

### Ⅲ章 小児の救命処置

## ③ 小児の二次救命処置

### ① 心停止アルゴリズム

日常的に蘇生を行う者が、小児・乳児の心停止時に行う処置の手順を一つの流れにまとめたものが、小児二次救命処置の心停止アルゴリズムである（図62）。成人

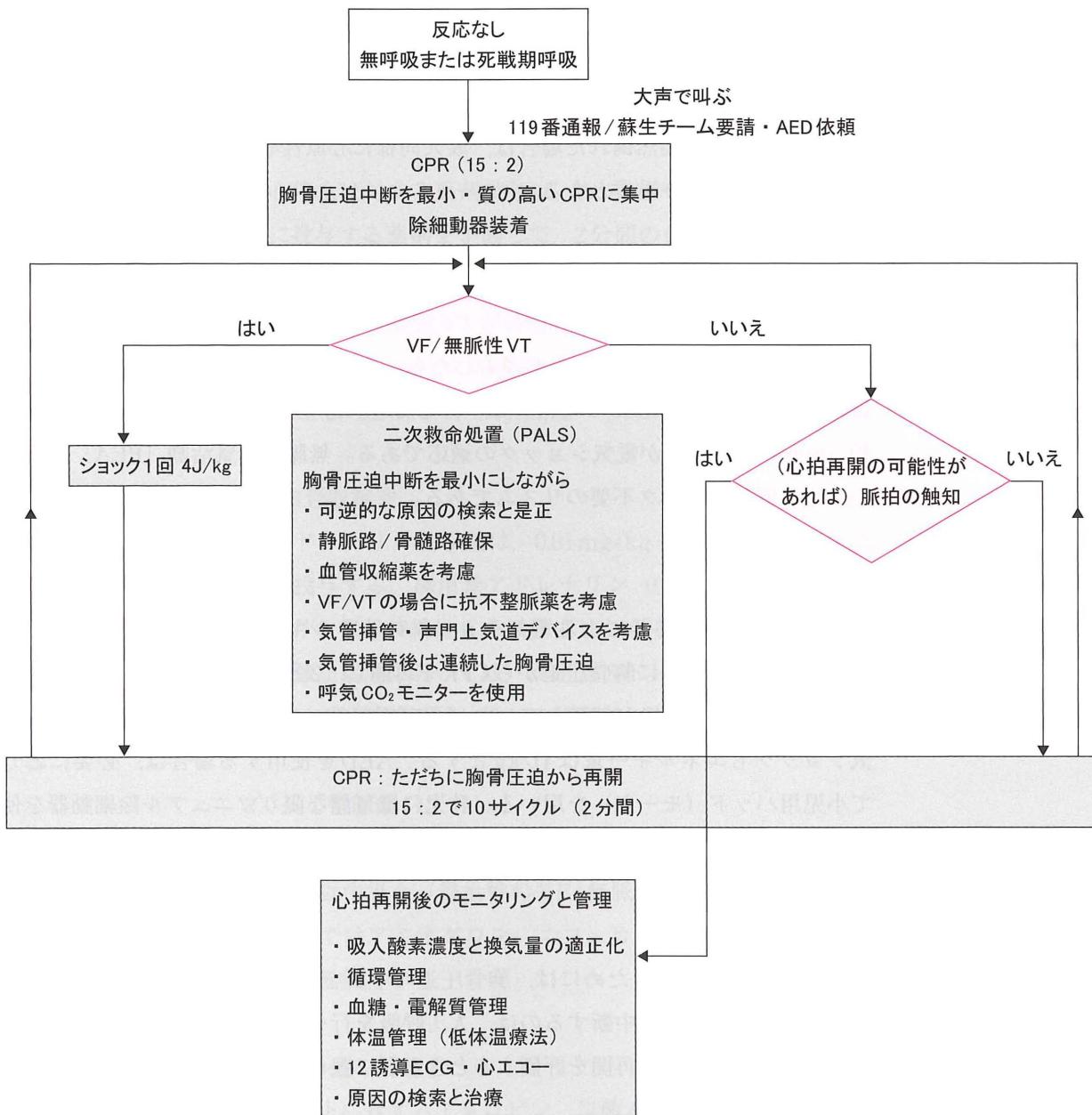


図62 小児心停止アルゴリズム (PALS)

の心停止アルゴリズムとほぼ同一であるが、電気ショックのエネルギー量や昇圧薬投与量、ならびに抗不整脈薬の選択などに相違がある。小児・乳児の心停止では、呼吸不全やショックが先行する無脈性電気活動(PEA)/心静止が多い。したがって、効果的なCPRの実施と、心停止に至った原因の検索と是正がより重要になる。小児・乳児の心停止において、VF/無脈性VTは院外心停止の8~19%にみられ、院内心停止では10~27%に認めるとされる。それらに対しては、迅速な電気的除細動の実施が原則であることに変わりない。

## 1. 応援要請と資器材の手配

小児・乳児の状態がしだいに悪化した場合、あるいは既に倒れているところを発見した場合は、呼吸原性心停止を疑う。まず現場周囲の安全確認後、反応を見る。発見した救助者は、反応がなければ大声で助けを呼び、ただちにCPRの手順を開始する。誰かが駆けつけてきたら、その人に応援要請と資器材の手配を依頼する。万一、助けを呼んでも誰も来なければ、その場を離れてでも自分で応援要請と資器材の手配を行う。

小児が目の前で突然倒れた場合は、成人同様に心原性心停止が疑われるため、除細動器の手配がより重要となる。

## 2. 除細動器または心電図モニター装着

### 1) リズムチェック

マニュアル除細動器やAEDが到着したら、まず電源を入れ、モニター電極または電極パッドを装着してリズムチェックを行う。心室細動(VF)と無脈性心室頻拍(pulseless VT)が電気ショックの適応である。無脈性電気活動(PEA)および心静止は電気ショック不要のリズムである。

### 2) 電気ショック

マニュアル除細動器による電気ショックのエネルギー量は4J/kgとする。電気ショック後、ただちに胸骨圧迫からCPRを再開し、2分後に再びリズムチェックを行う。VF/無脈性VTが持続していれば再び電気ショックを行う。2回目以降の電気ショックもエネルギー量は4J/kgとする。AEDを使用する場合は、必要に応じて小児用パッド(モード)を用いる。乳児には可能な限りマニュアル除細動器を使用する。

## 3. CPRの継続

効果的なCPRを行うためには、胸骨圧迫の中斷を最小にすることが重要である。やむを得ず胸骨圧迫を中斷するのは、人工呼吸を行うとき、電気ショックを実施するとき、心電図や心拍再開を評価するときなどに限られる。

#### 4. 心停止の原因検索

心停止に至った原因の検索をすることが重要なのは成人同様である。混乱する蘇生現場で心停止の原因がより早期に把握できるよう、英語の頭文字をとって4つのHと4つのTとしてリストアップされている。4つのHとは、hypoxia（低酸素症）、hypovolemia（循環血液量の減少）、hypo/hyperkalemia/metabolic（低カリウム血症、高カリウム血症、代謝性アシドーシス）、hypothermia（低体温）である。4つのTとは、tension pneumothorax（緊張性気胸）、tamponade、cardiac（心タンポナーデ）、toxins（急性中毒）、thrombosis（coronary—急性冠症候群、pulmonary—肺血栓塞栓症）である。さらに小児・乳児では他に、hypoglycemia（低血糖）やtrauma（外傷）なども原因として考慮すべきである。

#### 5. 薬剤投与経路確保

CPRを継続しながら、薬剤投与経路としてすみやかに末梢静脈路または骨髄路を確保する。

#### 6. 薬剤投与

心停止に対する薬剤投与は、リズムチェックの後、可及的すみやかに実施する。次に投与する薬剤を予測して、2分間のCPRの間に投与の準備をしておくことが望ましい。ただし、VF/無脈性VTに対する薬剤は、少なくとも1回の電気ショック後にもVF/無脈性VTが持続している場合に投与する。薬剤を投与する際のタイミングは電気ショックの直前または直後のどちらでもよいが、投与のために電気ショックが遅れたり、胸骨圧迫の中止が長引いてはならない。

##### 1) 血管収縮薬

アドレナリン投与量は、 $0.01\text{mg/kg}$ （最大 $1\text{mg}$ ）である。3~5分ごとに同量を追加投与する。高用量アドレナリン（ $0.1\text{mg/kg}$ ）は推奨されないが、すでにアドレナリン微量持続投与中に発生した心停止や、 $\beta$ 遮断薬過量投与による心停止などの特殊な状況においては、高用量アドレナリン投与を考慮してもよい。

