

慢性閉塞性肺疾患患者の呼吸理学療法に関する課題

小山内 正博^[1] 植草学園大学保健医療学部Issues Concerning Respiratory Rehabilitation in Patients
with Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Masahiro OSANAI Faculty of Health Sciences, Uekusa Gakuen University

慢性閉塞性肺疾患(COPD)患者に対し、呼吸理学療法では姿勢改善のためのアプローチが行われるが、その効果については不明な点が多い。本稿では、COPD患者の姿勢と呼吸筋活動、呼吸機能、呼吸筋力、呼吸筋トレーニングに関する知見を整理した。結果、異なる肢位による呼吸機能への影響の報告で、主に吸気に着目したものであった。今後、呼出制限を主症状とするCOPD患者では、円背姿勢と呼気の関係を検討する必要があると考える。

キーワード：慢性閉塞性肺疾患、呼吸機能、姿勢、円背

In the field of respiratory physiotherapy there are several uncertainties about the effectiveness of posture improvement for patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). In this review, I summarized the findings concerning the posture, pulmonary function, respiratory muscle activities, respiratory muscle strength, and training of respiratory muscles in COPD patients. Many studies have reported the activities and strength of respiratory muscles increased consistently in COPD patients. These changes in respiratory muscles may induce kyphosis which is a characteristic of COPD patients. Therefore, to make an effective program for the respiratory physiotherapy of COPD patients, it is required to clarify the relationship between the degree of both kiphosis and pulmonary function.

Keywords: COPD, Pulmonary Function, Posture, Kyphosis

1. はじめに

慢性閉塞性肺疾患(chronic obstructive pulmonary disease:COPD)は、世界の死亡原因の第4位を占め、今後有病率、死亡率は増加し2020年には虚血性心疾患、脳血管障害に次ぐ第3位になると予測されている¹⁾。日本における1998年の死亡率(10万対)は、全体で9.6、男性14.2、女性5.2に過ぎない。しかし2004年の調査では40歳以上有病率が8.6%であり、従来の指摘より多いことが報告された²⁾。若い年齢層、特に女性の喫煙率の増加や人口の高齢化からみ

て近い将来、我が国においてもCOPDは死亡原因となる重要な疾患になるものと思われる³⁾。

これに対する危機意識から各国でガイドラインが発表された。また米国国立心肺血液研究所(NHLBI)と世界保健機関(WHO)の共同プロジェクトでCOPDのためのグローバルイニシアティブ(The Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease:GOLD)が発表された⁴⁾。

その内容は重症度によるCOPDの分類と各ステージにおける治療法である(表1)⁵⁾。その中で呼吸リハビリテーションはステージII A・II B及び

[1] 著者連絡先：小山内正博

Ⅲで推奨されている。本邦においても「呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—⁶⁾」が出版され、コンディショニング（リラクゼーション、呼吸筋ストレッチ体操など）、吸気筋トレーニング、上肢筋トレーニング、下肢筋トレーニング、運動療法を基本に理学療法治療が遂行されている。上肢筋トレーニング、下肢筋トレーニング、運動療法においてはEvidence based Medicineの見地から運動耐容能の改善、呼吸困難感の軽減、健康関連QOLの改善に効果があると証明されている⁷⁾。

しかし吸気筋トレーニングは、Evidence B 1「呼吸リハの必須構成要素としてルーチンに行くことを支持するエビデンスはない」とされている⁸⁾。また、呼吸筋トレーニングに関する効果は、ほとんど検討されてこなかった現状がある。また本邦にて理学療法士を中心に古くから行われてきたコンディショニング（呼吸練習、リラクゼーション、胸郭可動域の拡張、ストレッチ、呼吸体操など）は、姿勢や身体の左右非対称性、胸部を含める四肢の可動域を改善させ、維持する欠かせない要素として位置付けられているが、未だ根拠に乏しい。

1997年に発表されたACCP/AACVPRによる呼吸リハビリテーションの科学的根拠に基づく共同ガイドラインは、患者個々のプログラムの構成要素をどのように設定するかは未だ検討課題とされている⁹⁾。

