

A 人工呼吸開始からセッティング

1 どんなときに人工呼吸を開始するか

人工呼吸には、非気管挿管下の人工呼吸と気管挿管下の人工呼吸がある。前者を非侵襲的人工呼吸と呼び、後者を気管挿管下人工呼吸と呼ぶ。非侵襲的陽圧換気（noninvasive positive pressure ventilation: NPPV）が普及した今日、人工呼吸開始のタイミングは変化しつつある^{1,2)}。NPPVを用い低酸素血症、高二酸化炭素血症、努力呼吸に対し人工呼吸を早めに開始するようになった。一方、気管挿管下人工呼吸は人工呼吸器関連肺炎（ventilator-associated pneumonia: VAP）などの合併症を起こすことからその期間はできるだけ短くしようとするのが世界的潮流である。

A ゴールは呼吸機能が回復するまで命を維持し救命することにある

意識が清明で、患者の協力がえられ、喀痰が喀出でき、数日で離脱可能な軽中等度の呼吸不全ではマスク下などで行う気管挿管なしのNPPVをまず試み、重症例では気管挿管下での人工呼吸を開始するのが今日の基本的考え方である^{1,2)}。

NPPVおよび気管挿管下人工呼吸は、両者ともに、肺でのガス交換を改善（低酸素血症と高二酸化炭素血症の改善）し、呼吸筋負荷を軽減（呼吸筋疲労の改善）する。しかし、人工呼吸が呼吸不全の原因を治すわけではない。人工呼吸のゴールは、第1に、呼吸機能が回復するまで人工呼吸で命を維持し、第2に、合併症はより少なくそして入院期間はより短くでき、第3に、救命することにある。

B 適応は人工呼吸の効果と問題点のバランスで決まる

人工呼吸の適応に際して考慮すべきことは、人工呼吸開始は実際その患者に有益となるか。人工呼吸開始に伴う利点は欠点を凌駕できるほど大きいのか。患者の予後はどうか。患者の病気は可逆性の疾患か。人工呼吸開始後、呼吸不全の原因または増悪因子に対し何らかの有効と思われる治療手段をもっているかということを考慮する。もし、人工呼吸開始に伴う効果とその問題点を上まわ

表 A-1 NPPV および気管挿管下人工呼吸の利点と欠点

	NPPV	気管挿管下人工呼吸
適応	軽度から中程度の呼吸不全	重症呼吸不全
利点	早めに人工呼吸が可能 鎮痛・鎮静薬が不要 生活の質を改善（会話可能）	気道確保が確実（意識障害患者でも可能） 気管内吸引が可能（喀痰が多い患者でも可能） より強力な陽圧換気や PEEP が可能
欠点	気管内吸引が不可能 気道確保が不確実（昏睡では不可） 患者の協力を要する	気管挿管を要する（喉頭浮腫など） 鎮痛・鎮静薬を要する（咳反射の抑制） 気道感染が増す（VAP など） 肺圧外傷の可能性（VALI など）

NPPV: noninvasive positive pressure ventilation（非侵襲的陽圧換気）

PEEP: positive end-expiratory pressure（呼気終末陽圧）

VAP: ventilator-associated pneumonia（人工呼吸器関連肺炎）

VALI: ventilator-associated lung injury（人工呼吸器関連肺傷害）

るほど大きく、有益と判断するならば人工呼吸開始を検討する^{1,2)}。

C 人工呼吸が呼吸不全を治すわけではない

人工呼吸そのものが呼吸不全を治すわけではない。例えば、心原性肺水腫であれば利尿薬やドパミンなどで心不全の治療を行うことが根本的な呼吸不全の治療である。人工呼吸はこれらの薬が効を奏するまで生命を維持しているに過ぎない。肺癌の末期症状としての呼吸不全であれば、人工呼吸そのものはただ患者の生命を数日から数週間維持するに過ぎない。気管挿管下であれば患者は意思表示なしに死を迎えることになる。

D 2つの人工呼吸の利点と欠点を理解する

NPPV および気管挿管下人工呼吸はそれぞれ利点と欠点がある（表 A-1）。人工呼吸開始に際してはそれぞれの利点と欠点をよく理解して人工呼吸を開始することが必要である^{1,2)}。

E 気管挿管に伴う合併症を理解する

生命維持法の1つである NPPV および気管挿管下人工呼吸はどちらも合併症を起こす可能性がある。特に、気管挿管下人工呼吸は、気管挿管そのものと強力な陽圧換気や呼気終末陽圧（positive end-expiratory pressure: PEEP）が合併症を招く^{1,2)}。気管挿管下人工呼吸に際してはこれらの合併症をよく理解し開始する必要がある（表 A-2）。

