

□ 特 集 □

在宅人工呼吸療法における人工呼吸器や関連機器のメンテナンスをいかに行うべきか

瓜生伸一*

1. はじめに

現在、加速度的に増加している在宅人工呼吸療法は、2004 年の時点で NPPV15,000 症例、TPPV2,500 症例と報告¹⁾され、今後も増加の一途をたどると予想される。このような状況における在宅人工呼吸療法では、一般家庭内で使用する人工呼吸器の安全性、信頼性をいかに維持するかが重要になってくる。そのため、在宅人工呼吸療法において人工呼吸器を安全かつ適切に使用するには、人工呼吸器を適正に取り扱うと同時に適切な保守点検（メンテナンス）を実施することが重要であり、また、人工呼吸器以外の関連機器に関する保守点検も重要になってくる。

本稿では、北里大学東病院での経験をもとに在宅人工呼吸療法における人工呼吸器および関連機器の保守点検について述べる。

2. 在宅人工呼吸療法における人工呼吸器の保守点検

在宅人工呼吸療法における人工呼吸器の保守点検には、日常点検（使用中点検）および定期点検（交換）などがあるが、人工呼吸器が正常に作動しているかどうか、安全性が維持されているかどうかを確認することが重要である。在宅人工呼吸療法の場合には、これらを医療従事者、家族・介護者、製造販売業者（メーカー）など複数の関係者が関わることになるため、“いつ”、“誰が”、“何を”行うかを明確にして実施することが重要である。このことは、人工呼吸器による事故を未然に防止するだけでなく、家族・介護者一人々々の負担の軽減につながるようになる。また、保守点検を実施した際には、いずれの点検においても必ず点検内容を記録し、保存しておくことが必要である。

3. 北里大学東病院における人工呼吸器の保守点検

北里大学東病院では、1987 年に在宅人工呼吸療法を開始以来、神経筋疾患患者を対象として医療施設および地域医療機関との連携によるチーム医療として実施してきた。そのなかで、人工呼吸器の保守点検は臨床工学技士が中心的役割を担い、表 1 のような保守点検実施要項を作成して家族・介護者、製造販売業者との役割分担を明確にしながら、日常点検（使用中点検）、定期点検（交換）を実施してきた。

表 1 人工呼吸器保守点検実施要項

保守点検の役割分担を明確にすることで、人工呼吸器による事故を未然に防止するだけでなく、家族・介護者一人々々の負担の軽減にもつながる。

項目／実施者	家族介護者	医療従事者	製造販売業者(メーカー)
日常点検	毎 日		
日常点検(定期)		2～4週間毎	
定期点検(交換)			メーカー指定時間、時期

1) 日常点検（使用中点検）内容

日常点検では、人工呼吸器本体や換気条件、呼吸回路および各接続部の点検など人工呼吸器が正常に作動しているかどうか、安全性が維持されているかどうかを確認するとともに、異常を早期に発見することが重要になる。この場合には、チェックリスト（附 1 参照）を用いて実施すると確実に行うことができるが、同時に自分自身の“目で見える”、“耳で聴く”、“鼻で嗅ぐ”、“手で触る”など五感を活用することが重要である。

- ①人工呼吸器本体からの異常音、異臭、発熱などがないかどうかを確認する。
- ②換気モード、一回換気量、換気回数、吸気時間、トリガ（感度）など設定条件通りに作動しているかどうかを確認する。
- ③気道内圧上限警報、気道内圧下限警報、分時換気量下限警報、その他警報などの警報設定値に変更がな

* 北里大学東病院・ME センター部

いかどうかを確認する。

- ④警報装置のランプの点灯および警報音が正常に作動するかどうかを確認する。
- ⑤呼吸回路に亀裂、破損などがないかどうか、また、各接続部に緩み、外れなどがないかどうかを確認する。
- ⑥呼吸回路内またはウォータートラップに水分の貯留がないかを確認し、水分が貯留している場合には速やかに除去する。
- ⑦加温加湿チャンバー内の蒸留水の水位および温度が適切かどうかを確認する。
- ⑧人工鼻を使用している場合には、メーカー推奨時間毎に交換し、また、人工鼻に汚れがある場合には直ちに交換する。
- ⑨気道内圧に変化がないかどうかを確認する。
- ⑩細菌フィルタ、エアフィルタ、冷却ファン用フィルタなどに汚れがないかどうかを確認し、汚れている場合には清掃または交換を行う。
- ⑪電源をAC電源から内部電源(内部バッテリー)に切り換えて、内部バッテリーで作動するかどうかを確認する。また、内部バッテリーの容量を確認できる人工呼吸器の場合にはバッテリーの容量も確認する。

