

## 特 集

## 在宅人工呼吸の問題点

## 機器管理上の問題点

阿部博樹

キーワード：在宅人工呼吸、吸引器、酸素濃縮器、排痰補助装置、停電対策

## I. はじめに

厚生労働省は在宅医療の推進についてホームページの中で「重度の要介護状態となってもできる限り住み慣れた地域で療養することができるよう、在宅医療の推進施策を講じています」と記載している<sup>1)</sup>。在宅医療の推進に伴い在宅医療で使用される医療機器は増加している。生命維持管理装置である人工呼吸器も在宅医療で使用され、呼吸不全患者の療養生活を支えている。一方で、停電対策をはじめとする安全管理は十分とは言えない。本稿では、在宅人工呼吸療法における機器管理上の問題点を中心に概説する。

## II. 在宅人工呼吸療法の現状

## 1. 在宅医療の範囲

「在宅医療」と聞くと患者の自宅を想定することが多い。しかし、在宅医療の範囲は患者自宅の他に、社会福祉施設、障害者施設、特別養護老人ホーム、有料老人ホーム、サービス付高齢者専用賃貸住宅などがある。自宅以外で医療機器を使用する場合には、施設長などに使用確認が必要である。

## 2. 在宅医療の現状

厚生労働省の社会医療診療行為別統計から訪問診療の件数を把握することができる（図1）<sup>2)</sup>。全体として増加傾向が続いているおり、2015年までは個人宅への訪問

診療が多く、2016年は施設入居者への訪問診療が逆転した。今後も施設の建設が続いていることから、施設入居者への訪問診療の増加が予想される。

## 3. 在宅人工呼吸療法の歴史

在宅人工呼吸療法（home mechanical ventilation：HMV）は1990年から診療報酬の適応となった。当初HMVで使用される人工呼吸器は大型で重く、搬送には向きであった。医療機器の進歩に伴い、小型化・軽量化された。今日では、本体の重さが5kg程度、搭載されるバッテリーのみで6時間以上の駆動可能な機種が多数存在する。一方で、機種によりバッテリーを搭載していない人工呼吸器もあることから、HMV導入時には必要な性能を見極める必要がある。

## 4. 在宅人工呼吸療法の患者数は増加傾向

非侵襲的換気療法の普及も追い風になり、HMVは増加傾向にある（図2）<sup>2)</sup>。2016年の診療報酬の改定の際に人工呼吸器の区分の再編が行われた。ASV（Adaptive-ServoVentilator）は2015年まで非侵襲的陽圧換気（noninvasive positive pressure ventilation：NPPV）に含まれていた。2016年からは「在宅持続陽圧呼吸療法用治療器加算 ASV を使用した場合」に区別された。本稿では、HMVの患者数の変化を理解するため、2016年のグラフにASVの患者数を含めている。2010年以降は、気管切開下陽圧換気（tracheostomy positive pressure ventilation：TPPV）の患者数に大きな変化はない。

