

慢性呼吸不全に対する 非侵襲的換気療法ガイドライン

非侵襲的換気療法研究会

慢性呼吸不全に対する 非侵襲的換気療法 ガイドライン

非侵襲的換気療法研究会

目次

適応基準のまとめ	7
略語・関連用語一覧	10
はじめに	12
	大阪回生病院睡眠医療センター 大井 元晴
1. 機器とインターフェイス	14
	虎の門病院呼吸器科 成井 浩司
2. 導入方法と患者教育	17
	虎の門病院呼吸器科 成井 浩司
3. 拘束性換気障害	19
	国立療養所南京都病院呼吸器科 坪井 知正
4. COPD 慢性期	22
	大阪府立呼吸器・アレルギー医療センター呼吸器内科・集中治療科 石原 英樹
5. 肥満低換気症候群(OHS)	25
	日本大学医学部第一内科 赤柴 恒人
6. チェーン-ストークス呼吸(CSR)	27
	太田総合病院睡眠センター 高崎 雄司
7. 在宅移行期および移行後	30
	国立療養所東京病院呼吸器内科 町田 和子
8. COPD 急性増悪時	33
	広島市立安佐市民病院内科 徳永 豊
9. 気管支拡張症, その他	36
	大阪回生病院睡眠医療センター 大井 元晴
10. 神経筋疾患	37
	国立療養所八雲病院小児科 石川 悠加
	国立療養所徳島病院小児科 多田 羅勝義
	国立療養所箱根病院神経内科 石原 傳幸
	国立療養所刀根山病院神経内科 神野 進

NPPV の適応基準のまとめ

- 本ガイドラインより抜粋 -

拘束性換気障害(肺結核後遺症・脊椎後側弯症など)

1. 自・他覚症状として、起床時の頭痛、昼間の眠気、疲労感、不眠、昼間のイライラ感、性格変化、知能の低下、夜間頻尿、労作時呼吸困難、および、体重増加・頸静脈の怒張・下肢の浮腫などの肺性心の徴候のいずれかがある場合、以下の、 の両方あるいはどちらか一方を満たせば長期 NPPV の適応となる。

昼間覚醒時低換気($\text{PaCO}_2 > 45 \text{ mmHg}$)

夜間睡眠時低換気(室内気吸入下の睡眠で $\text{SpO}_2 < 90\%$ が5分間以上継続するか、あるいは全体の10%以上を占める)

2. 上記の自・他覚症状のない場合でも、著しい昼間覚醒時低換気($\text{PaCO}_2 > 60 \text{ mmHg}$)がある場合。
3. 高二酸化炭素血症を伴う呼吸器系増悪入院を繰り返す場合。

COPD 慢性期

- ・ 最大限の包括的内科治療を行っていること。
- ・ 導入3～4ヵ月後に血液ガス検査、睡眠時呼吸状態・QOL・NPPVのコンプライアンス評価を行い、継続の必要性を評価すること。

下記 1. あるいは 2. に示すような自・他覚症状があり、3. の ~ いずれかを満たす場合。

1. 呼吸困難感、起床時の頭痛・頭重感、過度の眠気などの自覚症状がある。
2. 体重増加・頸静脈の怒張・下肢の浮腫などの肺性心の徴候。

3. $\text{PaCO}_2 > 55 \text{ mmHg}$

PaCO_2 の評価は、酸素吸入症例では、処方流量下の酸素吸入時の PaCO_2 、酸素吸入をしていない症例の場合、室内気下で評価する $\text{PaCO}_2 < 55 \text{ mmHg}$ であるが、夜間の低換気による低酸素血症を認める症例。夜間の酸素処方流量下に終夜 PSG あるいは SpO_2 モニターを実施し、 $\text{SpO}_2 < 90\%$ が5分間以上継続するか、あるいは全体の10%以上を占める症例。また、OSAS 合併症例で、nCPAP のみでは夜間の無呼吸、自覚症状が改善しない症例
安定期で $\text{PaCO}_2 < 55 \text{ mmHg}$ であるが、高二酸化炭素血症を伴う急性増悪入院を繰り返す症例

肥満低換気症候群

以下のすべてを満たす場合に肥満低換気症候群(OHS)と診断し、OHSは重症のOSASを伴っているため、治療の第一選択としてCPAPを処方する。

1. 高度の肥満(BMI ≥ 30 kg/m²)
2. 日中の高度の傾眠
3. 慢性の高二酸化炭素血症($\text{PaCO}_2 \geq 45$ mmHg)
4. 睡眠呼吸障害の重症度が重症以上

(AHI ≥ 30 , SaO_2 最低値 $\leq 75\%$, $\text{SaO}_2 < 90\%$ の時間が45分以上または全睡眠時間の10%以上, $\text{SaO}_2 < 80\%$ の時間が10分以上などを目安に総合的に判断する)

チェーン-ストークス呼吸

チェーン-ストークス呼吸(CSR)の治療にはCPAP療法、酸素療法が最も有効な治療法と考えられ普及してきているが、現在のところ治療効果が確立しているのはCPAP療法のみである。

CSR治療の開始基準は現在のところ確立していない。ただし、

CSRに伴う日中の高度傾眠、全身倦怠感、睡眠障害などを認める場合

AHI ≥ 20 のCSR患者

に対し、何らかの治療が必要である。

COPD 急性増悪時

1. 高度の呼吸困難を認める。
2. 薬物療法に反応不良である。
3. 吸気補助筋の著しい活動性、奇異性呼吸を認める。
4. 呼吸性アシドーシス($\text{pH} < 7.35$), 高二酸化炭素血症($\text{PaCO}_2 \geq 45$ mmHg)
5. 胸部X線検査で自然気胸を除外していること。

神経筋疾患

1. 肺活量，咳の最大流速(PCF: peak cough flow)， SpO_2 ，呼気終末 PCO_2 を定期的に測定する。進行性疾患や肺活量低下例では定期的に(年1回程度)睡眠時呼吸モニター(SpO_2 ，可能なら呼気終末 PCO_2 も)を行う。
2. 肺活量が2000 mL以下(または%肺活量 < 50%)になったら，救急蘇生用バッグとマウスピースや鼻マスク・口マスクを用いて強制吸気による息溜め(エア・スタック)を行い，MIC(最大強制吸気量)を測定する。
3. PCFが270 L/min以下に低下したら，徒手による介助咳(吸気筋と呼気筋の)を習得する。風邪をひいたときには，パルスオキシメータを用意し， SpO_2 < 95%になるときはNPPVと徒手や器械による介助咳を行って， SpO_2 95%に維持する。酸素を付加しないと SpO_2 95%にならないときは，肺炎や無気肺の可能性を考慮する。
4. 気管内挿管を要した場合は，酸素を付加しなくても SpO_2 が正常化し高二酸化炭素血症を認めなくなってから，抜管する。抜管の際に一時的にNPPVへ移行する必要が生じることがある。抜管後に睡眠時NPPVを中止してしばらくすると症状や高二酸化炭素血症が増悪する例や，肺炎や急性呼吸不全増悪を繰り返す例では，長期NPPVの適応を考慮する。
5. 慢性肺胞低換気症状を認める場合や，定期的な昼間や睡眠時の呼吸モニターにより $PaCO_2$ (または呼気終末 PCO_2 か経皮 PCO_2) 45 mmHg，あるいは SpO_2 < 90%が5分以上続くか全モニター時間の10%以上であれば，夜間のNPPVを行う。必要に応じて昼間にもNPPVを徐々に追加する。
6. 介助により PCF < 160 L/min(エア・スタックを併用しても)になったり，気道確保が困難(咳が不十分，嚥下機能低下や慢性的な誤嚥，分泌物過多)である場合は，風邪をひいたときや気管切開を考慮するときインフォームドコンセントを行って気管内挿管する。

略語・関連用語一覧

略語・用語	全単語表記	訳語・語義
PaO ₂	partial pressure of arterial oxygen	動脈血酸素分圧
PaCO ₂	partial pressure of arterial carbon dioxide	動脈血二酸化炭素分圧
SaO ₂	saturation of hemoglobin with oxygen	動脈血酸素飽和度
SpO ₂	saturation of hemoglobin with oxygen using pulse oximetry	動脈血酸素飽和度のパルスオキシメータ測定値
NPPV	noninvasive positive pressure ventilation(または nasal intermittent positive pressure ventilation)	非侵襲的陽圧換気, 非侵襲的間欠陽圧人工呼吸(類義語 NIPPV ,nPPV ,NIV)
TPPV	tracheostomy positive pressure ventilation	気管切開下陽圧人工呼吸
HMV	home mechanical ventilation	在宅人工呼吸療法
bilevel PAP	bilevel positive airway pressure	バイレベル気道陽圧。吸気圧と呼気圧の圧差による換気法。BiPAP [®] はレスピロニクス社製 NPPV 専用装置の商標。BIPAP(biphasic positive airway pressure)はドレーゲル社製人工呼吸器が備えた換気モード。一定の周期で2相の陽圧を交互に供給する
IPAP	inspiratory positive airway pressure	吸気気道陽圧。吸気時に気道に供給される陽圧。単位は cmH ₂ O(1 cmH ₂ O = 0.98 hPa)
EPAP	expiratory positive airway pressure	呼気気道陽圧。呼気時に気道に供給される陽圧。単位は cmH ₂ O(1 cmH ₂ O = 0.98 hPa)
PEEP	positive end-expiratory pressure	呼気終末陽圧
モード	mode	IPAPとEPAPの切り替えを決定する換気モード
Sモード	spontaneous mode	自発呼吸を検出して IPAP と EPAP を供給する換気モード。IPAPとEPAPの時間と呼吸数は患者の自発呼吸に依存する
Tモード	timed mode	予め設定した分時呼吸数と吸気時間に従い, 自動的に IPAP と EPAP が切り替わる換気モード
S/Tモード	spontaneous/timed mode	自発呼吸を検出して IPAP と EPAP を供給するSモードに加えて, 予め設定した呼吸サイクル時間内に自発呼吸が検出されなかった場合に, 自動的に IPAP が供給されるバックアップ機能を備えた換気モード

略語・用語	全単語表記	訳語・語義
%IPAP _{max}	% inspiratory positive airway pressure maximum time	最大吸気時間比。1回の呼吸サイクル時間におけるIPAP圧供給時間の上限
%IPAP _{min}	% inspiratory positive airway pressure minimum time	最小吸気時間比。1回の呼吸サイクル時間におけるIPAP圧供給時間の下限
ライズタイム	rise time	EPAPからIPAPへの上昇に要する時間
(n)CPAP	(nasal) continuous positive airway pressure	持続気道陽圧呼吸
Auto-CPAP	auto-titrating, self-adjusting continuous positive airway pressure	無呼吸や上気道の開存性を検出し、上気道の開存に必要な圧を自動調整するCPAP法
LTOT	long term oxygen therapy	長期酸素療法
HOT	home oxygen therapy	在宅酸素療法
F _I O ₂	inspired fraction of oxygen	吸入気酸素濃度
PSG	polysomnography	睡眠ポリグラフ検査
AHI	apnea-hypopnea index	無呼吸低呼吸指数
RTD	restrictive thoracic disease	拘束性胸郭疾患
COPD	chronic obstructive pulmonary disease	慢性閉塞性肺疾患
OSAS	obstructive sleep apnea syndrome	閉塞型睡眠時無呼吸症候群
OHS	obesity-hypoventilation syndrome	肥満低換気症候群
BMI	body mass index	肥満指数
CHF	chronic heart failure congestive heart failure	慢性心不全 うっ血性心不全
LVEF	left ventricular ejection fraction	左室駆出率
CSR	Cheyne-Stokes respiration	チェーン-ストークス呼吸
NMD	neuromuscular disease neuromuscular disorder	神経筋疾患 神経筋障害
ALS	amyotrophic lateral sclerosis	筋萎縮性側索硬化症
PCF	peak cough flow	最大呼気流速

はじめに

非侵襲的換気療法はマスクを使用した陽圧換気および陰圧換気を含むが、本ガイドラインではNPPV、およびこれと関連するCPAPを扱う。NPPVは人工呼吸器として使用され、CPAPは主に上気道から肺泡レベルまでの陽圧による気道確保と考えられる。

NPPVは1980年代の初めに、当初はマウスピースを使用した口からの人工呼吸として始まり¹⁾、その後、筋ジストロフィーを対象に夜間の鼻からの人工呼吸として行われ²⁾、CPAP用のマスクが種々利用できるようになったこと、さらに1990年頃に小型で軽量のbilevel PAPが出現したことにより³⁾、急速に利用されるようになった。

日本においては、高二酸化炭素血症を伴う慢性呼吸不全のNPPVは1990年初め頃より、結核後遺症、筋ジストロフィーなどの非侵襲的呼吸管理として始まり、その後、COPDの急性増悪、急性呼吸不全の呼吸管理へと普及していった。日本においてもNPPV症例は急速に増加している。

