

特集

人工呼吸患者の呼吸理学療法

理学療法士に何ができるか？

玉木 彰

キーワード：呼吸理学療法, 早期離床, 現状, 課題

はじめに

人工呼吸患者に対する呼吸理学療法は、現在では多くの施設で実践されるようになり、その重要性については他職種にも徐々に浸透してきている。しかし一般的に呼吸理学療法は手技的イメージが先行しており、呼吸理学療法＝呼吸介助手技といった認識が持たれているように思われる。これは理学療法士内ではもちろんのこと、他職種においても、そのような認識が持たれているのではないだろうか。

ICUにおける呼吸理学療法は、ポジショニング、排痰、manual hyperinflation（徒手的肺過膨張手技）、吸引、咳嗽介助、関節可動域練習、筋力トレーニング、呼吸練習、そして離床・歩行などの治療的介入が含まれている¹⁾。この中で人工呼吸中の患者に対しては重力刺激となる離床や歩行練習はとても重要とされ、推奨されているものの、通常の呼吸理学療法の介入項目に入っていない¹⁾。その理由として、人工呼吸患者に対する積極的な離床・歩行などの介入に関する基準や手順などが明確になっていないことが考えられる。

人工呼吸患者に対する呼吸理学療法で大切なのは、実際にどのような病態に対し、何ができるのか、何をしなければならないのか、さらにどのような効果があるのかといったことを十分に理解した上で、より適切で効果的な介入を実施することである。

そこで本稿では、人工呼吸患者に対する呼吸理学療法

法について、最近の文献をレビューし、特に離床・歩行（運動）、排痰手技、体位管理などを取り上げ、それらの効果や安全性などを解説し、さらには本邦における呼吸理学療法の現状と課題について述べる。

I. 人工呼吸患者に対する early mobilization (早期離床) の重要性

早期離床の重要性が注目されるようになったのは、30年以上前の研究結果からである。Ross²⁾は人工呼吸患者に対する歩行中の換気テクニックを考案し、歩行などの身体活動の有用性を患者の満足感や全身状態の改善から明らかにした。またBurnsら³⁾は、人工呼吸患者に対しwalkerを使って椅子からの立ち座りを可能にし、また早期歩行を行うことで人工呼吸器からの離脱を促進、さらにベッド上安静によって発生する様々な問題を最小化できたことを報告した。

一般に集中治療室（ICU）で管理されている人工呼吸患者は、鎮静状態であることが多く、またベッド上安静を強いられている⁴⁻⁶⁾。この不動状態は神経筋の弱화를招く重要な因子となり^{7,8)}、これらは患者の身体機能、生活の質（QOL）、さらには退院後の職場復帰までも障害する⁹⁾。そしてこの身体不活動はまた、無気肺、インスリン抵抗性、そして関節拘縮の進行を助長することとなる^{10,11)}。このような背景から、ICUにおける人工呼吸患者に対する早期介入の重要性が認識されるようになり、現在では実施されるようになっている。

京都大学大学院医学研究科 人間健康科学系専攻
現所属：兵庫医療大学 リハビリテーション学部 理学療法学科

II. 人工呼吸患者に対する早期離床や運動の安全性

理学療法士は急性期、亜急性期、慢性期を問わず呼吸不全患者における不動や不必要な休息によって発生する様々な合併症を予防・治療する役割を担っている^{12,13)}。したがって、人工呼吸患者に対しても、早期からの積極的な介入が重要であり、近年その傾向は強くなっている。しかし人工呼吸患者に対して積極的な理学療法を実施する場合、果たして安全で有効な介入が可能だろうか。すなわち理学療法そのものが、患者の生体にどのような影響を与えているのかの評価が必要である。

