

# 第1章

## 一次救命処置

*BLS; Basic Life Support*

### ■BLS 作業部会共同座長

谷川 攻一 広島大学大学院医歯薬学総合研究科救急医学教授  
中川 隆 愛知医科大学高度救命救急センター教授

### ■BLS 作業部会委員

石川 雅巳 呉共済病院麻酔・救急集中治療部救急診療科部長  
竹内 昭憲 愛知医科大学高度救命救急センター准教授  
田勢長一郎 福島県立医科大学救急医療学講座教授  
野田英一郎 九州大学病院救命救急センター診療講師  
間瀬 則文 岐阜県立多治見病院救命救急センター長・麻酔科部長  
若松 弘也 山口大学医学部附属病院集中治療部講師

### ■編集委員

太田 邦雄 金沢大学医薬保健研究域小児科准教授  
坂本 哲也 帝京大学医学部救急医学講座教授  
清水 直樹 東京都立小児総合医療センター救命・集中治療部集中治療科医長  
野々木 宏 国立循環器病研究センター心臓血管内科部門長  
畑中 哲生 救急振興財団救急救命九州研修所教授

### ■共同議長

岡田 和夫 日本蘇生協議会会長・アジア蘇生協議会会長  
丸川征四郎 医療法人医誠会病院院長

## ■1 はじめに

心停止や窒息という生命の危機的状況に陥った傷病者や、これらが切迫している傷病者を救命し、社会復帰に導くためには、「救命の連鎖」が必要となる。救命の連鎖は、

1. 心停止の予防
2. 心停止の早期認識と通報
3. 一次救命処置 (CPR と AED)
4. 二次救命処置と心拍再開後の集中治療

の4つの要素によって構成されている。

心停止の予防は、心停止や呼吸停止となる可能性のある傷病を未然に防ぐことである。例えば、小児では交通事故、窒息や溺水などによる不慮の事故を防ぐことが重要となり、成人では急性冠症候群や脳卒中発症時の初期症状の気づきが重要であり、それによって心停止に至る前に医療機関で治療を開始することが可能になる。

早期認識は、突然倒れた人や、反応のない人をみたら、ただちに心停止を疑うことで始まる。心停止の可能性を認識したら、大声で叫んで応援を呼び、救急通報 (119 番通報) を行って、自動体外式除細動器 (automated external defibrillator : AED) と蘇生器材を持った専門家や救急隊が少しでも早く到着するように努める。

一次救命処置 (basic life support : BLS) は、呼吸と循環をサポートする一連の処置である。BLS には胸骨圧迫と人工呼吸による心肺蘇生 (cardiopulmonary resuscitation : CPR) と AED が含まれ、誰もがすぐに行える処置であるが、心停止患者の社会復帰においては大きな役割を果たす。

二次救命処置 (advanced life support : ALS) は、BLS のみでは心拍が再開しない傷病者に対して、薬剤や医療機器を用いて行うものである。心拍再開後は、必要に応じて専門の医療機関で集中治療を行うことで社会復帰の可能性を高めることができる。

すでに 2005 CoSTR 以前に、迅速な救急通報、迅速な CPR の開始と電氣的除細動による一次救命処置は気管挿管や薬剤投与などの二次救命処置と比較して、院外心停止傷病者の社会復帰により大きな影響をもつということが報告されていた<sup>1</sup>。その後の調査により、市民救助者が行う CPR においては人工呼吸に伴う胸骨圧迫の中断が無視できないことが指摘され、胸骨圧迫の重要性が強調されるようになった<sup>2</sup>。2010 CoSTR ではこのコンセプトが引き継がれたが、本ガイドラインではより迅速な胸骨圧迫を開始することができるように、心停止と判断された場合には胸骨圧迫から CPR を開始することが推奨されている。

今回の BLS ガイドラインは、さまざまな背景をもつ市民が、あらゆる年齢層の傷病者へ対応する場合を想定して作成された共通のアプローチである。したがって、成人だけでなく小児を含む心肺危機に陥った傷病者を対象とした共通のアルゴリズムが採用されている。通報と CPR 開始のタイミング (phone first)、CPR の開始手順および胸骨圧迫と人工呼吸の比などを統一することにより、すべての救助者による CPR の実行性を高めることが期待される。

一方、保育士や教員、小児の保護者など日常的に小児に接している者が行う BLS については「第3章 小児の蘇生：5 小児の一次救命処置」に、病院・救急車内など医療環境の整った中で日常業務を行う者が行う BLS については「成人の二次救命処置 (ALS)」および「第3章 小児の蘇生：5 小児の一次救命処置」に記載した。また、CPR 教育、救急医療システムに関する項目は「第7章 普及・教育のための方策」に記載した。

今回改訂された BLS のもっとも重要なポイントを示す。

- ・訓練を受けていない救助者は、119 番通報をして通信指令員の指示を仰ぐべきである。一方、通信指令員は訓練を受けていない救助者に対して電話で胸骨圧迫のみの CPR を指導するべきである。
- ・救助者は、反応がみられず、呼吸をしていない、あるいは死戦期呼吸のある傷病者に対してはただちに CPR を開始するべきである。死戦期呼吸とは心停止を示唆する異常な呼吸である。死戦期呼吸を認める場合も CPR の開始を遅らせるべきではない。
- ・心停止と判断した場合、救助者は気道確保や人工呼吸より先に胸骨圧迫から CPR を開始する。
- ・すべての救助者は、訓練の有無にかかわらず、心停止の傷病者に対して胸骨圧迫を実施するべきである。
- ・質の高い胸骨圧迫を行うことの重要性がさらに強調された。救助者は少なくとも 5cm の深さで、1 分間あたり少なくとも 100 回のテンポで胸骨圧迫を行い、胸骨圧迫解除時には完全に胸郭を元に戻す。胸骨圧迫の中断を最小にするべきである。
- ・訓練を受けた救助者は、胸骨圧迫と人工呼吸を 30 : 2 の比で行うことが推奨される。

## ■2 BLS のアルゴリズム

### 1. 反応の確認と救急通報 [ボックス 1]

誰かが倒れるのを目撃した、あるいは倒れている傷病者を発見したときの手順（通報と CPR 開始の優先順位）として、以下のように対応する。

- ・周囲の安全を確認する。
- ・次に、肩を軽くたたきながら大声で呼びかけても何らかの応答や仕草がなければ「反応なし」とみなす。
- ・反応がなければその場で大声で叫んで周囲の注意を喚起する。
- ・周囲の者に救急通報（119 番通報）と AED の手配（近くにある場合）を依頼する。119 番通報を受けた通信指令員は救助者との通話の間も通報内容から心停止を疑った時点でただちに救急車の手配を行うことになっている。
- ・119 番通報をした救助者は、通信指令員から CPR の助言を受けることができる。

#### 1) 心停止の判断 [ボックス 2、3]

傷病者に反応がなく、呼吸がないか異常な呼吸（死戦期呼吸：gaspings）が認められる場合は心停止と判断する。CPR の適応と判断し、ただちに CPR を開始するべきである。

市民救助者が呼吸の有無を確認するときには気道確保を行う必要はない。その代わりに胸と腹部の動きの観察に集中する。ただし、呼吸の確認に 10 秒以上かけないようにする。死戦期呼吸は心停止のサインであり「呼吸なし」と同じ扱いである。死戦期呼吸とは、しゃくりあげるような不規則な呼吸であり、心停止直後の傷病者ではしばしば認められる。なお、医療従事者や救急隊員などは呼吸の確認時に気道確保を行う。

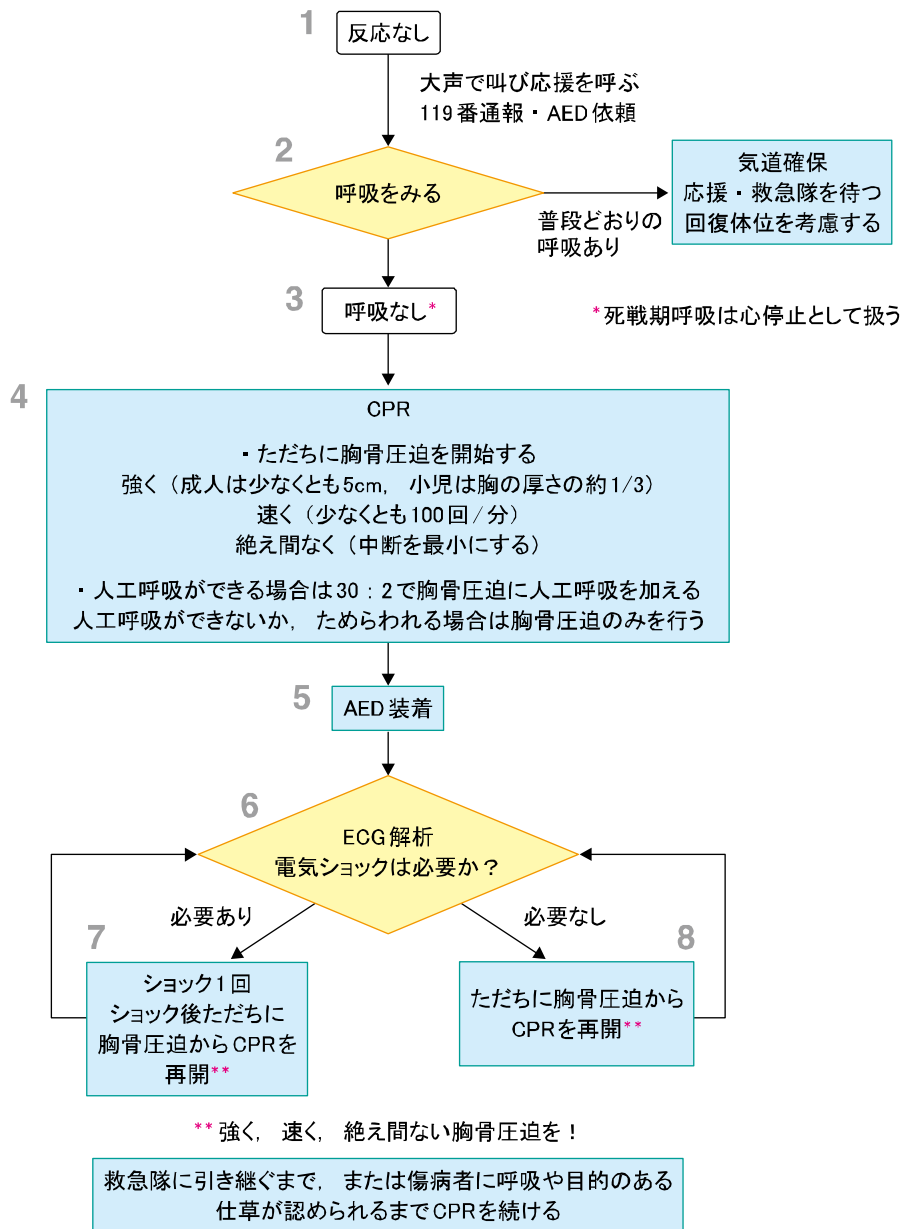


図1 市民におけるBLSアルゴリズム

市民救助者は心停止確認のために脈拍の触知を行うべきでない。医療従事者であってもCPRに熟練していない救助者は同様の対応でよい。一方、熟練救助者は患者の呼吸を観察しながら、同時に頸動脈の脈拍を確認してもよい。ただし、脈拍の有無に自信がもてないときは呼吸の確認に専念し、呼吸がないと判断した場合にはすみやかにCPRを開始する。脈拍の確認のために迅速なCPRの開始を遅らせてはならない。

傷病者に普段どおりの呼吸を認めるときは、気道確保を行い、応援、救急隊の到着を待つ。この間、傷病者の呼吸状態を継続観察し、呼吸が認められなくなった場合にはただちにCPRを開始する。応援を求めるときやむを得ず現場を離れるときには、傷病者を回復体位に保つ。

まれに傷病者に呼吸はないが脈拍を認める場合がある。このような場合には熟練救助者は気道確保し人工呼吸を行うが、頻回の脈拍確認を行い、心停止となった場合に胸骨圧迫の開

始が遅れないようにする。

## 2. CPR の開始と胸骨圧迫 [ボックス 4]

すべての救助者は、訓練されていてもそうでなくても、心停止の傷病者に胸骨圧迫を実施するべきである。以下のような質の高い胸骨圧迫を行うことが重要である。

- (1) 成人においては少なくとも 5cm 強く押す。小児・乳児では胸郭前後径の約 1/3 を押す。
- (2) 1 分間あたり少なくとも 100 回のテンポで行う。
- (3) 胸骨圧迫の中断を最小にする。

### 1) CPR の開始手順

CPR の開始手順としては胸骨圧迫から開始する。

### 2) 胸骨圧迫の実施

傷病者を仰臥位に寝かせて、救助者は傷病者の胸の横にひざまずく。可能ならば硬いものの上で CPR を行う。脱気できるマットレスであれば CPR 中は脱気するべきである。背板を使用する場合、救助者は胸骨圧迫の開始の遅れや胸骨圧迫の中断を最小にすべきで、背板を敷くときにカテーテルやチューブが外れないように注意する。

### 3) 胸骨圧迫部位の決定

胸骨圧迫部位は胸骨の下半分とする。その目安としては「胸の真ん中」とする。乳頭間線を胸骨圧迫の指標とする方法は信頼性に欠ける。

### 4) 胸骨圧迫の深さ

成人心停止傷病者では胸が少なくとも 5cm 沈むように圧迫すべきである。小児・乳児では、胸郭前後径の約 1/3 を圧迫する。子どもに対する胸骨圧迫は、片手で行っても両手で行ってもよい。

### 5) 胸骨圧迫解除時の除圧

毎回の胸骨圧迫の後で完全に胸壁が元の位置に戻るよう圧迫を解除する。ただし、胸骨圧迫が浅くならないよう注意すべきである。

### 6) 胸骨圧迫のテンポ

すべての救助者は、1 分間あたり少なくとも 100 回のテンポで胸骨圧迫を行う。ただし、胸骨圧迫を中断せざるを得ない場合も、1 分間あたりの胸骨圧迫回数が最大となるようにするべきである。

## 7) 胸骨圧迫の質の確認

複数の救助者がいる場合は、救助者が互いに監視し、胸骨圧迫の部位やテンポ、深さが適切に維持されていることを確認する。また、リアルタイムに胸骨圧迫を感知しフィードバックをする装置を CPR 中に使用してもよい。

## 8) CPR 中の脈拍の確認

市民救助者は脈拍を確認するために胸骨圧迫を中断すべきでない。明らかに自己心拍再開 (ROSC) と判断できる反応 (正常な呼吸や目的のある仕草) が出現しない限り、胸骨圧迫を中断してはならない。医療従事者であっても、モニターを利用できない状況下では脈拍を確認することなく CPR を続けるべきである。ECG 上の適切なリズムが確認できるときに限って脈拍の確認をする。

## 9) 救助者の交代のタイミング

疲労による胸骨圧迫の質の低下を最小とするために、救助者が複数いる場合には、1~2分ごとを目安に胸骨圧迫の役割を交代する。胸骨圧迫のみの CPR ではより短時間で圧迫が浅くなることに留意する (Class IIb)。交代に要する時間は最小にするべきである。

## 3. 気道確保と人工呼吸 [ボックス 4]

人工呼吸ができる場合は胸骨圧迫と人工呼吸を 30 : 2 の比で行う。人工呼吸を実施する場合には気道確保を行う必要がある。

### 1) 気道確保

反応のない成人や小児に対する気道確保法としては頭部後屈あご先挙上法を用いる。訓練を受けた者は必要に応じて下顎挙上法を用いてもよい。下顎挙上法で気道確保ができなければ、さらに頭部後屈を加える。なお、下顎引き上げ法 (口腔内に母指を入れて行う下顎挙上法) は有害となり得るためにその適応決定と実施には注意が必要である。

頸椎損傷が疑われる傷病者における頭頸部の安定化は、器具を用いるのではなく、手手的に行う。

### 2) 換気量と換気回数

すべての年齢において、1回換気量の目安は人工呼吸によって傷病者の胸の上がりを確認できる程度とする。CPR 中の過換気は避けるべきである。成人に口対口人工呼吸を行う場合や、バッグ・バルブ・マスク換気 (酸素投与の有無を問わず) を行う場合は、約1秒かけて、胸が上がるように行う。小児や乳児においては、CPR 中の過換気のを避けるために年齢相応より少ない分時換気量で換気してもよい。

### 3) 感染防護具

院外における感染の危険性はきわめて低いので、感染防護具なしで人工呼吸を実施しても

よいが、可能であれば感染防護具の使用を考慮する。ただし、院内・院外を問わず、患者に危険な感染症（ヒト免疫不全ウイルス（HIV）感染症、肺結核、B型肝炎、重症急性呼吸器症候群（SARS））の疑いがある場合や血液などによる汚染がある場合は、感染防護具を使用すべきである。また、医療従事者が業務として CPR を行う場合は標準予防策を講じるべきである。

#### (1) バッグ・バルブ・マスク

熟練救助者が2人以上いる場合はバッグ・バルブ・マスク（BVM）を用いた人工呼吸を行ってもよい。両手でマスクを保持したほうが、顔面との密着をより確実にすることができる。

## 4. CPR 中の胸骨圧迫と人工呼吸

### 1) CPR 中の胸骨圧迫と人工呼吸の比

胸骨圧迫と人工呼吸の比は 30 : 2 とする。小児・乳児に対する CPR においても胸骨圧迫 : 人工呼吸比は 30 : 2 でよい。ただし、熟練救助者が2人以上で小児・乳児に対して CPR を行う場合は、胸骨圧迫 : 人工呼吸比を 15 : 2 とする。気管挿管などの高度な気道確保が行われている場合は、人工呼吸中も中断することなく胸骨圧迫を実施する。

### 2) CPR 中の胸骨圧迫の中断

CPR 中の胸骨圧迫の中断は最小にすべきである。人工呼吸を行うとき、ECG や脈拍を評価するとき、電気ショックを実施するとき等に胸骨圧迫を中断するのはやむを得ないが、これらの場合でも胸骨圧迫の中断は最小にすべきである。

### 3) 胸骨圧迫のみの CPR

訓練を受けていない市民救助者は、胸骨圧迫のみの CPR を行うべきである。訓練を受けた市民救助者であっても、気道を確保し人工呼吸をする意思または技術をもたない場合には、胸骨圧迫のみの CPR を実施する。

なお、窒息、溺水、気道閉塞、目撃がない心停止、遷延する心停止状態、あるいは小児の心停止では人工呼吸を組み合わせた CPR を実施することが望ましい。

## 5. AED [ボックス5]

CPR を開始し、AED が到着したら、すみやかに装着する。AED には蓋を開けると自動的に電源が入るタイプと救助者が電源ボタンを押す必要のあるタイプとがある。後者では電源ボタンを最初に押す。

### 1) パッドの貼付位置

右前胸部と左側胸部にパッドを装着する。容認できる他の貼付位置としては、前胸部と背面、心尖部と背面である。乳房の大きい傷病者では左のパッドを側胸部か左の乳房の下に装着して乳房組織を避ける。胸毛が濃い場合には、パッドを貼付する前に除毛することを考慮

すべきであるが、それによる電気ショックの遅れは最小にすべきである。未就学の小児に対しては、小児用パッドを用いる。小児用パッドがないなどやむを得ない場合、成人用パッドで代用する。成人に対して小児用パッドを用いてはならない。

## 2) 電気ショックと胸骨圧迫の再開 [ボックス7]

AED によるリズム解析が開始されたら、傷病者に触れないようにする。AED の音声メッセージに従って、ショックボタンを押し電気ショックを行う。電気ショック後は脈の確認やリズムの解析を行うことなく、すぐに胸骨圧迫を再開する。