2. COPD患者と呼吸筋活動

換気は呼吸筋の働きにより胸郭を容量変化させ、肺の拡張と弛緩により行われる。吸気筋（横隔膜、外肋間筋）の収縮により胸郭の容量が拡大し肺は拡張する（図1）。吸気補助筋として斜角筋、胸鎖乳突筋、僧帽筋、脊柱起立筋群、大胸筋、小胸筋があり努力性吸気時に活動する。呼気時には呼気筋はほとんど働かず、受動的に元の容量レベルに戻る運動特性がある。呼気補助筋として腹直筋、内腹斜筋、外腹斜筋、腹横筋、内肋間筋があり努力性呼気時に活動する（図2）。

COPD患者は、安静換気時、健常者に比べ横隔膜、肋間筋の筋活動の増加が報告されている^{10, 11)}。吸気補助筋である斜角筋、胸鎖乳突筋の活動増加も報告されている^{10, 12)}。一方、呼気筋に関してもCOPD患者は、健常者より腹筋、特に腹横筋の活動が高いことが報告されている¹³⁾。つまりCOPD患者では、吸気、呼気ともに呼吸筋、呼吸補助筋が過活動を呈している。継続的な呼吸困難のため上記の筋群も継続的に活動し、両肩を窄める姿勢となり脊椎は後彎（円背）となり骨盤後傾を呈すると考える。実際臨床において、COPD患者でこのような特徴的な姿勢をとることがしばしば観察される（図3）。この姿勢は一般的には不良姿勢とされることが多い。

表1 GOLDによるCOPDの重症度分類と各ステージにおける治療法

文献29), 31) より引用

stage	特徴	推奨される治療法	
すべて		<ul style="list-style-type: none"> ・リスクファクターの回避 ・インフルエンザワクチン採種 	
0：リスクを有する状態	<ul style="list-style-type: none"> ・慢性症状（咳，喀痰） ・リスクファクターへの曝露 ・正常なスパイロメトリー 		
I：軽症COPD	<ul style="list-style-type: none"> ・$FEV_{1.0}/FVC < 70\%$ ・$50\% \leq FEV_{1.0} < 80\%$ 予測値 ・症状あり，またはなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・必要な場合，短時間作用性気管支拡張薬 	
II：中等症COPD	IIA： <ul style="list-style-type: none"> ・$FEV_{1.0}/FVC < 70\%$ ・$50\% \leq FEV_{1.0} < 80\%$ 予測値 ・症状あり，またはなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つまたはそれ以上の気管支拡張薬を用いた定期的治療 ・リハビリテーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大な症状および肺機能に反応が認められる場合吸入グルココルチコイド
	IIB： <ul style="list-style-type: none"> ・$FEV_{1.0}/FVC < 70\%$ ・$30\% \leq FEV_{1.0} < 50\%$ 予測値 ・症状あり，またはなし 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つまたはそれ以上の気管支拡張薬を用いた定期的治療 ・リハビリテーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・重大な症状および肺機能に反応が認められる場合または増悪が繰り返される場合吸入グルココルチコイド
III：重症COPD	<ul style="list-style-type: none"> ・$FEV_{1.0}/FVC < 70\%$ ・$FEV_{1.0} < 30\%$ 予測値または呼吸不全あるいは右心不全の存在 	<ul style="list-style-type: none"> ・1つまたはそれ以上の気管支拡張薬を用いた定期的治療 ・重大な症状および肺機能に反応が認められる場合または増悪が繰り返される場合吸入グルココルチコイド ・合併症の治療 ・リハビリテーション ・呼吸不全の場合長期酸素療法 ・外科療法の検討 	

