

## 特 集

## 慢性期人工呼吸—Post-ICU長期人工呼吸

私の施設ではこうしています  
～平成会10年、長期人工呼吸患者600例の経験～

米山重人・石谷利光・渡辺晴司・岡村 篤・福田正人・山村剛康

キーワード：長期人工呼吸管理，医療安全，チーム医療，感染対策，CASS

## はじめに

かねてより急性期治療後に人工呼吸器離脱困難となった患者を集約し継続治療を行う施設の必要性が唱えられてきた<sup>1,2)</sup>。当院は2003年9月に人工呼吸管理に特化した病棟を開設し、単に人工呼吸器に繋がった患者の維持治療ではなく人工呼吸器からの離脱を目標として診療を開始した。開始後8年の実績では人工呼吸器離脱率は24%であった<sup>3)</sup>。離脱成功のためには人工呼吸管理に加え全身管理にも習熟した医療スタッフと、一般病棟とは異なる整備された環境が必要であることを強く認識した。当院はスタート時点からすべてが整っていたわけではなく、試行錯誤を繰り返し臨床研究を積み重ねてきた。この10年間600例の診療から得たノウハウについて述べる。

## I. 設備とリスクマネジメント

ICUや病棟では複数の機器が存在し、医師・看護師ともすべての機器に精通するのは困難である。当院は開設当初より人工呼吸器・モニターの機種統一を行ってきた<sup>4)</sup>。2012年3月病院の移転を機に病室の間取り、医療ガス配管、医療機器の設置場所をすべて同一とした。その結果、看護師の動線と看護業務の手順が統一され人工呼吸器の取り扱いミスによるアクシデントは発生しなくなった。82床の病室はワンフロアに配置され、機能的には東西2病棟だが空間としては一つのス

タッフステーションに統合している。16チャンネルのセントラルモニター6台を設置し82床すべてのリアルタイムモニターが可能である。アラーム回路は人工呼吸器・生体モニターが一本化され、セントラルモニターを介してナースコール・PHSと連動し24時間常時看護師が対応している。

## II. チーム医療と教育

ウィーニングに際し重要なのは、離脱不能となった原因の究明と改善方法である。入院時CTで明らかとなった胸水・無気肺の治療、呼吸筋疲労からの回復、栄養状態の改善、感染制御などの全身状態の管理が重要である<sup>5)</sup>。そのため医師・看護師に加え理学療法士・薬剤師・管理栄養士などのコメディカルによるチーム医療が必須である。当院では治療方針の決定にあたりこれらのメンバーによるカンファレンスを週2回行っている。

無気肺治療のための腹臥位療法は医師・看護師・理学療法士がチームを組んで行っている。また院内感染予防を目的として感染管理委員が毎週院内巡視を行い、標準予防策を徹底している。また、これとは別に褥瘡の治療と院内発生皆無を目指し医師・看護師・薬剤師からなる褥瘡チームが毎週回診を行っている。

診療の質向上のためには、医師・看護師・コメディカルが常に知識と技術の習得に努める必要がある。当院では毎朝10分間の職員によるショートレクチャーを続けており、さらに定期的に外部から演者を招き勉強会を行っている。新規看護入職者には人工呼吸器体験、気管吸引マニュアルの習得、実技試験を行い基本

