

今後の研究活動に期待するところが大きい。

## 新生児呼吸管理の手技

研究協力者

(昭和大学医学部小児科) 奥山和男

新生児ICUにおける治療の中心となるものは呼吸管理である。最近の新生児に対する呼吸療法の進歩はめざましいものがあり、新生児死亡率の低下や intact survival の増加に貢献している。

新生児呼吸管理の実際の手技については、各施設においていろいろな工夫がなされており、明確な規準となるような方法はまだない。

われわれの施設でも呼吸管理のやり方を検討したが、今回は現在行っている手技について報告したい。

### 酸素投与方法：

#### 1. 保育器内投与

とくに高濃度酸素を必要としない場合は、保育器の酸素供給口を通して保育器内酸素濃度を高める方法がよい。保育器1台につき一つの流量計をとりつけ、酸素を流す。同じ流量でも保育器によって器内の酸素濃度は異なることがあるので、酸素濃度計を用いて器内濃度を測定し、常に指示された濃度を維持するように流量を調節しなければならない。

#### 2. ヘッドボックス内投与

高濃度の酸素を投与する場合には、患児の頭部だけをおおう箱型あるいは円筒型のフード（市販されているが、適当な大きさの透明プラスチックの箱で作ってもよい）を保育器内に入れ、その中に加温加湿した酸素を流す。酸素の無駄がなく、短時間で一定の濃度が得られるので便利である。

#### 3. マスクによる投与

高濃度酸素、とくに100%の酸素を投与するのに用いられる。成人用のポリビニール製マスクを適当な大きさに切り、患児の顔面に絆創膏で固定するとよい。マスクが顔面から離れると、吸入酸素濃度（以下 $F_{I}O_2$ と略す）が大きく変わり不安定となるから注意する。ガラス製のマスクを患児の顔のそばに置くだけの投与方法は、吸入酸素濃度が一定に保てないため勧められない。

### 人工換気療法：

酸素投与によっても換気不全が進行している場合や、無呼吸に陥った場合には人工換気療法を行なう。

## 1. 用手人工換気

### (1) バッグ・マスク法 (Bag and Mask)

人工換気に用いるバッグは、Ambu, Penlon, Samson, 国産ではアトム, メテックなどの製品がある。

患児の肩の下にタオルなどを巻いて作った小さな枕をあてがい、後頭部を後屈して頸部を伸展させ、下顎を前に出した体位をとらせる。

そしてマスクを顔面にしっかりあて、1分間30～40の割合でバッグを加圧し、酸素を送りこむ。胸部のふくらみ具合をみながら圧の加減を行なうが、原則として30 cmH<sub>2</sub>O以上にならないようにする。

バッグによる換気を行う際には、胃内に空気が入りやすく、嘔吐を誘発することがあるから、胃の内容物は充分吸引しておかなければならない。ときどき上腹部を押えて排気させるか、胃内チューブを挿入して開放しておく。

酸素濃度は急激に上げないで、それまで吸入していた酸素濃度のままでバッグを押す。

陰陽圧交代式の蘇生器は、未熟児の肺や、分泌物が増しているような肺またはコンプライアンスの低い肺では、過剰な加圧で肺胞を破砕、気胸や縦隔気腫を発生させる危険があるので勧められない。

### (2) バッグ・チューブ法 (Bag and Tube)

バッグ・マスク法を2～3分行なっても改善されないときは、気管内挿管を行なってバッグ・チューブ法によって換気を行なわなくてはならない。気管内挿管によって気道の確保ができ、確実に換気を行なうことができる。気管内に挿管したらコネクターでバッグに接続し、前記の要領でバッグを加圧し、換気を行なう。長時間の人工換気が必要なときは機械的人工換気にきりかえる。

## 2. 持続陽圧呼吸 (continuous positive air way pressure, CPAP, シーバップ)

吸気相と呼気相の両方に持続的に気道に陽圧を加えることによって肺胞の虚脱を防ぎ、肺の換気を増加させようとするものである。

呼吸障害のある新生児はしばしば呼気のとくに呻吟を発する。呻吟は呼気のとくに声門を半ば閉じることによって気道の内圧を高め、肺胞の虚脱を防ぐ効果がある。CPAPは呻吟呼吸の生理的効果を応用したものと見える。