バソプレシンのルーチンの使用はしない。

##### 2) 抗不整脈薬

電気ショックとアドレナリンなどの血管収縮薬に反応しない場合、あるいは再発を繰り返す場合（難治性のVF/無脈性VT）には、抗不整脈薬の投与を考慮する。わが国ではアミオダロン、ニフェカラント、リドカインが使用されることが多い（p.127を参照）。

##### 3) その他の薬剤

心停止に対するアトロピン、炭酸水素ナトリウムおよびカルシウムのルーチン投与は行わない。

## 7. 高度な気道確保

気管挿管を実施する際には、胸骨圧迫の中斷が10秒を超えないように配慮する。気管挿管後は非同期でCPRを行うが、過換気を避けるために10回/分の換気回数とする。気管挿管はリスクの高い処置であり、気管挿管を行う者には、教育と普段のトレーニングが欠かせない。しかしバッグ・マスク換気が有効に実施されていれば、気管挿管を急ぐ必要はない。気管挿管後は位置確認のために、呼気CO<sub>2</sub>モニターを用いて呼気CO<sub>2</sub>を確認する。呼気CO<sub>2</sub>モニターがなければ、比色式CO<sub>2</sub>検知器を用いる。

なお声門上気道デバイスの使用について十分な訓練がされていれば、これを気管挿管の代替法として考慮してよい。

## 8. 心拍再開後の集中治療

蘇生の到達目標は、良好な脳機能の温存である。心拍が再開した場合には、心拍再開後の集中治療をすみやかに開始して、二次性中枢神経障害の合併を可能な限り予防する（p.144参照）。

## ② 心室細動 / 無脈性心室頻拍 .....

### 1. 心室細動 / 無脈性心室頻拍とは

心室細動（ventricular fibrillation：VF）は心電図でP波、QRS、T波を同定できず、不規則な基線のゆれを認める。心室頻拍（ventricular tachycardia：VT）は広いQRS幅の頻拍で、とくに脈が触れないVTを無脈性心室頻拍（pulseless VT）として、VFとともに電気的除細動を含めた救命処置が必要なリズムとして扱う。小児においても、心室細動 / 無脈性心室頻拍（VF / 無脈性 VT）が心停止のリズムである場合があり、これらに対しては成人と同様に迅速な電気的除細動の実施が原則である。

### 2. VF / 無脈性 VTへの対応原則

早期の電気的除細動と絶え間ないCPRが治療の原則である。マニュアル除細動器を使用する場合の初回エネルギー量は、二相性、単相性を問わず4J/kgとする。電気ショックは1回実施してただちに胸骨圧迫を再開するが、病院内において心電図や血圧などが連続的にモニタリングされている状況では、医師の判断によって連続的に電気ショックを行ってもよい。ただし、胸骨圧迫の中斷を最小にする。なお、気管挿管などの高度な気道管理は、その実施のためにCPRが中斷されたり電気ショックが遅れないようにしなければならない。

気道確保器具の使用は、その利点と欠点を勘案して判断する。少なくとも最初の電気ショックまではバッグ・マスクによる人工呼吸を行い、場合によっては心拍が再開するまで気道確保器具の使用を控えることも考慮すべきである。

初回の電気ショック後から約2分間のCPRを完了後、再度リズムチェックを行う。VF / 無脈性 VTが持続していれば再び同じエネルギー量（4J/kg）で電気ショックを

行う。この際、アドレナリン（0.01mg/kg）をリズムチェック後、できるだけすみやかに投与する。薬剤投与のタイミングは電気ショックの前でも後でもよいが、リズムチェックまでの約2分間のCPR中にあらかじめ準備をしておくことが望ましい。

### 3. 難治性のVF/無脈性VTへの対応手順

さらに約2分間のCPRを行った後のリズムチェックでも、依然としてVF/無脈性VTであれば、電気ショック（4J/kg）に加えて抗不整脈薬の投与を考慮する。抗不整脈薬の投与が心拍再開率、生存率などを改善させるというエビデンスは十分でないが、わが国ではアミオダロン、ニフェカラント、リドカインが使用される。アミオダロンの投与量は2.5～5.0mg/kg（最大300mg）、ニフェカラントの投与量は0.15～0.3mg/kgとする。アミオダロンやニフェカラントが使用できない場合には、効果は劣るがリドカインを使用してもよい。投与量は1回1mg/kg、最大3mg/kgまでとする。低マグネシウム血症が疑われる場合、マグネシウム25～50mg/kgを投与する。

## ③ 無脈性電気活動 / 心静止

### 1. 無脈性電気活動、心静止とは

小児・乳児の心停止でもっとも多いリズムは、無脈性電気活動（pulseless electrical activity : PEA）あるいは心静止である。PEAとは、VF/VT以外のなんらかの心電図波形（wide QRSが多い）を認めるが、脈拍が触知されない場合をいう。心静止とは、基線のみでなんら心電図波形を認めない場合をいう。脈拍は触知されない。

### 2. PEA/心静止への対応原則

PEAないし心静止を確認したら、ただちにCPRを再開する。高濃度酸素を用いたCPRを継続するとともに、心停止を引き起こした可逆的原因を検索・是正することが重要である。心静止の場合は、VF/無脈性VTの見逃しを避けるために誘導や電極などを確認する必要があるが、その確認のために胸骨圧迫の中止はしない。アドレナリン0.01mg/kg（最大1mg）を3～5分ごとに投与する。小児・乳児の心停止に対してバソプレシンは使用しない。

### 3. 原因検索

小児・乳児の心停止の80～90%を占める呼吸原性心停止では、PEA/心静止を示すことが多い。これらの波形を認めた場合には、質の高いCPRを行いながら前述の4H4Tに従い原因を検索する。

## ④ 電気的治療

小児を診療する施設で使用する除細動器は、マニュアル式かAEDか、二相性か単相性かを問わず、小児に適したサイズの電極で適したエネルギー量を与えること

ができる除細動器を用意すべきである。ただし乳児については、マニュアル除細動器がもっとも望ましく、AEDを使用する場合も小児用パッド（モード）を使用することが望ましい。

## 1. 除細動器の電極

### 1) 電極パドル

乳児（およそ体重10kg未満を目安）には乳児用パドル（図63）を用いるが、パドル間を約3cm離して使用できる最大のパドルを選ぶ。パドルは右上前胸部（鎖骨下）と左下側胸部（左乳頭部外側下方）あるいは胸部前面と背面に押しつける。



図63 乳児用パドル

乳児用パドルは、成人用パドルを外すと使用できる機種（写真）や、成人用パドルの上に重ねて取り付ける機種がある

### 2) 電極パッド

AED用の小児用パッドは電気ショックのエネルギー量を1/3～1/4に減衰する機能を備えている。今回のガイドライン改訂では、AEDの使用が1歳未満の乳児まで拡大された（わが国では薬事未承認）。それに伴い、AEDの小児用パッドの使用は乳児から未就学児（およそ6歳）とされた。それ以上の小児に対するAEDは成人用パッドを使用する。

一方マニュアル除細動器にも「小人用」電極パッドが存在するが、エネルギー減衰機能はなく、AEDに用いる小児用パッドとは異なる。電極パドルと同様に、乳児には乳児用パッドを用いる（従来「小人用」と呼ばれていたが、その名前ゆえに現場の混乱をきたしてきた。今回の改訂では乳児用パッドと記載した）。小児、乳児に対してマニュアル除細動器を用いて電気ショックを行う際、パッドとパドルのどちらが有効かという明確な証拠はなく、パッドとパドルのどちらも使用可能である。電極パッドの貼付位置は、電極パドルと同様に上記の二つの方法があるが、原則としてパッドに描かれた通りに添付する。パッド同士が重ならないように注意する。

## 2. エネルギー量

小児・乳児に対する有効で安全なエネルギー量についてはいまだ不明な部分もあるが、従来の2J/kgでは効果が得られないという報告、比較的高エネルギー量でも安全であるという報告もあり、今回の改訂で電気ショックの初回エネルギー量は4J/kgとされた。この場合二相性、単相性を問わない。小児のVF/無脈性VTに対しても、電気ショックを1回行った後にただちに胸骨圧迫からCPRを再開し、2回目以降も同じエネルギー量で行う。

## 5 CPR の評価

### 1. 心エコーと心停止の原因

小児の心停止の原因検索のため、CPR中に心エコーを行うことがある。とくに心停止の原因の一つである心タンポナーデの検索に有用であるが、検査時の胸骨圧迫中止が避けられないため、これを疑うときに実施する。

