

D 緊急時の救命処置

1

心肺蘇生法

1. 心肺蘇生の意義

心肺蘇生法 (cardiopulmonary resuscitation: CPR) とは、病气やけがにより、突然に心肺停止、もしくはこれに近い状態になったときに、胸骨圧迫や人工呼吸によって対応することをいう。

傷病者を救命するために大切な心肺蘇生、AED (automated external defibrillator: 自動体外式除細動器) を用いた除細動、異物で窒息をきたした場合の気道異物除去の3つを合わせて1次救命処置 (basic life support: BLS) という。

本稿ではBLSの範囲を扱う。その大前提として、1次救命処置を確実に実践できることは必須であると位置づけたい。なぜならば、スポーツ活動には「選手生命」たる言葉もあるように、限られた時間に厳しい訓練の中で身体負担を強いられるために、上記のような状況に陥る可能性は決して少なくはないからである。ある意味「いつ起きてもおかしくない」という万全な備えが求められる。

しかしわれわれの経験から、救命を要する状況は、予期せぬ場所で、予期せぬときに起こることから、その状況で気が動転しないことはありえない。ゆえに、それを回避するには「知っていること」と「できること」の違いを知り、あらゆる局面で、最悪のシナリオを「想定する」シミュレーション・トレーニングを繰り返すことが重要である。

そこで、最悪の状況を想定するには、エビデンスを知ることもその1つである。

例えば、表 VIII-D-1 は、胸骨圧迫の中断時間が長いとされる院外心肺停止では、蘇生率が低

表 VIII-D-1 胸骨圧迫の中断

	胸骨圧迫の中断時間	生存退院率
病院外心停止	52%	3.4% (n = 176)
病院内心停止	24%	10.4% (n = 67)

(Wik L et al: JAMA 293: 2005; Abella BS et al: JAMA 293: 2005 より)

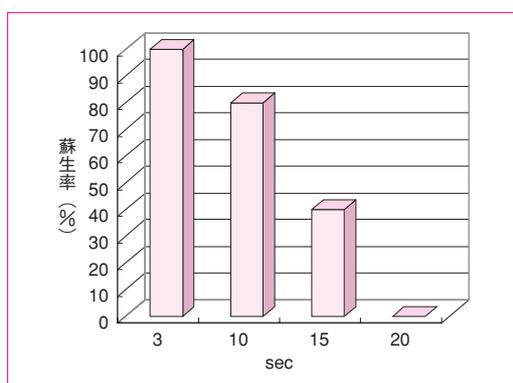


図 VIII-D-1 胸骨圧迫を中断した際の時間別蘇生率 (Yu T et al: Circulation 106: 368-372, 2002 より)

いことを表している。

また、図 VIII-D-1 は、AED によって胸骨圧迫を中断した時間別に蘇生率をみたものであるが、わずか15秒の中断で蘇生率は40%に減少してしまう。つまり、AEDを使用する間でも、絶え間ない胸骨圧迫が重要になってくる。

さらに、図 VIII-D-2 は、確実な胸骨圧迫を10秒間実施した前後の心電図の比較である。いかに強く確かな圧迫をした胸骨圧迫が必要か理解できる。

以上のように、スポーツ現場にて重篤な傷病者 (心肺停止もしくはこれに近い状態) が発生した場合、その傷病者に対していかに早く心肺蘇生を行うかは、その傷病者の予後に大きく影響することを認識しなければならない。より正確な心肺蘇生によって最も大切な脳や心臓に血液を送り続けることは、その後のAEDによる心拍再開効果を高め、さらにその後の脳における後遺症を残さないという社会復帰までの背景を包含する1次救命処置でなければならないことが理解できる。

そして、救命の連鎖 (図 VIII-D-3) をもって、

図 VIII-D-2 胸骨圧迫を 10 秒間実施した前後の心電図
(Eftestol T : Circulation 110 : 10-15, 2004 より)

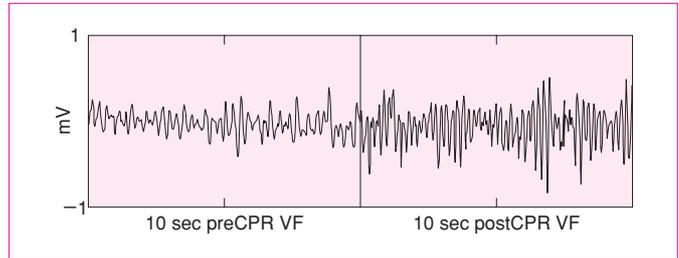


図 VIII-D-3 救命の連鎖

2 次救命処置 (advanced cardiac life support : ACLS) へと連動することが望ましい。それぞれの輪が、正しくより早くつながってこそ、効果を発揮することになる。どれか 1 つの輪が欠けるだけでその効果は期待以上の成果につながらない。「予防」「早期認識と通報」「1 次救命処置」「2 次救命処置と心拍再開後の集中治療」、この体制がスポーツ現場には特に望まれるのである。

2. 心肺蘇生の必要性と基礎知識

心肺蘇生が必要になるときは、どのような状況であろうか。わが国におけるスポーツ事故として最も衝撃であった例として、バレーの国際試合がある。米国ハイマン選手がプレー中に突然倒れ、数分間、ハイマン選手に何もしていない状況が全世界へ報道された。後日、その状況に対して国際的・人道的批判が日本へ向けられた。先進国の救急体制として最悪な失態であったことはいうまでもない。

一昔前までは、誰かが倒れた場合、「動かすな」、あるいは部活動中などであれば「そのまま寝かせておけ」という指導者、顧問からの指示がなされたことは記憶に久しい。しかしこれは正しくなかった。前述したように、救命の重要なカギは「時間」である。スポーツ現場で心停止となった傷病者に対して、4 分以内に第 1 発見者 (バイスタンダー; bystander) による処置が行われ、8 分以内に救急隊員や医師によ

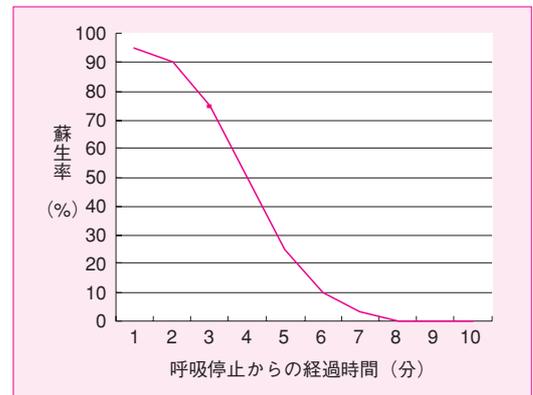


図 VIII-D-4 ドリンカーの救命曲線
(Drinker P : WHO 報告書, 1966)

る処置に引き継がれるならば、その救命率は高いといわれている。

このようにバイスタンダーによる 1 次救命処置や救急隊員、医師による高度救命処置・治療が急がれるのは、脳や心臓をはじめとする組織や臓器が、血流低下や血流停止による低酸素や無酸素状態に弱いからである。心臓が停止した直後は、電気ショックによって心拍が再開する心室細動 (VF)、無脈性心室頻拍 (無脈性 VT) の状態であることが多いが、血流が停止した状態で時間が経過するにつれて、電気ショックへの反応が悪くなり、最終的には電気ショックの効果が得られない心静止 (心静止) となる。また、脳は血液循環が停止すると 15 秒以内に意識が消失し、3 ~ 4 分以上の血流停止 (無酸素状態) にさらされると不可逆性の変化を起し、回復することが困難となる。このように脳が血

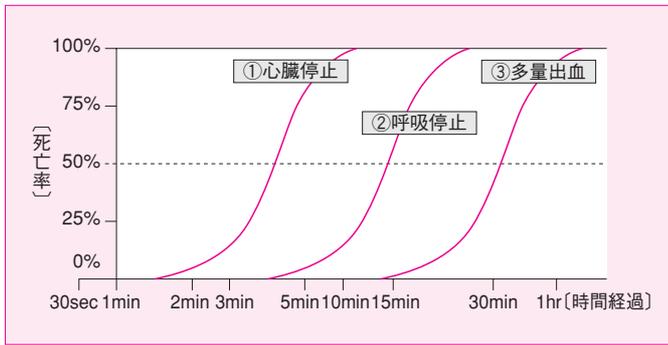


図 VIII-D-5 カーラーの生命曲線

(Cara M : 1981 より)

