

NPPV（非侵襲的陽圧人工換気法）の現況と将来

立原 敬一、石田 等、諏訪 邦夫

帝京短期大学 専攻科 臨床工学専攻

Current State and Future of Noninvasive Positive Pressure Ventilation (NPPV)

Keiichi Tachihara, Ishida Hitoshi, Kunio Suwa
Department of Clinical Engineering, Teikyo Junior College

英文要旨

Current status of and prospects to the Noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) were studied.

NPPV does not require tracheal intubation. It is often used in place of the usual tracheostomy positive pressure ventilation (TPPV) at home mechanical ventilation (HMV), resulting in the increase in its use recently.

We experienced the Great East Japan Earthquake of March 11, 2011. We discussed the management structure of NPPV and HMV therapy at the time of this disaster.

和文要旨

非侵襲的陽圧人工換気法 Noninvasive positive pressure ventilation (NPPV) の現況と将来性について検討した。

NPPV は、気管挿管が不要なため在宅人工呼吸療法 Home mechanical ventilation (HMV) において、従来の気管切開陽圧換気療法 Tracheostomy positive pressure ventilation (TPPV) に代わって用いられることが多くなり、近年導入症例が増加している。

今回、2011年3月11日の東日本大震災の発生を鑑み、災害時における NPPV を含めた HMV 療法の管理体制について考察を加えた。

はじめに

従来の人工呼吸療法では、なんらかの気道確保を行いつつ機械的な強制送気を行う陽圧換気法が主流となっている。

非侵襲的陽圧人工換気法 Noninvasive positive pressure ventilation (以下、NPPV) は、気道確保のための気管内挿管を行わずに陽圧換気を行う人工呼吸療法である。本邦でも1990年代初頭より、気管切開陽圧換気療法 Tracheostomy positive pressure ventilation (以下、TPPV) に代わる人工呼吸療法として導入され、近年その適応が拡大されている。

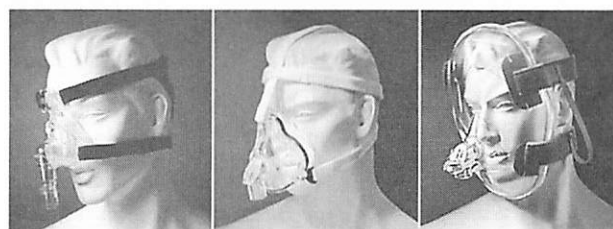
特に、NPPV の特徴から在宅人工呼吸療法 Home mechanical ventilation (以下、HMV) における NPPV 導入症例は増加しており今後も増加が予測される^{1,2)}。

今回、NPPV の現況についてまとめ、その将来性と問題点について、災害時における HMV 療法の対応も視野に考察した。

NPPV の概念

NPPV の最大の特徴は気管挿管を必要としない人工呼吸療法であるという点である。すなわち気管挿管という手技を侵襲的手技ととらえ、専用のインターフェイスマスクで鼻と口を覆う「フルフェイスマスク」によって患者顔面と密着させて陽圧換気を行う点で「非侵襲的陽圧換気」と表現している。

インターフェイスマスクには、他にも鼻だけを覆う「ネーザルマスク」を用いる場合や、鼻と口を含む顔全体を覆う「トータルフェイスマスク」があり、症例によって使い分けされている。(図1：インターフェイスマスクの種類)



(図1) インターフェイスマスクの種類
(左から、ネーザルマスク、フルフェイスマスク、トータルフェイスマスク)

表1 NPPV に用いられているインターフェイスマスクの種類と特徴

インターフェイスマスク	装着部	利点	欠点
ネーザルマスク	鼻	飲水・食事・会話可能 圧迫感が少ない 死腔が少ない	口からリークの可能性 口呼吸で換気不良
フルフェイスマスク	鼻および口	口呼吸でも使用可能	圧迫感が強い 経口摂取不可 死腔が大きい
トータルフェイスマスク	顔面全体	口呼吸でも使用可能 装着面圧迫感が少ない	閉塞感が大きい 経口摂取不可 死腔が大きい