### 2. 呼気CO<sub>2</sub>とCPRの質

呼気CO<sub>2</sub>モニターが、胸骨圧迫の有効性のフィードバックとして有用である。良好な胸骨圧迫を示唆する値は確立されていないが、呼気終末CO<sub>2</sub>分圧が常に15mmHgを下回っている場合は、過換気を避けつつ胸骨圧迫の質を高めるようとする。予後不良の判定や蘇生中止の決定を呼気終末CO<sub>2</sub>分圧の値で行うには十分なデータがない。アドレナリンやその他の血管取縮薬投与から1~2分しか経過していない場合は、薬剤の影響で呼気終末CO<sub>2</sub>分圧が低下していることがあるため、その評価にあたって注意が必要である。

## 6 薬剤投与

### 1. 蘇生時の薬剤投与経路

#### 1) 静脈内投与 (IV)

薬剤投与に際しては静脈路確保が必要であるが、小児の場合は末梢静脈が細く、静脈路確保に難渋することが多い。緊急時には末梢静脈路確保に時間をかけるべきでなく、迅速に確保できない、もしくは困難が予想されれば、早めに骨髄路の確保を行う。

#### 2) 骨髄内投与 (IO)

静脈内投与ができる薬剤は、すべて骨髄路からも投与できる。投与量は静脈内投与量と同じである。効果発現も静脈内投与と比べて遜色ない。骨髄内投与専用の骨髄針（p.111参照）の使用が望まれるが、緊急時で入手できない場合には太い翼状針でも代用可能である。骨髄針の刺入部位は脛骨前面近位端を第一選択とするが、成長板の損傷を避けるべきである。年長児では上前腸骨棘も使用される。

骨髄路確保の合併症としては、骨折、コンパートメント症候群、骨髄炎がある。

骨折した骨への刺入、一度刺入した骨への再刺入はしてはならない。

### 3) 気管内投与 (IT)

緊急時に静脈路も骨髄路も確保できず、気管挿管がなされている場合は、いくつかの薬剤を気管内に投与してもよいが、血中濃度の予測は困難で、効果は不確実である。アドレナリンを気管内投与する場合は、静脈内投与量の10倍 (0.1mg/kg) が用いられる。

## 2. 蘇生に用いる薬剤

表13に示すとおりである。各種昇圧薬は、その作用機序を理解して選択する。強力な血管収縮作用をもつものは、末梢血管から持続投与すると組織壊死を起こすことがあるため、原則として中心静脈から投与する。

また、蘇生時の輸液は、生理食塩液や乳酸リングル液など、糖を含有しない等張性輸液を選択する。

## ⑦ 気道確保と呼吸管理 .....

高度な気道確保器具を使用する場合は、利点と欠点を十分に理解したうえで判断する。小児・乳児に対して高度な気道確保器具を使用するにあたっては、年齢に応じた器具の使用に習熟していることが必須である。

### 1. 気管挿管

小児・乳児の気管挿管は習熟を要し、以下に述べるように専用の器具とチューブサイズの選択が求められる。バッグ・マスク換気が適切に行われている限り、気管挿管を急ぐ必要はない。バッグ・マスク換気に十分に習熟していれば、多くの場合で気管挿管による換気と同等の効果が得られる。病院前救護において搬送時間が短く、バッグ・マスク換気により換気が可能な場合は、気管挿管よりバッグ・マスク換気による方が安全である。

#### 1) 喉頭鏡のブレード

小児、とくに乳児の喉頭は、成人と比較して頭側の深い位置にある。乳児の喉頭展開においては、喉頭蓋を間接的に挙上する曲型（マッキントッシュ型など）よりも、喉頭蓋を直接挙上する直型（ミラー型など）の方が喉頭の良好な視野を得やすいとされるが、乳児や小児において、曲型ブレードと直型ブレードの両者で気管挿管の容易さを比較した研究はない。

表13 小児の心停止、不整脈に用いられる薬剤

薬剤	用量	適応／作用、注意点
ATP	初回0.1mg/kg IV/IO (最大1回投与6mg) 2回目以降0.2mg/kg IV/IO (最大1回投与10mg)	SVT 後押し(2シリンジテクニックによる急速静脈内投与)
アトロピン	0.02mg/kg IV/IO (最小1回投与量0.1mg) (最大1回投与量0.5mg) (総投与量1mgまで)	迷走神経刺激による徐脈の治療と予防 房室ブロックによる徐脈 最小投与量以下では徐脈の誘発に注意
アドレナリン	0.01mg/kg IV/IO (0.1ml/kg 1:10000) 0.01~1μg/kg/分	心停止、CPRで改善しない徐脈 4分ごとに投与可 心筋収縮力増強作用と血管収縮作用 アナフィラキシーに用いる場合は0.01mg/kg筋注 または同量を10倍希釀して静脈内投与
アミオダロン	2.5~5.0mg/kg (最大300mg)	VF/無脈性VT、SVT、VT QT時間を延長させる薬剤と併用不可
ニフェカラント	0.15~0.3mg/kg	VF/無脈性VT、SVT、VT
グルコン酸カルシウム	60~100mg/kg IV/IO 緩徐に静脈内投与 (8.5%製剤として0.7~1.2ml/kg)	症候性低カルシウム血症、高カリウム血症、カルシウム拮抗薬過剰投与 徐脈、心停止に注意
塩化カルシウム	20mg/kg IV/IO 緩徐に静脈内投与 (2%製剤として1ml/kg)	
ドパミン	2~20μg/kg/分	心筋収縮力増強作用 低用量でβ作用優位・高用量でα作用優位
ドブタミン	2~20μg/kg/分	心筋収縮力増強作用 血管拡張作用
ニトロプロリド	0.5~5μg/kg/分	強力な血管拡張作用 メトヘモグロビン血症、シアノ中毒に注意
ノルアドレナリン	0.1~1μg/kg/分	強力な血管収縮作用
プロカインアミド	15mg/kg IV/IO (30~60分かけて緩徐に投与)	SVT、VT 心電図・血圧を監視し、QT時間延長に注意 小児循環器医など専門医への相談
マグネシウム	25~50mg/kg IV/IO (最大1回投与量2g) (10~30分かけて緩徐に投与、 ただし心停止時にはより速く投与)	torsades de pointes 症候性低マグネシウム血症
ミルリノン	50μg/kg IV/IO (10~60分かけて緩徐に投与) 0.25~0.75μg/kg/分	心筋拡張機能改善・血管拡張作用 ローディングの際の低血圧に注意 腎不全の場合の用量に注意
リドカイン	1mg/kg IV/IO 20~50μg/kg/分	VF/無脈性VT 中枢神経系副作用(痙攣など)に注意
炭酸水素ナトリウム	1mEq/kg IV/IO BE値×体重(kg)×0.3mEqの半量 投与とする方法もある	CPR中のルーチンとしては使用しない 動脈血ガスデータをもとに投与考慮
ブドウ糖液	0.5~1g/kg IV/IO	

## 2) 気管チューブ

年齢により用いる気管チューブのサイズが異なる。2歳以降にカフなし気管チューブを用いる際のサイズは、

$$\text{チューブ内径 (mm)} = 4 + (\text{年齢} \div 4)$$

を目安に選択する。陽圧換気時に、気管チューブと声門の間からの空気の漏れ(リーク)を生じる程度の太さが適切である。リークを生じる程度のサイズの気管チューブは気管への圧迫が少ないため、喉頭浮腫の程度が軽く、抜管困難症の発生を防ぐことが期待されている。リークがまったくない場合には、チューブ内径を1サイズ(0.5 mm)下げる。