## 3) 特別な状況：植込み型除細動器（ICD）・ペースメーカー

前胸部に ICD やペースメーカーを植込まれている傷病者に対する電気ショックでは、ICD やペースメーカー本体の膨らみ部分を避けてパッドを貼付し、すみやかにショックを実施する。パッドは膨らみから 8cm 以上離すことが理想的とする報告があるが、このために貼付に手間取ってショックの実施を遅らせてはならない。

### (1) 前胸部叩打

前胸部叩打は、ECG モニタリング下の患者の不安定な心室頻拍（VT）で、すぐに除細動器が使用できない場合には考慮してもよい。前胸部叩打は目撃のない病院外心停止患者に対して用いるべきではない。

## 6. 一次救命処置の継続

CPR は、患者に十分な循環が回復する、あるいは、救急隊など、二次救命処置を行うことができる救助者に引き継ぐまで続ける。AED がある場合には、AED の音声ガイドに従って ECG 解析、必要なら電気ショックを行う。電気ショックを行ったらただちに胸骨圧迫から CPR を再開する。

## 7. 気道異物による窒息

意識のある成人や1歳以上の小児の気道異物による窒息では、応援と救急通報依頼を行った後に、背部叩打、腹部突き上げ、胸部突き上げなどを用いて異物除去を試みる。これらの一連の手技は閉塞が解除されるまですばやく反復実施されるべきである。乳児では、有効な強い咳ができずいまだ反応のある場合には、頭部を下げて、背部叩打と胸部突き上げを行う。

気道異物による窒息により反応がなくなった場合には、ただちに CPR を開始するべきである。市民救助者においては、通常的心停止傷病者への対応と同様に胸骨圧迫から CPR を開始する。熟練者においては、人工呼吸から CPR を開始する。なお、意識のない窒息の傷病者では、口腔内に視認できる固形物は指でつまみ出してもよい。



## ■3 背景となる考え方

### 1. 反応の確認と救急通報

#### 1) 通信指令員による心停止判断と口頭指導

市民救助者から救急通報を受けた通信指令員による傷病者状況の判断に関する研究 (LOE D3<sup>3</sup>) では、通信指令員が傷病者の意識がないことと呼吸の質 (正常か正常でないか) を市民救助者からの情報により評価するためのプロトコルを導入する前と後とで比較したところ、心停止の認知率は 15% から 50% に有意に増加した。心停止を認識するための同様のプロトコルを用いた多くの研究 (LOE D4<sup>4-13</sup>) では、感度は 70% 台 (38<sup>9</sup>~97%<sup>13</sup>) で、特異度は 95<sup>8</sup>~99%<sup>10</sup> であった。

あるケースコントロール研究 (LOE D3<sup>14</sup>) やプロトコル導入前後を比較した研究 (LOE D3<sup>15</sup>)、そして 4 件の観察研究 (LOE D4<sup>16-19</sup>) では、心停止認識のために死戦期呼吸や異常な呼吸を識別することが通信指令員にとって大きな障壁となっていた。口頭指導プロトコルの導入前後を比較した臨床研究 (LOE D3<sup>20, 21</sup>) は、通信指令員に対する教育や救助者に傷病者の呼吸数を数えさせることによって異常な呼吸の認知精度が改善したことを報告している。また、通報者自らが提供する傷病者の呼吸の様子や顔色などの情報、そして“死んでいるみたい”といった表現は、通信指令員が心停止を認知する補助になる可能性がある (LOE D3<sup>14, 20, 21</sup>)。

傷病者状況の把握が困難な事案においては、傷病者の活動レベルを質問する (立っている、座っている、動いている、話している) ことが心停止状態でないことを識別する補助になっていた (LOE D4<sup>22</sup>)。また、痙攣の既往がないことを確認することは、痙攣状態にある傷病者の中から心停止を識別する可能性を増した (LOE D4<sup>19, 23</sup>)。別のケースコントロール研究 (LOE D3<sup>24</sup>) は、通報内容が痙攣発作であっても、呼吸の規則性について質問することで、実際には心停止である傷病者を見分ける助けになるかもしれないと述べている。

通信指令員が心停止状態を識別するさいには、傷病者の意識がないことと呼吸の質 (正常か異常か) について質問するべきである (Class I)。刺激に対する傷病者の反応がなく、通報者が呼吸は正常でないとして報告する場合に、傷病者が心停止であるとみなすことは理にかなっている (Class II a)。通信指令員は心停止を識別するために異常な呼吸の聞き出し方に習熟しておくことが望まれる (Class I)。通報者の自発的な発言に注意深く着目し、痙攣について焦点を絞った質問をすることにより、心停止を正しく見分けることができる可能性がある。3 件の研究 (LOE 2<sup>12, 14, 25</sup>) は、通信指令員による口頭指導は突然の心停止患者の生存率を改善する可能性を示唆している。ある RCT (LOE 1<sup>26</sup>) では、通信指令員による胸骨圧迫のみの口頭指導によって、胸骨圧迫と人工呼吸を指導した場合と同等以上の生存退院率が得られた。他のシミュレーション研究 (LOE 5<sup>27-31</sup>) では、単純化された胸骨圧迫のみの CPR の口頭指導は、人工呼吸という技術的・心理的な障壁を取り除くことにより、良質のバイスタンダー-CPR の実施を可能にした。

携帯電話による映像を用いて視覚的に CPR を指導することについては、通信指令員が救助者の状況に応じた指導を行いやすくなる<sup>32</sup>、胸骨圧迫の開始が遅れるが圧迫の深さやテンポなどの質は改善し、リアルタイムのフィードバックができる<sup>33</sup>とする報告がある。一方、気道確保や人工呼吸に関してはうまくできるようになるが、気道確保や最初の人工呼吸までに

より長く時間を要する<sup>34</sup>、あるいは手を置く位置やテンポはより正確になるが、圧迫の深さや換気量に関しては画像を用いない群と差がない<sup>35</sup>など、決定的な有用性を示せない報告もある。

突然の心停止が疑われる場合、通信指令員は訓練されていない救助者に対して、胸骨圧迫のみの口頭指導を遅滞なく行うべきである (Class I)。通信指令員が窒息による心停止を疑う場合には、訓練を受けた救助者に対して人工呼吸と引き続いて胸骨圧迫の指導を行うことは理にかなっている (Class IIa)。病院前救護体制の質の向上には、通信指令員による心停止の識別と CPR 指導の精度と迅速さを評価し、事後検証することが推奨される (Class IIa)。

## 2) 心停止の判断

### (1) 初期評価時の気道確保

呼吸は傷病者の胸と腹部の動きを見て評価する。従来、救助者は頭部後屈あご先挙上法を行い気道の開通を確保した上で、傷病者の顔に覆いかぶさるようにして自分の耳を患者の口元に近づけ、胸の動きを見ながら、「見て、聞いて、感じて」呼吸を観察していた。しかし、市民にとって観察手技の簡略化は、迅速な CPR の開始と CPR の実施割合向上につながる可能性があるため、本ガイドラインでは、市民による呼吸の評価は頭部後屈あご先挙上法を行わず、胸と腹部の動きの観察のみとした。

意識のない傷病者で正常の呼吸が存在する場合においては気道確保が重要となる。したがって、胸骨圧迫のみの CPR など簡略化された講習などにおいても、呼吸のある傷病者を想定して気道確保の指導を合わせて行うことは合理的である。

自発呼吸のある傷病者の回復体位については、下側の四肢に荷重がかかり血管や神経がまれに圧迫されることが健常者を対象とした研究で示されている<sup>36, 37</sup>。しかしこれらの危険性を考慮しても、体位変換は決して難しいことではなく、回復体位によって得られる利点は大きい<sup>38, 39</sup>。とくに応援を求めためやむを得ず現場を離れるときには、回復体位に保つことが望ましい (Class IIb)。

### (2) 呼吸の評価

心停止をすばやく判断することは迅速な CPR を開始するための重要な鍵である。心原性の心停止後には死戦期呼吸が高頻度にみられるが (LOE 4<sup>15-17, 40</sup>)、市民はこれを「呼吸をしている」と誤った判断をし、心停止を見逃すことが多い。いくつかの研究では市民が呼吸評価の手技を習得するのは容易ではなく、死戦期呼吸を認識できないことがしばしば生じていた (LOE 5<sup>41-44</sup>)。市民救助者は「正常な (普段どおりの) 呼吸」がない限り、常に心停止の可能性を考慮することが重要である。

### (3) 脈拍の確認

脈拍の有無を確認することによって心停止を判断する方法は信頼性に欠けるため、2005年の日本版救急蘇生ガイドライン、AHA ガイドラインそして ERC ガイドラインでは市民が行う CPR において脈拍の確認を推奨していない。医療従事者に対しても、その重要性は低下し、医療従事者が脈拍の確認を行う場合も、10 秒以上をかけるべきでないとされた。

脈拍を確認することの正確性を実際の心停止患者において評価した研究はない。マネキン

を用いた研究など9件の研究は、市民救助者、医療従事者のいずれにおいても、脈拍の確認手技の習得とその維持が難しいということを示している (LOE 5<sup>41, 42, 45-51</sup>)。これに対して、3件の研究は医療従事者が脈拍を確認する能力を有していることを報告している。そのうち2件は救助者の耳を乳児の胸に直接当てて心音を確認する方法、もう1件の研究は歯科学生が健康ボランティアにおいて頸動脈の脈拍を確認できることを報告した (LOE 5<sup>52, 53</sup>)。熟練救助者が脈拍と呼吸を同時に確認する方法により診断の精度が向上したと報告している (LOE 5<sup>54</sup>)。

無拍動性体外式膜型人工肺中の乳児と小児を対象として行われた RCT (LOE 5<sup>51, 55</sup>) では、三次小児医療機関の医師や看護師でさえ、多くの場合に脈拍の状態を正確に評価できておらず、また、その確認にはしばしば10秒以上を要していた。これらの小児研究では、医療従事者は触診により正確に脈拍を検出することができたのは80%の事例にとどまっていた。脈がないのに誤って脈があると判断したのは14~24%であり、脈があるのに脈拍を検出できなかったのが21~36%に及んでいた。この研究では脈拍のない小児が含まれていたとはいえ、すべての小児では循環が維持されており (すなわち誰も心停止ではなかった)、脈のない心停止のときに現れる典型的な徴候 (毛細血管再充満時間の延長、チアノーゼ) は認められなかった。

#### (4) 循環のサイン

過去には、体動などの循環のサインを心停止の判断基準としたこともあったが、心停止と判断するための方法の感度や特異度を検討した研究はなかった。ある研究によれば、通信指令員による口頭指導が、通報者の「生命のサイン」という表現により妨害された (LOE 4<sup>4</sup>)。脈拍の触知は心停止かどうかの唯一の指標としては信頼性に欠ける。死戦期呼吸は心停止中にはよくみられるが、正常呼吸と考えるてはならない。

#### (5) 心停止の原因判断

市民救助者に推奨できる、心原性心停止と非心原性心停止を見分ける信頼に足る方法についてのデータは十分ではない。明らかな外因性の心停止 (銃創、溺水) を除き、医療従事者は ECG モニターによるリズム解析や AED その他の診断的検査を心停止の原因を明らかにするために用いるべきである。

突然の心原性心停止と溺水、急性気道閉塞による心停止を鑑別することが可能かどうかについては、以下のような研究報告がある。1件の研究 (LOE 2<sup>56</sup>) では、心停止は、36歳以上の傷病者では心原性であることが多く、35歳以下では非心原性によるものが多い。他の2件の研究では (LOE 3<sup>57, 58</sup>)、診断に有用な年齢のカットオフ値を示すことはできなかった。19歳以下の心停止の83%が非心原性であることを示した研究 (LOE 2<sup>59</sup>) もある。1件の前向き研究 (LOE 2<sup>60</sup>) と他の後ろ向き研究 (LOE 3<sup>61</sup>) によれば、医療従事者による心停止の原因同定は不正確であり、非心原性心停止、とくに失血による心停止の原因を誤って心原性とする可能性がある。

### ▲Knowledge gaps (今後の課題)

- ・心停止を正確に判断できるために、何らかの高度な技術を導入することによって、院外における心停止を確実に判断できるようになるか

- ・心停止判定の精度を高めるために、どのような判断基準を取り入れるとよいか
- ・心停止傷病者に対して医療従事者が行う脈拍確認の精度について、今後どう考えるべきか
- ・心停止の判断までの所要時間と転帰に関連はあるか
- ・心停止判断のための呼吸観察で気道確保を行うことが呼吸停止の判断にどのような影響を与えるか

## 2. CPR の開始と胸骨圧迫

### 1) CPR の開始手順

CPR を人工呼吸から始めるか、あるいは胸骨圧迫から始めるかの2つの選択肢がある。胸骨圧迫はできるだけ早く行う必要があるため、最初に人工呼吸を行うことが疑問視されている。2005年版のAHAのガイドラインおよび日本版救急蘇生ガイドラインでは、最初に気道確保と2回の人工呼吸を行ってから胸骨圧迫を施行することが推奨された。一方、2005年版のERCガイドラインでは、胸骨圧迫からCPRを開始することが推奨された。これは明確なエビデンスというよりは専門家によるコンセンサスに基づいた推奨であった。

成人に対するマネキンを用いた研究 (LOE 5<sup>62</sup>) で、2回の人工呼吸で始めるよりも30回の胸骨圧迫から始めたほうが、最初の胸骨圧迫の遅れが短いことが示されている。しかし、成人および小児のCPRにおいて、2回の人工呼吸から始めるよりも30回の胸骨圧迫から始めたほうが転帰がよいことを示す直接的なエビデンスは存在しない。

一方、バイスタンダーはさまざまな理由で口対口人工呼吸を躊躇する傾向がある。口対口人工呼吸を躊躇する一般的な理由としては、病気に対する恐れ、不安やパニック状態、人工呼吸を含むCPRに対する知識不足などである (LOE 5<sup>63, 64</sup>)。人工呼吸の複雑な手順がバイスタンダーCPRの実施率を低くしている可能性がある。救助者によるCPRの開始が遅れたり、躊躇するのを避けるためには、胸骨圧迫からCPRを開始することが合理的である (Class IIa)。もし救助者が人工呼吸を行うことができない場合は、胸骨圧迫のみを続けることが許される (Class IIb) (LOE 5<sup>63, 65</sup>)。心原性の心停止後の最初の数分間は血液中には多くの酸素が含まれていて、心拍出量の減少に伴って、心筋や脳の酸素消費は減少している。したがって、心原性心停止に対する初期の蘇生では、人工呼吸は胸骨圧迫ほど重要ではない (LOE 5<sup>63, 66, 67</sup>)。

すべての救助者はCPRを胸骨圧迫から開始するのは合理的である (Class IIa)。しかし、小児の心停止および呼吸原性の心停止 (溺水、気道閉塞など) において、熟練救助者がBVMなど人工呼吸用デバイスを持っている場合には、気道確保と人工呼吸からCPRを開始することは理にかなっている (Class IIa)。

### 2) 胸骨圧迫の実施

傷病者を仰臥位に寝かせて<sup>68</sup>、救助者は傷病者の胸の横にひざまずく<sup>69</sup>。

胸骨圧迫の効果を最大限に発揮させるために、可能ならば硬いものの上でCPRを行うべきである (Class IIa) (LOE 5<sup>70-72</sup>)。脱気できるマットレスであればCPR中は脱気すべきである (Class I) (LOE 5<sup>73</sup>)。CPR中に背板を使用することの是非に関するエビデンスは十分でない。背板を使用する場合は、胸骨圧迫の開始の遅れや胸骨圧迫の中断を最小にすべく、背板を敷くときにカテーテルやチューブが外れないように注意する。ベッド上の胸骨圧

迫はしばしば浅くなりすぎることが報告されている (LOE 4<sup>74</sup>、LOE 5<sup>70, 75-77</sup>)。なお、CPR を行うために患者をベッドから床に下ろすことの危険性と利点を検討した研究はない。

### 3) 胸骨圧迫部位の決定

成人や小児に対する胸骨圧迫部位について 2005 年の推奨 (救助者は傷病者の胸骨の下半分を圧迫すべきである) の変更を支持するような RCT は報告されていない。胸骨圧迫の部位と心臓との解剖学的関係については、経食道エコーを用いた心停止患者における研究がある (LOE 4<sup>78</sup>)。この研究では、胸骨下半分を圧迫した場合にもっとも強く圧迫を受ける領域は左室基部から大動脈根部であり、左室流出路が圧迫される可能性が示唆されたが、最適な血行動態をもたらす圧迫部位に関しては不明であった。

胸骨圧迫部位の指標の 1 つとして「胸の真ん中」が推奨されてきた。マネキンを用いた研究では胸骨圧迫部位の指標として「胸の真ん中」を用いた場合にハンズオフタイム (胸骨に救助者の手をのせていない時間) の減少を認めたが、手を置く位置の正確性が失われたことが報告された (LOE 5<sup>27</sup>)。しかし、他の 5 件のマネキンを用いた研究 (LOE 5<sup>79-82</sup>) では、「胸の真ん中」を指標とする方法を用いた場合には、肋骨弓と剣状突起により位置を決める方法に比較して、ハンズオフタイムが有意に減少し、かつ正確性の有意な減少もなかった。

圧迫部位の指標としての乳頭間線の正確性については否定的な研究がある。CT 検査を用いた研究では、乳頭間線は胸骨の下 1/3 よりも 3cm 頭側であった (LOE 5<sup>83</sup>)。一方、成人外科患者を対象とした研究では救助者の手根部が乳頭間線上に置かれた場合、圧迫位置のばらつきは著しく、約半数の例で剣状突起まであるいは剣状突起を越え、時には心窩部に及ぶこともあった (LOE 5<sup>84</sup>)。乳児で推奨される位置 (乳頭間線の 1 横指下) について 30 名の 1 歳未満の乳児を対象に乳頭間線、胸骨の長さ、剣状突起そして成人救助者の指の幅との位置関係を調べた研究では、すべての乳児において成人救助者の 2 本の指の下端が剣状突起の上や上腹部に及ぶことが示された (LOE 5<sup>85</sup>)。

胸骨圧迫部位として「胸骨下半分」を指標とすることは理にかなっている (Class IIa)。この位置を短時間に、かつ正確に見つけ出せるような方法に関する良質な研究はない。また、正確性や所要時間に関して「胸の真ん中」と乳頭間線とを直接比較した研究もない。胸骨圧迫部位の指標として「胸の真ん中」を使用することを指導するさいには、救助者の手が正しく胸骨の下半分にくるように指導者が実演を伴った指導を行うべきである (Class IIa)。

### 4) 胸骨圧迫の深さ

成人の CPR 中に測定された胸骨圧迫の深さは 2005 CoSTR で推奨された下限の 4cm をしばしば下回っていることが報告されている (LOE 4<sup>86-88</sup>)。他方で、成人の心停止に関する研究では、5cm あるいはそれ以上の胸骨圧迫により除細動成功率と ROSC 率が向上する可能性が示唆されている (LOE 4<sup>89</sup>、LOE 3<sup>90, 91</sup>、LOE 5<sup>92</sup>)。これはいくつかの動物研究と臨床研究により支持されている。ブタを使った研究 (LOE 5<sup>93-95</sup>) では、より深い胸骨圧迫は生存率を向上させることが報告され、1 件の臨床研究 (LOE 4<sup>96</sup>) においても胸にかかる力が増すにつれて圧迫時の動脈圧が増加することが示された。一方、ある動物研究 (LOE 5<sup>97</sup>) では、胸骨圧迫の深さを 4~5cm に増やした場合、冠灌流圧は 7~14mmHg に増加したが心筋血流の改善はなかった。ヒトにおいて 4cm あるいは 5cm の深さの胸骨圧迫の影響の違いについて直接に調査した

