

## I. 推奨グレードの決定およびエビデンスレベルの分類

### 1. 推奨グレードの決定

推奨グレードは、「Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007」に記載されている「推奨の決定」を参考とし、表1、表2のごとく社団法人日本理学療法士協会ガイドライン特別委員会理学療法診療ガイドライン部会にて策定した規準に従って決定した。

表1 「理学療法評価（指標）」の推奨グレード分類

推奨グレード Grades of recommendations	内容 Type of recommendations
A	信頼性, 妥当性のあるもの
B	信頼性, 妥当性が一部あるもの
C	信頼性, 妥当性は不明確であるが, 一般的に使用されているもの (ただし, 「一般的」には学会, 委員会等で推奨されているものも含む)

表2 「理学療法介入」の推奨グレード分類

推奨グレード Grades of recommendations	内容 Type of recommendations
A	行うように勧められる強い科学的根拠がある
B	行うように勧められる科学的根拠がある
C1	行うように勧められる科学的根拠がない
C2	行わないように勧められる科学的根拠がない
D	無効性や害を示す科学的根拠がある

## 2. エビデンスレベルの分類

エビデンスレベルは、表3のごとく「Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007」に記載されている「エビデンスのレベル分類」に準じて判定した。

表3 「理学療法介入」のエビデンスレベル分類

エビデンスレベル Level of evidence	内容 Type of evidence
1	システマティック・レビュー/RCT のメタアナリシス
2	1つ以上のランダム化比較試験による
3	非ランダム化比較試験による
4a	分析疫学的研究(コホート研究)
4b	分析疫学的研究(症例対照研究, 横断研究)
5	記述研究(症例報告やケース・シリーズ)
6	患者データに基づかない, 専門委員会や専門家個人の意見

RCT: randomized controlled trial

(福井次矢・他(編):Minds 診療ガイドライン作成の手引き 2007. 医学書院, 2007 より引用)

※エビデンスレベルが1または2の結果であっても, そのRCTの症例数が十分でなかったり, 企業主導型の論文のみしか存在せず再検討がいずれ必要と判定した場合は, 「理学療法介入」の推奨グレードを一段階下げて「B」とした。

## 12. 慢性閉塞性肺疾患(COPD)

### 理学療法診療ガイドライン

班長	千住 秀明	(長崎大学)
副班長	神津 玲	(長崎大学病院)
班員	北川 知佳	(長崎呼吸器リハビリクリニック)
	田中 貴子	(長崎大学)
	朝井 政治	(田上病院)
	宮川 哲夫	(昭和大学)
	眞渕 敏	(兵庫医科大学病院)
	石川 朗	(神戸大学)

#### 目次

第1章	はじめに	957
第2章	参考としたガイドライン, 引用したデータベース	959
第3章	理学療法評価(指標)の推奨グレード	961
第4章	理学療法介入の推奨グレードとエビデンスレベル	967
第5章	現状と展望	979
	用語	980
	アブストラクトテーブル	992

## 第1章 はじめに

慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease: COPD) とは、有毒な粒子やガスの吸入によって生じた肺の炎症反応に基づく進行性の気流制限を呈する疾患である<sup>1)</sup>。罹患率は喫煙率の上昇を主たる背景に世界的に増加しており、日本人では40歳以上のCOPD有病率は8.6%、患者数は530万人と推定されている<sup>2)</sup>。日常の理学療法診療においても、遭遇する頻度の高い重要な呼吸器疾患である。症状として労作時呼吸困難は重要であり、それに伴う運動耐容能の低下、日常生活活動の制限、生活の質の低下など患者に及ぼす影響は深刻である。

COPDの治療管理においては薬物療法をベースに、呼吸リハビリテーションを組み合わせることで労作時呼吸困難の軽減、運動能力および活動性の向上、生活の質の改善といった症状のコントロールと病状の安定化を図ることが可能である。呼吸リハビリテーションの構成要素において運動療法は、強い科学的証拠によってその有効性が証明されており<sup>3,4)</sup>、必須の手段に位置づけられている。GOLD (global initiative for chronic obstructive lung disease)ガイドライン<sup>1)</sup>をはじめとする世界各国のCOPD診療ガイドラインにおいて強く推奨されている。

一方、わが国で従来から行われてきた呼吸練習や排痰法といった呼吸理学療法の手段は標準化されるに至っておらず、科学的証拠に乏しく、またその効果の大きさも運動療法と比較すると小さい。従って現在では、運動療法の導入を円滑にする、運動中の呼吸困難を減らして負荷量を高める、といったその遂行を補助する「コンディショニング」として位置づけられている<sup>5)</sup>。わが国での呼吸リハビリテーションの対象者が高齢かつ重症者が多いことを考えると、運動療法を進める上ではなくてはならない手段であり、運動療法を成功させる鍵を握っていると言っても過言ではない。

GOLDガイドラインをはじめ世界各国のCOPD診療ガイドラインではコンディショニングとしての呼吸理学療法にはほとんど触れられておらず、各手技のエビデンスレベルや推奨できる介入とそのグレードなどについての声明はない。また、本邦の代表的なガイドラインに位置づけられる「呼吸リハビリテーション・マニュアル：運動療法」<sup>5)</sup>においても同様である。したがって、本作業部会ではこれらのガイドラインとの整合性を踏まえた上で、慢性安定期にあるCOPD患者を対象とした呼吸理学療法の診療ガイドラインを作成し、その基本的手技<sup>6)</sup>および用語の定義を整理するとともに、適応、考え方、科学的根拠と推奨内容について明記することを目的とするものである。

## 文献

- 1) Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, et al.: Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 176: 532-555, 2007.

- 2) Fukuchi Y, Nishimura M, Ichinose M, et al.: COPD in Japan: the Nippon COPD Epidemiology study. *Respirology* 9: 458-465, 2004.
- 3) Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based guidelines. ACCP/AACVPR Pulmonary Rehabilitation Guidelines Panel. American College of Chest Physicians. American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Chest* 112: 1363-1396, 1997.
- 4) Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al.: Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 131: 4S-42S, 2007.
- 5) 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. 照林社, 東京, 2003.
- 6) 千住秀明, 眞渕 敏, 宮川哲夫 (監): 呼吸理学療法標準手技. 石川 朗, 神津 玲, 高橋哲也 (編), 医学書院, 東京, 2008.

## 第2章 参考としたガイドライン, 引用したデータベース

従来, 安定期 COPD の呼吸理学療法について限定したガイドラインは存在せず, COPD の診療ガイドライン, 呼吸リハビリテーションガイドラインに部分的な記載をみるのみであった。COPD の診療ガイドラインはアメリカ, イギリス, ヨーロッパ, オーストラリア・ニュージーランド, 日本等と各国で発表されてきたが, 現在では世界中の臨床家や研究者によって作成された GOLD ガイドラインによって統一されつつある。

また, 呼吸リハビリテーションのガイドラインは 1997 年に発表されたアメリカ胸部専門医会・心臓血管呼吸リハビリテーション学会 (ACCP/AACVPR) による合同ガイドラインに端を発し, その後相次いでアメリカ胸部疾患学会 (ATS), ヨーロッパ呼吸器学会 (ERS), イギリス胸部疾患学会 (BTS), 日本呼吸器学会・日本呼吸管理学会 (現・日本呼吸ケア・リハビリテーション学会) などから声明文が発表されてきた。ACCP/AACVPR は 2007 年, ガイドライン改訂版を発表している。そして, 2009 年になって, BTS から成人内科系呼吸器疾患を対象とした呼吸理学療法ガイドラインが出版されたことは注目に値する。

日本では前述の声明文を踏まえ, 2003 年に日本呼吸管理学会, 日本呼吸器学会, 日本理学療法士協会によって, マニュアルとしての要素をもたせたユニークなガイドライン, 「呼吸リハビリテーションマニュアル 運動療法」を作成, 発表するに至り, 現時点でのわが国における呼吸リハビリテーションの標準となっている。

本ガイドラインでは以上の経緯を踏まえ, 以下のガイドライン, ステートメントおよびデータベースを参考とした。

### 1. 参考としたガイドライン

- 1) Rabe KF, Hurd S, Anzueto A, et al.: Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 176: 532-555, 2007.
- 2) 日本呼吸器学会 COPD ガイドライン第3版作成委員会: COPD (慢性閉塞性肺疾患) 診断と治療のためのガイドライン 第3版. メディカルレビュー社, 東京, 2009.
- 3) Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al.: Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 131: 4S-42S, 2007.
- 4) American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation: Guidelines for Pulmonary Rehabilitation Programs. 3rd ed. Human Kinetics, Champaign, IL, 2004.
- 5) 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. 照林社, 東京, 2003.

- 6) Bott J, Blumenthal S, Buxton M, et al; British Thoracic Society Physiotherapy Guideline Development Group: Guidelines for the physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patient. *Thorax* 64: i1-51, 2009.

## 2. 引用したデータベース

- 1) 医学中央雑誌
- 2) MEDLINE
- 3) CINAHL (Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature)
- 4) Cochrane Database

## 3. ステートメント

- 1) Nici L, Donner C, Wouters E, et al.: American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 173: 1390-1413, 2006.
- 2) 日本呼吸管理学会/日本呼吸器学会:呼吸リハビリテーションに関するステートメント. *日呼吸会誌* 40: 536-544, 2002.

## 第3章 理学療法評価(指標)の推奨グレード

安定期 COPD を対象として呼吸理学療法を行う場合の評価および効果指標(アウトカム)は研究結果の解釈やその臨床現場への適用を検討する際にきわめて重要な要素となる。

以下に、呼吸理学療法の代表的な構成要素である呼吸練習および気道クリアランス、呼吸筋トレーニング、胸郭可動域練習に関するシステマティックレビューあるいはメタアナリシスにおいて用いられている評価指標を分類してとりあげた。これらは、生理学的影響、あるいは症状や活動性といった中間転帰に関するものが中心であり、生命予後や入院回数・期間、健康関連生活の質 (health related quality of life: HRQL) といった最終転帰に及ぼす影響についてはほとんど検討されていない。

### 1. 呼吸練習に関するもの

#### 1) 自覚症状

推奨グレード B

- 呼吸練習が患者の自覚症状、特に(労作時)呼吸困難に及ぼす影響を評価することは、その意義や効果を検討する上で必要不可欠である<sup>1-3)</sup>。
- また、呼吸練習による呼吸方法の習得が、実際の日常生活活動における呼吸困難の程度やその遂行にどの程度影響するかを評価することも必要である<sup>4)</sup>。

#### 2) 換気諸量

推奨グレード B

- 換気諸量(一回換気量、分時換気量、換気当量など)、スパイロメトリによる肺容量、最大換気量等の各種肺機能の指標による本法の即時的あるいは長期的影響を検討するものである<sup>5-9)</sup>。
- 呼吸練習実施中の換気諸量、肺容量が変化することが認められているが、本法を中止するとその変化は速やかに消失する<sup>5-9)</sup>。また、長期的には肺機能に及ぼす影響は皆無であり、臨床的に肺機能をその効果の指標として利用することは推奨できない。

#### 3) 換気分布

推奨グレード C

- 呼吸練習による換気分布の変化を放射線学的に評価するものであり、換気シンチグラフィが利用される。通常、臨床的に評価される指標とはなり得ない<sup>8,9)</sup>。

#### 4) ガス交換能

推奨グレード B

- ・ 動脈血液ガス (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>), 経皮的酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) 等によって主に酸素化を反映する指標である。酸素化の変化は一定ではなく, 症例毎に評価して効果の解釈にあたる必要がある<sup>10-12)</sup>。

## 5)呼吸仕事量

推奨グレード B

- ・ 呼吸練習の最大の目的は肺気量の増大に伴う呼吸仕事量を以下に軽減させ, 呼吸困難の軽減に貢献させるかということであり, 呼吸仕事量は合目的な指標である。これには酸素摂取量や筋電図による呼吸筋活動, 胸腔および腹腔内圧の変化等がある<sup>13, 14)</sup>。

## 6)呼吸パターン

推奨グレード B

- ・ 呼吸練習による胸壁および腹壁の変化を評価するものである。特に横隔膜呼吸練習において重要な指標となる<sup>15-17)</sup>。

## 文 献

- 1) Mueller RE, Petty TL, Filley GF: Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lips breathing. *J Appl Physiol* 28: 784-789, 1970.
- 2) Ingram RM, Schilder DP: Effect of pursed lips expiration on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 96: 381-388, 1967.
- 3) Gosselink RA, Wagenaar RC, Rijswijk H, et al: Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 151: 1136-1142, 1995.
- 4) Cahalin LP, Braga M, Matsuo Y, et al.: Efficacy of diaphragmatic breathing in persons with chronic obstructive pulmonary disease: a review of the literature. *J Cardiopulm Rehabil* 22: 7-21, 2002.
- 5) Motley HL: The effects of slow deep breathing on the blood gas exchange in emphysema. *Am Rev Respir Dis* 88: 484-492, 1963.
- 6) Thoman RL, Stoker GL, Ross JC: The efficacy of pursed-lips breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 93: 100-106, 1966.
- 7) Campbell EJ, Friend J: Action of breathing exercises in pulmonary emphysema. *Lancet* 268: 325-329, 1955.
- 8) Brach BB, Chao RP, Sgroi VL, et al.: <sup>133</sup>Xenon washout patterns during diaphragmatic breathing: studies in normal subjects and patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chest* 71: 735-739, 1997.

- 9) Sackner MA, Silva G, Banks JM, et al.: Distribution of ventilation during diaphragmatic breathing in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 109: 331-337, 1974.
- 10) Tjep BL, Burns M, Kao D, et al.: Pursed lips breathing training using ear oximetry. *Chest* 90: 218-221, 1986.
- 11) Miller WF: A physiologic evaluation of the effects of diaphragmatic breathing training in patients with chronic pulmonary emphysema. *Am J Med* 17: 471- 477, 1954.
- 12) Vitacca M, Clini E, Bianchi L, et al.: Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 11: 408-415, 1998.
- 13) Breslin EH: The pattern of respiratory muscle recruitment during pursed-lip breathing. *Chest* 101: 75-78, 1992.
- 14) Jones AY, Dean E, Chow CCS: Comparison of the oxygen cost of breathing exercises and spontaneous breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther* 83: 424-431, 2003.
- 15) Sackner MA, Gonzalez HF, Jenouri G, et al.: Effects of abdominal and thoracic breathing on breathing pattern components in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 130: 584-587, 1984.
- 16) Willeput R, Vachaudez JP, Lenders D, et al.: Thoracoabdominal motion during chest physiotherapy in patients affected by chronic obstructive lung disease. *Respiration* 44: 204-214, 1983.
- 17) Sackner MA, Gonzalez H, Rodriguez M, et al.: Assessment of asynchronous and paradoxical motion between rib cage and abdomen in normal subjects and in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 130: 588-593, 1984.