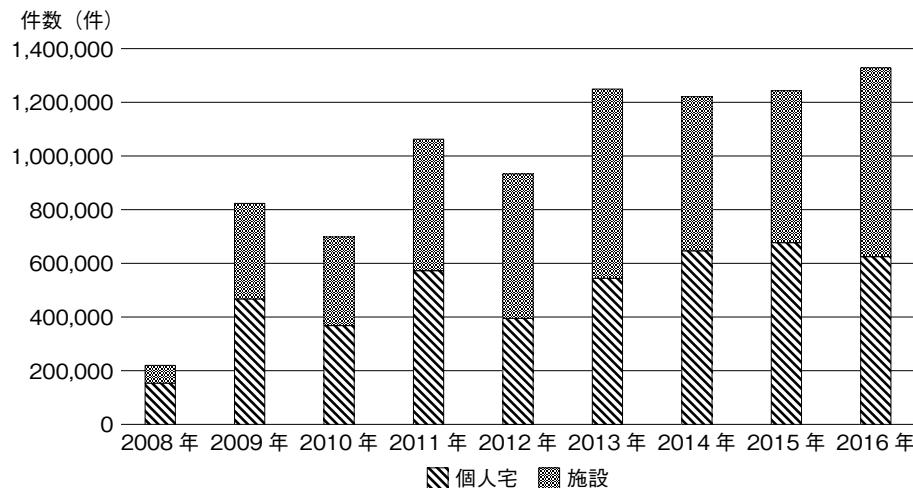


図1 訪問診療の推移

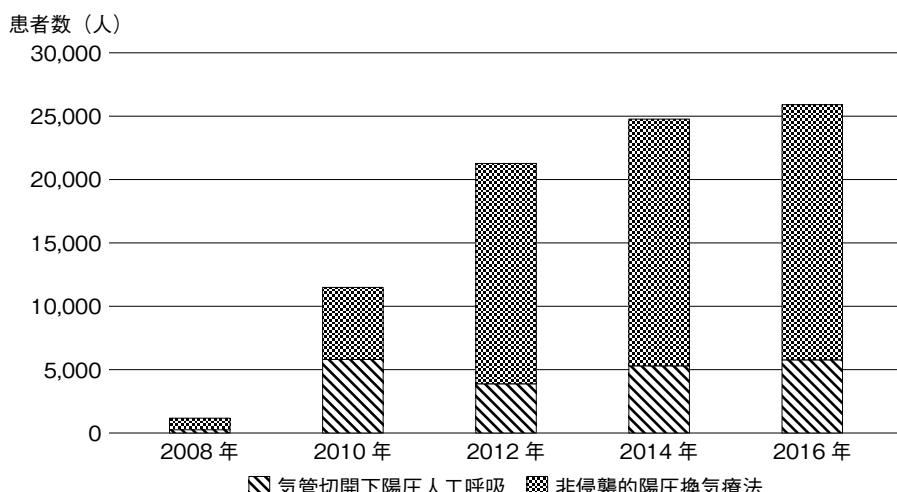


図2 在宅人工呼吸療法の患者数

### III. 機器管理上の課題

#### 1. 機器選択の課題

超高齢化社会が進む中で、HMV を受ける患者本人や家族の高齢化が進んでいる。患者家族が使いやすい人工呼吸器を選択する必要がある。主介護者の指に力が入らない場合に、ボタンを強く押す操作が必要な機器を選択してはいけない。

#### 2. 設置場所の課題

##### 1) 個人宅と施設

在宅医療の範囲は個人宅から施設まで範囲が広い。個人宅への人工呼吸器の設置を制限する要素は少ない。しかし、施設の場合には事前に確認が必須である。施

設により、HMV に対する対応範囲が異なる。夜間のみ NPPV を実施していた患者が病気の進行に伴い、24 時間 NPPV になる場合や TPPV へ変更となる場合、対応が難しい施設のほうが多い。夜間看護師が勤務している施設は限られる。

##### 2) ブレーカーの確認

###### ・個人宅

人工呼吸器に電力供給を行うコンセントは、電力消費量の増加に伴うブレーカー遮断による人工呼吸器の停電を避けるため単独ブレーカーが望ましい。しかし、現実には、初めから単独ブレーカーであることは稀であり、退院までに電気工事を実施することができない場合が多い。そのため、ブレーカーの対象範囲を確認して、電力消費量の大きな家電製品などを接続しない

よう注意が必要である。ブレーカーが遮断される例としては、冬の居室内で電気ストーブと掃除機の併用がある。

#### ・施設

居室ごとのブレーカーになっていることが多い。そのため、使用する医療機材の電力確認が必要である。後述する医療機器を設置した場合には、居室のコンセントがタコ足配線にならないような配慮も必要になる。

### 3. HMV と関連する医療機器

#### 1) 吸引器

HMVを行っている患者には必須である。吸引器は公的医療保険の対象外であるため、患者家族が自分たちで手配する必要がある。福祉制度の日常生活用具の給付制度の中で吸引器が対象になっている市町村がある。実費購入する前に市町村の福祉課などへ相談することをお勧めしたい。筆者は、吸引器の相談を受けた場合には、停電時に使用できるように3電源方式（コンセントから電気が使える・内部バッテリーが搭載されている機種、自動車からシガーソケットからの電気を使用）の機種から選択するように勧めている。

