

## 3. 在宅人工呼吸療法 (HMV)

在宅人工呼吸療法 (home mechanical ventilation; HMV) は、単に病態疾患管理や延命治療ではなく、今やリハビリテーションや呼吸苦の症状緩和ケアにも位置付けられ、多職種で多面的包括的な呼吸ケアを行うことが必須である。本稿では技術的側面を中心に記載するが、我々が advanced care planning (ACP: 今後のケア計画) を行うために、知っておく必要がある。

### 在宅人工呼吸療法の現況

以前は、急性期に挿管下人工呼吸療法が行われ、抜管できず気管切開下陽圧換気療法 (tracheostomy positive pressure ventilation; TPPV) で在宅へと移行する患者が多くいたが、急性期における非侵襲的陽圧換気療法 (noninvasive positive pressure ventilation; NPPV) の台頭により減少している。特に呼吸器疾患や循環器疾患における TPPV は激減し、NPPV が急増している。

また神経筋疾患でも、なるべく気管切開は行わず、適切な時期からの NPPV 導入と気道クリアランス、胸郭の可動性維持を行い、終生 NPPV が可能な筋ジストロフィー患者も多い。しかし球麻痺の進行が早く気道確保が困難で排痰困難な患者には、気管切開が余儀なくされる。神経筋疾患の多くは、通院不能＝呼吸不全進行期には神経内科医のもとを離れ、在宅医中心の診療になり、在宅医の多くが神経筋疾患の HMV を担っている現実がある<sup>1)</sup>。在宅医こそ HMV に習熟する必要がある。

### 慢性期人工呼吸ケア導入

気道確保が必要ない場合、第一に NPPV が選択される。しかし NPPV 成功のためには至適設定に加え、気道クリアランスが必須であり、“人工呼吸ケア”とした。ACP のためにも、また導入時期を見逃さないためにも、在宅医が

知っておく必要がある。

#### A. 呼吸筋麻痺を呈しない症例

呼吸器疾患、循環器疾患、重度の睡眠時無呼吸症候群、肺胞肥満低換気があるが、特に呼吸器疾患にのみ言及する。慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease; COPD) や気管支喘息難治例では気道病変が主座の閉塞性換気障害を呈するが、長年の呼吸筋疲労により呼吸筋の萎縮、線維化が起り拘束性換気障害も呈する。また結核後遺症、肺の術後、側弯や亀背などの胸郭変形、肺線維症の末期なども、拘束性換気障害を呈する (導入基準はガイドライン参照)。

おおむね、すでに高 CO<sub>2</sub> 血症を伴う急性増悪入院を繰り返す患者には、慢性安定期の確立のために NPPV 導入が必要である。拘束性要素のある呼吸不全では日中の低 O<sub>2</sub> 血症より在宅酸素療法 (home oxygen therapy; HOT) を行うことが多いが、実はそれより前に夜間睡眠による肺胞低換気が出現するので、夜間 SpO<sub>2</sub> モニタリングを行う。室内気吸入下で SpO<sub>2</sub><90% が 5 分以上継続するか、あるいは全体の 10% 以上を占める場合は、NPPV 導入の適応である<sup>2)</sup>。SpO<sub>2</sub> の低下を酸素で補うなら、自ずと PaCO<sub>2</sub> は貯留する。本来は換気補助 NPPV が病態に即している。

特に COPD は common disease で、かつ喫煙による併存症のため、他科で担当することが多く、未診断も多い。喫煙歴があり呼吸苦を呈する患者には積極的に呼吸機能検査を行い、適

切な呼吸ケアの介入が必要である。近年 COPD は吸入薬の開発と進歩により、治療効果の高い疾患と位置付けられた。在宅医が意識高く診断することは、喫煙率の高い団塊の世代の老齢化に大きな福音となるので、あえて申し加えた。