COPDの急性増悪時におけるNPPVの導入は、一定の教育を受けたコメディカルによっても可能であり⁴⁾、また慢性呼吸不全では導入にも時間的余裕があるためにコメディカルの役割が大きく、導入後の維持、在宅後のケアでは、チーム医療が重要となる。

一般に新しい治療法は、症例報告に始まり、症例の蓄積、比較対照試験へと発展し、エビデンスが蓄積すればエビデンスに基づいたガイドラインが作成される。NPPVは現在、発展途上であり、このようなエビデンスの蓄積はかならずしも十分でないが、急性呼吸不全におけるガイドラインは英国呼吸器学会(BTS)がエビデンスに基づいて作成したものが発表されており⁵⁾、神経・筋疾患を対象としたものは厚生労働省の研究班が作成中である。

後側弯症、結核後遺症による慢性呼吸不全に対するNPPVは、中止すると悪化するので比較

対照試験は倫理的に問題があると考えられ、またほとんどの報告が一致して有効性を認めているため、比較対照試験は行われていない。EBM(evidence based medicine)の観点からは、これらは十分な証拠がない、すなわちCとして扱われる。COPDの安定期に関しては、在宅酸素療法との比較対照試験が行われているが、予後などに関する効果は明らかでなく、同様にこれらはCとなる。したがって、本ガイドラインにおいて扱う慢性呼吸不全でのNPPVはEBMの観点からは、Cないし、専門家の意見(D)となる。

慢性呼吸不全において補助換気を行う目的は、睡眠時呼吸異常、呼吸筋負荷、呼吸調節異常などによる睡眠障害、呼吸困難、高二酸化炭素血症の悪化の改善である。しかし、これらの病態の診断は臨床的に必ずしも容易ではなく、呼吸不全の原因となる疾患により臨床症状に寄与する程度も異なるため、各疾患の導入基準の項目で示した。慢性呼吸不全の症例で、NPPVの有効性を事前に予測するための簡便な検査法がなく、臨床的に適応があると思われる場合には、試験的に使用することができるので、実際に使用してみて症状改善などの効果の程度により継続するかどうか決定するという、治療的診断が可能である。

NPPVはマスクを使用し、挿管を行わないので、一般的には喀痰咯出困難や誤嚥、ショックなどの循環器系が不安定な場合は適応とならない。導入に際しては気胸がないことを確認する。通常は意識下に導入するため、患者の協力が必要である。患者が拒否すれば適応とならないが、慢性呼吸不全の場合には、時間をかけて説得し、試験的に使用するなどのことが可能である。また、継続使用とならなくても、増悪の可能性が高い場合には、患者の反応、条件設定、口漏れの有無などを知っておくと、増悪時に対応しやすい。

本ガイドラインは、人工呼吸の知識をある程度有し、慢性呼吸不全のNPPVに携わる医師、

看護師，理学療法士，臨床工学技師などを対象に，慢性呼吸不全のNPPVの適応，管理などについて現在の状況をまとめたものである。また，2年後の改訂を予定している。

文 献

- 1) Bach J, Alba A, Pilkington LA, Lee M. Long-term rehabilitation in advanced stage of childhood onset, rapidly progressive neuromuscular dystrophy. Arch Phys Med Rehabil 1981;62:328-31.
- 2) Bach JR, Alba A, Mosher R, Delaubier A. Intermittent positive pressure ventilation via nasal access in the management of respiratory insufficiency. Chest 1987;92:168-70.
- 3) Sanders MH, Kern N. Obstructive sleep apnea treated by independently adjusted inspiratory and expiratory positive airway pressures via nasal mask: physiologic and clinical implications. Chest 1990;98:317-24.
- 4) Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicentre randomized controlled trial. Lancet 2000;355:1931-5.
- 5) British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. Thorax 2002;57:192-211.

1. 機器とインターフェイス

概要

NPPV療法には、bilevel PAP(bilevel positive airway pressure)が広く使用されている。鼻マスクなどのインターフェイスの選択やフィッティング調整は本療法の成否を左右する。マスクには主に鼻マスクとフルフェイスマスクがあるが、急性期にはフルフェイスマスクを装着し、容態の安定化に伴って鼻マスクに変更することが多い。圧漏れや鼻根部などの圧迫による傷を防ぎ、治療を安全に続けるために、サイズを選択やフィッティングに留意する必要がある。

1 Bilevel PAP 装置の構造と特性

クリティカルケア用などの従量式人工呼吸器でもNPPVは可能であるが、近年はNPPV専用が開発された従圧式人工呼吸器が広く使用されている^{1~3)}。これらは、吸気を補助するための高いIPAPと、呼気時の低いEPAPの2段階の陽圧を供給する bilevel PAP という換気様式をとる。呼吸回路は1本でシンプルな構造であり、小型・軽量である。回路内は常に陽圧に保たれており、加圧空気はマスクを介して供給され、呼気はマスクに設けられた呼気排出孔から排気される。リークに対して供給圧を自動補正するものの、気道の閉塞や肺の硬さの変化によって換気量が減少するリスクがある^{4,5)}。

圧力の設定範囲は下限は2~4 cmH₂O、上限は25~40 cmH₂Oまで、機種により異なる。IPAPとEPAPの圧力較差によって換気量を増やすが、20 cmH₂O以上の高い圧ではマスク周りからのリークが生じやすくなる。また、IPAPを上げることにより換気量は増加し、PaCO₂値は低下する。EPAPは上気道の開存や肺気量の増加に役立つ^{6,7)}、呼気の再呼吸を避けるために4 cmH₂O以上が推奨される⁸⁾。

IPAPとEPAPの切り替えを定める換気モードは、装置が呼吸数を定める調節換気と患者の自発呼吸をフロ-または圧力の変化で検出する補助換気に大別され、以下の3種類が選択できる

機種が多い。

- ・Sモード:自発呼吸を検出してIPAPとEPAPを供給する換気モード。IPAPとEPAPの時間と呼吸数は患者の自発呼吸に依存する
- ・Tモード:予め設定した分時呼吸数と吸気時間に従い、自動的にIPAPとEPAPが切り替わる換気モード
- ・S/Tモード:自発呼吸を検出してIPAPとEPAPを供給するSモードに加えて、予め設定した呼吸サイクル時間内に自発呼吸が検出されなかった場合に、自動的にIPAPが供給されるバックアップ機能を備えた換気モード

トリガー検出からIPAPを開始するまでの応答時間やIPAPへの到達時間(ライズタイム)は機種によって異なり⁹⁾、また調整できる機種も多い。ライズタイムは、COPDや急性増悪時には短いものが好まれるが¹⁰⁾、慢性安定期では呼吸仕事量への影響を評価した研究はなく、患者の呼吸状態に合わせて設定する。IPAPからEPAPへの切り替えのタイミングは、患者と装置の同調性において大切な因子である。とくにCOPDでは吸気終末が感知されにくく、IPAP時間が不要に長くなる可能性があるため、IPAP時間の設定を調整する。

2 酸素の併用

酸素投与が必要な場合は、マスクもしくは呼吸回路の根元から酸素を投与するが、小型のNPPV専用装置は酸素濃度が規定できないので、血液ガスやSpO₂をモニターして必要量を調整する。マスクから呼気が常時排出しているため、NPPVの施行前と比べて酸素流量を上げることが多い。多くの装置で酸素は15L/分程度まで投与できるが、圧力やマスクの呼気排出量、リークの有無によってF₁O₂は変化する。高濃度酸素が必要な場合は酸素ブレンダーの付いたICU用の装置を使用する。

3 加湿について

NPPVでは上気道を介して加圧空気が送られるので、挿管人工呼吸に比べて加湿の必要性は低いですが、開口によるリークがあると圧を補正するために大量の空気が一度に流れて^{11,12)}、鼻や口の粘膜を乾燥させるだけでなく、鼻詰まりを起こしてさらに口呼吸を招く要因ともなる¹³⁾。加湿器チャンバーの清潔操作が可能ならば、喀痰喀出を促し呼吸の不快感を減じるために、加温加湿を行うことが望ましい。

4 インターフェイス(鼻マスクとフルフェイスマスク)

マスク選択やフィッティング(調整)はNPPVの成否を左右する重要なポイントである。主に鼻マスクと口鼻を覆うフルフェイスマスクが使われる。鼻マスクは鼻からの自然な呼吸ができ¹⁴⁾、痰の喀出や会話が自由にできて死腔も少ない反面、口を閉じていないと有効な換気ができない。フルフェイスマスクは、開口がある場合や急性呼吸不全の治療に用いられることが多い¹⁵⁾。しかし、閉塞感が強く、会話が制限され、吞気による腹部膨満や窒息を生じる可能性があることから、慢性期や在宅療養には適していない。

マスクの装着には、鼻柱の高さや顔の大きさに応じてサイズを選ぶことと、ヘッドギアのストラップをきつく締め過ぎて圧迫し、皮膚炎や潰瘍を来すことのないよう注意が必要である。鼻根部にマスク重量が集中しないように額部分のアーチ角度を調整して額で重さを受けようにする、マスクの種類を替える、皮膚の保護剤やビニールテープを貼って痛みや傷が生じるのを予防するといった、個々の症例に応じた工夫が必要である。

NPPV専用装置はリークが生じてもフローを自動的に増やして供給圧を保つが、鼻マスク使用時に開口による著しいリークがあると肺への換気量が減り、患者と装置の同調性が損なわれ^{16,17)}、長時間に及ぶ場合は睡眠の質も低下する。対策としてはチンストラップやテープ剤による開口面積の縮小¹⁸⁾、もしくはフルフェイス

マスクへの変更を行う。

国内で使用できる主なNPPV装置およびマスクは、一覧を非侵襲的換気療法研究会のホームページに掲載する(<http://www.nippv.org/>)。

文 献

- 1) Hillberg RE, Johnson DC. Noninvasive ventilation. *N Engl J Med* 1997;337:1746-52.
- 2) Kacmarek R, Hill N. Ventilators for noninvasive positive pressure ventilation: technical aspects. *Eur Respir Mon* 2001;16:76-105.
- 3) Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, Lepage E, Brochard L; SRLF Collaborative Group on Mechanical Ventilation. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation: an epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:874-80.
- 4) Girault C, Richard JC, Chevron V, Tamion F, Pasquis P, Leroy J, et al. Comparative physiologic effects of noninvasive assist-control and pressure support ventilation in acute hypercapnic respiratory failure. *Chest* 1997;111:1639-48.
- 5) Schonhofer B, Sorter-Leger S. Equipment needs for noninvasive mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2002;20:1029-36.
- 6) Elliott MW, Simonds AK. Nocturnal assisted ventilation using bilevel positive airway pressure: the effect of expiratory positive airway pressure. *Eur Respir J* 1995;8:436-40.
- 7) Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, Carone M, Gukov B, Donner CF, et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1069-76.
- 8) Ferguson GT, Gilmartin M. CO₂ rebreathing during BiPAP ventilatory assistance. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1126-35.
- 9) Lofaso F, Brochard L, Hang T, Lorino H, Harf A, Isabey D. Home versus intensive care pressure support devices: experimental and clinical comparison. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:1591-9.
- 10) Bonmarchand G, Chevron V, Chopin C, Jusserand D, Girault C, Moritz F, et al. Increased initial flow rate reduces inspiratory work of breathing during pressure support ventilation in patients with exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Intensive Care Med* 1996; 22:1147-54.
- 11) Jubran A, Van de Graaff WB, Tobin MJ. Variability of patient-ventilator interaction with pressure support ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;

- 152:129–36.
- 12) Calderini E, Confalonieri M, Puccio PG, Francavilla N, Stella L, Gregoretti C. Patient–ventilator asynchrony during noninvasive ventilation: the role of expiratory trigger. *Intensive Care Med* 1999;25:662–7.
 - 13) Richards GN, Cistulli PA, Ungar RG, Berthon–Jones M, Sullivan CE. Mouth leak with nasal continuous positive airway pressure increases nasal airway resistance. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;154:182–6.
 - 14) Navalesi P, Fanfulla F, Firgerio P, Gregoretti C, Nava S. Physiologic evaluation of noninvasive mechanical ventilation delivered with three types of masks in patients with chronic hypercapnic respiratory failure. *Crit Care Med* 2000;28:1785–90.
 - 15) Brochard L. What is really important to make noninvasive ventilation work. *Crit Care Med* 2000; 28:2139–40.
 - 16) Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. *Eur Respir J* 2001;17:259–67.
 - 17) Meyer TJ, Pressman MR, Benditt J, McCool FD, Millman RP, Natarajan R, et al. Air leaking through the mouth during nocturnal nasal ventilation: effect on sleep quality. *Sleep* 1997;20:561–9.
 - 18) Teschler H, Stampa J, Ragette R, Konietzko N, Berthon–Jones M. Effect of mouth leak on effectiveness of nasal bilevel ventilatory assistance and sleep architecture. *Eur Respir J* 1999;14:1251–7.