研究はない。しかしながら、これらの研究報告は成人の心停止患者に対して少なくとも 5cm 以上の胸骨圧迫の深さが求められることを示唆している。なお、推奨される圧迫の深さの上限についてのエビデンスは十分でない。

小児の身体測定値の研究 (LOE 5<sup>98-100</sup>) では、胸郭前後径の 1/3 の圧迫は胸郭内の器官に損傷を与えない可能性を示した。新生児の胸部 CT に基づく数学的モデルでは (LOE 5<sup>101</sup>)、胸郭前後径の 1/3 の胸骨圧迫の深さは、1/4 の胸骨圧迫の深さより有効であり、1/2 の胸骨圧迫の深さより安全であることを示している。

成人の研究では (LOE 5<sup>88</sup>)、胸骨圧迫がしばしば不十分であることが報告された。一方、小児の研究 (LOE 4<sup>99</sup>) は、8 歳以上の傷病者の CPR 中には、とくに救助者の交代の後に胸骨圧迫がしばしば浅くなりすぎることを示している。したがって、成人心停止傷病者では胸が少なくとも 5cm 沈むように胸骨圧迫し、小児・乳児では、胸郭前後径の約 1/3 を圧迫することが推奨される (Class IIa)。

## 5) 小児・乳児における胸骨圧迫法

小児心停止において、胸骨圧迫を片手または両手で行った場合の転帰への影響を比較した研究はない。小児のマネキンを使用した無作為交差試験からのエビデンスでは (LOE 5<sup>102</sup>)、医療従事者が両手法で行った場合、より高い胸骨圧迫の圧が発生することが示された。2 件の研究によれば (LOE 5<sup>103, 104</sup>)、小児サイズのマネキンに対して医療従事者が行う片手と両手による胸骨圧迫の比較では、救助者の疲労度に差はなかった。小児に対して胸骨圧迫を実行する場合には、片手か両手の手技のどちらを使用してもよい (Class IIa)。

乳児において 2005 CoSTR で推奨された胸郭包み込み両母指圧迫法については、今回の検討では両母指以外の他の指で胸郭を絞るように圧迫し両方向から圧を加える“胸郭包み込み法”を支持する、あるいは反対に“胸郭包み込み法”を否定するエビデンスは十分でない。乳児において“胸郭包み込み法”が他の方法と比較して、より有効か否かに関する十分なデータは存在しない。

## 6) 胸骨圧迫の解除

CPR 中の胸骨圧迫の解除が ROSC や生存退院へ与える影響について評価した臨床研究は存在しない。ある院外心停止患者を対象とした研究では、2005 年版の国際ガイドラインに基づいて熟練救助者が行う CPR 手技では、46%の頻度で不完全な胸骨圧迫解除が認められた (LOE 4<sup>105</sup>)。また、小児を対象とした研究 (LOE 4<sup>99, 106</sup>) では 23%の頻度で不完全な胸骨圧迫解除が発生しており、とくに胸骨圧迫者が交代した後に発生していた。院内の小児心停止患者で胸骨圧迫解除を電氣的に記録した研究 (LOE 4<sup>107</sup>) では、20 人の患者に対して行われた 969 回の胸骨圧迫の 50%において胸骨圧迫解除が不十分であった。

動物実験 (LOE 5<sup>108, 109</sup>) では、胸骨圧迫の解除がわずかに不完全であっても動脈圧と冠灌流圧、心拍出量、心筋血流の有意な減少が認められた。院外あるいは院内で実施された成人および小児を対象とした研究によると、胸骨圧迫の 23~50%で胸壁が元の位置に戻っていない (LOE 4<sup>99, 105-107</sup>)。CPR 中に手根部を少しだけ持ち上げて完全に胸から離れるようにすると胸郭の戻りは改善するが、この方法では次の胸骨圧迫が浅くなる可能性があるので注意すべきである (LOE 4<sup>105</sup>、LOE 5<sup>110</sup>)。胸骨圧迫後の完全な圧迫解除により静脈還流は改善す

るかもしれないが、胸骨圧迫の効果を損なうことなく胸郭の戻りを確保する最適な手法に関するエビデンスはない。したがって、毎回の胸骨圧迫の後で完全に胸壁が元の位置に戻るよう圧迫を解除したほうがよい (Class IIb) が、圧迫時に胸骨圧迫が浅くならないよう注意すべきである (Class III)。

## 7) 胸骨圧迫のテンポ

推奨された胸骨圧迫の強さで1分間に少なくとも100回の胸骨圧迫を持続すれば、至適血流が得られることが報告されている (LOE 5<sup>111</sup>)。単位時間あたり (例えば1分間) に胸骨圧迫が行われる実際の回数は、圧迫と圧迫との間隔 (1分間あたりの圧迫のテンポ) および圧迫の中断という2つの要素により決まる。院内心停止患者を対象とした研究 (LOE 4<sup>112</sup>) では1分間あたり80回以上の胸骨圧迫が行われた場合のROSC率は胸骨圧迫回数がそれ以下であった場合と比較して良好であることが示された。動物実験 (LOE 5<sup>66, 113-116</sup>) および臨床研究 (LOE 5<sup>117</sup>) では、CPR中の胸骨圧迫の中断はROSC率と生存率を減少させた。また、院外心停止傷病者を対象とした研究では、1分間あたり100~127回のテンポで胸骨圧迫を行い1分間あたり少なくとも60回の胸骨圧迫が実施された場合に生存退院率の改善が認められたが、胸骨圧迫のテンポと生存率の間には相関はなかった (LOE 4<sup>118</sup>)。この研究は、1分間あたりに実際に施行される胸骨圧迫の回数を最大限とすることが重要であることを示唆している。

すべての救助者は、1分間あたり少なくとも100回のテンポで胸骨圧迫を行うことが推奨される (Class IIa)。胸骨圧迫のテンポの推奨される上限についてのエビデンスは十分でない。ただし、胸骨圧迫を中断せざるを得ない場合も、1分間あたりの胸骨圧迫回数が最大限となるようにすべきである (Class I)。

## 8) デューティーサイクル

デューティーサイクルとは、胸骨圧迫開始から次の圧迫開始までの時間のうち実際に圧迫している時間の割合のことである。デューティーサイクルは冠動脈血流を決定する要素の1つである (デューティーサイクルが50%より大きいと冠動脈血流は減少する) (J-LOE 5<sup>119</sup>)。心停止の動物では、20%と50%のデューティーサイクルでは24時間後の神経学的転帰に有意な差はなかった (J-LOE 5<sup>120</sup>)。機械式 CPR の数学的モデルでは、デューティーサイクルを50%にした場合は、デューティーサイクルがそれ以上であった場合に比べ肺動脈、冠動脈、頸動脈の血流量が多かった (J-LOE 5<sup>121</sup>)。動物モデルで20~50%の範囲のデューティーサイクルでは、胸骨圧迫のテンポが毎分130~150回に増えると冠血流および脳血流が増加した (J-LOE 5<sup>111, 122, 123</sup>)。マネキンを用いて、救助者が漸次40回/分~100回/分にテンポを増やした研究では、デューティーサイクルは胸骨圧迫のテンポには影響されなかった (J-LOE 5<sup>124</sup>)。50%のデューティーサイクルはそれより小さいデューティーサイクルよりも練習により習得が容易である (J-LOE 5<sup>125</sup>)。

以上より、デューティーサイクルを50%とすることは合理的である。

## 9) 胸骨圧迫の質の確認

市民救助者 (LOE 4<sup>126</sup>)、病院のチーム (LOE 4<sup>86</sup>)、EMS 隊員 (LOE 4<sup>88, 127</sup>) による胸骨圧迫の回

数 (frequency)、テンポ (rate)、深さは、推奨される基準と比較すると不十分であることが報告されている。CPR 中の人工呼吸回数 (rate) が多すぎると静脈還流が妨げられ、胸骨圧迫の効果が低下する (LOE 5<sup>128</sup>)。

成人の研究 (LOE 2<sup>129, 130</sup>) と小児の研究 (LOE 2<sup>131</sup>) では、音によるガイド (メトロノームかサイレン) でフィードバックを行うと、呼気終末二酸化炭素値が改善し、胸骨圧迫の安定したテンポが得られた。胸骨圧迫の深さとテンポを測定する装置を用いて CPR 中にリアルタイムのフィードバックを行った研究 (LOE 3<sup>90, 107, 132, 133</sup>、LOE 4<sup>91, 134</sup>) によると、これらの装置は、胸骨圧迫の深さ、テンポ、胸骨圧迫解除を含む CPR の質を向上させるのに有用であった。

マネキンを用いた研究 (LOE 5<sup>70, 74</sup>) によると、胸骨圧迫が軟らかいものの上で行われた場合、加速度センサーを用いたフィードバック器具は胸骨圧迫の深さを過大評価する可能性がある。

これまでのところ、CPR のフィードバック器具を実際の心停止傷病者に用いて長期生存転帰を有意に改善した研究報告はない (LOE 3<sup>90</sup>)。

複数の救助者がいる場合は、推奨される胸骨圧迫のテンポや圧迫の深さ、人工呼吸回数が適切に維持されるように、救助者や救急隊員が互いに監視し、CPR の質を高めることが推奨される (Class IIa)。また、リアルタイムに胸骨圧迫を感知しフィードバックをする装置を CPR 中に使用してもよい (Class IIb)。

### 10) CPR 中の脈拍の確認

マネキンを用いた研究 (LOE 5<sup>48</sup>) では、EMS 隊員が胸骨圧迫を中断するための指標としての頸動脈の拍動の有無を正確に判断する能力は低かった (<50%)。院外心停止患者では、通常、除細動直後には触知可能な脈は認められない (LOE 5<sup>135, 136</sup>)。救助者が電気ショック直後に脈をチェックするという AED のアルゴリズムは有用でなく、電気ショック後の胸骨圧迫の再開を遅らせることになる (LOE 5<sup>135-137</sup>)。いくつかの研究によれば、電極パッドによる胸郭インピーダンスの測定は ROSC の指標になる可能性がある (LOE 5<sup>138-140</sup>)。

成人に関する研究 (LOE 5<sup>45, 46</sup>) と無拍動性体外式膜型人工肺中の乳児と小児を対象として行われた RCT (LOE 5<sup>51, 55</sup>) では、専門の医療従事者でさえも脈拍の有無の評価は不正確であり、脈の有無の判断には許容できない時間を要することが報告されている。

したがって、市民が一次救命処置を行う場合には、明らかに ROSC と判断できる反応 (正常な呼吸や目的のある仕草) が出現しない限り、CPR を中断してはならない (Class III) し、医療従事者であっても、モニターを利用できない状況下では脈をチェックすることなく CPR を続けるべきである (Class I)。ECG 上の適切なリズムが確認できるときに限って、脈の確認をするのが合理的である (Class IIa)。

### 11) 救助者の交代のタイミング

救助者は疲れてくると適切なテンポや深さで圧迫できなくなる恐れがある。医療従事者を対象とした研究 (LOE 5<sup>141-144</sup>) と市民における研究 (LOE 5<sup>145</sup>) では、従来の 15 : 2 の CPR を 1 分間行っただけで胸骨圧迫が浅くなっていた。しかも救助者はこのような疲労による CPR の質の低下に気づかないことが多い<sup>141, 143</sup>。一方で、市民による 30 : 2 の CPR について調べた



唯一の研究<sup>145</sup>では疲労による胸骨圧迫の質の経時的低下はみられなかった。

マネキンを用いた研究 (LOE 5<sup>146</sup>) で、熟練したパラメディックはガイドラインどおりの胸骨圧迫を 10 分間継続できたという報告もあるが、院内心停止患者についての研究 (LOE 4<sup>147</sup>) では胸骨圧迫を始めて 90~180 秒の間に胸骨圧迫が浅くなると報告している。また、医療従事者の胸骨圧迫に関する他の多くの研究 (LOE 5<sup>141, 142, 144, 148</sup>) では、経時的に胸骨圧迫が浅くなった。これらの報告は、救助者がおおよそ 1~2 分ごとに胸骨圧迫を交代することは救助者の疲労による胸骨圧迫の質 (とくに圧迫の深さ) の悪化を防ぐために合理的であることを示唆している。動物実験 (LOE 5<sup>66, 113-116</sup>) と臨床研究 (LOE 5<sup>117</sup>) では、CPR 中の胸骨圧迫の中断は ROSC 率と生存率を低下させた。

胸骨圧迫のみの CPR の場合、15 : 2 と比較しても (LOE 5<sup>149</sup>)、30 : 2 と比較しても (LOE 4<sup>147</sup>、LOE 5<sup>150</sup>)、胸骨圧迫の質の低下はより早く出現し、圧迫開始後 1 分<sup>149, 150</sup>~90 秒<sup>147</sup>ですでに認められている。パラメディックの場合は 15 : 2、30 : 2、胸骨圧迫のみの CPR いずれで 10 分間行っても質の低下はみられなかった<sup>146</sup>。

上記のほとんどの研究は、胸骨圧迫のみの CPR における質の低下は、換気時間がなく休息できないことに起因すると推測している。15 : 2、30 : 2、胸骨圧迫のみの CPR の順に、胸骨圧迫を行っている救助者は疲れやすく、CPR の質は低下しやすいと考えられる。

したがって、疲労による胸骨圧迫の質が低下しないように、交代は 1~2 分ごとを目安に行うことを考慮する (Class IIb)。胸骨圧迫のみの CPR ではより短時間で圧迫が浅くなることに留意する (Class IIb)。交代に要する時間は最小にするべきである (Class I)。

## 12) 他の胸骨圧迫の手技

### (1) “咳” CPR

いくつかの症例報告 (LOE 4<sup>151-158</sup>) は、電気生理検査のためにモニターされた患者に対して、心停止発生に備えて咳 CPR の実施方法を指導しておいたところ、心停止の最初の数秒間~数分間に限って有効であったと報告している。したがって、咳 CPR は、意識があって、ECG モニターされている病院内という特殊な状況下 (心臓カテーテル室など) での目撃された VF か無脈性 VT の最初の数秒~数分間の患者に対してのみ考慮される方法である (Class IIb)。ただし、この場合でも事前に患者に咳 CPR の実施方法について指導しておくことが条件である。

### (2) 腹臥位 CPR

入院中に気管挿管された状態で腹臥位で CPR を受けた患者 22 例では、10 名が生存退院した (LOE 5<sup>159-164</sup>)。

仰臥位にすることができない入院中の気管挿管された腹臥位の患者では、腹臥位で CPR を行うことは合理的である (Class IIa)。

## ▲Knowledge gaps (今後の課題)

- ・最良の心拍出量が得られる胸骨圧迫の手の位置はどうすればよいか
- ・正しい手の位置を忘れずに覚えておくための簡単な方法は何か
- ・毎分 100 回以上の胸骨圧迫は心停止症例の生存率を改善するか

- ・生存の可能性を高める胸骨圧迫の最小の回数は1分あたり何回か
- ・胸骨圧迫の速さと深さにはどのような関連があるか
- ・5cm以上の深さの胸骨圧迫は生存率の改善をもたらすか
- ・胸骨圧迫の深さと合併症発生とは、どのような関連があるか
- ・救助者に胸郭の戻りを手助けする理想的な方法は何か
- ・救助者に胸郭の戻りを手助けする方法を用いることで生存率が改善するか
- ・胸骨圧迫を感知しフィードバックをする装置により生存率が改善するか

### 3. 気道確保と人工呼吸

#### 1) 気道確保

溺水の症例集積研究 (LOE 4<sup>165</sup>) や、麻酔下の患者を対象とした臨床研究または放射線画像で気道開存を検討した前向き臨床研究では、いずれの調査でも頭部後屈あご先挙上法は実行可能で安全かつ効果的であったと報告している (LOE 5<sup>166-171</sup>)。小児に関しては、麻酔下に評価した臨床研究または放射線画像による検討 (LOE 5<sup>172, 173</sup>) で、気道確保法としてのあご先挙上法の有用性が示された。その一方で、前向き臨床研究 (LOE 5<sup>174-176</sup>) では、中間位と比較してあご先挙上法の有用性を実証できなかった。下顎挙上法に関しては、全身麻酔下の主に小児・乳児患者を対象とした5件の研究のうち、下顎挙上の有用性を示したのは3件 (LOE 5<sup>174, 177, 178</sup>) で、中立は1件 (LOE 5<sup>176</sup>)、そして有害は1件 (LOE 5<sup>179</sup>) であった。

麻酔下の小児を対象とした研究 (LOE 5<sup>180</sup>) では、口腔内に母指を入れて行う下顎挙上法 (下顎引き上げ法) を推奨した。しかしながら、別の研究は、気道を開通させるために口腔内に指を入れることは、傷病者 (LOE 5<sup>181, 182</sup>) または救助者 (LOE 4<sup>165</sup>) に有害であると報告している。

効果的な人工呼吸のために気道を確保することは CPR の重要事項である (Class I)。反応のない成人や小児に対する気道確保法としては頭部後屈あご先挙上法が推奨される (Class IIa)。訓練を受けた者は頸椎損傷が疑われる場合など必要に応じて下顎挙上法を用いてもよい (Class IIb)。下顎挙上法で気道確保ができなければ、さらに頭部後屈を加える。なお、下顎引き上げ法は有害となり得るためにその適応決定と実施には注意が必要である。

頸椎損傷が疑われる傷病者における頭頸部の安定化は、器具を用いるのではなく、救助者が用手的に行う (Class IIb)。

#### 2) 換気量と換気回数

成人の臨床研究 (LOE 5<sup>86, 88, 128, 183</sup>) では、CPR 中に過換気になっているのがしばしばであることが示された。動物実験では、CPR 中に過換気により、脳灌流圧、ROSC 率、生存率が低下することが示された。別の動物実験 (LOE 5<sup>184</sup>) では、心拍出量が低下した状況下では、換気回数を増加させたところで、肺泡換気量は増加しても酸素化は改善せず、冠灌流圧は低下していた。

1回換気量に関するヒトの研究 (LOE 5<sup>185-187</sup>) では、無呼吸の患者に対して空気で1回換気量 600ml の換気をすれば、酸素化を維持し、二酸化炭素分圧を正常に保つことができた。1回換気量が 500ml より少ない場合は、十分な酸素化を行うために酸素投与が必要になった。

しかし、これらの研究の多くは心停止患者ではなく麻酔患者を対象としており、この結果をそのまま心停止に応用するのは難しい。また、これらの研究で示されている酸素化の違いは小さく、100ml という1回換気量の違いについて酸素運搬の観点から臨床的に有意であるかは不明である。600ml という画一的な1回換気量ではなく、これらの研究の対象となった欧米人と日本人の体型の違いにも考慮が必要であろう。一方、8名の心停止患者を対象とした臨床研究(LOE 4<sup>188</sup>)では、救助者の呼気で人工呼吸を行った CPR では低酸素血症と高二酸化炭素血症が発生していた。CPR において過換気は避けるべきであるが、いずれの報告も1回換気量の最適値を示唆するデータは十分ではない。

小児や乳児の CPR 中に、高度な気道確保下での適切な換気(1回換気量または換気回数)に関するデータはない。ある動物実験(LOE 5<sup>189</sup>)では、CPR 中の1回換気量を50%減少させて過換気を避けても、ROSC 率に影響はなかった。

2005 CoSTR には約1秒かけて送気することが推奨された。力学的モデルを用いた研究(LOE 5<sup>190-192</sup>)では、1秒または2秒の吸気時間の違いにより、臨床的に有意な1回換気量の差はなかった。人工呼吸による胸骨圧迫の中断を考慮すると吸気時間は短時間であるほうがよい。

以上より、すべての年齢において人工呼吸は、酸素投与の有無にかかわらず、傷病者の胸の上がりを確認できる程度の1回換気量で、約1秒かけて行うのが望ましい(Class IIa)。CPR 中は、呼吸原性、心原性など心停止の原因を問わず、過換気は避けるべきである(Class III)。

