

厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）

「我が国に適応した神経学的予後の改善を目指した新生児蘇生法ガイドライン作成のための研究」

### 分担研究報告書

## カプノメータを用いたマスク・バッグ換気の有効性のモニタリングに関する研究

研究分担者 細野茂春 日本大学医学部小児科学系小児科学分野准教授

目的：国際蘇生連絡協議会から新生児蘇生法に関する推奨としてConsensus2015が発表され新たな蘇生の提言がなされた。新生児蘇生で最も重要な手技は遅延なき有効なマスクとバッグによる人工換気であるということが改めて強調された。無呼吸、心拍100/分未満、または呼吸窮迫と中心性チアノーゼが持続する場合はマスクとバッグによる人工換気の適応となる。有効な人工呼吸の判断は、1.人工呼吸ごとの胸郭の上下、2.心拍の改善、3.皮膚色の改善（酸素飽和度の改善）とで評価されている。換気の客観的評価は終末呼気二酸化炭素の検出が最も重要であることが指摘されているが新生児領域ではConsensus2015においては以下のような記述となった。

“ 出生時陽圧換気を受ける児に対するカプノグラフィーは、実現可能な技術ではあるものの、より確からしい根拠が得られるまではルーチンには使用しないことを提案する（弱い推奨、低いエビデンス）。”。本研究はマスクとバッグによる人工換気の際に呼気中の二酸化炭素が検出され臨床的判断と比較して優位性があるかどうかを検証するために行った。

対象および方法：NICUに入院して挿管を必要とした正期産 AFD 児を対象に挿管前の酸素化のためにマスクとバッグによる換気を必要とした児4例を対象としてサイドストリーム方式のカプノメータを使用してマスクとバッグの接続部にサンプリングコネクターを接続して呼気が検出するまでの時間およびカプノグラフィーの描出状態を検討した。

結果：流量膨張式バッグを用いた検討では二酸化炭素の検出は循環が確立した児において全例可能であった。マスクとバッグに習熟した医師はそれ以外の医師と比較して早期に呼気の検出が可能でカプノグラフィーの描出も優れていた。カプノグラフィーを見ることにより自己修正がより容易に行えた。

考察：気管挿管時の二酸化炭素の検出と比較して、マスクの容積や定常流の影響で呼気中の二酸化炭素は希釈されている可能性はあるがカプノグラムを検討する事により換気が行われている事の判断は可能であり、マスクとバッグに習熟していない医療従事者においてもカプノグラフィーを見ながら施行することにより有効な人工換気が行えることが示唆された。

結論：マスクとバッグによる換気が有効に行われているかどうかの判定には呼気中の二酸化炭素の検出による方法が有効であることが示唆された。今後、臨床研究として1.出生直後の胎児循環から新生児循環の移行期における蘇生時においても検出可能か、2.より一回換気量の少ない極低出生体重児においても利用可能か、を検討する必要がある。

## A . 研究目的

国際蘇生連絡協議会から新生児蘇生法に関する推奨としてConsensus2015が発表され新たな蘇生の提言がなされた。今回の提言で新生児蘇生で最も重要な手技は遅延なき有効なマスクとバッグによる人工換気であるということが改めて強調された。新生児蘇生法アルゴリズムでは蘇生の初期処置後も無呼吸または心拍 100/分未満、あるいはフリーフローの投与またはCPAPにより30秒後の介入によっても呼吸窮迫と中心性チアノーゼが持続する場合はマスクとバッグによる人工換気の適応となる。有効な人工呼吸の判断は、1.人工呼吸ごとの胸郭の上下、2.心拍の改善、3.皮膚色の改善(酸素飽和度の改善)とで評価されている。

Consensus2010では挿管による換気の客観的評価は終末呼気二酸化炭素の検出が最も重要であることが指摘されているがマスクとバッグにより人工換気についてはふれられておらず今回、Consensus2015においては以下のような記述となった。

“ 出生時陽圧換気を受ける児に対するカプノグラフィーは、実現可能な技術ではあるものの、より確からしい根拠が得られるまではルーチンには使用しないことを提案する(弱い推奨、低いエビデンス)。”。本研究はマスクとバッグによる人工換気の際に呼気中の二酸化炭素が検出され臨床的判断と比較して優位性があるかどうかを検証するために行った。