## 2. 気道クリアランスに関するもの

### 1) 自覚症状

推奨グレード C

- ・ 気道クリアランスによる患者の自覚症状としての呼吸困難, 咳嗽 (気道分泌物喀出) のしやすさは重要な効果の指標である<sup>1)</sup>。しかし, これらの指標への影響について検討された報告はない。

### 2) 喀痰排出量

#### 推奨グレード B

- ・ 気道クリアランスによる喀痰排出量として喀痰量、湿重量、乾燥重量があり、効果判定として重要な指標である<sup>2,3)</sup>。

### 3) 気道クリアランス

#### 推奨グレード C

- ・ 気道クリアランス法は貯留する気道分泌物の有効な排出促進であるため、それを反映しうる指標として、放射性同位元素のトレーサーを用いた気道クリアランスを定量的に測定することは、本法の即時効果を評価する上で最も信頼性の高い指標となる<sup>4,5)</sup>。

### 4) 肺機能

#### 推奨グレード B

- ・ スパイロメトリを始めとする肺機能は、気道の開存（閉塞）を反映するため、気道分泌物排出による影響を評価することができる。しかし、これらは二次的な指標であり、あくまでも気道クリアランス効果が明らかであるかどうかを考慮して、検討すべきである<sup>3,6,7)</sup>。

### 5) ガス交換能

#### 推奨グレード B

- ・ PaO<sub>2</sub> や SpO<sub>2</sub> といった酸素化の指標も肺機能と同様であり、気道クリアランス効果が明らかであるかどうかを考慮して、検討すべきである<sup>3,7)</sup>。

### 文 献

- 1) Petty TL: The National Mucolytic Study. Results of a randomized, double-blind, placebo-controlled study of iodinated glycerol in chronic obstructive bronchitis. *Chest* 97: 75-83, 1990.
- 2) Bateman JR, Newman SP, Daunt KM, et al.: Is cough as effective as chest physiotherapy in the removal of excessive tracheobronchial secretions? *Thorax* 36: 683-687, 1981.
- 3) May DB, Munt PW: Physiologic effects of chest percussion and postural drainage in patients with stable chronic bronchitis. *Chest* 75: 29-32, 1979.
- 4) Oldenburg FA Jr, Dolovich MB, Montgomery JM, et al.: Effects of postural drainage, exercise, and cough on mucus clearance in chronic bronchitis. *Am Rev Respir Dis* 120: 739-745, 1979.

- 5) Olséni L, Midgren B, Hörnblad Y, et al.: Chest physiotherapy in chronic obstructive pulmonary disease: forced expiratory technique combined with either postural drainage or positive expiratory pressure breathing. *Respir Med* 88: 435-440, 1994.
- 6) Newton DA, Stephenson A: Effect of physiotherapy on pulmonary function. A laboratory study. *Lancet* 2: 228-229, 1978.
- 7) Mohsenifar Z, Rosenberg N, Goldberg HS, et al.: Mechanical vibration and conventional chest physiotherapy in outpatients with stable chronic obstructive lung disease. *Chest* 87: 483-485, 1985.

### 3. 呼吸筋トレーニングに関するもの

#### 1) 自覚症状

推奨グレード A

- ・ 呼吸筋トレーニングによる自覚症状、特に（運動時）呼吸困難に及ぼす影響を評価することは本法の意義や目的から必要な指標として推奨される<sup>1-3)</sup>。

#### 2) 呼吸筋機能

推奨グレード A

- ・ 口腔内圧による呼吸筋力（最大吸気圧， $PI_{max}$ ）や呼吸筋耐久力（最大換気量，吸気持続時間）といった項目は本法の評価項目に必要な不可欠である<sup>1-3)</sup>。

#### 3) 運動耐容能

推奨グレード A

- ・ 運動負荷試験や 6 分間歩行試験などで評価される運動耐容能は呼吸筋機能の向上によって影響される重要な二次的指標となる<sup>1-3)</sup>。

#### 4) HRQL

推奨グレード A

- ・ HRQL も運動耐容能と同様，二次的指標として必要な指標として推奨される<sup>1-3)</sup>。

### 文献

- 1) Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, et al.: Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. *Respir Med* 102: 1715-1729, 2008.

- 2) Geddes EL, Reid WD, Crowe J, et al.: Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respir Med* 99:1440-1158, 2005.
- 3) Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, et al.: Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 20: 570-576, 2002.

#### 4. 胸郭可動域練習に関するもの

##### 1) 自覚症状

推奨グレード B

- ・ 呼吸困難の軽減あるいは呼吸のしやすさといった自覚症状の変化は、本法の効果を検討する上で重要な指標として使用されている<sup>1-3)</sup>。

##### 2) 胸郭可動性

推奨グレード B

- ・ 胸郭可動性が改善したかどうかを評価する重要な指標である。最大吸気時と最大呼気時における胸郭の周径差を測る胸郭拡張差が代表的であるが、その信頼性や妥当性、再現性は十分に確立されていない。肩関節の水平内・外転の関節可動域を評価する方法もあるが、一般的ではない<sup>1,2)</sup>。
- ・ スパイロメトリによる肺活量や最大吸気量等も胸郭可動性に影響される二次的指標となる<sup>1-3)</sup>。

##### 3) 運動耐容能

推奨グレード C

- ・ 運動負荷試験や 6 分間歩行試験といった運動耐容能は胸郭可動性改善によって影響される重要な二次的指標となる<sup>3)</sup>。

#### 文献

- 1) 田平一行, 関川則子, 岩城 基, 他: 慢性閉塞性肺疾患患者における胸郭モビライゼーションの即時効果. *理学療法学* 34: 59-64, 2007.
- 2) Putt MT, Watson M, Seale H, et al. Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 89: 1103-1107, 2008.
- 3) 高橋仁美: わが国における呼吸理学療法の科学性, メタアナリシスを用いて. *日呼吸誌* 11: 399-403, 2002.

## 第4章 理学療法介入の推奨グレードとエビデンスレベル

安定期 COPD を対象とした呼吸理学療法の手段は一般的に、リラクゼーション、呼吸練習、気道クリアランス法、呼吸筋トレーニング、胸郭可動域練習に大別、構成される。呼吸理学療法は現在、呼吸リハビリテーションにおける運動療法の導入や遂行を円滑に、加えてより強度の高い運動負荷を加えることができるようにするために、運動への準備や呼吸困難のコントロールといったコンディショニングに位置づけられている。

これらの手段に関して、これまでに報告された文献を整理し、それぞれの推奨グレードとエビデンスレベルを検討した。各手段が換気能力や運動能力に及ぼす影響は小さいが、呼吸困難を軽減させたり、肺機能や胸郭可動性に好影響を及ぼすなどの効果が報告されている。しかし、これらの手技は一部を除いて標準化が難しく、効果を検討することが困難でもあり、科学的根拠は必ずしも強くない。

### 1. リラクゼーション

#### 推奨グレード B エビデンスレベル 3

- COPD 患者では呼出制限に伴って生じている肺過膨脹によって、呼吸筋群が短縮しているために筋の長さ-張力関係が悪化し、より大きな呼吸仕事量を強いられている。肩甲帯を固定した状態で呼吸することで換気状態は改善するが、酸素消費量は増大する<sup>1)</sup>。したがって、酸素消費量の増大なしで肩甲帯をどの様に固定し、残気量を減少させるかを指導する必要がある。
- リラクゼーションには安楽体位(ポジショニング)、Jacobson's progressive relaxation, バイオフィードバックなどの手技の他、臨床現場では呼吸補助筋群のストレッチングやマッサージなども行われている。
- 安定期 COPD に対する progressive relaxation は対照群と比較して、即時的に心拍数、呼吸数を減少させ、不安や呼吸困難を軽減させる<sup>2,3)</sup>。
- リラクゼーションと様々な体位での徒手的な胸郭圧迫手技(呼吸介助手技)の組み合わせは、胸郭拡張性と酸素飽和度を有意に増大させるが、呼吸困難に及ぼす影響は不明であった<sup>4)</sup>。しかし、重症 COPD 患者に対して、呼吸介助手技と呼吸補助筋群のストレッチ、胸郭可動域練習、リラクゼーションを組み合わせることで、肺気量および呼吸困難を有意に減少すること報告されている<sup>5)</sup>。
- 呼吸筋ストレッチ体操は呼吸筋のチクソトロピー(力を加えることで粘度が下がる現象)によって COPD 患者の呼吸困難を軽減させ<sup>6,7)</sup>、6分間歩行距離を延長させることが示されている<sup>8)</sup>。
- 後方にもたれる座位姿勢は直立座位と比較して肺機能(FVC, MV, RR, SaO<sub>2</sub>, FEV<sub>1</sub>)に対して何ら有意に影響しないが<sup>9)</sup>、患者の肘や前腕部を自分の膝や机の上に置いて体幹を支える前傾座位姿勢のポジショニングは、肺機能を改善させるとともに<sup>10)</sup>、呼吸

困難を軽減<sup>11-14)</sup>、呼吸仕事量の低下<sup>8)</sup>をもたらす。また、血液ガスの増悪なしに残気量やMVを軽減<sup>10)</sup>、呼吸補助筋群の筋活動減少、吸気筋(横隔膜)機能の向上<sup>15)</sup>、胸・腹壁運動の協調性改善<sup>11)</sup>といった良好な影響が示されている。

- このような前傾座位姿勢は腹腔内圧の上昇に伴い横隔膜が伸張され、筋の長さ-張力関係が改善することがその作用機序と考えられているが、超音波による横隔膜の可動距離は仰臥位や直立座位と比較して有意な増大はなかったとする報告もある<sup>16)</sup>。
- 歩行時においても、歩行器を使用しての前傾姿勢によって呼吸困難や疲労度の軽減、歩行距離の延長が認められている<sup>17,18)</sup>。
- しかし、症状が進行した重症患者(ほとんどがCOPD例)に対して、各種の非薬物療法が呼吸困難に及ぼす影響について検討したシステマティックレビューでは、リラクセーションに関連した介入研究の有効性は示されていない<sup>19)</sup>。

## 文献

- 1) Rochester DF, Braun NM, Laine S: Diaphragmatic energy expenditure in chronic respiratory failure. The effect of assisted ventilation with body respirators. *Am J Med* 63: 223-232, 1977.
- 2) Renfro KL: Effect of progressive relaxation on dyspnea and state of anxiety in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Heart Lung* 17: 408-413, 1988.
- 3) Gift AG, Moore T, Soeken K: Relaxation to reduce dyspnea and anxiety in COPD patients. *Nurs Res* 41: 242-246, 1992.
- 4) Kolaczowski W, Taylor R, Hoffstein V: Improvement in oxygen saturation after chest physiotherapy in patients with emphysema. *Physiother Can* 41: 18-23, 1989.
- 5) 松本香好美, 黒澤 一, 森 直樹・他: 呼吸理学療法が重症肺気腫患者の肺気量に及ぼす即時的効果についての検討. *総合リハ* 32: 577-582, 2004.
- 6) Minoguchi H, Shibuya M, Miyagawa T, et al.: Cross-over comparison between respiratory muscle stretch gymnastics and inspiratory muscle training. *Intern Med* 41: 805-812, 2002.
- 7) Izumizaki M, Kakizaki F, Tanaka K, et al.: Immediate effects of thixotropy conditioning of inspiratory muscles on chest-wall volume in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care* 51: 750-757, 2006.
- 8) Izumizaki M, Satake M, Takahashi H, et al.: Effects of inspiratory muscle thixotropy on the 6-min walk distance in COPD. *Respir Med* 102: 970-977, 2008.
- 9) Landers MR, McWhorter JW, Filibeck D, et al.: Does sitting posture in chronic obstructive pulmonary disease really matter? An analysis of 2 sitting postures and their effect on pulmonary function. *J Cardiopulm Rehabil* 26: 405-409, 2006.

- 10) LaPier TK, Donovan C: Sitting and standing position affect pulmonary function in patients with COPD: a preliminary study. *Cardiopulm Phys Ther J* 1-7, 1999.
- 11) Barach AL: Chronic obstructive lung disease: postural relief of dyspnea. *Arch Phys Med Rehabil* 55: 494-504, 1974.
- 12) Druz WS, Sharp JT, Druz WS, et al.: Electrical and mechanical activity of the diaphragm accompanying body position in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 125: 275-280, 1982.
- 13) Sharp JT, Druz WS, Moisan T, et al.: Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 122: 201-211, 1980.
- 14) O'Neill S, McCarthy DS: Postural relief of dyspnoea in severe chronic airflow limitation: relationship to respiratory muscle strength. *Thorax* 38: 595-600, 1983.
- 15) Delgado HR, Braun SR, Skatrud JB, et al.: Chest wall and abdominal motion during exercise in patients with COPD. *Am Rev Respir Dis* 126: 200-205, 1982.
- 16) Bhatt SP, Guleria R, Luqman-Arafath TK, et al.: Effect of tripod position on objective parameters of respiratory function in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Indian J Chest Dis Allied Sci* 51: 83-85, 2009.
- 17) Solway S, Brooks D, Lau L, et al.: The short-term effect of a rollator on functional exercise capacity among individuals with severe COPD. *Chest* 122: 56-65, 2002.
- 18) Probst VS, Troosters T, Coosemans I, et al.: Mechanisms of improvement in exercise capacity using a rollator in patients with COPD. *Chest* 126: 1102-1107, 2004.
- 19) Bausewein C, Booth S, Gysels M, et al.: Non-pharmacological interventions for breathlessness in advanced stages of malignant and non-malignant diseases. *Cochrane Database Syst Rev*: CD005623, 2008.