2. 導入方法と患者教育

概要

NPPV療法は、主として自発呼吸のある患者に対して鼻マスクやフルフェイスマスクなどを装着して陽圧人工呼吸を行うため、挿管や気管切開による人工呼吸に比べて、患者の理解と協力がなければ継続が不可能である。そのためには、医師や看護師などのチームで、患者・家族に指導・教育を十分に行うとともに、治療効果と患者の受容の状況を確認しながら、適切な条件設定の調整を重ねる必要がある。

1 導入時期の判断

慢性呼吸器疾患では基礎疾患が徐々に進行し換気補助が必要となることが多い。高二酸化炭素血症を呈する患者で(「3. 拘束性換気障害」および「4. COPD 慢性期」を参照)、睡眠時低換気に由来する早朝の頭痛、傾眠、寝苦しさ、呼吸困難感の増強などの自覚症状や、浮腫などの右心不全の徴候がみられ、在宅酸素療法(HOT)施行中にもかかわらず急性増悪を繰り返す症例は、NPPVの導入を検討する必要がある^{1,2)}。長期HOT患者では、定期的に終夜SpO₂をモニターして睡眠時に低下していないか確認し³⁾、必要があれば睡眠時低換気の有無を検討するためにPSGを行う⁴⁾。

2 導入の手順と患者への説明

治療の開始に先立って、医師、看護師などの医療従事者がNPPV療法に関する知識を十分に持ち、使用する人工呼吸器の操作やマスクのフィッティング手技などを共有しておくことが前提条件である^{5,6)}。

1)患者への説明

治療を始める前に、医師から患者と家族に対して現在の病状、睡眠時の低換気、換気補助の必要性、期待される効果、副作用、NPPV不適応時の対応を説明する⁷⁻⁹⁾。これは治療に対する不安を取り除き、治療へのやる気を高めるために必須である。

2)マスクの種類とサイズの選択

装置を組み立ててベッドサイドに運ぶ。マスクは患者の顔や鼻の形状に適したマスクを選択する。正しいフィッティングは、負担の少ない装着感で合併症を防ぎつつ治療を継続するための重要なポイントである。患者に十分指導し、継続して観察指導を繰り返すよう努める(初日は1時間に満たない短時間の使用が多いので、さほどフィッティングに神経を使う必要はない)。

3)送気の確認と呼吸法の指導

マスクに触れて柔らかさを確かめさせる。次に(必要な場合は酸素を流して)人工呼吸器を作動させ、マスクを医療者または患者自身が手に持ち(ヘッドギアで固定しない)、送気(風)の感触を手の甲や頬に当てて確かめる。風の感じをつかめたらマスクを鼻に軽く押し当てて、鼻から吸って鼻から吐くように指導し、2~3回呼吸してもらう。口を開けると風が強くなり不快さが増すことを説明するが、少なからず口を開いていてもかまわないこと、また、初めは圧への抵抗があり苦しいが、数日で慣れることを説明する。

4)日中の使用

患者が納得したらヘッドギアを固定して治療を続けるが、初回は15分前後で使用を終えることが多い。数日かけて日中2~3時間連続して使用できるように練習し、この間に胸郭の動きや呼吸数、SpO₂や動脈血ガスを参考に装置の条件設定を調整する。装置の操作、マスクの着脱と手入れを患者が独りで行えるように指導する。

5)夜間就寝時の使用

マスク呼吸を受容できるようになったら、夜間就寝時の使用を試す。連続して5~6時間装着できるようになったらSpO₂をモニターし、終夜SpO₂が90%以上になるように酸素投与量を調節する。NPPV導入前後の終夜SpO₂のデータの比較は、患者にとってNPPVの効果の理解に有用である。夜間に著しい開口や口呼吸が続く

場合には、チンストラップやフルフェイスマスクの使用を検討する。

3 導入時の条件設定

慢性呼吸不全患者の安定期の導入では、最初の条件設定はS/Tモード、EPAPは4 cmH₂O、IPAPは6～8 cmH₂Oから始めることが多い(表1)。S/Tモードでのバックアップの呼吸数は、安静時の呼吸数より2～4回少なく設定すると深呼吸やあくびが自由に行える。

人工呼吸器の作動音、患者の胸郭の動き、自発呼吸をよく観察して、患者の呼吸と人工呼吸器が同調しているかどうかを判断する。S/Tモードで自発呼吸と装置の圧力が同調しない場合はTモードに変更する。その場合、呼吸数は自発呼吸と同じか数回多めにし、圧力も高めに設定して、自発呼吸をやめて装置の圧力に乗って呼吸するよう説明する。

IPAPは、初日は圧に慣れることを第一目標とし低めにとどめるが、2日目以降は自発呼吸時より2～4 mmHg低いPaCO₂を目標に徐々に上げて、最終的にはNPPV導入前に比べて10 mmHg程度低い値を目標に調整する。圧を上げると腹部膨満や耳鳴りが出現することもあるが、その場合は患者が耐えられるIPAPが上限となる。なお、気腫性肺嚢胞や気胸の既往がある場合には、気胸の発現に注意して慎重に調整する。

EPAPは、導入初期に息が吐きづらいと訴えた場合は2～3 cmH₂Oまで下げてもかまわないが、呼気の再呼吸を防ぎ、自発呼吸の感知を確実にするために4 cmH₂O以上が推奨される¹⁰⁾。呼吸困難が強いCOPD例では、EPAPをわずかに上げることで吸気が楽に行えるようになる場合もある。

NPPVの導入は医師のみの力で行うことはできない。医師、看護師、理学療法士など医療チー

表1 導入時の初期設定

モード:	S/T
IPAP:	6～8 cmH ₂ O
EPAP:	4 cmH ₂ O
呼吸回数:	12回/分
最大IPAP時間:	1.7秒
(最小IPAP時間:	0.5秒)

ムの全員が意義とテクニックに習熟し、緊密な連携を図って継続的に指導・支援することが成功への鍵となる。

文 献

- 1) Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a consensus conference report. *Chest* 1999;116:521-34.
- 2) 大井元晴, 久野健志, NIPPV研究会. 在宅非侵襲的陽圧人工呼吸の血液ガス, 日常活動性にたいする効果. *日呼吸会誌* 2000;38:166-73.
- 3) Sanders MH, Newman AB, Haggerty CL, Redline S, Lebowitz M, Samet J, et al. Sleep and sleep-disordered breathing in adults with predominantly mild obstructive airway disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2003;167:7-14.
- 4) 石原英樹. 慢性呼吸不全の非侵襲的換気療法. *呼吸と循環* 2003;51:15-20.
- 5) British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
- 6) American Society of Respiratory Care. Consensus Conference. Noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:364-9.
- 7) Mehta S, Hill N. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
- 8) 坪井知正, 町田和子, 大井元晴. 非侵襲的陽圧換気法(NIPPV). *総合臨牀* 1999;48:890-6.
- 9) 成井浩司. 在宅人工呼吸療法(home mechanical ventilation; HMV): 呼吸機能. *呼吸* 2001;20:591-5.
- 10) Hillberg RE, Johnson DC. Noninvasive ventilation. *N Engl J Med* 1997;337:1746-52.

3. 拘束性換気障害

概要

長期 NPPV は、肺結核後遺症・脊椎後側弯症などの拘束性胸郭疾患 (restrictive thoracic disease: RTD) では、仏英およびわが国の比較的大規模でレトロスペクティブな調査^{1~3)}を含むすべてのコホート研究において、生命予後や QOL の改善が報告されており、今日すでに広く用いられ良好な治療成績が得られているため、比較対照試験を行うことは倫理的に困難となっている。適応のある RTD 症例では長期 NPPV を導入することを推奨する。

1 RTD の病態生理

RTD 症例の呼吸機能障害の特徴は拘束性換気障害である。高率に閉塞性換気障害を合併するが、その程度は軽度なことが多い。肺結核後遺症では人工気胸術や外科的治療後 30 ~ 40 年して拘束性換気障害を生じることが多い⁴⁾。

RTD は肺泡低換気による高二酸化炭素血症を特徴とする。夜間、とくに REM (rapid eye movement) 睡眠期に補助呼吸筋の筋緊張低下により低換気が助長され⁵⁾、さらなる高二酸化炭素血症にさらされるため、二酸化炭素に対する呼吸中枢の化学感受性が鈍化する。年余を経て昼間覚醒時の高二酸化炭素血症が進行し、徐々に、あるいは気道感染などを契機に急速に、起床時の頭痛・昼間の眠気・疲労感・不眠・昼間のイライラ感・性格変化・知能の低下・夜間頻尿などのさまざまな臨床症状を呈するようになる。また、呼吸仕事量の増加と呼吸困難による摂食量の低下のため体重減少を来すこともある。

肺血管床の減少、低酸素血症に伴う肺血管の攣縮、多血症による血液粘性度の上昇により肺高血圧となり、肺性心を生じやすい。労作時呼吸困難・体重増加・頸静脈の怒張や下肢の浮腫の急速な出現があれば、肺性心の合併を疑う。

2 長期 NPPV の効果

高二酸化炭素血症は必然的に低酸素血症を合

併するが、RTD 症例に対して酸素療法のみを行うと、自覚症状の軽減が必ずしも達成されず、かえって高二酸化炭素血症が増悪することがある⁶⁾。一方、NPPV による換気補助は肺内病変の少ない RTD に対してきわめて有効にはたらく。現在までのすべての報告で、長期 NPPV 導入後、臨床症状・QOL・生存率の改善が得られている^{1~3,7,8)}。倫理的観点からエビデンスの評価に必要な対照群をおいた比較試験が困難なため、長期 NPPV 導入後の症例に対し一時的に NPPV を中断して睡眠時低換気の再出現やそれに伴う自覚症状の増悪を示すことにより、長期 NPPV の効果が実証されている⁹⁾。

1) QOL の改善

長期 NPPV は自覚症状を改善する。労作時の息切れの減少、睡眠時間の延長や睡眠効率の改善、中途覚醒の減少、夜間の排尿回数の減少、起床時の頭痛の消失、日中の眠気と疲労感の軽減などが報告されている^{1~3,6~9)}。また、下肢の浮腫など肺性心の徴候も改善する。自覚症状の改善に伴い、掃除・洗濯・炊事・買い物などの日常活動能力が回復したり、再就業が可能になる症例もある。その結果、RTD 症例では長期 NPPV に対する満足度が高い。

2) 入院日数および生存率の改善

Leger らの報告では、NPPV 導入前、導入 1 年後、導入 2 年後の 1 年あたりの入院日数が、肺結核後遺症においてそれぞれ 31, 10, 9 日、脊椎後側弯症においてそれぞれ 34, 6, 5 日と改善していた¹⁾。生存率の代用として継続率を調査した研究では、Leger らの 3 年後の継続率が肺結核後遺症・脊椎後側弯症とともに約 76%¹⁾、Simonds らの 5 年後の継続率が肺結核後遺症で 94%、脊椎後側弯症で 79% であった²⁾。PaCO₂

45 mmHg を呈する肺結核後遺症の LTOT 下の 3 年、5 年生存率が 74%、58% であり¹⁰⁾、また、NPPV 症例が LTOT からの移行例を多く含むことから、長期 NPPV の継続率はすぐれていると結論できる。

表 1 RTD における長期 NPPV の適応基準

<p>1. 自・他覚症状として、起床時の頭痛、昼間の眠気、疲労感、不眠、昼間のイライラ感、性格変化、知能の低下、夜間頻尿、労作時呼吸困難、および、体重増加・頸静脈の怒張・下肢の浮腫などの肺性心の徴候のいずれかがある場合、以下の、の両方あるいはどちらか一方を満たせば長期 NPPV の適応となる。</p> <p>昼間覚醒時低換気(PaCO₂ 45 mmHg) 夜間睡眠時低換気(室内気吸入下の睡眠で SpO₂ < 90% が 5 分間以上継続するか、あるいは全体の 10% 以上を占める)</p> <p>2. 上記の自・他覚症状のない場合でも、著しい昼間覚醒時低換気(PaCO₂ 60 mmHg)があれば、長期 NPPV の適応となる。</p> <p>3. 高二酸化炭素血症を伴う呼吸器系増悪入院を繰り返す場合には長期 NPPV の適応となる。</p>
--

表 2 肺結核後遺症における代表的設定例

方法 1	
モード:	T
IPAP:	16 cmH ₂ O
EPAP:	4 cmH ₂ O
呼吸回数:	24 回/分
%IPAP _{max} :	40%
吸入酸素量:	酸素ポートより 1 L/分(フェイスマスクの時は 2 L/分)
マスク:	鼻マスクが主、開口が著しいときのみフェイスマスク
方法 2	
モード:	S/T
IPAP:	14 cmH ₂ O
EPAP:	4 cmH ₂ O
呼吸回数:	20 回 / 分
%IPAP _{max} :	40%
%IPAP _{min} :	27%
吸入酸素量:	酸素ポートより 1 L/分(フェイスマスクの時は 2 L/分)
マスク:	鼻マスクが主、開口が著しいときのみフェイスマスク