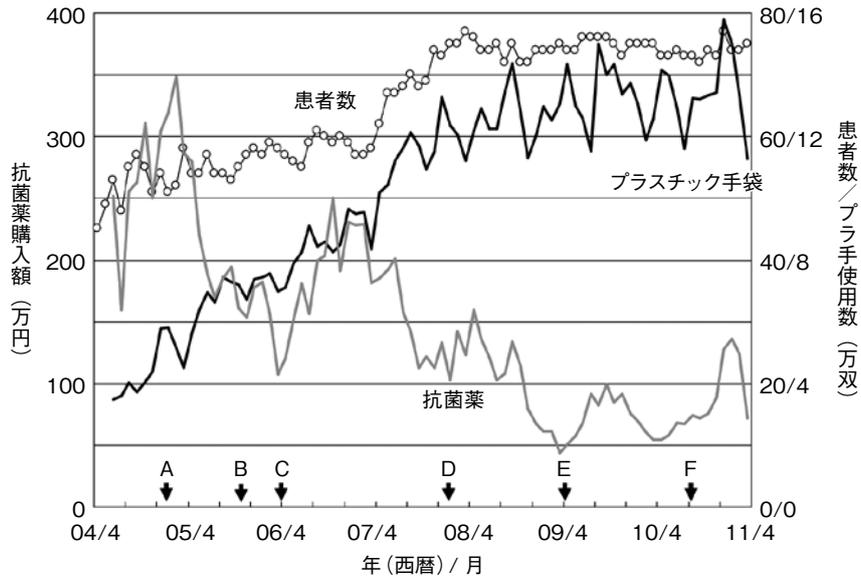


図1 感染予防対策と推移

A: 標準予防策 B: CASS 導入 C: 気管吸引マニュアル作成 D: 気管吸引試験 E: ケアワーカー講義 F: CASS マニュアル作成

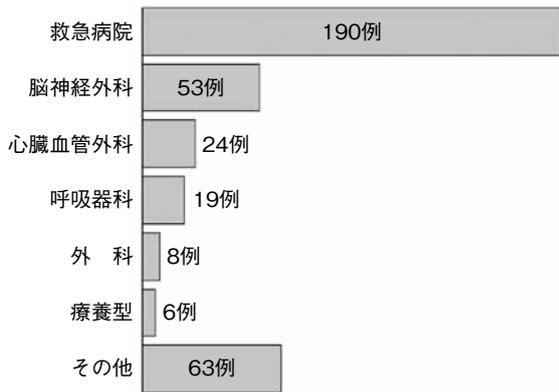


図2 患者紹介元病院

当院の患者紹介元病院は約50%が3次救急病院である。

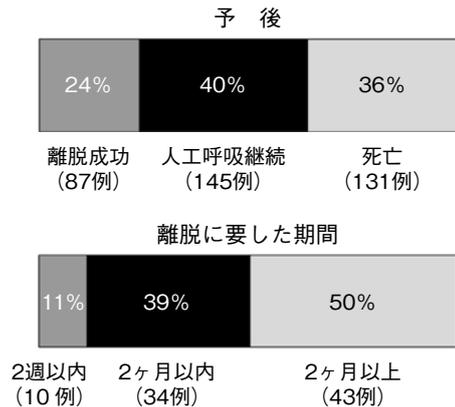


図3 予後と離脱に要した期間

長期人工呼吸を「前医を含め人工呼吸を1ヶ月以上継続したもの」、離脱成功例を「人工呼吸器を終日OFFとし1ヶ月以上安定して経過した症例」と定義した。

手技の確実な把握を行っている。その後呼吸療法認定士による理学療法トレーニングを受け、さらなる技術向上を目指している。ケアワーカーにもスタンダードプリコーションの講義と実地指導を行い職員全体のレベル向上を図っている。2004年4月から7年間の感染予防対策と推移を図1に示す。手洗い・患者毎の手袋交換にはじまる標準予防策の徹底、声門下分泌物持続吸引（continuous aspiration of subglottic secretions: CASS）の導入、気管吸引マニュアル作成とこれに続く実地試験など多くの対策を複合したことによって感染症発症率は漸減してきた。

### Ⅲ. 患者背景と実績

当院の患者紹介元病院は約50%が3次救急病院である（図2）。超急性期を乗り切ったばかりの患者が多く全身状態が不安定な症例もある。必要に応じて入院時に気管切開や胸腔ドレナージなどの外科的処置を行っている。救命のための緊急処置であるがゆえ前医での気管切開孔の位置や大きさが不適切な場合は、入院後に再切開あるいは切開孔の修復術を行っている。

