

### 3.在宅用人工呼吸器

重症心身障がい児者における人工呼吸器療法の適応

呼吸とは息を吸って吐くことであり、酸素を取り込んで二酸化炭素を排出すると言い換えることができる。このうち酸素を取り込むことを酸素化、二酸化炭素を排出することを換気と呼び、呼吸の問題を考える場合両者を区別して考える必要がある。

呼吸管理を行う目的は、1)酸素化の改善、2)換気の改善 3)呼吸苦の改善 4)気道閉塞の解除であり、継続した呼吸管理が必要であると判断された児が在宅での呼吸管理の適応となる。酸素化の改善のみが必要な場合は在宅酸素で十分であり、呼吸障害の中でも特に換気障害すなわち二酸化炭素の排出が困難な児が人工呼吸器療法の適応となることが多い。適応となる疾患は多岐にわたるが、

- 1)肺実質の問題・・・慢性肺疾患など
  - 2)気道の問題・・・気管軟化症など
  - 3)呼吸中枢の問題・・・低酸素性虚血性脳症後など
  - 4)呼吸筋の問題・・・筋ジストロフィーや脊髄性筋萎縮症など
  - 5)その他
- に分類できる。

#### 在宅人工呼吸器の分類

TPPV(気管切開陽圧換気)と NPPV (非侵襲的陽圧換気) に分類される。

##### i) NPPV

気管切開や気管挿管を伴わない人工呼吸であり、鼻マスクやフェイスマスクを使用して換気を行う。

メリットとしては、気管切開によるデメリットや合併症がないことがあげられる。デメリットとしては、気道分泌物の誤嚥や胃食道逆流の悪化、マスクによる褥瘡などがあげられる。慢性的な誤嚥があったり気道分泌物が多量であったりする場合やマスクフィットが不可能である場合には NPPV の適応にならない。

##### ii)TPPV

単純気管切開もしくは喉頭気管分離を伴った人工呼吸である。メリットは NPPV よりも確実に呼吸管理ができること、下気道の気道分泌物の吸引が容易であることがあげられる。デメリットは気管切開に伴う合併症が挙げられる。

#### 在宅人工呼吸器の機器の種類と設定

##### i)NPPV

すべての在宅用人工呼吸器で NPPV による使用が可能である。NPPV 専用の呼吸器と TPPV 及び NPPV の双方で利用可能な呼吸器がある。TPPV と比較してデッドスペースが多いた

め、1回換気量の設定はやや多めがよい。

NPPV 専用の呼吸器では、圧設定として IPAP と EPAP を設定するが、その意味は PSV+PEEP とほぼ変わりはない。

#### ii)TPPV

呼吸器の設定は volume controlled ventilation(VCV)と pressure controlled ventilation(PCV)の2つの方式がある。VCV はリークが多いと換気がしっかりできなくなり、逆に圧が強くなりすぎると肺損傷を起こすこともあるため、乳幼児で用いることはほぼない。PCV での呼吸器モードとしては 1)SIMV (同調型間欠的強制換気) 2)A/C (補助/調節換気) 3)PSV (圧支持換気) 4)CPAP (持続気道陽圧)がある。PSV に関しては CPAP+PSV の場合と SIMV+PSV として使用する場合がある。自発呼吸がない児では SIMV でも A/C でも SIMV+PSV でも何も変わりはない。それぞれの特徴を理解し児に適したモードを選択する必要がある。

PCV のパラメータ設定は、1)換気回数 2)吸気時間 3)吸気圧と呼気終末陽圧 4)ライズタイム 5)トリガー感度があり、本人の自発呼吸の有無や肺の状態に合わせて設定する。

### 呼吸器回路について

人工呼吸では、吸気を送り込むだけでなく呼気を排出することが必要である。呼吸器回路にはいろいろなパターンがあるが、どこで呼気を排出するかの違いである。

#### i)シングル回路+呼気ポート (パッシブ回路)

呼吸器から患者までが1本の回路になっているシンプルな構造である。TPPV の場合、呼気の出口として必ず呼気ポートが必要である。呼気ポートからは呼気時だけではなく吸気時もリークがあるため、吸気圧を保つためにガス流量は多量に必要である。したがって加湿不足による痰の硬化には注意が必要である。

#### ii)シングル回路+外付け呼気弁 (アクティブ回路)

主に TPPV で用いられる回路で、前述の呼気ポートと違い、呼気弁が吸気呼気に合わせて膨らんだりしぼんだりして回路内の圧調整ができるようになっているため、パッシブ回路に比べると少ないガス流量で圧のコントロールが可能となる。

#### iii)ダブル回路+外付け呼気弁

吸気回路と呼気回路の2本で構成される回路で呼気回路の末端に呼気弁が取り付けられているタイプである。加温・加湿に関してはアクティブ回路と同等である。ウォータートラップをつけることができるため、アクティブ回路と違い患者や布団が濡れることは少なく済む。