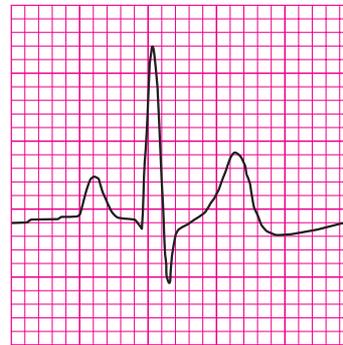


図 VIII-D-6 正常な心電図波形

流停止に対して弱い主な原因としては、① 脳にはエネルギー貯蓄が少なく、絶え間ない血流で補給しなければならないこと、② 酸素消費量が多いことなどがあげられる。このことは、脳は絶えず十分な血流を得て、血液から必要な酸素やエネルギーを得なければ神経活動を失うばかりでなく、神経細胞が破壊されることを意味している。したがって、心停止や呼吸停止が起こったならば、現場にいる指導者やアスレティックトレーナーが最も早く救命のための1次救命処置を行い、脳に酸素や血液を送り込む努力をしなければならない。

図 VIII-D-4, 5 にドリッカーの生存曲線とカーラーの救命曲線を紹介する。この2つのデータから、表現方法と数値は若干異なるが、どちらもバイスタンダーの早期対応が生死を分ける、つまり脳蘇生の救命のためには極めて重要であることが理解できる。

a. 心臓の生理学

心臓の機能は、全身と肺に血液を送り出すことである。動脈と静脈はそれぞれの毛細血管と心臓に血液を循環させる。酸素や二酸化炭素の交換が血液と組織の間で行われるのは、毛細血管のレベルである。このプロセスは、肺、そしてその他の臓器、または心筋そのものでも行われる。酸素はすべての細胞が正常な機能を果たすうえで常に必要なものである。二酸化炭素は、この反応の中の副産物として生産され、肺を通して身体から除去されなければならない。心臓は実際には2つのポンプ機能を持つ。1つのポンプ機能は、心臓の右側に位置し、全身の組織に酸素が供給された後、全身から血液を受け取る。このポンプは、暗赤色の血液を肺に送り、そこで血液から余分なガス（二酸化炭素）が除かれて酸素供給が行われ、血液は明赤色に変わる。2番目のポンプは、心臓の左側に位置し、

大動脈の大血管を通して血液を送り出し、この血液がより小さな血管を通して身体のすべての部分に供給される。

成人の心臓は、安静時には1分間に60～100回の割合で拍動し、1日あたりでは約10万回に達する。成人の心臓は拍動するたびに、約2.5オンス（約70 ml）の血液が拍出される。すなわち、心臓は1分間に約5クォート（約5 l）の血液を拍出する。運動時には心臓は毎分約37クォート（約35 l）もの血液を拍出することができる。150ポンド（約68 kg）の体重の男性の全血液量は、約6クォート（約6 l）である。

各心筋収縮のリズム、つまり心拍は心臓内の刺激伝達系によってコントロールされており、特殊な伝導系によって心筋に伝えられる電気刺激によって、心臓はリズムよく、心臓全体で調和のとれた拍動を繰り返す。心臓はそれ自体固有の電氣的ペースメーカーを持つ（図 VIII-D-6）。仮に、心臓が身体から除去されても心臓そのものが正常に維持されれば、心臓は心拍を続ける。しかしながら心拍は、さまざまな血液中の物質にも、影響を受けている。

b. 心停止

病気や外傷で伝導系にダメージを受けると不整脈を引き起こし、心臓は停止し、全身への血流が止まってしまう。最も危険な不整脈は、心室頻拍と心室細動と呼ばれるものであり、心室細動では、心筋が小刻みに震え、無秩序に電気活動が起きている（図 VIII-D-7）。この無秩序な電気活動によって、心臓は血液を送り出すことが不可能になり、脈拍はまったく触れなくなる。すなわち全身に血液を送り出せなくなるので、心臓は停止した状態であるといえる。また、心室頻拍とは心室がかなり速い収縮を繰り返す状態のことである。このときに心臓の拍動が、

1分間に180回以上となれば、拍動が速すぎて心臓は適切に血液を送り出すことができなくなる。この状態では脈が感じられないことから、無脈性心室頻拍という（図 VIII-D-8）。心室細動のように血液の流れが損なわれ、脈拍は感じられず、全身に血液が送り出せなくなる。

この2つの致死的不整脈（心室細動、無脈性心室頻拍）は、電気的除細動によってのみ治すことが可能である。除細動の電気的ショック波は、これら致死的不整な電気活動をいったんすべて停止させ、心臓が本来持っている自発的な心臓のリズムを復活させる。万一この状態（心室細動および無脈性心室頻拍の致死的不整脈）が5分以上持続される状況であれば、数分で無脈性電気活動や心静止といったすべての心収縮活動が停止してしまう（図 VIII-D-9, 10）。この無脈性電気活動や心静止の状態は、除細動では治すことが不可能になり、胸骨圧迫や人工呼吸による心肺蘇生が必要となる。

しかしながら、心肺蘇生は全身への循環を正常時と同様に維持するわけではなく、通常の30～40%の血流しか得られないため、長時間（30分以上）自己心拍が戻らないと蘇生できる可能性は極めて低くなる。また、胸骨圧迫は心室細動や無脈性心室頻拍を正常なリズムに戻すことができるわけではなく、心室細動の際に傷病者の生死を決める重要なカギは、やはり除細動までの時間なのである。

早期に除細動が必要な理由は、心室細動からの時間経過と救命率から理解できる。心室細動によって心臓から血液が拍出されないために、脳や心臓、そして肝臓や腎臓などの重要臓器への血流の拍出がなくなり、電気的除細動を迅速に行わなければ、心拍再開の確率が1分間に7～10%ずつ低下していく（図 VIII-D-11）。救急隊は全国平均で通報から到着まで約8分、それから観察し、除細動を実施するまでに平均8分以上となる。

以上のことから、これら多くの科学的根拠と研究結果から、早期に除細動が可能な環境と、指導者やアスレティックトレーナーによる強く、早く、絶え間ない胸骨圧迫、および軽く胸がふくらむ程度の人工呼吸、そして胸骨圧迫の解除時には胸郭を十分に戻すことなど、これらを確実に実施することのできる質の高い心肺蘇生こそ、スポーツ現場に求められた安全対策の基本である。

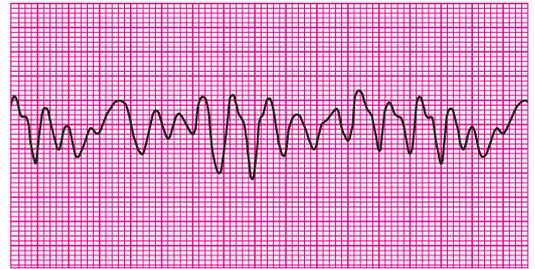


図 VIII-D-7 心室細動の心電図波形

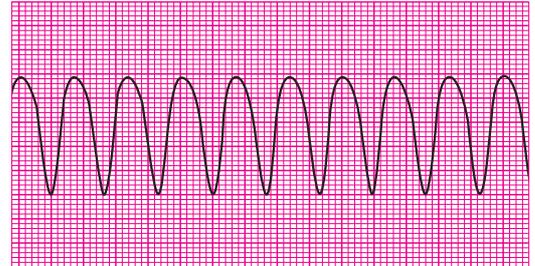


図 VIII-D-8 無脈性心室頻拍の心電図波形

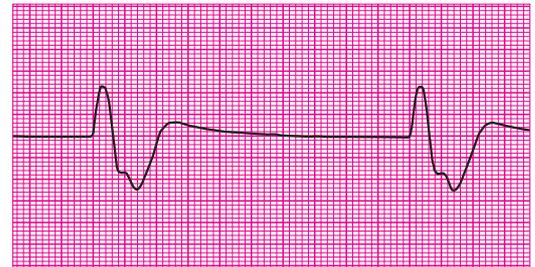


図 VIII-D-9 無脈性電気活動の心電図波形

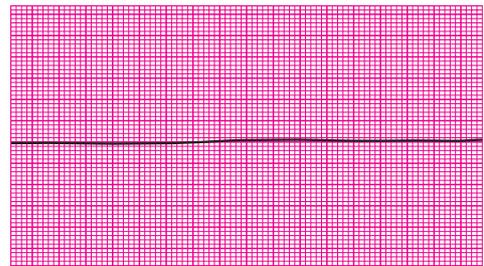


図 VIII-D-10 心静止の心電図波形

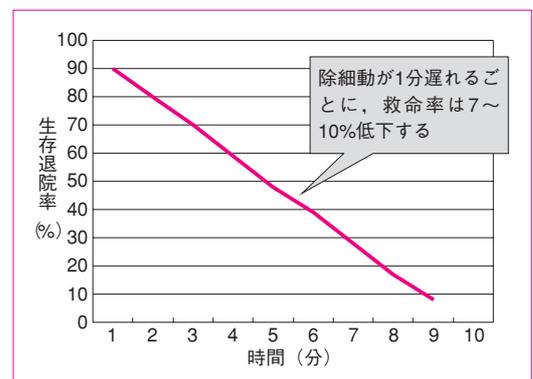


図 VIII-D-11 心室細動からの時間経過と救命率
(AHA 国際ガイドライン 2000 日本語版, p72 より, 一部改変)