2003年9月から8年間の離脱率は24%であった。離脱に要した期間は90%が2週間以上で50%は2ヶ月

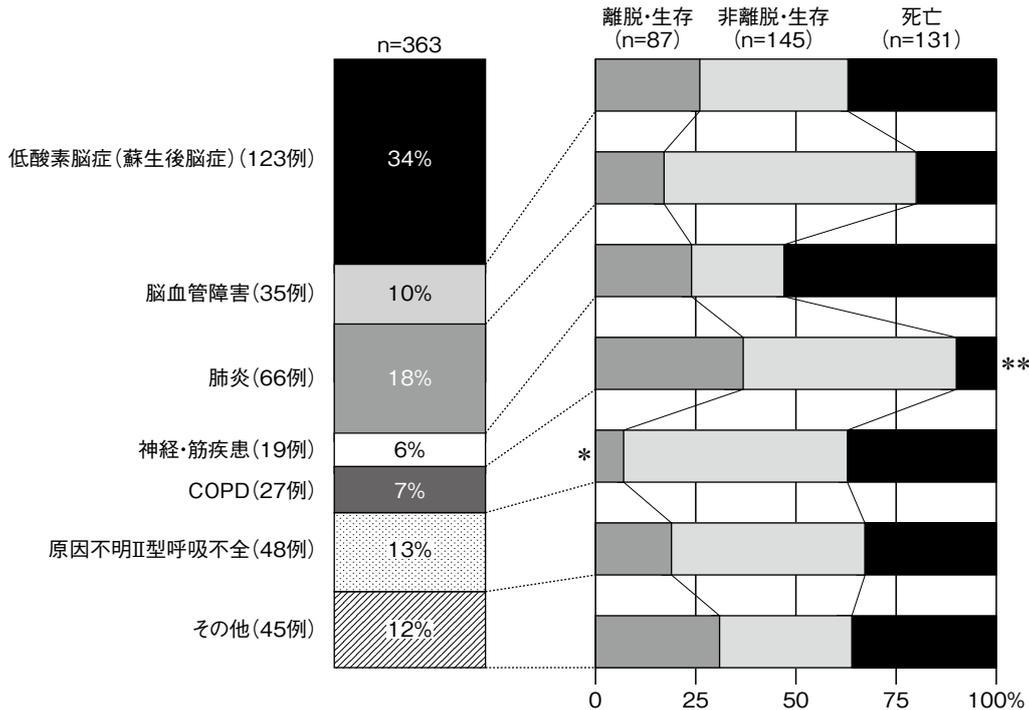


図4 入院時主病名(単数回答)と長期予後の関連

\* COPDは他群に比し離脱率が低い \*\* 神経筋疾患は他群に比し死亡率が低い

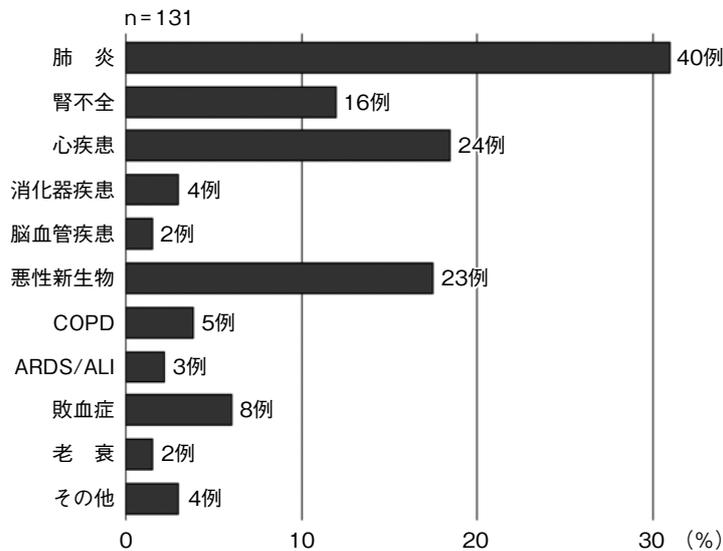


図5 長期人工呼吸患者の死因(単数回答)

