

特集／新生児長期呼吸管理の進歩

新生児・未熟児の呼吸障害に対する酸素療法

島田 信宏*

1. 出生前の酸素療法

新生児・未熟児の呼吸障害に対する酸素療法は、出生後の呼吸障害のための呼吸管理の一環として行われているが、臨床の産科医には、それが必要な症例の発生をできるだけ予防する意味でも、分娩中、すなわち出生前からの酸素療法も、それが必要な症例では行われなければならないので、その要点からのべることにする。

分娩中に胎児のために母体へ酸素投与が必要な症例は、ほとんどが胎児仮死 fetal distress の場合で、この他、明らかな fetal distress の症候はまだ認められないが、分娩時に hypoxia が予測されるような high risk pregnancy の分娩例である。例えば早産、糖尿病母体の分娩時、Rh 式血液型不適合妊娠による母児免疫成立例の分娩時などがあげられる。

出生前の母体への酸素投与の原則は、

- ① マスクで母体へ酸素を投与し、
- ② 1分間5l以上の量で、
- ③ 30分間投与したら5分間以上の休止期間を置いて、必要ならば、再び同じ要量で投与するという間欠投与方法で行うということである。

母体に1分間5l以上の酸素を投与すると、母体の PaO₂ (動脈血中の酸素分圧) は95~100mmHgであったのが、すぐに300~500mmHgとはね上がってしまう。しかしながら母体血中の酸素は、そのほとんどが血漿に溶けてしまうので、母体血中の PaO₂ の上昇ほど著しく胎児血の PaO₂ は上昇しないことになる。すなわち胎児血中の PaO₂ も同様に上昇させるためには、母体に投与した酸素は血漿に溶けずに、血球についてほしいのである。したがって母体血中の PaO₂ は3~5倍に上

昇しても、胎児の PaO₂ はわずかに5mmHg程度の上昇しかないことになる。しかし、このたった5mmHgの PaO₂ の上昇は、胎児にとっては非常に有意義なことで、胎児の赤血球の酸素飽和度は今までの2倍となってしまう。したがって出生前の母体への酸素投与は、fetal distress の胎児にとっては非常に有意義なことになる。

30分毎の間欠投与がよいという意味は、過剰の酸素が胎児へ行ってしまうと、胎児の血管は収縮を起し、胎児胎盤循環血量を減少してしまい、その結果、胎児自身は hypoxia におち入ることになるので、30分間以上の連続酸素投与は行わない方がよいことになる。

この他に、出生時の呼吸障害、すなわち仮死を防止する意味では、fetal distress の症例に、分娩前に母体への酸素投与と同時に、糖液の補給、重曹の投与も有効であり、早産未熟児の RDS 発症防止には、24時間以前での副腎皮質ホルモン、ベーター・メサゾン12mgの母体への投与が有効であるとされている。

2. 出生時の酸素療法

新生児・未熟児に対する出生時の酸素療法というのは、出生時における仮死例のための、仮死蘇生術の一環としての酸素投与ということになる。

1) フラッシュで酸素を投与する方法

出生直後の呼吸障害、すなわち仮死例で第1に行われるのは、羊水吸引による気道の開放であり、第2に行われるのが、このフラッシュで酸素を新生児に投与する方法である。フラッシュという意味は、マスク法で連続して大量の酸素を流し放しで投与するという意味で、そのためのフラッシュ・ボタンという装置が蘇生器につけられているので、つけられた名称である。ミニットマン式の自動陽陰圧での蘇生器が普及しているので、まず

* 北里大学医学部産婦人科助教授

それについて説明する。

写真1に示すのが、ミニットマン式の自動陽陰圧による蘇生器の頭部であるが、ここに矢印で示してあるのがフラッシュ・ボタンである(写真1)。酸素投与のネジを開いて、このボタンを押すと、酸素はボタンを押している限りシューツという音をたてて多量に流出してくる仕組みになっている。これが表題にかかげたフラッシュによる酸素投与である。このような自動式陽陰圧の蘇生器のないところでは、酸素ポンベから流量計を通して、マスクから直接新生児に投与しても十分目的は達せられるので、必ずしも自動陽陰圧による蘇生器は必要としない。必要としないばかりか、新生児の仮死蘇生のための人工換気の第1歩では、

写真1 自動式陽陰圧蘇生器にある酸素投与時のフラッシュ・ボタン(矢印)