## 2. 呼吸練習

### 1) 横隔膜呼吸

推奨グレード C    エビデンスレベル 4a

- 安定期 COPD における呼吸練習の代表は、横隔膜呼吸と口すぼめ呼吸であるが、その有効性について検討されたランダム化比較対照試験 (randomized controlled trial: RCT) はない。横隔膜呼吸では意識的な吸気時の腹壁の拡張運動が強調されるが<sup>1-3)</sup>、かえって奇異呼吸パターンとなりやすく<sup>3)</sup>、注意が必要である。
- 横隔膜呼吸によって一回換気量の増加と呼吸数の減少が得られるが<sup>4)</sup>、換気分布は変化しない<sup>2)</sup>。また呼吸仕事量に関しては増大する<sup>3,5)</sup> と、減少する<sup>6)</sup> とした報告があり、一定していない。

- 呼吸困難に及ぼす影響に関しては一定の結論は得られていないが、重症例ではかえって呼吸困難は増悪したとする<sup>3,5)</sup>。
- 基本的に肺機能<sup>7)</sup>や運動耐容能<sup>8)</sup>には影響を及ぼさない。
- 本呼吸法の効果は、横隔膜運動の増幅に伴う腹部拡張運動の強調であるよりも、単純に呼吸数の減少によるものであろうと推測されている<sup>4)</sup>。
- したがって、本呼吸法を練習させることには、単純にゆっくりとした呼吸パターンや口すぼめ呼吸などによって得られる効果以上の利益がないことを示しており、本呼吸法を安定期 COPD 患者に適用する証拠は不足している<sup>4)</sup>。

## 2) 口すぼめ呼吸

推奨グレード B エビデンスレベル 4a

- 口すぼめ呼吸については、呼吸困難や呼吸数、 $\text{PaCO}_2$  を有意に減少させ、安静時の一回換気量や酸素飽和度を増大させる<sup>9-12)</sup>。
- 通常の呼吸と比較して、口すぼめ呼吸では酸素摂取量と呼吸数の有意な減少を認める<sup>6)</sup>。
- 歩行時でのガス交換の改善は示されていない<sup>13)</sup>。
- 運動時に口すぼめ呼吸を併用することによって、呼吸数と運動終了後の回復時間を有意に減少、短縮させることが示されているが、運動時の呼吸困難の程度と運動耐容能には影響しない<sup>14)</sup>。
- 本呼吸法によって呼吸困難が軽減する患者群では、肺メカニクスの適性化や過膨張に悪影響を及ぼす終末呼気肺容量の増大を制限しているものと思われ、特に呼吸数の減少が気道抵抗を軽減し、呼気時の気道虚脱を防いでいることを示唆している<sup>4)</sup>。
- 安定期 COPD では口すぼめ呼吸について、その適用を支持する根拠は比較的十分である<sup>4)</sup>。

## 3) その他の呼吸法

推奨グレード B エビデンスレベル 4a

- リラックスして、ゆっくりと深い呼吸パターンでの呼吸法は一回換気量を増大させ、 $\text{PaCO}_2$  を減少させたり<sup>15)</sup>、もともと高いレベルにある交感神経活動を軽減させる効果がある<sup>16)</sup>。しかし、この呼吸パターンによって呼気時間が短くなると横隔膜疲労の原因となる可能性を示唆しており<sup>17)</sup>、注意が必要である。
- この呼吸法は、労作にあわせて呼吸パターンの同調を図る場合（特に呼気時に労作を行うなど）に利用できるが、患者個人の呼吸パターンから極端に逸脱しないようにする必要がある<sup>18)</sup>。

- ・ 呼吸法によって、歩行時や階段昇降時に呼吸パターンと歩調を協調させる方法（paced breathing）は呼吸困難の軽減や労作を急いだり、息こらえや浅くて速い呼吸パターンの出現を防ぐ上で有用であると考えられている<sup>18)</sup>。

## 文 献

- 1) Sackner MA, Gonzalez HF, Jenouri G, et al.: Effects of abdominal and thoracic breathing on breathing pattern components in normal subjects and in patients with COPD. *Am Rev Respir Dis* 130: 584-587, 1984.
- 2) Grimby G, Oxhoj H, Bake B: Effects of abdominal breathing on distribution of ventilation in obstructive lung disease. *Clin Sci Mol Med* 48: 193-199, 1975.
- 3) Gosselink RAAM, Wagenaar RC, Sargeant AJ, et al.: Diaphragmatic breathing reduces efficiency of breathing in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 151: 1136-1142, 1995.
- 4) Dechman G, Wilson CR: Evidence underlying breathing retraining in people with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther* 84: 1189-1197, 2004.
- 5) Vitacca M, Clini E, Bianchi L, et al.: Acute effects of deep diaphragmatic breathing in COPD patients with chronic respiratory insufficiency. *Eur Respir J* 11: 408-415, 1998.
- 6) Jones AY, Dean E, Chow CC: Comparison of the oxygen cost of breathing exercises and spontaneous breathing in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease. *Phys Ther* 83: 424-431, 2003.
- 7) Cole MB, Stansky C, Roberts FE, et al.: Studies in emphysema: long-term results of training diaphragmatic breathing on the course of obstructive emphysema. *Arch Phys Med Rehabil* 43: 561-564, 1962.
- 8) Williams IP, Smith CM, McGavin CR, et al.: Diaphragmatic breathing training and walking performance in chronic airways obstruction. *Br J Dis Chest* 76: 164-166, 1982.
- 9) Breslin EH: The pattern of respiratory muscle recruitment during pursed-lips breathing in COPD. *Chest* 101: 75-78, 1992.
- 10) Tjep BL, Burns M, Kao D, et al.: Pursed lips breathing training using ear oximetry. *Chest* 90: 218-221, 1986.
- 11) Ingram RH, Schilder DP: Effect of pursed lips breathing on the pulmonary pressure-flow relationship in obstructive lung disease. *Am Rev Respir Dis* 96: 381-388, 1967.
- 12) Thoman RL, Stoker GL, Ross JC: The efficacy of pursed-lips breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 93: 100-106, 1966.

- 13) Mueller RE, Petty TL, Filley GF: Ventilation and arterial blood gas changes induced by pursed lips breathing. *J Appl Physiol* 28: 784-789, 1970.
- 14) Garrod R, Dallimore K, Cook J, et al.: An evaluation of the acute impact of pursed lips breathing on walking distance in nonspontaneous pursed lips breathing chronic obstructive pulmonary disease patients. *Chron Respir Dis* 2: 67-72, 2005.
- 15) Motley HL: The effects of slow deep breathing on the blood gas exchange in emphysema. *Am Rev Respir Dis* 88: 484-492, 1963.
- 16) Raupach T, Bahr F, Herrmann P, et al.: Slow breathing reduces sympathoexcitation in COPD. *Eur Respir J* 32: 387-392, 2008.
- 17) Grassino A, Bellemare F, Laporta D: Diaphragm fatigue and the strategy of breathing in COPD. *Chest* 85: 51S-54S, 1984.
- 18) Bott J, Blumenthal S, Buxton M, et al.; British Thoracic Society Physiotherapy Guideline Development Group: Guidelines for the physiotherapy management of the adult, medical, spontaneously breathing patient. *Thorax* 64: i1-51, 2009.

### 3. 気道クリアランス法

#### 推奨グレード B エビデンスレベル 1

- ・ 本法は喀痰量の多い患者においてのみ適応があり、そのクライテリアとしては 1 日の喀痰量で 25 ml 以上が目安となる<sup>1)</sup>。
- ・ 本邦における安定期 COPD は肺気腫タイプが多いため、慢性的に喀痰量が多い患者は少ないが、慢性気管支炎タイプの場合では、しばしば有意な喀痰量増加のために本法が適応となる<sup>2)</sup>。
- ・ COPD と気管支拡張症を対象としたシステマティックレビューでは伝統的な胸部理学療法（軽打や振動を併用した体位ドレナージ、強制呼出手技、咳嗽）の効果が検討されており、喀痰量と放射性エロゾルのクリアランスを有意に改善するが、肺機能の改善効果はなく、徒手的手技と機械的な方法には差がなかったとしている<sup>1-4)</sup>。
- ・ COPD 患者ではアクティブサイクル呼吸法と自律性排痰法が同様に効果的で、肺機能上の改善も同様であり<sup>5,6)</sup>、肺機能や血液ガス、運動耐容能や呼吸困難に及ぼす影響は統計学的にも臨床的にも有意である<sup>7)</sup>。
- ・ アクティブサイクル呼吸法の一部であるハフティング（huffing）はその他の気道クリアランス手技にもしばしば併用されるが、その有効性が示されている<sup>8)</sup>。特に体位ドレナージと併用すると咳嗽方単独よりも効果的であり<sup>9)</sup>。ハフティングに伴う強制呼出による気道閉塞は気道クリアランスを制限しないとされる<sup>10)</sup>。
- ・ COPD 患者の気道クリアランスにおける呼気陽圧（PEP）や振動 PEP は伝統的な胸部理学療法（chest physiotherapy）とその効果は同等である<sup>5,8)</sup>。

## 文献

- 1) Jones A, Rowe BH: Bronchopulmonary hygiene physical therapy in bronchiectasis and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Heart Lung* 29: 125-135, 2000.
- 2) Rogers DF: Mucus hypersecretion in chronic obstructive pulmonary disease. *Novartis Found Symp* 234: 65-77; discussion 77-83, 2001.
- 3) Bhowmik A, Chahal K, Austin G, et al.: Improving mucociliary clearance in chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med* 103: 496-502, 2009.
- 4) Fagevik Olsén M, Westerdahl E: Positive expiratory pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease--a systematic review. *Respiration* 77: 110-118, 2009.
- 5) Hess DR: The evidence for secretion clearance techniques. *Cardiopulm Phys Ther J* 13: 7-22, 2002.
- 6) Hess DR: The evidence for secretion clearance techniques. *Respir Care* 46: 1276-1293, 2001.
- 7) Savci S, Ince DI, Arikan H: A comparison of autogenic drainage and the active cycle of breathing techniques in patients with chronic obstructive pulmonary diseases. *J Cardiopulm Rehabil* 20: 37-43, 2000.
- 8) van der Schans CP, Goldstein RS, Bach JR: Airway secretion management and oxygen therapy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 7: 277-298, 1996.
- 9) Clarke SW: Management of mucus hypersecretion. *Eur J Respir Dis Suppl* 153: 136-144, 1987.
- 10) Mortensen J, Jensen C, Groth S, et al.: The effect of forced expirations on mucociliary clearance in patients with chronic bronchitis and in healthy subjects. *Clin Physiol* 11: 439-450, 1991.

## 4. 呼吸筋トレーニング(1): 単独効果

推奨グレード B エビデンスレベル 1

- ・ 中等症から重症の COPD を対象とした呼吸筋トレーニングによって、 $PI_{max}$ 、吸気筋耐久力は改善し、シャトルウォーキングテスト (ISWT) や 6 分間歩行試験 (6MWT) による運動耐容能は増大することが示されている<sup>1-9)</sup>。これらは変化量としては小さいながらもそれぞれ有意な改善である。
- ・ いくつかの RCT では、本法によって呼吸困難の軽減<sup>2, 10, 11)</sup>、健康関連 QOL<sup>1, 2, 5, 11)</sup>、ADL<sup>5)</sup> への改善効果も示されている。

- ・ 患者教育と比較して呼吸筋トレーニングは呼吸筋力と耐久力を有意に改善させるが<sup>12)</sup>、その他の呼吸リハビリテーションの手段と比較した場合の呼吸困難や運動耐容能、健康関連 QOL に及ぼす影響は不明である。本法のルーチンの適用を推奨する根拠はないが、呼吸筋の筋力低下のために呼吸筋力を強化させたい場合には、本法を適用してもよい。

## 文献

- 1) Sturdy G, Hillman D, Green D, et al.: Feasibility of high-intensity, interval-based respiratory muscle training in COPD. *Chest* 123: 142-150, 2003.
- 2) Sanchez-Riera H, Montemayor RT, Ortega RF, et al.: Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest* 120: 748-756, 2001.
- 3) Wanke T, Formanek D, Lahrman H, et al.: Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J* 7: 2205-2211, 1994.
- 4) Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, et al.: Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 20: 570-576, 2002.
- 5) Lisboa C, Munoz V, Beroiza T, et al.: Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: comparison of two different training loads with a threshold device. *Eur Respir J* 7: 1266-1274, 1994.
- 6) Kim MJ, Larson JL, Covey MK, et al.: Inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Nurs Res* 42: 356-362, 1993.
- 7) Harver A, Daubenspeck JA, Mahler DA: Targeted inspiratory muscle training improves respiratory muscle function and reduces dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 111: 117-124, 1989.
- 8) Larson JL, Kim MJ, Sharp JT, et al.: Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Respir Dis* 138: 689-696, 1988.
- 9) Weiner P, Magadle R, Beckerman M, et al.: Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J* 23: 61-65, 2004.
- 10) Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, et al.: Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J* 10: 537-542, 1997.
- 11) Covey MK, Larson JL, Wirtz SE, et al.: High-intensity inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severely reduced function. *J Cardiopulm Rehabil* 21: 231-240, 2001.

- 12) Crowe J, Reid WD, Geddes EL, et al.: Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic literature review and meta-analysis. *COPD* 2: 319-329, 2005.