3) 生理学的指標の改善

血液ガス所見は長期 NPPV 導入後数週間で改善し、約 5 年間はその値を維持する^{1~3)}。そのため、LTOT を中止できる症例もある。夜間の低換気が改善し、全睡眠時間と全睡眠時間に占める深睡眠時間の割合が増加し、夜間覚醒回数が減少する¹¹⁾。また、最大吸気圧、最大呼気圧、肺活量が増加する場合がある。夜間の NPPV を継続することで、吸気筋や下肢筋の運動耐用能が改善し¹²⁾、安静時および最大運動時の平均肺動脈圧が低下する¹³⁾。

3 長期 NPPV の適応

RTD における長期 NPPV の適応を考える上

で、自覚症状の有無、睡眠時の低換気の有無、覚醒時自発呼吸下の高二酸化炭素血症の有無、が重要である。適応条件を表 1 に示す。

自・他覚症状を呈する場合、昼間覚醒時の低換気がある場合はもちろんのこと、昼間覚醒時の低換気がなくても夜間睡眠時の低換気があれば、長期 NPPV を導入する。自覚症状はないが覚醒時あるいは睡眠時に低換気となる症例には、患者をとりまく環境を考慮に入れたうえで、長期 NPPV の導入を検討する。とくに、安定期の昼間覚醒時自発呼吸下において PaCO₂ 60 mmHg となる症例に対しては、長期 NPPV の導入を強く薦める。長期 NPPV を導入して血液ガス所見が改善した後に、元々あった自覚症状に

気づく症例が多いためである。また，NPPV 導入時に PaCO₂ > 80 mmHg であっても継続率は比較的よく，患者の満足度も高いため，長期 NPPV の対象から除外する必要はない³⁾。

自覚症状がなく，睡眠時および覚醒時の低換気がない症例に対しては，予防的に長期 NPPV を導入する必要はない。ただし，基礎病変が重度で肺活量の低いハイリスク群に対しては，厳重な経過観察が必要となる。

高二酸化炭素血症を伴う呼吸器系増悪入院を繰り返す症例は長期 NPPV の適応となる。

肺結核後遺症における設定例を表 2 に示す。

文 献

- 1) Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation: long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest* 1994;105:100-5.
- 2) Simonds AK, Elliott MW. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-9.
- 3) 坪井知正，大井元晴，野口哲男，北英夫，大塚直紀，関野一ほか．鼻マスク陽圧換気法を長期人工呼吸療法として導入した慢性呼吸不全41症例の検討．*日胸疾患会誌* 1996;34:959-67.
- 4) Bredin CP. Pulmonary function in long-term survivors of thoracoplasty. *Chest* 1989;95:18-20.
- 5) McNicholas WT. Impact of sleep in respiratory failure. *Eur Respir J* 1997;10:920-33.
- 6) Masa JF, Celli BR, Riesco JA, Sanchez de Cos J, Disdier C, Sojo A. Noninvasive positive pressure ventilation and not oxygen may prevent overt ventilatory failure in patients with chest wall diseases. *Chest* 1997;112:207-13.
- 7) Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a consensus conference report. *Chest* 1999;116:521-34.
- 8) Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
- 9) Hill NS, Eveloff SE, Carlisle CC, Goff SG. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am Rev Respir Dis* 1992;145: 365-71.
- 10) 川上義和ほか．在宅酸素療法実施症例(全国)の調査結果について．厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成4年度研究報告書．1992:p.15-20.
- 11) Schonhofer B, Kohler D. Effect of non-invasive mechanical ventilation on sleep and nocturnal ventilation in patients with chronic respiratory failure. *Thorax* 2000;55:308-13.
- 12) Schonhofer B, Wallstein S, Wiese C, Kohler D. Noninvasive mechanical ventilation improves endurance performance in patients with chronic respiratory failure due to thoracic restriction. *Chest* 2001;119:1371-8.
- 13) Schonhofer B, Barchfeld T, Wenzel M, Kohler D. Long term effects of non-invasive mechanical ventilation on pulmonary haemodynamics in patients with chronic respiratory failure. *Thorax* 2001;56:524-8.

4. COPD 慢性期

概要

慢性閉塞性肺疾患(COPD)による慢性呼吸不全患者の在宅呼吸ケアには、包括的なアプローチが必要になる。NPPVの導入にあたっては、薬物療法・酸素療法・呼吸リハビリテーションなど(いわゆる包括的内科治療)を行った上で、必要性を判断することが望ましい。

慢性安定期のNPPV療法には呼吸筋の休息効果や呼吸調節系のリセット効果の可能性が示唆されている。また、COPDに伴う睡眠呼吸障害(睡眠の質も含めて)がNPPVで改善するという報告もあり、健康関連QOLの改善、再入院や急性増悪の頻度の低下につながると考えられている。

1 はじめに

近年、高二酸化炭素血症を伴う患者に対する換気補助療法としてNPPVが普及しつつある¹⁻⁷⁾。これまでⅡ型呼吸不全患者の低酸素血症に対する治療は酸素療法を中心に行われてきたが、肺泡低換気を認める患者には、酸素療法だけではなく、何らかの換気補助療法の必要性が指摘されていた。しかし、NPPVが普及するまでは、換気補助療法の選択肢としては気管切開下陽圧換気療法(TPPV)が中心であったため、在宅症例数はかなり限られていたが、NPPVの普及とともに在宅NPPV症例は加速度的に増加する傾向にある。全国調査では在宅NPPV症例の約30%がCOPD症例である⁶⁾。

COPDによる慢性呼吸不全患者の在宅呼吸ケアには、酸素療法を含めた薬物療法のみならず、包括的なアプローチが必要になる。NPPVの導入にあたっては、これらの薬物療法・酸素療法・呼吸リハビリテーションなど(いわゆる包括的内科治療)を行った上で、必要性を判断することが望ましい。

急性増悪時のNPPV療法に関しては、GOLD⁸⁾のガイドラインにも記載があり、エビデンスの面からも確立されているが、慢性安定期の

NPPV療法に関しては今のところエビデンスが得られていないのが現状である。しかし、「日本呼吸器学会COPDのガイドライン」には、呼吸筋安静化による効果、覚醒時のPaCO₂の低下は睡眠時のNPPVによるPaCO₂の低下と相関するなどの効果が記載されており、慢性安定期のNPPV療法の有用性を示唆している。

2 NPPVの効果

COPD患者では肺の過膨張に伴う一回換気量の制限、横隔膜平底化に伴う収縮効率の低下、内因性PEEPに伴う呼吸仕事量増大などが原因で呼吸筋に負担がかかり、呼吸筋疲労・換気不全を来すと考えられている。NPPVは疲労した呼吸筋の負担を換気補助により軽減し、呼吸筋の休息効果や呼吸調節系のリセット効果の可能性が示唆されている⁹⁾。呼吸筋休息が呼吸筋の回復につながり、NPPV時のみならず、日中の肺機能・血液ガス所見の改善につながると考えられている。

また、COPDにはOSASや低換気に伴う睡眠呼吸障害を合併し、とくに夜間のREM睡眠に伴う低換気がよく知られている。低換気に伴い酸素飽和度の低下が認められる。このような夜間の低換気に伴う低酸素血症は夜間の肺高血圧も招く。これらの睡眠呼吸障害(睡眠の質も含めて)がNPPVで改善するという報告もある⁷⁾。

以上の肺機能・血液ガス・睡眠の改善が健康関連QOLの向上につながると考えられている⁷⁾。

一方、再入院や急性増悪の頻度が低下する可能性が示唆されているが、今後より客観的な検証が必要と思われる。

3 導入基準

慢性安定期の導入にあたっては、前述の最大限の包括的内科治療を行っていることが大前提となる。それにもかかわらず、表1に示すような自覚症状あるいは他覚症状があり、高二酸化炭素血症、夜間の低換気をはじめとする睡眠呼

表 1 COPD 慢性期における長期 NPPV の適応基準

1. あるいは 2. に示すような自・他覚症状があり、3. の ~ いずれかを満たす場合
 1. 呼吸困難感、起床時の頭痛・頭重感、過度の眠気などの自覚症状がある。
 2. 体重増加・頸静脈の怒張・下肢の浮腫などの肺性心の徴候。
 3. PaCO₂ 55 mmHg
PaCO₂の評価は、酸素吸入症例では、処方流量下の酸素吸入時のPaCO₂、酸素吸入をしていない症例の場合、室内気下で評価する
PaCO₂ < 55 mmHg であるが、夜間の低換気による低酸素血症を認める症例。夜間の酸素処方流量下に終夜 PSG あるいは SpO₂ モニターを実施し、SpO₂ < 90% が 5 分間以上継続するか、あるいは全体の 10% 以上を占める症例。また、OSAS 合併症例で nCPAP のみでは夜間の無呼吸、自覚症状が改善しない症例
安定期で PaCO₂ < 55 mmHg であるが、高二酸化炭素血症を伴う急性増悪入院を繰り返す症例

表 2 代表設定例: 1

モード:	S/T
IPAP:	8 ~ 12 cmH ₂ O
EPAP:	4 cmH ₂ O
呼吸回数:	12 回 / 分
%IPAP _{max} :	30 ~ 40%
%IPAP _{min} :	20 ~ 30%
吸入酸素量:	SpO ₂ 90% となる流量を酸素ポートから投与
マスク:	鼻マスクが主、開口が著しいときのみフェイスマスク

表 3 代表設定例: 2

モード:	S/T
IPAP:	12 ~ 18 cmH ₂ O
EPAP:	8 ~ 10 cmH ₂ O
呼吸回数:	12 回 / 分
%IPAP _{max} :	25 ~ 40%
%IPAP _{min} :	20 ~ 30%
吸入酸素量:	SpO ₂ 90% となる流量を酸素ポートから投与
マスク:	鼻マスクが主、開口が著しいときのみフェイスマスク

吸障害を認める症例、および急性増悪を繰り返す症例が主な適応となる。また、COPD で呼吸困難感の強い症例に NPPV が有効なことがある。

導入3~4ヵ月後に血液ガス検査、睡眠時呼吸状態・QOL・NPPVのコンプライアンス評価を行い、継続の必要性を評価する。

4 導入方法

1) PaCO₂ 55 mmHg 症例の PaCO₂ の目標値

日中のPaCO₂の改善度は夜間の改善度と相関するといわれているので、夜間低換気の管理が換気補助の成否を握る。一般に導入前のPaCO₂レベルの5~10%以上の低下を目標値とする。表2に設定例を示す。

2) 夜間低換気・OSAS 合併を認める症例

夜間の酸素処方流量下にPSG, SpO₂モニター

ングを施行し、夜間の低酸素血症がなくなるように圧設定を行う。また OSAS 合併例ではタイトレーション下に AHI, 睡眠の質の改善を目標に圧設定を行う。表3に設定例を示す。

5 おわりに

在宅呼吸ケアはHOTとHMVのみならず、多様な領域を包含しており、病院外での生活と療養を通じて新たな人間としての復権を果たそうとする、すべての呼吸障害者に寄り添うケア全体ということを認識する必要がある。

文 献

- 1) Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation: long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. Chest 1994;105:100-5.
- 2) Simonds AK, Elliott MW. Outcome of domiciliary na-

- sal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-9.
- 3) Hill NS. Noninvasive ventilation: Does it work, for whom, and how? *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1050-5.
 - 4) Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995;333:817-22.
 - 5) American Society of Respiratory Care. Consensus conference. Noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:364-9.
 - 6) 石原英樹, 木村謙太郎, 縣俊彦. 在宅呼吸ケアの現状と課題: 平成 13 年度全国アンケート調査報告. 厚生労働省特定疾患呼吸不全調査研究班平成 13 年度研究報告書. 2002:p.68-71.
 - 7) Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a consensus conference report. *Chest* 1999;116:521-34.
 - 8) Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD): Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute, 2001.
 - 9) Appendini L, Patessio A, Zanaboni S, Carone M, Gukov B, Donner CF, et al. Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;149:1069-76.