※内部バッテリーでの作動確認が終了したら、必ずAC電源に切り換えてAC電源で作動していることの確認する(AC電源ランプ点灯確認)。

人工呼吸器使用中には、呼吸回路内やウォータートラップの水分の除去、加温加湿チャンバーへの蒸留水の補充および吸引などの処置を行う機会も多いが、日常点検のなかでは、それらの処置を行った後には必ず気道内圧(回路内圧)や換気量を確認することが重要である。この確認を行うことで処置した部分からのリーク(漏れ)などのトラブルを早期に発見することができるため、処置後には必ず気道内圧や一回換気量を確認することが重要である。

2) 家族・介護者による日常点検(使用中点検)と教育指導

上記の日常点検は、毎日、確認することが重要であり、在宅人工呼吸療法においては家族・介護者の役割が重要になってくる。そのため、在宅人工呼吸療法において家族・介護者が適切に日常点検を実施するには、人工呼吸器に関する知識を習得することが必要である。それには、在宅人工呼吸療法を実施する前に、家族・介護者に対して人工呼吸器の取り扱いや保守点検

に関する教育指導を実施することが必要である。北里大学東病院では、家族・介護者に対して人工呼吸器に関する下記内容を教育指導しているが、人工呼吸器以外に関することが必要なため、附2のような教育カリキュラムを作成して確実に実施している。

- ①人工呼吸器の取り扱い方法
- ②呼吸回路の分解、組み立て方法
- ③日常点検方法
- ④取り扱い時の注意点
- ⑤トラブル時の対処方法

3) 臨床工学技士による日常点検(使用中点検)²⁾

在宅人工呼吸療法における日常点検は、通常、家族・介護者が毎日実施することが基本となるが、定期的に医療従事者などの専門的な視点により点検することも必要と考えられる。また、在宅人工呼吸療法において人工呼吸器の保守点検を適切に実施するには、患者および家族との信頼関係を築き、的確かつ迅速な対応を心がけながら人工呼吸器に対する不安を軽減することも重要であると考えられる。それには、継続して関わっていくことが必要であり、人工呼吸器の使用状況などを把握しながら継続的、包括的な保守管理体制が必要になってくると考えられる。北里大学東病院では、これらの点を含めて臨床工学技士が入院中から在宅療養後まで継続して関わり、在宅療養後は2週間毎に患者宅を訪問して人工呼吸器が正常に作動しているかどうかおよび安全性が維持されているかどうかなど専門的な視点から点検を実施している。

4) 定期点検(交換)

長期間使用した人工呼吸器は、故障やトラブルの有無に関わらず本体内部の劣化した部品や消耗品などを交換して、次回交換時まで人工呼吸器の安全性、信頼性を維持するために、前回点検後より指定された時間毎または時期毎に点検済みの人工呼吸器と交換することが必要である。しかし、人工呼吸器の交換時間、時期などは、6,000時間毎、10,000時間毎または1年間毎など機種により異なるため、機器本体に貼付されている定期点検済みシール(図1参照)または製造販売業者(メーカー)に確認して、連携を図りながら適切かつ計画的に実施することが重要である。この定期点検についても、臨床工学技士が使用状況などを把握しな