## 5. 呼吸筋トレーニング(2): 運動療法との併用効果

推奨グレード B エビデンスレベル 1

- COPD 患者を対象として運動療法に呼吸筋トレーニングを併用した場合の効果について多くの研究報告<sup>1-10)</sup>があるが、その成績、特に呼吸困難や運動耐容能への影響は一定していない。
- 運動療法に本法を併用することで、運動療法単独よりも呼吸筋力および耐久力の改善効果は大きいことが示されている。特に呼吸筋力の低下 ( $PI_{max} \leq 60 \text{ cmH}_2\text{O}$ ) を認める症例では本法が有効である<sup>11, 12)</sup>。
- 本法のルーチンの併用を推奨する根拠はないが、呼吸筋力が低下しており、患者に及ぼす影響が大きいと考えられる場合には運動療法に呼吸筋トレーニングを併用することを考慮してもよい。

## 文 献

- 1) Smith K, Cook D, Guyatt GH, et al.: Respiratory muscle training in chronic airflow limitation: a meta-analysis. *Am Rev Respir Dis* 145: 533-539, 1992.
- 2) Dekhuijzen PN, Folgering HT, van Herwaarden CL: Target-flow inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 99: 128-133, 1991.
- 3) Sturdy G, Hillman D, Green D, et al.: Feasibility of high-intensity, interval-based respiratory muscle training in COPD. *Chest* 123: 142-150, 2003.
- 4) Sanchez-Riera H, Montemayor RT, Ortega RF, et al.: Inspiratory muscle training in patients with COPD: effect on dyspnea, exercise performance, and quality of life. *Chest* 120: 748-756, 2001.
- 5) Wanke T, Formanek D, Lahrman H, et al.: Effects of combined inspiratory muscle and cycle ergometer training on exercise performance in patients with COPD. *Eur Respir J* 7: 2205-2211, 1994.
- 6) Preusser BA, Winningham ML, Clanton TL: High- vs low-intensity inspiratory muscle interval training in patients with COPD. *Chest* 106: 110-117, 1994.
- 7) Lisboa C, Villafranca C, Leiva A, et al.: Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: effect on exercise performance. *Eur Respir J* 10: 537-542, 1997.

- 8) Covey MK, Larson JL, Wirtz SE, et al.: High-intensity inspiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease and severely reduced function. *J Cardiopulm Rehabil* 21: 231-240, 2001.
- 9) Berry MJ, Adair NE, Sevensky KS, et al.: Inspiratory muscle training and wholebody reconditioning in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 153: 1812-1816, 1996.
- 10) Larson JL, Covey MK, Wirtz SE, et al.: Cycle ergometer and inspiratory muscle training in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 160: 500-507, 1999.
- 11) Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, et al.: Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 20: 570-576, 2002.
- 12) O'Brien K, Geddes EL, Reid WD, et al.: Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review update. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 28: 128-141, 2008.

## 6. 呼吸筋トレーニング(3): 使用する器具, 負荷強度, 頻度

推奨グレード B    エビデンスレベル 1

- ・ 吸気抵抗負荷法および閾値負荷法によって負荷強度が調節, 設定可能で目標値の提示ができるトレーニング器具を用いることで良好な成績が得られることから, 適用にあたってはこのような器具を使用すべきである<sup>1-3)</sup>。
- ・ 負荷強度は通常, P<sub>I</sub>max に対する割合によって決定される。現在までの研究報告では 15%から 80%まで幅広いが, その多くは 30~60%である<sup>1-3)</sup>。
- ・ トレーニング期間も幅広く, 6週間から 6か月であるが, 多くは 6~9週間である<sup>1-3)</sup>。
- ・ これらの相違は成績にも大きく影響し, 負荷強度が高い方が 6MWD に及ぼす影響が大きかったとされる<sup>4)</sup>。

## 文献

- 1) Lötters F, van Tol B, Kwakkel G, et al.: Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a meta-analysis. *Eur Respir J* 20: 570-576, 2002.
- 2) Geddes EL, Reid WD, Crowe J, et al.: Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *Respir Med* 99: 1440-1458, 2005.
- 3) Geddes EL, O'Brien K, Reid WD, et al.: Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. *Respir Med* 102: 1715-1729, 2008.

- 4) Lisboa C, Munoz V, Beroiza T, et al.: Inspiratory muscle training in chronic airflow limitation: comparison of two different training loads with a threshold device. *Eur Respir J* 7: 1266-1274, 1994.

## 7. 胸郭可動域練習

推奨グレード C エビデンスレベル 4a

- ・ 胸郭可動性の増大を図ることで肺機能の改善や呼吸仕事量の減少、ひいては呼吸困難の軽減を期待して行われる手段である。欧米のプログラムではあまり取り入れられていないが<sup>1)</sup>、本邦では好んで適用されているという特徴がある。
- ・ 胸郭可動域練習の標準的な方法は確立されていないこともあり、その単独あるいは併用効果に関する検討はほとんどなされていない。
- ・ 即時効果として、拘束性換気障害を合併した COPD での胸郭拡張差および肺活量の有意な増大<sup>2, 3)</sup>や、肩関節の可動域改善<sup>3)</sup>が得られている。本法と呼吸介助手技、呼吸補助筋群のストレッチとの組み合わせは、肺気量と呼吸困難を有意に軽減する<sup>4)</sup>。
- ・ 呼吸練習、運動療法に加えて何らかの胸郭可動域練習を呼吸リハビリテーションプログラムに取り入れた本邦の研究報告を対象としたメタアナリシス<sup>5)</sup>では、一秒率 (FEV1%) を除くすべての肺機能、呼吸筋力、胸郭拡張差、運動耐容能、HRQL の項目で有意な改善が示されている。
- ・ 胸郭可動域練習をプログラムに含まない論文についても同様に検討した結果、肺機能では有意な改善が得られていないものの、6MWD と CRQ は概ね同様の改善度であった<sup>5)</sup>。
- ・ この報告を踏まえると、本法をプログラムに組み込むメリットがあるかどうか不明であり、ルーチンでの適用、併用を推奨する根拠はなく、適応症例を選択する必要性が示される。

## 文献

- 1) Gosselink R: Controlled breathing and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *J Rehabil Res Dev* 40: 25-33, 2003.
- 2) 田平一行, 関川則子, 岩城 基・他: 慢性閉塞性肺疾患患者における胸郭モビライゼーションの即時効果. *理学療法学* 34: 59-64, 2007.
- 3) Putt MT, Watson M, Seale H, et al.: Muscle stretching technique increases vital capacity and range of motion in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 89: 1103-1107, 2008.
- 4) 松本香好美, 黒澤 一, 森 直樹・他: 呼吸理学療法が重症肺気腫患者の肺気量に及ぼす即時的効果についての検討. *総合リハ* 32: 577-582, 2004.

- 5) 高橋仁美：わが国における呼吸理学療法の科学性, メタアナリシスを用いて. 日呼管誌  
11 : 399-403, 2002.

## 第5章 現状と展望

安定期 COPD を対象とした呼吸理学療法に対する評価（効果）指標と介入の推奨についてまとめた。一部の伝統的な手技を除き、推奨する（しない）かどうかを検討するための研究報告におけるエビデンスレベルは低いという問題が改めて明らかになった。また、呼吸理学療法の手技は標準化が難しく、各研究論文において行われた手技が同じ名称であっても全く異なった方法であるなど、適用された手技の方法論を十分に吟味する必要がある。呼吸理学療法自体の研究報告は多く、これらを①生理学的影響および手技単独の即時効果について検討したもの、②運動療法との併用効果について検討したもの、に分類して検討し、臨床現場での意志決定に十分に役立たせることができるガイドライン作成につなげていく必要性が示された。

また本邦では、呼吸理学療法手技の効果に関する **controlled trial (CT)** あるいは **RCT** による研究デザインで検討した文献は見当たらなかった。そもそも現在の臨床現場におけるコンディショニングの実施状況すら明確になっていないという問題もある。呼吸理学療法の臨床実施に関する実態調査、さらには本邦における **RCT** あるいは多施設共同介入研究の必要性が改めて示された。

## 用語

本稿における理学療法評価指標ならびに介入手段・手技で用いられる用語について、定義を示した。

### 1. 理学療法評価指標

#### 1) 呼吸困難

##### i) 直接的評価法 1: 修正 Borg 指数

1970年にBorgにより提唱されたBorg指数とも呼ばれる指標で、運動中の息切れや疲労感からの自覚症状を定量化したスケールである。原型スケールは、安静時の心拍数を60、自覚症状の限界値を190と設定してその1/10を指数とした。1980年には、運動中の血中乳酸濃度や換気量の変化に則した指標として、修正スケールが示されている。

\*Borg GA: Psychophysical bases of perceived exertion. Med Sci Sports Exerc 14: 377-381, 1982.

##### ii) 直接的評価法 2: 視覚的アナログスケール(visual analog scale: VAS)

両端が最大あるいは最小の感覚(全く苦しくない・最大に苦しい)を示す100 mmの直線分上に自身の呼吸困難に相当する一点を被検者が印しをつけ、この点を下端より測定し定量化するもの。

\*Stevens SS, Galanter EH: Ratio scales and category scales for a dozen perceptual continua. J Exp Psychol 54: 377-411, 1957.

##### iii) 間接的評価法 1: MRC(medical research council)息切れスケール

呼吸困難によって日常の活動がどの程度制限(影響)されるかによって段階づけを行う評価法。1952年にFletcherらがPneumoconiosis Research Unit(Llandough Hospital)で使っていた5段階の息切れスケールを論文の中で紹介したのが原点である。このスケールをもとにイギリスMRCの分科会の問診票の一部に用いられ、その後改訂を繰り返しながら現在に至っている。MRC息切れスケールは世界で広く使用されているが、Grade 1-5の5段階分類、5段階にGrade 0を加えた分類、またGrade 1-5を0-4に修正した分類(American Thoracic Society)も用いられる。

\*Medical Research Council's Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis: Standardized questionnaires on respiratory symptoms. Brit Med J 2: 1665, 1960.

iv) 間接的評価法 2: ベースライン呼吸困難指数 (baseline dyspnea index: BDI) および呼吸困難変化指数 (transition dyspnea index: TDI)

Mahler らによって開発された指標で、BDI は呼吸困難によって生じる機能障害、呼吸困難が生じる仕事量、作業の程度の 3 つの要素を測定するものであり、TDI は BDI の 3 項目の変化をベースラインと比較してスコア化するものである。

\*Mahler DA, Weinberg DH, Wells CK, et al.: The measurement of dyspnea. Contents, interobserver agreement, and physiologic correlates of two new clinical indexes. Chest 85: 751-758, 1984.

v) 間接的評価法 3: 酸素消費ダイアグラム (oxygen cost diagram: OCD)

McGavin らによって開発された方法で、VAS の線分と日常の種々の活動内容を組み合わせさせたもの。測定された OCD 値は異なる活動を行う際の酸素の必要量を示す概算的指標ともされている。

\*McGavin CR, Artvinli M, Naoe H, et al.: Dyspnoea, disability, and distance walked: comparison of estimates of exercise performance in respiratory disease. Br Med J 2: 241-243, 1978.

## 2) 喀痰量

患者の咳嗽努力によって排出された喀痰の量を測定したもの。通常、起床から就寝の覚醒中に排出された喀痰を容器に貯める（蓄痰）ことで測定する。喀痰量の重量そのものあるいは乾燥重量、および喀出量を測定する。

## 3) 肺機能

### i) スパイロメトリ 1: 肺気量分画

ある呼吸位から別の呼吸位へ肺が伸縮する際に呼出あるいは吸入される空気の量の総称を肺気量という。その区切りを肺気量分画という。基本四分画と組み合わせ四分画があり、前者は呼吸位で区切られた最小の肺気量で予備吸気量 (inspiratory reserve volume: IRV)、一回換気量 (tidal volume: TV;  $V_T$ )、予備呼気量 (expiratory reserve volume: ERV)、残気量 (residual volume: RV) の 4 つで構成される。組み合わせ四分画は基本四分画を組み合わせた肺気量で、全肺気量 (total lung capacity: TLC)、肺活量 (vital capacity: VC)、機能的残気量 (functional residual capacity: FRC)、最大吸気量 (inspiratory capacity: IC) がある。

## ii) スパイロメトリ 2: フローボリューム, 一秒量, 一秒率

最大努力呼出時に得られる肺気量とそれに対応する各時間の気速を測定するもの。両者をそれぞれ y 軸, x 軸にプロットしたものをフローボリューム曲線という。これによって得られた肺活量を努力性肺活量 (forced vital capacity: FVC), 最初の一秒間に呼出される気量を一秒量 (forced expiratory volume in one second: FEV<sub>1</sub>), その FVC に対する割合を一秒率 (FEV<sub>1</sub>/FVC) という。

## iii) 最大換気量

最大換気量 (maximal voluntary ventilation: MVV) は, 1 分間で換気し得る最大量であり, 12 秒間できるだけ大きな 1 回換気量で, できるだけ多く呼吸するようにして測定され, L/min 単位に換算される。MVV は一般的に FEV<sub>1</sub> に相関し, 呼吸筋の耐久力を示す指標ともなる。予測 MVV は FEV<sub>1</sub> (L) × 40 で計算される。

## iv) 肺拡散能

肺胞レベルで酸素あるいは二酸化炭素が肺胞気と血液の間を通る際の通過のしやすさをいい, 低濃度既知量の一酸化炭素 (CO) を吸気し, 10 秒間息を止めた後に呼出することで測定する (肺一酸化炭素拡散能, DL<sub>CO</sub>)。呼吸の間に吸収された CO 量は, 終末呼気ガスに含まれる CO を分析することにより計算され, ml/min/mmHg 単位で表される。

## 4) 換気分布

肺換気シンチグラフィが用いられる。肺への空気の流入, 分布, 排出 (洗い出し) を検査するものである。通常, 酸素を満たしたスパイロメータに <sup>133</sup>Xe キセノンガスを投与し, その同位体から放出される放射線を検出することで, その分布を画像化する。

## 5) 動脈血液ガス (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>), 経皮的酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>)

動脈から採取した血液によって動脈血液中の酸素分圧 (PaO<sub>2</sub>) や二酸化炭素分圧 (PaCO<sub>2</sub>) のほか, pH と重炭酸イオン濃度 ([HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>]) を測定する検査。これらの指標から酸塩基平衡, 体内の酸素化, 換気状態, 腎臓での重炭酸塩の排出や産生, といった様々な体内の状況, 患者の病態を推測することができる。経皮的酸素飽和度 (SpO<sub>2</sub>) はパルスオキシメータによって非観血的かつ連続的に測定することができ, 動脈血酸素飽和度 (SaO<sub>2</sub>) とほぼ同一の値が得られる。

## 6) 呼吸仕事量

呼吸仕事量とは, 肺, 胸郭の粘性および弾性抵抗に打ち勝って換気を行うエネルギー量である。呼吸筋の酸素消費量をもって示す。その測定方法は, 意識的に分時換気量を変えたり, 吸気抵抗を負荷したり, 死腔を負荷するなどの方法がある。健常者における

安静時では全体の酸素消費量の 4%程度を占めるに過ぎないが、COPD 患者では運動時に 40%にまで達する。

\*Levison H, Cherniack RM: Ventilatory cost of exercise in chronic obstructive pulmonary disease. J Appl Physiol 25: 21-27, 1968.