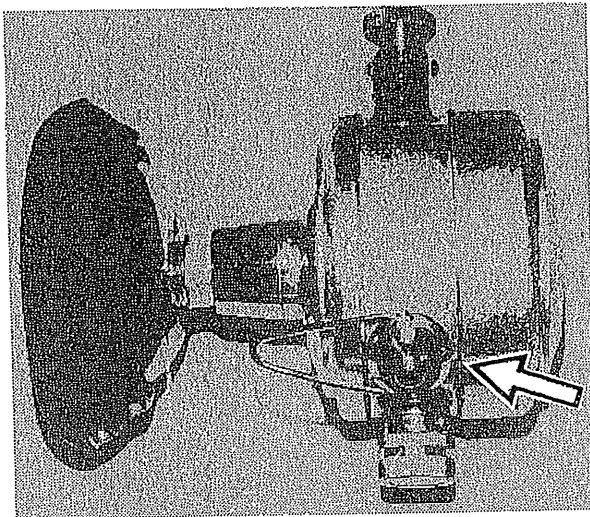
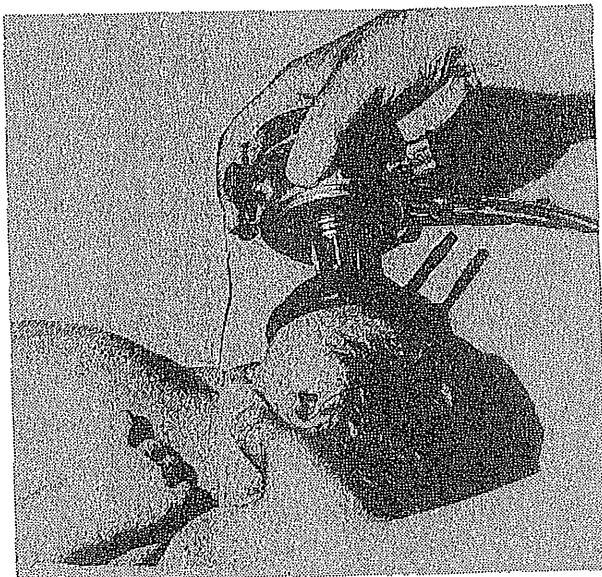


写真2 フラッシュによる酸素投与



陰圧は不要なので、自動式の陽陰圧の蘇生器は分娩室では不要なことが多い。

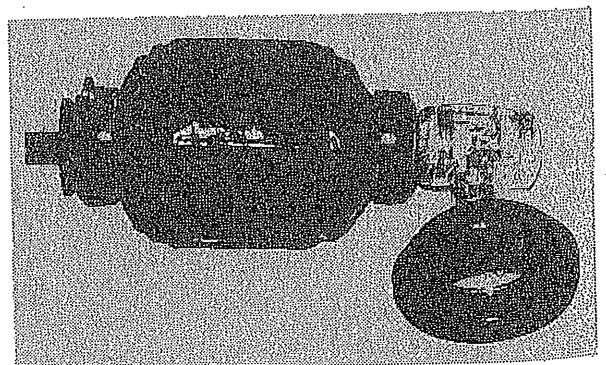
マスクは麻酔科で用いる成人用の三角形のものを小さくしたのではなく、新生児はどの顔をも正円に近いので、正円形のマスクがよく、それを用いるべきである。そのマスクを写真2のように、新生児の鼻と口にあてて、酸素をフラッシュで投与する(写真2)。ミニットマン式の自動式陽陰圧の蘇生器を用いる時は、写真2のように、その間中ずっとフラッシュ・ボタンを押しつづけていなければならない。酸素ポンベから流量計を通して直接マスクで新生児に投与する時は、1分間5l以上で10lまでの間で投与する。

出生時での新生児のこのような酸素投与は、新生児仮死例で呼吸が自発的でないか、あるいはあっても非常に障害された症例なので、意味がないのではないかと考える方もあると思うが、新生児は吸気からのみではなく、口腔粘膜などからも酸素は容易に吸収されるし、わずかな、私達の眼にみえないような吸気でも、その瞬間の酸素吸収能力は偉大なものなので、この酸素投与は全く自発呼吸のない症例にも一度は必ず行ってみるべきものである。軽度の仮死例、Apgar score 5点以上の症例なら、この酸素投与に刺激、時には臍帯静注による糖重曹混合液の投与でほとんどが完全に蘇生する。