表1にNPPVに用いられているインターフェイスマスクの種類と特徴についてまとめた。

これらのインターフェイスマスクを介して、NPPVが可能な人工呼吸器に接続し陽圧での呼吸補助を行う。(図2：NPPVの代表的機器)



図2：NPPVの代表的機器
(左から、VPAP Adapt SV、BiPAP Focus、BiPAP Synchrony、VIVO40)

TPPVでは、気管切開による気管挿管を行うため、気管チューブ自体が気道抵抗になることに加え、気管チューブのカフによる気道粘膜の生理的清浄作用を失う。また、上気道をバイパスすることにより、上気道が生理的に有する加温加湿機能を喪失してしまうなどの欠点が生じる。

NPPVでは、気道挿管を必要としないことから人工呼吸療法の導入自体は簡便である。また、不必要であればインターフェイスマスクを外すだけで使用を休止できるため、夜間就寝時にのみ呼吸補助が必要な、睡眠時無呼吸症候群 Sleep apnea syndrome (以下、SAS)での使用も可能となる。さらに、気道の生理的な加湿浄化機能が残存するため、加温加湿器の必要性は低く、呼吸器関連肺炎 Ventilator associated pneumonia (以下、VAP)の発生が有意に少ないとされる^{3,4)}。

他にも、意識レベルの低下が無ければ患者との会話によるコミュニケーションが可能で、インターフェイスマスクにネーザルマスクを用いれば、水などの経口摂取も可能であるという点もNPPVの利点と考えら

れる。

以上の点から、NPPVはHMV療法における人工呼吸管理法としてTPPVよりも適していると考えられている。

NPPVの適応

NPPVの適応については、日本呼吸器学会よりNPPVのエビデンスレベルおよび推奨度がガイドライン⁵⁾として出されているものを表2に示す。

NPPVの現況

統計のある1990年から検討するとHMV療法の全体症例数は急激に増加している。特にNPPVの症例数の増加は著しく、1997年に461例であったものが1998年に約1800例となりTPPVの症例数を逆転している。その後もNPPVは症例数が増加し、2004年で約15000例まで増加している。一方、TPPVは2001年と2004年で約2500例とほぼ横ばいの推移となっている^{1,2)}。(図3：HMV療法におけるNPPVとTPPVの症例数推移)

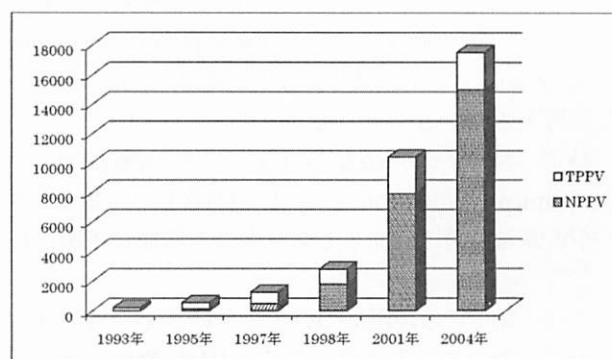


図3：HMV療法におけるNPPVとTPPVの症例数推移

表2 日本呼吸器学会 NPPV ガイドライン

	エビデンス レベル (※1)	推奨度 (※2)
急性呼吸不全		
1. COPD の急性増悪	I	A
2. 喘息	II	C
3. 肺結核後遺症の急性増悪	IV	A*
4. 間質性肺炎の急性増悪	V	C
5. 心原性肺水腫	I	A
6. 胸郭損傷	III	C
7. 人工呼吸離脱に際しての支援方法	II	C
8. 免疫不全に伴う急性呼吸不全	II	A
9. ARDS/ALI、重症肺炎	IV	C
慢性呼吸不全		
1. 拘束性換気障害（慢性期）	IV	C*
2. COPD（慢性期）	II	C*
3. 慢性心不全におけるチェーン・ストークス呼吸	II	B
4. 肥満低換気症候群	I	A
5. 経筋疾患	II	B
6. 小児	III	B