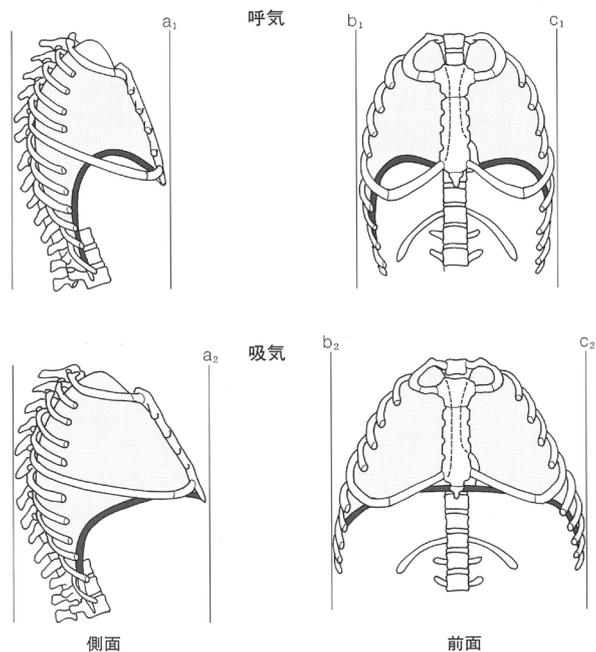


図1 呼吸による胸郭の広がり方
 吸気時、側面からみると胸骨は前上方に持ち上がる (a1a2)。
 前面からみると主に下位肋骨が側上方に大きく広がる (b1b2,c1c2)。
 また、横隔膜も平らになることで胸腔の容積が大きくなる。
 文献30) より引用