HMVでの吸引器の停止は痰による窒息を招きかねない。医療施設内と異なり、在宅では多くの場合、代わりの吸引器をすぐに持ってくることができない。HMVにおける吸引器は、普段からの点検が必要な医療機器の1つである。

#### 2) HMV と在宅酸素療法の併用

HMV 使用する際に室内空気のみで  $\text{SpO}_2$  が低下または不安定な場合には在宅酸素療法の併用が行われる。現在使用されている HMV が可能な人工呼吸器の多くは酸素接続ポートを有している。しかし、HMV では医療施設内と異なり、安定した  $\text{FiO}_2$  を提供することが難しい。HMV で使用される人工呼吸器は、院内で使用される人工呼吸器と空気と酸素のブレンドの原理が異なるためである。HMV の場合、 $\text{FiO}_2$  濃度は患者の換気量やリード量に大きく影響を受ける。 $\text{FiO}_2$  のコントロールが必要な場合は、 $\text{FiO}_2$  の測定が可能な機種への変更か、 $\text{FiO}_2$  濃度測定器を回路内に組込む。

在宅酸素療法との併用方法として、酸素濃縮器（最大流量 7L/分）または液体酸素（最大流量 10L/分）がある。酸素ボンベは自宅などへの設置本数や内容量に限りがあることから、HMVとの常時接続には不向き

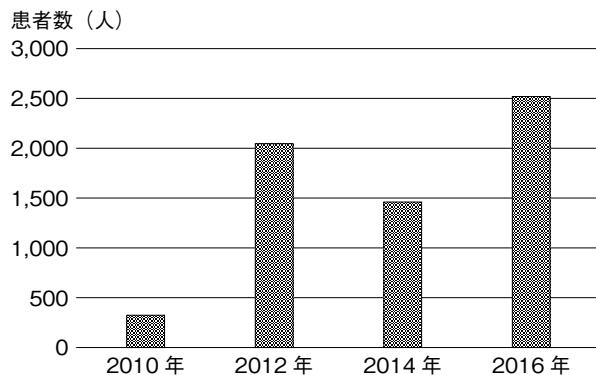


図3 排痰補助装置加算の推移

である。

HMV の定義の1つに「安定した病状にあるものについて、患者の居宅等により実施する人工呼吸療法」<sup>3)</sup>とある。 $\text{FiO}_2$  を高く維持する必要がある病状の場合、入院加療も選択肢となり得る。しかし、終末期になり最期を在宅で迎えたいという希望がある場合には、この限りではない。

#### 3) 排痰補助装置

2010年4月から公的医療保険の適応となる。これ以前は、患者が自費でメーカーなどから借りていた。使用患者数は増加傾向にある（図3）<sup>2)</sup>。2012年の公的診療報酬の改定で対象疾患が緩和されたことが増加の要因と考えられる。「人工呼吸を行っている入院中の患者以外の神経筋疾患等の患者に対して、排痰補助装置を使用した場合」に算定が可能である。人工呼吸器はNPPV、TPPV どちらでも算定可能である。

「入院中の患者以外」という制限があることから、医療機関側は機器導入時のコストが入院中に算定できない。また、排痰補助装置を使用している患者が増悪入院や検査入院をした際にも入院中の算定ができない。そのため、本来院内で使用されない医療機器のため、排痰補助装置が病棟に持ち込まれるとスタッフ教育が必要となる。

#### 4) パルスオキシメーター

パルスオキシメーターは公的医療保険の対象外であるため、患者家族が自分たちで手配する必要がある。福祉制度の日常生活用具の給付制度の中でパルスオキシメーターが対象になっている市町村があり、実費購入する前に市町村の福祉課などへ相談することをお勧めする。

筆者が患者宅に訪問すると、患者家族と  $\text{SpO}_2$  の値の

話になることが多い。自分たちで測定した値と、医師や訪問看護ステーションの看護師の測定した値が異なるとの声があった。血圧計と異なり、パルスオキシメーターによる  $\text{SpO}_2$  測定は、患者家族からすると表示される値を見て一喜一憂することが多い。HMV と在宅酸素療法を併用している場合には、 $\text{SpO}_2$  の値により酸素流量の適宜調整の指示が出ていることが多いのである。筆者が勤務している施設では、自宅での  $\text{SpO}_2$  測定の基準は、患者が持っているパルスオキシメーターの値にするように可能な限り統一している。