2) Ambu bag を用いての酸素投与方法

前述のフラッシュによる酸素投与を行っても、自発呼吸の出現しない重症な仮死例、Apgar score でいうなら5点以下の症例などでは、写真3に示すようなアンビュー・バッグを用いた人工換気による酸素投与を行う必要がある(写真3)。このアンビュー・バッグは、術者が力一杯バッグを押し

写真3 アンビュー・バッグ



て加圧しても、一定以上の圧はカフから外へ逃げ、新生児の蘇生に必要な圧のみしかかからない点が非常によい点で、新生児の蘇生用バッグとしては適しているものである。

このアンビュー・バッグの先に、丸い新生児用のマスクをつけ、他のところには酸素ポンベからの酸素の管をつないでバッグの中を酸素で充満させ、マスクを新生児の鼻と口の両方に合わせて、写真2に示すように、新生児の顔をやや横に向けて舌根沈下を防ぎながら、1秒間に1回の割合のスピードで術者はバッグを押す。この時、新生児のエア・ウェイがあれば、それをういているとなおよい。また新生児に自発呼吸が出てきたら、吸気時にあわせて術者はバッグを押し、呼吸がつづいて出現するようなら、前述したフラッシュでの酸素投与に切りかえる。自動式陽陰圧の蘇生器具より、このアンビュー・バッグを用いた方が臨床でははるかに便利でよい。

3) 気管内挿管による酸素投与方法

アンビュー・バッグを用いての人工換気による酸素療法でも、自発呼吸が出現しない重症仮死例では気管内挿管を行い、気道を確保した上での人工換気、および酸素投与が必要になる。気管内挿管の手技の詳細に関しては、本論文の主旨と異なるので省略するので他の文献を参考とされたい¹⁾。

気管内挿管後は酸素投与を行いながらの人工換気、あるいは呼吸誘発法を実施することになるが、原始的には術者の口に酸素を含んで、気管内チューブに口をあてて、それをふき込んでやるなどの方法もあるが、今日では、挿管したチューブに前にのべたアンビュー・バッグをコネクターを用いてつないで、人工換気を行う bag to tube 法が広く行われている。こんな時にも、アンビュー・バッグは活用される。そしてこの時もアンビュー・バッグの尻には酸素ポンベからひいた管がつき、純酸素が投与されるようにしておく。

気管チューブにつないだアンビュー・バッグを押す技術は、単にアンビュー・バッグを用いる時と同時に、1分間60ぐらい、つまり1秒に1回の割合で、軽くバッグを押すということになる。気管内チューブにつないである時の方が、バッグを押す力は弱くてよいことはいままでもない。

このような bag to tube 法で新生児が蘇生さ

れ、自発呼吸が出はじめてきたら、その吸気に合わせて数回バッグを押して補助呼吸してやり、自発呼吸が連続して出現するようになったら、バッグを術者が押す加圧はやめて自発呼吸でそのまま様子を見て、そのままよさそうならできるだけ早くアンビュー・バッグは取りはずすようにしたい。そして、気管内チューブはそのままにしておいて、保育器中の酸素テントのなかに新生児を移し、呼吸が確立されてから、気管チューブを抜管するようにしたい。

また全く自発呼吸のない症例では、気管内挿管後に、それをレスピレーターにつないで、後述するように IPPB の方法で管理することになる。

3. 出生後の酸素療法

新生児仮死蘇生術の一環としての酸素療法も、出生後の酸素療法に入るかと思うが、ここでの意味は、分娩室を出てから新生児室での酸素療法という意味に解釈して戴きたい。

1) 酸素テントによる酸素療法

最も一般的なのが、保育器内に酸素を流して、保育器内を酸素テントの形にして、酸素を投与する方法である。酸素ポンベからのチューブを保育器の酸素取り入れ口につなぐことになるが、この際に注意してほしいことは、1分間に3~4l以上の多量の酸素を保育器内に流し込む時には、一般の酸素の取り入れ口とは別に多量の酸素投入口がある点である。

酸素テントで保育器を利用している時には、保育器中の酸素濃度を酸素濃度計 oxygen analyzer で測定していなければならない。そして今では、何%の酸素濃度の air を新生児が吸入しているかを常に把握しておく必要がある。

また保育器内は酸素を多量に流し込んでも、50%以上の酸素濃度環境を作ることが難しいとされているので、もし本当にそれ以上の酸素濃度が要求される場合は、写真4のように、保育器内の新生児の頭部がすっぽりと入るぐらいの「酸素フード」を入れて、この中に酸素を流し込むようにしなくてはならない(写真4)。

さらに、時には羊水吸引症候群 aspiration syndrome などの治療では、酸素テントの状態の中に高い湿度を保たせるために、写真5のような超音

波を利用したスーパー・ネフライザーで霧を発生させることもある(写真5).