## B. 呼吸筋麻痺を呈する症例<sup>1, 2)</sup>

神経筋疾患、脊髄損傷などは、呼吸筋麻痺による拘束性換気障害を呈する。肺活量の低下 (%VC<60%) があれば、疲労、息苦しさ、朝方の頭痛、倦怠感など慢性肺胞低換気症状を慎重に問診する。日中の SpO<sub>2</sub><94% または、PaCO<sub>2</sub> ≥ 45Torr ならば、睡眠時 SpO<sub>2</sub> モニタリングを行い、AHI (apnea hypopnea index) が 10/時間以上、SpO<sub>2</sub><92% の低下が 4 回以上続くか、全睡眠時間の 4% 以上なら、酸素のみの投与は避け、換気補助目的に睡眠時 NPPV 導入を行う。同時に肺や胸郭のコンプライアンスと肺拡張や気道クリアランスの維持を行う。肺は膨らみ得るのに胸郭が拡がらず、末梢無気肺を呈し肺容量低下、胸郭も肺も拘束性換気障害を呈する。その予防に最大強制吸気量 (maximum insufflation capacity; MIC) レベルまでの深吸気を行う。舌咽呼吸でのエアスタックや、最大吸気後アンビューバッグで息止めしながら 3 回肺内へ送気を行うことで MIC レベルまでの深吸気が得られ、これを日に 3 回行うことが推奨されている。咳嗽力の低下で排痰困難となるが、その咳嗽力の評価にピークフローメーターで咳の流速を測定する咳流速 (cough peak flow; CPF) が用いられる。CPF<270L/分では上気道炎や誤嚥時、気道分泌物の咯出が困難になるため、有効な咳嗽の練習を始める。MIC レベルの深吸気から胸郭や腹部を押す咳介助や、排痰補助装置 (mechanical insufflations-exsufflation; MI-E) の導入を試みる。このような呼吸ケアにより、筋萎縮性側索硬化症 (ALS) や duchenne 型筋ジストロフィーでは生存率や QOL は明らかに改善した。

しかし球麻痺進行型の ALS や声帯機能不全、

喉頭ジストニアを呈する多系統萎縮症には、気道確保の目的で TPPV が選択される。TPPV 導入とともに、NPPV 同様、肺や胸郭のコンプライアンスと肺拡張や気道クリアランスの維持も行う。

## 器機を選択とモード

特にライフサポート目的には内部バッテリー搭載の器機を選ぶ。従量式と従圧式とがあり、従圧式はバリエーションに優れ、より細かな設定ができる。従来、気道分泌物の多い神経筋疾患には、痰で気道内腔が狭まり換気量が低下するのを防ぐため従量式を用いるが、呼吸器疾患には従圧式が好まれる。従量式では、数回の換気を呼出せずエアスタックし排痰が行えるなどの利点もある。また回路にも閉鎖回路 (呼気弁) と開放回路 (呼気ポート) があり、肺の内部障害のない神経筋疾患では呼気弁式の閉鎖回路を用いて、サポート圧を大きく取れるよう呼気圧 (expiratory positive airway pressure; EPAP) 0 にする。また EPAP0 でないと開口時にリークし、NPPV 装着下での食事や会話がしにくい。従圧式でも 1 回換気量を保つ設定が開発され、気道分泌物が多い場合でも従圧式が可能である。最低保証 1 回換気量と吸気圧 (inspiratory positive airway pressure; IPAP) の最低値と最高値を設定し、睡眠による低換気に対し、設定した 1 回換気量を保つよう IPAP が設定幅内で up-down する。神経筋疾患でも、同一器機で覚醒時は従量式に、睡眠時は従圧式に変更することもある。さらに最新モード Auto-EPAP 機能は、気道に呼気時 1cmH<sub>2</sub>O の圧を 5Hz でかけて (オシレーション) 生じる流量変化が少ないとき、閉塞と判断し EPAP を設定幅で上昇し、睡眠時気道閉塞に対応すべく開発された。一定のタイミングでオシレーションを行うため、実際のログデータをみると、閉塞に対しタイムリーに EPAP が上がらない印象であり、改良が必要である。器機により同じモードでも別の

