

□ 特集：人工呼吸の安全対策を考える

——人工呼吸器に関連した事故をどのように防ぐか：現場での事例と取り組み【各論】□

人工呼吸器に関連する指示をどのように安全に受け、実行するか
——当 ICU の場合——

高 岡 勇 子*

はじめに

人工呼吸管理には、医師、看護師、臨床工学技師などの多職種がかかわる。その中で看護師は、24 時間継続した観察やケアを行う立場にあり、最終的な実施者としての役割がある。効果的で、安全を保証する管理が求められるが、回路離脱や電源入れ忘れ、アラーム管理の問題などの基本的な機器管理を原因とする事故報道が後を絶たない現状である。人工呼吸器の使用が拡大する中、多忙や取り扱いに不慣れなことなど言い訳にできない厳しさ、また事故関係者の思いに至るほどに人工呼吸器に関連した事故防止は重要課題であると認識する。

本稿では、人工呼吸器に関連した医師の指示を看護師がどのように受け、どのような管理・ケアを行うことが安全管理上必要なのか、当施設の実際と課題を踏まえながら述べる（管理・ケアの詳細は専門書をご参照いただきたい）。

1. 当 ICU での人工呼吸管理における体制

1) 人的体制

医師は、専任医師と短期間の院内各科ローテーター医師で編成されている。3 次救急患者の受け入れをしながら、夜間帯も 4-5 名の医師が勤務についている。

看護師は、平均部署経験 2 年前後で構成され、必ずしも人工呼吸器の取り扱いに理解が深いメンバーばかりとはいえない。配属時には基本的な取り扱い、装着患者のケアなどの講義、演習を実施

しているが、確実な理解には時間を要している。

臨床工学技師は、材料部管轄の ME 室に所属し ICU 所属ではないが、人工呼吸器を含め各種医療機器の修理、点検、取り扱い上の指導の役割を担っている。現状の中で連携は良好に行われているが、将来的には常駐し、専門家による機器管理の実現を切望している。

2) 機器の運用

院内で所有している人工呼吸器は、旧式から最新式まで多種多様である。当部署では、安全管理上、操作に不慣れな機種を使わなくてもすむよう ME 室の協力を得て、使用機種を 3 機種に限定している。機器は患者使用ごとに、ME 室で点検を受け戻ってくる。不調発見時は修理依頼書を添付し、ME 室に提出する。その後、明らかになった不調原因は、管理者・発見者に臨床工学技師が説明する対応が行われる。新機種導入時は、全員が説明を受けた後に使用するようになっている。

3) 人工呼吸器管理上の取り決め

ME 室から戻った機器の回路の組み立て・セッティングは、使用前に看護師が行い、作動点検を実施し、記名して点検済みを示している。患者装着前に医師が再度点検し、初期設定を行い患者に装着している。患者が検査などで一時病室を離れ、帰室した際も同様に医師が設定、作動点検し装着している。看護師は、設定値や作動状況の確認、観察を継続的に行う。

4) 人工呼吸管理に関する記録

患者経過記録（通称：温度板）は電子化し管理している。バイタルサイン、人工呼吸器の設定値（手入力）、実測値（自動取り込み、手入力も可）、血液ガス測定値（自動取り込み）、呼吸音などの観察項目（手入力）は一部画面変更のみですぐ参

*北海道大学医学部附属病院救急部・集中治療部ナースセンター

表 1 人工呼吸器の設定項目と作動確認

設定項目	作動確認
吸入気酸素濃度	実測吸入気酸素濃度
換気モード	換気モードへの同調性の有無
1 回換気量	実測 1 回換気量
呼吸回数	実測呼吸回数
吸気圧 (PS 値)	気道内圧
PEEP レベル	PEEP 値
吸気呼気比 (I/E 比)	吸気呼気比
EIP 時間	EIP 時間, EIP 値
トリガーレベル	実測トリガー値
アラーム設定	アラームの発動状況
・最高気道内圧	・最高気道内圧
・最低気道内圧	・最低気道内圧
・低換気量 (1 回換気量, 分時換気量)	・低換気量 (1 回換気量, 分時換気量)
・無呼吸	・無呼吸

パラメータの設定

名称: 人工呼吸器

設定パネル

日付: 2003/10/01 時刻: 9 : 49

設定項目	設定内容
装置名称	PE-840
モード	SIMV/PS/PC
FiO2	0.45
VT	ml
RR	12/min
PC	20 cmH2O
PS	10 cmH2O
PEEP	5 cmH2O
SIMV	2 l/min
I/E	2/5.3
flowby	L
Trigger 単位	L/min
Trigger 圧	3 cmH2O