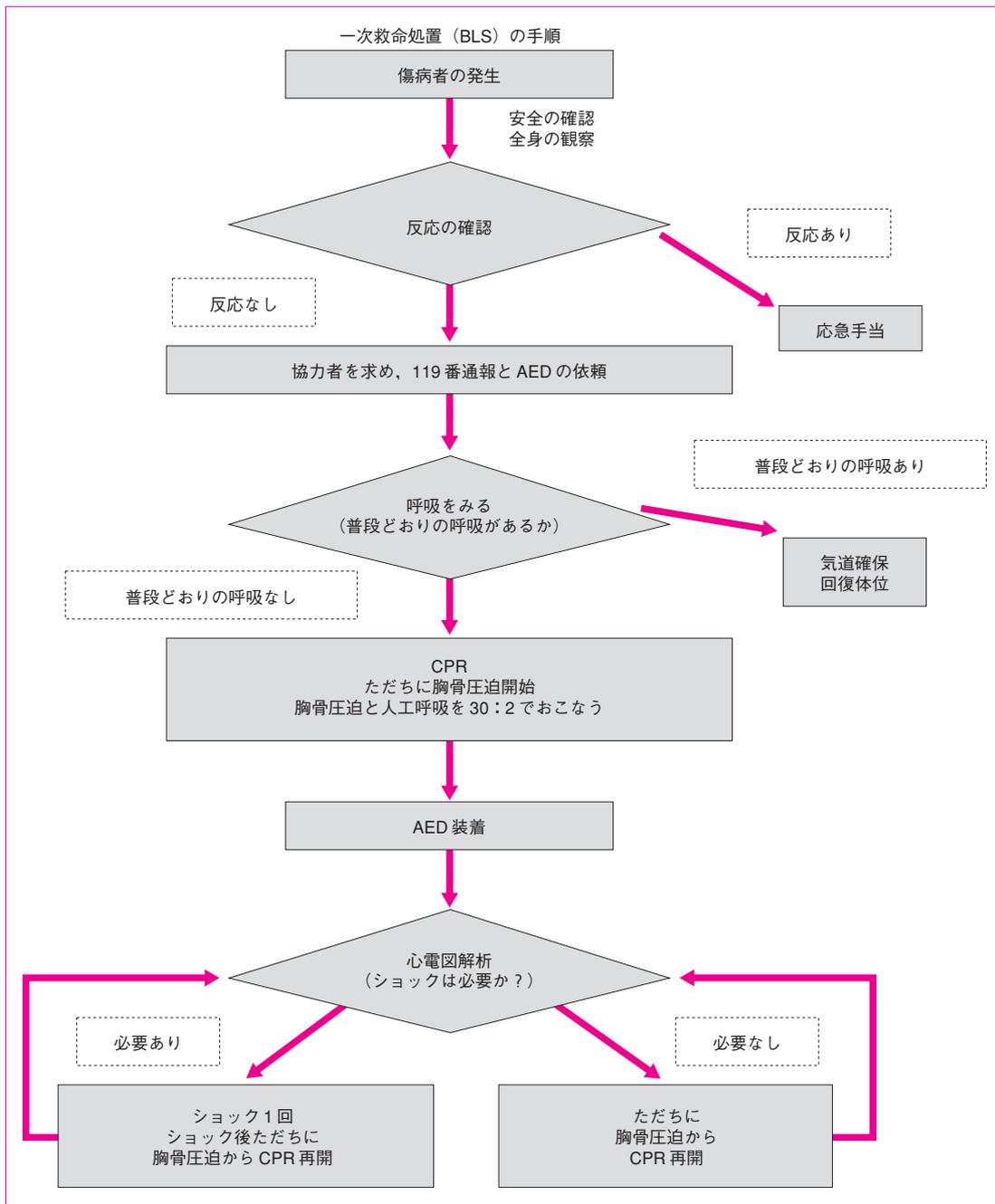


図 VIII-D-12 成人への一次救命処置アルゴリズム
 (日本ライフセービング協会編：心肺蘇生法教本－JRC ガイドライン 2010 準拠，大修館書店，2012 より引用)

3. 心肺蘇生の実際 (図 VIII-D-12)

a. 観察と安全確認

1) 2次災害と意識確認

2次災害を防ぐために、必ず周囲の安全確認を行う。2次災害とは、一般社会においては、交通事故や自然災害など、事故現場によって引き続き危険が伴うケースがある場合をいう。まずは、自身の安全を確認し、それと同時に大出血などがあるのかどう全身の観察を行う。万

一、動脈性出血による大量出血などの場合は、何よりも止血を優先しなければならない。

そして迅速に傷病者の肩をやさしく叩きながら大声で呼びかける。肩を叩くなどの刺激に対する反応の有無は、心肺蘇生を行うか行わないかの重要な指標となる(図 VIII-D-13)。目を開けるなどのなんらかの返答や目的を持った動作などが確認されなければ「反応なし」と判断する。そのときに突然の心停止に起因するけいれんなどが生ずることがあるが、これは目的を持った動作とはいえ、いずれも「反応なし」と判断し、対応を進めなければならない。目を開

ける、体を動かす（痛み刺激に対する逃避反応などを含む）など、刺激に対応して目的のある仕草がみられる場合は「反応がある」とみなす。従来は「体動の有無を確認する」との表現も使われていたが、心停止直後に時折認められる死戦期呼吸（いわゆる「あえぎ呼吸」）やけいれんなどを「体動あり」と認識される可能性があるため、あえて「目的のある仕草」とした。スポーツ現場では、プレー中に突然に倒れるケースがあり、特に試合中など緊迫した状況下で迅速に判断が迫られることから、誤認を回避するために、この判断基準は明確に理解しておく必要がある。

2) 協力者要請と心肺蘇生

傷病者に反応がないと判断したら、大声で協力者を求め、救急車要請を指示する（図 VIII-D-14）。また近くに AED が備えてあれば、それを持って来るように依頼する。救急車要請と AED の手配を指示した後は、迅速に次のステップへ進む（図 VIII-D-15）。

ここでの留意点は、心停止の原因が心室細動、無脈性心室頻拍による場合には、一刻も早い除細動が必要である。したがって、救助者が 1 人だけの場合は、救急車要請および AED の手配が心肺蘇生の開始より優先される。生理学的には、心停止で心室細動、無脈性心室頻拍以外の心調率が認められる場合や呼吸原性の心停止などでは、救急車要請や AED の手配よりも心肺蘇生の開始が優先されるべきである。しかし、非医療従事者が心停止の原因を見分けることは非現実的であること、および最も高い救命効果が見込まれるのは、心室細動、無脈性心室頻拍による心停止であるため、心停止の原因や発生状況によらず、常に救急車要請、AED 手配を優先するべきである。

b. 呼吸の確認

傷病者の呼吸を観察するためには、呼吸をするたびに上下していないかどうか胸と腹部の動きをみる（図 VIII-D-16）。5～10 秒観察してみて、傷病者の胸と腹部の動きがみられなければ、傷病者は呼吸をしていないと判断する。また、10 秒間観察しても、呼吸の状態がよく把握できない場合は、正常な呼吸はないものと判断する。

心停止が起こった直後には「死戦期呼吸」という呼吸がみられる場合もあるが、これも正常な呼吸ではない。死戦期呼吸は、しゃくりあげ



図 VIII-D-13 意識確認

声をかけながら肩をたたき、意識の確認をする。



図 VIII-D-14 協力者の要請



図 VIII-D-15 協力者への指示

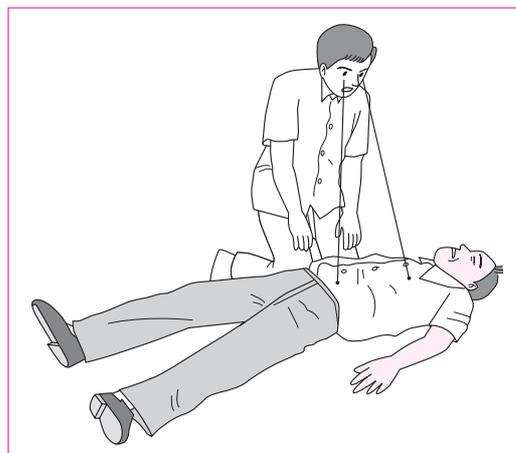
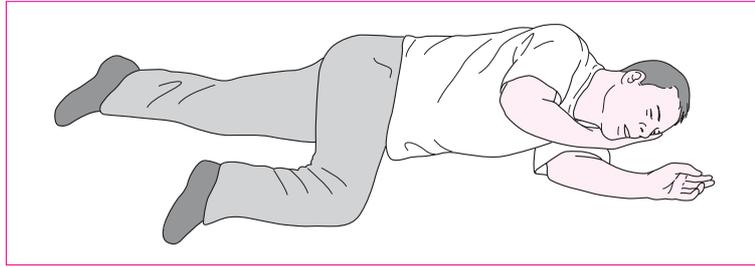