自然呼吸のもとで気道に陽圧を加えるばあいにはCPAPという言葉を使い、レスピレーター使用中に呼気相の終りに陽圧を加えるばあいには、positive end - expiratory pressure, PEEP, ビーブと呼ぶのが普通である。

### (1) 装置

一般に使われているCPAP装置の方式は図1に示すように、呼気を導くチューブの先端を水中に入れ、水面からの深さによって陽圧を得るものであって、規定以上の圧がかからないので比較的安全である。CPAP装置には圧縮空気、圧縮酸素、酸素混合器(酸素ブレンダー)

が必要であるが、ほかは安価な材料で作ることができる。現在CPAP装置一式が市販されている。

## (2) 方法

重症のばあいは気管内挿管を行なってCPAPを加えるが、軽いものには nose piece を用いる方法が行なわれている。新生児はもっぱら鼻で呼吸を行なっているので、両鼻孔にチューブを挿入して陽圧を加える方法で、簡単に行なうことができる。

こどもの鼻孔の大きさに合った nose piece を鼻孔に入れ、両端をそれぞれ吸気回路、

呼気回路にチューブで接続し、顔面にマジックバンドなどを用いて鼻孔からはずれないように固定する。酸素と空気の混合ガスは、加温加湿器を経て nose piece に行き、呼気チューブから水中に放出される。水面下のチューブの長さによって陽圧を調節する。市販の装置を用いるときは、吸入酸素濃度と圧はダイヤルでセットすることができる。

胃内に空気が入るから、あらかじめ栄養チューブを口から胃内に挿入して留置し、チューブの先端を開いておく、口は絆創膏などで閉じない方がよい。高い圧がかかったときにガスが口からもれ、口が安全弁の働きをする。

圧のかけかたと酸素濃度の調節法は施設によって異なり、一定の規準はないが、われわれは次のように行なっている。

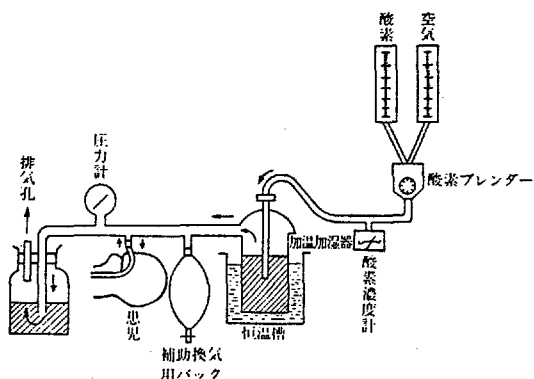
CPAP開始時の $FIO_2$ はそれまでの与えていたと同じ濃度とする。圧は $5\sim 6\text{ cm H}_2\text{ O}$ で開始し、血液ガス分析値、臨床症状をみながら $2\text{ cm H}_2\text{ O}$ ずつ上昇させる。 $PaO_2$ を $60\sim 80\text{ mm Hg}$ に保つように最高 $10\text{ cm H}_2\text{ O}$ ていどの陽圧を加える。nasal CPAPでは $8\text{ cm H}_2\text{ O}$ 以上の加圧は不安定となり、 $10\text{ cm H}_2\text{ O}$ 以上では口から脱気されてしまうことが多い。

ついで $FIO_2$ を $10\%$ ずつ上げていく。陽圧 $10\text{ cm H}_2\text{ O}$ 、 $FIO_2$   $60\sim 70\%$ にしても $PaO_2$ が $50\text{ mm Hg}$ 以下のときは気管内挿管によるCPAPを行なう。

気管内挿管によるCPAPでは、最高の陽圧は $15\text{ cm H}_2\text{ O}$ にとどめる。

状態が改善されたら、圧はそのまま、まず $FIO_2$ を $5\sim 10\%$ ずつ下げて $40\%$ ていどまで下ったらCPAPを中止する。

図1. CPAPの模型図



CPAP施行中は、圧やFIO<sub>2</sub>を変えてから30分後はもちろんのこと、4～6時間毎にPaO<sub>2</sub>を測定する。

極小未熟児が無呼吸発作を反復するときは、空気あるいはFIO<sub>2</sub> 25～28%を用いて、2～4cmH<sub>2</sub>Oの低い圧でnasal CPAPを行なうことによって、無呼吸発作を予防できることがある。このばあい、PaO<sub>2</sub>が100mmHgを越えないように注意しなければならない。