これらについて Bourdin ら¹⁴⁾ は、ICUにおける早期介入の安全性を検討するため、少なくとも1週間以上ICUに滞在し、2日以上人工呼吸管理となった患者（除外基準：収縮期血圧90mmHg以下あるいは、昇圧薬が必要、呼吸数35回/分以上あるいはP/F ratioが200mmHg以下の持続する呼吸不全など）を対象に、椅子坐位、立位、歩行などの介入時における生理学的指標（心拍数、呼吸数、血圧、SpO₂）の変化を検討した結果、ICUにおける早期介入は除外基準を満たした条件下であれば安全に実施可能であることを明らかにしている。また Pohlman ら¹⁵⁾ や Bailey ら¹⁶⁾ も、人工呼吸患者に対する早期からの理学療法および作業療法介入は、生命維持装置を装着しているハイリスク患者を除けば、安全に実施可能であると報告している。このように人工呼吸患者に対する早期からの介入は、介入する対象の適切な基準を設けておけば、安全に実施可能であることから、積極的に実施していくことが患者の筋力を維持し、人工呼吸器からの離脱成功率の増加、ICU滞在期間や入院期間の短縮、QOLの改善^{17,18)}に寄与するものであると考えられる。

III. 人工呼吸患者に対する運動療法の有効性

人工呼吸患者に対する早期離床の重要性は先に述べたが、それらに筋力トレーニングや有酸素運動を加えることの有効性が明らかとなっている。Wu¹⁹⁾ は長期人工呼吸患者を対象に、通常の呼吸理学療法に加え、上肢および下肢の筋力トレーニングを行った群と通常の呼吸理学療法のみを行った群に分けて6週間のランダム化比較試験を実施した結果、上・下肢筋力トレーニングを行った群の方が人工呼吸器離脱時間の延長や

機能的改善が得られたと報告している。また人工呼吸器からの離脱過程において、通常の理学療法に加え、早期から上肢運動を実施することで、理学療法の効果を高めることも明らかとなっている²⁰⁾。更に最近の技術的開発により、ベッド上における自動あるいは他動的な下肢のペダリング運動が実施されるようになり、重症患者に対する早期からの下肢ペダリング運動において身体機能の改善が期待されている²¹⁾。このような低負荷高頻度による抵抗運動は、筋量や筋力だけでなく、筋の酸化酵素を増加させ、さらには酸素取り込み能力や酸素動態の改善などの効果が得られる²²⁾。以上のことから、人工呼吸患者に対し、早期から上肢・下肢運動を実施することは、呼吸理学療法への相乗効果をもたらし、身体の機能的改善を促進するため、積極的に実施すべきである。ただし実施にあたっては十分なリスク管理のもと、負荷量の設定を考慮することが大切である。

IV. 排痰などに用いる呼吸理学療法手技の有効性

人工呼吸患者は様々な原因により呼吸機能が著しく低下しているため、機械的な換気や酸素化を必要としている。したがって、これらの患者に対する呼吸理学療法の目的は、肺全体および局所換気の改善、肺コンプライアンスの改善、呼吸抵抗や呼吸仕事量の軽減、気道クリアランスなどである²²⁾。また先に述べた離床や後で説明する体位管理などは、重力による肺胞換気や肺灌流を利用し、換気の改善や換気血流比の是正によって酸素化を最適にするため有用である。

排痰に用いる手技として本邦では、痰の貯留部位を上にした体位をとり、患者の呼吸に合わせて胸郭運動を助け、換気量を増大させる呼吸介助手技（またはスクイーピング）が用いられることが多く、人工呼吸患者の場合は最終的に気管吸引によって痰を排出させている。しかしこの手技は、臨床的には有用であると認識され用いられているものの、その効果を明確に示すエビデンスは今のところない。また人工呼吸患者に対し、気管吸引に先立って行う呼吸介助手技は、気道分泌物の移動や酸素化などの改善効果はないとの報告²³⁾も見られる。したがって、今後はこの手技に関する臨床データを蓄積し、効果を明確に示していくことが急務である。