停止解除

図 当 ICU の設定値入力画面

照可能であり、設定値の変更理由がタイムリーに一目で確認できる利点がある。しかし、チューブ管理に関しては、記載が別にある情報の分散が

多少あるため、今後の整備が必要であろうと考えている。

表2 部署リスクマニュアル

1. 人工呼吸器に使用する電源コンセントは、無停電電源を使用する。
2. ベッドサイドには、ジャクソンリリースを必ずセッティングする。
3. アラーム発生時は、原因検索と用手的加圧にて対応し、改善されないときは速やかに機器を交換し、修理・点検に出す。
4. 機器になんらかの不調を認めたときは、速やかに点検に出す。
5. 機器の使用前点検をマニュアルに添って実施し、点検済みであることを明記する。
6. 機器の設定条件と実測値は1時間ごとに観察し、記録する。
7. ヒートワイヤー入りの回路を用い適切な加温・加湿を実施する。
8. チューブ管理として、挿管チューブの長さをライン管理一覧表に記載し、確実な固定を実施する。挿入長さは、各勤務帯でずれがなく正しい位置であるか確認する。小児の場合、固定テープの交換は必ず医師、看護師2名で行う。
9. 挿管チューブのカフ圧測定は、カフ圧計を用いて最低各勤務1回看護師が行う。エア漏れが発生しない範囲で、気管支粘膜損傷を防止するためにカフ圧は25mmHg以下を保つように管理する。カフ圧は咳嗽や吸引操作などでも変動があるため、随時調整を行う。

2. 指示に関する取り決めと業務分担

1) 取り決め

患者経過記録、指示記録はすべてICU患者情報システムとして電子化している。電子化の過程で医師・看護師の業務分担を明確にし、情報は発生源入力とする取り決めを行い、転記作業をなくしている。

2) 医師の業務

人工呼吸器の設定条件は指示であるから、医師が人工呼吸器設定値欄に入力した後、機器の設定値を操作し、口頭で看護師に伝達する。

3) 人工呼吸器に関する指示内容

人工呼吸器に関する指示内容は、機種、換気条件の設定値のみである（表1、図）。入力した設定値は、患者経過シート（通称：温度板）とワークシートに最新情報として随時自動記録される。従来、アラーム設定値と設定確認した行為に対する事実は、記録上残していなかった。しかし、確実な確認、責任の明確化のために、現在入力欄を作成中である。いつでも説明できる医療を提供するための整備がさらに必要であると認識している。指示ではないが、血液ガス採血予定時間（採血は医師実施）、X線写真撮影予定、動脈値酸素分圧値の維持目標などを、別記録に医師が記載している。医師・看護師の双方の共通管理指針とし

て活用している。

4) 看護師の業務

医師が入力した機器の設定条件は、コンピュータ画面上で参照できるほか、看護師が使用するワークシートに自動記録される。各勤務開始時にワークシートを印刷し、それを手元で見ながら、機器の実際の設定値と照合、確認を行う。医師が設定値を変更したときは、機器の設定値をダブルチェックの形で確認する。機器設定にかかわる操作は、原則的には看護師は行わない取り決めをしている。人工呼吸器の指示受けに関する看護師のあり様としては、ダブルチェックの役割りを果たしている部分が大きい。継続的な機器の作動確認と実測値のモニター、患者観察、気道・呼吸器回路の管理が看護師の重要な役割りととらえている。

3. 指示受けに関する安全管理上のポイント

適切な、目的に添った人工呼吸管理が効果的に行われるためには、病態・管理方針とともに設定選択の根拠を把握することが重要である。設定変更時は、動脈血液ガス分析値の参照、医師への確認などを行い、変更理由を把握するようにしている。

機器の設定変更時の取り違えや、変更忘れ、設定入力忘れなどが発生する場合があります。ダブ

表 3 人工呼吸器の使用前・使用中の点検マニュアル (SV-300, フクダ電子)