### (3) 合併症

気胸、縦隔気腫：胞肺が破れて空気が気道外にもれ出し、気胸や縦隔気腫をおこすことがある。CPAPによるもっとも重篤な副作用である。nose piece によるCPAPでは、気胸の発生率は0～4%であるのに対し、気管内挿管によるCPAPでは10%前後と高くなる。

CPAP施行中にこどもがあばれたりすると急に気道内圧が高まって、気胸をおこしてくるおそれがある。

呼吸状態が急に悪化したようなときには気胸や縦隔気腫を考慮して検査する。

心拍出量低下、尿量減少：CPAPによって胸腔内圧が高くなり、心臓への静脈還流がさまたげられて、心拍出量低下、血圧低下、尿量減少がおこることがある。

鼻孔周囲の圧迫壊死：nose piece の挿入に無理がないよう、大きさや固定方法に注意する。

### (4) 看 護

CPAP施電中は呼吸状態を常に注意深く観察し、適切な処置が行なえるような態勢をとらなければならない。

バイタルサインの観察：とくに呼吸状態に注意する。呼吸数、無呼吸や陥没呼吸の有無、呼吸音を頻回に観察記録する。呼吸状態が急に変わることがあるので異常を早く発見しなければならない。モニターをつけて監視することが望ましい。

装置と指示された条件の監視：圧、酸素流量と濃度が指示どおりか、2～3時間おきにチェックする。加湿器の水位を点検する。チューブ内に水滴がたまりすぎていないか、回路にもれはないか、注意する。

nasal CPAPでは、口腔、咽頭に分泌物がたまったときは吸引除去する。気管内挿管によるCPAPでは気管内吸引も行なわなければならない。気管内吸引の手法については、器械的人工換気療法の項で説明する。

合併症の予防：気胸、無気胸、血圧低下、尿量減少、腹部膨満、鼻孔の皮膚や粘膜の損傷に注意する。

CPAP施行中には授乳しない方が安全である。

## 3. 機械的人工換気 (mechanical ventilation)

自発呼吸がない場合はもちろんであるが、自発呼吸があってもCPAPでは改善がみられない場合、長時間にわたる人工換気が必要な場合には、レスピレーターによる機械的人工換気を行なう。

### (1) レスピレーターの種類と特徴

新生児の呼吸機能は成人や年長児と大きく異なっており、新生児に使用する人工呼吸器は新生児に適合した呼吸条件を備えたものでなければならない。最近では新生児に使用する目的で作

られた人工呼吸器が市販されており、人工換気療法の成績にかなりの改善がみられる。

人工呼吸は吸気相から呼気相への切り換え (Cycling) によって3つに分けられる。

a 従圧式

吸気の際に気道内が予め規定されたレベルまで高まると、呼気相にかわるものである。コンプライアンスが低かったり、気道抵抗が増すと、圧は一定でも充分量のガスを送りこまないのに呼気にかわるので、1回換気量が少なくなることがある。また、呼吸障害の回復期にはとくに注意して圧を下げてやらないと肺胞の破裂をきたす危険性がある。この型には Bennet PR-2, Bird Mark 7, Mark 8 がある。

b 従量式

予め規定された一定量の吸気を送られたときに呼気相にかわるものである。コンプライアンスが低かったり、気道抵抗が高い場合でも、1回換気量は保たれるが、回路にガスもれがあると、1回換気量が減少することになる。この型には、Bourns, RPR, Bennett MA-1 などがある。

c 定時式

吸気が予め決められた時間続いた後に呼気弁を間欠的に一定時間閉鎖して回路内を陽圧し陽圧換気を行なうことのできるものを time cycled constant flow respirator と呼ぶ。この形式のものは自然呼吸がおこれば、回路は開放されているので抵抗なく行なうことができるし、次に述べる PEEP や間欠的強制換気法 (IMV) が可能であり、新生児には好都合なレスピレーターといえる。この型には Baby bird, Bourns BP200, Loosco Amsterdam respirator がある。

(2) 機械的人工換気の方法 (用語の説明)

a 間欠的陽圧換気法 (IPPV: Intermittent Positive Pressure Ventilation)

吸気時に陽圧を加え、呼気時には平圧にもどす換気法である。

b 間欠的陰圧換気法 (INPV: Intermittent Negative Pressure Ventilation)

タンク型の人工呼吸器で、胸壁周囲を間欠的に陰圧することにより換気する。(Isolette の incubator respirator)

c 持続陽圧換気法 (CPPV: Continuous Positive Pressure Ventilation)