呼吸理学療法で用いるその他の手技として、manual hyperinflationがあり、これは無気肺を予防し、虚脱した肺胞を再膨張させ、酸素化を改善し、肺コンプライアンスの改善、気道分泌物の中樞気道への移動を促進させる^{24, 25)}とされている。また頭低位における徒手の肺過膨張手技は、喀痰量やコンプライアンスの改善に効果があるとの報告²⁶⁾があるが、頭低位は循環動態に与える影響が大きいと、可能な患者はそれほど多くはないと思われる。またこの手技は、胸腔内圧の急激な変動による心拍出量の低下に伴って、容易に血行動態が変化し²⁷⁾、また頭蓋内圧や平均動脈圧も上昇するため、実施にあたっては十分なトレーニングが必要である。

V. 体位管理の有効性

人工呼吸患者の体位管理が大変重要であることは言うまでもない。呼吸理学療法で実施する排痰は、基本的に痰の貯留部位を上にした体位をとって実施するため、肺合併症予防のための体位の選択または管理は大切である。また人工呼吸患者で問題となるのは人工呼吸器関連肺炎 (ventilator-associated pneumonia : VAP) であり、VAPの発症には体位の問題が大きく関わっている。VAP発生の危険因子には多くのものがあるが、中でも口腔・咽頭内の分泌物や胃内容物などの誤嚥は、とても重要な因子である。例えば背臥位で管理されている患者の鼻汁や唾液などの分泌物は、気管チューブのカフ上に貯留するため、常に気管内へ入りやすい状況となっている。また栄養管理として経鼻栄養チューブが挿入されている場合、食道括約筋の機能不全から逆流が起こると、これにより不顕性誤嚥のリスクは高くなる。したがって、これらの誤嚥を防ぎVAP発症を予防するためには、身体を適切な角度まで起こすなどの体位管理が重要となる。

VI. 体位がVAP発生予防に及ぼす影響

1. セミファーラー位

背臥位から身体をある程度起こすことは誤嚥を予防するだけでなく、機能的残気量 (functional residual capacity : FRC) の増加など呼吸機能にとっても有利になることが知られている。またこれまでの研究において、人工呼吸患者では半坐位 (セミファーラー位) に比べ背臥位の時のほうが胃の内容物の吸い込みが多い

と指摘されている^{28~30)}。以上のことから、人工呼吸中は、循環動態を中心に全身状態が安定していればセミファーラー位をとることによりVAP発生の予防が可能であると考えられる。

セミファーラー位によるVAPの予防効果についての報告では、経口挿管下人工呼吸中の胃食道逆流はセミファーラー位の66%に対し、背臥位では86%と統計学的な差は認められなかったが、胃管カテーテルのある例では胃食道逆流が74%であったのに対し、ないものでは35%と有意な差が認められている³⁰⁾。また他の報告では、セミファーラー位で人工呼吸患者の39例中2例にVAPが発生したが、背臥位では47例中11例に発生しており、セミファーラー位では肺炎の発生を有意に減少させたが、死亡率は低下しなかった³¹⁾としている。したがって、30~45°のセミファーラー位は、口腔-胃分泌物の吸引を低下させ、VAPの発生を予防するが、死亡率に関しては背臥位との差が認められていないというのが現状である。しかし、安全で且つコストがかからないことから、ガイドライン^{32~36)}ではVAPを予防するための体位として45°頭部挙上のセミファーラー位が推奨されている。

2. 腹臥位

人工呼吸中の重症呼吸不全 (ALI/ARDS, 肺炎など) 患者を長時間背臥位で管理していると、重力の影響で背側荷重側肺に滲出液、気道内分泌物、血液などが貯留し、荷重側肺障害 (下側肺障害) を起こしやすくなることが指摘されている。そのため、臨床ではその予防および治療法として、しばしば腹臥位管理が行われている。腹臥位管理はこれまでに急性肺障害 (acute lung injury : ALI) や急性呼吸窮迫症候群 (acute respiratory distress syndrome : ARDS) の患者の動脈血酸素分圧 (PaO₂) を改善させることが示されてきた^{37, 38)}が、近年、ARDSをはじめとした重度呼吸不全患者に腹臥位をとっても、酸素化の改善や肺炎の発生率は低下するものの、生存率や人工呼吸器装着期間に対する利得はないことが報告された^{39~41)}。