※1 エビデンスレベル

- I : システマティックレビュー、メタアナリシス
- II : 1つ以上のランダム化比較試験
- III : 非ランダム化比較試験
- IV : 分析疫学的研究（コホート研究や症例対象研究による）
- V : 記述研究（症例報告やケース・シリーズ）による
- VI : 患者データに基づかない、専門委員会や専門家個人の意見

※2 推奨度

- A : 行うことを強く推奨する
- B : 行うことを推奨する
- C : 推奨する根拠がはっきりしない
- D : 行わないように勧められる
- * : NPPV ガイドライン作成委員会として推奨する

NPPV の問題点

NPPV の問題点を検討する。

第一に、インターフェイスマスクを鼻や口に圧迫させているだけなので、構造的にリークが生じやすい点あげられる。そのため、気道内圧を高くした人工呼吸管理は事実上不可能で、NPPV 装置はリークが生じることを前提に送気管理をしている。通常のNPPV における最高道内圧は20cmH₂O ~ 30cmH₂O 程度が限界と考えられており、このことから、低コンプライアンス肺に対する呼吸補助は十分に出来ない可能性が

高く、この場合 NPPV より TPPV を選択することが望ましい。

第二に、気管内分泌物の吸引に関しては気道確保していないことから、分泌物吸引チューブを容易に挿入することは出来ない。そのため、気道分泌物が多い症例に関しては、挿管チューブを介した吸引が容易に可能な TPPV を選択すべきである。

第三に、気道と食道の分離ができないため、意識レベルの低下した患者では誤嚥の可能性も高く、NPPV の適応は慎重に判断しなければならない。

表3に TPPV と比較した NPPV の特徴をまとめる。

表3 TPPVと比較したNPPVの特徴

	NPPV		TPPV	
気管挿管	必要なし	○	必要	
気管内吸引	困難		容易	○
回路リーク	生じるのが前提で管理		無いのが前提で管理	○
最高気道内圧	限界あり		理論的には高圧も可能	○
換気量の定量	困難		可能	○
加温加湿器	必要性は低い	○	必要	
挿管チューブ抵抗	なし	○	あり	
VAPなどの合併症	少ない	○	多い	
セデーション	不要	○	必要な場合が多い	
発声	可能	○	一般的には不可能	
経口摂取	可能	○	一般的には不可能	
気道と食道の分離	出来ていない		出来ている	○

※ ○印は利点として有利に働くと考えられる項目

考 察

本邦における高度高齢化社会の到来は、医療環境を見直し医療システムの変革を推進しなければならない状況を生むと考えられる。特に、疾病予防医学や在宅医療への転換は、医療施策の大きな柱となり、それらを支える医療システムの構築が重要である。

呼吸療法分野においては、在宅人工呼吸療法としてHMVが1975年に第1例目が導入され、1990年には慢性呼吸器疾患に対する保険適応となっている。この時に全国で約200例程度であったHMVは、2001年に約10000症例を超え急増している^{1,2)}。

HMVの実施方法には大別するとTPPVおよびNPPVがあるが、近年では挿管を必要とせず低侵襲なNPPVの増加が著しい⁶⁾。特に、在宅人工呼吸器の改良が進み、操作性が向上したことで一般家庭での取り扱いがしやすくなったことなどから、睡眠時無呼吸症候群 Sleep apnea syndrome (以下、SAS) に対する適応の拡大など、在宅医療に関連する導入しやすい環境が整備されつつある⁷⁾。

しかしながら、HMV療法はTPPVやNPPVのいずれにしても、ME機器による昼夜を問わない継続した生命維持管理システムであることに違いはなく、システム全体の管理に十分配慮しなければならない治療法である。

2011年3月11日に発生した東日本大震災においても、HMV療法のみならず在宅酸素療法 Home oxygen

therapy (以下、HOT) を含めると、在宅呼吸療法に用いられるME機器は多岐にわたり、震災直後の病院機能をはじめ電気などの社会的インフラストラクチャが失われた際の対応に苦慮したという報告が散見される。