表記で、かつ英略語であり、敬遠されがちだが理解すればそれほど難しいものではない<sup>3)</sup>。

## 在宅での人工呼吸ケア

人工呼吸器の設定の原則を一言でいうなら、NPPV、TPPV 問わず、患者の病態を改善し、体型にあった十分な換気をサポートする設定を行うことである。以下にそのための観察点や確認の仕方、同時に人工呼吸ケア継続のために必要な気道クリアランスについても解説する。HMV 患者を担当したら、必ず確認して頂きたい。

### A. ふさわしい設定か？<sup>3)</sup>

多くの患者で設定が弱すぎ換気不全による二次的拘束性換気障害を呈する。TPPV では特に注意を要し、TPPV の離脱途中の設定のままであることが多い。なかには、器械が外れたときに自発呼吸があるように、TPPV 下でも自発呼吸が残る設定、呼吸回数 3 回 / 分でサポート圧  $3\text{cmH}_2\text{O}$  という非常に弱い設定の患者もいた。十分な換気補助が得られず、患者は頻回の呼吸をして代償し、そのため呼吸筋疲労、線維化、萎縮に陥っていた。自発呼吸では十分な呼吸ができず人工呼吸器が必要なのに、不十分な設定がかえって弱った呼吸筋を酷使し、さらなる呼吸筋疲労、萎縮、線維化へと進行し、二次的な拘束性換気障害を招く。ALS などの進行性疾患は別にし、器械を外せばいつでも自発呼吸は再開する。ALS などの進行性の疾患では不完全な設定ゆえに、呼吸筋麻痺が早まる可能性もあり、かえって弱い設定が害になる。そこで完全器械換気になるような設定を目指す。

また NPPV では IPAP $8\text{cmH}_2\text{O}$ 、EPAP $4\text{cmH}_2\text{O}$  が定石のごとく、至適設定が検討されていない。1 回換気量を必ず観察し、体型に合わないときは IPAP を上げる必要がある。すでに胸郭が硬い患者は換気量を一気に増やせないで、徐々に圧を上げる。呼吸回数は IPAP を上げ換気量を増やした上で、自発呼吸と同じかやや少なく

設定する。換気量が増えると、胸郭の可動性が改善し、さらに IPAP を上げられ、体型に合った換気量に近付ける。肺の内部障害のある患者には、至適 EPAP の設定も行う。COPD は動的肺過膨張を呈し、内因性 PEEP (positive end expiratory pressure) に見合う EPAP の設定が必要である。病態を改善し、呼吸筋休息を行う設定を追求する。疾患にかかわらず、NPPV でも完全器械換気となる設定を追求する。

現在、在宅人工呼吸器は進歩し、ICU の人工呼吸器と同様、患者の一呼吸ごとの波形が画面上でみられる。かつ、ログデータがダウンロードでき、圧波形、フロー波形、1 回換気量、リークなどが解析できる。器械換気と自発トリガー換気の違いもつく。一番観察が必要な夜間睡眠中のログデータが解析でき、さらに厳密な至適設定が可能となった。

### B. 気道クリアランスや胸郭、肺のコンプライアンスの維持を目指す

神経筋疾患などの呼吸筋麻痺が進行する疾患では、常時 1 回換気量のみでの換気では、末梢の無気肺を招く。深呼吸モード搭載の器械では 1 時間に数回の深呼吸を設定する。それ以外は、先述の MIC レベルまでの深吸気や MI-E 導入も考える。前医で行われていないことも多い。

### C. NPPV が継続可能か？気管切開のタイミングを見計らう

MI-E で排痰可能かどうかは鍵である。不可能なら気管内吸引のため気管切開が必要である。ALS の球麻痺や、多系統萎縮症の声帯機能不全や喉頭ジストニアが進行し気道の虚脱で気道確保が困難なら、気管切開が必要である。