#### 7)換気諸量(呼吸数, 一回換気量, 分時換気量, 換気当量)

換気当量は換気の効率を反映するものであり,  $V_E/V_{O_2}$  (ventilatory equivalent for oxygen, 酸素摂取量に対する換気当量) や  $V_E/V_{CO_2}$  (ventilatory equivalent for carbon dioxide, 二酸化炭素排出量に対する換気当量) によって示される。それぞれ一定量の酸素を摂取 (あるいは二酸化炭素を排出) するのに, どれほどの換気量が必要かを意味する。

#### 8)呼吸パターン( $f/V_T$ , Konno-Mead diagram)

$f/V_T$  は呼吸数に対する一回換気量の割合であり, 浅く速い呼吸の指標である。Konno-Mead diagram は, レスピトレースを用いて呼吸運動に伴う胸部の動きと腹部の動きのパターンを解析するもので, 胸部と腹部に分けて容量を算出し, その比を diagram にしたものである。

\*Yang KL, Tobin MJ: A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. N Engl J Med 324: 1445-1450, 1991.

\*\*Konno K, Mead J: Measurement of the separate volume changes of rib cage and abdomen during breathing. J Appl Physiol 22: 407-422, 1967.

#### 9)気道クリアランス(放射性エロゾルのクリアランス)

エロゾル肺吸入シンチグラフィが用いられる。超音波ネブライザによってエロゾルとしたラジオアイソトープ (通常, テクネチウム  $^{99m}\text{Tc}$  が用いられる) を 1-3 分間吸入させた後に気管支や肺胞の沈着状態から局所肺機能を検査する。呼吸理学療法の気道クリアランス手技によって気道に沈着したエロゾルがどの程度除去されるかを画像的に評価する。

\*van der Schans CP, Postma DS, Koëter GH, et al.: Physiotherapy and bronchial mucus transport. Eur Respir J 13: 1477-1486, 1999.

#### 10)呼吸筋力

呼吸運動によって生じた胸腔内や口腔内で発生する陰圧あるいは陽圧の最大値によって示される。通常、吸気努力あるいは呼気努力時の口腔内圧を一定の肺気量位で測定することで行う。最大吸気努力によってえられた口腔内圧を最大吸気圧 (P<sub>I</sub>max), 呼気圧を最大呼気圧 (P<sub>E</sub>max) といい, それぞれ吸気筋力と呼気筋力を反映している。

\*Black LF, Hyatt RE: Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. Am Rev Respir Dis 99: 696-702, 1969.

## 11) 運動耐容能

運動耐容能とは, 運動負荷に耐えうる能力を示し, その構成要素には, 換気系, 心循環系, 骨格筋系による酸素運搬系が関係している。主に酸素摂取量による測定最大値を指標にすることが多いと考えられる。呼吸リハビリテーション (理学療法も含む) の領域では以下の指標を用いられることが多い。

### i) 運動負荷試験

運動耐容能を評価するために用いられる検査で, 疾患の診断, 重症度判定, 治療効果判定などに活用される指標である。負荷方法には, トレッドミルや自転車エルゴメータを使用するものから 6 分間歩行テスト等のフィールドテストを代用することもある。

### ii) 6 分間歩行テスト

6 分間可能な限り速く歩行を行い, その距離を測定することで, 運動耐容能を評価するフィールドテストである。歩行を行う通路は最低 30 m 以上の距離を食後 2 時間以上経過した時点で行うことが望ましい。検査の説明や実施中の声かけ, その他については米国胸部疾患学会 (ATS) にてガイドラインが示されている。

\* ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. Am J Respir Crit Care Med 166: 111-117, 2002.

### iii) シャトルウォーキングテスト

1991 年に Singh らにより報告されたフィールドテストで漸増法 (incremental shuttle walking test: ISWT) と定常法 (endurance shuttle walking test: ESWT) がある。ISWT は室内の平坦なスペースに 10 m のコースの両端から 50 cm のところに置かれたコーンの間を, オーディオ CD から一定間隔で発せられる信号音にあわせて往復歩行させ, 発信音の時間間隔を次第に短くすることで歩行速度を徐々に上げていく定量漸増負荷試験である。決められた時間内に 10 m の歩行が完遂できなかった時点でテスト終了となり,

最大歩行距離で評価する。ESWT は、ISWT のコースを同様に歩行する試験であるが、一定の歩行速度を用いる定常負荷試験であり、ISWT の終了基準にしたがって歩行距離あるいは運動持続時間で評価する。

\*Singh SJ, Morgan MD, Scott S, et al.: Development of a shuttle walking test of disability in patients with chronic airways obstruction. *Thorax* 47: 1019-1024, 1992.

\*\*Revell SM, Morgan MD, Singh SJ, et al.: The endurance shuttle walk: a new field test for the assessment of endurance capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 54: 213-222, 1999.

#### iv) 運動時間

運動（持続）時間は、一定強度の運動あるいは、同じ負荷プロトコルで行う運動負荷試験の運動継続時間を測定し、運動耐容能の変化を表す指標である。

### 12) 健康関連 QOL (health related quality of life: HRQL)

QOL（生命の質、生活の質）を定義づけることは難しく、その概念も漠然としたものであるため、医療の領域では疾病に関係する QOL に重点を置いた HRQL が用いられている。それは、「疾病による日常生活や健康状態への障害の度合い」、「患者が認識する疾患やその治療による機能への影響」、「疾患や治療により影響を受ける、個人の生活における快適さと満足の度合い」と定義される。評価方法には様々な疾患を持つ人や一般に健康と考えられる人々に共通する要素によって構成される包括的尺度と、ある疾患に特有の症状やその影響をより詳細に測定することを目的とする疾患特異的尺度に分類される。いずれも質問紙形式による評価が一般的である。

#### i) 包括的尺度: SF-36

包括的尺度の代表は、Medical Outcome Study による short-form 36 item health survey (SF-36) である。これは、8 つの健康概念（身体機能、日常役割機能（身体）、日常役割機能（精神）、全体的健康観、社会生活機能、身体の痛み、活力、心の健康）を測定するために 36 項目の質問で構成されている。日本人の国民標準値が示されており、健康人との比較や、異なる疾患の間での比較などに用いることができる。

\*Ware JE Jr, Sherbourne CD: The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care* 30: 473-483, 1992.

#### ii) 疾患特異的尺度 1: chronic respiratory disease questionnaire (CRQ)

1987年、Guyattらによって開発された COPD 特異的尺度である。CRQ は dyspnea (呼吸困難) 5 項目, fatigue (疲労感) 4 項目, mastery (病気の支配観) 4 項目, emotional function (感情) 7 項目の 4 領域合計 20 項目で構成されている。各項目につき 1-7 点の 7 段階評価を行い、点数が高いほど HRQL が良好であることを示す。臨床的には各領域の項目数に 0.5 をかけた点数以上の変化があれば臨床的に有意な変化と判定される。

\*Guyatt GH, Berman LB, Townsend M, et al.: A measure of quality of life for clinical trials in chronic lung disease. *Thorax* 42: 773-778, 1987.

### iii) 疾患特異的尺度 2: St George's respiratory questionnaire (SGRQ)

1992年、Jonesらによって報告された COPD 特異的尺度である。SGRQ は 50 項目の質問数であり、symptoms (症状) 8 項目, activity (活動性) 16 項目, impacts (心理社会的影響) 26 項目の 3 領域 50 項目で構成される自己記入式質問票である。点数が高いほど HRQL が低いことを示す。総スコアが 4 以上の変化を示すことで臨床的に有意な変化と判断する。

\*Jones PW, Quirk FH, Baveystock CM, et al.: A self-complete measure of health status for chronic airflow limitation. The St. George's respiratory questionnaire. *Am Rev Respir Dis* 145: 1321-1327, 1992.

## 13) activities of daily living (ADL)

ADL (activities of daily living, 日常生活動作または日常生活活動) とは、「個人が毎日の生活を送る上で基本的に必要な活動の一式」であり、そのために必要な基本的活動 (食事, 排泄, 更衣, 整容, 入浴, 移動など) すべてを指す。このような身の回り動作・移動動作の次の段階としての ADL は, IADL (instrumental ADL ; 手段的あるいは道具的 ADL) といい, 具体的には買い物, 洗濯, 電話, 薬の管理, 財産管理, 乗り物等の日常生活上の複雑な動作を意味するものとして, しばしば区別される。

### i) 包括的尺度: Barthel index

1965年、アメリカの理学療法士 Barthel によって開発された, 食事, いすとベッド間の移乗, 整容, トイレ動作, 更衣, 入浴, 移動, 階段昇降, 排尿自制, 排便自製の 10 項目から構成された基本的日常生活活動の評価指標であり, 妥当性や信頼性についても確認されている手法。総得点は 100 点であり, 点数が高いほど, 自立度が高くなる最も一般的で簡便な評価方法である。

\*Mahoney FI, Barthel DW: Functional evaluation: the Barthel index. Md State Med J 14: 61-65, 1965.

ii) 包括的尺度: 機能的自立度評価 (functional independent measure: FIM)

日常生活活動の評価指標で、運動項目は 13 項目、セルフケアとして、食事、整容、清拭、更衣 (上半身)、更衣 (下半身)、トイレ動作、排泄コントロールとして、排尿管理、排便管理、移乗として、ベッド、椅子、車いす移乗、トイレ移乗、浴槽、シャワー移乗、移動として歩行、車いす、階段、認知項目として 5 項目、コミュニケーション、理解、表出、社会的認知として社会的交流、問題解決および記憶の各 18 項目を 7 段階で採点され、測定している ADL が完全に自立していれば 126 点、全介助であれば 18 点である。

iii) 疾患特異的尺度 1: Nagasaki university respiratory activities of daily living questionnaire (NRADL)

呼吸器疾患特異的な旧千住らの ADL スコア表であり、食事、排泄、整容、入浴、更衣、病室内移動、病棟内移動、院内移動、階段、外出・買い物の 10 項目について動作速度、息切れ、酸素流量の 3 つの指標で評価する。連続歩行距離を加えた 0~100 点で評価する。

\*千住秀明：呼吸リハビリテーション入門 (第 4 版)。神陵文庫，兵庫，2004。

iv) 疾患特異的尺度 2: P-ADL

後藤らが在宅肺気腫患者の ADL 評価に作成したもので、食事、排泄、入浴、洗髪、整容、更衣、屋内歩行、階段、屋外歩行の 9 項目について酸素量、頻度、速度、息切れ、距離、達成方法の 6 指標で評価する。0~208 点の間をとる。

\*後藤葉子，上月正博，渡辺美穂子・他：在宅肺気腫患者の ADL 障害を詳細に捉えるための新しい在宅 ADL 評価表の開発。総合リハ 28：863-868，2000。

v) 疾患特異的尺度 3: pulmonary function status and dyspea questionnaire modified (PFSDQ-M)

1998 年、Lareau らによって作成された呼吸器疾患特異的な評価票である。整容、更衣、洗髪、シャワー、上肢挙上、食事の準備、3.5 m 歩行、坂道歩行、悪路の歩行、階段 3 段の 10 項目を 0-10 点の 11 段階で動作遂行性、呼吸困難、倦怠感を評価する。ADL が制限されているほど得点が高くなる。

\*Lareau SC, Meek PM, Roos PJ: Development and testing of the modified version of the pulmonary functional status and dyspnea questionnaire (PFSDQ-M). Heart Lung 27: 159-168, 1998.

vi) 疾患特異的尺度 4: The London chest activity of daily living scale (LCADL)

2000 年, Garrod らによって開発された重症 COPD 患者の ADL 評価票である。セルフケア, 家事, 活動, 余暇の 4 領域 15 項目から構成され, ADL が制限されているほど得点が高くなる。

\*Garrod R, Bestall JC, Paul EA, et al: Development and validation of a standardized measure of activity of daily living in patients with severe COPD: the London Chest Activity of Daily Living scale (LCADL). Respir Med 94: 589-596, 2000.