悪性新生物は開設当初3年間では7%にすぎなかったが、その後5年間で18%に増加した。

以上であった(図3)。長期人工呼吸を「前医を含め人工呼吸を1ヶ月以上継続したもの」、離脱成功例を「人工呼吸器を終日OFFとし1ヶ月以上安定して経過した症例」と定義した<sup>1)</sup>。ウィーニングには時間がかかることを認識し短期間であきらめないことが重要であると思われた。入院時主病名は蘇生後低酸素脳症が最も多く、長期予後については慢性閉塞性肺疾患(chronic

obstructive pulmonary disease : COPD)の離脱率が低く、神経筋疾患に死亡例が少なかった(図4)。

死因別にみると最多の死因は肺炎であったが、入院時併存疾患の増悪と考えられる腎不全、心疾患も少なからずみられた。悪性新生物は開設当初3年間では7%にすぎなかったが<sup>1)</sup>、その後の5年間で18%に増加した(図5)。感染対策の奏功、人工呼吸器関連肺炎

(ventilator associated pneumonia : VAP) 発症率の減少、積極的な全身管理・治療の結果、死因としての感染症や心肺腎機能障害が減少し担癌患者の生存が増加したと考えられる。症例によっては本人家族と相談のうえ切除術による予後改善を図っている。

#### IV. 気管切開チューブ交換

気管切開後の最初の気管切開チューブ交換は術後、瘻孔が完成する7日から10日の間に行う。これは交換時の皮下軟部組織などへのチューブ迷入を避けるためである。その後のチューブ交換は2週に1回の頻度で行う。喀痰によるチューブ内腔の汚染や狭窄が生じた場合は都度交換する。気管切開チューブ交換時に留意すべき点として低酸素状態、気管切開孔周囲の損傷、口腔内容物の誤嚥、患者間の交叉感染などがある。

気管切開チューブ交換時に新たなチューブの挿入に手間取ると、患者が低酸素状態となることがある。当院で採用している人工呼吸器 Servo-s (MAQUET 社製, Germany) にはサクシオンサポート機能があり、チューブ抜去前に作動させることにより、設定酸素濃度よりも30%高い濃度の酸素が最大2分間送気され、pre-oxygenation がなされる。また、呼吸器回路外れアラームも消音される。

気管切開孔周囲は細菌（長期人工呼吸では緑膿菌、セラチアなど）の宝庫である。連続して数名の患者の気管切開チューブを交換する場合は、スタンダードプリコーションに基づいて患者毎に手袋を交換することが院内感染防止の上で必須と考える。気管切開孔周囲は本来不潔野であるので、イソジン®消毒し滅菌鉗子を用いるなど特別な無菌的操作は不要と考える。

#### V. ウィーニングとチューブ抜去

当院では、ウィーニングの過程をSIMV (PC) +PS からCPAPを経て人工呼吸器 ON-OFF、終日 OFF とすることが多い。気管切開患者の人工呼吸器 OFF 中に注意すべき点として、気管切開チューブ開口部の閉塞による窒息が挙げられる。OFF 中の患者の回路構成を図6に示す<sup>6)</sup>。スイッチャブルコネクタを介して気管切開チューブは人工鼻と接続される。人工鼻の開口部にT-アダプターを接続し、開口部を2方向とすることにより偶発的な閉塞の危険性を低下させている。呼気・吸気の二酸化炭素ガス濃度をモニターすることに