小児や乳児の緊急気管挿管に用いる気管チューブは、カフ付きでもカフなしでもよい。カフ付き気管チューブを用いるときは、カフ圧を測定して圧が過剰にならないようにする。カフの長径や先端からの位置が製品によってまちまちであるため、患者の体格と気管チューブサイズの組み合わせによって、声門と気管分岐部の間にカフが取まらない可能性があることに留意する。2歳以降にカフ付きチューブを用いる際のサイズは、

$$\text{チューブ内径 (mm)} = 3.5 + (\text{年齢} \div 4)$$

を目安に選択する。

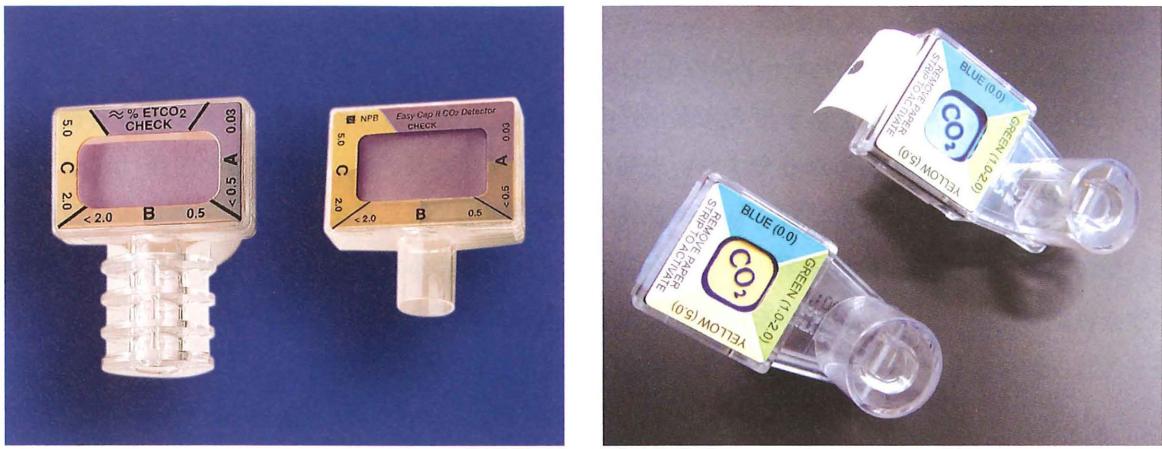
## 3) 気管チューブ先端位置の確認

気管挿管成否の確認方法のなかで、一つの方法で確実に確認できるものはない。聴診、視診による身体所見と併せて、波形表示のある呼気CO<sub>2</sub>モニターの使用は、心停止症例に対する気管チューブの挿管時の位置確認の手段として推奨される(図64)。波形表示のある呼気CO<sub>2</sub>モニターが使用できない場合、身体所見に加えて波形表示のない呼気CO<sub>2</sub>モニター、比色式CO<sub>2</sub>検知器を使用する。胸骨圧迫をしながら、数呼吸以上でCO<sub>2</sub>の呼出を確認する。CPR中は肺血流量が少ないため、気管チューブが気管内にあっても呼気CO<sub>2</sub>が検出されないことがある。循環がある体重20 kg以上の小児では、気管チューブの位置確認に食道挿管検知器(EDD)の使用を考慮してもよい。

臨床判断および器具を使用した確認を行ってもなお疑わしい場合は、喉頭鏡で直視して確認する。

## 4) 輪状軟骨圧迫

小児・乳児に対する迅速気管挿管や緊急気管挿管で、輪状軟骨圧迫が誤嚥予防に有効であることを示すデータはない。したがって、誤嚥防止の目的で輪状軟骨圧迫を用いる場合であっても、換気や気管挿管の妨げとなるときは、圧迫を解除するのが適切である。

比色式 CO<sub>2</sub> 検知器波形表示のある呼気 CO<sub>2</sub> モニター（カプノメータ）図64 呼気CO<sub>2</sub>モニター

## 2. ラリンゲアルマスクエアウエイ (LMA)

ラリンゲアルマスクエアウエイ (laryngeal mask airway : LMA) に代表される声門上気道デバイスは、小児・乳児のバッグ・マスク換気がうまくいかないときや気管挿管が不可能な場合、訓練を受けた救助者にとって有用な代替手段となる。蘇生初期の換気には、従来どおりバッグ・マスク換気が望ましいが、バッグ・マスク換気がうまくいかないときや気管挿管ができないときは、小児に対するLMA使用の訓練を受けた者であれば選択してよい。

## 3. 外科的気道確保

上に述べた各方策を講じても気道確保が困難な場合、輪状甲状腺膜（鞄帯）穿刺が救命のための緊急処置として用いられる。小児に対する輪状甲状腺膜（鞄帯）切開は合併症をきたしやすい。

#### 4. 小児の人工呼吸と安全管理

##### 1) 気管チューブの固定と保持

気管チューブの先端位置の移動は、小児・乳児の気管挿管をめぐる各種トラブルの原因になりやすい。先端から口角までの長さは、一般に3×内径（mm）cmを目安とされるが、気管挿管後の聴診や胸部X線写真をもとに、先端位置の微調整が必要である。テープによる固定が一般的であるが、固定が不十分だと先端位置が移動するので、固定の強度を保つ工夫が必要である。

##### 2) 呼気CO<sub>2</sub>モニタリング

気管挿管された小児・乳児を病院前・病院内・病院間で搬送する際には、呼気CO<sub>2</sub>のモニタリングを行い、気管チューブの位置と開存性を監視することが推奨される。病棟で気管挿管・人工呼吸管理中の小児・乳児においても、呼気CO<sub>2</sub>モニター（カプノメータ、図64参照）による持続モニタリングが望ましい。

##### 3) 人工呼吸

循環がある小児・乳児に対して人工呼吸を行う場合には、換気回数を12～20回／分とする。不適切なバッグ・マスク換気による胃の膨満を放置すると、挙上した横隔膜が人工呼吸の妨げになるため、気管挿管完了後に胃管を挿入して脱気する。胃管先端の位置は気管挿管後に撮影する胸部X線写真でも確認しておく。

心停止患者のCPRにおいて気管挿管された場合は、胸骨圧迫と人工呼吸を非同期で行い、人工呼吸のための胸骨圧迫の中止は行わない。この場合の人工呼吸回数は約10回／分とする。非同期でCPRを行う場合は換気回数と1回換気量が過剰になりがちであるので注意する。過換気によって胸腔内圧が上昇すると静脈還流が減少する。その結果、心拍出量が減少して心拍再開率が低下することが指摘されている。LMAを用いる場合は、適切な換気が可能と判断すれば、非同期でCPRを行う。

##### 4) 気道の加湿

小児・乳児に用いられる気管チューブは内径が細いため、加湿が不十分であったり、吸引カテーテルの挿入長が不十分であったりすると、容易に気道分泌物による閉塞をきたし、生命にかかわる大きなトラブルの原因になり得る。加湿や吸引にも十分に配慮する。

##### 5) DOPE

人工呼吸中に患者の容態が急変した場合、ただちに原因を検索して問題を是正する必要がある。鑑別すべき病態の頭文字を語呂合わせにした「DOPE」を利用して、迅速かつ効率的に状況の把握につとめる。

- Displacement of the tube from trachea：気管チューブの位置は適切か

　　気管チューブの固定が外れたりずれていないかを確認する。両側呼吸音を聴診し、均等に換気されていることを確認する。

- Obstruction of the tube : 気管チューブの閉塞がないか  
気管チューブや呼吸回路の屈曲・閉塞がないことを視認し、気管チューブに吸引カテーテルを挿入するなどして抵抗なく挿入可能であることを手早く確認する。
- Pneumothorax : 気胸（とくに緊張性気胸：tension pneumothorax）がないか  
患側で呼吸音が減弱し、皮下気腫が認められることがある。典型例では頸静脈の怒張や健側への気管の偏位が認められるが、とくに乳児では明らかでないことも多い。外傷に併発したものでは打撲痕や皮下出血などを認めることがある。
- Equipment failure : 機器・装置は適切に作動しているか  
人工呼吸器で換気されている場合は、高流量酸素を流した蘇生バッグに接続して用手換気に変更する。呼吸回路の接続や吸入酸素濃度、人工呼吸器の作動（電源、設定、回路の接続）を確認する。さらにモニターが正常に作動していることを確認する。