5. 肥満低換気症候群(OHS)

概要

肥満低換気症候群(OHS)は高度肥満(BMI 30 kg/m^2), 高二酸化炭素血症($\text{PaCO}_2 \geq 45 \text{ mmHg}$)を伴う重症のOSAS, あるいは夜間の低換気例であり, ガス交換障害が高度であるため循環系合併症を惹起しやすく, 予後不良の病態である。治療には減量と同時にnCPAPが必要である。しかし, 通常のOSAS患者に比して高圧のCPAPが必要であったり, CPAPだけでは睡眠中の低酸素状態(SaO_2 の低下)を防止できない場合があり, bilevel PAPやAuto-CPAPによる治療が必要となることもある。

1 はじめに

OHSは, 著しい肥満と日中の肺胞低換気を示す病態であり, 過去にPickwick症候群¹⁾と呼ばれていたものに相当する。現在ではOHSはOSASの最重症型と考えられている。OHSに関してはこれまで明確な定義はなかったが, 近年, 厚生省研究班(栗山班)²⁾が表1のような定義を発表しており, 診断と治療のための指針も公表されている。しかし, この定義はわが国独自のものであり, American Academy of Sleep Medicine(AASM)³⁾ではとくにOHSを分類せず, sleep hypoventilation syndromeの中に含め, $\text{BMI} > 35 \text{ kg/m}^2$ を危険因子としている。米国では $\text{BMI} > 30$ が全人口の約1/3に認められるのに対し, わが国では5%以下であることを考えれば, 厚生省研究班の定義はわが国の実情に沿ったものであろう。また, 無治療のOHSは非OHS患者に比して予後が悪いことも同研究班の成績⁴⁾が示しており, 適切な治療法の確立が望まれている。

2 治療法の選択

1) 減量

OHSは高度の肥満を伴っているため, 減量は常に考慮されるべき治療法である。しかし, 実際には減量だけで睡眠時の呼吸障害を取り除く

のはきわめて困難で, 他の治療との併用が必要である。

2) CPAP(nCPAP)

OHSは重症のOSASを伴っているため, その治療の第一選択はCPAP(nCPAP)⁵⁾である。適正圧の設定は, PSG下に徐々に圧を上げてゆき, いびき, 無呼吸が完全に消失し, SaO_2 が90%以下に低下しないように圧を設定する。通常はこのtitration studyで至適圧を決定できるが, 肥満が高度の場合, 時に SaO_2 の低下を十分に是正できないことがある。しかし, 一般的にはほとんどのOHSでtitrationが可能で, CPAP治療を続けることができる。肥満が高度になるにつれCPAPは高圧になる傾向があり, 時に $15 \text{ cmH}_2\text{O}$ 以上が必要である場合もある。

CPAP治療はあくまで対症療法であり根治的治療ではないため, 治療を継続していくことが重要である。したがって, 1~2ヵ月ごとに定期的にフォローアップし, 治療の継続を指導していく必要がある。機種によっては毎回の使用状況を内蔵の器機で記録できるものがあり, 治療のコンプライアンスを高める上で有用である。OHSは日中覚醒時に高二酸化炭素血症と低酸素血症を伴うのが特徴であるが, CPAP治療を続けているとこれらの血液ガス異常の改善がしばしばみられる。その理由は未だ明らかではない

表1 肥満低換気症候群の診断基準
(厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班の診断基準)

以下のすべてを満たす場合に肥満低換気症候群と診断する。

1. 高度の肥満($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$)
2. 日中の高度の傾眠
3. 慢性の高二酸化炭素血症($\text{PaCO}_2 \geq 45 \text{ mmHg}$)
4. 睡眠呼吸障害の重症度が重症以上
($\text{AHI} \geq 30$, SaO_2 最低値 $\geq 75\%$, $\text{SaO}_2 < 90\%$ の時間が45分以上または全睡眠時間の10%以上, $\text{SaO}_2 < 80\%$ の時間が10分以上などを目安に総合的に判断する)

が、CPAP治療により肺胞換気量が増加し⁶⁾、また換気/血流不均等が是正されるためと考えられている。また、CPAP治療を続けながら減量を指導すると、比較的容易に減量が可能となることがしばしば経験され、肥満の改善も血液ガス異常の改善に貢献している可能性が考えられる。OHSに対してはまずCPAPを行うことが第一選択である。

3) nasal bilevel PAP

OHSのなかで、時に高圧のCPAPでも完全に低酸素血症を是正できない場合がある。これらの患者では、通常のCPAPでは上気道の不安定さを解消できず、低酸素血症が継続する。これに対し、吸気時と呼気時に別々に圧を負荷するnasal bilevel PAPが有効であることが報告され⁷⁾、bilevel PAP治療の嚆矢となった。bilevel PAPシステムはCPAPに比して低圧で上気道閉塞をコントロールできるため、高圧のCPAPより患者に対する侵襲が少なく、毎晩の使用に耐えられることが多い。American College of Chest Physicians (ACCP)のコンセンサスレポート⁸⁾では、bilevel PAPの適応として、CPAPでは圧が高すぎて使用に耐えられない場合、エアリークが多くて適正な圧が得られない場合、OSASに慢性の閉塞性あるいは拘束性換気障害を合併したためCPAPでコントロールできない場合を挙げている。しかし、PSG下に吸気圧と呼気圧を別々にかけて適切なtitrationを行うのは決して簡単ではない。

4) Auto-CPAP

近年登場したAuto-CPAP⁹⁾は、CPAP器機が内蔵のコンピュータにより自動的に上気道の狭窄・閉塞を感知し、圧をかけて上気道閉塞を防ぐ装置である。したがって、上気道の開存が保たれている時には圧はかからないため、患者の不快感は通常のCPAP器機に比し軽減される。とくにOHS症例では高圧のCPAPが必要な症例が多いため、この装置は有用である。また、通

常のCPAPでは低酸素血症が是正できず、bilevel PAPが必要な例では、Auto-CPAPが有効なことがある。bilevel PAPのtitrationが難しいことを考えれば、Auto-CPAPの有用性は高いかもしれない。しかし、上気道の狭窄・閉塞の感知の方法が機種により異なり、必ずしも一定していないのが大きな問題である。Auto-CPAP使用時には、必ずPSGを施行し、その有効性を確認しておく必要がある。

文 献

- 1) Burwell CS, Robin ED, Whaley RD, Bicklmann AG. Extreme obesity associated with alveolar hypoventilation: a Pickwickian syndrome. *Am J Med* 1956;21:811-8.
- 2) 栗山喬之・総括報告・厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成9年度研究報告書・1998:p.1-11.
- 3) American Academy of Sleep Medicine Task Force. Sleep-related breathing disorders in adults: recommendations for syndrome definition and measurement techniques in clinical research. *Sleep* 1999;22:667-89.
- 4) 木村弘, 江渡秀紀, 巽浩一郎, 岡田修, 栗山喬之. 閉塞型睡眠時無呼吸症候群・肥満低換気症候群の予後と各種治療効果. 厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成11年度研究報告書・2000:p.88-90.
- 5) Sullivan CE, Issa FG, Berthon-Jones M, Eves L. Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet* 1981;1:862-5.
- 6) Berthon-Jones M, Sullivan CE. Time course of change in ventilatory response to CO₂ with long-term CPAP therapy for obstructive sleep apnea. *Am Rev Respir Dis* 1987;135:144-7.
- 7) Sanders MH, Kern N. Obstructive sleep apnea treated by independently adjusted inspiratory and expiratory positive airway pressures via nasal mask: physiologic and clinical implications. *Chest* 1990;98:317-24.
- 8) Loube DI, Gay PC, Strohl KS, Pack AI, White DP, Collop NA. Indications for positive airway pressure treatment of adult obstructive sleep apnea patients: a consensus statement. *Chest* 1999;115:863-6.
- 9) Meurice JC, Marc I, Series F. Efficacy of Auto-CPAP in the treatment of obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:794-8.

6. チェーン-ストークス呼吸 (CSR)

概要

チェーン-ストークス呼吸 (CSR) は、うっ血性心不全 (congestive heart failure: CHF) 患者の約40%に合併し、左心機能のさらなる悪化の原因となる。CSRに伴う日中の高度傾眠、全身倦怠感、睡眠障害などを認める場合、またはAHI

20のCSRである患者には治療が必要で、まずCPAP療法を試み、CPAP療法の継続が不可能な場合には酸素療法を考慮すべきである。CPAP療法は覚醒時に比較的低い陽圧負荷から開始し、患者が鼻マスク装着に慣れてから夜間のみCPAPへと移行する。

1 はじめに

高血圧・虚血性心疾患・心筋症などから左心機能が低下し、それが重症化すると、とくに睡眠中に周期性呼吸や無呼吸といった呼吸障害を合併するようになる。中でも、中枢型無呼吸にも分類されるCSRについては、その原因病態や治療方法¹⁾などが注目され、睡眠呼吸障害に関する最近のトピックスの一つとなっている。本項ではCHFに起因するCSRの病態と、CSRに対する標準的治療方法について述べることにする。

2 疫学と病態

米国ではCHFの患者数は500万人であり、65歳以上における疾患別医療支出はCHFが最も多いと報告されている²⁾。このCHFにおけるCSRの合併率は現在まで正確には把握されていない。ただし、左室駆出率 (left ventricular ejection fraction: LVEF) < 45%で安定した左心機能障害を有する81例の解析結果³⁾によれば、平均10秒以上持続する無呼吸と低呼吸の睡眠1時間当たり発現数であるAHI 15は、全体の40% (32例)に観察された。このように、CHF患者では睡眠呼吸障害が予想以上に高頻度に合併するのではなかろうか。

CHF患者におけるCSRは、肺うっ血に伴う覚醒時PaCO₂の低下、肺内水分量の増加に基づく肺気量減少、肺から化学受容体までの血液循環時間の延長、血圧の変動などが、相加的・相乗的に作用し、発症すると思われる (図1)。また、CHFにいったんCSRが合併すると、低下した左心機能はよりいっそう悪化するという悪循環へと陥るため、CSRが観察されたらCSRに対する治療を速やかに開始し、睡眠と左心機能の障害の改善を図るべきである。

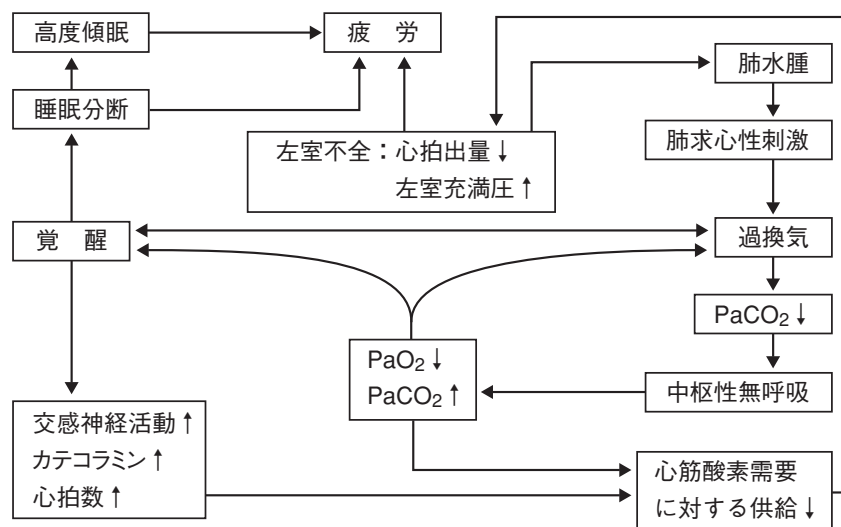


図1 CSRにおける種々因子の相互作用²⁾

3 治療

1) 治療開始基準

CHFに合併したCSRに対するCPAP装置を用いた治療の有効性が1989年に初めて報告¹⁾されて以来、約25年が経過した。この間CSRの治療には酸素療法、テオフィリン製剤やベンゾジアゼピンによる薬物療法などの治療が試みられてきた。しかし現在までのところ、CSRの治療にはCPAP療法、酸素療法が最も有効な治療法と考えられ、普及してきている。

CSR治療の開始基準は現在のところ確立していない。ただし、

CSRに伴う日中の高度傾眠、全身倦怠感、睡眠障害などを認める場合

AHI 20のCSR患者

に対し、何らかの治療が必要である。

2) 有効性

現在のところ、治療効果が確立しているのはCPAP療法のみである。症例数は少ないが、安定した左心不全にCSRを合併した29例を対象として、無作為にCPAP療法の有無の2群に分けて3ヵ月間の治療効果を観察した報告によれば⁴⁾、CPAP治療(10~12.5 cmH₂Oの圧負荷)を行った群では無治療群に比べてLVEFが8%近く有意に改善している(図2)⁵⁾。このようなCPAP療法の効果発現機序として、陽圧負荷による肺気量の増大とPaCO₂の上昇(呼吸調節の安定化)、胸腔内圧陽圧化に伴う左室後負荷の改善(左心機能の改善)、睡眠の質の向上(交感神経活動の抑制)、それに左室前・後負荷の軽減などに伴う心臓への効果などから、LVEFが改善すると考えられている。一方、酸素療法の効果は、低酸素換気刺激抑制に伴うPaCO₂の上昇、胸腔内圧変動の抑制からの睡眠分断の改善が睡眠の質を向上させる機序が関与すると思われるものの、長期効果は未だ明らかにはなっていない。CPAP療法はCHF患者の左心機能の改善にも作用するが、酸素療法では左心機能への効果が証明されていない。一方、治療のコンプライアンスの面では、酸素療法の方がCPAP療法よりも明らかに勝っている。