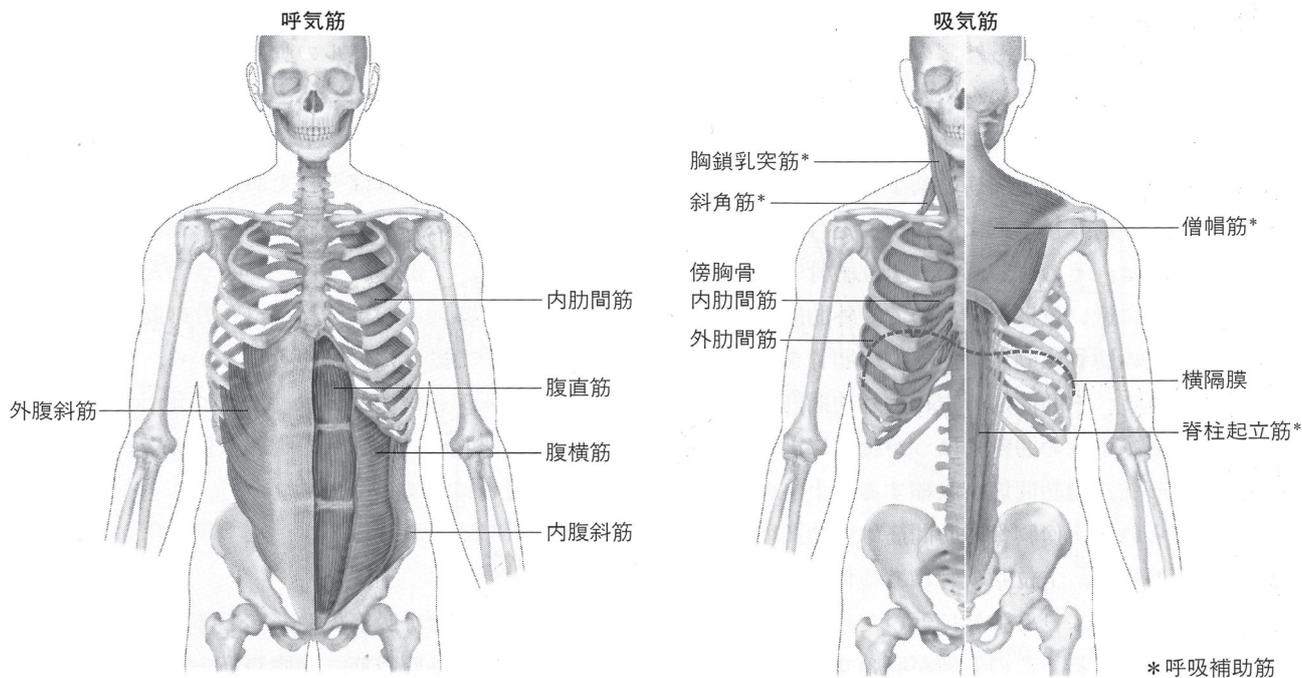


図2 呼吸筋
 文献29) より引用

呼吸筋の過活動と不良姿勢により運動耐容能は低下し、座ってばかりの生活となりディコンディショニングを引き起こし、更に呼吸困難へと陥りADL、QOLを低下させると考える。

3. COPD患者と呼吸機能

COPDの特徴は気道閉塞である。肺胞の障害による肺弾性力の低下により閉塞性換気障害が引き起こされる。特に呼気時に気道内腔が狭小し、気道抵抗が増大して呼気速度が低下する。呼気時に気流速度が低下する原因として、特に肺弾性収縮力の減弱があり、気道を拡張させる方向に働く牽引力が減少する。努力性呼気時に胸腔内圧の上昇（陰圧の低下）に伴って気道閉塞が生じる。一方で吸気時には胸腔内圧の下降（陰圧の増大）により、気道閉塞は軽減されることが特徴的である。よってCOPDは慢性の気流障害が認められ、呼気速度が低下する症候群である。

そのため肺が過膨張となり肺弾性収縮力の減少とともに全肺気量(TLC)、残気量(RV)が増加する(図4)。一般にTLCの増大よりもRVの増大が顕著であり、残気率(RV/TLC)は著明に増加する。気流障害はTLCからの最大呼気努力の際に顕著となる。1秒量(FEV1.0)は著明に減少する。呼気の比較的早期にやや高い肺気量位で気道が閉塞する(空気のとらえ込み, air trapping)ため、ゆっくりと呼出しながら測定する肺活量(VC)に比べて、努力性肺活量(FVC)が著明に減少することも重要な所見である(図5, 6)。