吸気相に高い陽圧を、呼気相にも低い陽圧を加えるものである。これを mechanical ventilation with PEEP (PEEP: Positive End-Expiratory Pressure) とも呼ぶ。

d 間欠的強制換気法 (IMV: Intermittent Mandatory Ventilation)

肺胞換気量が減少している患者で、自然呼吸を行なわせながら、一定の間隔をおいて設定された回数だけ強制的に陽圧換気を行なって、換気量の不足を補おうとする呼吸法である。

この方法は虚脱した肺胞の再開や、呼吸筋の消費エネルギーの減少に役立つ、レスピレーターからの離脱 (weaning) が容易となる。IMV回路は、Bourns, RPR, Bird Mark 7, Mark 8 などにもとりつけられる。

e 調節換気 ( controlled Ventilation )

自発呼吸に関係なく設定した回数どおり換気を行なうもので、新生児ではこのタイプの換気を行なうことが多い。患児の呼吸と一致しないと fighting がおこるが、鎮静剤や筋弛緩剤を使用して自発呼吸を抑えてしまうこともある。

f 補助換気 ( Assisted Ventilation )

患児の呼吸にあわせて人工換気を行なうもので、患児の吸気の努力がしげきになって人工呼吸器の吸気相がはじまるようになっていく。人工呼吸器の感度がよくて、反応時間が短いならばこの方法が優れているが、呼吸数が多いときは同調しないことが多い。

(3) 条件の設定

換気を開始した時点では調節呼吸を行ない、換気不全と循環不全の改善につとめる。気道内圧は、 $20\sim 30\text{ cmH}_2\text{O}$  (最高 $35\text{ cmH}_2\text{O}$ まで) 程度とする。まず  $\text{FIO}_2$  100%、圧  $35\text{ cmH}_2\text{O}$ 、呼吸数  $30\sim 40$ /分程度にセットし、 $\text{PaO}_2$   $60\sim 100\text{ mmHg}$ 、 $\text{PaCO}_2$   $30\sim 45\text{ mmHg}$ 、 $\text{PH}7.30\sim 7.40$  となるように設定条件を変えて調整していく。吸気対呼気比 ( I : E ratio ) は通常は  $1 : 2$  とするが、呼吸窮迫のときは  $1 : 1$  または  $2 : 1$  とすることもある。

(4) 人工換気療法からの離脱 ( weaning )

レスピレーターを長期間使用していると合併症は避けられなくなるから、可能な限り離脱を試み、 $7\sim 10$  日で完全離脱することが望ましい。

レスピレーター使用中に肺機能、血液ガスの改善がみられたら、レスピレーターからの離脱を試みる。圧、 $\text{FIO}_2$  換気回数などいろいろ条件を変更するとき、変更の順序をどのようにするか問題となるが、原則として危険度の高いものから漸次安全域まで下げていく。すなわちまず気道内圧をある程度下げたら、高濃度酸素による肺への影響を考慮して、 $\text{FIO}_2$  40% まで下げる。その後 PEEP を下げていく。酸素濃度を一度に大幅に下げると  $\text{PaO}_2$  が予想以上に低下することがあるから、 $5\sim 10\%$  ずつ下げていく。 $\text{FIO}_2$  40%、PEEP  $2\sim 3\text{ cmH}_2\text{O}$  まで下げ得たら、自発呼吸が安定しているのを確かめてから、レスピレーターをはずして、自発呼吸にきりかえて気管内挿管による持続陽圧呼吸に移行させる。自発呼吸下で12時間血液ガスがよければ抜管を考える。

設定条件はケースバイケースのことが多く、また変更する場合も同時に二つを変えてはならない。変更したときは30分後に血液ガス分析を行なう必要があり、その他胸部理学所見、レ線所見を参考にして離脱の状態を把握することが大切である。離脱状態が悪ければ、ただちに再挿管を行ない人工呼吸が行なえるよう準備しておくことも必要である。

(5) 機械的人工換気の合併症

気管内挿管に伴う合併症として、無気肺、肺気腫がおこることがある。チューブの先端が正しい位置にあるかどうかを確認する。分泌物による気道閉塞を予防するために、充分な加湿、分泌物の吸引、気管内洗浄、理学療法、規則的な深呼吸などを行なう。