1. 駆動源
 - 1) 供給電源：赤コンセント（非常電源）、茶コンセント（無停電電源）
 - 2) 空気と酸素：所定のカスタマー供給源（空気：黄色、酸素：緑）に接続。
2. 呼吸回路・加温加湿器
 - 1) 呼吸回路：コネクタ、ウォータートラップのカップなどの緩み確認。
 - 2) 加温加湿器に注水：滅菌精製水を必ず入れる。
 - 3) テスト肺（テストラング）：滅菌済みのテスト肺を使用する。
3. 換気動作（電源を投入しテスト肺をつけた状態で実施）
 - 1) 呼吸回路のリーク：吸気ポーズにし、気道内圧が下がらないことを確認。
 - 2) 換気条件の設定。
換気モード、呼吸回数、酸素濃度、分時換気量、1 回換気量、最大吸気圧、PEEP 圧
 - 3) 換気動作目視確認：2) で設定した条件で動作しているかテスト肺の動きを確認。
 - 4) 酸素濃度：モードセレクトを酸素濃度にし、設定値と比較する。
 - 5) 換気量：分時換気量、吸気換気量、呼気換気量の設定値と測定値を比較する。
 - 6) 吸気内圧：気道内圧計で最大吸気圧、PEEP 圧を設定値と比較する。
 - 7) トリガー感度：トリガーを $-2\text{cmH}_2\text{O}$ に設定し、テスト肺を手で膨らませトリガーがかかるのを確認。
4. 警報設定と動作確認 (3. 2) の条件でテスト肺をつけた状態で実施)
 - 1) 気道内圧警報：最大気道内圧まで設定値を下げ、警報が鳴ることを確認し設定する。
 - 2) 換気量警報：換気量警報（上限、下限）の設定値を変え警報が鳴ることを確認し設定する。
 - 3) 酸素濃度警報：酸素濃度の設定値を変え警報が鳴ることを確認し設定する。
 - 4) 回路外れの警報：テスト肺を外し警報が鳴ることを確認する。
 - 5) 無呼吸警報：呼吸モードを CPAP に設定し放置したときに警報が鳴ることを確認する。
 - 6) 電源警報：呼吸器本体の電源コンセントを外したときに警報が鳴ることを確認する。
 - 7) ガス警報：酸素、空気のカスタマー供給源をそれぞれ外し警報が鳴ることを確認する。

使用中のチェックポイント

1. 呼吸回路・加温加湿器のチェック
 - 1) 呼吸回路：コネクタ、ウォータートラップのカップの緩みなど、結露の状態。
 - 2) ウォータートラップ：貯留水の排出
 - 3) 加温加湿器：水位、加湿量（水位の変化）
2. 換気動作のチェック
 - 1) 換気動作の目視確認：患者の胸の動きを見て動作、異音がないかを確認。
 - 2) 換気条件の確認。
換気モード、呼吸回数、分時換気量、1 回換気量、PEEP 圧
 - 3) 警報設定：設定値の確認。

ルチェックは、そうした間違いを早期に発見する、あるいは未然に防ぐ効果は高い。呼吸回数と分時換気量で 1 回換気量が決まる機種の場合、呼吸回数を減らし、分時換気量の変更を忘れると、結果的に 1 回換気量が増加した状態で作動することになり、思わぬ合併症を起すこともありうる。単に数値どおりであるか確認するだけではない、ダブルチェックの視点が必要である。

4. 人工呼吸器に関連する指示を安全に実行するために

人工呼吸器に関する指示を確実に、安全に実行するために実施していること、すべきことを以下に述べる。

- ① 部署リスクマニュアルの内容を遵守する (表 2)。

表 4 設定値と実測値の差が生じる原因

設定値との違い	理由 / 原因
呼吸回数が多い	・ 自発呼吸が増えた ・ 誤トリガー感知（蛇管の結露水貯留，回路リークなど）
呼吸回数が減った	・ 自発呼吸の減少，減弱 ・ トリガー感度が患者の吸気努力より高い（不適切設定）
換気量の増加	・ 自発呼吸の増加
換気量の減少	・ 自発呼吸の減弱 ・ 回路リーク（気管チューブのカフ漏れも含まれる） ・ 呼吸弁異常
気道内圧の上昇	・ 分泌物が貯留 ・ 咳嗽・ファイティング ・ 気管チューブ・回路の折れ曲がり，閉塞 ・ 気管支れん縮 ・ 低肺コンプライアンス
気道内圧の低下	・ 回路リーク（気管チューブのカフ漏れも含まれる）