COPD患者は、不良姿勢と言われる円背を呈し、呼吸困難時に前傾姿勢をとる。健常者においても運動後の呼吸困難感があるときなどに同様の姿勢をとることが経験される。呼出制限を主症状とするCOPD患者において、このような姿勢をとることは前述した呼吸筋の過活動によるものだけでなく、呼気において何らかの意味があるのではないかと考える。しかし、これまで呼吸機能と姿勢の報告は健常者が対象であったり、吸気量のみに着目したものが殆どであり¹⁴⁻¹⁶⁾、呼気に着目したものは稀である。

4. COPD患者と呼吸筋トレーニング

従来、呼吸筋トレーニングとして吸気筋トレーニングが行われてきた。一方、呼気筋トレーニングに関する効果は、ほとんど検討されてこなかった。

近年、呼気筋が呼吸困難と深く関連しCOPDでは呼気筋疲労が生じていることが報告されている¹⁷⁾。また、COPDの呼吸リハビリテーションに呼気筋トレーニングを取り入れたところ呼気、吸気筋力、胸郭周径差、肺活量の増加、機能的残気量、残気量の減少、6MDの延長、Borg scaleの改善を認めた報告がある^{18, 19)}。しかし、呼気筋トレーニングに関する研究は少なく、適切な条件や生理学的意義については不明な点が多い。

5. COPD患者と姿勢

呼吸リハビリテーションにおいて呼吸筋、呼吸補助筋という表現がよくなされるが、呼吸のみに使われる筋はない。姿勢によりその働き方は異なる。そのため効果判定の分離が困難である。呼吸筋は姿勢保持筋としても働き、またその逆もいえることから、呼吸と姿勢は互いに影響を及ぼしあっている。近年腹横筋、内腹斜筋、外腹斜筋は呼気筋だけでなく姿勢保持筋としても注目されている²⁰⁻²⁵⁾。つまり姿勢と呼吸機能の関係(特に呼気)を明確にすることが今後必要である。