### 3) 感染防護具

感染防護具を使用して人工呼吸中に傷病者との接触を防ぐことが、安全で有効で実行可能であることを示した臨床研究はない。実際の CPR を行うことによって、ごくまれにはあるが救助者に傷病者のもつ微生物が感染したという報告がある<sup>193-197,198-203</sup>。一方、CPR による感染症発生に関するレビューでは、CPR の実施による、B 型肝炎ウイルス、C 型肝炎ウイルス、HIV、サイトメガロウイルスなどの危険な感染症の発生は報告されていない<sup>204</sup>。

アメリカ疾病予防管理センター(Centers for Disease Control and Prevention: CDC)の推奨(LOE 5<sup>205</sup>)とガイドライン<sup>206</sup>や、臨床研究(LOE 5<sup>199, 200, 204, 207-210</sup>)では、感染防御のために救助者が感染防護具を使用することを推奨している。研究室レベルでの実験では、感染防護具は細菌の伝染を減少させることを示した(LOE 5<sup>211-213</sup>)。

院外における感染の危険性はきわめて低いので、感染防護具なしで人工呼吸を実施してもよいが、可能であれば感染防護具の使用を考慮する。ただし、院内・院外を問わず、患者に危険な感染症(ヒト免疫不全ウイルス(HIV)感染症、肺結核、B 型肝炎、重症急性呼吸器症候群(SARS))の疑いがある場合や血液などによる汚染がある場合は、感染防護具を使用すべきである。また、医療従事者が業務として CPR を行う場合は標準予防策を講じるべきである。

#### (1) BVM

熟練救助者が2人以上で CPR を行う場合は BVM を用いた人工呼吸を行うことが推奨される(Class IIa)。両手でマスクを保持したほうが、顔面との密着をより確実にすることができる(LOE 5<sup>214, 215</sup>)。

### ▲Knowledge gaps (今後の課題)

- ・標準的な CPR と胸骨圧迫のみの CPR における効果的な気道管理とはどのようなものか
- ・心停止患者の理想的な1回換気量はどれくらいか

## 4. CPR 中の胸骨圧迫と人工呼吸

### 1) CPR 中の胸骨圧迫と人工呼吸の比

CPR 中の胸骨圧迫：人工呼吸比を検討する場合は、血流を生み出す胸骨圧迫の回数と、血液中に酸素を供給し二酸化炭素を除去するのに必要な人工呼吸回数とのバランスを考慮する必要がある。さらに、救助者となる可能性のある者にとって、手技の習得と維持が容易な比率であること、救助者の CPR 実施に伴う身体的・精神的ストレスも考慮に入れるべきである。2005 CoSTR では、病院内外の成人の心停止に対して、高度な気道確保がなされていない場合は、30：2 の胸骨圧迫：人工呼吸比が推奨された。しかしそれは、直接的なエビデンスに基づく推奨ではなかった。1 分間あたりの実際の胸骨圧迫数は圧迫と人工呼吸回数の比に規定される。標準的な比率である 30：2 を変更して、胸骨圧迫の回数を増やし、中断を減らし、手技の習得や記憶を容易にするための適切な胸骨圧迫：人工呼吸比を検討する目的で多くの研究が行われた。

これまで、さまざまな臨床研究 (LOE 3<sup>216-219</sup>、LOE 4<sup>118</sup>、LOE 5<sup>220</sup>) や多くの動物実験、そしてマネキンやシミュレーションを用いた研究 (LOE 5) が行われているが、市民や医療従事者によるさまざまな状況での心停止に対する CPR に関して、ROSC 率や生存退院率を最大にするための胸骨圧迫と人工呼吸の最適な比については一定の見解が得られていない。2005 CoSTR では乳児と小児の1人法、成人の傷病者に対しては 30：2 の胸骨圧迫：人工呼吸比が推奨された<sup>221</sup>。このガイドラインの施行後、2 件の研究<sup>217, 219</sup>で、以前の 15：2 の胸骨圧迫：人工呼吸比と比較して生存率が改善したことが示された。一方で、他の研究 (LOE 3<sup>216, 218, 222</sup>) では、このガイドライン施行後も、生存転帰の改善を示すことができなかった。

動物を用いた研究では、30：2 以上の比率で生存率が改善したことが示された (LOE 5<sup>223, 224</sup>)。しかし 100：2 以上の比率では ROSC 率は低下し、動脈血酸素分圧は減少した<sup>225</sup>。最適な比率は医療従事者ではおよそ 30：2、一般の救助者の場合はおよそ 60：2、小児の心停止においては体重によって異なることを試算した研究がある (LOE 5<sup>226, 227</sup>)。15：2 または 50：5<sup>228</sup>、またはおよそ 20：1<sup>229</sup>を理論上推奨する研究もある。

どのような胸骨圧迫：人工呼吸比が、心停止の傷病者の転帰をもっとも改善させるかを示す十分なエビデンスはない。エビデンスレベルが高い研究がなされるまで、成人傷病者の高度な気道確保がなされていない心停止では、30：2 の胸骨圧迫：人工呼吸比は合理的である。

小児と乳児において、CPR で最適な胸骨圧迫：人工呼吸比を示すデータは成人と同様に不十分である。5 件の動物実験 (LOE 5) では<sup>66, 113, 230-232</sup>、胸骨圧迫のみの CPR は、VF による心停止からの蘇生に十分であった。一方で、2 件の動物実験 (LOE 5)<sup>225, 233</sup>では、VF による 5～10 分の心停止からの蘇生では人工呼吸の頻度が減ることは有害であった。2 件のブタの窒息モデル (LOE 5)<sup>234, 235</sup>では、胸骨圧迫に人工呼吸を加えた場合のほうが、胸骨圧迫のみの場合より転帰がよかった。このように、VF による心原性心停止と比べて窒息に引き続く心停止では人工呼吸がより重要となってくることが示唆された。小児と乳児の心停止の原因の多くは呼吸原性である<sup>236-240</sup>。地域包括的前向き観察研究 (LOE 2<sup>241</sup>) では、1～17 歳

の非心原性心停止例において、人工呼吸を伴った CPR は、胸骨圧迫のみの CPR と比べて1か月の後の神経学的転帰を改善した。

多くのマネキンを用いた研究は、CPR を行う意思、実施率、質、救助者の疲労は胸骨圧迫：人工呼吸比を変えても有意な差はなかったことを示している (LOE 5<sup>145, 146, 224, 242, 243</sup>)。他の研究では、5：1 から 60：2 の比率の間でさまざまな結果が示された<sup>80, 143, 244-248</sup>。

胸骨圧迫と人工呼吸の比としては、これまでの標準的な比率である 30：2 が合理的である (Class IIa)。1人の救助者が小児、乳児に対して CPR を行う場合も、胸骨圧迫：人工呼吸比は 30：2 が合理的である (Class IIa)。ただし、小児や乳児では非心原性の心停止が多く、人工呼吸がより重要であるため、小児、乳児に対して熟練救助者が2人法で CPR を行う場合、胸骨圧迫：人工呼吸比は 15：2 とするのは理にかなっている (Class IIa)。気管挿管などの高度な気道確保が行われている場合は、人工呼吸中も中断のない胸骨圧迫が推奨される (Class IIa)。

## 2) CPR 中の胸骨圧迫の中断

胸骨圧迫の中断は、冠灌流圧を下げ、冠動脈血流を減少させる。胸骨圧迫を再開しても、冠動脈血流が元のレベルに戻るには数回以上の連続した胸骨圧迫が必要である<sup>113</sup>。

3件のマネキンの研究 (LOE 5<sup>79, 145, 249</sup>) では、シミュレーション中に、胸骨圧迫の中断時間が長いことが示された。2件の観察的研究 (LOE 4<sup>86, 88</sup>) と無作為化研究の二次的解析 (LOE 5<sup>117, 135</sup>) では、胸骨圧迫の中断は院内・院外を問わず、しばしば起こっており、蘇生時間の 24～49%で胸骨圧迫が行われていなかったことが報告された。CPR の中断は除細動へも悪影響を与える (LOE 5<sup>117</sup>)。動物を用いた研究 (LOE 5<sup>66, 113-116</sup>) と臨床研究 (LOE 5<sup>117</sup>) のいずれにおいても、CPR 中の胸骨圧迫の中断が電気ショック後の ROSC 率、生存率、蘇生後の心筋機能を低下させていた。

CPR 中の胸骨圧迫の中断は最小にすべきである。人工呼吸を行うとき、ECG や脈拍を評価するとき、電気ショックを実施するとき等に胸骨圧迫を中断するのはやむを得ないが、これらの場合でも胸骨圧迫の中断は最小にすべきである。

## 3) 胸骨圧迫のみの CPR

胸骨圧迫のみの CPR と標準的な CPR のどちらを推奨するのは、CPR を行う者の技術レベルや能力 (例えば訓練を受けているか否か、熟練救助者か否か) と傷病者 (年齢、心停止の原因)、そして状況 (救助者数や病院前救護のどの段階か) に依存する。

胸骨圧迫のみの CPR と胸骨圧迫：人工呼吸比が 30：2 の標準的な CPR とを、直接比較した臨床研究はない。しかしながら、多くの数学的モデルや教育研究は胸骨圧迫の比率を高くすることや胸骨圧迫のみの CPR を、一定程度支持している (LOE 5<sup>27-29, 145, 226, 250-253</sup>)。いくつかの動物を用いた研究では、突然の VF による心停止では、胸骨圧迫のみの CPR のほうが、従来の CPR よりも転帰がよいことが示された (LOE 5<sup>66, 113, 232</sup>)。一方、どちらの優位性も示さない動物研究 (LOE 5<sup>223, 230, 254-259</sup>) や、胸骨圧迫に人工呼吸を加えるほうの優位性を示す動物研究 (LOE 5<sup>113, 184, 231, 234, 260, 261</sup>) もある。1件の動物実験 (LOE 5)<sup>262</sup> では、窒息による心停止において標準的 CPR と比較して胸骨圧迫のみの CPR は血液ガスを悪化させた。

1件の臨床介入研究 (LOE 1<sup>26</sup>) と 8件の観察研究 (LOE 2<sup>126, 263-268</sup>、LOE 3<sup>269</sup>) によれば、

成人の目撃のある院外心停止において、救助者の訓練の有無にかかわらず、胸骨圧迫のみの CPR が行われたほうが、CPR がまったく行われなかったときよりも生存退院率が一貫して改善した。

1 件の前向き臨床研究 (LOE 2<sup>267</sup>) では、胸骨圧迫とともに人工呼吸を行った場合と比較して、胸骨圧迫のみの CPR のほうが転帰がよいことが示された。5 件の前向き臨床研究 (LOE 2<sup>126, 263, 264, 266, 268</sup>) と 1 件の後ろ向き研究 (LOE 3<sup>269</sup>) では、胸骨圧迫のみの CPR と人工呼吸を用いた CPR 法との間で患者転帰に有意差は認められなかった。1 件の前向き臨床研究では (LOE 2<sup>270</sup>)、院外の非心原性心停止において、胸骨圧迫のみの CPR は胸骨圧迫とともに人工呼吸を行った場合と比較して、患者の転帰が悪かった。

成人心停止に対して熟練救助者が CPR を行う場合について検討した臨床研究 (LOE 2<sup>271, 272</sup>, LOE 3<sup>273, 274</sup>) では、熟練救助者による胸骨圧迫のみの CPR は、標準的な CPR と比較して生存退院率が改善することが示された。しかしこれらの研究における生存率の改善が、中断のない胸骨圧迫の施行によるものか他の要因によるものを特定することはできない。一方、他の 3 件の研究 (LOE 1<sup>275</sup>, LOE 2<sup>276</sup>, LOE 5<sup>277</sup>) では、成人の院外心停止に対して熟練救助者が行った胸骨圧迫のみの CPR は、従来の CPR と比較して一貫した生存退院率の改善を示すことはできなかった。

小児を対象とした大規模前向き研究 (LOE 2<sup>241</sup>) では、非心原性心停止において、人工呼吸を伴う従来の CPR は胸骨圧迫のみの CPR と比較して、30 日間生存率が高く神経学的転帰も良好であることが示された。一方、小児でも心原性心停止においては、標準的 CPR と胸骨圧迫のみの CPR の間に差はなく、どちらもバイスタンダー CPR が無いよりも転帰がよい。注目すべきことに、この研究では、小児院外心停止の 50%以上がバイスタンダー CPR を受けていなかった。また、少数ではあるが小児または乳児の窒息による心停止では、胸骨圧迫のみの CPR は CPR なしと同様に効果がなかった。

すべての救助者は成人の心停止例に対して、胸骨圧迫から CPR を開始することが合理的である (Class IIa)。30 回の胸骨圧迫後、人工呼吸をする意思か技術をもたないすべての救助者は、胸骨圧迫のみの CPR を継続すべきである (Class I)。訓練を受けた市民が、人工呼吸をする意思と技術をもって、かつ人工呼吸による胸骨圧迫の中断を最小にすることが可能である場合には、胸骨圧迫と人工呼吸を行うことは合理的である (Class IIa)。熟練救助者は、胸骨圧迫の中断を最小にしつつ、30:2 の胸骨圧迫:人工呼吸比を用いて CPR を行うべきである (Class I)。医療従事者であっても人工呼吸の実施により胸骨圧迫の中断が長くなる場合には、胸骨圧迫のみを施行することは理にかなっている (Class IIa)。

すべての救助者は、すべての心停止傷病者に対して胸骨圧迫を行うべきである (Class I)。訓練を受けていない市民救助者には、胸骨圧迫のみの CPR が推奨される (Class I)。訓練を受けた市民救助者であっても、気道を確保し人工呼吸をする意思または技術をもたない場合には、胸骨圧迫のみの CPR は理にかなっている (Class IIa)。

なお、小児の心停止、呼吸原性の心停止 (溺水、気道閉塞など)、目撃がない心停止そして遷延する心停止状態などにおいては人工呼吸を組み合わせることが望ましい (Class IIa)。

#### 4) 胸骨圧迫のみ CPR 時の受動的酸素吸入

胸骨圧迫のみの CPR において、市民救助者が気道確保や受動的酸素吸入を行った場合の転

帰への影響を調査した研究はない。さらに、胸骨圧迫のみの CPR における気道または受動的換気を行った場合とそれを行わなかった場合の転帰を比較検討した研究もない。成人を対象とした 1 件の前向き無作為研究 (LOE 5<sup>275</sup>) では、受動的酸素吸入は、これまでの人工呼吸と比較して ROSC 率、生存入院率、ICU 生存退院率などの転帰を変えなかった。他の研究 (LOE 5<sup>271</sup>) では、目撃のある VF による心停止では、受動的酸素吸入は BVM を用いた人工呼吸と比較して神経学的転帰を改善したが、目撃のない VF では両群に差はなかった。

2 件の他の研究 (LOE 5<sup>272, 273</sup>) では院外心停止患者に最小の中断の胸骨圧迫を EMS 隊員が行い生存を改善したと報告している。これらの研究では、非再呼吸マスクか間欠的な BVM 換気による受動的酸素吸入の評価が行われたが、その手法は統一性に欠き、無作為化されておらず、対照群 (気道確保や人工呼吸なし) を含んでいなかった。

以上より、市民救助者、熟練救助者が胸骨圧迫のみの CPR を行うときに、特別な受動的酸素吸入の手技や換気装置を使用することを勧めるのに十分なエビデンスはない。

## 5. AED

AED の詳細については「第2章 二次救命処置 [5]電氣的治療」の項目を参照。

### 1) 電気ショック後の胸骨圧迫の再開

2 件の症例集積研究 (LOE 4<sup>135, 136</sup>) では、電気ショック直後に心拍動が回復することはまれであることが示された。除細動成功後も心臓は効果的なポンプ機能を果たさず、組織的なリズムを示すのは患者の 25~40%にすぎない (LOE 4<sup>278</sup>)。電気ショック後すぐに胸骨圧迫を再開した場合は、胸骨圧迫再開の前に脈を確認する場合と比較して、再度の VF を誘発する可能性が示されたが (LOE 1<sup>279</sup>)、電気ショック後 60 秒間の VF の再発頻度には有意差が認められなかった。

電気ショック後の脈の確認は無益で、胸骨圧迫の再開を遅らせるだけである。成人の院外の目撃のある VF に関する 2 件の研究 (LOE 3<sup>137, 217</sup>) と 3 件の動物研究 (LOE 5<sup>114, 116, 280</sup>) では、電気ショック後すぐに胸骨圧迫を再開することは、リズム解析により胸骨圧迫を遅らせた場合と比較して、より高い生存率と良好な神経学的転帰を伴った生存に関与することが示された。モニタリング下の成人患者など、発生後間もない VF に対して電気ショックを行った場合、ただちに胸骨圧迫を再開するべきか否かについては、肯定もしくは否定する直接的なエビデンスはない。

以上より電気ショック後はすぐに胸骨圧迫を再開することが推奨される (Class IIa)。すべての救助者は脈の確認やリズムの解析、その他の処置による胸骨圧迫の中断を最小にするべきである (Class I)。

### 2) 特別な状況：植込み型除細動器 (ICD) ・ペースメーカー

2 件の症例集積研究では体外式除細動器による電気ショック後にペースメーカーや植込み型除細動器 (ICD) の不良が発生していた<sup>281, 282</sup>。これらの報告ではジェネレータのすぐそばにパッドが装着され、電気ショックが実施されていた。一方、心房細動患者においてジェネレータから少なくとも 8cm 以上離して電気ショックした場合にはペースメーカーの感知および捕捉機能に悪影響を与えなかった<sup>281</sup>。ある報告では、単極ペーシングをプログラムさ

れたペースメーカー装着患者において、ペースメーカー波形が AED の ECG 解析プログラムや EMS 隊員の ECG 評価に悪影響を与え、VF に対する除細動が正しく行われない可能性があることを示唆していた<sup>283</sup>。

### 3) 前胸部叩打

VF による心停止に関する院外 (LOE 4<sup>284-288</sup>) および院内 (LOE 4<sup>285, 286</sup>) の研究では、医療従事者が行った前胸部叩打によって ROSC を得る試みは不成功に終わっている。電気生理検査での VT についての研究 (LOE 4<sup>285, 289, 290</sup>) では、熟練した循環器科専門医による前胸部叩打により ROSC を得たのは 1.3%にとどまっており、その有用性は限定されていた。電気生理検査室以外の院内・院外の症例報告 (LOE 4<sup>286-288, 291-293</sup>) では、前胸部叩打は VT 患者の 19%で ROSC をもたらした。一方、前胸部叩打によるリズムの悪化は 3%の患者にみられ、その大部分は遷延した虚血あるいはジギタリス中毒の患者であった。胸骨骨折を含めた前胸部叩打による合併症の危険性も散見される (LOE 4<sup>288, 294</sup>、LOE 5<sup>295</sup>)。

以上より、前胸部叩打は VF に対してそれほど効果は期待できないし、目撃のない院外心停止例に対して用いられるべきでない (Class III)。前胸部叩打は、モニタリングされており、不安定な VT ですぐに除細動器が使用できない場合には考慮してもよいかもしれない (Class IIb)。目撃された房室伝導障害による心静止に対する前胸部叩打を推奨する十分なエビデンスはない。

#### ▲Knowledge gaps (今後の課題)

- ・ 傷病者の年齢や心停止の原因により胸骨圧迫と人工呼吸の比を変えるべきか
- ・ 胸骨圧迫のみの CPR トレーニングが標準的な CPR トレーニングと比較して、地域の院外心停止のすべての生存に与える影響はどのようなものか
- ・ 胸骨圧迫のみの CPR トレーニングが標準的な CPR トレーニングと比較して、CPR を積極的に行おうとする救助者の気持ちに変化をもたらすか
- ・ 救急隊員が胸骨圧迫と気道確保に受動的酸素吸入を加えて CPR を行うことは、30 : 2 の胸骨圧迫 : 人工呼吸比で良質な CPR を行うのと比較して、生存転帰を改善するか
- ・ 胸骨圧迫中の ECG リズム解析は CPR のアルゴリズムの中に入れることはできるか
- ・ 除細動ショックを行った後、次にリズムチェックをするまでの CPR の適切な継続時間はどれほどか