図 VIII-D-16 呼吸の確認

| 図 VIII-D-17 回復体位



るような呼吸が途切れ途切れに起こる呼吸のことをいう。呼吸をしていない、あるいは死戦期呼吸があるなど「普段どおりの息」がない場合には「心停止」と判断し、次のステップである胸骨圧迫と人工呼吸の組合せ（心肺蘇生）を開始する。一方、反応はないが普段どおりの息がある場合には、傷病者を注意深く観察しながら、救急隊の到着を待つ。必要なら傷病者を横向きに寝かせる、いわゆる回復体位の姿勢をとる（図 VIII-D-17）。

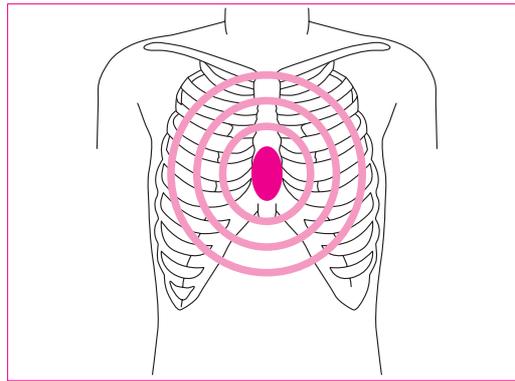
c. 胸骨圧迫

呼吸の確認で心停止と判断したら、ただちに胸骨圧迫を開始する。旧来はここで脈の評価に代えて循環のサインを確認していたが、その評価によって胸骨圧迫の開始が遅れるといった問題が指摘された。「呼吸がない」との理由によって心停止であると判断された傷病者に対して（本来は不必要な）胸骨圧迫を行うことの害は、本来胸骨圧迫が必要な傷病者にそれが行われない、あるいは胸骨圧迫の開始が遅れることの害よりは、はるかに少ない。なお、心拍が保たれている傷病者に胸骨圧迫を行うことによって心室細動、無脈性心室頻拍などの致死的不整脈が誘発されたとの報告はない。

ただし、スポーツ現場での対応は、やはり誤認なき正確な判断がなされるよう、呼吸の確認と同時に頸動脈での脈拍の確認をする訓練は必要であろう。

胸骨圧迫は、胸の左右の真ん中に胸骨と呼ばれる縦長の平らな骨がある。圧迫するのは、この骨の下側半分である。この場所を探すには、胸の真ん中（左右の真ん中で、かつ上下の真ん中）を目安にする（図 VIII-D-18）。

この位置に一方の手のひらの基部（手掌基部）をあて、その手の上にもう一方の手を重ねて置く。手掌基部に力を集中させることが目的であるので、上側の指で下側の指を持ち上げるようにする方法が最も確実である。しかし、指先に力が加わらない限り、指を組まず、単に両手を



| 図 VIII-D-18 胸骨圧迫部位

重ねるだけでもよい。圧迫は垂直に体重が加わるように両肘を真直ぐに伸ばし、肩が圧迫部位の真上になるような姿勢をとる（図 VIII-D-19）。傷病者の胸が少なくとも 5 cm 沈み込む程度の圧迫を繰り返す。そのテンポは 1 分間に少なくとも 100 回である。圧迫と圧迫の間（圧迫を緩めている間）は、胸が元の高さに戻るように十分に圧迫を解除することが大切である。ただし、圧迫する位置がずれることがあるので、自身の手が傷病者の胸から離れないようにする。

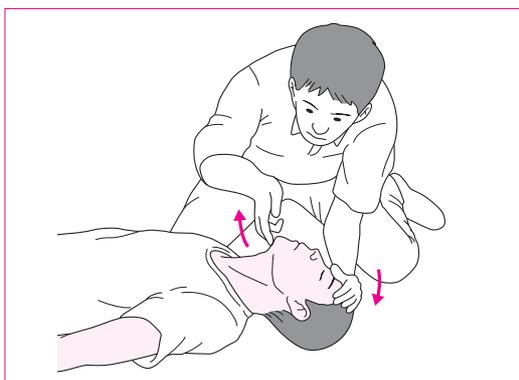
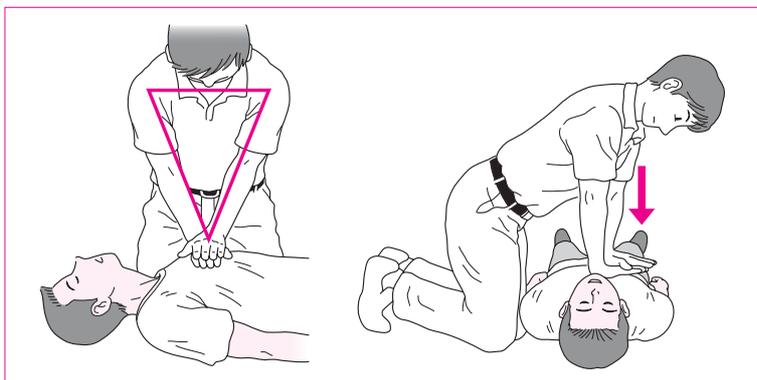
d. 人工呼吸

1) 気道の確保

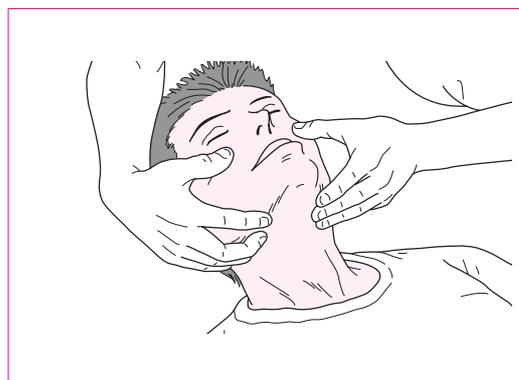
片手で傷病者の額を押さえながら、もう一方の手の指先を傷病者の顎の先端、骨のある硬い部分にあてて挙上する。この際に顎の下の軟らかい部分を指で圧迫しないよう注意が必要である。傷病者の顔が仰げに反るような姿勢になり（頭部後屈）、下顎が持ち上がる（顎先挙上）。この動作によって傷病者の喉の奥を広げ、空気（息）を通りやすくする（図 VIII-D-20）。外傷のある傷病者など頸椎損傷が疑われる場合、頸椎の動揺を避けるために頭部後屈顎先挙上よりも下顎挙上法によって気道を確保することが望ましい。しかし、下顎挙上法を習得することは容易でないばかりでなく、下顎挙上法を行ったとしても、頸椎の動揺は必ずしも避けられないという報告も少なくないことから、一般には外

| 図 VIII-D-19 胸骨圧迫方法

両肘を伸ばし、脊柱に向かって垂直に胸骨を圧迫する。



| 図 VIII-D-20 頭部後屈あご先挙上法による気道確保



| 図 VIII-D-21 下顎挙上法

傷（頸椎損傷の可能性）の有無にかかわらず、すべての傷病者に対する気道確保は、頭部後屈顎先挙上を用いてよい。しかし、スポーツ現場では頸椎損傷が起こりうる可能性が比較的多いことから、やはり指導者およびアスレチックトレーナーは下顎挙上法の訓練をより重ね、頸椎損傷の可能性のある状況に対し下顎挙上法を優先して行える必要がある。下顎挙上法は、患者の両側の下顎角（下顎の付け根）に両手の指をあて、すべての指で顎先を引き上げる（図 VIII-D-21）。