姿勢に関しては米国心血管・呼吸リハビリテーション協会による呼吸リハビリテーション・プログラムのガイドライン第2版⁹⁾における機能的遂行能力アセスメント表中の項目で姿勢の前後バランス(頭部、肩甲骨、胸部のカーブ、腰部のカーブ、腹部)、左右バランス(頭部の傾き、肩の高さ、胸部(凹凸)、恥骨の高さ)が述べられている。また、本邦の呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—⁶⁾においても姿勢や身体の左右非対称性、胸部を含める四肢の可動域を改善させ、維持するためのさまざまなアプローチは欠かせない要素として位置付けられているが、具体的な評価を基にした対処法等がなく未だ根拠に乏しい。

先行研究で呼吸機能、呼吸筋力、筋活動、筋厚を検討したもの²⁶⁻²⁸⁾は、COPD患者が陥りやすい円背、



図3 COPD患者の坐位姿勢

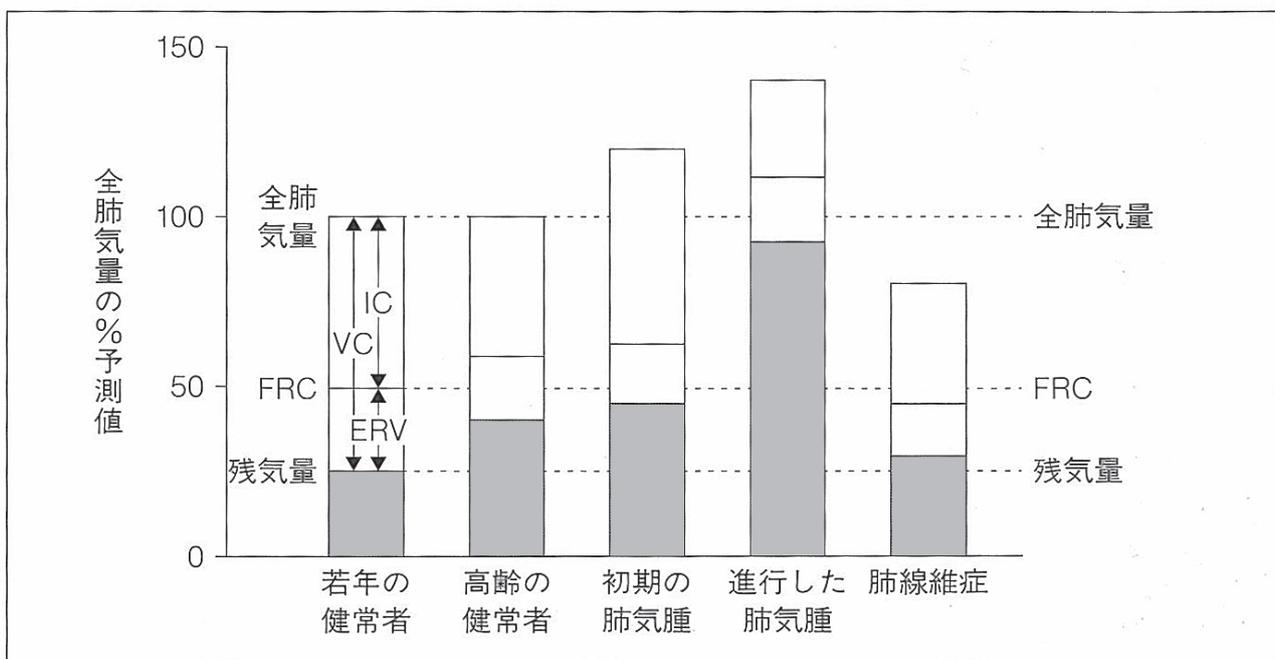


図4 健常者,肺気腫,肺線維症の肺気量分画

VC: 肺活量
 IC: 最大吸気量
 ERV: 予備呼気量
 FRC: 機能的残気量

文献29) より引用

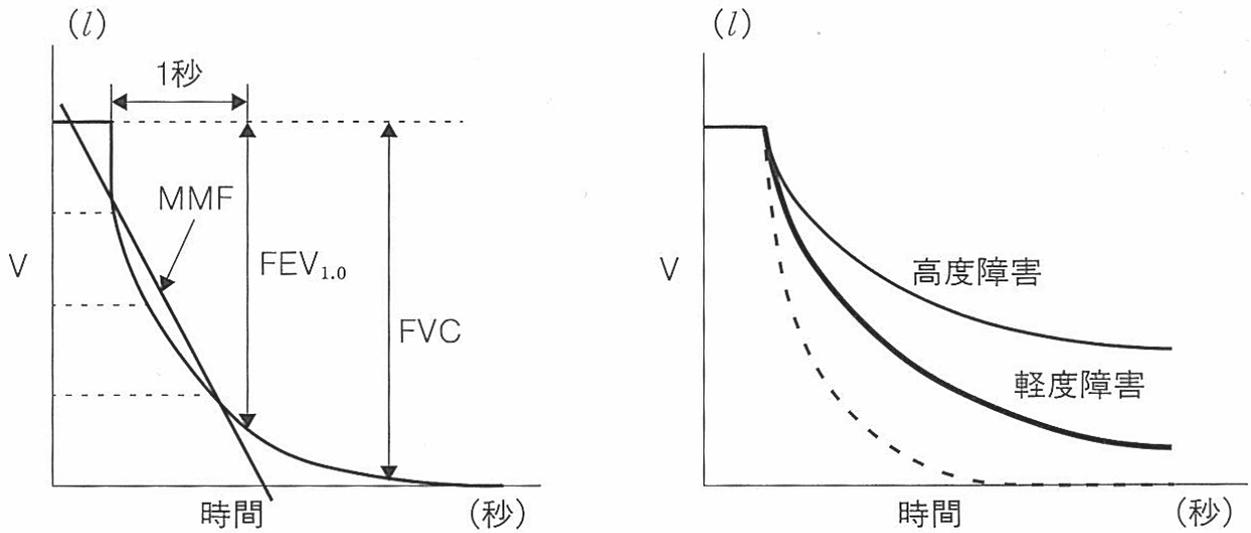


図5 努力呼出曲線

FVC：努力性肺活量

FEV_{1.0}：1秒量

FEV_{1.0%}：1秒率 (FEV_{1.0}/FVC100)

MMF：最大呼気中間流量 (=FEF_{25 ~ 75%})