経鼻挿管の場合は、鼻の変形、壊死に注意する。

高濃度酸素を用いて長期間人工療法を行なうと、酸素による肺障害がおこることがある。

また、低出生体重児では未熟児網膜症がおこりやすいので注意を要する。

人工換気療法中の重篤な合併症として、気胸や縦隔気腫があるが、気道内圧が高すぎることをないように充分な注意が必要である。

感染をおこして、肺炎や敗血症になることがあるので、無菌的看護に留意する。

#### (6) 観察点および管理

レスピレーターの使用中は、特別な看護と嚴重な頻回の観察を必要とする。不注意なミスが絶えず生命に直結していることを忘れてはならない。

##### a 分泌物の吸引

人工換気療法中は、気管内吸引は欠かせない処置である。一般に1～2時間ごとに行なうが、分泌物が貯溜してゼロゼロ音が聴取される場合は、頻回に(15～30分おき)吸引を必要とするし、呼吸音に異常なく、分泌物が吸引されないときは定期的に行なわなくてもよい。

吸引カテーテルは固すぎると傷つけ、出血させることがあり、やわらかすぎると挿入しにくい。アーガイル、ハッコウ、ポーテックスなどが使用しやすく、とくにポーテックスは指によって圧を調節できるので便利である。

吸引の陰圧が強すぎたり、吸引カテーテルの太さが気管チューブの内径とほとんど同じであるときは、残気量の少ない新生児では急激に肺の虚脱をおこすから危険である。粗暴な吸引や、過度の頻回の吸引はさける。

吸引操作は感染の原因となりやすいので、無菌的に行なわなくてはならない。まず、ステンレス製蓋つき容器を二個用意し、一方に70%アルコール液を入れ、使用する吸引カテーテルを浸しておき、他方には滅菌生食液を入れておく、ビニールのディスポーザブル手袋を右手にはめ、カテーテルを取り出し、いったん滅菌生食液で軽くすすぎ、不潔にならないように注意して、気管内に挿入して吸引を行なう。注射用蒸留水のアンプルを切っておいて、気管内吸引を1回行なうたびに蒸留水を吸引してカテーテルを洗浄し、必要に応じて数回気管内吸引をくり返す。

吸引カテーテルを気管内に挿入するときには、陰圧を加えないで軽くつきあたるところまで挿入し、ついで吸引をはたらかせながらカテーテルを軽く前後に動かし、同時に回転させながら後退させる。カテーテル挿入時に患児を右に向かせれば左気管支に、左を向かせれば右気管支に挿入されるから、通常は左右気管支に一度ずつ行なえば充分である。1回の吸引に要する時間は、10秒以内にとどめ素早く行なう。分泌物が粘稠で吸引できないときには生理的食塩水0.5～1mlを注入した後、吸引を行なう。

気管内吸引が終わったら、蒸留水を吸引することによって洗浄したカテーテルは70%アルコール容器に浸しておく。手袋は吸引のたびに新しいものを使用する。アルコール液、生食液は8時間勤務交代ごとに容器ごと取り換え、汚染がひどければ頻回交換する。カテーテル

は1日で取り換える。

吸引物の性状(量, 色調, 粘稠度, 膿性など)を観察し, 定期的に培養検査, 耐性検査を行ない, 必要に応じて抗生剤を投与する。

b 胸部理学療法

肺のすべての部位で均等に換気が行なわれるように, また分泌物の誘導をしたり, 無気肺を防ぐ目的で, 左右の側胸部にタオルや枕などを入れ, 右上斜45度, 正面, 左上斜45度, 正面という順序で1~2時間ごとに体位をかえる。吸引施行前には胸部を軽く叩打し, 振動を与えて分泌物が流動性を増して吸引しやすくなるようにする。しかし, 肺出血や頭蓋内出血の疑われる場合には行なってはならない。

c 嚴重な監視

- ① バイタル・サイン(脈拍, 体温, 血圧)の変化はないか?
- ② チアノーゼ, 皮膚の色の变化, 筋肉トーンの変化はないか?
- ③ fighting はないか?

自発呼吸と機械のリズムがあわない現象で高度であれば鎮静剤や筋弛緩剤を投与することがある。fighting は, しばしば気道閉塞, 低酸素症, 炭酸ガス蓄積, 肺コンプライアンスの低下, 肺浮腫などの前駆症状として現われることもある。

- ④ レスピレーターが指示通り作動しているか?