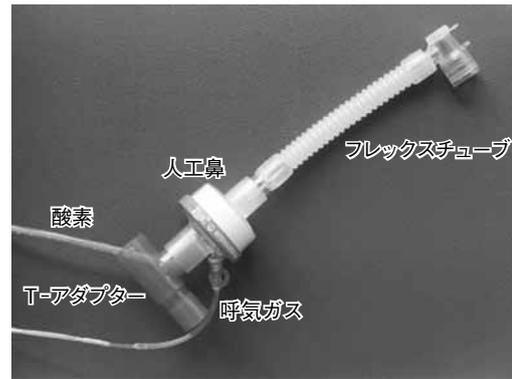


図6 ウィーニング中の人工鼻の回路構成

より、タオルケットなどで回路開口部が覆われた場合の早期発見、窒息などの重篤なアクシデントを予防している。

人工呼吸器からの離脱後は、意識状態が悪く誤嚥リスクの高い患者はカフ付き気管チューブで気道管理を継続する。意識状態が良く発語可能な患者では、カフ付き気管チューブをサイズダウンして気管切開孔の閉鎖を図りつつ、発語可能な一方弁付きカフなしスピーチチューブに交換する。気管切開チューブ抜去のタイミングとしては、誤嚥がないこと、自力排痰が可能であることが基本である。チューブ抜去後、自力排痰が不十分な場合には、喀痰吸引目的にミニトラックを留置する場合もある。気管切開チューブ抜去後も肉芽などによる気道閉塞が起きないこと、気管切開孔を一時的に閉鎖しても上気道閉塞が起きないことを確認する。気管切開チューブ抜去に当たり気管切開孔の管理は重要で、感染・出血・肉芽等の存在によりこの過程が妨げられることがある<sup>6)</sup>。

#### VI. 気管切開患者の経口摂取

気管切開患者の経口摂取に関して、嚥下時の咽頭・食道の連続運動を気管切開チューブが阻害する、気管切開によって喉頭蓋の閉鎖機能が低下している等の理由で、誤嚥の危険が高く成書では推奨されていないことが多い。当院では、人工呼吸器装着状態でも、意識清明で経口摂取を希望する患者が存在する。経口摂取が患者の回復意欲につながり、リハビリテーションに対しても積極的に取り組む契機となる事例もある。必要エネルギー全量摂取不能であっても、患者のQOLを考慮し、経管栄養と並行して積極的に経口摂取を進めている。経口摂取開始の指標として、意識清明、坐位

可能、唾液の嚥下を必要条件としている。気管チューブのカフをデフレートした方が嚥下しやすいとの説もあるが、誤嚥のリスクを鑑みてカフはデフレートせずに行っている。まずガストログラフィン®による嚥下造影を行い水分摂取から開始する。さらにカフ上部吸引ポートからの吸引量が増えないか、気管吸引時に水分が吸引されないかを確認後、プリンやゼリー、ペースト状の食物へ移行する。この間も、カフ上部吸引、気管吸引の量と性状に注意し、定期的な血液検査での炎症反応や胸部写真の所見などから誤嚥性肺炎の発症が無いことを確認している。きざみ食から常食へ移行し3食摂取可能となった患者もいる。

## Ⅶ. 臨床研究と知見

学会の提示するガイドラインや成書の人工呼吸に関する知見の多くがICUにおけるデータに基づいている。したがってその内容は短期間の急性期人工呼吸を想定したものであり、本稿のようなPost-ICU長期人工呼吸管理の現場にはそぐわない点が多い。当院は過去10年間、科学的根拠に裏付けられた治療を求めて臨床研究を続けてきた。まだまだ暗中模索、研究過程ではあるがこれまで得られた知見について述べる。

### 1. 気道加湿は人工鼻

当院では全例に人工鼻による加温加湿を行っている。例外は分時換気量が10L/minを超える症例や、難治性の気胸で胸腔ドレーンからのエア・リークが大きい症例などに限って、加湿器チャンバーを非加熱で併用している。その際、チャンバーに水を入れるだけで加湿せず呼吸回路に組み込むことで、良好な加湿が得られている<sup>7)</sup>。

### 2. フレム・キャッチの設置

人工鼻使用時の注意点は成書にある通り、喀痰によるフィルター目詰まりなどがある。当院では喀痰が多い患者では、フレム・キャッチと呼ぶ喀痰受けチャンバーを人工鼻から患者側に組み込むことで人工鼻の汚染・目詰まりを少なくしている<sup>8)</sup>。

### 3. 気管吸引カテーテルは12時間再使用・吸引水は水道水

当院開設当初はガイドラインに従い<sup>9)</sup>、1回ごとの

吸引カテーテル破棄・滅菌水使用を行っていた。その後、人工呼吸患者の増加に伴い、破棄するカテーテル・滅菌蒸留水ボトルの量が激増した。コストもさることながら、エコロジーの観点からも看過できない状況となった。我々は気管吸引マニュアル作成とスタッフ教育、カテーテル先端の細菌培養、ボトル水道水の残留塩素濃度の時間推移測定を行った。その結果から、気管吸引カテーテルは12時間まで再使用とし、吸引水には水道水を使用することとした<sup>10)</sup>。前提としてアルコールガーゼによるカテーテル清拭、乾燥保管など当院独自の気管吸引マニュアルに基づく吸引手技の徹底が必須であった。