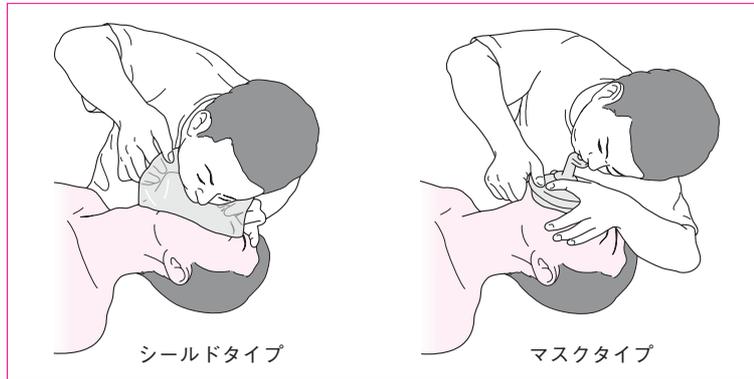
2) 人工呼吸

頭部後屈顎先挙上法で傷病者の気道を確保したまま、口を大きく開いて傷病者の口を覆って密着させ、ゆっくり息を吹き込む。この際に吹き込んだ息が傷病者の鼻から漏れ出さないように、額を押さえているほうの手の親指と人差し指で傷病者の鼻をつまむ。息は傷病者の胸が上がるのがみてわかる程度の量を約1秒間かけて吹き込む。吹き込んだら、いったん口を離し、傷病者の息が自然に出るのを待ち、再度、口を覆って息を吹き込む。この人工呼吸法を「口対口人工呼吸」という。この際の留意点は、過剰な量の吹き込みは、胃膨満の可能性を高める、胸腔内圧を上げすぎるなど、心肺蘇生には不利

な要因が多い。試合中など倒れた傷病者まで駆け寄ったその勢いで、おもいっきり、人工呼吸を吹き込んでしまうと、過大な吹き込みが考えられるので、注意が必要である。「胸が上がるのがみてわかる程度」の1回換気量は6～7 ml/kg（体重）に相当し、約1秒間の吹き込みでも十分な動脈血の酸素化が得られる。

1回目の吹き込みで胸が上がらなかった場合には、2回目の吹き込みを行う前に、再度、気道確保をやり直してから吹き込みを試みる。息を吹き込んだときに（2回とも）胸が上がるのが望ましいが、上手く胸が上がらない場合でも、吹き込む努力は2回までとする。口対口の人工呼吸を行う際には、できるだけ感染予防用人工呼吸用器具を使用することが望ましい。口対口人工呼吸によって傷病者と救助者との間で感染が起こる可能性は低い、結核、肺炎などの感染の報告例があることも事実である。したがって、スポーツ現場ではその発生頻度も考慮し、フェイスシールドやマスクなどの感染予防用人工呼吸用器具を常に用意しておくことが望ましい（図 VIII-D-22）。しかしそれを保持していない場合、あるいは準備に時間がかかりそうな場合、または口と口が直接接触することに躊躇あるときには、人工呼吸を省略してすぐに胸

図 VIII-D-22 口対口の感染予防
用人工呼吸用器具



骨圧迫に入ってもよい。

e. 胸骨圧迫と人工呼吸の組み合わせ

胸骨圧迫による心筋への血流量は、圧迫を連続するにつれて次第に増加する。人工呼吸などのために胸骨圧迫を中断し、その後再開した場合、初めの数回の圧迫によって得られる血流量は比較的少ない。よって胸骨圧迫と人工呼吸の回数比を 30:2 とした。したがって、胸骨圧迫が連続 30 回に増えたことにより、救助者の疲労が問題になる。例えば疲労のために圧迫の強さが不十分になったり、体重が常に傷病者にかかるために圧迫の解除（胸の戻り）が不十分になったりする。また、このような不適切な圧迫は、救助者自身が疲労をしていることの自覚がない場合に起こっている。救助者が疲労を自覚するかどうかにかかわらず、胸骨圧迫の役割は 1~2 分を目安に交代したほうがよい。ただし、胸骨圧迫回数の解釈としては正確に 30 回でなければならないというわけではない。胸骨圧迫を 30 回続けたら、その後は人工呼吸を 2 回行う。この胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回の組み合わせを絶え間なく続ける。圧迫の深さは少なくとも 5 cm 沈むほど力強く繰り返す。特に疲れてくると圧迫が弱くなったり、テンポが遅くなったりしがちなので、常に意識して、強く、早く圧迫し続けられるような体力と技術を備えておきたい。もし他に協力してくれる人がいる場合は、1~2 分を目安に役割を交代する。人工呼吸や交代による中断時間をできるだけ短くすることが絶え間ない圧迫の秘訣である。循環の回復をチェックすることは一般的には容易ではないとされ、また、チェックのために心肺蘇生（特に胸骨圧迫）が中断することは得策ではない。明らかに循環が回復したと判断できる状況でない限り、救急隊などの助けが得られるまで、絶え間なく心肺蘇生を行うべきである。

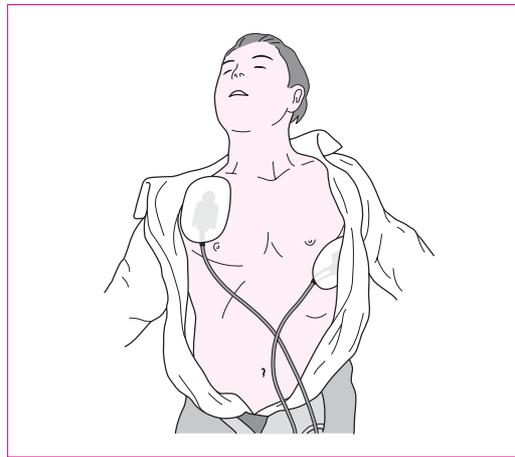


図 VIII-D-23 電極パッドの装着法

f. AED の使用

心肺蘇生を行っている最中に AED が到着したら、まず AED を傷病者の頭の近くに置いて、ただちに電源を入れる。機種によっては、電源ボタンを押すタイプと、ふたを開けると自動的に電源が入るタイプ（電源ボタンはない）がある。それ以降は、音声メッセージと点滅するランプに従い操作する。パッドを装着するために、傷病者の衣服を脱がせるか、切るかして胸部を露出させる。電極パッドの袋を開封し、袋もしくは AED 本体に描いてあるイラストに従って、電極パッドの粘着面を傷病者の胸部に貼る。電極パッドの貼る位置は、胸の右上（鎖骨の下で胸骨の右）と左下側（脇の下 5~8 cm 下、乳頭の斜め下）の肌に直接貼りつける。つまり 2 つのパッドが心臓を挟み込むように装着する（図 VIII-D-23）。

救助者が 2 人以上いる場合は、電極パッドを貼る間も心肺蘇生は続けるべきである。なぜならば、電極パッドを正確に貼付するために、胸骨圧迫を中断するよりも心肺蘇生を継続するほうが救命率の向上が期待できるからである。し

かし、救助者が1人だけの場合には、電極パッドを貼付するために心肺蘇生を中断せざるをえない。また、心電図解析中や充電中の場合は、傷病者に触れてはならず、胸骨圧迫も中断すべきである。胸骨圧迫によって発生する電位変化が、AEDの心電図解析機能の精度に悪影響を与えるためである。

AEDの6歳未満の小児（未就学児）に対する使用については、小児用パッドが備わっている場合には、それを用いるが、小児用パッドが備わっていない場合は、成人用パッドで代用すべきである。また、小児用パッドを成人に対して使用すると、十分なエネルギーがかからず、除細動の成功率が低くなる可能性があることから、小学生以上の小児と成人に対して小児用パッドは使用しない。非常にまれであるが、除細動に伴うスパークによって火災が発生する可能性があることから、電極パッドはしっかり肌に密着させるなど、正しい貼付を心がける必要がある。また、金属のアクセサリーについては、電極パッドに接触させないようにする。そして、傷病者がプールなどで身体が濡れているような場合には、電気が体表の水を伝わって流れてしまうため、AEDの効果が薄れてしまうので、乾いた布やタオルで胸を拭いてから電極パッドを貼りつけるべきである（図VIII-D-24）。また、埋め込み型ペースメーカ（図VIII-D-25）、埋め込み型除細動器が身体の中に埋め込まれているときには、これらの上に直接電極パッドを貼ると除細動を行うときにペースメーカの作動を妨げることがあるので、埋め込まれて出張った部分を避けて電極パッドを貼る（図VIII-D-26）。埋め込み型ペースメーカ、埋め込み型除細動器は胸部（主に右の鎖骨の下）の皮膚の下に硬い出っ張りとして確認することができる。

1) 心電図の解析と電気ショック

電極パッドが正確に装着されると、「傷病者から離れてください」との音声メッセージとともに、AEDは心電図の解析を自動的に始める。そして周囲の人にも傷病者から離れるように伝え、誰も傷病者に触れていないことを確認する。誰かが傷病者に触れていると、振動で心電図の解析がうまく行われな可能性もある。

