial thump など

a. Amiodarone

アミオダロンは、抗不整脈剤でプラセボやリドカインと比し、短期生存率、入院率を上昇させる。

Vf や pulseless VT で、CPR、除細動、vasopressor に反応しないときアミオダロンの使用を考える。

パラメディックが、アミオダロン 300mg または 5mg/kg 投与することにより入院率が上昇した。

除脈や低血圧が起こることがある。

初回量 300mg、続いて 150mg を IV か IO で投与する。

b. Lidocaine

アミオダロンが無い場合、リドカイン投与を考えてもよい。しかしエビデンスは限られる。Vf と pulseless VT に対して初期量 1、追加量は 0.5 から 0.75mg/kg を IV する。

c. Magnesium Sulfate

Magnesium sulfate は torsades de pointes を停止させるに有効である。QT が正常の時の Vf や VT には magnesium sulfate は無効である。1 から 2 g を 5% ブドウ糖 10ml に溶かして投与する。

d. Atropine

PEA や Asystole で atropine の使用に利益はない。

e. 重曹 (sodium bicarbonate)

心停止時での重曹のルーチンの使用は勧められない。ただ、もともと代謝性アシドーシス、高カリウム血症、三環系抗うつ剤中毒などがあるときは重曹も有用である。

f. Precordial thump

Vf や VT が precordial thump で停止したという報告もあるが、VT が加速したり VT が Vf になったり完全房室ブロックや asystole になったりすることもある。除細動が即座に手に入らなければやってもよいが、目撃のある心停止の場合のエビデンスは不十分である。CPR やショックが遅れるようではいけない。

10 . 心停止後のケア (Post-Cardiac Arrest Care)

心停止後ケアの目標は

- ・生存と神経的回復の為、体温をコントロールする。
- ・急性冠動脈症候群を発見、治療する。
- ・肺損傷を最小限とするよう換気の調節
- ・MOF のリスクを最小限とする。

- ・回復、予後の評価
- ・必要ならリハビリ

a. Overview of Post-Cardiac Arrest Care

心停止後ケアは ACLS の中でも極めて重要 (critical) な部分である。

心停止後の死亡のほとんどは 24 時間以内で起こる。

病院の心停止患者数と生存予後の間には正の相関がある。

蘇生初期に使用された supraglottic airway(ラリンジアルマスク、コンビチューブ)は気管挿管への変更が必要だろうがそのタイミングについてはわかっていない。

首周囲のカラーなどは脳からの静脈リターンを阻害するのではなく。

また頭部を 30 度挙上するとよい。これにより脳浮腫、誤嚥、VAP が減る。

気管挿管チューブの位置は capnography でモニターする。

酸素化は pulse oxymetry でモニターする。

酸素は中毒を減らすため飽和度が 94%を保つ最低量とする。

過換気は、胸腔内圧を上げ心拍出量が減るので避ける。過換気による二酸化炭素減少は脳血流量を減らす。

心電図モニターは、ROSC 後も、搬送中も、ICU を通して行う。

もし骨髄内輸液がされているようなら IV ラインに変える。

低血圧 (収縮期 90 未満) なら bolus の輸液を行う。

低体温療法は神経学的回復を改善する唯一の方法であり、ROSC 後、言語指示に従えないような患者では考慮すべきである。患者は低体温療法ができ、PCI も可能な施設へ転送する。

低体温療法と PCI の併用は安全であり昏睡患者で良好なアウトカムが報告されている。

神経学的予後は低体温療法をやっている患者でなくても最初の 72 時間は判定が難しい。低体温にすればこの 72 時間を延長できる。

心停止後昏睡となっている多くの患者が低体温療法により完全回復する。

院外心停止で生き残った昏睡患者の 20%から 50%は低体温療法により 1 年後良好な神経学的回復をしている。

重要なのは心停止を起こした原因の検索である。

「the H's and T's」を想起して検索行う。

a. 低体温療法 (Hypothermia)

ROSC 後、昏睡状態である患者に対し低体温療法は有用である。

ROSC 後、数分から数時間で患者を 12 時間から 24 時間、32 度から 34 度に冷却させる。冷却時間は最低 12 時間、できれば 24 時間以上がよいかもしれない。