### 4. 気管カニューレのカフ圧は20cmH<sub>2</sub>Oを超えない

長期人工呼吸において、高すぎるカフ圧は気管粘膜の阻血や気管拡張を引き起こす。CT所見からもカフによる気管拡張を認めた症例の経験から、成人の平均的気管内径に相当する内径21mmの気管モデルを用いて、内径7.0～9.0mmの気管カニューレでカフの空気注入量とカフ圧の関係を調べた結果、カフの空気注入量が5～6mLを超えるあたりから、わずかなエアアの追加でカフ圧が急峻に上昇することが判明した。気管粘膜の血液灌流圧が15～20cmH<sub>2</sub>Oであることを考慮すると、カフ圧計を用いて、20cmH<sub>2</sub>Oを超えない範囲で管理すべきと考える<sup>11)</sup> (図7)。

### 5. CASSの導入

CASSがVAPを減少させることが報告されている<sup>12)</sup>。長期人工呼吸患者でのCASSの有用性に関する報告はないが、当院でCASS使用群と非使用群で熱発を指標に評価したところ、CASS使用群で有意に熱発頻度が低かった<sup>13)</sup>。また、肺炎を繰り返していた症例にCASSを導入後、ほとんど肺炎が起きなくなった症例を多く経験した。CASSの導入に際し困るのはCASSキット自体が市販されていないことである。そこで当院では小型吸引ポンプとペットボトルでCASSキットを作製した(図8)。

### 6. 必要カロリーは900kcal/day

投与カロリーに関してはHarris-Benedict式に基づき、activity factor、stress factorを乗じ算出される。当院でもこれに準拠したカロリー投与を行っていたと

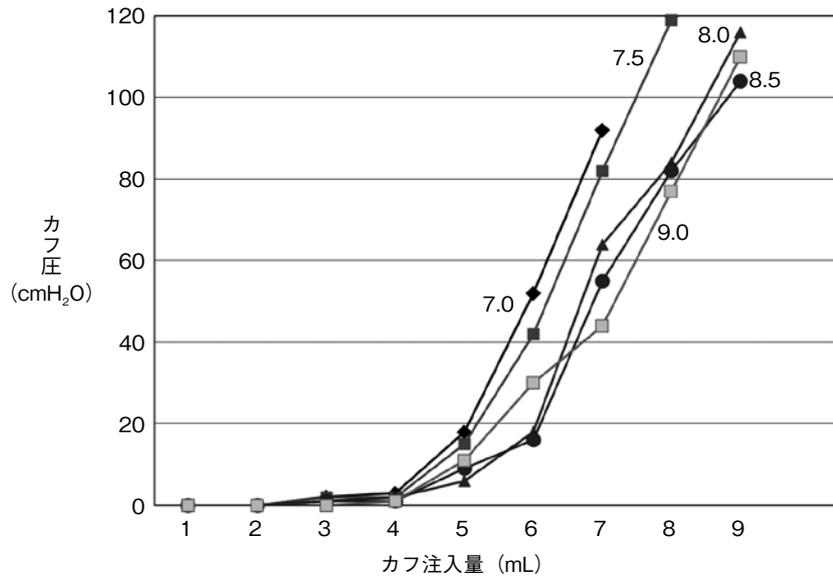


図7 カフ注入量とカフ圧の関係

内径7.0～9.0mmの気管カニューレでカフの空気注入量とカフ圧の関係調べた結果、カフの空気注入量が5～6mLを超えるあたりから、わずかなエアアの追加でカフ圧が急峻に上昇する。