その後、解析の結果、電気ショックが必要である場合は、「ショックが必要です」などの音声メッセージとともに、自動的に充電される。再度、傷病者に誰も触れていないことを確認する。充電が完了すると、連続音やショックボタ

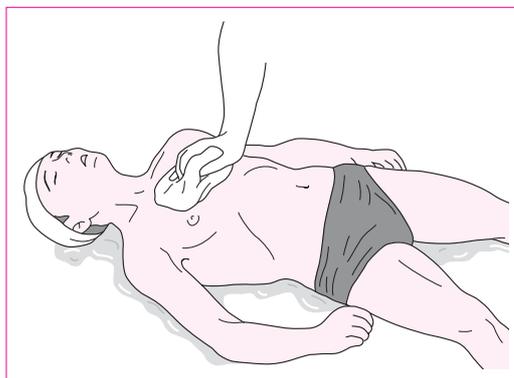


図 VIII-D-24 身体が濡れている場合の電極パッドの装着法

乾いた布やタオルで胸を拭いてから電極パッドを貼りつける。



図 VIII-D-25 埋め込み型ペースメーカ

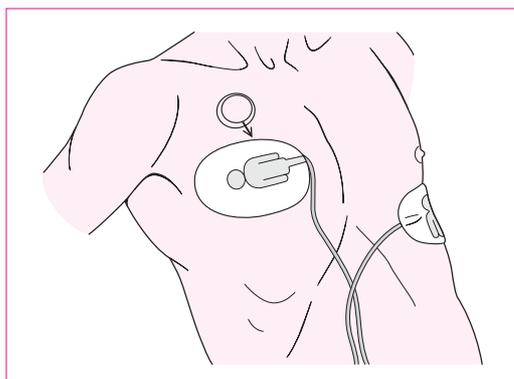
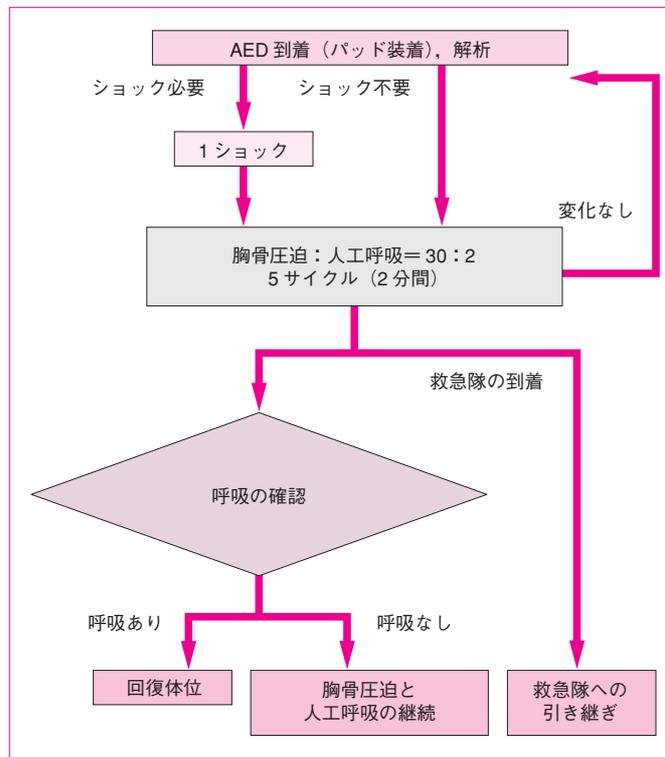


図 VIII-D-26 埋め込み型除細動器が埋め込まれている場合の電極パッドの装着法



図 VIII-D-27 電気ショック時の注意
傷病者に誰も触れていないことを確認する。

図 VIII-D-28 AED 使用後の対処



ンの点滅とともに、電気ショックを行うように音声メッセージが流れ、それに従ってショックボタンを押す (図 VIII-D-27)。このとき、AED から傷病者に強い電気が流れ、傷病者の身体が一瞬「ビクッ」と突っ張る。このときに流れる電圧は 1,200～2,000 V であり、電流は 30～50 A 程度である。電気ショックの後には、ただちに胸骨圧迫を行い、心肺蘇生を再開する。除細動に成功 (心室細動、無脈性心室頻拍以外の心調律となる) した直後は、心静止、無脈性電気活動を示すことがほとんどであり、ただちに自己心拍が再開することは少ない。除細動より最終的に自己心拍再開が得られた症例の約 90% は、除細動直後には胸骨圧迫が必要な状態であったので、ただちに胸骨圧迫を再開する必要がある。除細動に成功し、電気ショック直後から自己心拍が再開している傷病者に対して胸骨圧迫を行っても再び心室細動、無脈性心室頻拍が誘発される可能性は低い。したがって、電気ショック後に心電図の解析や循環の回復を確認することなく、ただちに胸骨圧迫を再開する。

また、3 回連続の電気ショックを行わない理由として、初回の電気ショックによる除細動成功率は十分に高く、3 回連続では心肺蘇生の中絶時間が長くなってしまふ。したがって、初回の電気ショックで除細動に失敗した場合には、心電図解析や充電のために心肺蘇生を中断して電気ショックを行うよりも、2 分程度の心肺蘇

生を行うことによって、心筋の酸素化を改善したうえで、除細動を試みるほうが得策であると判断する。

さらに、心室細動、無脈性心室頻拍以外のすべての心調律では「電気ショックが必要ない」と判断されることについて、これには自己心拍の再開だけでなく、心静止、無脈性電気活動の場合も含まれていることを認識しておく。「電気ショックは必要ありません」という音声メッセージを「循環が回復した」あるいは「心肺蘇生をやめてもよい」と誤解しないようにしなければならない。いずれにしても、音声メッセージのあとは、ただちに心肺蘇生を開始するようにする。

2) AED 使用後の対処と回復体位 (図 VIII-D-28)

心肺蘇生を開始して 2 分 (胸骨圧迫 30 回と人工呼吸 2 回の組合せを 5 サイクルほど) 経ったら、AED が自動的に心電図の解析を始める。音声メッセージに従って、傷病者から手を離す。周囲の人にも離れるように声をかけ、離れていることを確認する。以後、約 2 分間おきに、心肺蘇生と AED の手順を繰り返す。除細動が不要な場合は、ただちに胸骨圧迫と人工呼吸を実施する。この時、必ず胸骨圧迫から開始する。

体動や正常な呼吸が確認できたら、気道を確保し、呼吸を再確認する。体動においては、常に患者に注意を配り、観察するように努める。

救急隊が到着したら、倒れたときの状況や実施した処置、または除細動の回数などの報告をして引き継ぎをする。体動と呼吸がともにある場合は、回復体位にする（図 VIII-D-17）。体動はあるが正常な呼吸をしていないときは、心肺蘇生を継続する。

回復体位においては、反応はないが正常な呼吸をしている傷病者で、嘔吐や吐血などがみられる場合、あるいは救助者が1人のみであり、やむをえず傷病者のそばを離れる場合には、傷病者を横向きに寝た姿勢にする。傷病者の下になる腕を伸ばし、上になる腕を曲げ、その手の甲に傷病者の顔を乗せるようにする。横向きに寝た姿勢を安定させるために、上になる傷病者の膝を約90度に曲げる。回復体位は、傷病者の舌根が沈下したり、嘔吐物が気道を閉塞させることを防ぐ目的で行う。

また、頸椎損傷が疑われる傷病者において、回復体位とせざるをえない場合には、Haines体位が望ましいとされている。

f. 2次救命処置（ACLS）との連携

「心肺蘇生の意義」でも記したように、効果的な心肺蘇生は「救命の連鎖」にほかならない。予防、早期認識と通報、1次救命処置、2次救命処置と心拍再開後の集中治療であり、このどれかが欠けても救命率に期待ができない。1次救命でより正確な処置を施したとしても、2次救命の医学的処置があっても初めて完全な復帰が担保されるという理解が正しい。現場に到着した救急隊および医師に心肺蘇生やAED使用の状況を尋ねられたら、できるだけ正確に情報を提供し、円滑に連携することが重要である。傷病者に接触してからの過程を、以下の項目に整理して伝達することが望まれる。

1. 目撃情報：患者が倒れるまで何をしていたのか（心原性か非心原性かを推定）。
2. 観察結果：意識なし、呼吸なし等。
3. 処置内容：心肺蘇生、除細動、回復体位等。
4. 除細動の回数：その後の救急隊の活動に必要となる。

g. 気道内異物の除去法

気道閉塞のために呼吸ができないことを伝える表現方法として、親指と人差し指で喉をつかむ仕草があり、これを世界共通の「窒息のサイン」という。

なお、強い咳ができる場合には、自然に異物が排出されることもあるので、注意深く見守る。しかし、状態が悪化して咳が弱くなったり、咳ができなくなったりした場合には、窒息としての迅速な対応が必要になる。