## B . 研究方法

対象: 正期産児で生後 1 時間以内に気管挿管のためマスクとバッグでの換気が必要となった 4 例を対象とした。新生児蘇生法「専門」コースインストラクター 4 名と事前に人形を使用して新生児蘇生法講習会 A コースに準じたマ

スクとバッグによる人工換気と挿管手技のトレーニングを受けた NICU3 か月研修の小児科研修 1 年目の 5 名とがマスクとバッグを行った。最初はインストラクターがマスクとバッグを行い患児の酸素飽和度が 100 %の状態となった時点でマスクとバッグを研修医が引き継ぐ形で行った。

サイドストリーム方式のカプノメータ(カプノストリーム 20 Oridion 社製 販売 Covidien 株式会社)と死腔量 0.5cc のサンプリングチューブ(VitaLine™ H Set Oridion 社製販売 Covidien 株式会社)を使用し図 1 のようにサンプリングコネクタをマスクとバッグの回路に接続しモニター上カプノグラムが描出されるまでの時間を計測した。非験者には最初の 20 秒はカプノグラムのモニター画面は見えない状態で行ないカプノグラム描出後 10 秒以降非験者にモニターに描出されたカプノグラムを見ながらマスクとバッグを行った。

図 1. マスクとバッグ回路とサンプリングコネクタの位置関係



(倫理面への配慮)

日本大学医学部附属板橋病院臨床研究審査委員会で承認の上本研究を施行した(研究承認番号)。代諾者に対して説明し同意を得た上で行った。

### C. 研究結果

インストラクター4名計4回ではマスクとバッグを開始後全例 3 秒以内に終末呼気二酸化炭素が検出され、その後も換気ごとの安定した連続波形が描出された(図 2)。

図 2. インストラクターによるマスクとバックによる換気時のカプノグラム



一方、研修医では 3 秒以内に波形が検出されたのは 1 名で 10 秒以内に波形が検出されたものは 3 名で 1 名は 10 秒以上波形が描出できず酸素飽和度の低下傾向を認めたためインストラクターとマスクとバッグを交代した。また、カプノグラム描出後もその波形は不安定であり、波形の形も安定していない事があった(図 3)。一方、研修医においてもモニター画面でカプノグラムを見ながらマスクとバッグを行った際は安定した波形が描出される傾向にあった(図 4)。

臨床的評価と比較してカプノグラムではいずれも早期に評価可能であった。また胸郭の上下運動があるにも関わらず酸素飽和度の低下がみられる例もありそのような例ではカプノグラムで終末呼気二酸化炭素分圧値が低く有効な換気がなされていない事が示された。

図 3 モニターを見ずにブラインドによる研修医によるマスクとバッグ



有効な換気がなされていない時間帯がみられる。終末呼気二酸化炭素分圧が低く有効な換気がなされていない可能性がある。

図 4 モニターを見ながらの研修医によるマスクとバッグ



モニターを見ながらマスクのあたりおよびバッグの加圧を調整するため一回換気量が増加傾向にあり、後半は波形が安定化してきている。

### D. 考察

マスクとバッグによる人工換気が有効に行われている事は臨床的にはまず人工呼吸ごとの胸郭の上下によって判断される。しかしながら胸郭の上下があっても必ずしも有効な換気が

行われていなければ、皮膚色の改善や心拍の改善は得られない。気管挿管時は終末呼気二酸化炭素を検出することがカプノメータを使用することにより終末呼気二酸化炭素分圧のみならずカプノグラムと有効な換気回数が客観的に確認できる。今回の先行研究においてマスクとバッグによる人工換気の習熟度は小児科研修医と新生児蘇生インストラクターとの間に大きな差があることが客観的に示された。習熟度はモニタリング波形をみることによって定量化できる可能性が示唆された。またモニタリング波形をみながらマスクとバッグを行う事により自己修正が働き安定したマスクとバッグによる人工換気を行う事が可能である。

3. その他  
なし

#### E . 結論

マスクとバッグによる人工換気を行う場合、有効な人工換気が行われているかのモニタリングの指標の一つとしてカプノメータが有用である可能性が示唆された。

#### F . 健康危険情報

なし

#### G . 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

なし

#### H . 知的財産権の出願・登録状況

( 予定を含む。 )

なし

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし