

術前 COPD 患者に対して運動療法と吸気筋トレーニングの併用により横隔膜動態，肺機能，運動耐容能の改善を認めた 1 症例

水澤裕貴¹⁾，白石匡¹⁾，藤田修平¹⁾，杉谷竜司¹⁾，釜田千聡¹⁾，工藤慎太郎²⁾
須田健一³⁾，武本智樹³⁾，木村保¹⁾，光富徹哉³⁾，福田寛二⁴⁾

1) 近畿大学医学部附属病院 リハビリテーション部

2) 森ノ宮医療大学 保健医療学部 理学療法学科

3) 近畿大学医学部 外科

4) 近畿大学医学部 リハビリテーション科

キーワード：吸気筋トレーニング・超音波画像診断装置・横隔膜

はじめに

吸気筋トレーニング(IMT)は，呼吸リハビリテーション(呼吸リハ)の重要な項目とされる¹⁾．特に慢性閉塞性肺疾患(COPD)などの呼吸器疾患に対するIMTの有用性に関する報告が多く認められ¹⁾，呼吸器外科領域の周術期における継続的なIMTと従来の呼吸リハの併用により術後呼吸器合併症のリスクを軽減させることが報告されている²⁾．しかし，IMT負荷圧は患者により異なり，吸気筋である横隔膜に対する適正な負荷圧についての一定の見解は得られていない．また，IMTの横隔膜動態に対する効果についても明らかではない．

今回，右肺上葉切除術前の低肺機能症例に対する運動療法とIMTの併用により，横隔膜動態や肺機能・運動耐容能が改善した1症例を経験したので報告する．

症例紹介

72歳男性，COPD stage II，修正MRC:grade1，CAT:20点，BMI:20.8，喫煙歴:40本×45年．ADLは自立．右上葉肺がんの疑いで上葉切除術の方針であるが，低肺機能であり，運動耐容能の改善目的に術前外来呼吸リハを実施した．ヘルシンキ宣言

に則り，症例報告に関して本症例に対して文書での十分な説明を行った後，書面での承諾を得た．

経過

外来呼吸リハは約6週間，計7回の介入であった．コンディショニング，下肢レジスタンストレーニング，Peak Wattの70%負荷による自転車エルゴメーター，そしてIMTを実施した．IMTにはPOWER breathe(Entry Japan社)を使用し，最大吸気圧(PI_{max})の30%より開始した．しかし，より効果的なIMTを実施するため超音波画像診断装置(エコー)を用いて異なるIMT負荷圧での横隔膜動態を評価し，適正負荷圧を設定した．適正負荷圧の設定では PI_{max} の30%，50%，70%のそれぞれでIMTを実施し，Bmodeにて肝臓や下大静脈，胆嚢をランドマークにして右後方1/3の横隔膜を描写し，Mmodeにて横隔膜移動距離(DIA)を測定した．その結果， $DIAMax$ はそれぞれ36.0mm，56.3mm，44.3mmであり50% PI_{max} によるIMTのDIAが最も大きい値となった．そのため，IMT負荷圧を当初の30% PI_{max} から50% PI_{max} に変更した．IMTは30回を1セットとし，1日3セット，基本的に毎日実施するよう指導した．また，実

施状況を日誌に記録するよう指導し、毎回外来呼吸リハ実施時に IMT の実施状況を確認した。

呼吸リハ介入前後で、スパイロメーターによる肺機能検査と He 閉鎖回路法による残気量測定、6 分間歩行試験、漸増負荷試験による呼気ガス分析、下肢筋力、 PI_{max} 、呼吸困難は Baseline Dyspnea Index (BDI) と Transitional Dyspnea Index (TDI) を用いて評価した。

結果

呼吸リハ介入前後での各検査結果を示す。肺活量:3.50→3.71L, 1 秒量:1.53→1.57L, 機能的残気量(FRC):3.52→3.01L, 最大吸気量(IC):2.22→2.57 L であった。6 分間歩行距離は 500→555m, 漸増負荷試験は VO_{2peak} :953→1039ml, 呼吸数:33.3→22.8 回, TV_{peak} :1149→1779ml, VE_{peak} :38.3→40.6L/min であった。下肢筋力は, 0.59→0.69f/kg, PI_{max} は 77.9→92.4mmH₂O であった。介入前の BDI は機能障害, 活動の程度, 労力の程度のすべてで grade3 であったのが, 介入後には, 日常の呼吸困難感を示す TDI は機能障害, 労力の程度で中等度の改善を認めた。 DIA_{max} は介入前が 50.8mm であったのに対し, 介入後は 80.8mm に改善した。

考察

COPD は気道の炎症性の狭窄や肺胞の破壊が生じ, 換気制限やガス交換障害など様々な障害を呈する疾患である。また, 肺過膨張により横隔膜の機能障害が生じることも特徴の 1 つである³⁾。今回, COPD 合併の肺癌疑い患者の術前呼吸リハを行うにあたり, IMT の効果判定としてエコーを使用し, 横隔膜動態を評価した。介入前の DIA_{max} は, 50.8mm であり先行研究³⁾で示されている中等度 COPD の平均値と同程度であったが, 介入後には 80.8mm と健常者と同程度まで改善した。IMT の効果が確実に得られる至適負荷圧に関しては PI_{max} の 30%以上が推奨され, 60%以上の負荷圧でより効果が大きいとされているが¹⁾, 本症例ではエ

コーを用いて DIA の評価を行い, IMT の適正負荷圧を決定したことで, 横隔膜に対してより効果的に IMT を実施できたと考える。また, COPD の運動制限因子として動的過膨張による IC の低下と FRC の増加による呼吸困難感の増強が挙げられる⁴⁾。本症例では, 約 6 週間の IMT により IC の増加と FRC の減少を認めた。呼気ガス分析では, 介入前で換気制限が認められていたが, 介入後では最大運動負荷時の呼吸数が減少, 1 回換気量の増加を認めた。このことから, IMT により増加した DIA は IC の増加に寄与し, 運動負荷中の換気効率が改善したことで, 運動耐容能は改善したことが示唆される。

今後, IMT による横隔膜動態の改善と肺機能, 運動耐容能には関連があることが示唆された。IMT が横隔膜動態や肺機能に対して有効に働くことを示すことができれば, 呼吸リハビリテーションプログラムの 1 つである IMT の有用性を示す一助となると考える。

文献

- 1) Gosselink R, et al. Impact of inspiratory muscle training in patients with COPD: what is the evidence?. *European Respiratory Journal* 37.2 (2011): 416-425.
- 2) Kendal F, et al. Inspiratory muscle training is effective to reduce postoperative pulmonary complications and length of hospital stay: a systematic review and meta-analysis. *Disability and rehabilitation* 40.8 (2018): 864-882.
- 3) He L, et al. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography in combined pulmonary fibrosis and emphysema. *Lung* 192.4 (2014): 553-561.
- 4) Gagnon P, et al. Pathogenesis of hyperinflation in chronic obstructive pulmonary disease. *International journal of chronic obstructive pulmonary disease* 9 (2014): 187.