## 入院、紹介のタイミング

紹介時に紹介元の医療機関には、急性増悪の際にはしっかりと連携し、入院を受け入れてもらえるよう依頼しておく。

COPD では、急性増悪により生存率、呼吸

機能が低下する。急性増悪を防ぐような慢性安定期の確立が必要である。いつもと違う呼吸苦を日常生活労作のなかから気付き、ステロイド、抗生剤の投与など早期介入により急性増悪を未然に防ぐことができる。しかし在宅で肺過膨張が改善できない場合、気道感染が重度で喀痰の分泌がコントロールできない場合、また不安が強かったり、経口摂取が困難な場合で在宅療養が不可能な場合には入院を行う。

神経筋疾患では、NPPVで気道感染によりMIEにても喀痰の咯出が困難な場合には、入院を行う。なかでも筋ジストロフィーは拡張型心筋症を伴い、ACE阻害薬、 $\beta$ 遮断薬を主軸にした心保護戦略により生命予後は改善した<sup>4)</sup>。未導入や心不全が増悪する際には専門医への紹介が必要である。また消化管機能が著しく低下するため、早期より毎日の便通コントロールが消化管リハビリテーションを意味する<sup>4)</sup>。腹筋の萎縮により筋性防御などの徴候が出にくいので注意を要する<sup>4)</sup>。また急性胃拡張を起こし絶飲食を必要とする際には、速やかな入院が必要である。

## 患者を支える多職種連携

### A. 神経筋疾患

TPPVは活動制限、易感染性、コミュニケーション障害など苦痛を伴う。なかには体位変換を拒み拘縮痛に悩む患者もいるが、動かすことが重要である。スイッチングの工夫など残存機能を用いた器具の考案や、気管切開前に保存した声でコミュニケーションツールも整える。医師、看護師、理学療法士、作業療法士、言語聴覚士、栄養士、歯科衛生士、訪問マッサージ師、薬剤師、ケアマネジャー、介護サービス担当者で、しっかり向き合いACPを行い、多面的包括的呼吸ケアを行う。在宅生活の継続には、家族の介護負担を最大限軽減させる努力を行う。

### B. 呼吸器疾患

多くの在宅医がとかく呼吸不全患者には消極

的であることを非常に懸念する。在宅医が知識と技術を持ち、在宅でこそ生存率の改善、QOLの維持のために新たに行えることは多い。急性増悪を未然に防ぐことは重要で、多職種による多面的包括的呼吸ケアが大きな意味をなす。COPDでは身体活動量が最も強い予後規定因子とされ、栄養療法と呼吸リハビリテーションの併用がまさに身体活動性の向上に重要である。昼間は十分なりハビリテーションと身体活動性を維持する生活を行い、夜間は完全器械換気となる設定でNPPVを装着し呼吸筋休息を行う。また動的過膨張で運動に制限のある患者では、IPAP、EPAPを上げたりハビリテーション用の設定でNPPVを装着すると、高負荷の運動療法が可能となる<sup>4)</sup>。

## 人工呼吸器メーカーとの連携

導入前に地域の医療スタッフに十分な説明を行う。TPPVでは回路交換のタイミングや方法、NPPVではマスクや回路の洗浄に関して、誰がどのように行うか、メーカーと協力してあらかじめ決める。さらに人工呼吸器内の治療履歴ログデータを定期的に解析し、ふさわしい設定かどうかを確認する。また災害時の対応など、想定できる限り事前の打ち合わせが必要である。

(武知 由佳子)

### 《引用文献》

- 1) 日本神経治療学会治療指針作成委員会：標準的神経治療重症神経難病の呼吸ケア・呼吸管理とリハビリテーション。神経治療30(2)：193-212, 2013.
- 2) 日本呼吸器学会NPPVガイドライン作成委員会：NPPV（非侵襲的陽圧換気療法）ガイドライン改訂第2版。南江堂, 2015.
- 3) 武知由佳子：在宅人工呼吸療法。スーパー総合医在宅医療のすべて, 中山書店, 298-307, 2014.
- 4) 石川悠加 編：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～第1版。日本プランニングセンター, 2004.
- 5) 武知由佳子：在宅療養支援診療所。呼吸リハビリテーション最前線 身体活動の向上とその実践。医歯薬出版, 198-205, 2014.