人工呼吸を試みて胸が上がらない場合、もう1度気道を確保してやり直して息を吹き込んでみる。それでも胸が上がらない場合は、人工呼吸にこだわらず、胸骨圧迫を行う。胸骨を圧迫することにより、異物が移動して、次の人工呼吸が可能になるかもしれないからである。

気道内異物による窒息で心停止に至る場合、無脈性電気活動（PEA）から心静止へと移行するのが一般的であり、AEDが適応となることは少ない。また、仮に心室細動、無脈性頻拍が認められた場合でも、呼吸が改善されない限り、AEDによって自己心拍が再開する可能性は低い。ただし、気道異物による窒息で反応がなくなった傷病者の場合でも、その原因がその直前に起こった心原性心停止である可能性は否定できないので、AEDは用意しておくことが望ましい。

1) 反応がある場合

窒息と判断すれば、ただちに救急車要請をするように誰かに依頼し、救助者はただちに腹部突き上げ法や、背部叩打法を試みる。咳で異物が排出されることもあるので、注意深く見守るようにする。救助者が1人の場合は、救急要請する前に腹部突き上げ法や背部叩打法を試みてみる。実際にやりやすい方法を実施してかまわないが、一方で効果がなければもう一方を試みるなど、その場の状況に応じて実施する。異物がとれるか、意識がなくなるまで継続する。

a) 腹部突き上げ法（図 VIII-D-29）

反応がある場合、気道内の異物を除去する方法である。救助者は傷病者の後ろにまわり、ウエスト付近に手を回し、上腹部の前で手を組む。患者の側胸下部を強く引き絞る。

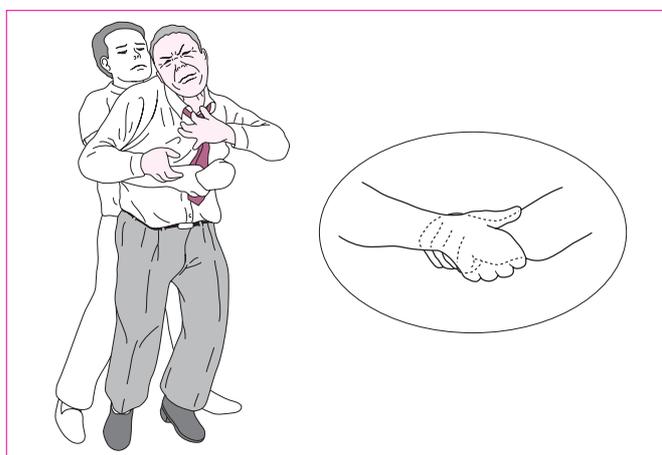
b) 背部叩打法（図 VIII-D-30）

立位、または座位の傷病者では、傷病者の後方から手のひらの基部（手掌基部）で左右の肩甲骨の中間あたりを力強く何度も連続して叩く。

2) 反応がない場合

傷病者がぐったりして反応がなくなった場合は、心停止に対する心肺蘇生の手順を開始する。救助者が1人の場合は、救急車要請を行い、AEDが近くにあることがわかっているならば、

| 図 VIII-D-29 腹部突き上げ法



| 図 VIII-D-30 背部叩打法



AED を自分で取りに行ってから心肺蘇生を開始する。

心肺蘇生を行っている途中で異物がみえた場合は、それを取り除く。みえない場合には、いたずらに指を入れて探らない。異物を探すために胸骨圧迫を中断しない。

h. 子どもの1次救命処置 (図 VIII-D-31)

子どもの1次救命においては、生後12ヵ月までを乳児、約1歳から6歳未満を小児と区分している。したがって、救急蘇生にあたっては6歳位を境に未就学児と小学生以上の傷病者を分ける便宜的な区切りとする。心肺蘇生に関して、未就学児と小学生以上の傷病者との大きな違いは下記の4点である。

1) 人工呼吸を開始するタイミング

成人の心肺停止においては、不整脈など、心臓が原因（心原性）であることが多い。したがって、可及的速やかに電氣的除細動をするためにも、まずは救急車要請をしてAEDを一刻も早く手配する。一方、乳児、未就学児の心肺停止においては、気道閉塞、呼吸障害などによる低酸素状態が原因（呼吸原性）であることが多い。したがって、低酸素状態の改善をまっ先

に図る必要があることから、胸骨圧迫を30回完了するのを待たずに、できるだけ早く人工呼吸を2回行う必要がある。

2) 胸骨圧迫の位置、方法、深さ

胸骨圧迫を行う基本手順は小学生以上の傷病者と同じである。圧迫のテンポは1分間に少なくとも100回で同じであるが、圧迫の強さ（深さ）は小学生以上の傷病者が少なくとも5cmであったのに対し、未就学児では体格が異なるので胸の厚みの1/3を目安として、十分に沈み込む程度に強く圧迫する。未就学児は小さく弱いからといって、極端に弱い（浅い）胸骨圧迫をしたのでは、心肺蘇生の効果が得られない。十分に強く、速く圧迫し続けるように心がける。圧迫部位は、成人とまったく同じで胸の真ん中である。乳児の場合は、2本指で押す。圧迫部位のを見つけ方は、救助者の指2本を乳児の両乳頭を結ぶ線の少し足側に置く（図 VIII-D-32）。

成人と違うのは、最初に普段どおりの呼吸がないことを確認したらただちに胸骨圧迫を開始するものの、30回の完了を待たずに人工呼吸の準備ができ次第、気道確保を行い、すみやかに2回の吹き込み（人工呼吸）を行うことであ

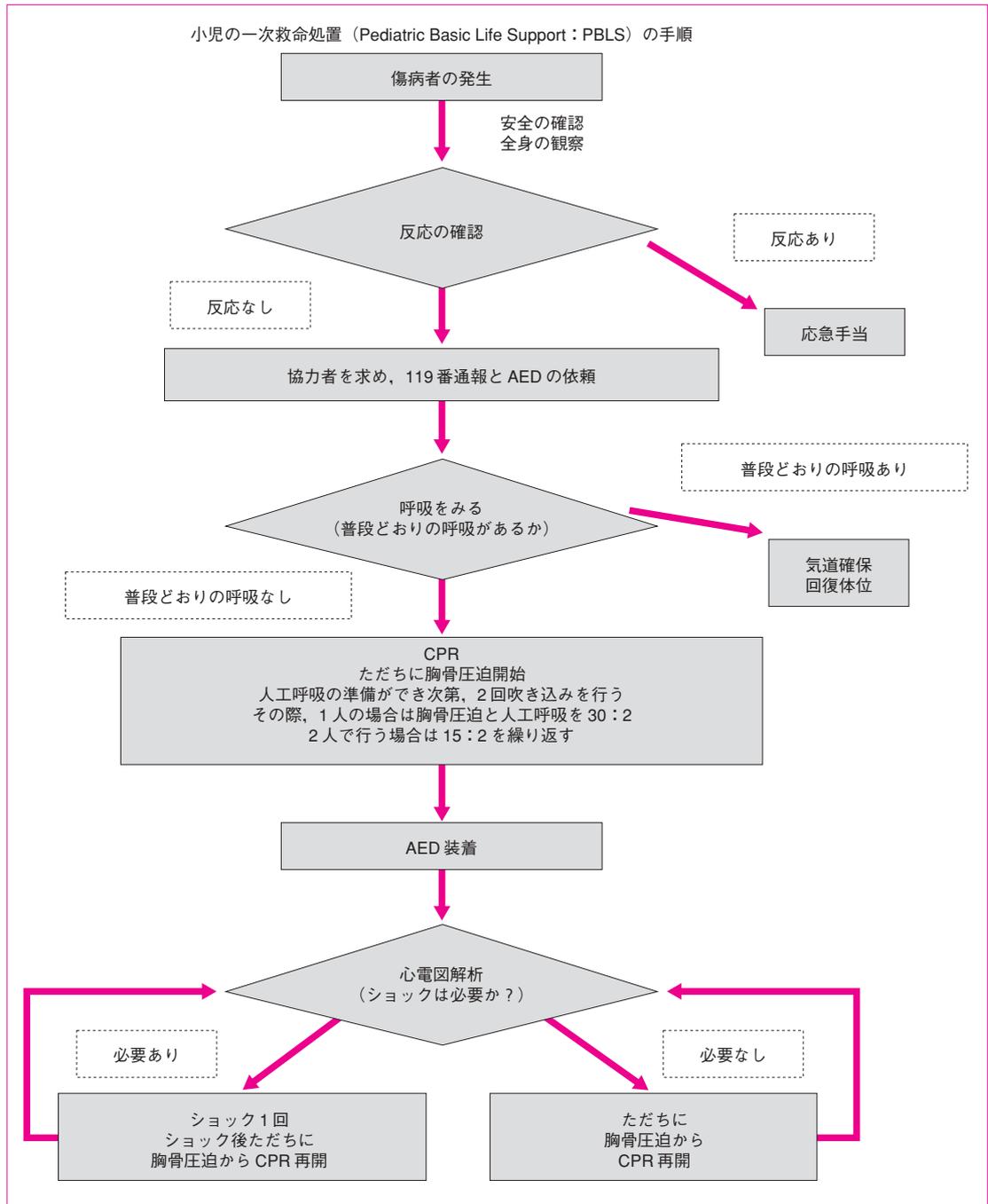


図 VIII-D-31 小児への一次救命処置アルゴリズム

(日本ライフセービング協会編：心肺蘇生法教本－JRC ガイドライン 2010 準拠，大修館書店，2012 より引用)