がら交換時間または時期毎に製造販売業者に人工呼吸器を手配し、患者宅を訪問して適切に人工呼吸器の交換を実施しており、保守点検の包括的な管理を行っている。

定期点検済証			
	年	月	済 時間運転時
(			
次回は	年	月	日
または			時間運転時
実地者 _____			

図 1 定期点検済みシール

定期点検済みシールを確認して、製造販売業者と連携しながら適切に実地する。

5) 日常点検、定期点検での注意点

人工呼吸器の定期的な交換は、人工呼吸器の安全性、信頼性を維持するために必要であるが、人工呼吸器の交換は患者から見れば必ずしも安楽にはつながらない場合もあることを認識しながら行うことが重要である。在宅人工呼吸療法のように長期間同一人工呼吸器を使用し、それに依存する傾向を示すような患者では、人工呼吸器の極僅かな変化に対しても敏感に感じ取り、頭痛や発汗、呼吸困難などといった様々な反応を示す場合がある。人工呼吸器は、機種が異なればそれぞれの持つ特性も異なるが、同じ機種においても機器単体毎に特性が異なるため、これらの特性の相違によって使用する患者に対して違和感、不快感などの影響を及ぼすことが考えられる²⁾。また、呼吸回路に関しても、呼気弁などの付属品の相違によっても違和感、不快感などの影響を及ぼすことあるため、人工呼吸器や呼吸回路の交換を行う際などには、これらの点に十分に配慮し、人工呼吸器および付属品のもつ特性を十分に把握したうえで、コミュニケーションを図り患者に負担にならないように努めながら交換を実施することが重要である³⁾。

6) トラブル時の対応

人工呼吸器にトラブルが発生した場合には、迅速かつ的確な対応が必要になる。在宅人工呼吸療法を実施

している医療施設または支援チーム毎に 24 時間体制が取られていると思われるが、その第一連絡先をどこにするかが問題である。在宅人工呼吸療法を実施している医療施設がその第一連絡先になることが望ましいと考えられるが、実際には、製造販売業者が第一連絡先になっているケースもあると思われる。北里大学東病院では、患者の安全を第一優先に考えて当病院が第一連絡先になり、日中は在宅医療の窓口である総合相談部、夜間は神経内科当直医が対応して 24 時間体制で患者やトラブルなどの対応を行っている。また、トラブルなどの内容によっては、昼夜を問わず臨床工学技士が臨時に訪問することもある。

4. 保守点検実施者の現状と問題点

在宅人工呼吸療法では、使用される人工呼吸器の日常点検、定期点検などを包括的に管理することが必要と考えられる。以前、我々が行ったアンケートでは、在宅人工呼吸療法における日常点検は、製造販売業者が保守点検を実施している医療施設が多く、臨床工学技士などの医療従事者が実施している医療施設は少ないことが認められた³⁾。また、定期点検（交換）に関しても製造販売業者が患者宅を訪問して実施していると推測される。この結果は、在宅人工呼吸療法を行う医療施設の体制的な問題なのかどうか定かではないが、現在でもその実態は変わらないと思われる。このように在宅人工呼吸療法で使用される人工呼吸器の包括的な保守管理は、医療施設や支援チームごとに異なっているのが現状と思われる。しかし、平成 19 年度の改正医療法により、「医療機器の保守点検は、医療機関が自ら適切に実施しなければならない」と示されており、在宅人工呼吸療法においても例外ではなく、人工呼吸器が医療施設から貸し出されている現状を含めて考えた場合には、定期的な訪問による日常点検や定期点検（交換）など包括的な管理は医療施設が責任を持って実施することが必要と考えられる。

在宅人工呼吸療法において人工呼吸器の保守点検を適切に実施するには、使用状況などを適切に把握しながら、その過程において適切かつ迅速に対応することが必要である。そのことが患者および家族の不安の軽減につながり、人工呼吸器のトラブルなどの減少にもつながると考えられる。それには、人工呼吸器および患者双方をよく知った医療職種が継続的に関わってい

くことが重要と考えられ、そのためには、今後、人工呼吸器および保守点検の専門職である臨床工学技士を活用し、人工呼吸器を継続的かつ包括的に保守管理していくことが望ましいと考える。

5. 関連機器の保守点検

在宅人工呼吸療法においては、停電やブレーカの遮断による突然の電気の供給停止、移動時などでも電気を人工呼吸器に供給し続けなければならないため、外部バッテリーや自家発電機などの外部電源を準備して、可能な限り電気を供給し続けることが重要である。また、人工呼吸器を使用している側には、人工呼吸器が何らかの原因で使用できなくなった場合や災害等に備え、必ず用手式蘇生器具（バグバルブマスクなど）を準備しておくことが必要であり、これらの機器についても保守点検が必要である。

1) 外部バッテリーの保守点検

外部バッテリーは、使用毎に劣化し、使用しなくても時間の経過とともに劣化して使用時間が短縮されてくる。バッテリーは、その種類により中途半端に充放電を繰り返したり、放電したままの状態で放置したりしておく劣化が進み、使用時間が短縮する傾向がある。また、充電したままの状態で長時間置く過充電状態では、密閉型のバッテリーでは内圧が異常に上昇して膨張、破裂などの危険な状態にもなる^{4),5)}ため、注意しなければならない。バッテリーの交換の目安は、一般に2～3年毎といわれており定期的な交換が必要である。