以上から、CSR患者で治療が必要と判定され

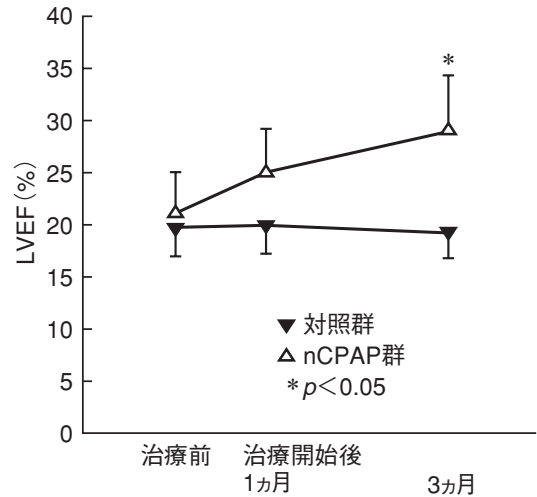


図2 LVEFに対するCPAP(nCPAP)の効果⁵⁾

た場合、まずはCPAP療法を試みるべきだが、何らかの理由でCPAP療法の継続が不可能な場合、酸素療法への変更を考慮するとよい。

4 導入方法

CPAP療法は入院による導入が原則である。具体的には、夜間ではなく覚醒時に4~6 cmH₂Oといった比較的低い陽圧負荷から開始し、その後数日かけて陽圧負荷レベルを8~10 cmH₂Oへと上昇させる。患者が鼻マスク装着に慣れたら、覚醒時ではなく夜間のみのCPAP導入へと移行させるとともに、可能であればPSGでCSRに対するCPAPの効果を確認するとよい。CSRの改善が確認できれば、速やかに在宅治療へと移行させる。しかし一方では、4~5 cmH₂Oといった比較的低圧でも効果があったとの報告⁶⁾もあることから、CPAP療法のコンプライアンスを重視した低圧負荷による治療も効果があるものと思われる。

治療に伴う強い不眠など、夜間のCPAP療法が何らかの理由で不可能と判定された場合には、速やかに酸素療法に切り替える。酸素は通常、鼻腔カニューラを用いて投与するが、全睡眠時間に対するSaO₂ 88%経過時間が5%未満となるように酸素流量を調節する。酸素流量は一般には1~3 L/分で十分であるが、可能な限りPSGを行い、酸素療法の効果を確認するとよい。

最近、CHFに基づくCSRにbilevel PAPによ

る治療が試みられている。今後その有効性が証明される可能性はあるものの、現在のところその効果は確立していないため、本稿では省略した。

文 献

- 1) Takasaki Y, Orr D, Popkin J, Rutherford R, Liu P, Bradley TD. Effect of nasal continuous positive airway pressure on sleep apnea in congestive heart failure. *Am Rev Respir Dis* 1989;140:1578-84.
- 2) Bradley TD, Floras JS. Pathophysiological interactions between sleep apnea and congestive heart failure. In: Bradley TD, Floras JS, editors. *Sleep apnea: implications in cardiovascular and cerebrovascular disease*. New York: Marcel Dekker; 2000. p.385-414.
- 3) Javaheri S, Parker TJ, Liming JD, Corbett WS, Nishiyama H, Wexler L, et al. Sleep apnea in 81 ambulatory male patients with stable heart failure: types and their prevalences, consequences, and presentations. *Circulation* 1998;97:2154-9.
- 4) Sin DD, Logan AG, Fitzgerald FS, Liu PP, Bradley TD. Effect of continuous positive airway pressure on cardiovascular outcomes in heart failure patients with and without Cheyne-Stokes respiration. *Circulation* 2000;102:61-6.
- 5) Naughton MT, Liu PP, Bernard DC, Goldstein RS, Bradley TD. Treatment of congestive heart failure and Cheyne-Stokes respiration during sleep by continuous positive airway pressure. *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:92-7.
- 6) 南谷昌弘, 安間文彦, 小長谷正明. うっ血性心不全のチェーン-ストークス呼吸に対する低圧持続気道陽圧の長期効果. *日本呼吸管理学会雑誌*, in press.

7. 在宅移行期および移行後

概要

急性増悪を防ぎつつ、いかに在宅治療を長期に継続できるかがNPPV成功の鍵である。このためには患者および家族の教育が重要である。

1 NPPVの長期効果^{1~12)}

NPPVの短期効果としては、動脈血ガスの改善、自覚症状(頭痛、倦怠感、息切れ、食欲不振など)の改善、睡眠モニターによる酸素化や睡眠の質の改善がある。しかしこの治療の真価は長期効果である。長期効果としては、在宅率の向上(入院回数、入院日数の減少)、QOLの向上、効果の持続(動脈血ガス)、生存率の向上が証明されている。急性増悪を防ぎつつ、いかに在宅治療を長期に継続できるかが成功の鍵である。

2 在宅移行に向けての患者および家族の教育

1)NPPVに関わる教育

在宅人工呼吸を始めるにあたって患者および家族の意思確認は重要である。とくにNPPVは中心となる患者自身の意思が明確であることが条件である。また誰がキーパーソンなのかを把握しておくことも大切である。退院前に家族にも来院してもらい、NPPVに関する教育を行う。とくに、マスクの組み立て、人工呼吸器の操作、フィルターの交換、加温加湿器の水の補充、マスク・回路などの洗浄(在宅では少なくとも週1回行う)などについては実習を行い、マスク装着補助の練習をしてもらう。機器のトラブルへの対処、緊急連絡先についても指導する。家庭の寝室の条件などから人工呼吸器の配置や周りの環境(延長コードや人工呼吸器を置く台などを含む)を整える。

患者教育は看護師が中心となる。病院独自のNPPVマニュアルを用いて患者教育および看護スタッフ教育に活用してもよい。ほとんどの患者は自分自身で機器の操作および保守管理ができるようになる。人工呼吸器の業者と連絡を取り、患者の不安をなくすようにする。停電、機

器の故障への不安は大きいので、患者が業者から納得のいく説明を受けておくことは重要である。人工呼吸器の騒音が大きすぎる場合は機種変更も検討する。在宅が困難な症例や独居者については施設入所も考慮する。

2)在宅での療養指導

a. 感染予防

急性増悪の原因となる感染を予防するために、痰量および性状を観察し、痰量の増加や膿性痰など気道感染の悪化の徴候に対し早期に対応する。また、感冒に罹患した人との接触を避け、インフルエンザの流行期に先立ちワクチンの接種をしておく。肺炎球菌ワクチンの接種もしておく必要がある。

b. 右心不全対策

顕性の浮腫が出現しなくても、1~2kgの体重増加は右心不全の徴候である。退院時の体重が維持できるように指導し、毎日体重を測定させ、体重増加があれば利尿薬を増量するように指示しておく。また、可能であれば在宅でSpO₂を測定させ、悪化したら連絡するように指示しておく。

c. 医療機関への連絡

NPPV施行中の患者には、わずかでも自・他覚症状の悪化がみられるようなら速やかに連絡が取れるような体制を整えておく。患者の体重、SpO₂、血圧、体温、自覚症状などの病状をチェックし、病状の悪化や異常データが検知されれば、その日のうちに外来を受診するように指導し、増悪所見があれば入院治療を行う。

3 地域医療協力

在宅療養の指導管理のサポートに訪問看護は有用である。訪問看護ステーションなどとは早期から連絡をとり、退院前共同指導を実施しておく在宅移行がスムーズである。担当訪問看護師には、人工呼吸器業者などから十分に機器操作の指導を行っておき、在宅での機器回路の点検もしてもらうとよい。また訪問看護師によ

るバイタルサイン，聴診所見，パルスオキシメータによるチェックなどが在宅での病状評価に役立つ。在宅医療医との連携も重要である。

4 経済的な負担

在宅酸素療法および在宅人工呼吸は健康保険給付の対象となるが，保険の種類に応じた自己負担もある。在宅人工呼吸に関わる保険点数は以下のとおりである(2002年4月現在)。在宅人工呼吸指導管理料2800点，人工呼吸器加算(気管切開陽圧式6840点，鼻マスクないしフェイスマスク陽圧式5930点，陰圧式3000点)，酸素供給源加算(酸素濃縮器4620点，液化酸素4320点，酸素ポンプ3950点)および携帯酸素加算990点である。すなわち酸素濃縮器と携帯酸素使用患者が鼻マスクによる在宅人工呼吸を行うと14340点となる。

身体障害者1級には国の医療費補助があるが，3級以上にはなく，最も問題となる3級の医療補助は都道府県により異なり，大きな患者負担となる可能性もある。医療者は治療の経済的な側面を必ず知っておかなければならない。ケースワーカーなどと相談しながら，必要な患者には経済的負担軽減の方策を行う。

5 社会的支援

患者にとって大きな不安は，病状の増悪のほかに，停電や機器の故障および介護者の疲労である。酸素業者や人工呼吸器業者との密接な連携は当然である。他方では介護保険の活用，ホームヘルパーや入浴などのサービス，ショートステイの活用などの福祉面での支援も重要である。在宅酸素療法ないし在宅人工呼吸患者にとって要望の多い旅行は，全国業者のネットワークを利用すれば可能である。患者の要望があれば，QOL向上の一環として積極的に対応する。

6 在宅モニタリング

パルスオキシメータによる在宅モニタリングや人工呼吸器の使用時間の点検は，NPPVの有効性や患者のアドヒアランス評価に役立つ。

7 在宅移行後の問題点

在宅移行後に起こる問題点は多彩である。

1)呼吸器に関連したもの

マスクに関わる問題が最も多い。なかでも口渇の訴えは多く，開口対策，加湿器温度調整で対処する。多様なマスクが開発されており，マスクの変更により解決することもある。回路上の問題としては，結露(対策:加湿器温度調整で対処)，呼気時などの風が冷たいなどの訴えがある。騒音については機種変更，開口対策などを行う。また，気づかぬうちにホース回路の破損がおき，過剰な送気のため鼓腸を起こすことがあるので，患者および家族に注意を喚起しておく。

2)NPPV開始後の合併症

非人工呼吸時(自発呼吸時)の息切れや倦怠感を訴える患者があり，原因として自発呼吸時と人工呼吸時の呼吸仕事量の較差が考えられる。これに対しては日中呼吸リハビリ，とくに運動療法(下肢ないし上肢の運動を1日30分以上，週3回以上)実行の指示，NPPV時間の短縮，吸気圧の減少などにより対処する。高血圧合併患者において，NPPV施行時には血圧はむしろ低めであるが，NPPV中止後一過性の不快な症状を伴う血圧上昇をみる例があり，このような場合は降圧薬使用法を工夫する。NPPV施行時に高度の不整脈，房室ブロックをみるためNPPV中止を余儀なくされる例もある。このために換気不全による急性増悪を繰り返す例では，ペースメーカー植込みによりNPPVを実施できるようにし，急性増悪を予防することもできる。気管支拡張症や，肺真菌症(肺結核後遺症)例では時に血痰や咯血を経験する。止血薬が有効であるが，咯血量が多いときは気管支動脈塞栓術による止血が有効である。突発的な胸痛や呼吸困難の場合は自然気胸の恐れがあり，NPPVの継続は呼吸困難を増強し病状を悪化させる危険がある。急に呼吸が苦しくなったり胸痛が出現したときは直ちに病院に連絡を取るよう，常々注意しておく。

3)急性増悪時の対応

在宅酸素療法患者と同様にとくに気道感染に

よる増悪が最も多い。抗菌薬，補液，気管支拡張薬の吸入療法は有効であり，NPPVを継続することにより回復することが多い。気道攣縮に対するステロイド使用(全身投与ないし吸入)も有効である。去痰困難例や気道分泌物の多い例では気管支鏡による気道ドレナージも役に立つ。しかし意識障害のある例，分泌物が著しく多い例，酸素化がきわめて悪い例では，侵襲的人工呼吸を早期に行う。ただしこの場合も，侵襲的人工呼吸を望むか否かの患者および家族の意思確認は必要であり，NPPVのまま経過をみることもある。在宅酸素療法の場合と同様に平時の患者教育が大切であり，感染の予防と早期治療が重要である。家族も含めた肺炎球菌ワクチンやインフルエンザワクチンの予防接種や，感冒の流行期には人混みに行かないなどの注意が必要である。

4) 急性増悪によらない動脈血ガスの悪化と終末期の選択

基礎疾患の悪化による動脈血ガスの悪化は避けられない。NPPVの条件変更により一時的な改善は可能であるが，NPPVの限界はある。この場合にTPPVを選択するか，NPPVのままいくのか，患者の意思を事前に確認しておくことも必要であろう。しかし医師，患者，家族とも考えは常に変動するので，その場その場での話し合いが必要となろう。また，終末期を在宅で迎えるか入院するかは，常に問題になってくる。訪問診療を行っていない施設では平素からの在宅医との密接な連携が必要となる。

文 献

1) Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, et al. Nasal intermittent positive

pressure ventilation: long-term follow-up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest* 1994;105:100-5.