2) 新生児・未熟児への適切な酸素投与量

新生児・未熟児での酸素療法中の最大の問題点は、その症例には何%の酸素を投与するのが適切であるかという投与量の問題である。低酸素状態で新生児・未熟児が保育されたとすると、そのために新生児は死亡するかも知れないし、また後で生命はとりとめても、神経系の発育障害のための後遺症を残すかも知れないことになる。一方、必要以上に多量の連続した過剰酸素投与では、ことに未熟児では未熟網膜症から RLF 水晶体後方線維増殖症へと導くことになるので、この両者のせまい、残された中央の安全地帯をつたわって管理しなくてはならないところに、新生児・未熟児への酸素療法の難しさがある。

新生児にとっての適正酸素投与量は、その新生児の、 PaO_2 が60~80mmHgの間にあるような酸素濃度で酸素を投与するという一言以外にはない。未熟児では、ことに100 mmHg 以上の PaO_2 にならないように気をつける。したがって酸素療法中は、それが如何なる方法であっても、新生児の PaO_2 はある一定の時間毎に測定していかなければいけないことになる。臨床の実際には、その限度というものがあるので、1時間毎というわけにはいかないけれども、せめて6~8時間毎の PaO_2 のチェックは必要ということになる。実際には、今40%の酸素テントで酸素を投与している症例の PaO_2 が55mmHg とすると、もう少し酸素濃度をあげてみて45%にしてみる。この時の PaO_2 が65mmHg とすると、この症例には45%の酸素テント方法での酸素投与が適切であるという

ように考えて実行していく。

呼吸障害を示している新生児の PaO_2 は非常に不安定であり、刻一刻と変化していくものである。ある一点での PaO_2 を実測しても意味がないのではないかとの考えもあるが、持続モニター的方式はまだ一般化されていないので、現在の段階では、やはり一点の方式で、その時点での PaO_2 を測定するしか実地医家は仕方があるまい。最近では血液を必要としないで、経皮的に PaO_2 を測定する持続モニターが開発され、その実用化が大いに期待されている。

一般の実地医家が覚えておいてよいことは、新生児・未熟児は呼吸障害がある時には濃い酸素濃度で酸素を投与しても、なかなか PaO_2 は上昇しにくい。呼吸障害が改善されてくると、とたんに PaO_2 は急上昇してくるということである。したがって呼吸障害が悪化している時に加えて、それが回復していく時での PaO_2 の測定と、その時期での不必要な酸素投与を中止することが臨床重要なポイントとなってくる。

新生児・未熟児には酸素投与の際、必要なら十分な酸素を投与しなくてはならないが、できるだけ必要最低限度の酸素で済むものならすませたいことになる。そのためには後述する補助換気、人工換気療法を加えて、投与する酸素濃度を少なくすることも診療上には非常に意義がある。

新生児・未熟児への酸素テントでの酸素療法中は、その症例の PaO_2 を測定する必要があることは前記のべた通りであるが、その設備のないところや、緊急時の対策としての目分量的な大変グロブな方法がある。全てがこの方法に頼ってはいけないが、臨床的には用いなくてはならない場合

写真4 酸素フードの利用

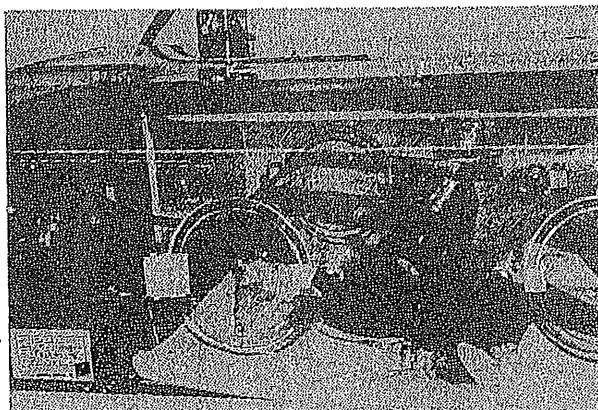
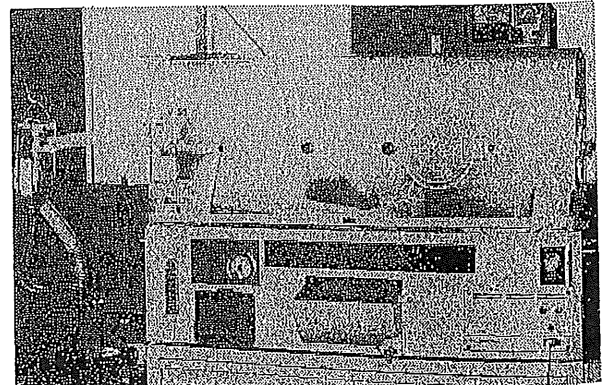