また腹臥位をとることによる重篤な合併症として、気管チューブやラインなどの事故抜去、低酸素血症、顔面の浮腫、皮膚障害 (褥創) などがあるため、導入にあたっては慎重に行わなければならない。

腹臥位によるVAP発生の予防効果については、21ヶ

所のICUにおける大規模ランダム化比較対照試験において、腹臥位はVAPの発生率を低下させるが、死亡率には差はなかった¹⁷⁾と報告されている。したがって、腹臥位はVAPの予防に有効であるが、生存率に対する利得はなく、また安全性の問題などもあることから、ガイドライン^{37~41)}でもルーチンの腹臥位を推奨していない。

Ⅶ. 人工呼吸患者に対する呼吸理学療法の現状と課題

本邦における人工呼吸患者に対する呼吸理学療法には、いくつかの課題が残っている。第一に、臨床において最も実施頻度が高いと思われる排痰に用いる技術(手技)の効果に関するエビデンスが明確になっていないことである。欧米の文献には現在でも chest physiotherapy に用いる技術として、percussion や vibration などが書かれている。これらの手技は、本邦ではその効果や安全性が否定されつつあるが、我々が用いている手技がこれらの手技に比べて臨床効果が高いというデータは出せていない。また人工呼吸患者に対する排痰、肺および胸郭拡張練習、呼吸筋トレーニングなどの呼吸理学療法は、吸引や体位管理などのケアと比べて、人工呼吸器離脱までの期間、ICU 滞在期間、生存率などに差がなかったとの報告⁴²⁾も見られる。したがって、今後は呼吸理学療法で用いる手技だけでなく、呼吸理学療法そのものの効果に関するデータを出していく必要がある。

第二に、先にも述べたが、早期離床の有効性が認識され、積極的に実施されるようになってきているものの、離床を進める際の基準が明確となっていない。離床の基準や進め方については、施設や主治医による方針にしたがっていると思われるが、Perme ら¹⁾が離床のプログラムを段階的に詳細に示しているように、本邦においても学会などが主体となり、離床の進め方に関するガイドラインの作成が必要であると考えられる。

おわりに

平成 22 年度の診療報酬改定において、呼吸ケアチーム加算が新設されたことにより、全国各地の施設において呼吸ケアサポートチームなどが立ち上がってきている。その結果、ICU で管理されている人工呼吸患者に対するチームとしての呼吸ケアが積極的に実践され

るようになり、チームにおける理学療法士の役割も高まっている。また様々な呼吸不全患者に対し、呼吸理学療法を実践する理学療法士も徐々に増加している。しかしながら、本邦におけるほとんどの施設の理学療法士は呼吸ケア専属として勤務しておらず、また勤務時間は日勤帯であり、夜間帯および休日は介入していないのが現状である。近年はシフト制によって 365 日勤務や、ICU 専任の理学療法士を配置するなどの施設も見られるようになってきたが、まだそれほど多くはない。

今後、ICU 専属の理学療法士を配置する施設が増え、またそれらに対し診療報酬が加算されるようになれば、より質の高い介入が可能となるため、人工呼吸患者に対する呼吸理学療法の有効性を示すデータを蓄積することが可能になるのではないかと考える。