表 5 患者観察の視点

胸郭の動き
呼吸音の左右差
喀痰の性状，量
努力呼吸，呼吸困難
チアノーゼ
パルスオキシメータ
呼吸炭酸ガスモニター
動脈血血液ガス分析
胸部 X 線写真
脈拍増加，血圧上昇
発汗
苦悶表情
精神症状（不穏など）

- ② 機器の使用前点検をマニュアルに従い実施する（表 3）。
- ③ 機器が正常作動していることを 1 時間ごとにマニュアルに従い確認する（表 3）。
- ④ 人工呼吸器の回路が正しく接続され，屈曲，リーク，離脱がないか 1 時間ごとに確認する。正しい回路の組立て方，接続方法の写真を機器に添付している。
- ⑤ 機器の換気状態などの実測値（表 1 参照）を最低 1 時間ごとにモニター，記録し，設定値との差に問題がないか，患者の全身状態を含めてア

- セスメントする。
- ⑥ 設定値と実測値の差がある場合，異常な差であるのか，異常が考えられれば，患者に起因するのか，機器の異常に起因するのかを速やかに把握し，対処行動を取る（表 4）。
- ・ 患者に起因する場合，早急な対処や設定変更が必要なのかアセスメントし，医師に情報伝達を行い，方針を確認する。必要時は，機器を外し，ジャクソンリース加圧で呼吸を確保し，医師の対応を待つ。
- ・ 機器に起因する場合は，まず改善手段を試みるが，無理であれば速やかに機器を交換し，修理に出すなどの策を講じる。その際は，使用状況，不調箇所を明記し，原因検索に役立てる。機器の異常発見時は，ジャクソンリース加圧を行って患者の呼吸は確実に確保したうえで，原因検索を進める。
- ⑦ アラーム設定値が適切であるか，アラーム発動状況と実際の呼吸状態からみて判断する。必要時，医師に確認を行う。
- ⑧ 効果的な，安全な呼吸管理がなされているか患者観察（表 5）・アセスメントし，その結果を医師に適切にフィードバックする。
- ⑨ 正しい人工呼吸器回路の管理，気道管理を適切に実施する（詳細は割愛）。

⑩ 効果的な人工呼吸管理がなされるような包括的な管理（気道管理，呼吸理学療法，鎮痛・鎮，栄養管理，感染防止など）を行う（詳細は割愛）。

5. 人工呼吸器に関する指示を安全に実行するためのポイント

① アラーム発動時，あるいはなんらかの異常発生時は，患者に要因があるか，機器に要因があるか速やかに判別し，対応する。まず患者側から検索することが安全管理上により優先する。

② 機器の不調に対しては，修理・点検を行い，安全な機器使用を保証する。

③ 知識・技術の獲得，マニュアルの整備と遵守の徹底などの教育システム，体制整備を進める必要がある。

④ 事故事例を提示し，リスク管理に関する意識向上，職場全体で対策検討に取り組む体制の構築に活用する。

おわりに

人工呼吸器に関する指示を安全に受け・実行するためには，まず業務分担を明確にし，指示内容，伝達方法を安全対策の観点からも整備する必要がある。そして，基本的な人工呼吸管理技術を確実に実施すること，患者個別の人工呼吸管理の

目的・ケアニーズの把握と実践がなにより求められる。

参考文献

- 1) 日比野聡：人工呼吸器の原理と使い方，人工呼吸ケアのすべてがわかる本．道又元裕編．東京，照林社，2001，pp34-37
- 2) 氏家良人：人工呼吸管理の実際，呼吸管理の知識と実際．氏家良人編．東京，メディカ出版，2000，pp88-96
- 3) 見田 登：人工呼吸器の保守点検，よくわかる人工呼吸管理テキスト．並木昭義編．東京，南江堂，1998，pp141-152
- 4) 木下佳子，杉澤 栄，米山多美子ほか：やっつけられない人工呼吸管理 50. ナーシング・トゥデー 17 (6)：44-45, 2002
- 5) 橋本良子：人工呼吸器装着患者の事故を防ぐために．看護技術 48 (9)：66-71, 2002
- 6) 藤井千穂，向仲真蔵，塩見一成ほか：救急ナースのための人工呼吸器マニュアル．Emergency Nursing 2002 年新春増刊：78-85, 2002
- 7) 千明政好：（チームで行う人工呼吸器リスクマネジメント）機器操作によるリスクの回避．看護技術 46 (15)：72-77, 2000
- 8) 高岡勇子：（患者をまもる！人工呼吸器リスクマネジメント）機器操作．看護技術 46 (15)：40-46, 2000