- 2) Simonds AK, Elliott MW. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-9.
- 3) 石原英樹，木村謙太郎，大井元晴，橋本修．在宅人工呼吸療法及び非侵襲人工換気療法の現状:平成10年度全国アンケート調査報告．厚生省特定疾患呼吸不全調査研究班平成10年度研究報告書．1999:p.87-90.
- 4) Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a consensus conference report. *Chest* 1999; 116:521-34.
- 5) 坪井知正，青山紀之，町田和子．慢性呼吸不全の長期療法．呼吸と循環 2000;48:17-25.
- 6) 大井元晴，久野健志，NIPPV研究会．在宅非侵襲的陽圧人工呼吸の血液ガス，日常活動性にたいする効果．日呼吸会誌 2000;38:166-73.
- 7) 石原英樹．慢性呼吸不全患者におけるNIPPV．日胸臨 2001;60:121-31.
- 8) Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
- 9) Hill NS, editor. Noninvasive positive pressure ventilation: principles and applications. New York: Future Publishing Company;2001.
- 10) Pauwels RA, Buist AS, Calverley PM, Jenkins CR, Hurd SS; GOLD Scientific Committee. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD) Workshop summary. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1256-76.
- 11) 石原英樹，木村謙太郎，縣俊彦．在宅呼吸ケアの現状と課題:平成13年度全国アンケート調査報告．厚生労働省特定疾患呼吸不全調査研究班平成13年度研究報告書．2002:p.68-71.
- 12) 坪井知正．NPPVの予後への影響のevidence．呼吸と循環 2003;51:47-56.

8. COPD急性増悪時

概要

NPPVは、とくにCOPD患者の急性換気不全に対する有効性が示されている¹⁾。医療現場(救急から外来,入院,術後,在宅まで)に急性換気不全に対して24時間のNPPVを提供できる医療システムづくりが求められている²⁾。この急性期NPPVサービスを効率的に提供するためには、チーム医療を確立し、NPPVの適応と導入、臨床評価、中止基準などの急性期管理についてチームと患者家族でよく話し合い、合意のもとに手順化して実施する必要がある。

1 はじめに

急性換気不全の原因は、呼吸仕事量の増大、換気能力の低下、呼吸中枢からの呼吸刺激の低下により起こる。COPDの急性増悪を例にとると、感染、種々のストレスなどの急性増悪因子により痰の過分泌、気道の浮腫、収縮などが起こり、患者の呼吸仕事量が増大する。また肺の過膨張が増悪するため横隔膜は著しく平底化し、吸気筋の能力を果たせなくなり、呼吸は吸気補助筋の活動に依存する³⁾。胸郭も拡大するため、過大な努力呼吸が必要となる。酸素療法や薬物療法を行い、有効でない場合は急性換気不全が進行し生命の危険が生じるので、換気補助が必要である。

2 急性期のNPPV

急性期NPPVの導入基準(表1)と除外基準(表2)を示す。

NPPVは急性換気不全のすべてに有効というわけではない。呼吸が微弱で生命の危機が迫っているときには侵襲的人工呼吸の選択が適切であり、NPPVは侵襲的人工呼吸の早期離脱に活用する。自然気胸合併によるCOPD急性増悪の高二酸化炭素血症には胸腔ドレーンを挿入し、NPPVの必要性を検討する。またNPPVは適切な臨床の場でトレーニングを受ける必要がある⁴⁾。

3 急性期NPPVの治療方針

主治医はその呼吸管理方針についてインフォームドコンセントを行い、スタッフ間に周知する必要がある。

1. 呼吸性アシドーシスを認め、気管内挿管を実施するには時期尚早であるが、消耗性呼吸の防止のために換気を補助する必要がある。
2. 気管内挿管を念頭に置くが、挿管回避のためにNPPVをとりあえず試用する。効果が得られない場合は気管内挿管を実施する。
3. 気管内挿管を希望しない患者に対する最高限度の治療法として実施する。

4 急性期NPPVの初期導入設定(例)

初期導入設定圧は、IPAP 8 cmH₂O, EPAP 4 cmH₂Oを基本とし、それぞれの圧を増減して患者が楽に呼吸できる至適圧を、バイタルサインおよび呼吸状態を評価しながら決定する。S/Tモードが多く使われるが、急性期ではNPPV装置が患者の努力呼吸を感知しなかった場合のバックアップの呼吸数設定に工夫を要する。

表1 急性期NPPVの導入基準

1. 高度の呼吸困難を認める。
2. 薬物療法に反応不良である。
3. 吸気補助筋の著しい活動性、奇異性呼吸を認める。
4. 呼吸性アシドーシス(pH 7.35), 高二酸化炭素血症(PaCO₂ 45 mmHg)。
5. 胸部X線検査で自然気胸を除外していること。

表2 急性期NPPVの除外基準

1. 呼吸停止
2. 心血管不安定(低血圧症, 不整脈, 心筋梗塞)
3. 傾眠, 精神障害, 非協力的患者
4. 誤嚥の危険性が高い, 粘性または大量の分泌物
5. 最近の顔面または胃食道の手術
6. 頭蓋骨, 顔面の外傷, 固定的な鼻咽頭の異常
7. 極度の肥満

バックアップ呼吸数は患者の努力呼吸数から10～20%引いた値にすると、患者の呼吸とNPPVが同調しやすい。呼吸状態改善により努力呼吸数は減少していくので、バックアップ呼吸数をさらに下げていく。また、急性期NPPVではIPAP補助の立ち上がり速度を早くするほうがよい。設定吸気時間についても患者の呼吸パターンに合っているかをよく観察する。

5 急性期導入の留意点

NPPVには侵襲的人工呼吸のようなテストバッグはないため、いきなりNPPVを努力呼吸中の患者に装着するよりは、まず医師みずからNPPVの初期導入設定を試すとよい。導入直後は呼気介助法を併用し、NPPVと患者の呼吸との同期性を確保する。患者によく話しかけを行い、NPPVへの反応性を診てさらに評価していくという工夫が必要である。

6 NPPVの臨床評価

急性期NPPVの臨床評価は、まずバイタルサイン(心拍数、呼吸数、血圧、SpO₂)で行う⁵⁾。バイタルサインの改善を慎重に判定し、改善を認める場合はNPPVを継続する。NPPVによりバイタルサインが悪化している場合は他の方法を考慮する。呼吸状態の改善は、呼吸困難感の軽減、吸気補助筋(胸鎖乳突筋など)の活動性の低下が有用な指標である⁶⁾。次に、NPPVにより吸気筋の能力が改善しているかをみる。奇異性呼吸が消失し、呼吸努力とNPPVの同期性が保たれ、胸郭がスムーズに拡張していることは、その重要な指標である。導入時は少なくとも1時間はベッドサイドで注意深く観察する。酸素の過量投与時には、SpO₂の値からは高二酸化炭素血症の改善がわからないことがあるので、装着後1時間以内に血液ガス分析を行い、NPPV導入の効果を確認する⁷⁾。以後は定期的にバイタルサインと呼吸状態をチェックしていき、バイタルサインが悪化している場合にはパラメータの変更などを考慮する。NPPV中に咳や痰が多く出てくる場合は、積極的に肺理学療法を活用する。喀痰喀出困難が強い場合は、侵襲的

人工呼吸を念頭に置きながら、NPPVの実効性を慎重に判断する。NPPV実施中の患者は、定期的に治療に対する反応を確認し、必要であればNPPV装置の設定調整を行う。

7 NPPVの中止

NPPV中に呼吸困難やバイタルサインが増悪していく場合は、設定の変更を検討するか、NPPVにより肺の過膨張を悪化させている可能性⁸⁾や、胸腔内圧増大により縦隔気腫などの圧外傷が出現している可能性を考慮し、NPPVを一時中止して経過をみる必要がある。意識レベルが低下している場合や、血液ガス分析にてPaCO₂やpHに改善がみられない場合は、NPPVを中止して侵襲的人工呼吸を検討する⁹⁾。

文 献

- 1) Brochard L, Mancebo J, Wysocki M, Lofaso F, Conti G, Rauss A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995; 333: 817-22.
- 2) British Thoracic Society Standards of Care Committee. Non-invasive ventilation in acute respiratory failure. *Thorax* 2002;57:192-211.
- 3) Organized jointly by American Thoracic Society, the European Respiratory Society, the European Society of Intensive Care Medicine, and the Société de Réanimation de Langue Française, and approved by ATS Board of Directors, December 2000. International Consensus Conferences in Intensive Care Medicine: noninvasive positive pressure ventilation in acute Respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163: 283-91.
- 4) Elliott MW, Confalonieri M, Nava S. Where to perform noninvasive ventilation? *Eur Respir J* 2002;19: 1159-66.
- 5) Plant PK, Owen JL, Elliott MW. Non-invasive ventilation in acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease: long term survival and predictors of in-hospital outcome. *Thorax* 2001;56:708-12.
- 6) 徳永豊. COPDの急性増悪: dynamic hyperinflationと内因性PEEPに対する新しい治療戦略. 救急・集中治療 2001;13:327-33.
- 7) Ambrosino N, Foglio K, Rubini F, Clini E, Nava S, Vitacca M. Non-invasive mechanical ventilation in acute respiratory failure due to chronic obstructive pulmonary disease: correlates for success. *Thorax* 1995;50:755-7.

- 8) Ranieri VM, Grasso S, Fiore T, Giuliani R. Auto-positive end-expiratory pressure and dynamic hyperinflation. Clin Chest Med 1996;17:379-94.
- 9) Wood KA, Lewis L, Von Harz B, Kollef MH. The use

of noninvasive positive pressure ventilation in the emergency department: results of a randomized clinical trial. Chest 1998;113:1339-46 .

9. 気管支拡張症，その他

気管支拡張症では，NPPVにより予後は改善しないものの，入院回数の減少が報告されているが，喀痰喀出可能な症例が対象となる^{1,2)}。嚢胞性線維症では肺移植待機時にNPPVの使用が報告されており，気管支拡張症で肺移植を行う場合にもNPPVの使用が考えられる³⁾。

癌を伴い，痛みに対する麻薬の投与により高二酸化炭素血症を来している例でも，長期予後が見込める場合には適応があると考えられる。

挿管拒否あるいはターミナルケアなどの挿管下陽圧人工呼吸の適応とならない例において，呼吸管理が必要で，NPPVにより呼吸困難などが改善する場合などにも使用できる。

原発性肺胞低換気症候群，中枢性肺胞低換気症候群などに対して，小児での有効性が報告されている⁴⁾。小児に行う場合にはオキシメータなどのモニタリング，はずれた時のアラームが必要と考えられる。

これらの疾患でのNPPVの使用は，患者ある

いは家族と長所・短所をよく話し合っただけで決定すべきと考えられる。

文 献

- 1) Gacouin A, Desrues B, Lena H, Quinquenel ML, Dassonville J, Delaval P. Long-term nasal intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) in sixteen consecutive patients with bronchiectasis: a retrospective study. *Eur Respir J* 1996;9:1246-50.
- 2) Benhamou D, Muir JF, Raspaud C, Cuvelier A, Girault C, Portier F, et al. Long-term efficiency of home nasal mask ventilation in patients with diffuse bronchiectasis and severe chronic respiratory failure: a case-control study. *Chest* 1997;112:1259-66.
- 3) Hodson ME, Madden BP, Steven MH, Tsang VT, Yacoub MH. Non-invasive mechanical ventilation for cystic fibrosis patients: a potential bridge to transplantation. *Eur Respir J* 1991;4:524-7.
- 4) Fauroux B, Boffa C, Desguerre I, Estournet B, Trang H. Long-term noninvasive mechanical ventilation for children at home: a national survey. *Pediatr Pulmonol* 2003;35:119-25.