## 2. 理学療法介入手段・手技

呼吸理学療法の手技を目的別手技（単独の目的であるもの）と項目別手技（目的が多岐にわたるもの）に分類して, 定義を記載した。

### 目的別手技

#### 1) 呼吸コントロール

##### i) 呼吸コントロール/呼吸調整

気道閉塞が生じないように, 肩甲帯や胸郭上部をリラックスしながら, 静かに下部胸郭を主に使用して呼吸すること。

##### ii) 安楽体位/リラクセーション

呼吸困難に対し, その呼吸困難を最も軽減することのできる体位。

#### 2) 呼吸法/呼吸練習

##### i) 口すぼめ呼吸[法]

呼気時に口唇をすぼめながら, 細く, ゆっくりとした呼気を行う呼吸法。

##### ii) 横隔膜呼吸[法]

吸気時に横隔膜運動を増幅させ, それに伴う腹壁の拡張運動を協調させて呼気を行う呼吸法。

##### iii) 器具を用いた呼吸法: インセンティブスパイロメトリ

患者の吸気を視覚的または聴覚的にフィードバックする器具（インセンティブスパイロメーター: incentive perimeters）を使用しながら呼吸をする方法。

### 3) 排痰法/気道クリアランス

#### i) 咳嗽

気道内の異物や分泌物を排出するための防御反応。閉鎖した声門を急激に開放することで生じる強い呼出で、気道クリアランスでは最終的に中枢気道から分泌物などを排出するために用いられる。

#### ii) 強制出手技/ハフィング

気道内分泌物の移動を目的として、声門を開いたまま強制的に呼出を行うこと。

#### iii) 咳嗽介助

咳嗽の効果を高めるために、咳嗽に合わせて胸部または腹部を徒手的に固定あるいは圧迫すること。

#### iv) 体位ドレナージ/体位排痰法

気道分泌物が貯留した末梢肺領域が高い位置に、中枢気道が低い位置となるように体位を利用し、重力の作用によって貯留分泌物の誘導排出を図る気道クリアランスの手段。このような体位を排痰体位という。

#### v) 軽打[法]/手技

カップ状にした手掌で胸壁上をリズムカルに叩くこと。徒手的排痰手技の一つであり、通常は体位ドレナージに併用され、分泌物貯留部位に相当する胸壁上に手技を加える。

#### vi) 振動[法]/手技

胸壁上に振幅の少ない細かな振動を原則として呼気相に加えること。

#### vii) 揺すり[法]/手技

胸壁上に振幅の大きなゆっくりとした振動を原則として呼気相に加えること。

#### viii) アクティブサイクル呼吸法 (active cycle of breathing technique: ACBT)

呼吸コントロール (breathing control: BC), 胸郭拡張練習 [法] (thoracic expansion exercise: TEE), 強制呼出手技 (forced expiration technique: FET) のサイクルから構成される気道クリアランス法の一つ。1990年に英国 Royal Brompton 病院の Webber が定義したもので、過剰な気道内分泌物を動かしたり取り除いたりするために用いられる。

#### ix) 自律性排痰法 (autogenic drainage: AD)

低肺気量位から中そして高肺気量位へと肺容量を増加させながら呼吸を繰り返し、気道分泌物の移動と排出を試みる方法。

**x) 器具を用いた排痰法 1: 呼気陽圧療法/呼気陽圧**

呼気に気道内へ陽圧を加えることにより気道閉塞を防ぎ、気道内分泌物の移動を促す方法。

**xi) 器具を用いた排痰法 2: 振動呼気陽圧療法**

呼気陽圧療法と振動法を組み合わせた治療法。治療器具を使用し、患者自身の呼気をその器具へ吹き込むことで呼気に振動を伴った陽圧を生じさせる。このメカニズムにより気道閉塞を防ぎ、気道内分泌物の移動を促す方法。

**xii) 器具を用いた排痰法 3: mechanical in-exsufflator(MI-E)**

機械による咳介助法 (mechanically assisted coughing) とされ、マスクや挿管チューブを介して吸気に気道へ陽圧 (最大+40 cmH<sub>2</sub>O) を加えた後、呼気に合わせて急激に陰圧 (最大-40 cmH<sub>2</sub>O) へ移行することにより呼気流速を高め、咳嗽の代償として中枢気道の分泌物を除去する方法。

**4) 呼吸筋トレーニング**

**i) 器具を用いた呼吸筋トレーニング**

呼吸筋に適度な負荷刺激を加えることで、その強化を図る方法であり、一般的に吸気筋のトレーニングを意味している。

**ii) 腹部重錘負荷法**

腹部に重錘をのせた状態で横隔膜呼吸を行う方法で、重錘の重みに抗して腹部の拡張運動を行うことで横隔膜の筋力強化を試みるものである。

**5) 胸郭可動域練習/胸郭モビライゼーション**

肺容量の拡大や胸郭の柔軟性改善を目的に行われる手技であり、胸郭に対して徒手的に伸張を加える方法の他、自動的に行う方法もある。

**項目別手技**

**1) 呼吸介助[法]/呼気介助[法]**

徒手的に胸郭運動を他動的に介助すること。患者の胸郭に手掌面を当てて、呼気に合わせて胸郭を生理的な運動方向に合わせて圧迫し、次の吸気時には圧迫を解放することを繰り返すもの。

## 2)スクイーピング

排痰体位をとり気道分泌物の貯留する胸郭を呼気時に圧迫し，吸気時に圧迫を解放する手技。

## 3)ストレッチング

骨関節筋を良好な状態にする目的で骨格筋を伸張させる運動である。多くの場合，骨格筋の柔軟性を高め関節可動域を広げることを目的として行われるが，ストレッチはその他，様々なメリットをもたらす。

## 4)呼吸筋ストレッチ・呼吸筋ストレッチ体操

収縮している呼吸筋をストレッチする体操。吸気時に吸気筋を，呼気時に呼気筋をストレッチする。呼吸困難の軽減を目的に考案されたもの。

## 文 献

千住秀明，眞渕 敏，宮川哲夫（監）：呼吸理学療法標準手技．石川 朗，神津 玲，高橋哲也（編），医学書院，東京，2008.