2) 自家発電機の保守点検

自家発電機は長時間に及ぶ停電時や災害時などでは非常に便利であり、その準備も検討する必要がある。しかし、自家発電機は燃料を入れて準備しておくだけではなく、定期的(2～4週間に一度位)に負荷をかけないと自家発電機自体の故障につながり、使用できない状況になる場合も考えられる。そのため、自家発電機を準備する場合には、定期的に発電機に負荷をかけて作動するかどうかを確認することが必要である。

3) バグバルブマスクの保守点検

平成13年に厚生労働省より「生命維持装置である人工呼吸器の安全対策について」が通知され、そのな

かで「人工呼吸器を使用する際には、非常の事態を想定し、何らかの原因により人工呼吸器が機能しなくなった場合に備え、手動式人工呼吸器を備える旨」の項目が示されている。人工呼吸器を使用している側にバグバルブマスクを準備することは必須であるが、準備しておくだけではなく適正に換気できるかどうか定期的に点検することも必要である。

6. 電気設備の問題

在宅人工呼吸療法で人工呼吸器を安全かつ適正に使用するには、人工呼吸器の適切な保守点検の実施以外に一般家庭内の電気設備に関する問題も考えなければならない。一般家庭内における配線形態は、通常使用されている一般家庭電気製品の接続を前提に構築されており、在宅人工呼吸療法を行う部屋のコンセント数、特に医用コンセント(接地極付3Pコンセント)数の不足などが懸念される。また、人工呼吸器や関連機器の接続されている電気回路が他の一般家庭電気製品の使用状況によっては過負荷になることも考えられ、その場合には、その回路のブレーカが遮断されてしまうなど、在宅人工呼吸療法を行う一般家庭では電気設備が問題⁶⁾となることも考えられる。そのため、一般家庭内で人工呼吸器を適切に使用するには、アースの接地は必須であり、一般家庭内においても病院と同様に医用コンセント(接地極付3Pコンセント)や専用電気回路の設置および電気容量の増加など何らかの対策を行うことも重要で、これらは、在宅人工呼吸療法を行う前に整備しておくことが必要と考える。

7. おわりに

在宅人工呼吸療法は、人工呼吸器を装着した患者のQOLの向上を援助することが目的であるが、同時に安全性を確保しながら実施することも重要である。患者のQOLの向上と安全性の確保を同時に行うことは容易なことではないが、人工呼吸器および関連機器の保守点検は、安全性を確保するために必要であり、適切に実施することが重要である。在宅人工呼吸療法を希望する患者が安心して療養生活を受けることができ、また、それを継続できるようにするには、医療施設による包括的な保守管理体制を整備し、臨床工学技士による適切な保守点検を実施することが望ましいと考える。

参考文献

- 1) 石原英樹、坂谷光則、井上義一ほか:在宅ケアの現状と課題—平成16年度全国アンケート調査結果—、厚生労働省難治性疾患呼吸不全に関する調査研究、平成16年度研究報告書、31-34、2005
 - 2) 瓜生伸一:在宅医療業務、Clinical Engineering13(7)、621-625、2002
 - 3) 瓜生伸一、渡辺敏、小林馨ほか:在宅人工呼吸療法の現状 第2報—医療施設に対するアンケートより—、日本呼吸管理学会誌 7(2)、99-103、1997
 - 4) 多田羅勝義編集:日常的で安全な人工呼吸管理をめざして、厚生労働省「筋ジストロフィーのケアシステムとQOL向上に関する総合的研究」班、22-23、2003
 - 5) 石川悠加編著:非侵襲的人工呼吸療法ケアマニュアル—神経筋疾患のための—、日本プランニングセンター、55-56、2004
 - 6) 在宅医療を考慮した屋内配線システム調査研究報告書:(社)電気設備学会、在宅医療を考慮した屋内配線システム調査研究委員会、1999
-

在宅人工呼吸器 保守点検記録

患者氏名_____ ()