## 8 徐脈（拍）・頻拍（脈）への緊急対応

### 1. 徐脈（拍）

小児・乳児の徐脈の原因は低酸素や換気不全が多い。そのため、酸素投与と気道確保、適切な換気を初期治療として開始する（図65）。心拍60/分未満で、皮膚蒼

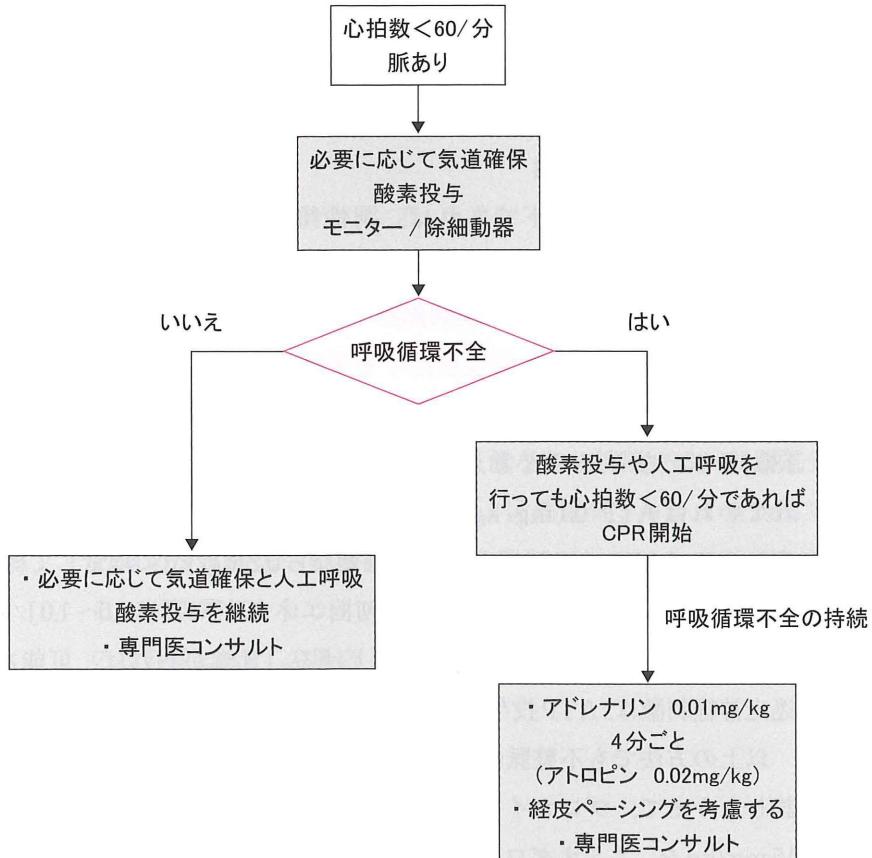


図65 徐脈（拍）アルゴリズム

白やチアノーゼなどの循環不全を認める場合、まず気道確保と高濃度酸素投与下に呼吸補助を行い、心電図モニタリングを開始する。これらによって循環状態が改善されれば、モニタリングと再評価を継続する。しかし、適切な酸素化と換気にもかかわらず、依然として心拍60/分未満で循環不全を認める場合は、ただちに胸骨圧迫を開始する。

有効なCPRによっても循環不全が遷延すれば、気道開存性や酸素供給が適切かどうか確認するとともに、第一選択薬剤としてアドレナリン（0.01mg/kg）を静脈内投与または骨髄路投与する。効果がなければ同量を約4分ごとに繰り返す。効果が一時的であれば、アドレナリンの持続投与も考慮する。他の治療可能な原因を検索することも重要である。アトロピンは迷走神経刺激や房室ブロックが原因のときに用いるが、小児・乳児の徐脈における第一選択薬ではない。

心疾患に伴うⅢ度（完全）房室ブロックや洞機能不全による徐脈で、換気、酸素投与、胸骨圧迫や薬剤の投与に反応しない場合は、小児循環器医など適切な専門医にコンサルトしたうえで、経皮ペーシングを考慮する。

## 2. 頻拍（脈）

小児・乳児の頻拍の治療にあたっては、成人と異なって自覚症状の訴えが乏しいため、低血圧やショック症状の有無などに基づいて、血行動態が安定（良好）か不安定（不良）かを区別することが重要である。

### 1) 血行動態が不安定な頻拍（図66）

脈拍は触れるが血行動態が不安定な頻拍では、まず気道確保と高濃度酸素による呼吸補助を行い、心電図モニタリングを開始し、QRS幅を評価する。

#### （1）狭いQRS幅の頻拍

QRS幅が0.08秒以下であれば、洞性頻拍か上室頻拍（supraventricular tachycardia : SVT）である可能性が高い。12誘導心電図においてP波に異常がない、心拍数が固定されていない、PR間隔が一定などの場合、さらに乳児で心拍220/分未満、小児で180/分未満なら洞性頻拍と考え、その原因の検索と解除に努める。逆にP波が確認できないか異常で、心拍数の変動がなく乳児で心拍220/分以上、小児で180/分以上ならSVTと考え、すみやかに洞調律への復帰を図る。静脈路が確保されていればATP 0.1mg/kgを急速静脈内投与し、投与後ただちに生理食塩液で後押しする。ATPは半減期が短い。無効なら0.2mg/kgに增量して繰り返す。

同期電気ショックを行う場合の初回エネルギー量は0.5～1.0J/kgとする。初回ショックが無効の場合は2.0J/kgに上げる。意識があれば、可能な限り鎮静する。迷走神経刺激は、ATP投与や同期電気ショックの実施が遅れない範囲で試してよい。

以上の方法でも不整脈が停止しない場合は、小児循環器医など適切な専門医に相談したうえで、プロカインアミドかアミオダロンを考慮する。プロカインアミドは15mg/kgを、アミオダロンは2.5～5mg/kgを約30～60分かけて緩徐に投与するが、心電図と血圧を監視し、QT時間の延長と血圧低下に注意する。QT延長をもたら

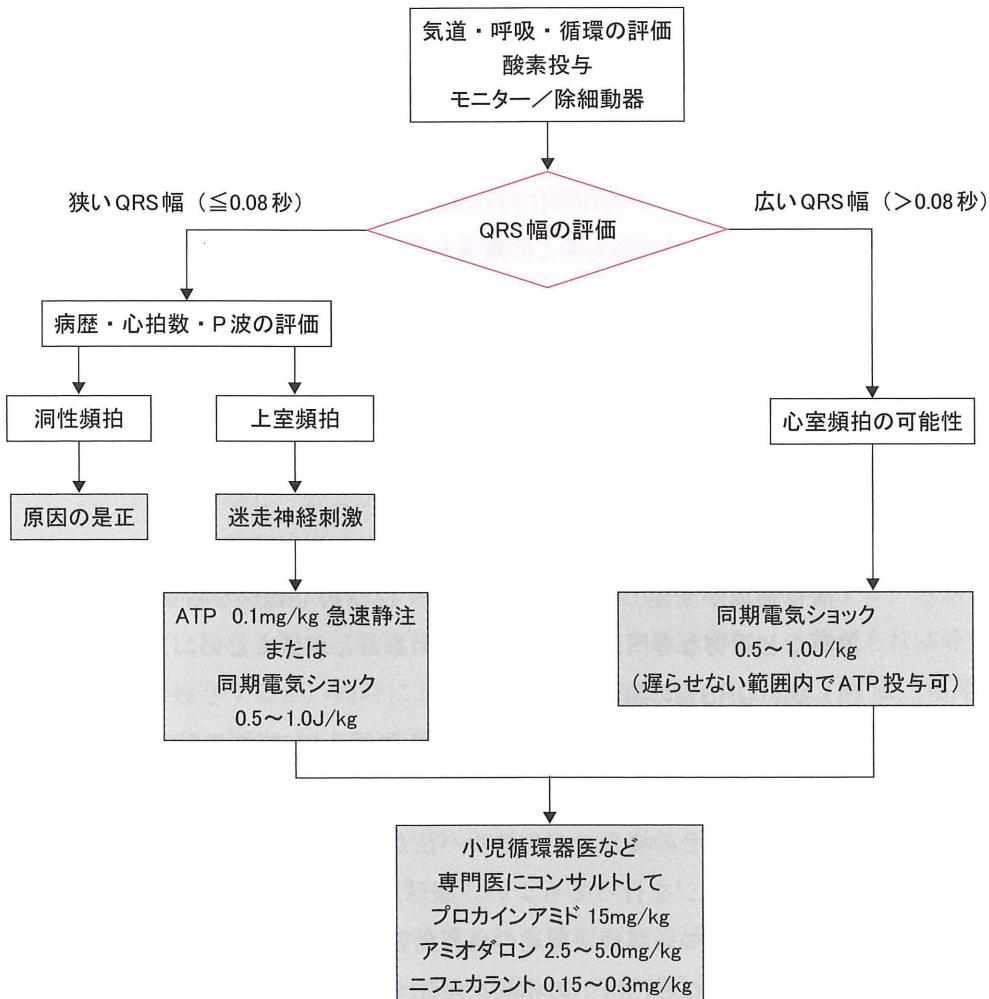


図66 頻拍（脈）アルゴリズム

す薬剤は併用しない。ニフェラカント 0.15～0.3mg/kg 投与の有効性も示されているが、経験豊富な専門医に相談したうえで投与を考慮する。なお成人で用いられるベラパミルは、乳児には低血圧と心停止の可能性があるため使用しない。