## 6. 一次救命処置の継続

明らかに ROSC と判断できる反応 (正常な呼吸や目的のある仕草) が出現しない限り、CPR を中断してはならない。

ROSC と判断できる反応はあるが呼吸がない (または不十分な) 場合は、人工呼吸を 1 時間に約 10 回の割合で行いながら二次救命処置を行うチームが到着するのを待つ。循環も呼吸も十分に回復した場合は、気道を確保した状態で応援の到着を待つ。このさい、やむを得ず患者のそばを離れる場合は、患者を回復体位としてもよい。



## 7. 気道異物による窒息

CPR と同様に、異物による気道閉塞の解除は緊急性の高い行為であり、市民にも教育すべき手技である。もっとも安全性が高く、もっとも効果的でもっとも単純な方法についてのエビデンスが求められている。気道異物除去には2つ以上の手技が必要になるかもしれないが、どれを最初に行うべきかを決定する十分なエビデンスはない。意識のある傷病者に対して背部叩打 (LOE 4<sup>296, 297</sup>)、腹部突き上げ (LOE 4<sup>298-300</sup>)、あるいは胸部突き上げ (LOE 4<sup>296</sup>、LOE 5<sup>301</sup>) を行ったところ、気道異物が除去されたとするケースシリーズや症例報告がある。目撃のある気道異物による窒息 50 症例についての後ろ向き研究によれば、緊急通報から病院到着までの時間のみが生存退院に有意な因子であった<sup>302</sup>。

多くの症例報告<sup>303, 304</sup>は腹部突き上げにより発生した致命的合併症について報告している。気道を開通させる手技についての死体を用いた RCT (LOE 5<sup>305</sup>) と、麻酔下ボランティアを用いた前向き研究 (LOE 5<sup>301, 306</sup>) は、胸部突き上げは腹部突き上げよりもより高い気道内圧が得られると報告している。いくつかの症例報告 (LOE 4<sup>296, 297, 307</sup>) によれば、フィンガースweep (指による掻き出し) は意識のない成人や1歳以上の小児で気道異物除去に有用であった。フィンガースweep時に傷病者に有害または救助者の指を咬まれたという症例報告 (LOE 4<sup>308</sup>、LOE 5<sup>181, 182, 309</sup>) がある。1歳未満の乳児の場合、異物は液体であることが多いのが特徴である<sup>297</sup>。肥満や妊婦の気道異物についての特別な推奨される治療に関するエビデンスはない。

意識のある成人や1歳以上の小児の気道異物による窒息では、応援と救急通報依頼を行った後に、背部叩打、腹部突き上げ、または胸部突き上げを用いて異物除去を試みるべきである (Class I)。閉塞の解除には状況により2つ以上の手技が必要になる。これらの一連の手技は閉塞が解除されるまですばやく反復実施されるべきである (Class I)。

乳児については、有効な強い咳ができずいまだ反応のある場合には、背部叩打と胸部突き上げを推奨する (Class IIa)。この場合、液体による閉塞が多いことから頭部を下げて行うのは理にかなっている (Class IIa)。また、乳児が強い咳をしている場合には、原因となった液体を吐き出しやすいように側臥位にして咳を介助する。

気道異物による窒息により反応がなくなった場合には、ただちに CPR を開始すべきである (Class I)。市民救助者においては、通常的心停止例への対応と同様に胸骨圧迫から CPR を開始してもよい。熟練者においては、人工呼吸より開始することは理にかなっている (Class IIa)。なお、気道閉塞して意識のない患者には、もし固形のものが気道に視認できるのなら、フィンガースweepを考慮してもよい (Class IIb)。

## 8. 特殊な状況における蘇生

### 1) 溺水

溺水者に対して救助者が水中で呼気を吹き込むことは有効かもしれないが、これは熟練救助者だけが行ってよい方法である<sup>310-312</sup> (Class IIb)。救助者の安全が最優先されるべきである (Class I)。深みで溺れている傷病者に対し、水中に踏み入っての救助や、水中での胸骨圧迫は非常に難しいばかりでなく救助者と溺水者のどちらにとっても危険であり行ってはならない (Class III)。

溺水では低酸素症の持続時間が転帰を決定する重要な因子であり、CPR では人工呼吸によ

る酸素化と換気に重点をおく (Class IIa)。

溺水傷病者であっても、明らかな損傷や運動麻痺を認めない場合、飛び込みやウォータースライドによる事故ではない場合、飲酒していない場合は脊髄損傷の可能性は低いという報告がある<sup>313, 314</sup>。したがって、すべての溺水者に対して、全脊柱固定を実施する必要はない (Class IIb)。

溺水に関する用語の定義が統一されておらず<sup>315</sup>、報告者によってさまざまな定義のもとに報告がなされてきたため、疫学、転帰などを共通の尺度で評価することが困難であった。このような不備を解決するために、溺水症例に特化したウツタイン様式に基づくデータ収集が推奨されている<sup>316</sup> (Class IIa)。

## 2) 偶発的低体温症

低体温状態により脳をはじめとする重要臓器の保護作用が期待できるため<sup>317, 318</sup>、低体温傷病者では心停止時間がたとえ長くても、救命できる可能性がある。しかし低体温を伴う心停止では、心停止後に体温が低下したのか体温低下が原因で心停止に至ったのか明確に判定できないことも多い。

体温が著しく低下すれば、呼吸数の著しい低下と浅い呼吸パターンとなり、徐脈で不整を認めるようになる。このような状態での心停止の判断は困難であるため、通常と異なり呼吸や脈の評価は30～45秒かけて注意深く行う (Class I)。

心停止ではないと判断できても、低体温状態では心筋の被刺激性が高まるため、傷病者を粗雑に扱うと容易に心室細動 (VF) へ移行する。そのため傷病者へは愛護的に接し、濡れた衣服の除去と保温に努めながら応援・救急隊の到着を待つことが推奨される (Class IIa)。

## 9. 傷病者のリスク

多くの市民は心停止でない傷病者に胸骨圧迫を行うことが重症な合併症を引き起こすのではないかと懸念を抱いている。また、CPRにより危害を加え得るのではないかという懸念から心停止状態にもかかわらずCPRの開始を躊躇することがある。市民救助者によって行われたCPRが熟練救助者の行う場合よりも合併症が多いという報告はない。あるLOE 4研究<sup>319</sup>は、バイスタンダーCPRの有無にかかわらず胸部X線上での傷害の発生頻度に差はなかったと報告している。別の研究 (LOE 5<sup>320</sup>) では、あまり経験のない (非ICUの) 救助者により蘇生が行われた入院患者の心停止では合併症発生率が高かったと述べている。4件のLOE 5研究<sup>321-324</sup>は、バイスタンダーCPRに関連した傷害を症例報告している。これらの報告の中で心停止でなかった患者に関する調査は1件だけであった。小児のCPRに関する論文の系統的レビュー (LOE 4<sup>325</sup>) からのエビデンスは、胸骨圧迫に関連した肋骨骨折は非常にまれであることを示している。

2件の研究 (LOE 4<sup>26, 326</sup>) は、非心停止患者に通信指令員が指導したバイスタンダーCPRによって重篤な合併症はまれにしか発生しなかったと報告している。バイスタンダーにより胸骨圧迫を受けた247例の非心停止患者を追跡調査した報告においては、12%の患者が不快感を経験したが、骨折が発生したのは5例 (2%) のみであり、内臓損傷は1例もなかった。

非心停止患者に対してバイスタンダーCPRが行われたとしても重篤な傷害をもたらす危険性は低い。したがって、バイスタンダーCPRは積極的に行われるべきである (Class I)。

## ●利益相反 (conflict of interest ; COI) リスト

<b>■共同議長</b>	
岡田 和夫	なし
丸川征四郎	厚労 H21- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」
<b>■編集委員</b>	
太田 邦雄	厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」 文科基盤研究 C 「小児救急医療におけるシミュレーション教育の効果検証と遠隔教育への応用」
坂本 哲也	厚労 H19-心筋-一般-001 「心肺停止患者に対する心肺補助装置等を用いた高度救命処置の効果と費用に関する多施設共同研究」、厚労 H20-医療-一般-009 「救急医療体制の推進に関する研究」、厚労 H21- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、H21-特別-指定-007 「救急患者の搬送・受入実態と救急医療体制の評価に関する研究」、厚労 H19-トランス-一般-005 「咽頭冷却による選択的脳冷却法の臨床応用を目的とした研究」、講演料：東日本旅客鉄道、原稿料：へるす出版、大日本住友製薬、報酬：日本救急医療財団
清水 直樹	厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、黒澤, 日本集中治療医学会雑誌:2010;173-17. 黒澤, 日本集中治療医学会雑誌:2009;27-31. 武弁健吉, 日本救急医学会雑誌:2008;201-207, .
野々木 宏	厚労 H19-心筋-一般-003 「急性心筋梗塞症と脳卒中に対する超急性期診療体制の構築に関する研究」、循環器病委託研究費 19 公-4 「循環器急性期医療におけるモバイル・テレメディシン実用化とその評価」、厚労 H22-心筋-一般-002 「急性心筋梗塞に対する病院前救護や遠隔医療等を含めた超急性期診療体制の構築に関する研究」、循環器病研究開発費 22-4-6 「循環器急性期診療体制構築と評価に関する研究」、Nishiyama, Resuscitation:2009;1164-8. Iwami, Circulation:2007;2900-7. Iwami, Circulation:2009;728-34.
畑中 哲生	厚労 H21- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22- 心筋- 一般- 001 「循環器疾患等の救命率向上に資する効果的な救急蘇生法の普及啓発に関する研究」、厚労 H22- 特別- 指定- 001 「救急救命士の処置範囲に係る実証研究のための基盤的研究」
<b>■BLS 作業部会共同座長</b>	
谷川 攻一	研究助成：消防防災科学技術研究「メディカルコントロール体制における救急業務の安全性・確実性の向上に関する研究」、Kusunoki, Resuscitation:2009;1175-80. Takeda, Resuscitation:2003;153-7. Tanigawa, Anesth Analg:2001;375-8. Tanigawa, Anesthesiology:2000;1432-6. Ebmeyer, Resuscitation:2000;119-31. Safar, Stroke:1996;105-13.
中川 隆	なし

■BLS 作業部会委員

石川 雅巳	なし
竹内 昭憲	なし
田勢長一郎	なし
野田英一郎	なし
間瀬 則文	研究助成：株式会社ヤマカ陶科「新型ドクターカーの車両動態表示装置開発にかかる研究」
若松 弘也	AHA 山口トレーニングサイトサイト長

※厚労：厚生労働科学研究費補助金、文科：文部科学省科学研究費補助金

●文 献

1. Stiell IG, Wells GA, Field B, Spaite DW, Nesbitt LP, De Maio VJ, Nichol G, Cousineau D, Blackburn J, Munkley D, Luinstra-Toohey L, Campeau T, Dagnone E, Lyver M. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med.* 2004;351:647-656
2. Sayre MR, Berg RA, Cave DM, Page RL, Potts J, White RD. Hands-only (compression-only) cardiopulmonary resuscitation: a call to action for bystander response to adults who experience out-of-hospital sudden cardiac arrest: a science advisory for the public from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee. *Circulation.* 2008;117:2162-2167
3. Heward A, Damiani M, Hartley-Sharp C. Does the use of the Advanced Medical Priority Dispatch System affect cardiac arrest detection? *Emerg Med J.* 2004;21:115-118
4. Hauff SR, Rea TD, Culley LL, Kerry F, Becker L, Eisenberg MS. Factors impeding dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation. *Ann Emerg Med.* 2003;42:731-737
5. Bang A, Biber B, Isaksson L, Lindqvist J, Herlitz J. Evaluation of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Eur J Emerg Med.* 1999;6:175-183
6. Cairns KJ, Hamilton AJ, Marshall AH, Moore MJ, Adgey AA, Kee F. The obstacles to maximising the impact of public access defibrillation: an assessment of the dispatch mechanism for out-of-hospital cardiac arrest. *Heart.* 2008;94:349-353
7. Castren M, Kuisma M, Serlachius J, Skrifvars M. Do health care professionals report sudden cardiac arrest better than laymen? *Resuscitation.* 2001;51:265-268
8. Clark JJ, Culley L, Eisenberg M, Henwood DK. Accuracy of determining cardiac arrest by emergency medical dispatchers. *Ann Emerg Med.* 1994;23:1022-1026
9. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Carter WB, Cummins RO, Bergner L, Pierce J. Emergency CPR instruction via telephone. *Am J Public Health.* 1985;75:47-50
10. Flynn J, Archer F, Morgans A. Sensitivity and specificity of the medical priority dispatch system in detecting cardiac arrest emergency calls in Melbourne. *Prehosp Disaster Med.* 2006;21:72-76
11. Garza AG, Gratton MC, Chen JJ, Carlson B. The accuracy of predicting cardiac arrest by emergency medical services dispatchers: the calling party effect. *Acad Emerg Med.* 2003;10:955-960
12. Kuisma M, Boyd J, Vayrynen T, Repo J, Nousila-Wiik M, Holmstrom P. Emergency call processing and survival

- from out-of-hospital ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2005;67:89-93
13. Ma MH, Lu TC, Ng JC, Lin CH, Chiang WC, Ko PC, Shih FY, Huang CH, Hsiung KH, Chen SC, Chen WJ. Evaluation of emergency medical dispatch in out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation*. 2007;73:236-245
  14. Berdowski J, Beekhuis F, Zwinderman AH, Tijssen JG, Koster RW. Importance of the first link: description and recognition of an out-of-hospital cardiac arrest in an emergency call. *Circulation*. 2009;119:2096-2102
  15. Vaillancourt C, Verma A, Trickett J, Crete D, Beaudoin T, Nesbitt L, Wells GA, Stiell IG. Evaluating the effectiveness of dispatch-assisted cardiopulmonary resuscitation instructions. *Acad Emerg Med*. 2007;14:877-883
  16. Bohm K, Rosenqvist M, Hollenberg J, Biber B, Engerstrom L, Svensson L. Dispatcher-assisted telephone-guided cardiopulmonary resuscitation: an underused lifesaving system. *Eur J Emerg Med*. 2007;14:256-259
  17. Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Donahue D, Sanders AB, Hilwig RW, Berg RA, Kern KB. Gaspings during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation*. 2008;118:2550-2554
  18. Hallstrom AP, Cobb LA, Johnson E, Copass MK. Dispatcher assisted CPR: implementation and potential benefit. A 12-year study. *Resuscitation*. 2003;57:123-129
  19. Nurmi J, Pettila V, Biber B, Kuisma M, Komulainen R, Castren M. Effect of protocol compliance to cardiac arrest identification by emergency medical dispatchers. *Resuscitation*. 2006;70:463-469
  20. Roppolo LP, Westfall A, Pepe PE, Nobel LL, Cowan J, Kay JJ, Idris AH. Dispatcher assessments for agonal breathing improve detection of cardiac arrest. *Resuscitation*. 2009;80:769-772
  21. Bohm K, Stalhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation*. 2009;80:1025-1028
  22. Clawson J, Olola C, Heward A, Patterson B, Scott G. Ability of the medical priority dispatch system protocol to predict the acuity of "unknown problem" dispatch response levels. *Prehosp Emerg Care*. 2008;12:290-296
  23. Clawson J, Olola C, Heward A, Patterson B. Cardiac arrest predictability in seizure patients based on emergency medical dispatcher identification of previous seizure or epilepsy history. *Resuscitation*. 2007;75:298-304
  24. Clawson J, Olola C, Scott G, Heward A, Patterson B. Effect of a Medical Priority Dispatch System key question addition in the seizure/convulsion/fitting protocol to improve recognition of ineffective (agonal) breathing. *Resuscitation*. 2008;79:257-264
  25. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation and survival in cardiac arrest. *Circulation*. 2001;104:2513-2516
  26. Hallstrom A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med*. 2000;342:1546-1553
  27. Woollard M, Smith A, Whitfield R, Chamberlain D, West R, Newcombe R, Clawson J. To blow or not to blow: a randomised controlled trial of compression-only and standard telephone CPR instructions in simulated cardiac arrest. *Resuscitation*. 2003;59:123-131
  28. Dorph E, Wik L, Steen PA. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. An evaluation of efficacy amongst elderly. *Resuscitation*. 2003;56:265-273
  29. Williams JG, Brice JH, De Maio VJ, Jalbuena T. A simulation trial of traditional dispatcher-assisted CPR versus compressions--only dispatcher-assisted CPR. *Prehosp Emerg Care*. 2006;10:247-253
  30. Mirza M, Brown TB, Saini D, Pepper TL, Nandigam HK, Kaza N, Cofield SS. Instructions to "push as hard as you can" improve average chest compression depth in dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation.