図8 CASSキットの構成

小型吸引ポンプとペットボトルでCASSキットを作製した。

ころ、体重増加、耐糖能異常となる患者が頻発した。体重・生化学データをモニタリングしつつ、投与カロリーを減少させたところ、ほとんどの患者が900kcal/dayで落ち着いた。その後、人工呼吸中に代謝測定可能なMetaLyzer®を導入し全患者で代謝測定を施行した。計算式からの推定必要カロリー1,294±227kcal/dayに対して測定値は932±271kcal/dayであった。当院の患者平均年齢が73歳で、人工呼吸器装着状態であることから900kcal/day前後の投与カロリーが妥当であることが判明した。呼吸器離脱・日常生活動作 (activities of daily living: ADL) 拡大に伴い代謝量は増量した。

7. 経腸栄養注入セット交換は2週に1回

当院の大部分の患者は経腸栄養管理となっている。気管吸引カテーテルと同様、注入セットを単回使用とすると、多額のコストと莫大な廃棄物が発生する。そこで、注入セットの洗浄方法を、水道水500mL滴下洗浄→0.05%次亜塩素酸ナトリウム液1時間浸け置き→水道水500mL濯ぎ→自然乾燥を1日の投与終了後行うこととし、使用期間を2週間と4週間の2群で注入セットの点滴筒からスワブ法で細菌培養を行った。その結果、2週間まではこの洗浄方法で問題ないことが判明した<sup>14)</sup>。

## おわりに

当院の紹介患者元は約 50%が 3 次救急病院であり、まさに Post-ICU 長期人工呼吸管理を行っている。超急性期を乗り切った呼吸不全患者の治療に関する知見は乏しく、試行錯誤を繰り返し有効な治療法を探ってきた。今後同様の病院が開設されるにあたり、本稿が少しでもお役に立てば幸いである。

本稿のすべての著者には規定された COI はない。

## 参考文献

- 1) 山村剛康, 福田正人, 岡村 篤ほか: 急性期治療後の長期人工呼吸患者の予後に関する解析. 日本医事新報. 2008 ; 4389 : 69-74.
- 2) 岡村 篤: 長期人工呼吸器装着患者のケア わが国における長期人工呼吸の現状. 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 640-4.
- 3) 岡村 篤, 石谷利光, 米山重人ほか: Post-ICU 長期人工呼吸患者 363 症例の予後解析. 人工呼吸. 2012 ; 29 : 240-5.
- 4) 福田正人, 淵本雅昭: 機種選択はどのようにする? 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 1160-5.
- 5) 岩間 旭: 症例で見る長期人工呼吸患者のウィーニングの進め方. 呼吸器ケア. 2008 ; 6 : 164-7.
- 6) 岡村 篤, 山村剛康: 気管切開チューブ抜管後の管理. 丸川征四郎編. 気管切開—最新の手技と管理. 東京, 医学図書出版, 2011, pp137-42.
- 7) 山村剛康, 福田正人, 平清水智実: 長期人工呼吸症例の加温・加湿. 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 48-51.
- 8) 平清水智実, 福田正人: フレム・キャッチ (人工呼吸器回路内の喀痰受け) の考案と使用経験. 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 753-7.
- 9) 森永俊彦, 鶴澤吉宏, 宮地哲也ほか: 気管吸引のガイドライン. 人工呼吸. 2008 ; 25 : 48-59.
- 10) 林 朝子, 竹橋美保, 貞方由美子ほか: 長期気管切開患者で吸引水に水道水を用い, 吸引カテーテルを再使用することは妥当か? 呼吸器ケア. 2009 ; 7 : 507-14.
- 11) 田中京子, 林 朝子, 平清水智実ほか: 長期人工呼吸管理におけるカフ・マネジメントに関する研究. 呼吸器ケア. 2011 ; 9 : 634-41.
- 12) Kollef MH, Skubas NJ, Sundt TM : A randomized clinical trial of continuous aspiration of subglottic secretions in cardiac surgery patients. Chest. 1999 ; 116 : 1339-46.
- 13) 林 朝子, 森松 静, 米山重人ほか: 長期人工呼吸管理患者における CASS の感染予防に対する有用性, および部材・手順の統一に関する研究. 呼吸器ケア. 2011 ; 9 : 439-45.
- 14) 米山重人, 石谷利光, 岡村 篤ほか: 長期経腸栄養患者の注入セットの交換時期についての検討. 札幌市医師会医学雑誌. 2009 ; 261 : 141-2.