パルスオキシメーターは HMV を行っている患者には必須である。しかし、経済的な理由で購入が難しい場合もある。自宅にパルスオキシメーターがない場合には、訪問者したメディカルスタッフが測定した値を基準値にしている。

### 5) バッグ・バルブマスク

バッグ・バルブマスクは医療機器ではないが、HMV では必須のため記載する。従来 HMV のバッグ・バルブマスクの提供方法が曖昧であった。在宅人工呼吸指導管理料の算定条件の中に夜間・緊急時の対応などを患者に説明することが記載されているが、資材の準備に関しての決めごとがなかった。そのため、HMV を行っている患者は、病院やメーカーが準備する以外に自己負担で購入した方もいる。東日本大震災後の平成24年診療報酬改定時に在宅療養指導管理材料加算にある人工呼吸器加算が増額された。この通知の中では「療養上必要な回路部品その他付属品（療養上必要なバッテリー及び手動式肺人工蘇生器などを含む）の費用は当該所定点数に含まれ、別に算定できない」とされている。これによりバッグ・バルブマスクを自己負担で購入する必要はなくなった。

バッグ・バルブマスクは準備されているだけでは不十分である。筆者の経験では、病院内の指導でバッグ・バルブマスクが大切と教わり、退院後は押し入れの中の衣装ケースに入れられている症例に時々遭遇する。人工呼吸器を在宅で使用することから、バルブマスクの定期的な点検と練習が必要である。

## 4. 関連する医療材料の課題

### 1) 回路

HMV で使用される回路は、「療養上必要な回路部品その他付属品」に該当する。医療機関は患者に対して

過不足なく提供する必要がある。NPPV ではリユーザブル回路を使用することが多いことから、劣化による破損に注意が必要である。TPPV ではディスポーザブル回路を使用することが多い。回路の添付文書に記載される使用期間を厳守されたい。

### 2) NPPV マスク

病気の進行に伴い NPPV が 24 時間必要になると複数のマスクが必要になることがある。日中は会話や水分摂取などが可能なネザルマスク、夜間は開口に伴うリーフ対策としてのフルフェイスを使用する。複数のマスクを併用することで潰瘍予防にも繋がる。しかし、現実に沢山のマスクを提供することは難しい。HMV の仕組みとして医療機関はメーカーと医療機器のレンタル契約を交わし、消耗品の提供についても契約をしているためである。マスクの提供数は契約数を上回ると医療機関側の購入が必要になり、医療機関側の支出が増えることとなる。NPPV マスクの適切な使用と点検が必要である。

### 3) TPPV の気管切開後留置用チューブ

特定保険医療材料に該当し、材料価格は厚生労働大臣が定めることになっている（表1）。

特殊なチューブは定められた材料価格よりも購入価格が高いことが多い。そのため医療機関の支出が増える。

筆者の施設は、地域のかかりつけ医として HMV 患者へ訪問診療を行っている。病院で特殊な留置用チューブを使用したまま在宅療養に移行する症例にしばしば遭遇する。特殊な留置用チューブがどうしても必要な症例もある一方で、種類変更が可能な症例もある。地域のかかりつけ医が訪問診療を担当する場合には、事前に取扱いが可能な留置用チューブの確認を行うことが望ましい。

表1 在宅寝たきり患者処置用気管切開後留置用チューブ

I. 一般型		
1. カフ付き気管切開チューブ		
1) カフ上部吸引機能あり		
①一重管	4,350 円	
②二重管	5,870 円	
2) カフ上部吸引機能なし		
①一重管	3,730 円	
②二重管	6,030 円	
2. カフなし気管切開チューブ		
2. 輪状甲状腺切開チューブ	4,120 円	
III. 保持用気管切開チューブ		
	3,750 円	
	6,100 円	