#### iv)ダブル回路+呼吸器内蔵呼気弁

ダブル回路で呼気回路が呼吸器に接続されるタイプ。換気量を実測値で測ることができるため、患者の状態を把握しやすい。

## NPPV のインターフェイス

呼吸器回路に呼吸弁がなければ、インターフェイスに呼吸弁が必要となることに注意が必要である。

インターフェイスの選択やフィッティングは使用時の本人の快適性に大きくかわる部分であり、その選択と工夫が NPPV 導入が成功するかどうかの大きな鍵となる。

インターフェイスとしては、

- 1) ネーザル
- 2) ネーザルピロー
- 3) フルフェイス
- 4) 口マスク
- 5) マウスピース

などがある。それぞれに特徴があり短所・長所がみられる。鼻につけるタイプの場合、フィッティングはしやすいことが多いが、開口によりリークが起きる。また鼻閉の影響を受けやすい。フルフェイスは皮膚トラブルは起きやすいが開口があってもその影響を受けない。患者の生活様式や呼吸状態、希望に応じて最適なインターフェイスを選択する必要がある。終日 NPPV を使用する患者においては覚醒時の視野が広くとれるものの方が好ましいと考えられるし、会話や食事のために開口しやすいものの方がよいであろう。

インターフェイスは海外製で日本人向けではないため、エアリークは避けられない。鼻プラグの周囲をドレッシング材でシールするなどの工夫が必要になることもある。インテンショナルリークは 20~30L/min 以下にすることが望ましい。

## 排痰補助装置について

排痰補助装置の中で Mechanical Insufflation-Exsufflation (MI-E) のみが在宅での保険適応がある。MI-E はあくまで上気道の痰の喀出を介助するものであり、下気道の痰の排痰には体位変換などの別の方法が必要となる。自力で排痰が困難な神経筋疾患や脊髄損傷で MI-E の使用が推奨されているが、脳性麻痺児に対しての使用については現状ではコンセンサスはない。咳のピークフロー (CPF) が (12 歳以上で) 160L/min 以下の患者が MI-E の適応と考える考え方もある。

ブラの存在や気胸の既往があった場合には禁忌であり、不整脈や心不全のある患者には慎重に使用する必要がある。MI-E の合併症としては、呑気と腹部膨満・気胸・悪心・徐脈・頻脈がある。使用中のバイタルサインの悪化や痛みの訴えがあった場合はいったん中止して状態を確認する必要がある。使用中は酸素投与ができないため、酸素投与が常時必要な患者では短時間の使用にとどめ SpO<sub>2</sub> の低下に注意する必要がある。

実際の使用においては、±20hPa 程度の弱い圧から始め耐えられるところまで有効な咳が得られるように圧を上げていく。画面上に表示される peak cough flow (PCF) は正確な数字ではないが、ある程度傾向は示されている。有効な痰の喀出が得られるためには PCF は (12

歳以上では)160L/min 以上が必要と言われており、粘調度の高い痰の喀出には 270L/min 以上が必要とされている。可能であれば表示を見ながら目標とする PCF になるまで圧を上げていくとよい。ただし脳性麻痺児においては、圧を上げすぎない方がむしろ PCF が上がることもあるのに注意が必要である。

### トラブルに備えて

呼吸器の急な故障に備えてバグバルブマスクはいつでも使用できる形で携行しておく必要がある。また気管カニューレを使用している場合は、予定外抜去に備えて予備のカニューレを持っていた方がよい。停電時に備えて電気を必要としない足踏み式吸引機などを準備しておいた方がよい。

TPPV で換気不良が起きたときには DOPE の順に、異常がないかどうかを確認する。  
D(displacement…気管カニューレの位置異常) O(obstruction…気管カニューレの閉塞)  
P(pneumothorax…気胸) E(equipment failure…機械の異常)

体動がある児では気管カニューレの固定にも注意が必要である。呼吸器回路がカニューレから外れたり回路と一緒にカニューレが抜去されたりする場合もあるため、回路をベルトなどで体に固定することが重要である。カニューレが外れやすい児ではカニューレをたすき掛けで止めたりクリップエイドなどを使用したりする工夫も考慮する。

アラームは、呼吸回数・吸気圧・PEEP・一回換気量・分時換気量で設定するが、リークが多いと一回換気量が増加するため呼気分時換気量のアラームをオフにせざるを得ない場合がある。その他啼泣やファイティングなどでアラームを厳密に設定することが困難な場合がある。そのため呼吸器のアラームだけではなくパルスオキシメーターを使用しそのアラーム設定を厳密に行っておくことが望ましい。