- Resuscitation*. 2008;79:97-102
31. Dias JA, Brown TB, Saini D, Shah RC, Cofield SS, Waterbor JW, Funkhouser E, Terndrup TE. Simplified dispatch-assisted CPR instructions outperform standard protocol. *Resuscitation*. 2007;72:108-114
  32. Johnsen E, Bolle SR. To see or not to see--better dispatcher-assisted CPR with video-calls? A qualitative study based on simulated trials. *Resuscitation*. 2008;78:320-326
  33. Yang CW, Wang HC, Chiang WC, Hsu CW, Chang WT, Yen ZS, Ko PC, Ma MH, Chen SC, Chang SC. Interactive video instruction improves the quality of dispatcher-assisted chest compression-only cardiopulmonary resuscitation in simulated cardiac arrests. *Crit Care Med*. 2009;37:490-495
  34. Yang CW, Wang HC, Chiang WC, Chang WT, Yen ZS, Chen SY, Ko PC, Ma MH, Chen SC, Chang SC, Lin FY. Impact of adding video communication to dispatch instructions on the quality of rescue breathing in simulated cardiac arrests--a randomized controlled study. *Resuscitation*. 2008;78:327-332
  35. Choa M, Park I, Chung HS, Yoo SK, Shim H, Kim S. The effectiveness of cardiopulmonary resuscitation instruction: animation versus dispatcher through a cellular phone. *Resuscitation*. 2008;77:87-94
  36. Fulstow R, Smith GB. The new recovery position, a cautionary tale. *Resuscitation*. 1993;26:89-91
  37. Rathgeber J, Panzer W, Gunther U, Scholz M, Hoeft A, Bahr J, Kettler D. Influence of different types of recovery positions on perfusion indices of the forearm. *Resuscitation*. 1996;32:13-17
  38. Doxey J. Comparing 1997 Resuscitation Council (UK) recovery position with recovery position of 1992 European Resuscitation Council guidelines: a user's perspective. *Resuscitation*. 1998;39:161-169
  39. Turner S, Turner I, Chapman D, Howard P, Champion P, Hatfield J, James A, Marshall S, Barber S. A comparative study of the 1992 and 1997 recovery positions for use in the UK. *Resuscitation*. 1998;39:153-160
  40. Bang A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. *Resuscitation*. 2003;56:25-34
  41. Brennan RT, Braslow A. Skill mastery in public CPR classes. *Am J Emerg Med*. 1998;16:653-657
  42. Chamberlain D, Smith A, Woollard M, Colquhoun M, Handley AJ, Leaves S, Kern KB. Trials of teaching methods in basic life support (3): comparison of simulated CPR performance after first training and at 6 months, with a note on the value of re-training. *Resuscitation*. 2002;53:179-187
  43. Perkins GD, Stephenson B, Hulme J, Monsieurs KG. Birmingham assessment of breathing study (BABS). *Resuscitation*. 2005;64:109-113
  44. Ruppert M, Reith MW, Widmann JH, Lackner CK, Kerkmann R, Schweiberer L, Peter K. Checking for breathing: evaluation of the diagnostic capability of emergency medical services personnel, physicians, medical students, and medical laypersons. *Ann Emerg Med*. 1999;34:720-729
  45. Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation*. 1997;35:23-26
  46. Eberle B, Dick WF, Schneider T, Wisser G, Doetsch S, Tzanova I. Checking the carotid pulse check: diagnostic accuracy of first responders in patients with and without a pulse. *Resuscitation*. 1996;33:107-116
  47. Lapostolle F, Le Toumelin P, Agostinucci JM, Catoire J, Adnet F. Basic cardiac life support providers checking the carotid pulse: performance, degree of conviction, and influencing factors. *Acad Emerg Med*. 2004;11:878-880
  48. Liberman M, Lavoie A, Mulder D, Sampalis J. Cardiopulmonary resuscitation: errors made by pre-hospital emergency medical personnel. *Resuscitation*. 1999;42:47-55
  49. Moule P. Checking the carotid pulse: diagnostic accuracy in students of the healthcare professions. *Resuscitation*. 2000;44:195-201

50. Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. *Resuscitation*. 2000;47:179-184
51. Tibballs J, Russell P. Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. *Resuscitation*. 2009;80:61-64
52. Inagawa G, Morimura N, Miwa T, Okuda K, Hirata M, Hiroki K. A comparison of five techniques for detecting cardiac activity in infants. *Paediatr Anaesth*. 2003;13:141-146
53. Sarti A, Savron F, Casotto V, Cuttini M. Heartbeat assessment in infants: a comparison of four clinical methods. *Pediatr Crit Care Med*. 2005;6:212-215
54. Albarran JW, Moule P, Gilchrist M, Soar J. Comparison of sequential and simultaneous breathing and pulse check by healthcare professionals during simulated scenarios. *Resuscitation*. 2006;68:243-249
55. Tibballs J, Weeraratna C. The influence of time on the accuracy of healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest by pulse palpation. *Resuscitation*. 2010;81:671-675
56. Herlitz J, Svensson L, Engdahl J, Gelberg J, Silfverstolpe J, Wisten A, Angquist KA, Holmberg S. Characteristics of cardiac arrest and resuscitation by age group: an analysis from the Swedish Cardiac Arrest Registry. *Am J Emerg Med*. 2007;25:1025-1031
57. Engdahl J, Bang A, Karlson BW, Lindqvist J, Herlitz J. Characteristics and outcome among patients suffering from out of hospital cardiac arrest of non-cardiac aetiology. *Resuscitation*. 2003;57:33-41
58. Weston CF, Jones SD, Wilson RJ. Outcome of out-of-hospital cardiorespiratory arrest in south Glamorgan. *Resuscitation*. 1997;34:227-233
59. Ong ME, Stiell I, Osmond MH, Nesbitt L, Gerein R, Campbell S, McLellan B. Etiology of pediatric out-of-hospital cardiac arrest by coroner's diagnosis. *Resuscitation*. 2006;68:335-342
60. Kuisma M, Alaspaa A. Out-of-hospital cardiac arrests of non-cardiac origin. Epidemiology and outcome. *Eur Heart J*. 1997;18:1122-1128
61. Kurkciyan I, Meron G, Behringer W, Sterz F, Berzlanovich A, Domanovits H, Mullner M, Bankl HC, Laggner AN. Accuracy and impact of presumed cause in patients with cardiac arrest. *Circulation*. 1998;98:766-771
62. Kobayashi M, Fujiwara A, Morita H, Nishimoto Y, Mishima T, Nitta M, Hayashi T, Hotta T, Hayashi Y, Hachisuka E, Sato K. A manikin-based observational study on cardiopulmonary resuscitation skills at the Osaka Senri medical rally. *Resuscitation*. 2008;78:333-339
63. Handley AJ, Koster R, Monsieurs K, Perkins GD, Davies S, Bossaert L. European Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation*. 2005;67 Suppl 1:S7-23
64. Brenner BE, Van DC, Cheng D, Lazar EJ. Determinants of reluctance to perform CPR among residents and applicants: the impact of experience on helping behavior. *Resuscitation*. 1997;35:203-211
65. Nolan JP. Basic life support. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2008;21:194-199
66. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Sanders AB, Ewy GA. Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation*. 2002;105:645-649
67. Ornato JP, Hallagan LF, McMahan SB, Peeples EH, Rostafinski AG. Attitudes of BCLS instructors about mouth-to-mouth resuscitation during the AIDS epidemic. *Ann Emerg Med*. 1990;19:151-156
68. Kouwenhoven WB, Jude JR, Knickerbocker GG. Closed-chest cardiac massage. *JAMA*. 1960;173:1064-1067
69. Handley AJ, Handley JA. Performing chest compressions in a confined space. *Resuscitation*. 2004;61:55-61
70. Perkins GD, Kocierz L, Smith SC, McCulloch RA, Davies RP. Compression feedback devices over estimate chest

## 第1章 一次救命处置 (BLS)

- compression depth when performed on a bed. *Resuscitation*. 2009;80:79-82
71. Andersen LO, Isbye DL, Rasmussen LS. Increasing compression depth during manikin CPR using a simple backboard. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007;51:747-750
  72. Perkins GD, Smith CM, Augre C, Allan M, Rogers H, Stephenson B, Thickett DR. Effects of a backboard, bed height, and operator position on compression depth during simulated resuscitation. *Intensive Care Med*. 2006;32:1632-1635
  73. Delvaux AB, Trombley MT, Rivet CJ, Dykla JJ, Jensen D, Smith MR, Gilbert RJ. Design and development of a cardiopulmonary resuscitation mattress. *J Intensive Care Med*. 2009;24:195-199
  74. Nishisaki A, Nysaether J, Sutton R, Maltese M, Niles D, Donoghue A, Bishnoi R, Helfaer M, Perkins GD, Berg R, Arbogast K, Nadkarni V. Effect of mattress deflection on CPR quality assessment for older children and adolescents. *Resuscitation*. 2009;80:540-545
  75. Chi CH, Tsou JY, Su FC. Effects of rescuer position on the kinematics of cardiopulmonary resuscitation (CPR) and the force of delivered compressions. *Resuscitation*. 2008;76:69-75
  76. Larsen PD, Perrin K, Galletly DC. Patterns of external chest compression. *Resuscitation*. 2002;53:281-287
  77. Perkins GD, Benny R, Giles S, Gao F, Tweed MJ. Do different mattresses affect the quality of cardiopulmonary resuscitation? *Intensive Care Med*. 2003;29:2330-2335
  78. Hwang SO, Zhao PG, Choi HJ, Park KH, Cha KC, Park SM, Kim SC, Kim H, Lee KH. Compression of the left ventricular outflow tract during cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med*. 2009;16:928-933
  79. Assar D, Chamberlain D, Colquhoun M, Donnelly P, Handley AJ, Leaves S, Kern KB. Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support. 1. Skill acquisition at bronze stage. *Resuscitation*. 2000;45:7-15
  80. Chamberlain D, Smith A, Colquhoun M, Handley AJ, Kern KB, Woollard M. Randomised controlled trials of staged teaching for basic life support: 2. Comparison of CPR performance and skill retention using either staged instruction or conventional training. *Resuscitation*. 2001;50:27-37
  81. Handley AJ. Teaching hand placement for chest compression--a simpler technique. *Resuscitation*. 2002;53:29-36
  82. Smith A, Colquhoun M, Woollard M, Handley AJ, Kern KB, Chamberlain D. Trials of teaching methods in basic life support (4): comparison of simulated CPR performance at unannounced home testing after conventional or staged training. *Resuscitation*. 2004;61:41-47
  83. Shin J, Rhee JE, Kim K. Is the inter-nipple line the correct hand position for effective chest compression in adult cardiopulmonary resuscitation? *Resuscitation*. 2007;75:305-310
  84. Kusunoki S, Tanigawa K, Kondo T, Kawamoto M, Yuge O. Safety of the inter-nipple line hand position landmark for chest compression. *Resuscitation*. 2009;80:1175-1180
  85. Clements F, McGowan J. Finger position for chest compressions in cardiac arrest in infants. *Resuscitation*. 2000;44:43-46
  86. Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, Edelson DP, Barry A, O'Hearn N, Vanden Hoek TL, Becker LB. Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293:305-310
  87. Olasveengen TM, Tomlinson AE, Wik L, Sunde K, Steen PA, Myklebust H, Kramer-Johansen J. A failed attempt to improve quality of out-of-hospital CPR through performance evaluation. *Prehosp Emerg Care*. 2007;11:427-433
  88. Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, Sorebo H, Svensson L, Fellows B, Steen PA. Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA*. 2005;293:299-304
  89. Edelson DP, Abella BS, Kramer-Johansen J, Wik L, Myklebust H, Barry AM, Merchant RM, Hoek TL, Steen PA, Becker LB. Effects of compression depth and pre-shock pauses predict defibrillation failure during cardiac arrest.



- Resuscitation*. 2006;71:137-145
90. Kramer-Johansen J, Myklebust H, Wik L, Fellows B, Svensson L, Sorebo H, Steen PA. Quality of out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with real time automated feedback: a prospective interventional study. *Resuscitation*. 2006;71:283-292
  91. Edelson DP, Litzinger B, Arora V, Walsh D, Kim S, Lauderdale DS, Vanden Hoek TL, Becker LB, Abella BS. Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med*. 2008;168:1063-1069
  92. Babbs CF, Kemeny AE, Quan W, Freeman G. A new paradigm for human resuscitation research using intelligent devices. *Resuscitation*. 2008;77:306-315
  93. Li Y, Ristagno G, Bisera J, Tang W, Deng Q, Weil MH. Electrocardiogram waveforms for monitoring effectiveness of chest compression during cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med*. 2008;36:211-215
  94. Ristagno G, Tang W, Chang YT, Jorgenson DB, Russell JK, Huang L, Wang T, Sun S, Weil MH. The quality of chest compressions during cardiopulmonary resuscitation overrides importance of timing of defibrillation. *Chest*. 2007;132:70-75
  95. Wu JY, Li CS, Liu ZX, Wu CJ, Zhang GC. A comparison of 2 types of chest compressions in a porcine model of cardiac arrest. *Am J Emerg Med*. 2009;27:823-829
  96. Ornato JP, Levine RL, Young DS, Racht EM, Garnett AR, Gonzalez ER. The effect of applied chest compression force on systemic arterial pressure and end-tidal carbon dioxide concentration during CPR in human beings. *Ann Emerg Med*. 1989;18:732-737
  97. Wik L, Naess PA, Ilebekk A, Nicolaysen G, Steen PA. Effects of various degrees of compression and active decompression on haemodynamics, end-tidal CO<sub>2</sub>, and ventilation during cardiopulmonary resuscitation of pigs. *Resuscitation*. 1996;31:45-57
  98. Kao PC, Chiang WC, Yang CW, Chen SJ, Liu YP, Lee CC, Hsuidh MJ, Ko PC, Chen SC, Ma MH. What is the correct depth of chest compression for infants and children? A radiological study. *Pediatrics*. 2009;124:49-55
  99. Sutton RM, Maltese MR, Niles D, French B, Nishisaki A, Arbogast KB, Donoghue A, Berg RA, Helfaer MA, Nadkarni V. Quantitative analysis of chest compression interruptions during in-hospital resuscitation of older children and adolescents. *Resuscitation*. 2009;80:1259-1263
  100. Braga MS, Dominguez TE, Pollock AN, Niles D, Meyer A, Myklebust H, Nysaether J, Nadkarni V. Estimation of optimal CPR chest compression depth in children by using computer tomography. *Pediatrics*. 2009;124:e69-74
  101. Meyer A, Nadkarni V, Pollock A, Babbs C, Nishisaki A, Braga M, Berg RA, Ades A. Evaluation of the Neonatal Resuscitation Program's recommended chest compression depth using computerized tomography imaging. *Resuscitation*. 2010;81:544-548
  102. Stevenson AG, McGowan J, Evans AL, Graham CA. CPR for children: one hand or two? *Resuscitation*. 2005;64:205-208
  103. Peska E, Kelly AM, Kerr D, Green D. One-handed versus two-handed chest compressions in paediatric cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. 2006;71:65-69
  104. Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, Shuster JJ, Zaritsky AL, Haque IU. Effect of alternative chest compression techniques in infant and child on rescuer performance. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10:328-333
  105. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, Deja KA, Conrad CJ, Kitscha DJ, Provo TA, Lurie KG. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by EMS personnel and assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation*. 2005;64:353-362

## 第1章 一次救命処置 (BLS)

106. Sutton RM, Niles D, Nysaether J, Abella BS, Arbogast KB, Nishisaki A, Maltese MR, Donoghue A, Bishnoi R, Helfaer MA, Myklebust H, Nadkarni V. Quantitative analysis of CPR quality during in-hospital resuscitation of older children and adolescents. *Pediatrics*. 2009;124:494-499
107. Niles D, Nysaether J, Sutton R, Nishisaki A, Abella BS, Arbogast K, Maltese MR, Berg RA, Helfaer M, Nadkarni V. Leaning is common during in-hospital pediatric CPR, and decreased with automated corrective feedback. *Resuscitation*. 2009;80:553-557
108. Yannopoulos D, McKnite S, Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Benditt D, Lurie KG. Effects of incomplete chest wall decompression during cardiopulmonary resuscitation on coronary and cerebral perfusion pressures in a porcine model of cardiac arrest. *Resuscitation*. 2005;64:363-372
109. Zuercher M, Hilwig RW, Ranger-Moore J, Nysaether J, Nadkarni VM, Berg MD, Kern KB, Sutton R, Berg RA. Leaning during chest compressions impairs cardiac output and left ventricular myocardial blood flow in piglet cardiac arrest. *Crit Care Med*. 2010;38:1141-1146
110. Aufderheide TP, Pirralo RG, Yannopoulos D, Klein JP, von Briesen C, Sparks CW, Deja KA, Kitscha DJ, Provo TA, Lurie KG. Incomplete chest wall decompression: a clinical evaluation of CPR performance by trained laypersons and an assessment of alternative manual chest compression-decompression techniques. *Resuscitation*. 2006;71:341-351
111. Halperin HR, Tsitlik JE, Guerci AD, Mellits ED, Levin HR, Shi AY, Chandra N, Weisfeldt ML. Determinants of blood flow to vital organs during cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Circulation*. 1986;73:539-550
112. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, Hoffman P, Tynus K, Vanden Hoek TL, Becker LB. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2005;111:428-434
113. Berg RA, Sanders AB, Kern KB, Hilwig RW, Heidenreich JW, Porter ME, Ewy GA. Adverse hemodynamic effects of interrupting chest compressions for rescue breathing during cardiopulmonary resuscitation for ventricular fibrillation cardiac arrest. *Circulation*. 2001;104:2465-2470
114. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Sanders AB, Xavier LC, Ewy GA. Automated external defibrillation versus manual defibrillation for prolonged ventricular fibrillation: lethal delays of chest compressions before and after countershocks. *Ann Emerg Med*. 2003;42:458-467
115. Yu T, Weil MH, Tang W, Sun S, Klouche K, Povoas H, Bisera J. Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation*. 2002;106:368-372
116. Berg RA, Hilwig RW, Berg MD, Berg DD, Samson RA, Indik JH, Kern KB. Immediate post-shock chest compressions improve outcome from prolonged ventricular fibrillation. *Resuscitation*. 2008;78:71-76
117. Eftestol T, Sunde K, Steen PA. Effects of interrupting precordial compressions on the calculated probability of defibrillation success during out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2002;105:2270-2273
118. Christenson J, Andrusiek D, Everson-Stewart S, Kudenchuk P, Hostler D, Powell J, Callaway CW, Bishop D, Vaillancourt C, Davis D, Aufderheide TP, Idris A, Stouffer JA, Stiell I, Berg R. Chest compression fraction determines survival in patients with out-of-hospital ventricular fibrillation. *Circulation*. 2009;120:1241-1247
119. Wolfe JA, Maier GW, Newton JR, Jr., Glower DD, Tyson GS, Jr., Spratt JA, Rankin JS, Olsen CO. Physiologic determinants of coronary blood flow during external cardiac massage. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1988;95:523-532
120. Kern KB, Carter AB, Showen RL, Voorhees WD, 3rd, Babbs CF, Tacker WA, Ewy GA. Twenty-four hour survival in a canine model of cardiac arrest comparing three methods of manual cardiopulmonary resuscitation. *J Am Coll Cardiol*. 1986;7:859-867

121. Talley DB, Ornato JP, Clarke AM. Computer-aided characterization and optimization of the Thumper compression waveform in closed-chest CPR. *Biomed Instrum Technol.* 1990;24:283-288
122. Maier GW, Tyson GS, Jr., Olsen CO, Kernstein KH, Davis JW, Conn EH, Sabiston DC, Jr., Rankin JS. The physiology of external cardiac massage: high-impulse cardiopulmonary resuscitation. *Circulation.* 1984;70:86-101
123. Feneley MP, Maier GW, Kern KB, Gaynor JW, Gall SA, Jr., Sanders AB, Raessler K, Muhlbaier LH, Rankin JS, Ewy GA. Influence of compression rate on initial success of resuscitation and 24 hour survival after prolonged manual cardiopulmonary resuscitation in dogs. *Circulation.* 1988;77:240-250
124. Handley AJ, Handley JA. The relationship between rate of chest compression and compression:relaxation ratio. *Resuscitation.* 1995;30:237-241
125. Handley AJ, Handley SA. Improving CPR performance using an audible feedback system suitable for incorporation into an automated external defibrillator. *Resuscitation.* 2003;57:57-62
126. Van Hoeyweghen RJ, Bossaert LL, Mullie A, Calle P, Martens P, Buylaert WA, Deloos H. Quality and efficiency of bystander CPR. Belgian Cerebral Resuscitation Study Group. *Resuscitation.* 1993;26:47-52
127. Valenzuela TD, Kern KB, Clark LL, Berg RA, Berg MD, Berg DD, Hilwig RW, Otto CW, Newburn D, Ewy GA. Interruptions of chest compressions during emergency medical systems resuscitation. *Circulation.* 2005;112:1259-1265
128. Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, Yannopoulos D, McKnite S, von Briesen C, Sparks CW, Conrad CJ, Provo TA, Lurie KG. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation.* 2004;109:1960-1965
129. Chiang WC, Chen WJ, Chen SY, Ko PC, Lin CH, Tsai MS, Chang WT, Chen SC, Tsan CY, Ma MH. Better adherence to the guidelines during cardiopulmonary resuscitation through the provision of audio-prompts. *Resuscitation.* 2005;64:297-301
130. Kern KB, Sanders AB, Raife J, Milander MM, Otto CW, Ewy GA. A study of chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation in humans. The importance of rate-directed chest compressions. *Arch Intern Med.* 1992;152:145-149
131. Berg RA, Sanders AB, Milander M, Tellez D, Liu P, Beyda D. Efficacy of audio-prompted rate guidance in improving resuscitator performance of cardiopulmonary resuscitation on children. *Acad Emerg Med.* 1994;1:35-40
132. Abella BS, Edelson DP, Kim S, Retzer E, Myklebust H, Barry AM, O'Hearn N, Hoek TL, Becker LB. CPR quality improvement during in-hospital cardiac arrest using a real-time audiovisual feedback system. *Resuscitation.* 2007;73:54-61
133. Fletcher D, Galloway R, Chamberlain D, Pateman J, Bryant G, Newcombe RG. Basics in advanced life support: a role for download audit and metronomes. *Resuscitation.* 2008;78:127-134
134. Gruben KG, Romlein J, Halperin HR, Tsitlik JE. System for mechanical measurements during cardiopulmonary resuscitation in humans. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1990;37:204-210
135. van Alem AP, Sanou BT, Koster RW. Interruption of cardiopulmonary resuscitation with the use of the automated external defibrillator in out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med.* 2003;42:449-457
136. Rea TD, Shah S, Kudenchuk PJ, Copass MK, Cobb LA. Automated external defibrillators: to what extent does the algorithm delay CPR? *Ann Emerg Med.* 2005;46:132-141
137. Rea TD, Helbock M, Perry S, Garcia M, Cloyd D, Becker L, Eisenberg M. Increasing use of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital ventricular fibrillation arrest: survival implications of guideline changes. *Circulation.* 2006;114:2760-2765
138. Cromie NA, Allen JD, Turner C, Anderson JM, Adgey AA. The impedance cardiogram recorded through two