## (2) 広いQRS幅の頻拍

QRS幅が 0.08 秒を超える場合、VT の可能性もあるため、同期電気ショックが第一選択となる。意識があれば、可能な限り鎮静する。同期電気ショックを遅らせない範囲で ATP を投与してもよい。同期電気ショック無効例では、小児循環器医など適切な専門医への相談を前提としてプロカインアミドやアミオダロンを投与する。同期電気ショックのエネルギー量、ATP とプロカインアミド・アミオダロンの投与量は SVT の場合と同様である。

### 参考 ATPとアデノシン

わが国ではATPがSVTに対して使用されるのに対し、欧米ではアデノシンが用いられることが多い。用量については、ATP 10mgがアデノシン6mgに相当するという報告や、分子量（ATP約600に対しアデノシン約270）の違いから、ATPはアデノシンと比較して約2倍程度必要との意見もある。日本小児循環器学会の小児不整脈の診断・治療ガイドライン（2010年）においてはATPの小児投与量は0.1～0.3mg/kgと記載されており、本指針においては、ATPの初回投与量を0.1mg/kg、初回無効例での次回投与量を0.2mg/kgとした。

## 2) 血行動態が安定している頻拍

血行動態が安定している頻拍では、12誘導心電図を評価したうえで、小児循環器医など適切な専門医に早めに相談することが望ましい。

### (1) 狹いQRS幅の頻拍

QRS幅が0.08秒以下であれば、洞性頻拍かSVTである可能性が高い。洞性頻拍が疑われれば、その原因の除去に努める。SVTの可能性が高ければ、迷走神経刺激を試みる。その場合、バルサルバ法か顔面冷却法を用いる。年長の小児では頸動脈洞マッサージを行ってもよい。眼球圧迫法は用いない。ATP投与および同期電気ショックについては、前述の血行動態が不安定な場合と同様であるが、小児循環器医など適切な専門医への相談を優先する。

### (2) 広いQRS幅の頻拍

小児・乳児では、0.08秒を超える広いQRS幅の頻拍であっても、VTよりもSVTの可能性が高いことが示されている。したがって血行動態が安定している広いQRS幅の頻拍に対しては、小児循環器医など適切な専門医への相談を優先したうえ、診断または治療目的にATP 0.1mg/kgを急速静脈内投与してもよい。投与後はただちに生理食塩液で後押しする（2シリングテクニック）。ATPが無効なら、プロカインアミドが次の選択肢となる。これらでも効果がない場合には、鎮静のうえで同期電気ショックを考慮するが、いずれも小児循環器医など適切な専門医への相談を前提とする。なお、頻拍の原因検索も重要である。

## 9 ショックへの緊急対応 .....

### 1. 初療室・救急外来での対応

初療室・救急外来でショックの患者に遭遇した場合は、ただちにスタッフの招集、モニター装着、高流量の酸素投与、できるだけ太い静脈路の確保を開始する。ショックの原因にかかわらず、治療は「迅速な認識」から始まる。ショックは体組織の酸素需要に供給が追いついていない状態であるため高流量の酸素を投与することを原則とする。ただし、後述する新生児症例における動脈管依存性の先天性心疾患が鑑別された際は、診断された時点からの酸素濃度の漸減を必要とする。

気管挿管の適切なタイミングは明確ではないが、呼吸不全や意識障害がある場合は気管挿管を考慮する。ただし迅速気管挿管（rapid sequence intubation:RSI）は、急激な循環虚脱の可能性を生じ、挿管手技による迷走神経刺激は徐脈や、低血圧といった重大な合併症を生じる可能性があるので、事前に輸液療法や循環作動薬を用いたショックへの対応を始めてから実施することが重要である。

必要な初期輸液を行うためにも、静脈路は可能な範囲で太い静脈留置針で確保する。しかし、小児では緊急に輸液・薬剤投与の必要があるにもかかわらず、迅速な静脈路確保ができないもしくは困難が予想される場合がまれではない。このようなときは、躊躇なく骨髄路を確保すべきである。骨髄路は蘇生にかかるほぼすべての薬剤が投与可能である。また静脈路あるいは骨髄路確保の際に可能であれば血糖を測定し、必要があれば補正を行う。敗血症性ショックを疑えば血液培養を施行する。初期治療は、ショックの原因にかかるらず、等張性晶質液による輸液（生理食塩液や乳酸リンゲル液など）10～20ml/kgを急速に投与する。低張液や糖含有輸液は投与しない。輸液後も繰り返し患児を再評価し、必要があれば等張性晶質液を再投与するが、同時にショックの原因検索を行う。気道、呼吸、循環、中枢神経、体温の観察（ABCDE アプローチ、p.105 参照）を繰り返し、初期輸液に伴う悪化がないかを判断する。

### 1) 循環血液量減少性ショック

脱水、外傷性出血に代表される循環血液量減少性ショックに対する輸液の適切な投与時期、投与量は明確ではないが、まず等張性晶質液10～20ml/kgを急速投与する。その後再評価を繰り返し、必要があれば同量を繰り返す。湿性咳嗽、ラ音といった肺水腫症状、肝腫大や容量負荷に反応しない、または血圧の低下などは心不全徵候なので、ただちに輸液を中止し、気管挿管や心原性ショックに準じた治療に移行する。一方、出血性ショックの場合に等張性晶質液で循環の安定が図れない場合には、輸血を行い、同時に出血のコントロールを考慮すべきである。出血源が不明の場合、またはコントロール不能な場合には迅速に専門家にコンサルトする。

### 2) 心原性ショック

心原性ショックでは、初期輸液で急性心不全が増悪する場合がある。このため心原性ショックと認識した場合には、早期から循環作動薬（アドレナリン、ドパミン、ドブタミンなど）の持続静脈内投与を輸液療法と併用すべきである。また徐脈や血行動態が不安定な頻拍があれば、不整脈への対応を考慮する。この場合は、ショックに対する治療とあわせて、前述の不整脈に対するアルゴリズムに従う。また病歴などから心機能低下が明らかな場合には、初期輸液量を5～10ml/kg程度にとどめ、肺水腫による呼吸不全や肝腫大などを評価して、前負荷を推定して再度の輸液療法の適応判断を行う。小児の心原性ショックに対するノルアドレナリンの適応は明らかでない。

### 3) 心外閉塞・拘束性ショック

心外閉塞・拘束性ショックや前述の心原性ショックを評価するため的心エコーは、初期評価中に考慮してもよい。ただしCPRを必要とする場合や優先すべき初期治療を妨げてはならず、心エコーの技術を有する人員の確保や、エコー施行に伴う一定時間の胸骨圧迫や初期治療の中止が避けられないことなどを十分に考慮しなければならない。一方で動脈管依存性心疾患における動脈管閉塞によるショック(ductal shock)や心タンポナーデにおける心エコーは非常に有用であるため、その施行に伴うリスクとのバランスを加味し適応を慎重に判断する。ひとたび動脈管依存性心疾患を認めた場合は、迅速にプロスタグランジンE1の投与を開始し、酸素の投与量を減じる。緊張性気胸は身体所見で診断し、疑われた場合はX線撮影を待たずに、患側鎖骨中線第2肋間で16G～14Gのカテーテルによる胸腔穿刺を行う。肺血栓塞栓症は、小児の場合にその迅速な診断は一般に困難であるが、必要なら血栓溶解薬や抗凝固薬の投与を考慮しながら専門家へコンサルトする。いずれの心外閉塞・拘束性ショックも原因が是正されるまでは、必要であれば等張性晶質液の輸液や循環作動薬を使用する。

### 4) 血液分布異常性ショック

血液分布異常性ショックの場合、初期治療として、他のショックに比べて大量の等張性晶質液が必要となる場合が多い。同時に、疾患にあわせて特異的な治療を行う。

アナフィラキシーショックの場合には、等張性晶質液の投与を行いつつ、アドレナリン0.01mg/kgの筋注を行う。ショックが遷延した場合には、静脈内投与、持続静脈内投与を考慮する。また同時に抗ヒスタミン薬、ステロイド薬の投与や末梢気道閉塞に対してサルブタモールの吸入療法を併用する。皮膚・粘膜症状とともに上気道閉塞による呼吸不全が出現すれば、適切に気道を確保する。

神経原性ショックには、等張性晶質液に加えて血管収縮薬の投与を行ってもよい。

#### (1) 敗血症性ショック(図67)

全身性炎症反応症候群(systemic inflammatory response syndrome: SIRS)を呈する病態の代表として感染症がある。SIRSで感染症が証明された場合に敗血症と診断する。敗血症が循環不全を呈した場合、血液分布異常性ショックの一つである敗血症性ショックという。