V₅₀=50%VCでの気流速度

V₂₅=25%VCでの気流速度

文献29) より引用

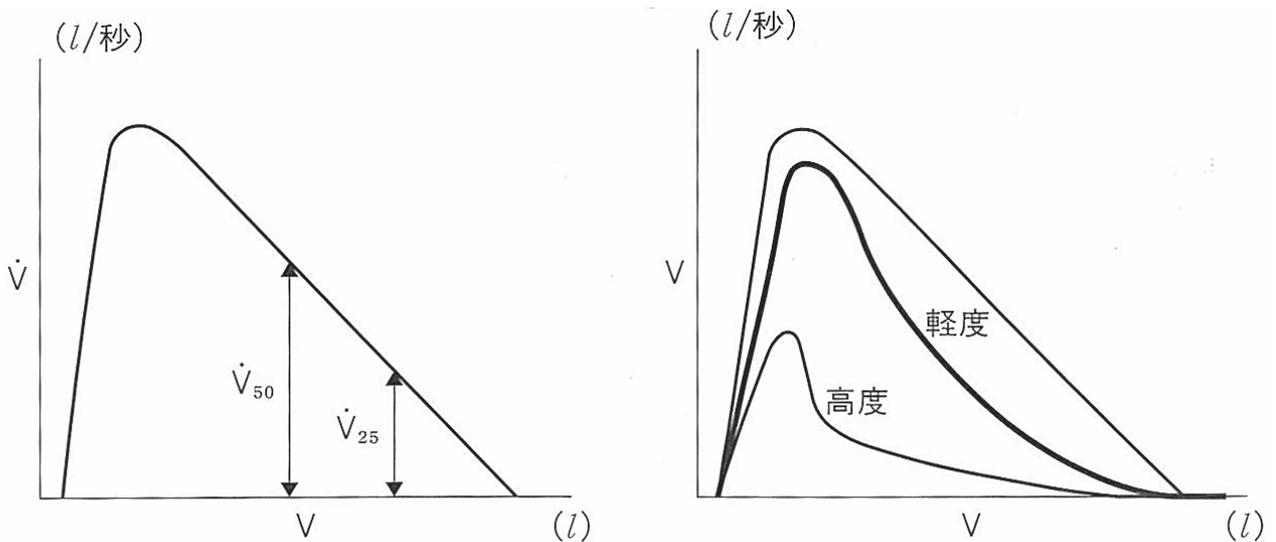


図6 フローボリューム曲線

フローボリューム曲線のパターン認識はCOPDの診断に非常に有用である。

とくに下降脚の落ち込みの程度は閉塞性障害の程度に相関する。高度の閉塞性障害では小さなスパイク上のピークに続く極端に低い下降脚という典型的なパターンを示す (右)。

文献29) より引用

体幹前傾位などを説明できるものではなく、姿勢設定も壁、背もたれ、ベッドにもたれる等、純粋な抗重力姿勢がとられていない。加えて健常者、高齢者を対象としておりCOPD患者で検討は殆どされていない。

6. COPD患者の呼吸理学療法における課題

臨床の場でCOPD患者が円背、体幹前傾といった特徴的な姿勢をとることがしばしば観察される。それがどのような機序で起こるのか、またその姿勢が呼吸にどのような影響を及ぼすのかは明確にされていない。これらを明確にすることで、経験的になされてきた姿勢へのアプローチが、科学的根拠に基づくものになると考えられる。また患者個々のプログラムの構成要素の設定も可能となり、より効果的な呼吸理学療法につながると考える。

7. 文献

- 1) 植木純, 吉見格, 瀬山邦明ら, COPDの疫学と診療の現状, EBMジャーナル, 2003; 4(4): 10-17.
- 2) Fukuci Y, Nishimura M, Ichinose M, et al, COPD in Japan, the Nippon COPD Epidemiology study, *Respirology*, 2004; 9: 458-465.
- 3) 山田拓実, 町田和子, 慢性閉塞性肺疾患 (COPD) の病期別理学療法ガイドライン, *理学療法*, 2002; 19(1): 241-250.
- 4) 米国国立衛生研究所, 米国国立心肺血液研究所, Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (日本語版), 慢性閉塞性肺疾患の診断, 管理, 予防のグローバルストラテジー, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 2001.
- 5) Romain A et al, Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease(GOLD) Work-shop Summary, *Am J Respir Care Med*, 2001; 163: 1256-1276.
- 6) 日本呼吸管理学会呼吸リハビリテーションガイドライン作成委員会, 日本呼吸器学会ガイドライン施行管理委員会, 日本理学療法士協会呼吸リハビリテ-