## アブストラクトテーブル

SR: systematic review RCT: randomized controlled trial

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
1-1	Rochester DF. 1977.  C-4b	observational study	高二酸化炭素血症を伴う 11 例の慢性呼吸不全患者 (COPD 7 例) を対象に, 陰圧式体外換気による人工換気前と換気中の横隔膜と呼吸補助筋群の筋電位を測定し, 呼吸筋のエネルギー消費量を評価した。	人工換気中の横隔膜ならびに呼吸補助筋群の筋活動は有意に低下し, 平均 9% 減少を認めた。また, 呼吸運動に伴って肩甲帯が動くことと換気負荷は減少した。
1-2	Renfro KL. 1988.  B-3	non-RCT	外来 COPD 患者 20 例を 12 例の介入群と 8 例のコントロール群に分類し, 不安と呼吸困難に対する 4 週間の在宅練習による漸増的筋リラクセーション法の効果を検討した。	不安の減少と呼吸困難の減少に正の相関を認め, 各セッションでは $r=0.37$ , 4 週後の終了時点では $r=0.60$ であった。介入群はコントロール群よりも各セッションで呼吸困難, 不安, 呼吸数, 心拍数が有意に減少していたが, 4 週間後では呼吸数のみしか減少を認めなかった。
1-3	Gift AG. 1992.  B-2	RCT	呼吸困難を有する COPD 患者 26 例を治療群とコントロールにランダムに割付けし, 治療群はあらかじめ録音されたテープによるリラクセーションを行い, 4 週間の各セッションで皮膚温, 心拍数, 呼吸数を記録, 不安, 呼吸困難, 気道閉塞を開始時と終了時で評価した。	治療群は前もって設定されたリラクセスの基準を達成し, 呼吸困難, 不安, 気道閉塞の減少を認めたが, コントロール群では同様もしくは悪化した。
1-4	Kolaczkowski W. 1989.  C1-3	non-RCT	安定期にある COPD 15 例を対象に呼吸筋リラクセスおよび胸郭可動性改善, 呼吸補助を目標としたリラクセーション, 呼吸介助手技を 15 分間施行し, 介入直後および 45 分後に $SaO_2$ と胸郭可動距離を評価した。	$SaO_2$ は介入前平均 88% から介入後 45 分で 93% 改善, 胸郭可動距離は 2.5 cm から 4.1 cm に増大した。介入を行わなかったコントロール 6 例においてはこれらの改善を認めなかった。
1-5	松本香好美. 2004.  C1-4a	non comparative study	安定期にある男性の重症 COPD 患者 8 例を対象に呼吸介助手技, 呼吸補助筋群のストレッチ, 胸郭可動域練習, リラクセーションを組み合わせて実施 (実施時間 $28.6 \pm 8.4$ 分), 施行前後で肺気量分画とスパイロメトリ, 酸素飽和度, 脈拍数, 呼吸数, VAS, 主観的呼吸困難を評価した。	安全に施行することができ, 肺機能では FRC と RV が有意に減少, VAS スケールの質問 6 項目中, 2 項目で有意な軽減を認めた。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
1-6	Minoguchi H. 2002. B-2	RCT	12例のCOPD患者を対象に吸気筋トレーニング(IMT)と呼吸筋ストレッチ体操(RMSG)をそれぞれ4週間ずつランダム化クロスオーバー法で実施(途中4週間のウォッシュアウト期間あり)し,その効果を評価した。	吸気筋力はIMTのみで有意に増大,RMSGとIMTともに胸部の拡張性を改善させたが,RMSGのみFRCの有意な減少を認めた。その他の肺機能指標は変化がなかった。6分間歩行距離はRMSGで改善が大きかった(RMSG:平均383から430m,IMT:386から412m)。
1-7	Izumizaki M. 2008. B-4a	non comparative study	10例のCOPD患者を対象に呼吸筋ストレッチ体操が呼気終末肺容量に及ぼす影響について,それぞれ3つの異なるレベルでの肺容量と吸気努力を行うことで評価した。	呼気終末レベル0%のレベルを除いて,実施後に呼気終末肺容量は有意に減少した。また,減少は努力の程度に依存するとともに軽減し,胸壁運動と関連した。
1-8	Izumizaki M. 2008. B-2	RCT	中等度から重症の安定期COPD患者16例を対象に,呼吸筋ストレッチ体操の有無が6分間歩行距離に及ぼす影響に着いて,ランダム化クロスオーバー法にて評価した。	呼吸筋ストレッチ体操によって,歩行距離は有意に増大した(504.3±94.1m vs 526.2±96.3m, P=0.030)。
1-9	Landers MR. 2006. B-4b	observational study	COPD患者14例を対象に,後方にもたれた座位と直立座位がそれぞれ肺機能と呼吸数,心拍数,酸素飽和度に及ぼす影響を比較検討した。	呼吸数,心拍数,酸素飽和度,肺機能(1秒量,努力肺活量,分時換気量)すべてにおいて2つの姿勢で有意な相違を認めなかった。
1-10	LaPier TK. 1999. B-4a	non comparative study	COPD患者11例を対象に,上肢を固定した座位と立位姿勢が肺機能に与える影響を調査した。	前傾座位姿勢のポジショニングは,肺機能を改善させるとともに,残気量や分時換気量を減少させた。
1-11	Barach AL. 1974. B-4a	non comparative study	COPD患者を対象に上肢で体幹を支持した前傾姿勢の効果について検討した。	この姿勢によって呼吸困難が軽減されるとともに,胸・腹壁運動の協調性改善も得られた。
1-12	Druz WS. 1982. B-4b	observational study	健常者8例と重症COPD患者6例を対象に横隔膜筋電位(Edi)と経横隔膜圧(Pdi)を測定し,背臥位,立位,直立座位,前傾座位の各姿勢において比較した。	健常群全例とCOPD患者4例は立位もしくは直立座位姿勢において,ΔEdiと吸気相におけるEdi較差は増加した。健常群ではΔPdi,吸気相の漸増的Pdiは全姿勢で保たれたが,COPD群では直立座位と立位で有意に増加した。COPD患者2例は直立座位においてΔEdiは増大しなかった。
1-13	Sharp JT. 1980. B-4b	observational study	重症COPD患者17例を対象に仰臥位,立位,直立座位および前傾座位における呼吸筋活動(筋電図),呼吸筋力(経横隔膜圧差),胸・腹部運動を測定し,比較検討した。	7例は前傾座位によって呼吸困難は著明に軽減した。これらの症例はTLC,FRC,RVの増大が有意であり,立位と直立座位における呼吸補助筋の筋放電は有意に大きく,胸腹部の奇異運動を認めた。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
1 - 14	O'Neill S. 1983.  B-4b	observational study	COPD患者40例と健常者140例を対象に, 呼吸筋力(P <sub>1max</sub> , P <sub>Emax</sub> )を直立位, 背臥位, 左・右側臥位, 直立座位, 前傾45度座位にて測定し, 比較検討した。COPD群は急性増悪1日目と5日目に測定し, 立位のP <sub>1max</sub> が35 cmH <sub>2</sub> Oより高値, 低値で中等症群と重症群に分類した。	健常群では姿勢によってP <sub>1max</sub> , P <sub>Emax</sub> に相違はなかった。COPD群のうち重症群23例中22例が, 中等症群17例中13例が前傾座位を好んだ。重症群においては1, 5日目とも, 中等症群では5日目に前傾座位が他の姿勢より有意にP <sub>1max</sub> が高値を示した。P <sub>Emax</sub> は姿勢の影響を受けなかった。急性増悪1, 5日目を比較すると後者でP <sub>1max</sub> , P <sub>Emax</sub> ともに改善を認めた。
1 - 15	Delgado HR. 1982.  B-4b	observational study	COPD患者40例と健常コントロール6例を対象に運動中の胸壁および腹壁運動の協調性について評価した。患者群は負荷量の増大による腹部運動の反応が異なり, それによって患者を3群に分類した(グループ1: 健常群と同様に腹部の動きが早期に見られる, グループ2: 腹部の拡張運動が長引く, グループ3: 吸気に腹部が引き込まれる運動)。	安静時の肺機能(FEV <sub>1</sub> , VC, DLCO, RV/TLC)と運動における反応(時間, 酸素飽和度, 最大酸素摂取量)はグループ1から3へパターンが変化することにつれて異常値を示した。グループ3に対する酸素投与は呼吸パターンに効果をもたらさなかった。
1 - 16	Bhatt SP. 2009.  B-4b	observational study	安定期にあるCOPD患者13例を対象に, 座位と背臥位, 膝の上においた前腕で体幹を支えた前傾座位におけるスパイロメトリ, 呼吸筋力(口腔内圧), 超音波による一回換気量及び肺活量測定時の横隔膜の偏位を測定し, 各姿勢で比較した。	座位, 背臥位, 前傾座位の3群間においてスパイロメトリ, 呼吸筋力, 横隔膜運動の全ての測定値で有意差を認めなかった。
1 - 17	Solway S. 2002.  A-2	RCT	安定期COPD患者40例を対象に, 歩行器使用の有無によって6MWTをクロスオーバー法にて測定, 歩行器の使用が呼吸困難と運動耐容能に及ぼす影響を検討した。	歩行器の使用によって呼吸困難, 6MWT時の休憩時間において有意差を認めた。歩行器なしの6MDが300 m未満の患者は, 歩行器使用によって6MDが有意に改善し, その患者の大半は, 歩行器の使用を好んだ。
1 - 18	Probst VS. 2004.  A-2	RCT	安定期のCOPD患者14例を対象に歩行器使用の有無によって6MWTをクロスオーバー法にて測定, 歩行距離と生理学変化(ガス交換, 心拍数, 分時換気量, 酸素飽和度, 6MWT時の自覚症状)を比較検討した。	歩行器の使用によって歩行距離は有意に延長し, 酸素摂取量も有意に増大した。呼吸困難は, 歩行器使用で低値を示す傾向がみられた。6MWTの変動は, 歩行効率の変化(R <sup>2</sup> =0.31)とV <sub>E</sub> の変化(R <sup>2</sup> =0.36)によって説明がなされた。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
1 - 19	Bausewein C. 2008.  A-1	SR	がん, COPD, 間質性肺疾患, 慢性心不全, 運動ニューロン疾患の進行による呼吸困難に対して, 非薬物療法の有効性に関するコクランレビュー(対象のほとんどは COPD)。	電気刺激療法と胸壁振動刺激は強いレベル, 歩行器の使用と呼吸練習は中等度のエビデンスが認められた。鍼・指圧や音楽の使用はエビデンスが乏しかった。リラクゼーション, 送風, カウンセリング, 呼吸練習, 心理療法は検証するための十分なデータがなかった。
2 - 1	Sackner MA. 1984.  C2-4b	observational study	健常者における胸・腹式呼吸と COPD 患者における腹式呼吸の呼吸運動の構成要素についてプレスティモグラフを使用し比較検討した。	健常者においては分時換気量および呼吸流速の増大を認めたが, COPD 群ではそれらが減少した。
2 - 2	Grimby G. 1975.  C2-4b	non comparative study	6 例の COPD 患者を対象に安静時呼吸と横隔膜呼吸時の胸壁と腹部の関係について, 造影剤を使用した画像上の換気分布によって検討した。	2 つの呼吸パターンの違いによる機能的相違は何ら認めなかった。
2 - 3	Gosselink RAAM. 1995.  C2-4a	cohort	7 例の重症 COPD 患者を対象に, 横隔膜呼吸の影響を, 吸気筋への抵抗負荷を加えることで検討した。	安静呼吸と比較して横隔膜呼吸によって奇異呼吸パターンの増強や機械的効率の悪化, 換気運動に要する酸素摂取量の増加, さらに呼吸困難の増悪を認めた。
2 - 4	Dechman G. 2004.  C2-1	SR	COPD 患者を対象に口すぼめ呼吸 (PLB), 横隔膜呼吸 (DB) の臨床的有効性検討を検討。PubMed: 1966 ~ 2003 年, CINAHL: 1982 ~ 2003 年, 375/397 採用 (22 文献, RCT 以外も含む)	PLB は呼吸困難を軽減させ, 中等度から重度の COPD でガス交換を改善する有効な手段であった。また DB は習得のための練習を必要とし, わずかな研究のみでその有効性が示されたに過ぎなかった。
2 - 5	Vitacca M. 1998.  C2-4a	non comparative study	急性増悪から回復した重症 COPD 患者 25 例に対して, 横隔膜 (深) 呼吸が血液ガス, 呼吸パターン, 呼吸困難に及ぼす影響について検討した。	本呼吸法によって PaO <sub>2</sub> の増加と PaCO <sub>2</sub> の低下, 一回換気量および分時換気量の増大, 呼吸数の減少を認めたが, 呼吸困難増悪とともに, 食道内圧によって測定された呼吸仕事量が増大した。
2 - 6	Jones AY. 2003.  B-4a	non comparative study	中等度 COPD 患者 30 例を対象に, 安静時呼吸, 横隔膜呼吸, 口すぼめ呼吸および両者の組み合わせにおける酸素消費量と呼吸数について測定し, それぞれを比較検討した。	酸素消費量, 呼吸数とも安静時呼吸と比較して横隔膜呼吸, 口すぼめ呼吸およびその組み合わせにおいてすべて減少した。
2 - 7	Cole MB. 1962.  C2-4a	cohort	31 例の肺気腫患者において, 12~16 か月間, 主観的・客観的に換気機能を評価した。31 例のうち 6 例に対して横隔膜呼吸を指導し, 残りの 25 例と比較検討した。	両群間で何ら有意差を認めなかった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
2-8	Williams IP. 1982.  C2-4a	cohort	中等度の慢性気管支炎患者 8 例を対象に, 横隔膜呼吸の効果について検討した。3 週間のプラセボトレーニングの後に 3 週間の横隔膜呼吸練習を施行し, その効果が運動機能に与える影響について検討した。	横隔膜呼吸が運動機能に与える影響は認めなかった。
2-9	Breslin EH. 1992.  B-4a	non comparative study	中等度から重症 COPD 患者 13 例に対して安静呼吸と口すぼめ呼吸における胸郭運動の変化や換気機能の相違について検討した。	口すぼめ呼吸時において, 吸気・呼気時ともに胸壁運動・呼吸補助筋の活動が増加し, 呼気時に腹筋群の筋活動, SpO <sub>2</sub> が増加した。呼吸数は減少した。
2-10	Tiep BL. 1986.  B-4a	non comparative study	低酸素血症を伴う安定期 COLD 患者 12 例に対し, 口すぼめ呼吸とリラクセーションが SaO <sub>2</sub> , 呼吸数, 一回換気量, 分時換気量に及ぼす影響についてクロスオーバーに検討した。	口すぼめ呼吸は, リラクセーションと比較して, SaO <sub>2</sub> の改善効果を認めた。
2-11	Ingram RH. 1967.  B-4a	non comparative study	COPD 患者 15 例を口すぼめ呼吸が効果的であった 8 例と何ら利益がなかった 7 例に分類し, 気道内圧, 流速, 換気量に関して口すぼめ呼吸をシミュレートした器具の適用の有無によって測定評価した。	口すぼめ呼吸が効果的であった 8 例は利益がなかった 7 例と比較し, 器具を適用した際の非弾性抵抗が有意に減少した。外部抵抗による機械的有益性は認めなかった。
2-12	Thoman RL. 1966.  B-4a	non comparative study	COPD 患者 21 例を対象に, 安静呼吸, 口すぼめ呼吸, 設定された呼吸数による呼吸(口すぼめ呼吸なし)が一回換気量, 呼吸数, PaCO <sub>2</sub> に及ぼす影響を比較検討した。	口すぼめ呼吸によって一回換気量と換気率 (Vs) の増加, 呼吸数および PaCO <sub>2</sub> の減少を認めた。これらの変化は口すぼめ呼吸に伴う呼吸数の減少によって生じていたため, 本呼吸の効果は口すぼめによる気道内圧の上昇ではなく, 呼吸数の減少によることが示された。
2-13	Mueller RE. 1970.  B-4a	non comparative study	慢性気道閉塞患者 12 例対象に, 安静時・運動時に口すぼめ呼吸を行い, 換気機能および血液ガスに及ぼす影響について検討した。	口すぼめ呼吸によって安静時, 運動時とも呼吸数, 分時換気量, 酸素摂取量が減少し, 一回換気量は増加した。しかし二酸化炭素排出量, 肺泡気動脈血酸素分圧較差, DLco には影響を及ぼさなかった。
2-14	Garrod R. 2005.  B-4a	non comparative study	COPD 患者 69 例に対して, 口すぼめ呼吸併用の有無によって ISWT 前後の呼吸数, 呼吸困難, SpO <sub>2</sub> に及ぼす影響について検討した。	口すぼめ呼吸実施群において, 運動後の呼吸数の減少と, 呼吸困難の回復時間短縮が示された。
2-15	Motley HL. 1963.  B-4a	non comparative study	重症 COPD 患者 25 例に対して, ゆっくりと深い呼吸パターンの効果を検討した。	本呼吸法によって, 呼吸数の減少, 一回換気量および DLco の増加を認めた。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
2 - 16	Raupach T. 2008.  C1-4b	observational study	COPD 患者 15 例と健常者 15 例を対象に、ゆっくりとした呼吸パターンが交感神経刺激と圧刺激に与える影響について、遠心性筋収縮活動、血圧、心拍数、呼吸運動の違いを指標に検討した。	COPD 患者群で交感神経活動は減少した。両群間において、圧刺激の感度は上昇した。
2 - 17	Grassino A. 1984.  C1-4b	observational study	COPD26 例を対象に呼吸筋疲労を予測する指標である tension time index (TTdi) を安静時、運動時、呼吸パターンを変化させた場合(長い吸気と短い呼気時間の呼吸パターンを 10 分間) で測定、評価した。	深くゆっくりとした吸気による呼吸パターンでは TTdi が増加し、横隔膜の疲労をもたらすことが示されたが、運動時よりも呼吸困難は少なかった。
2 - 18	Bott J. 2009.  C1-6	others	横隔膜呼吸、口すぼめ呼吸、深呼吸、呼吸コントロールが呼吸困難の軽減に及ぼす影響について検証した。	いずれも推奨の度合いはグレード C あるいは D であり、エビデンスは低かった。
3 - 1	Jones A. 2000.  A-1	meta-analysis	COPD と気管支拡張症患者における気道クリアランス法の効果について、介入群(体位ドレナージ、軽打法、振動法、強制呼吸法のいずれかの手技を含む) とコントロール群(介入なし、プラセボあるいは咳嗽のみ、機械的振動などの手技) で検証した。	99 の研究から合計 126 例の患者で検証した結果、徒手と機械的手技の間では効果に相違が見られなかった。
3 - 2	Rogers DF. 2001.  C1-4b	observational study	COPD における気道分泌物過剰産生と貯留に関する病態生理と治療について検討した。	有意な喀痰量増加を伴う場合には理学療法や薬物治療が適応となる。
3 - 3	Bhowmik A. 2009.  C1-4b	observational study	気道の加湿、運動、胸部理学療法、アクティブサイクル呼吸法(ACBT)、自律性排痰法(AD)、呼気陽圧法(PEP)、高頻度胸壁振動(HFCWO)の臨床効果について検討した。	PEP、HFCWO は、コストの上でも有用であり、在宅での気道クリアランス法として提供できる可能性がある。
3 - 4	Fagevik Olsén M. 2009.  A-1	SR	COPD を対象に気道クリアランス手技として PEP の予防および治療効果について、他の理学療法手技あるいは介入なしと比較検討した。	PEP の短期および長期効果あるいは他の手技との比較においても一定の傾向は認められなかった。
3 - 5	Hess DR. 2002.  A-1	SR	体位ドレナージ、強制呼吸(FET)、ACBT、AD、HFCWO、PEP 等による気道クリアランス手技のエビデンスについてレビューした。	COPD 患者では ACBT と AD は同様に効果的で、肺機能上の改善も同様であった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
3-6	Hess DR. 2001. A-1	SR	体位ドレナージ, 軽打と振動, FET, AD, HFCWO, PEP 等による気道クリアランス手技のエビデンスについてレビューした。	多くの研究は, 介入前後での即時効果についての検討に限定されていた。気道クリアランスは即時的に呼吸機能を改善するという結果が示されていたが, そのエビデンスは不十分であった。
3-7	Savci S. 2000. A-2	RCT	30 例の COPD 患者に対して ACBT と AD の長期効果を検討した。	AD は FVC, %FEV <sub>1</sub> , PEF, FEF <sub>25-75%</sub> , PaO <sub>2</sub> , PaCO <sub>2</sub> , 6 分間歩行距離, 呼吸困難を改善し, ACBT では FVC, PEF, PaO <sub>2</sub> と 6 分間歩行距離において改善を認めた。SpO <sub>2</sub> および PEF は ACBT より AD で良好であった。
3-8	van der Schans CP. 1996. C1-5	others	アクティブサイクル呼吸法の一部であるハフティング (huffing) の効果について検討した。	ハフティングは気道クリアランスを促進する上で有効な手段であった。
3-9	Clarke SW. 1987. C1-5	others	気道分泌物の過剰産生, 貯留に対する理学療法手技, 薬物療法について検討した。	理学療法 (FET, 体位ドレナージ) は, 中枢気道クリアランスに効果的で, 対象者が自主的にも可能である。高頻度振動 (OHFO) は, 補助的に使用される。
3-10	Mortensen J. 1991. B-2	RCT	健常者と慢性気管支炎患者を対象に, FET に伴う動的気道圧縮によって気道クリアランスが影響を受けるかどうかを <sup>99</sup> Tcm-アルブミン粒子のクリアランスによって評価した。対象者はゆっくり吸入を行う群 (A) と強制吸入を行う群 (B) にランダムに割付けされた。	中枢気道のアルブミン堆積を放射性検査で行った結果, 慢性気管支炎患者で A 群 102%, B 群 91.5%, 健常群で A 群 74%, B 群 77% と有意差を認めなかった。FET に伴う中枢気道の動的気道圧縮は健常者および慢性気管支炎患者における気道クリアランスに影響を及ぼさなかった。
4-1	Sturdy G. 2003. B-4a	non comparative study	中等症から重度の COPD 患者 9 例を対象に, 8 週間の呼吸リハビリプログラムとインターバルでの呼吸筋トレーニングを実施し, 介入前後の P <sub>1max</sub> , P <sub>thmax</sub> (漸増した負荷量における最大吸気圧), P <sub>thmax</sub> /P <sub>1max</sub> を評価した。	負荷強度を 1 週目は P <sub>1max</sub> の 68±5% から開始し, 8 週間で 95±12% にて実施した。終了時の P <sub>1max</sub> 32±27%, P <sub>thmax</sub> 56±33%, P <sub>thmax</sub> /P <sub>1max</sub> 20±20% といずれも増加した。
4-2	Sanchez-Riera H. 2001. B-2	RCT	重症 COPD 患者 20 例を対象にトレーニング群と対照群にランダムに割付けし, トレーニング群では負荷強度として 60~70% の持続的な吸気圧 (SIP <sub>max</sub> ) を適用した。	30 分間, 週 6 日, 6 か月間の在宅トレーニングによってトレーニング群は対照群と比較して SIP <sub>max</sub> , P <sub>1max</sub> , SWT, 呼吸困難, HRQL が有意に改善した。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
4-3	Wanke T. 1994. B-2	RCT	COPD患者42例を対象に吸気筋トレーニング(IMT)実施群21例, 非実施群21例にランダムに割付けた。	IMT実施群では吸気筋力および運動耐容能が非実施群と比較し著明に改善した。
4-4	Lötters F. 2002. B-1	meta-analysis	COPD患者のIMTに関する研究から, 患者特性がIMTの効果に影響するかを検証した。	IMTのみの介入, IMTと呼吸リハビリ用ともに吸気筋力と持久力の改善と呼吸困難の軽減を認めた。両群とも運動能力は改善傾向を示すのみであった。特に呼吸筋弱さを呈した患者でその効果が顕著であった。
4-5	Lisboa C. 1994. B-3	non-RCT	慢性気流制限(CAL)患者10例をP <sub>imax</sub> 30%の負荷強度でIMTを実施するグループ1とP <sub>imax</sub> 12%のグループ2に分類し, 比較検討した。	開始5週後にグループ1ではP <sub>imax</sub> , IMPO, SIP, V <sub>imax</sub> , 呼吸困難, 6MWDが有意に改善し, IMT実施中の一回換気量と平均吸気流速, 吸気時間の短縮を有意に認めた。
4-6	Kim MJ. 1993. C2-2	RCT	COPD患者67例を対象に, P <sub>imax</sub> 30%でIMTを実施するグループ1とshamを実施するグループ2に分け, 比較検討した。	6か月間の実施によって, 両群間で各評価項目の改善に有意差を認めなかった。
4-7	Harver A. 1989. B-2	RCT	中等症から重度のCOPD患者19例を6段階の負荷量を視覚的に確認しながらIMTを実施する実験群とコントロール群の2群に割付けて比較検討した。	外来にて1日15分間2セット, 8週間の実施期間において, 実験群で吸気筋力の改善, 呼吸困難の軽減を認めた。
4-8	Larson JL. 1988. B-2	RCT	COPD患者22例を対象に, THRESHOLDを用いてIMTの負荷強度をP <sub>imax</sub> 15%設定した群とP <sub>imax</sub> 30%群で比較検討した。	2か月間のトレーニング期間でP <sub>imax</sub> 30%負荷群ではP <sub>imax</sub> , 吸気筋持久力(P <sub>imax</sub> 60%負荷), 12MWTにおいて有意な改善を示したが, P <sub>imax</sub> 15%負荷群では有意な改善を認めなかった。
4-9	Weiner P. 2004. B-2	RCT	COPD32例を対象に30分間, 週6日の呼吸筋トレーニングを3か月実施, その後トレーニング群とコントロール群に割付けし, 1年間(3, 6, 9, 12か月)電話, 訪問による追跡調査を実施した。	呼吸筋力はトレーニング群において6か月後に有意に改善し, 呼吸筋持久力はトレーニング群で有意に改善, コントロール群で低下した。6MWDは12ヵ月で両群に有意な差を認め, 呼吸困難はトレーニング群でその効果を維持する事ができた。
4-10	Lisboa C. 1997. B-2	RCT	CAL患者20例を対象にIMTが運動能力に及ぼす影響を負荷強度の異なる2つのグループ(グループ1:P <sub>imax</sub> 30%グループ2:P <sub>imax</sub> 10%)に分類し, 比較検討した。	30分間, 週6日, 10週間のトレーニングによって両群ともP <sub>imax</sub> は有意に改善したが, 呼吸困難, 6MWDはグループ1のみで改善した。V <sub>E</sub> と仕事量に有意な相関関係が認められた。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
4-11	Covey MK. 2001.  B-2	RCT	重症から最重症の COPD 患者 27 例を高強度によるインターバル IMT (P <sub>I</sub> max 60%グループと対照群に割り付けて、呼吸筋力や労作時呼吸困難に及ぼす影響を検討した。	1 日 30 分間、16 週間のトレーニングによって、吸気筋力および持久力の増大、日常生活での呼吸困難や呼吸器症状の軽減が得られた。
4-12	Crowe J. 2005.  A-1	meta-analysis	COPD 患者の IMT に関する研究から、IMT 単独介入と他の介入(運動療法・教育・呼吸法指導)の改善効果を比較した。	IMT のみの介入に比較し、運動療法や患者教育を併用した方が吸気筋力・持久力、呼吸困難、HRQL は有意に改善した。また、IMT に呼吸法指導を併用した場合、呼吸困難、運動耐容能、HRQL の改善を示した。
5-1	Smith K. 1992.  C2-1	meta-analysis	CAL 患者の IMT に関する研究から、呼吸筋力、呼吸筋の持久性、運動耐容能に及ぼす影響を比較した。	各項目のエフェクトサイズは運動能力 0.06, P <sub>I</sub> max 0.12, MVV 0.43, 呼吸筋持久性 0.21, 運動耐容能 0.20 であった。IMT における臨床的に有益な改善の度合いはわずかであった。
5-2	Dekhuijzen PN. 1991.  B-2	RCT	COPD 患者 40 例を対象に呼吸リハ単独群と呼吸リハにターゲットフロー吸気筋トレーニング (TF-IMT) を併用する群に割り付けて比較検討した。	10 週間の介入後で、P <sub>I</sub> max と EMG による筋疲労、12MWD は呼吸リハ+IMT グループで有意に改善した。
5-3	Sturdy G. 2003.  B-4a	non comparative study	中等症から重度の COPD 患者 9 例を対象に、8 週間の呼吸リハプログラムとインターバルでの呼吸筋トレーニングを実施し、介入前後の P <sub>I</sub> max, P <sub>th</sub> max (漸増した負荷量における最大吸気圧), P <sub>th</sub> max/P <sub>I</sub> max を評価した。	負荷強度を 1 週目は P <sub>I</sub> max の 68±5%から開始し、8 週間で 95±12%にて実施した。終了時の P <sub>I</sub> max 32 ± 27%, P <sub>th</sub> max 56 ± 33%, P <sub>th</sub> max/P <sub>I</sub> max 20 ± 20%といずれも増加した。
5-4	Sanchez-Riera H. 2001.  B-2	RCT	重症 COPD 患者 20 例を対象にトレーニング群と対照群にランダムに割り付けし、トレーニング群では負荷強度として 60~70%の持続的な吸気圧 (SIPmax) を適用した。	30 分間、週 6 日、6 か月間の在宅トレーニングによってトレーニング群は対照群と比較して SIPmax, P <sub>I</sub> max, SWT, 呼吸困難、HRQL が有意に改善した。
5-5	Wanke T. 1994.  B-2	RCT	COPD 患者 42 例を対象に IMT 実施群 21 例、非実施群 21 例にランダムに割り付けた。	IMT 実施群では吸気筋力および運動耐容能が非実施群と比較し著明に改善した。
5-6	Preusser BA. 1994.  B-2	RCT	重症 COPD 患者 20 例を P <sub>I</sub> max 52%の高強度 IMT 実施群と P <sub>I</sub> max 22%の低強度実施群に割り付けし、比較検討した。	週 3 回の介入を 12 週間実施した結果、低強度群では Pitl, IE, 12MWD の改善、高強度群では P <sub>I</sub> max, Pitl, IE, 12MWD の改善を示した。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
5 - 7	Lisboa C. 1997.  B-2	RCT	CAL 患者 20 例を対象に IMT が運動能力に及ぼす影響を負荷強度の異なる 2 つのグループ (グループ 1: P <sub>1max</sub> 30%, グループ 2: P <sub>1max</sub> 10%) に分類し, 比較検討した。	30 分間, 週 6 日, 10 週間のトレーニングによって両群とも P <sub>1max</sub> は有意に改善したが, 呼吸困難, 6MWD はグループ 1 のみで改善した。V <sub>E</sub> と仕事量に有意な相関関係が認められた。
5 - 8	Covey MK. 2001.  B-2	RCT	重症から最重症の COPD 患者 27 例を高強度によるインターバル IMT (P <sub>1max</sub> 60%) グループと対照群に割り付けて, 呼吸筋力や労作時呼吸困難に及ぼす影響を検討した。	1 日 30 分間, 16 週間のトレーニングによって, 吸気筋力および持久力の増大, 日常生活での呼吸困難や呼吸器症状の軽減が得られた。
5 - 9	Berry MJ. 1996.  B-2	RCT	中等症の COPD 患者 25 例を一般的な運動療法を実施する GER 群, GER と IMT を併用する GER+IMT 群, コントロール群の 3 群に割付けし, 比較検討した。GER 群およびコントロール群の IMT 強度は P <sub>1max</sub> 15% で, GER+IMT は 6 週間で最大 80% 負荷まで漸増した。	週 3 回, 12 週間の介入によって, 3 群間で肺機能, P <sub>1max</sub> , 最高酸素摂取量, 呼吸困難に有意差を認めなかった。GER+IMT 群および GER 群にて 12MWT, CPX (移動距離) は有意に改善, 特に GER+IMT 群の改善は GER 群よりも顕著であった。
5 - 10	Larson JL. 1999.  B-2	RCT	中等度から重度の COPD 患者 53 例に対する在宅での IMT および自転車エルゴメータによる運動療法 (CET) の効果を検証した。対象者を IMT 群, CET 群, IMT+CET 群, 患者教育単独群の 4 群に割付けた。	4 か月の実施によって吸気筋力と吸気筋持久力は IMT 群, CET+IMT 群のみ有意に改善した。また CET 群, CET+IMT 群では最高酸素摂取量が増加, 心拍数および分時換気量, 呼吸困難, 下肢疲労感の軽減を認めた。CET 群と CET+IMT 群での有意な差は認めなかった。
5 - 11	Lötters F. 2002.  A-1	meta-analysis	COPD 患者の IMT に関する研究から, 患者特性が IMT の効果に影響するかを検証した。	IMT のみの介入, IMT と呼吸リハ併用ともに吸気筋力と持久力の改善と呼吸困難の軽減を認めた。両群とも運動能力は改善傾向を示すのみであった。特に呼吸筋弱さを呈した患者でその効果が顕著であった。
5 - 12	O'Brien K. 2008.  A-1	SR	呼吸筋トレーニングとその他の呼吸リハ手段の併用効果について検証した。	呼吸筋トレーニングと運動療法 (少なくとも週 3 回, 8 週間) の併用によって, COPD 患者の吸気筋力および運動耐容能が改善する。
6 - 1	Lötters F. 2002.  A-1	meta-analysis	COPD 患者の IMT に関する研究から, 患者特性が IMT の効果に影響するかを検証した。	IMT のみの介入, IMT と呼吸リハ併用ともに吸気筋力と持久力の改善と呼吸困難の軽減を認めた。両群とも運動能力は改善傾向を示すのみであった。特に呼吸筋弱さを呈した患者でその効果が顕著であった。