初期治療は他のショックと同様に、等張性晶質液の急速投与から開始する。しかし他のショックと異なり通常の輸液量には反応しないことが多く、ショックを認識してから1時間以内に40ml/kgの等張性晶質液を投与してもなお循環不全が遷延し、さらに輸液や昇圧薬の投与が必要な場合を輸液不応性ショックという。このような場合は、迅速に中心静脈路を確保し、観血的動脈圧測定を開始し、等張性晶質液の投与が60ml/kgに達する前に循環作動薬の投与を準備する。血圧や末梢の温・冷感などでwarm shockであればノルアドレナリン、cold shockであればアドレナリンが中心となる。これで改善しないカテコラミン不応性ショックにはステロイド薬(ヒドロコルチゾン50mg/m<sup>2</sup>/24時間程度)を用いた補充療法を考慮する。同時に

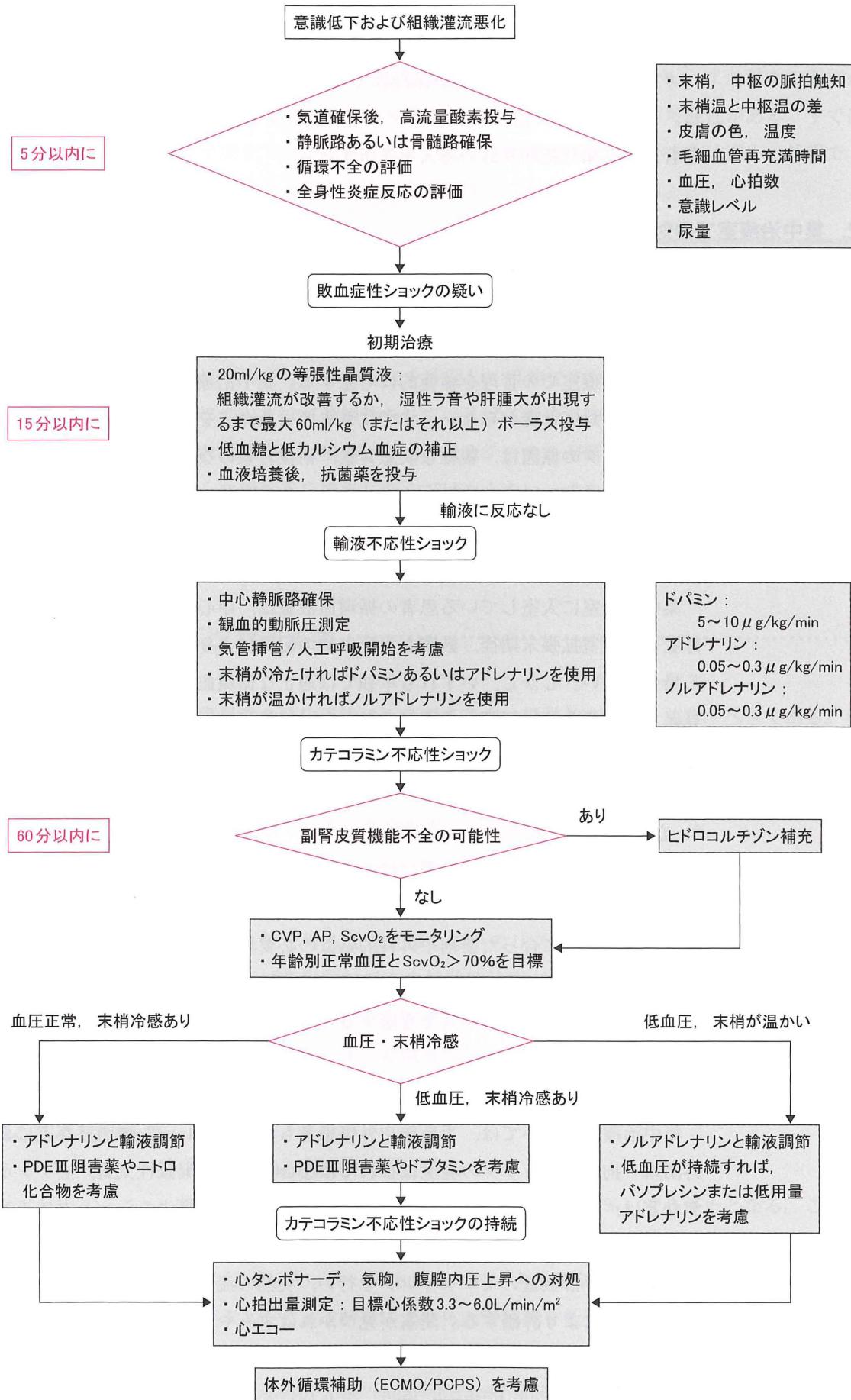


図67 小児の敗血症性ショック初期治療アルゴリズム

原因感染巣の特定・除去、培養提出に努め、広域スペクトラムの抗菌薬をショック認識後、1時間以内に投与する。

カテコラミン投与で血圧が保たれても中心静脈血酸素飽和度が70%未満の場合は、さらにPDE III阻害薬やドブタミンの投与を考慮する。以上の治療に抵抗性の場合、体外循環補助装置の導入を考慮する。

## 2. 集中治療室での対応

ショックが遷延する場合や呼吸窮迫症候群や強心薬の有無、意識障害など臓器不全がすでにある、または生じる可能性がある場合は、集中治療室での管理が必要である。ショックから離脱していても、大量輸液や血管作動薬を必要としている場合は、集中治療室での管理を積極的に考慮する。集中治療室においてもその初期対応は、前述の対応と変わらない。すでにさまざまな介入を受けている集中治療室におけるショックの原因是、複雑な疾患背景、術後背景のなか、複数であることがまれでない。

### 1) 循環血液量減少性ショック

集中治療室に入室している患者の循環血液量は、中心静脈圧や超音波による下大静脈径、左室拡張末期径、厳密な水分出納の記録により、厳密にモニターされている場合が多い。しかし、いずれも単独では適正な循環血液量を評価できず、身体所見とともに総合的に評価しなくてはならない。治療は、不足している循環血液量を補うために等張性晶質液、または血液製剤を投与する。

### 2) 心原性ショック

心臓手術後の低心拍出症候群にはミルリノンが有効であるかもしれないが、すでに多くのカテコラミンが投与されている場合に、最適な薬剤の選択は困難である。施設ごとに病態に合った薬剤や外科的処置の必要性の有無を専門家にコンサルトする。ただし、複数のカテコラミンに反応がなく、低心拍出症候群が難治の場合は、体外循環補助装置などの導入を考慮する。

### 3) 心外閉塞・拘束性ショック

集中治療室においては、手術後や外傷患者も多く、ドレーンの閉塞などによる心外閉塞・拘束性ショックの発生はまれではない。とくに緊張性気胸、心タンポナーデなどは、その緊急度の高さから注意を要し、突然に発症するショックは迅速に診断することが必要である。ドレーンが閉塞すると時に致死的になり得るため、経時的なドレーン排液量のモニタリングを行い、突然の流出途絶の際には、超音波やX線検査などにより評価する。閉塞が見つかればすみやかに解除を試みるか、新たなドレーン留置を考慮する。

#### 4) 血液分布異常性ショック

多くのデバイスが体内に留置されている術後症例や免疫不全などの複雑な背景疾患を有する重症患者に、敗血症性ショックはまれではない。また種々の薬剤が投与される患者では、アナフィラキシーショックを合併する可能性がある。すでに複数のカテコラミンが投与されていたり、循環血液量が過量または過小の状態でショックを生じると、適正な治療を遂行することが困難となる。

##### (1) 敗血症性ショック

治療の基本は、迅速なアルゴリズムの遂行であり、施設ごとのアンチバイオグラムに則った適切な抗菌薬の投与である。集中治療室にいる患者の感染源の特定は困難であるため、あらゆる創部、デバイスを感染源として疑うこととなる。すなわち、創部については発赤の有無を確認し、可能であればCTや超音波で確認する。デバイスについては気管挿管されていれば気管分泌物培養、尿道カテーテルが留置されていれば尿定性・培養、中心静脈カテーテルが留置されていればすべてのカテーテルから血液培養を提出しなくてはならない。また直接穿刺による血液培養も併せて採取する必要がある。各検体は、可能であれば検鏡を行い、感染源の特定に努める。各種治療に反応がない場合は、体外循環補助装置の使用を考慮する。

## 10 特殊な状況下の二次救命処置

### 1. 外傷

外傷患者の蘇生予後は不良であるが、標準的な蘇生を施行すべきである。穿通性胸部外傷による心停止において、現場で生命徵候が認められ、搬送時間が短かった場合、緊急開胸術で心臓マッサージ、下行大動脈遮断術、心タンポナーデの解除などを行うことで、生存率が改善する可能性がある。