文 献

- 1) Perme C, Chandrashekar R : Early mobility and walking program for patients in intensive care units : Creating a standard of care. *Am J Crit Care.* 2009 ; 18 : 212-221.
- 2) Ross G : A method for augmenting ventilation during ambulation. *Phys Ther.* 1972 ; 52 : 519-520.
- 3) Burns RJ, Jones FL : Early ambulation of patients requiring ventilatory assistance. *Chest.* 1975 ; 68 : 608.
- 4) Weinert CR, Calvin AD : Epidemiology of sedation and sedation adequacy for mechanically ventilated patients in a medical and surgical intensive care unit. *Crit Care Med.* 2007 ; 35 : 393-401.
- 5) Goldhill DR, Badacsonyi A, Goldhill AA, et al : A prospective observational study of ICU patient position and frequency of turning. *Anaesthesia.* 2008 ; 63 : 509-515.
- 6) Needham DM : Mobilizing patients in the intensive care unit : improving neuromuscular weakness and physical function. *JAMA.* 2008 ; 300 : 1685-1690.
- 7) Berg HE, Larsson L, Tesch PA : Lower limb skeletal muscle function after 6 wk of bed rest. *J Appl Physiol.* 1997 ; 82 : 182-188.
- 8) Kortebein P, Ferrando A, Lombeida J, et al : Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. *JAMA.* 2007 ; 297 : 1772-1774.
- 9) Dowdy DW, Eid MP, Dennison CR, et al : Quality of life after acute respiratory distress syndrome : a meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2006 ; 32 : 1115-1124.
- 10) Hamburg NM, McMackin CJ, Huang AL, et al : Physical inactivity rapidly induces insulin resistance and microvascular dysfunction in healthy volunteers. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2007 ; 27 : 2650-2656.
- 11) Clavet H, Hebert PC, Fergusson D, et al : Joint contracture following prolonged stay in the intensive care unit.