	...	...	...	...	...	...
I 訪問種別	定期・臨時 外来・退院 ()	定期・臨時 外来・退院 ()	定期・臨時 外来・退院 ()	定期・臨時 外来・退院 ()	定期・臨時 外来・退院 ()	定期・臨時 外来・退院 ()
II 使用機器(シリアルナンバー)						
III ランニングタイム						
IV 換気条件						
①換気様式 ()						
②モード設定 ()						
③換気回数 ()回/分						
④1回換気量 ()ml						
⑤吸気時間 ()秒						
⑤トリガ設定 ()						
⑥加湿 ()						
V アラーム設定						
①吸気圧上限 ()cmH ₂ O						
②吸気圧下限 ()cmH ₂ O						
③分時換気量下限 ()L/分						
VI 気道内圧						
①普通呼吸時						
VII 作動状態						
①換気条件どおりの作動状態						
②内蔵バッテリーの作動状態						
③外部バッテリーの作動状態						
VIII 機器本体						
①ダイヤル・メータ・ランプの異常の有無						
②機器本体の亀裂・破損の有無						
③機器本体の異音・異臭・発熱の有無						
④吸入口フィルタの汚れの有無	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良
IX 電源部の点検						
①電源コード・プラグの破損の有無						
②サーキットブレーカの異常の有無						
X 呼吸回路						
①呼吸回路の亀裂・破損の有無						
②各接続の緩みの有無						
③バクテリアフィルタの汚れの有無	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良	交換・良
点 検 者						

M022-002(011225)

北里大学東病院 ME センター部

附 1 保守点検実施記録一例
保守点検を実施した場合には、いずれの点検においても必ず記録を残すことが重要。

在宅人工呼吸療法教育カリキュラム

I 概要

	回数	終了日	終了印
① 在宅医療についての説明 [医師・看護職・ME 技士・PT・SW 等]			
② 基礎知識 (解剖生理等) [医師が説明]			

〈書類〉	日付	サイン
在宅患者用医療機器訓練承諾書の提出 [SW が対応]		

II A 人工呼吸器 (機器) の取扱い説明

	回数	終了日	終了印
① 人工呼吸器の取扱い説明 / 仕様やパネルの名称			
② 呼吸回路の取扱い説明 / 呼吸回路の組み立て方法			
③ 機器の取扱い説明 / 機器の作動および調整			
④ 機器の組み立ての実際			
⑤ 機器作動の実際			
⑥ 機器トラブル発生時の取扱い			
⑦ 人工呼吸器 / 毎日の点検方法・チェックリストの使用法			
⑧ 機器の手入れ方法・消毒方法 [臨床工学技士が指導]			

B 呼吸・排痰法

	回数	終了日	終了印
① 腹式呼吸の実際			
② スクイー징と排痰法の訓練			
③ 呼吸法や排痰法の総合訓練 [理学療法士が指導]			

C アンビューバッグの仕様・仕様法

	回数	終了日	終了印
アンビューバッグの仕様・仕様法 [医師が指導]			

D カニューレ交換・吸引

	回数	終了日	終了印
① 気管切開患者に対して注意する事			
② カニューレ交換の実際			
③ 吸引の実際			
④ 吸引チューブの消毒方法			
⑤ 吸引機のトラブル時の対処方法 [医師・看護職が指導]			

E 日常生活上のケア

	回数	終了日	終了印
① 日常現れやすい症状観察事項			
② 食事(形態・介助・誤嚥の観察方法等)			
③ コミュニケーション(意思伝達)手段			
④ 排泄(介助方法・排便コントロール方法)			
⑤ 入浴(カニューレ・呼吸器の取扱いの注意点)			
⑥ 外出(呼吸機器の搬送方法等)			
⑦ 衛生材料の準備・調達方法			
⑧ その他()			
⑨ その他() [看護職が指導]			

II の項目が終了時、総合人工呼吸器 (機器) 作動訓練や呼吸・排痰法、カニューレ交換の実施を行い、主治医の確認を受ける。	日付	サイン
---	----	-----

III 試験外泊

	日付	サイン
① 自宅で人工呼吸器の操作点検を実施する		
② 患者・呼吸器搬送がスムーズにできる		

③ HMV 専用回線電話を使用する [医師、担当病等、総合相談部で対応]		
---	--	--

IV まとめ

	日付	サイン
在宅療養についての説明 (受診方法・緊急時の体制等) [医師が指導]		

〈書類〉	日付	サイン
呼吸機器訓練終了確認書の作成		
契約書の記入		
消防署への依頼文作成 [SW が対応]		

V 退院

	日付
退院 [ME 技士・看護職他同行]	

北里大学東病院

附 2 教育カリキュラム (北里大学東病院での例)

教育指導を確実かつ効率的に実施するには、カリキュラムを作成して各担当が連携しながら実施する。