項目-文献番号	文献	研究デザイン	対象, 評価・介入	成果
6-2	Geddes EL. 2005. A-1	meta-analysis	COPD を対象とした呼吸筋トレーニング(吸気抵抗のある器具を用いた IMT 対プラセボ, 吸気抵抗のある器具を用いた IMT 対非介入, 低負荷対高負荷, 異なる種類の器具を用いた IMT) について検証した。	吸気抵抗のある器具または THRESHOLD を用いた IMT のみ吸気筋力, 運動耐容能, 最大仕事量, 呼吸困難の改善を認めた。
6-3	Geddes EL. 2008. A-1	meta-analysis	COPD 患者における IMT が呼吸筋力および持久力, 運動耐容能, 呼吸困難, HRQL に及ぼす影響について検討した。	IMT によって吸気筋力 ( P <sub>1max</sub> , P <sub>E</sub> max % predicted, peak inspiratory flow rate), 吸気筋持久力 ( RMET , inspiratory threshold loading, MVV) 運動耐容能 (V <sub>E</sub> max, Borg scale, 6MWD), TDI, CRQ において改善を示した。
6-4	Lisboa C. 1994. B-3	non-RCT	慢性気流制限 (CAL) 患者 10 例を P <sub>1max</sub> 30% の負荷強度で IMT を実施するグループ 1 と P <sub>1max</sub> 12% のグループ 2 に分類し, 比較検討した。	開始 5 週後にグループ 1 では P <sub>1max</sub> , IMPO, SIP, V <sub>1max</sub> , 呼吸困難, 6MWD が有意に改善し, IMT 実施中の一回換気量と平均吸気流速, 吸気時間の短縮を有意に認めた。
7-1	Gosselink R. 2003. C2-6	others	COPD 患者における呼吸コントロールおよび胸部可動域練習についてレビューした。	COPD 患者における胸部可動域練習の意義は十分でなく, その効果について示すことができるエビデンスがないとしている。
7-2	田平一行. 2007. C1-4a	non comparative study	安定期の COPD 患者 16 例を対象に, 胸部モビライゼーションの即時効果について, 治療前後の肺機能検査, 胸部拡張差, SpO <sub>2</sub> , 脈拍数, 呼吸困難を指標に検討した。	呼吸筋の柔軟性, 関節可動性改善が認められた。また, 対象者のうち拘束性障害を合併した 11 例を抽出し再検討した結果, 効果が大きかった。
7-3	Putt MT. 2008. B-2	RCT	40 例の安定期にある COPD 患者を登録し, 継続できた 10 例を対象にした。hold and relax と sham を用いたストレッチングが呼吸機能に与える影響について検討した。	hold and relax は sham と比較して VC 増大, 関節可動域改善を認めたが, 胸部の弾性, 呼吸困難, 呼吸数には変化を認めなかった。
7-4	松本香好美. 2004. C1-4a	non comparative study	安定期にある男性の重症 COPD 患者 8 例を対象に呼吸介助手技, 呼吸補助筋群のストレッチ, 胸部可動域練習, リラクゼーションを組み合わせ実施 (実施時間 28.6±8.4 分), 施行前後で肺気量分画とスパイロメトリ, 酸素飽和度, 脈拍数, 呼吸数, VAS・主観的呼吸困難を評価した。	安全に施行することができ, 肺機能では FRC と RV が有意に減少, VAS スケールの質問 6 項目中, 2 項目で有意な軽減を認めた。

項目- 文献番号	文献	研究 デザイン	対象, 評価・介入	成果
7-5	高橋仁美. 2002.  B-1	SR	胸郭可動域練習を含む呼吸理学療法の効果について検討した。さらに拘束性障害に限定した検討も行った。	胸郭可動域練習の併用によって%VC, P <sub>imax</sub> , P <sub>Emax</sub> , 胸郭拡張差, 6MD, CRQ (呼吸困難, 情動, 克服) は有意に改善した。た。また拘束性障害でも%VC, 6MD, CRQ (呼吸困難, 情動) にて有意な改善を示した。