- ーションガイドライン作成委員会編, 呼吸リハビリテーションマニュアル—運動療法—, 日本呼吸管理学会, 日本呼吸器学会, 日本理学療法士協会, 東京, 2003.
- 7) Lacasse Y, Goldstein RS, Scoring evidence of pulmonary rehabilitation effectiveness in COPD, *Chest*, 1998; 114: 343-345.
 - 8) Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al, Pulmonary Rehabilitation, Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines, *Chest*, 2007; 131: 34-35
 - 9) American association of cardiovascular & pulmonary rehabilitation, 呼吸リハビリテーション・プログラムのガイドライン, 第2版, ライフサイエンス出版, 1999.
 - 10) Gandevia SC, Leeper JB, McKenzie DK, et al, Discharge frequencies of parasternal intercostal and scalene motor units during breathing in normal and COPD subjects, *Am J Respir Crit Care Med*, 1996; 153: 622-628.
 - 11) De Troyer A, Leeper JB, Mckenzie DK, Gandevia SC, Neural drive to the diaphragm in patients with severe COPD, *Am Respir Crit Care Med*, 1997; 155: 1335-1340.
 - 12) De Troyer A, Peche R, Yarnault JC, et al, 1994, Nwck muscle activity in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease, *Am J Respir Crit Care Med*, 150, 41-47.
 - 13) Ninane V, Rypens F, Yernault J-C, et al, Abdominal muscle use during breathing in patients with chronic airflow obstruction, *Am Rev Respir Dis*, 1992; 146: 16-21.
 - 14) 木田厚端, 朝戸裕子, 脊柱後彎症—老年者の場合—, *呼吸*, 1988; 7(12): 1339-1344.
 - 15) 草刈佳子, 佐々木誠, 円背姿勢が呼吸循環反応ならびに運動耐容能に及ぼす影響, *理学療法学*, 2003; 18(4): 187-191.
 - 16) 倉田信子ら, 高齢者の年齢および脊柱彎曲レベルによる呼吸機能の相違, *日本呼吸管理学会誌*, 2005; 14(3): 458-462.
 - 17) Suzuki S, Suzuki J, Okubo T, Expiratory muscle fatigue in normal subjects, *J apple Physiol*, 1991; 70: 2632-2639.

- 18) 塩谷隆信, 佐竹将宏, 高橋仁美, 包括的呼吸リハビリテーションの役割と実際, *Medical Practice*, 1999 ; 16(10) : 1615-1620.
- 19) 秋吉史博, 高橋仁美, 菅原慶勇ら, 呼気筋強化が呼吸筋力に及ぼす影響, *理学療法学*, 2001 ; 28(2) : 47-52.
- 20) Hodges PW, Butler JE, McKenzie D, Gandevia SC, Contraction of the human diaphragm during postural adjustments, *Journal of Physiology*, 1997 ; 505 : 239-548.
- 21) Allison G T, Kendle K, Roll S, Schipelius J, Scott Q, Panizza A, The role of the diaphragm during abdominal hollowing exercises, *Australian Journal of Physiotherapy*, 1997 ; 44(2) : 95-102.
- 22) Cresswell A G, Grundstrom A, Thorstensson A, Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra-muscular activity in man, *Acta Physiologica Scandinavica*, 1992 ; 144 : 409-418.
- 23) Cresswell A G, Responses of intra-abdominal pressure and abdominal muscle activity during dynamic trunk loading in man, *European Journal of Applied Physiology*, 1993 ; 66 : 315-320.
- 24) Cresswell A G, Blake P L, Thorstensson A, The effect of an abdominal muscle training program on the intra-abdominal pressure, *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 1993 ; 26 : 79-86.
- 25) Cresswell A G, Oddsson L, Thorstensson A, The influence of sudden perturbations on trunk muscle activity, *Experimental Brain Research*, 1994 ; 98 : 336-341.
- 26) 解良武士, 丸山仁司, 呼吸筋力と体幹の関係についての1考察, *理学療法学*, 2000 ; 27(3) : 222.
- 27) 解良武士, 丸山仁司, 姿勢体幹屈曲が最大口腔内圧に与える影響, *理学療法学*, 2001 ; 28(2) : 178.
- 28) 金子 秀雄, 佐藤 広徳, 丸山 仁司, 姿勢が側腹筋厚に及ぼす影響, *理学療法科学*, 2006 ; 21(3) : 255-259.
- 29) 本間生夫監修, 2003, 呼吸運動療法の理論と技術, メジカルビュー社.
- 30) Wilson KJW, Waygh A, 2000, 健康と病気のしくみがわかる解剖生理学 (島田達生, 小林邦彦, 渡辺 皓, 監訳), 西村書店.
- 31) NHLBI/WHO Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease(GOLD) Workshop summary. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 2001 ; 163(5) : 1256-1276.