表 A-2 気管挿管下人工呼吸の合併症

1) 気管挿管に関連したもの
・ 気道粘膜障害 (喉頭浮腫, 声門下浮腫, 気管食道瘻, 気管無名動脈瘻)
・ 経鼻挿管による副鼻腔炎と鼻咽頭壊死
・ VAP (気管挿管関連肺炎 endotracheal-associated pneumonia ともいう)
・ 空気嚥下症
・ ストレス潰瘍と拘禁性精神障害
2) 強力な気道内陽圧によるもの
・ 静脈還流量の低下による心拍出量低下 (尿量減少と体内水分貯留)
・ 肺胞の過膨張による肺圧外傷 (気胸, 縦隔気腫, 皮下気腫)
・ 肺胞の虚脱・再加圧の繰り返しによる人工呼吸器関連肺傷害 (ventilator-associated lung injury: VALI)
・ うっ血性肝障害 (高い PEEP による)

表 A-3 NPPV 開始のタイミング

・ 高濃度酸素投与が必要である (マスク 10 l/分以上またはリザーバマスク)
・ 低酸素による症状がある (不穏, 発汗, 呼吸困難)
・ 努力呼吸で疲弊しそう (呼吸数 > 35 回/分が 5 分以上, 補助呼吸筋の使用)
・ 気管チューブ抜管後に呼吸不全の発生が予想される (65 歳以上, 心不全, APACHE II 12 点以上など)

APACHE II (Acute Physiology and Chronic Health Evaluation, 重症度評価法で APACHE II 12 以上は重症例である)

表 A-4 NPPV の適応除外

・ 緊急気管挿管の必要がある (上気道閉塞がある)
・ フェイスマスクが利用できない (顔面の手術, 外傷, 奇形など)
・ 患者の協力が得られない
・ 重度の意識障害がある
・ 循環動態が不安定である (血圧 < 90 mmHg, 心拍数 > 140/分でドパミン > 5 μ g/kg/min, 重症不整脈や重症心筋虚血がある)
・ 喀痰が多く喀出できない
・ 誤嚥や嘔吐の危険がある (上部消化管出血がある)

F 開始のタイミングは NPPV と気管挿管下人工呼吸で異なる

NPPV は気管挿管下人工呼吸に比べて人工呼吸開始に伴う問題点が少ないので早めに開始できる (表 A-3)。一方、気道確保が不確実で、人工呼吸法としての力は弱いことから適応症例は軽度から中程度の呼吸不全に限られる^{1,2)}。適応除外例も多い (表 A-4)。

気管挿管下人工呼吸は気道確保が確実で強力な陽圧換気が可能である。NPPV 不適応例または無

表 A-5 気管挿管下人工呼吸開始のタイミング

- 1) NPPV 無効例 (NPPV 開始後 30~120 分のチェックで決定)
- 2) 肺胞換気量の低下
 - ・ PaCO₂ が平常値より 20 mmHg 以上高くさらに上昇傾向がある
 - ・ CO₂ ナルコーズの疑い
- 3) 通常の酸素療法下でも低酸素血症がある
 - ・ PaO₂ 60 mmHg 以下でさらに低下傾向がある
 - ・ 動脈血酸素飽和度 90% 以下でさらに低下傾向がある
 - ・ チアノーゼが改善しない
- 4) 呼吸仕事量の増大
 - ・ 呼吸数が 30 回/分以上でさらに増加傾向がある
 - ・ 肋間陥凹などの努力呼吸があり悪化傾向がある
- 5) 呼吸抑制の発生が予想される場合
 - ・ 大量の鎮静薬使用
 - ・ 低体温療法
 - ・ 大手術後

注意: 上記の絶対値よりも病状の推移を重視する。増悪傾向があれば早めに侵襲的人工呼吸を開始する。

効例, 急性肺傷害などの重症呼吸不全では気管挿管下人工呼吸の適応となる^{1,2)}。気管挿管下人工呼吸の開始に当たっては開始のタイミングが重要である。絶対値よりも病状の推移を重視するべきである。増悪傾向があれば早めに侵襲的人工呼吸を開始する (表 A-5)。

病態生理

■気管挿管下人工呼吸が早過ぎたら/遅過ぎたら: 気管挿管下人工呼吸では, 気管挿管に伴う咳反射抑制のための鎮痛・鎮静薬の使用に伴う嚥下運動の低下による口腔内クリアランスの低下, 口腔・鼻腔ケアの不履行, 経鼻挿管などによる副鼻腔炎の発症と膿汁の流れ込み, ストレス潰瘍予防のための H₂ ブロッカーなどによる胃液 pH の上昇に伴う胃内細菌の増殖, 鎮静薬による胃腸運動の低下に伴う胃内容液の停滞 (胃内クリアランスの低下) と胃内細菌の増殖, 挿入されている胃チューブによる胃内容液の食道・口腔内への逆流などによって口腔内では細菌が増殖しやすくなる。口腔内細菌は気管チューブと気管壁の間隙から肺内に流れ込み, 鎮痛・鎮静薬使用により咳反射は抑制されていることから VAP を発症しやすくなる³⁾。また, 強力な陽圧換気は VALI を起こす。VAP や VALI の併発は呼吸不全そのものをさらに悪化させることになる (図 A-1)。