調節呼吸か自発呼吸か, 吸入酸素濃度, 呼吸回数, 吸気時間対呼気時間比, 吸気気道内圧(PEEP), 1回換気量はどうか。とくにIMVを行なっている場合には, IMVの回数だけでなく自発呼吸数も記録することが大切である。

- ⑤ チューブの回路は正しく接続されているか? 折れ曲ってはいないか? ガスがもれてはいないか?

- ⑥ 加湿加温状態は適正か?

ネブライザーの水位はどうか。チューブ内に水滴が溜りすぎてはいないか。チューブの途中にトラップがあり, 水滴を溜めるようになっていても, 気管チューブ内に水滴を押し込んでしまうこともあるから注意する。加湿が不足すれば, 気管分泌物は粘稠となり吸引されにくく, 加湿が過度となれば吸引を頻回に行なわれなければならなくなったり, 肺胞から水分が吸収されて浮腫を呈することがある。一般に新生児では吸気の湿度は37℃で60%, または32℃で100%あれば充分である。また, 加温が過ぎると児の体温を上昇させ, 酸素消費量を増してしまふ。

- ⑦ 気管チューブの位置は, ずれていないか? チューブ挿入時にマジックインキなどで印をつけて, 適宜点検する。また固定している絆創膏が汗や唾液ではがれそうになったら, 補強するか固定しなおす。

- ⑧ 腹や胸がレスピレーターと同調して運動しているか? 肋間腔が広がっているか?

- ⑨ 呼吸音が両肺野によく聴取されるか?



胸の動きにはよく注意し、何度も聴診を行なう。一側の呼吸音が減弱しているときには、気管チューブが深く入りすぎている、あるいは片側の気胸や縦隔気腫が考えられる。両肺とも呼吸音が聴取されない場合は、気管チューブが閉塞されているか、気管チューブが抜けてしまっているかを疑う。

⑩ 発声していないか？

気管内チューブが抜去されていることが発声によって確認されることがある。

⑪ 腹満はないか？

胃内にもチューブを挿入し、腹満があれば吸引を行なう。新生児は腹部膨満により胸部が圧迫され、換気不全の原因となりやすい。レスピレーターを装着している間は原則として授乳しないが、長期にわたる場合は可能であれば経管栄養を注意深く実施する。

## ハイリスク新生児の輸送について

研究協力者

(昭和大学医学部小児科) 奥山和男

新生児の死亡率を減少させ、intact survivalを増加させるためには、NICUを中心とした特殊新生児医療施設の設置が必要であるが、同時に地域医療体制の確立ならびに輸送体制の整備が重要である。石塚らが昭和50年9月に行った調査では、新生児医療の地域化ができていているところは、84施設のうち5施設(6%)にすぎず、入院の申込みに応じて施設から迎えに行くところは84施設のうち7施設(8%)だけであった。新生児専用の輸送車を保有しているのはわずかに2施設だけであった。このように、新生児の医療体制のうちで、輸送体制の整備はとくに遅れている分野であるが、新生児を速やかに、且つ安全にNICUに搬送して、早期治療を開始することは、intact survivalの増加に貢献するものと考えられる。

今回は前年度に引き続き、ハイリスク新生児の輸送法と、輸送中に必要な器具と処置について研究した。

### 1. 輸送を必要とする新生児：

ハイリスク新生児ですでに症状のあらわれているものは、特殊新生児医療施設で治療されることが望ましい。国立小児病院に収容される新生児は、すべて外部の産科施設から送院されてくるが、実際どのような疾患を有する新生児が送られてくるかを調査した。昭和50年11月から51年10月までの1年間に、新生児病室に収容された病的新生児は234名であり、そのうち2500g以下の低出生体重児は99名、43%にすぎず、2501g以上の成熟児は135名、57%で成熟児の方が多かった。

↓ **検索用テキスト** OCR(光学的文字認識)ソフト使用 ↓  
論文の一部ですが、認識率の関係で誤字が含まれる場合があります

新生児 f ICU における治療の中心となるものは呼吸管理である。最近の新生児に対する呼吸療法の進歩はめざましいものがあり、新生児死亡率の低下や intaet surviva1 の増加に貢献している。

新生児呼吸管理の実際の手技については、各施設においていろいろな工夫がなされており、明確な規準となるような方法はまだない。

われわれの施設でも呼吸管理のやり方を検討したが、今回は現在行っている手技について報告したい。