### 2. 肺高血圧

肺高血圧症を伴った患児は心停止のリスクが高い。通常のALSに加えて、肺血管抵抗を下げる目的で以下の補助的治療が考慮される。高二酸化炭素血症の補正、NO吸入、プロスタサイクリン静脈内投与・吸入などがあげられるが、その有効性は確立していない。体外循環補助装置を用いたECPRが用いられることがある。

### 3. 先天性心疾患

#### 1) 単心室Stage I（第1期）術後

単心室に対する第1期手術後には高い確率（20%）で心停止となる。この原因として肺体血流比の増加が考えられている。したがってCO<sub>2</sub>吸入による高二酸化炭素血症導入（PaCO<sub>2</sub> 50～60 mmHg）により肺血管抵抗を上昇させたり、フェノキシベンザミンなどα遮断薬により体血管抵抗を低下させることで全身の酸素運搬量が改善される可能性がある。切迫心停止状態の評価は困難であるが、中心静脈血酸素飽和度や近赤外分光法（near-infrared spectroscopy : NIRS）を用いた脳あるいは内臓循環のモニタリングが参考になるかもしれない。通常のALSに加えて、体外

循環補助装置を用いたECPRが他の心臓手術後患者同様に行われる。

## 2) 単心室Fontan術後および両方向性Glenn (Bidirectional Glenn : BDG) 術後

BDG術/hemi-Fontan術後患者の心停止には通常のALSを行う。BDG術後患者の切迫心停止状態に対しては、低換気による高二酸化炭素血症が、血液酸素分圧や心拍出量を改善する可能性がある。Fontan術後患者に対しては陰圧換気が心拍出量を改善する可能性がある。Fontan術後患者にはECPRが適応できるが、BDG術/hemi-Fontan術後患者に対しての評価は定まっていない。

## 11 ECPR .....

小児・幼児で心移植の適応がある場合や回復が望める心停止に至った際に、ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) や PCPS (percutaneous cardiopulmonary support) は、酸素化や循環を維持するために一時的な治療手段として有効であるというエビデンスが増えてきている。ECMO/PCPSが心停止の治療として用いられた場合に、ECPR (extracorporeal CPR) と呼ばれる。

ECPRを考慮してもよい状況は、①ICU、手術室、心臓カテーテル室で起きた院内の心原性心停止、②環境因子による重篤な偶発性低体温 (< 30°C) に伴う院外心停止と考えられる。

小児では、心停止からECPR導入までの時間やCPR時間がより短いことが生存率を改善する可能性があるので、ECPRを迅速に導入するためのプロトコールを整備し、質の高いCPRを行いながら30~90分以内の導入を目指すことが望ましい。

## 12 心拍再開後の小児集中治療管理 .....

蘇生の到達目標は、良好な脳機能の温存である。下記の各論に注意して二次性中枢神経障害の合併を可能な限り予防する。

### 1. 呼吸管理

過換気は、心臓への静脈還流量減少や脳虚血を惹起する危険性がある。心拍再開後の昏睡患者には有害である可能性があるため、過換気はルーチンには行わない。心停止後の昏睡患者における呼吸管理の目標は、動脈血CO<sub>2</sub>分圧を正常範囲内に保つことである。ただし脳ヘルニアの切迫徵候がある場合には、短時間の過換気を緊急避難的に実施してもよい。

### 2. 循環管理

小児においても、心拍再開後にはしばしば心筋機能障害が認められる。したがって心拍再開後の循環管理では、血行動態改善のために循環作動薬の使用を考慮する。ただし、この際の薬剤と投与量は個々の患者によって異なるため、循環動態のモニタリングデータを参考に決定する。

### 3. 体温管理

心拍再開後は体温上昇がよくみられるが、発熱は虚血後脳障害からの回復を妨げるので、体温をモニタリングし、高体温を予防する。高体温になってしまった場合には、解熱薬の投与や冷却機器を用いて積極的に体温を下げる。

心拍再開後の昏睡患者に対して低体温療法（中心部体温として32～34℃を12～24時間）の導入を検討してもよい。ただし、小児・乳児における心拍再開後低体温療法の臨床研究は不十分である。小児・乳児への低体温療法導入に際しては、適応を十分に考慮し、小児集中治療施設などの安全な環境下で、適切なモニタリングを施したうえで実施することが望まれる。

低体温療法の導入方法や維持期間、復温に関する理想的な方法はまだわかっていない。低体温導入時のシバリング予防のために鎮静薬と、必要に応じて筋弛緩薬を投与する。低体温療法中は感染徵候を注意深く観察し、心拍出量低下、不整脈、肺炎、凝固異常、血小板減少、低カリウム血症、低リン血症、低マグネシウム血症などにも注意する。筋弛緩薬により、脳波上で痙攣発作があっても身体所見で判断できなくなることに留意する。

### 4. 血糖・電解質管理

心拍再開後は、血糖値や電解質も検査する。蘇生中から血糖値を測定し、心拍再開後も注意深く血糖値をモニタリングして正常血糖値を維持する。低血糖でない限り、蘇生中は糖含有輸液を用いない。しかし、血糖値を厳格にコントロールすることの利点が、偶発的な低血糖の危険性を凌駕することを示す十分なデータはない。

低ナトリウム血症は血清浸透圧低下をきたし、脳浮腫を助長するが、わが国ではいまだに小児に低張性輸液が多用される傾向にある。心拍再開後を含め、中枢神経系に病変のある小児患者に対して低張性輸液を用いることは、医原性の脳浮腫を惹起する危険がある。

### 5. 小児集中治療と集約化

心拍再開後の管理は、熟練したチームを有する重篤小児集約拠点で診療を継続するのが望ましく、心拍再開後に必要であれば可及的すみやかに施設間搬送の調整を開始する。搬送にあたっては、重篤小児患者の搬送経験が豊富なチームが行なうことが望ましい。わが国においてもPICU (pediatric intensive care unit) 等の重篤小児集約拠点での診療と、そのための搬送システムの確立が強く求められている。

## 13 小児蘇生をめぐる倫理的諸問題

### 1. 心停止中の予後判定

心停止をきたした小児の回復に関連する因子について、多くの研究がなされてきた。しかし心拍再開の有無を予測できる、あるいは蘇生努力の中止を考慮するための信頼できる指標は存在しない。検討された因子は、患者背景、心停止の原因、心停止前の状況、目撃の有無、無処置のまま経過した心停止時間（無灌流）、CPRの

有効性と継続時間（低灌流）、アドレナリンの投与回数など蘇生治療の内容、心電図の初期波形あるいはその後の波形などがあげられる。しかし、いずれも蘇生の中止を決定する因子とはならない。一方、反復するVF/無脈性VTや薬物中毒、偶発性低体温症などでは通常よりも長く蘇生努力を続けることが考慮される。

## 2. 蘇生中の家族の同席

多くの親は、自分の子どもの蘇生現場に立ち会うことを望んでいる。蘇生に携わる医療従事者は、その希望の有無を確認する機会を設け、家族の疑問や不安に対応できるよう蘇生チームのメンバーの一人を割り当てるべきである。ただし、家族の立ち会いに際しては、急性期医療の現場に市民が立ち会うことが一般的でないことや、医療従事者と家族間に存在する知識の乖離に関して配慮することを忘れてはならず、また家族の存在が適切な蘇生行為遂行の妨げにならないようにしなくてはならない。

## 3. 蘇生の中止

前述の通り、蘇生の中止を考慮するための信頼できる指標は存在しない。一方わが国においては、とくに小児に対する蘇生の中止、あるいは医学的無益（medical futility）について十分に議論がなされておらず、医学的に無益と思われる場合でも蘇生の中止や延命措置の差し控えが難しいことがある。今後は小児においても、これらに関する幅広い国民的議論が行われることが期待される。

## 4. 原因検索

予期しない心停止で死亡した患者に対して、死後にも原因検索を行う努力は重要である。この目的で積極的な心電図の解析、剖検を考慮すべきである。また海外の報告では乳児突然死症候群（SIDS）の原因の一つにイオンチャネル異常の関与が示唆されており、これは遺伝子レベルでの変異が関係していることが報告されている。今後わが国では、このようなイオンチャネル異常も含めて、心原性心停止の原因を学校心臓検診とも連携して検索するシステムの確立が必要である。また死亡症例の登録制度、病理解剖・行政解剖制度の整備も併せて考慮されるべきである。