写真5 スーパー・ネフライザーの利用



もあるので，その要約をのべることにする。

まず新生児のチアノーゼが全くなくなるまで，酸素濃度をあげてみるのが第1の手順である。そして新生児のチアノーゼが消失したら，今度は第2の手順として段々と酸素濃度を減少させていき，ほんの少し新生児にチアノーゼが出現するかしないかという頃の保育器中の酸素濃度を測定する。この時の酸素濃度に，その $\frac{1}{4}$ 量を加えた酸素濃度が，その症例に投与すべき酸素療法の基準となるという考え方である。例えば40%の酸素濃度まで下げたら，新生児に少しチアノーゼがみられるようになったとすると，40%の $\frac{1}{4}$ ，すなわち10%を40%に加えて，50%の酸素濃度で酸素テントにしておくのが，この新生児には適切であるということになり，このようにして応用する。

3) 人工換気を用いた酸素療法

人工換気療法を用いれば，酸素テントで酸素を投与するよりはるかに少ない酸素投与量で，少なくともすむのは事実であるが，器具，人員，スペース，技術が必要なこと，それに特有な合併症もあることから，その適応は厳重に選択しなくてはならない。

人工換気療法が必要な症例は

- ① 無呼吸発作をくり返す場合
- ② 仮死発作の場合
- ③ 遅脈とチアノーゼを伴う gasping がある場合
- ④ 100%の酸素を投与しても，新生児に中心性チアノーゼがみられる時
- ⑤ 40%以上の酸素テントのもとで，シルバーマン・スコアが4以上あるとき
- ⑥ 100%酸素を投与しても PaO_2 が50mmHg 以下である場合
- ⑦ 31~40mmHg の PaO_2 がずっとつづいている場合
- ⑧ PaCO_2 が70mmHg 以上ある場合
- ⑨ pH が7.20以下がつづく場合
- ⑩ Klaus score が3以上の時

であると，その適応のクライテリアが決められている²⁾。

現在，これらの場合に行われている人工換気療法では，レスピレーターを用いない方法として，nose piece を用いた気管内挿管なしのシーパップ CPAP (continuous positive airway pressure) と，ピープ PEEP (positive end-expiratory pressure) の2つがあり，レスピレーターを用いる強制的な人工換気療法としては，IPPB (intermittent positive pressure breathing) がある。さらに，極少未熟児に関しては，陰圧式のベンチレーターを用いる人工換気療法として，CNPB (continuous negative pressure breathing)，あるいは，INPB (intermittent negative pressure breathing) という方法も考案されている³⁾。

前にものべたように，これらの人工換気療法を用いての酸素療法中も，その酸素の投与量は，新生児の PaO_2 が60~80mmHg を維持していくように管理されるべきであるのは当然である。適応になれば，やたらと酸素テント中に長く新生児をおいておかないで，すみやかにこのような人工換気療法への切りかえが大切となる。

このような人工換気療法を用いた場合の副作用，あるいは合併症も最近では話題になっており，管理する私達は，この面でのデメリットに対しての注意も必要である。その合併症の内容としては，

- ① 細菌感染
- ② Respiratory lung といわれる残余肺障害
- ③ 肺胞，肋膜の破裂による気胸，気腫
- ④ 挿管による器械的損傷
- ⑤ nose piece による鼻部壊死
などがあげられる。

(酸素療法中の管理などについては紙面の関係上，省略させて戴きます)

文 献

- 1) 島田信宏：臨床新生児学講座，78，金原出版，1975。
- 2) 小川雄之亮：小児科臨床，26：779，1972。
- 3) Chernick, V.: *Pediat. clin. N. Amer.*, 20：407，1973。