- electrocardiogram/defibrillator pads as a determinant of cardiac arrest during experimental studies. *Crit Care Med.* 2008;36:1578-1584
139. Risdal M, Aase SO, Kramer-Johansen J, Eftestol T. Automatic identification of return of spontaneous circulation during cardiopulmonary resuscitation. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2008;55:60-68
140. Losert H, Risdal M, Sterz F, Nysaether J, Kohler K, Eftestol T, Wandaller C, Myklebust H, Uray T, Aase SO, Laggner AN. Thoracic-impedance changes measured via defibrillator pads can monitor signs of circulation. *Resuscitation.* 2007;73:221-228
141. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, Dunn K, March JA. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Ann Emerg Med.* 1995;26:300-303
142. Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation.* 1998;37:149-152
143. Greingor JL. Quality of cardiac massage with ratio compression-ventilation 5/1 and 15/2. *Resuscitation.* 2002;55:263-267
144. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt CL, Keenan AM. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation.* 2002;55:151-155
145. Odegaard S, Saether E, Steen PA, Wik L. Quality of lay person CPR performance with compression: ventilation ratios 15:2, 30:2 or continuous chest compressions without ventilations on manikins. *Resuscitation.* 2006;71:335-340
146. Bjorshol CA, Soreide E, Torsteinbo TH, Lexow K, Nilsen OB, Sunde K. Quality of chest compressions during 10min of single-rescuer basic life support with different compression: ventilation ratios in a manikin model. *Resuscitation.* 2008;77:95-100
147. Sugeran NT, Edelson DP, Leary M, Weidman EK, Herzberg DL, Vanden Hoek TL, Becker LB, Abella BS. Rescuer fatigue during actual in-hospital cardiopulmonary resuscitation with audiovisual feedback: a prospective multicenter study. *Resuscitation.* 2009;80:981-984
148. Huseyin TS, Matthews AJ, Wills P, O'Neill VM. Improving the effectiveness of continuous closed chest compressions: an exploratory study. *Resuscitation.* 2002;54:57-62
149. Heidenreich JW, Berg RA, Higdon TA, Ewy GA, Kern KB, Sanders AB. Rescuer fatigue: standard versus continuous chest-compression cardiopulmonary resuscitation. *Acad Emerg Med.* 2006;13:1020-1026
150. Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, Ando M, Yonemoto N, Hiraide A, Nonogi H. Quality of chest compressions during continuous CPR; comparison between chest compression-only CPR and conventional CPR. *Resuscitation.* 2010;81:1152-1155
151. Criley JM, Blaufuss AH, Kissel GL. Cough-induced cardiac compression. Self-administered from of cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1976;236:1246-1250
152. Girsky MJ, Criley JM. Images in cardiovascular medicine. Cough cardiopulmonary resuscitation revisited. *Circulation.* 2006;114:e530-531
153. Keeble W, Tymchak WJ. Triggering of the Bezold Jarisch Reflex by reperfusion during primary PCI with maintenance of consciousness by cough CPR: a case report and review of pathophysiology. *J Invasive Cardiol.* 2008;20:E239-242
154. Miller B, Lesnefsky E, Heyborne T, Schmidt B, Freeman K, Breckinridge S, Kelley K, Mann D, Reiter M. Cough-cardiopulmonary resuscitation in the cardiac catheterization laboratory: hemodynamics during an episode of prolonged hypotensive ventricular tachycardia. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1989;18:168-171
155. Petelenz T, Iwinski J, Chlebowczyk J, Czyz Z, Flak Z, Fiutowski L, Zaorski K, Zeman S. Self-administered

- cough cardiopulmonary resuscitation (c-CPR) in patients threatened by MAS events of cardiovascular origin. *Wiad Lek.* 1998;51:326-336
156. Rieser MJ. The use of cough-CPR in patients with acute myocardial infarction. *J Emerg Med.* 1992;10:291-293
  157. Saba SE, David SW. Sustained consciousness during ventricular fibrillation: case report of cough cardiopulmonary resuscitation. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1996;37:47-48
  158. Wei JY, Greene HL, Weisfeldt ML. Cough-facilitated conversion of ventricular tachycardia. *Am J Cardiol.* 1980;45:174-176
  159. Tobias JD, Mencio GA, Atwood R, Gurwitz GS. Intraoperative cardiopulmonary resuscitation in the prone position. *J Pediatr Surg.* 1994;29:1537-1538
  160. Dequin PF, Hazouard E, Legras A, Lanotte R, Perrotin D. Cardiopulmonary resuscitation in the prone position: Kouwenhoven revisited. *Intensive Care Med.* 1996;22:1272
  161. Sun WZ, Huang FY, Kung KL, Fan SZ, Chen TL. Successful cardiopulmonary resuscitation of two patients in the prone position using reversed precordial compression. *Anesthesiology.* 1992;77:202-204
  162. Brown J, Rogers J, Soar J. Cardiac arrest during surgery and ventilation in the prone position: a case report and systematic review. *Resuscitation.* 2001;50:233-238
  163. Loewenthal A, De Albuquerque AM, Lehmann-Meurice C, Otteni JC. Efficacy of external cardiac massage in a patient in the prone position. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1993;12:587-589
  164. Kelleher A, Mackersie A. Cardiac arrest and resuscitation of a 6-month old achondroplastic baby undergoing neurosurgery in the prone position. *Anaesthesia.* 1995;50:348-350
  165. Elam JO, Ruben AM, Greene DG. Resuscitation of drowning victims. *JAMA.* 1960;174:13-16
  166. Cheng KI, Yun MK, Chang MC, Lee KW, Huang SC, Tang CS, Chen CH. Fiberoptic bronchoscopic view change of laryngopharyngeal tissues by different airway supporting techniques: comparison of patients with and without open mouth limitation. *J Clin Anesth.* 2008;20:573-579
  167. Guildner CW. Resuscitation--opening the airway. A comparative study of techniques for opening an airway obstructed by the tongue. *JACEP.* 1976;5:588-590
  168. Safar P, Escarraga LA, Chang F. Upper airway obstruction in the unconscious patient. *J Appl Physiol.* 1959;14:760-764
  169. Greene DG, Elam JO, Dobkin AB, Studley CL. Cinefluorographic study of hyperextension of the neck and upper airway patency. *JAMA.* 1961;176:570-573
  170. Morikawa S, Safar P, Decarlo J. Influence of the headjaw position upon upper airway patency. *Anesthesiology.* 1961;22:265-270
  171. Ruben HM, Elam JO, Ruben AM, Greene DG. Investigation of upper airway problems in resuscitation. 1. Studies of pharyngeal x-rays and performance by laymen. *Anesthesiology.* 1961;22:271-279
  172. Meier S, Geiduschek J, Paganoni R, Fuehrmeyer F, Reber A. The effect of chin lift, jaw thrust, and continuous positive airway pressure on the size of the glottic opening and on stridor score in anesthetized, spontaneously breathing children. *Anesth Analg.* 2002;94:494-499; table of contents
  173. Reber A, Wetzel SG, Schnabel K, Bongartz G, Frei FJ. Effect of combined mouth closure and chin lift on upper airway dimensions during routine magnetic resonance imaging in pediatric patients sedated with propofol. *Anesthesiology.* 1999;90:1617-1623
  174. Bruppacher H, Reber A, Keller JP, Geiduschek J, Erb TO, Frei FJ. The effects of common airway maneuvers on airway pressure and flow in children undergoing adenoidectomies. *Anesth Analg.* 2003;97:29-34, table of contents
  175. Reber A, Bobbia SA, Hammer J, Frei FJ. Effect of airway opening manoeuvres on thoraco-abdominal asynchrony

- in anaesthetized children. *Eur Respir J*. 2001;17:1239-1243
176. Reber A, Paganoni R, Frei FJ. Effect of common airway manoeuvres on upper airway dimensions and clinical signs in anaesthetized, spontaneously breathing children. *Br J Anaesth*. 2001;86:217-222
177. Uzun L, Ugur MB, Altunkaya H, Ozer Y, Ozkocak I, Demirel CB. Effectiveness of the jaw-thrust maneuver in opening the airway: a flexible fiberoptic endoscopic study. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2005;67:39-44
178. Hammer J, Reber A, Trachsel D, Frei FJ. Effect of jaw-thrust and continuous positive airway pressure on tidal breathing in deeply sedated infants. *J Pediatr*. 2001;138:826-830
179. von Ungern-Sternberg BS, Erb TO, Frei FJ. Jaw thrust can deteriorate upper airway patency. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2005;49:583-585
180. Roth B, Magnusson J, Johansson I, Holmberg S, Westrin P. Jaw lift—a simple and effective method to open the airway in children. *Resuscitation*. 1998;39:171-174
181. Hartrey R, Bingham RM. Pharyngeal trauma as a result of blind finger sweeps in the choking child. *J Accid Emerg Med*. 1995;12:52-54
182. Kabbani M, Goodwin SR. Traumatic epiglottitis following blind finger sweep to remove a pharyngeal foreign body. *Clin Pediatr (Phila)*. 1995;34:495-497
183. O'Neill JF, Deakin CD. Do we hyperventilate cardiac arrest patients? *Resuscitation*. 2007;73:82-85
184. Idris AH, Becker LB, Fuerst RS, Wenzel V, Rush WJ, Melker RJ, Orban DJ. Effect of ventilation on resuscitation in an animal model of cardiac arrest. *Circulation*. 1994;90:3063-3069
185. Wenzel V, Keller C, Idris AH, Dorges V, Lindner KH, Brimacombe JR. Effects of smaller tidal volumes during basic life support ventilation in patients with respiratory arrest: good ventilation, less risk? *Resuscitation*. 1999;43:25-29
186. Dorges V, Ocker H, Hagelberg S, Wenzel V, Idris AH, Schmucker P. Smaller tidal volumes with room-air are not sufficient to ensure adequate oxygenation during bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation*. 2000;44:37-41
187. Dorges V, Ocker H, Hagelberg S, Wenzel V, Schmucker P. Optimisation of tidal volumes given with self-inflatable bags without additional oxygen. *Resuscitation*. 2000;43:195-199
188. Pytte M, Dorph E, Sunde K, Kramer-Johansen J, Wik L, Steen PA. Arterial blood gases during basic life support of human cardiac arrest victims. *Resuscitation*. 2008;77:35-38
189. Winkler M, Mauritz W, Hackl W, Gilly H, Weindlmayr-Goettel M, Steinbereithner K, Schindler I. Effects of half the tidal volume during cardiopulmonary resuscitation on acid-base balance and haemodynamics in pigs. *Eur J Emerg Med*. 1998;5:201-206
190. von Goedecke A, Bowden K, Wenzel V, Keller C, Gabrielli A. Effects of decreasing inspiratory times during simulated bag-valve-mask ventilation. *Resuscitation*. 2005;64:321-325
191. von Goedecke A, Bowden K, Keller C, Voelckel WG, Jeske HC, Wenzel V. Decreased inspiratory time during ventilation of an unprotected airway. Effect on stomach inflation and lung ventilation in a bench model. *Anaesthesist*. 2005;54:117-122
192. von Goedecke A, Paal P, Keller C, Voelckel WG, Herff H, Lindner KH, Wenzel V. Ventilation of an unprotected airway: evaluation of a new peak-inspiratory-flow and airway-pressure-limiting bag-valve-mask. *Anaesthesist*. 2006;55:629-634
193. Ahmad F, Senadhira DC, Charters J, Acquilla S. Transmission of Salmonella via mouth-to-mouth resuscitation. *Lancet*. 1990;335:787-788
194. Chalumeau M, Bidet P, Lina G, Mokhtari M, Andre MC, Gendrel D, Bingen E, Raymond J. Transmission of Pantone-Valentine leukocidin-producing Staphylococcus aureus to a physician during resuscitation of a child. *Clin*

- Infect Dis.* 2005;41:e29-30
195. Christian MD, Loutfy M, McDonald LC, Martinez KF, Ofner M, Wong T, Wallington T, Gold WL, Mederski B, Green K, Low DE. Possible SARS coronavirus transmission during cardiopulmonary resuscitation. *Emerg Infect Dis.* 2004;10:287-293
  196. Feldman HA. Some recollections of the meningococcal diseases. The first Harry F. Dowling lecture. *JAMA.* 1972;220:1107-1112
  197. Figura N. Mouth-to-mouth resuscitation and Helicobacter pylori infection. *Lancet.* 1996;347:1342
  198. Finkelhor RS, Lampman JH. Herpes simplex infection following cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1980;243:650
  199. Hendricks AA, Shapiro EP. Primary Herpes simplex infection following mouth-to-mouth resuscitation. *JAMA.* 1980;243:257-258
  200. Heilman KM, Muschenheim C. Primary cutaneous tuberculosis resulting from mouth-to-mouth respiration. *N Engl J Med.* 1965;273:1035-1036
  201. Neiman R. Post manikin resuscitation stomatitis. *J Ky Med Assoc.* 1982;80:813-814
  202. Nicklin G. Manikin tracheitis. *JAMA.* 1980;244:2046-2047
  203. Todd MA, Bell JS. Shigellosis from cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1980;243:331
  204. Mejicano GC, Maki DG. Infections acquired during cardiopulmonary resuscitation: estimating the risk and defining strategies for prevention. *Ann Intern Med.* 1998;129:813-828
  205. Centers for Disease Control. Recommendations for prevention of HIV transmission in health-care settings. *MMWR.* 1987;36(suppl no.2S)
  206. Centers for Disease Control. Guidelines for Prevention of Transmission of Human Immunodeficiency Virus and Hepatitis B Virus to Health-Care and Public-Safety Workers. *MMWR* 1989;38
  207. Cohen HJ, Minkin W. Transmission of infection during training for cardiopulmonary resuscitation. *Ann Intern Med.* 1985;102:136-137
  208. Nickalls RW, Thomson CW. Mouth to mask respiration. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1986;292:1350
  209. Baskett PJ. Ethics in cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation.* 1993;25:1-8
  210. Bierens JJ, Berden HJ. Basic-CPR and AIDS: are volunteer life-savers prepared for a storm? *Resuscitation.* 1996;32:185-191
  211. Blenkarn JI, Buckingham SE, Zideman DA. Prevention of transmission of infection during mouth-to-mouth resuscitation. *Resuscitation.* 1990;19:151-157
  212. Cydulka RK, Connor PJ, Myers TF, Pavza G, Parker M. Prevention of oral bacterial flora transmission by using mouth-to-mask ventilation during CPR. *J Emerg Med.* 1991;9:317-321
  213. Lightsey DM, Shah PK, Forrester JS, Michael TA. A human immunodeficiency virus-resistant airway for cardiopulmonary resuscitation. *Am J Emerg Med.* 1992;10:73-77
  214. Elam JO. Bag-valve-mask O2 ventilation. In: Safar P, Elam JO, eds, eds. *Advances in Cardiopulmonary Resuscitation: The Wolf Creek Conference on Cardiopulmonary Resuscitation.* New York: Springer-Verlag; 1977:73-79.
  215. Elling R, Politis J. An evaluation of emergency medical technicians' ability to use manual ventilation devices. *Ann Emerg Med.* 1983;12:765-768
  216. Olasveengen TM, Vik E, Kuzovlev A, Sunde K. Effect of implementation of new resuscitation guidelines on quality of cardiopulmonary resuscitation and survival. *Resuscitation.* 2009;80:407-411
  217. Steinmetz J, Barnung S, Nielsen SL, Risom M, Rasmussen LS. Improved survival after an out-of-hospital cardiac

- arrest using new guidelines. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2008;52:908-913
218. Hostler D, Rittenberger JC, Roth R, Callaway CW. Increased chest compression to ventilation ratio improves delivery of CPR. *Resuscitation.* 2007;74:446-452
219. Sayre MR, Cantrell SA, White LJ, Hiestand BC, Keseg DP, Koser S. Impact of the 2005 American Heart Association cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care guidelines on out-of-hospital cardiac arrest survival. *Prehosp Emerg Care.* 2009;13:469-477
220. Garza AG, Gratton MC, Salomone JA, Lindholm D, McElroy J, Archer R. Improved patient survival using a modified resuscitation protocol for out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2009;119:2597-2605
221. 2005 AHA guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care part 4: Adult basic life support. *Circulation.* 2005;112:IV-19-IV-34
222. Baker PW, Conway J, Cotton C, Ashby DT, Smyth J, Woodman RJ, Grantham H. Defibrillation or cardiopulmonary resuscitation first for patients with out-of-hospital cardiac arrests found by paramedics to be in ventricular fibrillation? A randomised control trial. *Resuscitation.* 2008;79:424-431
223. Sanders AB, Kern KB, Berg RA, Hilwig RW, Heidenrich J, Ewy GA. Survival and neurologic outcome after cardiopulmonary resuscitation with four different chest compression-ventilation ratios. *Ann Emerg Med.* 2002;40:553-562
224. Yannopoulos D, Aufderheide TP, Gabrielli A, Beiser DG, McKnite SH, Pirralo RG, Wigginton J, Becker L, Vanden Hoek T, Tang W, Nadkarni VM, Klein JP, Idris AH, Lurie KG. Clinical and hemodynamic comparison of 15:2 and 30:2 compression-to-ventilation ratios for cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* 2006;34:1444-1449
225. Kill C, Torossian A, Freisburger C, Dworok S, Massmann M, Nohl T, Henning R, Wallot P, Gockel A, Steinfeldt T, Graf J, Eberhart L, Wulf H. Basic life support with four different compression/ventilation ratios in a pig model: the need for ventilation. *Resuscitation.* 2009;80:1060-1065
226. Babbs CF, Kern KB. Optimum compression to ventilation ratios in CPR under realistic, practical conditions: a physiological and mathematical analysis. *Resuscitation.* 2002;54:147-157
227. Babbs CF, Nadkarni V. Optimizing chest compression to rescue ventilation ratios during one-rescuer CPR by professionals and lay persons: children are not just little adults. *Resuscitation.* 2004;61:173-181
228. Turner I, Turner S, Armstrong V. Does the compression to ventilation ratio affect the quality of CPR: a simulation study. *Resuscitation.* 2002;52:55-62
229. Turner I, Turner S. Optimum cardiopulmonary resuscitation for basic and advanced life support: a simulation study. *Resuscitation.* 2004;62:209-217
230. Kern KB, Hilwig RW, Berg RA, Ewy GA. Efficacy of chest compression-only BLS CPR in the presence of an occluded airway. *Resuscitation.* 1998;39:179-188
231. Dorph E, Wik L, Stromme TA, Eriksen M, Steen PA. Oxygen delivery and return of spontaneous circulation with ventilation:compression ratio 2:30 versus chest compressions only CPR in pigs. *Resuscitation.* 2004;60:309-318
232. Ewy GA, Zuercher M, Hilwig RW, Sanders AB, Berg RA, Otto CW, Hayes MM, Kern KB. Improved neurological outcome with continuous chest compressions compared with 30:2 compressions-to-ventilations cardiopulmonary resuscitation in a realistic swine model of out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation.* 2007;116:2525-2530
233. Lurie KG, Yannopoulos D, McKnite SH, Herman ML, Idris AH, Nadkarni VM, Tang W, Gabrielli A, Barnes TA, Metzger AK. Comparison of a 10-breaths-per-minute versus a 2-breaths-per-minute strategy during cardiopulmonary resuscitation in a porcine model of cardiac arrest. *Respir Care.* 2008;53:862-870
234. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Babar I, Ewy GA. Simulated mouth-to-mouth ventilation and chest compressions