る。その後は30回の胸骨圧迫と2回の吹き込みを繰り返す。

3) AEDの扱い

傷病者が乳児を含めた未就学児と思われる場合にも、AEDを成人と同じように手配をする。小児用パッドがなく、AED装置にある電極パッドが1種類だけの場合は、その成人用パッドを代用する。ただし体表面の通電を防止するためにパッドが重なり合わないよう貼る。貼り方は、成人と同じか、胸部の前面と背面としてもよい。

4) 乳児の人工呼吸と気道異物除去の方法

人工呼吸における手順も成人と同じく、約1秒かけて胸の上がりが見える程度の量を吹き込む。ただし、乳児に対する人工呼吸は、乳児の口と鼻を同時に自身の口に含んで呼気を吹き込む、口対口鼻人工呼吸法とする。感染防護具を持っておらず、口と口（鼻）が直接接触することに躊躇する場合、あるいは感染防護具を持っていても準備に時間がかかりそうな場合などでは、人工呼吸を省略して、ただちに胸骨圧迫に進んでよい。

図 VIII-D-32 未就学児の胸骨圧迫例（左）と乳幼児の胸骨圧迫（右）

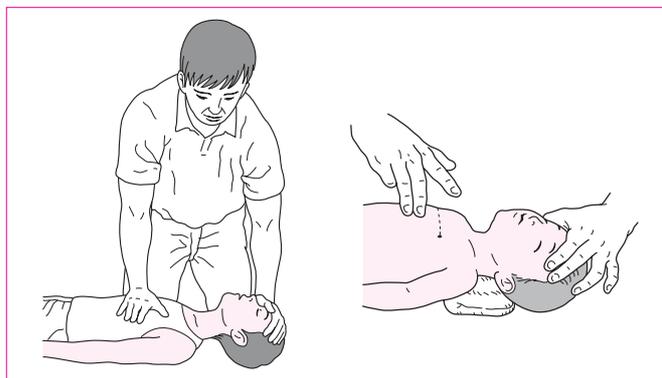


表 VIII-D-2 心肺蘇生の年齢別比較

1次救命処置		年齢		
		成人および6歳以上の小児	小児（1～6歳未満）	乳児（1歳未満）
通 報		反応がなければ 大声で協力者を呼ぶ 119番通報, AEDの手配		
気道確保		頭部後屈顎先挙上法		
心肺蘇生開始の判断		普段どおりの呼吸（正常な呼吸）をしていない		
人工呼吸 （省略可能）		約1秒かけて2回吹き込む, 胸が上がるのがみえるまで		
胸骨圧迫	圧迫の位置	胸の真ん中 （胸骨の下半分）		両乳頭を結ぶ線の 少し足側
	圧迫の方法	両手で	両手で （片手でもよい）	2本指で
	圧迫の深さ	少なくとも5cm程度	胸の厚みの1/3	
	圧迫のテンポ	少なくとも1分間に100回		
	胸骨圧迫と人工呼吸の比	30 : 2	救助者が1人のとき30 : 2 救助者が2人のとき15 : 2 ※ただし, 最初の胸骨圧迫の際は, まずは胸骨圧迫を開始し, その後準備ができ次第人工呼吸を行う。	
AED	装着のタイミング	到着次第		
	電極パッド	成人用パッド	小児用パッド （ない場合は成人用パッド）	AEDは使用しない
	電気ショック後の対応	ただちに心肺蘇生を再開（5サイクル2分間）		
気道異物による窒息	反応あり	腹部突き上げ法 背部叩打法		背部叩打法 （片腕にうつぶせに乗せ）
	反応なし	通常的心肺蘇生の手順		

注) 小児・乳児に対する心肺蘇生は実施者に応じて小児・乳児により適した方法として医療従事者向けのPBLIS (Pediatric BLS : 小児一次救命処置) が指導されている⁹⁾。本表では胸骨圧迫と人工呼吸の比の部分はPBLISに準拠した。

気道内異物除去に関して、反応がある場合には、基本的に成人と同じ手順であるが、乳児に対しては腹部突き上げ法を行わず、背部叩打法（図 VIII-D-30）のみを実施する。乳児は相対的に肝臓が大きく肋骨弓下に触れることが多く、腹部突き上げ法により肝臓をはじめ腹部臓器に損傷を与える可能性を防止するためである。この回数は問わず、異物が取れるか、反応がなくなるまで継続する。一方、反応がない場合は、子どもの心肺停止に対して行う心肺蘇生の手順

を開始する。心肺蘇生を行っている途中で異物がみえた場合は、それを取り除く。みえない場合には、いたずらに指を入れて探らない。また異物を探すために胸骨圧迫を中断しない。

i. 溺水時の心肺蘇生法

溺れている人の救助は、二重事故の観点から、消防隊やライフセーバーなどの専門救助者に任せることが鉄則である。水中から引き上げたら、傷病者に対して反応と普段どおりの息があるか

否かを確認する。水を吐かせるために傷病者の上腹部を圧迫しない。胃内の水を吐かせるために上腹部を圧迫することにより、心肺蘇生の中絶時間が長くなることや、嘔吐、誤嚥をきたすことが多いという理由からである。救助者が1名である場合、心肺蘇生（胸骨圧迫30回、人工呼吸2回）を5サイクル実施してから救急車要請をする。なお、専門救助者は、水中からの救助を行いながら人工呼吸を開始する方法もあるが、できる限り迅速に陸へ上げて心肺蘇生を実施することが望まれる。

j. 心肺蘇生法を中止してよい場合

生死の判断ができるのは医師のみである。救助者自身の判断で、蘇生の可能性を断念し、心肺蘇生を中絶あるいは中止してはならない。なお、以下の場合は一時的に中絶および中止してもよい。

1. 傷病者自身が普段と変わらない自発呼吸や血液循環が回復した場合。
2. 医師や救急隊などへ引き継ぐ場合、あるいは別の救助者と交代する場合。
3. 救助者に危険が迫るか、疲労により継続が困難になった場合。

いずれも「救命の連鎖」の中で、できる限りの範囲で、最後まで継続することが重要である。

最後に心肺蘇生の年齢比較を表 VIII-D-2 に示す。

参考文献

- 1) 2005 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation* 112 (Suppl 1) : IV-1-IV-211, 2005.
- 2) 2005 international consensus on Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiovascular Care (ECC) science with treatment recommendations. *Circulation* 112 (Suppl 1) : III-1-III-136, 2005.
- 3) 2005 international consensus on Cardiopulmonary Resuscitation (CPR) and Emergency Cardiovascular Care (ECC) science with treatment recommendations. *Resuscitation* 67 : 157-342, 2005.
- 4) 日本救急医療財団心肺蘇生委員会監：救急蘇生法の指針 2010, 改訂4版, へるす出版, 2011.
- 5) 中嶋寛之監訳：スポーツ現場の応急処置, NAP, 1998.
- 6) 日本救急医療財団監, 心肺蘇生委員会編：救急蘇生法の指針 2010 解説編, へるす出版, 2011.
- 7) 田中秀治監：Heart Saver Japan Manual, 2006.
- 8) 日本ライフセービング協会編：心肺蘇生法教本—JRC ガイドライン準拠, 大修館書店, 2012.
- 9) 応急手当指導者標準テキスト改訂委員会編：応急手当指導者標準テキスト, 東京法令, 153-155, 2012.

(小峯 力・山本 利春)