たいていの研究では 24 時間行われた。それ以上の冷却の善し悪しはわかっていない。新生児では 72 時間低体温療法しても安全であった。

冷却には、血管内カテによるフィードバックコントロールや表面冷却装置が必要である。クーリングブランケットや氷嚢冷却なら簡単かつ効果的であるが、労力が要るし密接なモニターが必要である。

同時に氷で冷却した生食を輸液してもよい。生食かリンゲルを 500ml から 30ml/kg 注入する。

食道体温計で コア体温を測定する。膀胱内カテや肺動脈カテで体温を計っても良い。腋下体温や口腔内体温、鼓膜体温は不正確である。

無尿患者では膀胱内体温はあてにならないし直腸温も不正確である。

低体温は肺炎や敗血症のリスクが上昇するので注意が必要である。

また血液凝固を阻害する。

まとめると、院外心停止患者で Vf で ROSC 後、昏睡となった患者は、12 時間から 24 時間、32 度から 34 度の低体温療法を行うことを推奨する。

低体温導入時、筋弛緩剤を使用することがある。震え (shivering) も抑えられる。

もし心停止後の昏睡患者がたまたま低体温なら積極的な rewarming は避ける。

心停止の最も多い原因は、心血管疾患、ACS であり即座に 12 誘導心電図を取って ST 上昇や新たな左脚ブロックがないか確認する。

b. 高体温 (Hyperthermia)

蘇生後の高体温は脳の回復を阻害する。

37.6 度以上の発熱と poor survival は相関する。

低体温療法後発熱することがある。

c. 心停止後の呼吸器ケア

心停止後の肺浮腫はよく見られる。

PaO₂/FiO₂ 比 300 以下を ALI (acute lung injury) という。200 以下を ARDS という。胸部 X 線、血ガスをとる。挿管チューブの位置が悪ければ直し、肋骨骨折、気胸、胸水、肺炎などがいないか確認する。

心停止直後の至適 FiO₂ はよく分かっていないが、酸素中毒を避けるため飽和度 94% から 96% にすべきだろう。

酸素飽和度 100% は PaO₂ が 80 から 500mmHg の間に相当する。

飽和度が 94% を保つ最小限の FiO₂ とする。

心停止後、患者はひどい代謝性アシドーシスを起こしていることがある。

過換気で PH を正常化したくなるものだが、血液環流が充分なら

アシドーシスは自然に回復するものである。

過換気すると脳血流が低下する。

PaCO₂ が 1mmHg 低下すると脳血流は 2.5% 低下する。

ARDS の場合、過去 10 年で低換気/ARDS では一回換気量 (TV) を 6 から 8ml/kg、吸気プラトー圧 30cm 水柱以下にするとよい。

一回換気量を減らすと atelectasis が起こりやすくなるが PEEP を増やすことなどで対応する。

CO₂ の増加は許容できる (permissive hypercapnea)。

d. 心臓血管系のケア

心停止の原因として急性冠動脈症候群は多い。ROSC 後、出来る限り早く

12 誘導心電図と心マーカーを取り ST 上昇を確認する。

昏睡状態であろうと低体温療法を行ってしようと通常の ACS と同様に緊急冠動脈造影、PCI を行う。AMI による心停止では、低体温療法と PCI は安全に併用できる。

e. 高血糖のケア

心停止後の至適血糖値はわからないが、144 から 180 位が妥当だろう。

80 から 110 にコントロールするのは低血糖の危険があるのでやめたほうがよい。

f. 中枢神経系のケア

痙攣が起こる場合は、thiopental や diazepam、magnesium などを用いるが、心停止後の予後を改善するのかわからない。

心停止後の ROSC24 時間以降、SSEP (somatosensory evoked potential) は低体温療法を行っていない場合、予後予測に最も役立つ。

神経所見では、心停止後 72 時間で、低体温療法を行っていない場合、瞳孔反射と角膜反射が陰性であることは予後不良判定の信頼すべきサインである。それに次いで、心停止後 24 時間での人形の目反射 (vestibulo-ocular reflex) と、72 時間以後で、GCS が 5 点未満であることも予後不良判定に役立つ。ミオクローヌスの存在は、予後不良判定には勧められない。

脳波で、generalized suppression、generalized epileptic activity に伴う burst suppression pattern、flat な背景の中での diffuse periodic complexes も予後不良である。

心停止後 24 時間で、低体温療法を受けていない場合、正中神経刺激 SSEP による N20 cortical response が両側で消失しているのは予後不良である。