10. 神経筋疾患

概要

神経筋疾患では患者と介助者にとって QOL の維持が容易な NPPV を活用することにより、より快適に過ごせる可能性がある。原疾患の経過をフォローしながら、定期的に、あるいは必要時に呼吸機能評価を行い、本人と家族の希望に応じてタイムリーな NPPV 導入を実施する。

1 はじめに

欧米では NPPV 適応ガイドラインに「神経筋疾患」や「神経筋障害」(neuromuscular disease, or disorder: NMD)という言葉が使われている(表1)¹⁻³⁾。この NMD の定義は、病変が運動ニューロン(脊髄前角細胞や脳神経の運動神経核)、脊髄神経根、脳神経、末梢神経、神経筋接合部、筋肉のいずれかを主体とするものである⁴⁾。

わが国ではしばしば「神経・筋疾患」という分類も使われるが、これには中枢神経障害が機能障害の主体である疾患も含まれている。意思確認や予後予測がより困難な病態では、欧米でも倫理的問題が個々に生じるため、未だ NPPV 適応ガイドラインとして示せるに至っていない。ここで紹介する神経筋疾患や障害は、欧米の NMD を指していることを断っておきたい。

2 神経筋疾患における換気障害の病態生理

生理学的異常としては、胸郭のコンプライアンスの低下、肺気量の減少、深呼吸とあくびの減弱、筋力が正常の30%以下に低下した際に現れる高二酸化炭素血症が挙げられる。

臨床症状や所見は、無気肺や微小無気肺(小児では肺や胸郭の発達障害を招く)、誤嚥性肺炎(喉咽頭機能低下や咳の能力低下などによる)、人工呼吸器からの離脱困難、胸腹部の呼吸パターンの異常、閉塞性睡眠時無呼吸や混合性無呼吸(初めは睡眠時のみの SaO₂ 低下と高二酸化炭素血症、進行すると覚醒時にも換気障害による血液ガスの異常)、傾眠である⁴⁾。

神経筋疾患では四肢の運動機能低下のため、運動負荷により出現する早期症状を検出することが困難になる⁴⁾。そのため、軽度の呼吸機能障害が見過ごされがちである。一方、不動化により二次性に心肺耐容能の低下を招きやすくなる⁴⁾。そして、通常よりもわずかに大きな負荷がかかると突然、呼吸困難が顕在化する⁵⁾。風邪をひいたときの痰がらみや痰づまり、誤嚥、急性胃拡張による呼吸苦、腹部手術後の肺炎、無気肺などの場合である⁵⁾。

また、急性呼吸不全のエピソードがなく、徐々に慢性肺胞低換気が進行する場合、高二酸化炭素血症が主体であるため、よく知られている低酸素血症の症状を呈することはほとんどない⁵⁾。そのため、睡眠時呼吸障害が重症化してから初めて特徴的な症状に気づかれたり、浅く速い呼吸や努力呼吸を認めたり、また二酸化炭素ナルコーシスに至ることもある⁵⁾。ふだんから慢性肺胞低換気症状 疲労、息苦しさ、朝または持続性の頭痛、朝にボーッとすること、嘔気や食欲不振、日中のうとうと状態と頻回の眠気、

表1 NPPVの適応となる神経筋疾患や神経筋障害

胸郭変形
脊柱側弯や後弯
緩徐進行性の神経筋疾患や障害
ポリオ後症候群(ポストポリオ症候群)
高位脊髄損傷
脊髄性筋萎縮症
緩徐進行性の筋ジストロフィー
ミオパチー
多発性硬化症、両側性の横隔膜麻痺
遺伝性感覚運動ニューロパチー
やや進行の速い神経筋疾患や障害
デュシェンヌ型筋ジストロフィー
筋萎縮性側索硬化症(ALS)
進行の速い神経筋疾患や障害
ギラン-バレー症候群
重症筋無力症
多発性筋炎
悪液質

表 2 神経筋疾患の NPPV 適応ガイドライン

1. 肺活量, 咳の最大流速(PCF: peak cough flow), SpO₂, 呼気終末 PCO₂ を定期的に測定する。進行性疾患や肺活量低下例では定期的に(年1回程度)睡眠時呼吸モニター(SpO₂, 可能なら呼気終末 PCO₂ も)を行う。
2. 肺活量が 2000 mL 以下(または%肺活量 < 50%)になったら, 救急蘇生用バッグとマウスピースや鼻マスク・口マスクを用いて強制吸気による息溜め(エア・スタック)を行い, MIC (最大強制吸気量) を測定する。
3. PCF が 270 L/min 以下に低下したら, 徒手による介助咳(吸気筋と呼気筋の)を習得する。風邪をひいたときには, パルスオキシメータを用意し, SpO₂ < 95% になるときは NPPV と徒手や器械による介助咳を行って, SpO₂ 95% に維持する。酸素を付加しないと SpO₂ 95% にならないときは, 肺炎や無気肺の可能性を考慮する。
4. 気管内挿管を要した場合は, 酸素を付加しなくても SpO₂ が正常化し高二酸化炭素血症を認めなくなってから, 抜管する。抜管の際に一時的に NPPV へ移行する必要があることがある。抜管後に睡眠時 NPPV を中止してしばらくすると症状や高二酸化炭素血症が増悪する例や, 肺炎や急性呼吸不全増悪を繰り返す例では, 長期 NPPV の適応を考慮する。
5. 慢性肺胞低換気症状を認める場合や, 定期的な昼間や睡眠時の呼吸モニターにより PaCO₂ (または呼気終末 PCO₂ が経皮 PCO₂) 45 mmHg, あるいは SpO₂ < 90% が 5 分以上続くか全モニター時間の 10% 以上であれば, 夜間の NPPV を行う。必要に応じて昼間にも NPPV を徐々に追加する。
6. 介助により PCF < 160 L/min(エア・スタックを併用しても) になったり, 気道確保が困難(咳が不十分, 嚥下機能低下や慢性的な誤嚥, 分泌物過多) である場合は, 風邪をひいたときや気管切開を考慮するときにインフォームドコンセントを行って気管内挿管する。

睡眠時の覚醒, 睡眠時の体位交換の増加, 嚥下困難, 集中力低下, 頻回の悪夢, 呼吸困難の悪夢, 呼吸障害による心不全徴候や症状, 下腿浮腫, いらいら感, 不安, 睡眠時に尿意による頻回の覚醒, 学習障害, 学業成績低下, 性欲低下, 過度の体重減少, 筋肉痛, 記憶障害, 上気道分泌物の制御困難, 肥満, 移動時や食事中のチアノーゼ)に注意する必要がある⁵⁾。%肺活量が50%以下に低下すると睡眠時呼吸障害が起こりやすくなり, 20%以下になると高頻度に起こるとされる⁶⁾。

3 長期 NPPV の効果

欧米では神経筋疾患における NPPV の活用を紹介した成書も複数出版されている^{5,7,8)}。

2002 年, 英国で「II 型および III 型脊髄性筋萎縮症の小児の呼吸ケアに関する勧告」が出された⁶⁾。窒息や気管切開に至らないように, 最小限で確実な効果が期待できる場合のみを紹介している⁶⁾。この中では, 「長期人工呼吸を行うために, 過去には気管切開を要していたが, 喉咽頭機能が著しく低下していなければ, 鼻マスクや

鼻ピローで NPPV を行うことができる」とされている⁶⁾。ただし, 「病的肺や慢性呼吸不全の予防に努め, 異常があれば NPPV のエキスパートが治療を行う」となっている⁶⁾。

ALS(amyotrophic lateral sclerosis : 筋萎縮性側索硬化症) に関しては倫理的側面の議論が絶えないが, 熟練した NPPV と徒手や器械による咳介助により, 気管切開を回避して生命予後を平均 1 年以上改善できるとの報告がある⁹⁾。最近, 欧米各国から ALS に対する NPPV について, QOL を含めた有効性の報告が相次いでなされた^{10 ~ 12)}。

4 導入基準

これまで欧米の学会では, NPPV 適応ガイドライン^{1 ~ 3)}や NPPV に関する成書^{5,7,8)}も刊行されている。ALS についてはわが国でも日本神経学会から 2002 年に治療ガイドラインが発表され, 呼吸管理についても記載されているので, 参考にするべきである¹³⁾。ここでは Bach の導入基準¹⁴⁾と Mehta らの拘束性換気障害に対する長期 NPPV 適応基準¹⁾を考慮して, 「神経筋疾

患の NPPV 適応ガイドライン」を呈示する(表 2)。

NPPV の適応を検討する際には、疾患が進行性であることや介護を要する例が多いことから、Mehta らの適応基準¹⁾における相対的禁忌としての、患者や家族の非協力や理解不足、経済面や介護者の不十分さに配慮する。本人と家族のインフォームドコンセントの下に、主治医が適応を総合的に判断する。

5 導入方法

携帯型の従量式人工呼吸器とbilevel PAPのそれぞれの利点と欠点を考慮して、患者に適した機種を選ぶ¹⁵⁾。従量式人工呼吸器は、エア・スタックが可能で、アラーム機能も充実しており、自発呼吸が弱い重症の呼吸機能低下例で特に利点大きい^{1,2)}。一方、bilevel PAPはリーク代償機能を有しており、導入が容易で、快適に使用でき、軽量でメンテナンスも簡便、低コストである^{1,2)}。通常はエア・スタックができる従量式人工呼吸器が使用されるが、小児例、筋力低下が著明でない呼吸機能障害例、従量式人工呼吸器を快適に使用できない例(ALSの一部など)では、bilevel PAPが選択される^{1,2)}。モード設定では、assist/control(またはS/T)モード、control(またはT)モードが多用される^{2,16)}。control(またはT)モードでは、呼吸数は15~20回/分程度、吸気と呼気の比(I/E比)は1:1~2程度に設定されることが薦められる¹⁶⁾。バックアップ換気は本人の自発呼吸回数よりやや少ない程度(10~23/分程度)とする^{1,16)}。

神経筋疾患では十分な換気を得るために、閉塞性肺疾患に比べて吸気気道内圧を高く設定することが多い(快適であれば12~20 cmH₂O、一回換気量では15~20 mL/kg程度)¹⁶⁾。重症の肺病変の合併がなければ、PEEPは呼気の仕事を増すので不要である(呼気弁のないbilevel PAPを使用する場合は、呼出した二酸化炭素の再呼吸を避ける最小値とする)⁷⁾。

6 おわりに

今後も臨床研究や欧米のガイドラインを参考

に、ケアシステムの充実を図りながら、わが国における神経筋疾患のNPPV適応はさらに検討される必要がある。

文 献

- 1) Mehta S, Hill NS. Noninvasive ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:540-77.
- 2) Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation: a consensus conference report. *Chest* 1999;116:521-34.
- 3) American Society of Respiratory Care. Consensus Conference. Noninvasive positive pressure ventilation. *Respir Care* 1997;42:364-9.
- 4) Zaidat OO, Suarez JI, Hejal RB. Critical and respiratory care in neuromuscular diseases. In: Katirji B, editor. *Neuromuscular disorders in clinical practice*. Woburn: Butterworth-Heinemann; 2002. p.984-99.
- 5) Bach JR, editor. *Management of patient with neuromuscular disease*. Philadelphia; Hanley & Belfus Inc. Medical Publishers: 2004.
- 6) Manzur AY, Muntoni F, Simonds A. Muscular dystrophy campaign sponsored workshop: recommendation for respiratory care of children with spinal muscular atrophy type II and III. 13th February 2002, London, UK. *Neuromuscul Disord* 2003;13:184-9.
- 7) Bach JR, editor. *Noninvasive mechanical ventilation*. Philadelphia; Hanley & Belfus Inc. Medical Publishers: 2002.
- 8) Simonds AK, editor. *Noninvasive respiratory support: A practical handbook*. 2nd ed. London; Arnold, A member of the Hodder Headline group; 2001.
- 9) Bach JR. Amyotrophic lateral sclerosis: prolongation of life by noninvasive respiratory aids. *Chest* 2002; 122:92-8.
- 10) Butz M, Wollinsky KH, Wiedemuth-Catrinescu U, Sperfeld A, Winter S, Mehrkens HH, Ludolph AC, Schreiber H. Longitudinal effects of noninvasive positive-pressure ventilation in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82:597-604.
- 11) Oppenheimer EA. Treating respiratory failure in ALS: the details are becoming clearer. *J Neurol Sci* 2003; 209:1-4.
- 12) Bourke SC, Bullock RE, Williams TL, Shaw PJ, Gibson GJ. Noninvasive ventilation in ALS: Indications and effect on quality of life. *Neurology* 2003;61:171-7.
- 13) 日本神経学会治療ガイドラインAd Hoc委員会. ALS治療ガイドライン 2002. *臨床神経学* 2002;42:670-719.

- 14) Tzeng AC, Bach JR. Prevention of pulmonary morbidity for patients with neuromuscular disease. *Chest* 2000;118:1390-6.
- 15) 石川悠加編著. 非侵襲的換気療法ケアマニュアル. 東京;日本プランニングセンター:2004.

- 16) Robert D, Willig TN, Paulus J. Long-term nasal ventilation in neuromuscular disorders: report of a consensus conference. *Eur Respir J* 1993;6:599-606.

慢性呼吸不全に対する 非侵襲的換気療法ガイドライン

Therapeutic Research vol.25 no.1, 2004 別刷
2004年2月20日発行

編集 非侵襲的換気療法研究会
発行所 ライフサイエンス出版株式会社
〒103 0024 東京都中央区日本橋小舟町11-7
Tel. (03)3664 7900

印刷所 三報社印刷株式会社

Printed in Japan © ライフサイエンス出版2004