- CMAJ. 2008 ; 178 : 691-697.
- 12) Jones AYM, Hutchinson RC, Oh TE : Chest physiotherapy practice in intensive care units in Australia, the UK and Hong Kong. *Physiother Theory Pract.* 1992 ; 8 : 39-47.
 - 13) Norrenberg M, Vincent JL : A profile of European intensive care unit physiotherapists. *European Society of Intensive Care Medicine. Intensive Care Med.* 2000 ; 26 : 988-994.
 - 14) Bourdin G, Barbier J, Burle JF, et al : The feasibility of early physical activity in intensive care unit patients : a prospective observational one-center study. *Respir Care.* 2010 ; 55 : 400-407.
 - 15) Pohlman MC, Schweickert WD, Pohlman AS, et al : Feasibility of physical and occupational therapy beginning from initiation of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 2010 ; 38 : 2089-2094.
 - 16) Bailey P, Thomsen GE, Spuhler VJ, et al : Early activity is feasible and safe in respiratory failure patients. *Crit Care Med.* 2007 ; 35 : 139-145.
 - 17) Morris PE : Moving our critically ill patients : mobility barriers and benefits. *Crit Care Clin.* 2007 ; 23 : 1-20.
 - 18) Needham DM : Mobilizing patients in the intensive care unit : improving neuromuscular weakness and physical function. *JAMA.* 2008 ; 300 : 1685-1690.
 - 19) Wu YT : Effects of physical training on functional status in patients with prolonged mechanical ventilation. *Phys Ther.* 2006 ; 86 : 1271-1281.
 - 20) Porta R, Vitacca M, Gile LS, et al : Supported arm training in patients recently weaned from mechanical ventilation. *Chest.* 2005 ; 128 : 2511-2520.
 - 21) Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, et al : Effectiveness of early exercise in critically ill patients : preliminary results. *Intensive Care Med.* 2006 ; 32 : 109.
 - 22) Gosselink R, Bott J, Johnson M, et al : Physiotherapy for adult patients with critical illness : recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Med.* 2008 ; 34 : 1188-1199.
 - 23) Unoki T, Kawasaki Y, Mizutani T, et al : Effects of expiratory rib-cage compression on oxygenation, ventilation, and airway secretion removal in patients receiving mechanical ventilation. *Respir Care.* 2005 ; 50 : 1430-1437.
 - 24) Hodgson C, Ntoumenopoulos G, Dawson H, et al : The Mapleson C circuit clears more secretions than the Laerdal circuit during manual hyperinflation in mechanically-ventilated patients : a randomised cross-over trial. *Aust J Physiother.* 2007 ; 53 : 33-38.
 - 25) Maxwell L, Ellis E : Secretion clearance by manual hyperinflation : possible mechanisms. *Physiother Theory Pract.* 1998 ; 14 : 189-197.
 - 26) Berney S, Denehy L, Pretto J : Head-down tilt and manual hyperinflation enhance sputum clearance in patients who are intubated and ventilated. *Aust J Physiother.* 2004 ; 50 : 9-14.
 - 27) Patel M : Hemodynamic effects of manual hyperinflation in critically ill mechanically ventilated patients. *Chest.* 1994 ; 106 : 1182-1187.
 - 28) Ibáñez J, Peñafiel A, Raurich JM, et al : Gastroesophageal reflux in intubated patients receiving enteral nutrition : effect of supine and semirecumbent position. *J Parenter Enteral Nutr.* 1992 ; 16 : 419-422.
 - 29) Torres A, Serra-Batllés J, Ros E, et al : Pulmonary aspiration of gastric contents in patients receiving mechanical ventilation : the effect of body position. *Am Intern Med.* 1992 ; 116 : 540-543.
 - 30) Orozco-Levi M, Torres A, Ferrer M, et al : Semirecumbent position protects from pulmonary aspiration but not completely from gastroesophageal reflux in mechanically ventilated patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995 ; 152 : 1387-1390.
 - 31) Drakulovic MB, Torres A, Bauer TT, et al : Supine body position as a risk factor for nasocomial pneumonia in mechanical ventilated patients : a randomized trial. *Lancet.* 1999 ; 354 : 1851-1858.
 - 32) American thoracic society documents : Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005 ; 171 : 388-416.
 - 33) Dodek P, Keenan S, Cook D, et al : Evidence-based clinical practice guideline for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Ann Internal Med.* 2004 ; 141 : 305-313.
 - 34) Muscedere J, Dodek P, Keenan S, et al : Comprehensive evidence-based clinical practice guideline for ventilator-associated pneumonia : prevention. *J Crit Care.* 2008 ; 23 : 126-137.
 - 35) Young PJ, Ridley SA : Ventilator-associated pneumonia : Diagnosis, pathogenesis and prevention. *Anaesthesia.* 1999 ; 54 : 1183-1197.
 - 36) Collard HR, Saint S, Matthay MA, et al : Prevention of ventilator-associated pneumonia : An evidence-based systematic review. *Ann Intern Med.* 2003 ; 138 : 494-501.
 - 37) Chatte G, Sab JM, Dubois JM, et al : Prone position in mechanically ventilated patients with severe acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997 ; 155 : 473-478.
 - 38) Pelosi P, Tubiolo D, Mascheroni D, et al : Effects of the prone position on respiratory mechanics and gas exchange during acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 1998 ; 157 : 387-393.
 - 39) Gattinoni L, Tognoni G, Pesenti A, et al : Effect of prone position on the survival of patients with acute respiratory failure. *N Engl J Med.* 2001 ; 345 : 568-573.
 - 40) Sud S, Sud M, Friedrich JO, et al : Effect of mechanical ventilation in the prone position on clinical outcomes in patients with acute hypoxemic respiratory failure : a

systematic review and meta-analysis. CMAJ. 2008 ; 22 : 1153-1161.

- 41) Abroug F, Ouanes-Besbes L, Elatrous S, et al : The effect of prone positioning in acute respiratory distress syndrome or acute lung injury : a meta-analysis. Areas of uncertainty and recommendations for research. Intensive Care Med. 2008 ; 34 : 1002-1011.
- 42) Templeton M, Palazzo MGA : Chest physiotherapy prolongs duration of ventilation in the critically ill ventilated for more than 48 hours. Intensive Care Med. 2007 ; 33 : 1938-1945.