- (bystander cardiopulmonary resuscitation) improves outcome in a swine model of prehospital pediatric asphyxial cardiac arrest. *Crit Care Med.* 1999;27:1893-1899
235. Berg RA, Hilwig RW, Kern KB, Ewy GA. "Bystander" chest compressions and assisted ventilation independently improve outcome from piglet asphyxial pulseless "cardiac arrest". *Circulation.* 2000;101:1743-1748
  236. Safranek DJ, Eisenberg MS, Larsen MP. The epidemiology of cardiac arrest in young adults. *Ann Emerg Med.* 1992;21:1102-1106
  237. Hickey RW, Cohen DM, Strausbaugh S, Dietrich AM. Pediatric patients requiring CPR in the prehospital setting. *Ann Emerg Med.* 1995;25:495-501
  238. Zaritsky A, Nadkarni V, Getson P, Kuehl K. CPR in children. *Ann Emerg Med.* 1987;16:1107-1111
  239. Mogayzel C, Quan L, Graves JR, Tiedeman D, Fahrenbruch C, Herndon P. Out-of-hospital ventricular fibrillation in children and adolescents: causes and outcomes. *Ann Emerg Med.* 1995;25:484-491
  240. Herlitz J, Engdahl J, Svensson L, Young M, Angquist KA, Holmberg S. Characteristics and outcome among children suffering from out of hospital cardiac arrest in Sweden. *Resuscitation.* 2005;64:37-40
  241. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Nadkarni VM, Berg RA, Hiraide A. Conventional and chest-compression-only cardiopulmonary resuscitation by bystanders for children who have out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *Lancet.* 2010;375:1347-1354
  242. Betz AE, Callaway CW, Hostler D, Rittenberger JC. Work of CPR during two different compression to ventilation ratios with real-time feedback. *Resuscitation.* 2008;79:278-282
  243. Haque IU, Udassi JP, Udassi S, Theriaque DW, Shuster JJ, Zaritsky AL. Chest compression quality and rescuer fatigue with increased compression to ventilation ratio during single rescuer pediatric CPR. *Resuscitation.* 2008;79:82-89
  244. Dorph E, Wik L, Steen PA. Effectiveness of ventilation-compression ratios 1:5 and 2:15 in simulated single rescuer paediatric resuscitation. *Resuscitation.* 2002;54:259-264
  245. Hill K, Mohan C, Stevenson M, McCluskey D. Objective assessment of cardiopulmonary resuscitation skills of 10-11-year-old schoolchildren using two different external chest compression to ventilation ratios. *Resuscitation.* 2009;80:96-99
  246. Hostler D, Guimond G, Callaway C. A comparison of CPR delivery with various compression-to-ventilation ratios during two-rescuer CPR. *Resuscitation.* 2005;65:325-328
  247. Kinney SB, Tibballs J. An analysis of the efficacy of bag-valve-mask ventilation and chest compression during different compression-ventilation ratios in manikin-simulated paediatric resuscitation. *Resuscitation.* 2000;43:115-120
  248. Srikantan SK, Berg RA, Cox T, Tice L, Nadkarni VM. Effect of one-rescuer compression/ventilation ratios on cardiopulmonary resuscitation in infant, pediatric, and adult manikins. *Pediatr Crit Care Med.* 2005;6:293-297
  249. Heidenreich JW, Sanders AB, Higdon TA, Kern KB, Berg RA, Ewy GA. Uninterrupted chest compression CPR is easier to perform and remember than standard CPR. *Resuscitation.* 2004;63:123-130
  250. Kelley J, Richman PB, Ewy GA, Clark L, Bulloch B, Bobrow BJ. Eighth grade students become proficient at CPR and use of an AED following a condensed training programme. *Resuscitation.* 2006;71:229-236
  251. Swor R, Compton S, Vining F, Ososky Farr L, Kokko S, Pascual R, Jackson RE. A randomized controlled trial of chest compression only CPR for older adults—a pilot study. *Resuscitation.* 2003;58:177-185
  252. Nishiyama C, Iwami T, Kawamura T, Ando M, Yonemoto N, Hiraide A, Nonogi H. Effectiveness of simplified chest compression-only CPR training for the general public: a randomized controlled trial. *Resuscitation.* 2008;79:90-96

## 第1章 一次救命処置 (BLS)

253. Neset A, Birkenes TS, Myklebust H, Mykletun RJ, Odegaard S, Kramer-Johansen J. A randomized trial of the capability of elderly lay persons to perform chest compression only CPR versus standard 30:2 CPR. *Resuscitation*. 2010;81:887-892
254. Berg RA, Kern KB, Sanders AB, Otto CW, Hilwig RW, Ewy GA. Bystander cardiopulmonary resuscitation. Is ventilation necessary? *Circulation*. 1993;88:1907-1915
255. Berg RA, Wilcoxson D, Hilwig RW, Kern KB, Sanders AB, Otto CW, Eklund DK, Ewy GA. The need for ventilatory support during bystander CPR. *Ann Emerg Med*. 1995;26:342-350
256. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Ewy GA. Assisted ventilation during 'bystander' CPR in a swine acute myocardial infarction model does not improve outcome. *Circulation*. 1997;96:4364-4371
257. Berg RA, Kern KB, Hilwig RW, Berg MD, Sanders AB, Otto CW, Ewy GA. Assisted ventilation does not improve outcome in a porcine model of single-rescuer bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 1997;95:1635-1641
258. Chandra NC, Gruben KG, Tsitlik JE, Brower R, Guerci AD, Halperin HH, Weisfeldt ML, Permutt S. Observations of ventilation during resuscitation in a canine model. *Circulation*. 1994;90:3070-3075
259. Noc M, Weil MH, Tang W, Turner T, Fukui M. Mechanical ventilation may not be essential for initial cardiopulmonary resuscitation. *Chest*. 1995;108:821-827
260. Kawamae K, Murakawa M, Otsuki M, Matsumoto Y, Tase C. Precordial compression without airway management induces lung injury in the rodent cardiac arrest model with central apnea. *Resuscitation*. 2001;51:165-171
261. Geddes LA, Rundell A, Otlewski M, Pargett M. How much lung ventilation is obtained with only chest-compression CPR? *Cardiovasc Eng*. 2008;8:145-148
262. Iglesias JM, Lopez-Herce J, Urbano J, Solana MJ, Mencia S, Del Castillo J. Chest compressions versus ventilation plus chest compressions in a pediatric asphyxial cardiac arrest animal model. *Intensive Care Med*. 2010;36:712-716
263. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, Kajino K, Yonemoto N, Yukioka H, Sugimoto H, Kakuchi H, Sase K, Yokoyama H, Nonogi H. Effectiveness of bystander-initiated cardiac-only resuscitation for patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*. 2007;116:2900-2907
264. Ong ME, Ng FS, Anushia P, Tham LP, Leong BS, Ong VY, Tiah L, Lim SH, Anantharaman V. Comparison of chest compression only and standard cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest in Singapore. *Resuscitation*. 2008;78:119-126
265. Wik L, Steen PA, Bircher NG. Quality of bystander cardiopulmonary resuscitation influences outcome after prehospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 1994;28:195-203
266. Bohm K, Rosenqvist M, Herlitz J, Hollenberg J, Svensson L. Survival is similar after standard treatment and chest compression only in out-of-hospital bystander cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*. 2007;116:2908-2912
267. SOS-KANTO Study Group. Cardiopulmonary resuscitation by bystanders with chest compression only (SOS-KANTO): an observational study. *Lancet*. 2007;369:920-926
268. Waalewijn RA, Tijssen JG, Koster RW. Bystander initiated actions in out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: results from the Amsterdam Resuscitation Study (ARRESUST). *Resuscitation*. 2001;50:273-279
269. Olasveengen TM, Wik L, Steen PA. Standard basic life support vs. continuous chest compressions only in out-of-hospital cardiac arrest. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2008;52:914-919
270. Kitamura T, Iwami T, Kawamura T, Nagao K, Tanaka H, Hiraide A. Bystander-initiated rescue breathing for out-of-hospital cardiac arrests of noncardiac origin. *Circulation*. 2010;122:293-299

271. Bobrow BJ, Ewy GA, Clark L, Chikani V, Berg RA, Sanders AB, Vadeboncoeur TF, Hilwig RW, Kern KB. Passive oxygen insufflation is superior to bag-valve-mask ventilation for witnessed ventricular fibrillation out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med.* 2009;54:656-662 e651
272. Bobrow BJ, Clark LL, Ewy GA, Chikani V, Sanders AB, Berg RA, Richman PB, Kern KB. Minimally interrupted cardiac resuscitation by emergency medical services for out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA.* 2008;299:1158-1165
273. Kellum MJ, Kennedy KW, Barney R, Keilhauer FA, Bellino M, Zuercher M, Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation improves neurologically intact survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med.* 2008;52:244-252
274. Kellum MJ, Kennedy KW, Ewy GA. Cardiocerebral resuscitation improves survival of patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Med.* 2006;119:335-340
275. Bertrand C, Hemery F, Carli P, Goldstein P, Espesson C, Ruttimann M, Macher JM, Raffy B, Fuster P, Dolveck F, Rozenberg A, Lecarpentier E, Duvaldestin P, Saissy JM, Boussignac G, Brochard L. Constant flow insufflation of oxygen as the sole mode of ventilation during out-of-hospital cardiac arrest. *Intensive Care Med.* 2006;32:843-851
276. Saissy JM, Boussignac G, Cheptel E, Rouvin B, Fontaine D, Bargues L, Levecque JP, Michel A, Brochard L. Efficacy of continuous insufflation of oxygen combined with active cardiac compression-decompression during out-of-hospital cardiorespiratory arrest. *Anesthesiology.* 2000;92:1523-1530
277. Krischer JP, Fine EG, Weisfeldt ML, Guerci AD, Nagel E, Chandra N. Comparison of prehospital conventional and simultaneous compression-ventilation cardiopulmonary resuscitation. *Crit Care Med.* 1989;17:1263-1269
278. Carpenter J, Rea TD, Murray JA, Kudenchuk PJ, Eisenberg MS. Defibrillation waveform and post-shock rhythm in out-of-hospital ventricular fibrillation cardiac arrest. *Resuscitation.* 2003;59:189-196
279. Berdowski J, Tijssen JG, Koster RW. Chest compressions cause recurrence of ventricular fibrillation after the first successful conversion by defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest. *Circ Arrhythm Electrophysiol.* 2010;3:72-78
280. Walcott GP, Melnick SB, Walker RG, Banville I, Chapman FW, Killingsworth CR, Ideker RE. Effect of timing and duration of a single chest compression pause on short-term survival following prolonged ventricular fibrillation. *Resuscitation.* 2009;80:458-462
281. Manegold JC, Israel CW, Ehrlich JR, Duray G, Pajitnev D, Wegener FT, Hohnloser SH. External cardioversion of atrial fibrillation in patients with implanted pacemaker or cardioverter-defibrillator systems: a randomized comparison of monophasic and biphasic shock energy application. *Eur Heart J.* 2007;28:1731-1738
282. Alferness CA. Pacemaker damage due to external countershock in patients with implanted cardiac pacemakers. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1982;5:457-458
283. Monsieurs KG, Conraads VM, Goethals MP, Snoeck JP, Bossaert LL. Semi-automatic external defibrillation and implanted cardiac pacemakers: understanding the interactions during resuscitation. *Resuscitation.* 1995;30:127-131
284. Pellis T, Kette F, Lovisa D, Franceschino E, Magagnin L, Mercante WP, Kohl P. Utility of pre-cordial thump for treatment of out of hospital cardiac arrest: a prospective study. *Resuscitation.* 2009;80:17-23
285. Amir O, Schliamser JE, Nemer S, Arie M. Ineffectiveness of precordial thump for cardioversion of malignant ventricular tachyarrhythmias. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2007;30:153-156
286. Volkmann H, Klumbies A, Kuhnert H, Paliege R, Dannberg G, Siegert K. Terminating ventricular tachycardias by

## 第1章 一次救命処置 (BLS)

- mechanical heart stimulation with precordial thumps. *Z Kardiol.* 1990;79:717-724
287. Caldwell G, Millar G, Quinn E, Vincent R, Chamberlain DA. Simple mechanical methods for cardioversion: defence of the precordial thump and cough version. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1985;291:627-630
288. Miller J, Tresch D, Horwitz L, Thompson BM, Aprahamian C, Darin JC. The precordial thump. *Ann Emerg Med.* 1984;13:791-794
289. Haman L, Parizek P, Vojacek J. Precordial thump efficacy in termination of induced ventricular arrhythmias. *Resuscitation.* 2009;80:14-16
290. Miller J, Addas A, Akhtar M. Electrophysiology studies: precordial thumping patients paced into ventricular tachycardia. *J Emerg Med.* 1985;3:175-179
291. Morgera T, Baldi N, Chersevani D, Medugno G, Camerini F. Chest thump and ventricular tachycardia. *Pacing Clin Electrophysiol.* 1979;2:69-75
292. Nejima J. Clinical features and treatment of ventricular tachycardia associated with acute myocardial infarction. *Nippon Ika Daigaku Zasshi.* 1991;58:40-49
293. Befeler B. Mechanical stimulation of the heart: its therapeutic value in tachyarrhythmias. *Chest.* 1978;73:832-838
294. Muller GI, Ulmer HE, Bauer JA. Complications of chest thump for termination of supraventricular tachycardia in children. *Eur J Pediatr.* 1992;151:12-14
295. Ahmar W, Morley P, Marasco S, Chan W, Aggarwal A. Sternal fracture and osteomyelitis: an unusual complication of a precordial thump. *Resuscitation.* 2007;75:540-542
296. Redding JS. The choking controversy: critique of evidence on the Heimlich maneuver. *Crit Care Med.* 1979;7:475-479
297. Vilke GM, Smith AM, Ray LU, Steen PJ, Murrin PA, Chan TC. Airway obstruction in children aged less than 5 years: the prehospital experience. *Prehosp Emerg Care.* 2004;8:196-199
298. Heimlich HJ, Hoffmann KA, Canestri FR. Food-choking and drowning deaths prevented by external subdiaphragmatic compression. Physiological basis. *Ann Thorac Surg.* 1975;20:188-195
299. Boussuges S, Maitre Robert P, Bost M. Use of the Heimlich Maneuver on children in the Rhone-Alpes area. *Arch Fr Pediatr.* 1985;42:733-736
300. Soroudi A, Shipp HE, Stepanski BM, Ray LU, Murrin PA, Chan TC, Davis DP, Vilke GM. Adult foreign body airway obstruction in the prehospital setting. *Prehosp Emerg Care.* 2007;11:25-29
301. Guildner CW, Williams D, Subitch T. Airway obstructed by foreign material: the Heimlich maneuver. *JACEP.* 1976;5:675-677
302. 河原弥生, 木下浩作, 向山剛生, 千葉宣孝, 多田勝重, 守谷俊, 丹正勝久. 目撃のある気道異物による窒息症例 50 例の検討. *日本救急医学会雑誌.* 2009;20:755-762
303. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 2: Adult basic life support. *Circulation.* 2005;112:III-5-III-16
304. 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. Part 2: Adult basic life support. *Resuscitation.* 2005;67:187-201
305. Langhelle A, Sunde K, Wik L, Steen PA. Airway pressure with chest compressions versus Heimlich manoeuvre in recently dead adults with complete airway obstruction. *Resuscitation.* 2000;44:105-108
306. Ruben H, Macnaughton FI. The treatment of food-choking. *Practitioner.* 1978;221:725-729
307. Brauner DJ. The Heimlich maneuver: procedure of choice? *J Am Geriatr Soc.* 1987;35:78
308. Elam JO, Greene DG, Schneider MA, Ruben HM, Gordon AS, Husted RF, Benson DW, Clements JA, Ruben A.

- Head-tilt method of oral resuscitation. *J Am Med Assoc.* 1960;172:812-815
309. Abder-Rahman HA. Infants choking following blind finger sweep. *J Pediatr (Rio J).* 2009;85:273-275
310. Szpilman D, Soares M. In-water resuscitation--is it worthwhile? *Resuscitation.* 2004;63:25-31
311. March NF, Matthews RC. New techniques in external cardiac compressions. Aquatic cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1980;244:1229-1232
312. Perkins GD. In-water resuscitation: a pilot evaluation. *Resuscitation.* 2005;65:321-324
313. Hwang V, Shofer FS, Durbin DR, Baren JM. Prevalence of traumatic injuries in drowning and near drowning in children and adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2003;157:50-53
314. Branche CM, Sniezek JE, Sattin RW, Mirkin IR. Water recreation-related spinal injuries: risk factors in natural bodies of water. *Accid Anal Prev.* 1991;23:13-17
315. Papa L, Hoelle R, Idris A. Systematic review of definitions for drowning incidents. *Resuscitation.* 2005;65:255-264
316. Idris AH, Berg RA, Bierens J, Bossaert L, Branche CM, Gabrielli A, Graves SA, Handley AJ, Hoelle R, Morley PT, Papa L, Pepe PE, Quan L, Szpilman D, Wigginton JG, Modell JH. Recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning: the "Utstein style". *Circulation.* 2003;108:2565-2574
317. Holzer M, Behringer W, Schorkhuber W, Zeiner A, Sterz F, Laggner AN, Frass M, Siostrozonek P, Ratheiser K, Kaff A. Mild hypothermia and outcome after CPR. Hypothermia for Cardiac Arrest (HACA) Study Group. *Acta Anaesthesiol Scand Suppl.* 1997;111:55-58
318. Sterz F, Safar P, Tisherman S, Radvosky A, Kuboyama K, Oku K. Mild hypothermic cardiopulmonary resuscitation improves outcome after prolonged cardiac arrest in dogs. *Crit Care Med.* 1991;19:379-389
319. Oschatz E, Wunderbaldinger P, Sterz F, Holzer M, Kofler J, Slatin H, Janata K, Eisenburger P, Bankier AA, Laggner AN. Cardiopulmonary resuscitation performed by bystanders does not increase adverse effects as assessed by chest radiography. *Anesth Analg.* 2001;93:128-133
320. Bedell SE, Fulton EJ. Unexpected findings and complications at autopsy after cardiopulmonary resuscitation (CPR). *Arch Intern Med.* 1986;146:1725-1728
321. Reardon MJ, Gross DM, Vallone AM, Weiland AP, Walker WE. Atrial rupture in a child from cardiac massage by his parent. *Ann Thorac Surg.* 1987;43:557-558
322. Engelstein D, Stamler B. Gastric rupture complicating mouth-to-mouth resuscitation. *Isr J Med Sci.* 1984;20:68-70
323. Fosse E, Lindberg H. Left ventricular rupture following external chest compression. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1996;40:502-504
324. Offerman SR, Holmes JF, Wisner DH. Gastric rupture and massive pneumoperitoneum after bystander cardiopulmonary resuscitation. *J Emerg Med.* 2001;21:137-139
325. Maguire S, Mann M, John N, Ellaway B, Sibert JR, Kemp AM. Does cardiopulmonary resuscitation cause rib fractures in children? A systematic review. *Child Abuse Negl.* 2006;30:739-751
326. White L, Rogers J, Bloomingdale M, Fahrenbruch C, Culley L, Subido C, Eisenberg M, Rea T. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation: risks for patients not in cardiac arrest. *Circulation.* 2010;121:91-97