そのため、在宅呼吸療法の適応拡大と同時に、災害発生時のバックアップ体制を視野に入れた在宅療法に対するフォローアップが重要と考えられ、今回、下記の提言を行いたい。

1. 在宅呼吸管理機器の自己診断機能の拡充
2. 医療機関との機器動作状況のオンライン通信機能
3. 医療機関との機器トラブル発生時のオンライン通知機能
4. Fool proof(フルプルーフ) および Fail-safe(フェイルセーフ) 機能の拡充
5. 操作方法支援機能の見直し

1. に関しては、従来の機器でも自己診断機能を有する装置は多いが、現状では装置の電源投入時における内部機能の自己診断に限定されているものが多い。HMV療法では、長期間にわたり駆動状態であることが多いため、適宜、機器の動作駆動状態をモニタリングし内部機能を含めて自己診断する機能が必要である。

2. に関しては、機器動作状況をオンラインで通信し、医療機関などのスタッフが確認できる機能で、機

器動作状態をトレンド管理することで異常の早期発見に有用である。

3. では、運用機器にトラブルが生じた際に警報を発生し、2. のオンライン通信機能を活用しつつ適切なトラブル原因判断を行う。

4. は、Fool proof（フールプルーフ）機構によって誤操作しにくいシステムを構築しつつ、万が一トラブルが生じた際にも Fail-safe（フェイルセーフ）機構によってトラブルの拡大を予防することで機器の操作面での負担を軽減する。

5. は、通常の方法をディスプレイや音声で支援するだけでなく、トラブル時の対応や災害時において最低限の操作を周囲の方が可能となるような機能が望ましい。

災害時支援を考慮すると、2. および3. のオンラインで医療機関と連携する機能は、個別に在宅療法を管理している医療機関が担うということだけではなく、社会的インフラとして広域で在宅呼吸療法を管理支援するような拠点センターを設立することも一案と考えられる。拠点間でオンライン連携することにより、大規模災害発生時に個々の医療機関の機能が失われても、在宅療法患者の状況把握や緊急事態への対応を可能にする必要がある。

これらの機能については、呼吸ケアチーム Respiratory care team（以下、RCT）の中で、臨床工学技士が医工学分野での知識を生かしつつ構築していくことが必要である。

最後に、RCTとしてHMV療法にかかわると、HMV療法を実際に行っている介護者や家庭の不安感の大きさを痛感する。HMV療法の中でもTPPVと比較すれば、NPPVは不安感のいくつかを軽減するものではあるが、完全なものではない。そのため、NPPV導入に当たっても患者本人の理解のみならず、介護者に対する適切な教育指導を行い、医療側が在宅治療中の継続した支援を行わなければ、患者側にとって過大な負担となりうるものである。

結 語

1. 社会的ニーズからNPPVの適応は今後拡大していくと予測する。
2. HMV療法を導入するにあたり、医療側のインフラストラクチャ整備は未だ不十分で、特に災害時の対応については今後の検討が必要である。
3. 在宅医療支援の一つとして機器のオンライン集中管理が有用である。
4. 医用工学分野の視点がHMV療法の安全性向上・介護者支援に重要である。

<参考文献>

通し番号. 著者: 誌名, 巻号, 頁, 発行所 (発行年)

1. 石原英樹: NIPPV療法導入の手引き, 非侵襲的換気療法研究会,
2. 石原英樹: 在宅人工換気療法の現況と展望, 治療学, vol.37, p.1185-118.
3. Nouridine K, Combes P, Carton MJ et al: Does noninvasive ventilation reduce the ICU nosocomial infection risk? A prospective clinical survey. Intensive care Med 25:567-573,1999
4. Antonelli M, Conti G, Rocco M et al: A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. N Engl J Med 339: 429-435, 1998
5. 日本呼吸器学会 NPPV ガイドライン作成委員会 (編): NPPV (非侵襲的陽圧換気療法) ガイドライン, 南江堂, 2006
6. 3学会合同呼吸療法認定士認定委員会: 第10回3学会合同呼吸療法認定士認定講習会テキスト, 2005, p.411-419
7. 厚生労働省難治性疾患呼吸不全に関する調査研究班: 在宅呼吸ケアの現状と課題—平成16年度全国アンケート調査報告