一方, 気管挿管下人工呼吸の遅れは, 努力呼吸に伴う口腔内容物の気管への流れ込みによる誤嚥性肺炎, 低酸素血症や高二酸化炭素血症に伴う意識障害, 低酸素に伴う臓器機能障害を招き死亡率を高める (図 A-2)。実際, 抜管後呼吸不全で調査した結果によれば抜管から再挿管までの時間が長いと死亡率が高くなることが明らかにされている。また, NPPV 施行例でも, NPPV が有効でない症例に漫然と NPPV を継続すると死亡率が増加する⁴⁾。気管挿管下人工呼吸は, 合併症は多いが, そのタイミングを逸してはならない。

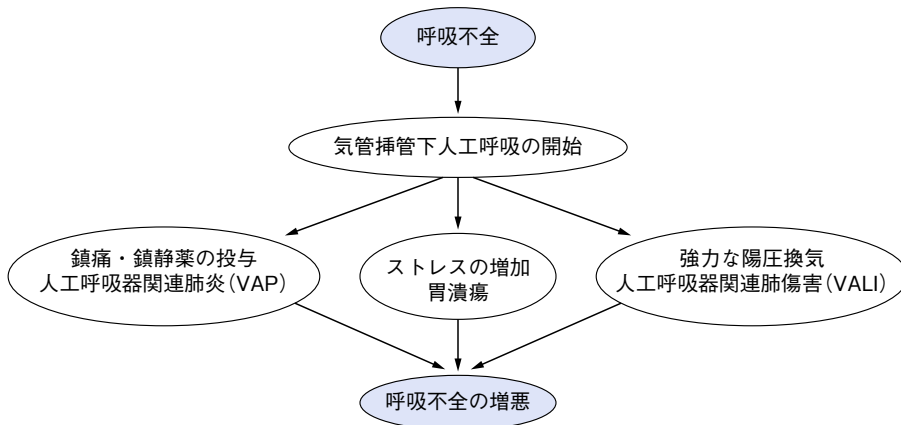


図 A-1 気管挿管下人工呼吸の開始に伴う悪循環

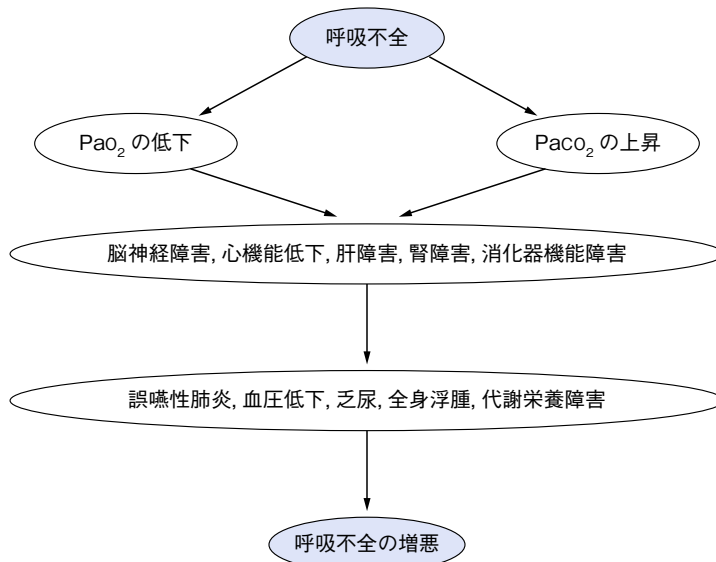


図 A-2 人工呼吸開始が遅れることによる悪循環

プロのノウハウ

■ 呼吸中枢の興奮度をみる

自然呼吸は、 PaO_2 と PaCO_2 を適正に保つために無意識のうちに調節されている。基本となる呼吸のリズムを形成しているのは延髄と橋にある呼吸中枢である。呼吸中枢は、呼吸障害が強くなると興奮し、呼吸状態が改善すると興奮は収まる。すなわち、肺での酸素化や換気障害が強いと呼吸中枢は吸気出力を高く維持し、吸気速度（荒い呼吸）と呼吸数を増す。肺の障害が改善すると呼吸中枢は吸気出力を低く抑え、吸気速度（ゆったりした呼吸）と呼吸数を減らす。私達は、吸気速度