表2 外部電源の種類

	電源切替	安全性	駆動音	稼働時間	値段
メーカー指定外部バッテリー	種類による	○	○	△呼吸器設定・環境に依存	—*1
医療用非常電源（UPS）	自動	○	△*2	△呼吸器設定・環境に依存	高額
自動車用シガーソケット	手動	△*3	○	○ガソリンに依存	数千円～
自家用発電機	手動	△*4	×	○燃料の残量に依存	5万円以上
パソコン用非常電源（UPS）	自動	△*4	△*2	△呼吸器設定・環境に依存	数千円～
ソーラーパネルからの電力供給	手動	△	○	△天候に依存	高額

\*1 療養上必要な回路部品その他附属品に含まれる。

\*2 冷却ファンの作動音が大きいことがある。

\*3 人工呼吸器のオプションで使用できる機種がある。

\*4 電力の種類として矩形波と正弦波があり、正弦波のほうが安全性が高い。

## 5. 設定変更の課題

最近の人工呼吸器は使用状況がログとして記録され、SDカードなどの外部出力が可能となった。専用の解析ソフトを使用することで換気量などを確認するデータマネジメントが容易になった。データマネジメントの結果や血液ガス測定結果などの臨床データを合わせて判断した結果、人工呼吸器の設定変更が必要な場合がある。人工呼吸器を外来診療に持参できる場合は、院内で医師の指示の下に医療スタッフによる設定変更が可能である。しかし、夜間のみHMVを行い外来診療には人工呼吸器本体を持参しないケースや体調不良でHMV設定変更が必要なこともある。人工呼吸器本体が医療機関にない場合、誰かが患者宅に行き人工呼吸器の設定を変更するしかない。訪問看護ステーションが介入している症例では、看護師へ依頼することも可能である。しかし、訪問看護ステーションが介入していないケースでは、医療機器メーカーに設定変更を依頼せざるを得ない状況が発生している。

院内の人工呼吸器の設定は国家資格取得者が実施しているが、HMVでは無資格者による設定変更が行われている。

## 6. 停電対策

停電対策はHMVの安全管理の中でも必須項目の1つである。2011年の東日本大震災では長時間停電が発生した。また台風や降雪が原因の停電が発生したことにも記憶に新しい。

自然災害による長時間停電は身近なトラブルと考える必要がある。HMVで使用される人工呼吸器のバッテリー駆動時間は医療機器メーカーが指定するバッテ



図4 バッグ・バルブマスクを訪問看護師へ説明

リーや組み合わせても12時間程度である。バッテリーの駆動時間は、人工呼吸器本体と設定や外気温の影響を大きく受ける。長時間停電発生時に指定された医療機関に避難をするのか、メーカー指定以外のバッテリーや発電機を使用するかは事前に患者本人や家族と決めておく必要がある。メーカー指定以外の機材を使用する場合には、メーカーの作動保証外になることを忘れてはいけない。外部電源の種類と特長を表2に示す。

外部電源の準備ができているだけでなく、人工呼吸器との接続方法が正しい手順でできるかを確認する必要がある。筆者の施設では、HMVへの依存度が高い患者宅に対して最低年2回の停電対策シミュレーションを実施している（図4）。

## V. まとめ

在宅医療の最近の傾向として有料老人ホームやサービス付高齢者専用賃貸住宅などへの訪問診療が増加している。今後は、施設で HMV を使用するケースが増加することが予想される。

HMV を安心安全に継続するために導入前にブレーカーや使用する医療材料の確認を行う必要がある。また、停電対策が不十分な場合は、患者の命を危険にさらすことになる。定期的に停電シミュレーションを実施して、バッテリー駆動時間、外部電源との接続について関係者による情報共有が必要である。

本稿の著者には規定された COI はない。

### 参考文献

- 1) 厚生労働省：在宅医療の推進について。  
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000061944.html> (2018年9月24日アクセス)
- 2) 厚生労働省：社会医療診療行為別統計より。  
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/sinryo/tyosa17/index.html> (2018年9月24日アクセス)
- 3) 厚生労働省：診療報酬の算定方法の一部改正に伴う実施上の留意事項について（通知）平成30年3月5日. 保医発0305第1号.  
<http://www.kanen.ncgm.go.jp/news/2017/PDF/20180305.pdf> (2018年9月24日アクセス)