

# 肺復原於肺阻塞患者之應用

蔡毓真<sup>1</sup> 許端容<sup>2</sup> 王嫻嫻<sup>2</sup> 洪仁宇<sup>1</sup> 蔡忠榮<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 高雄市立大同醫院 內科部

<sup>2</sup> 高雄醫學大學附設醫院 呼吸治療組

<sup>3</sup> 高雄市立旗津醫院 內科

## 摘 要

肺阻塞是肺臟長期慢性發炎導致呼吸道與肺實質受損，造成持續性氣流受阻的疾病。除了影響呼吸系統，也常合併許多系統性共病，造成診斷及治療上的困難。肺阻塞病人常表現慢性咳嗽、有痰、呼吸困難，引發焦慮及憂鬱，降低運動耐受性及身體活動度，形成惡性循環，導致死亡。穩定期的肺阻塞治療目標為減輕症狀及降低疾病惡化、急性發作及死亡之風險，除了支氣管擴張藥物，應再合併非藥物治療。肺復原是以病人為中心的個人化長期整合照護介入計畫，是肺阻塞重要的非藥物治療項目之一，適用於在接受藥物及其他治療後症狀仍難以緩解的肺阻塞及慢性呼吸道疾病患者。肺復原包括呼吸訓練、運動訓練、衛教與健康行為促進。呼吸訓練包括痰液清除及呼吸咳嗽訓練、肺擴張治療、使用節能技巧或輔助工具。運動訓練以下肢高強度耐力運動為主，並視情況加入上肢運動、阻力訓練、神經肌肉電刺激、呼吸肌訓練、或全身震動治療等。肺復原團隊依據呼吸問題擬定全面性個人化介入計畫，希望能協助建立最佳照護決策，以減緩病情惡化與急性發作的機率，並改善健康相關的生活品質和存活率。

**關鍵詞：**肺復原 (Pulmonary rehabilitation)  
肺阻塞 / 慢性阻塞性肺病 (Chronic obstructive pulmonary disease, COPD)  
慢性呼吸道疾病 (Chronic airway disorder)

## 引 言

慢性阻塞性肺病 (chronic obstructive pulmonary disease, COPD)，又名肺阻塞，是長期吸入有害微粒或氣體而產生呼吸道及肺實質的慢性發炎，會導致肺泡受損及小呼吸道纖維化，而造成持續氣流受阻 (persistent airflow limitation) 的疾病。肺阻塞高居世界衛生組織統計 2016 年全球十大死因第 3 位，約造成 3 百萬人死亡，

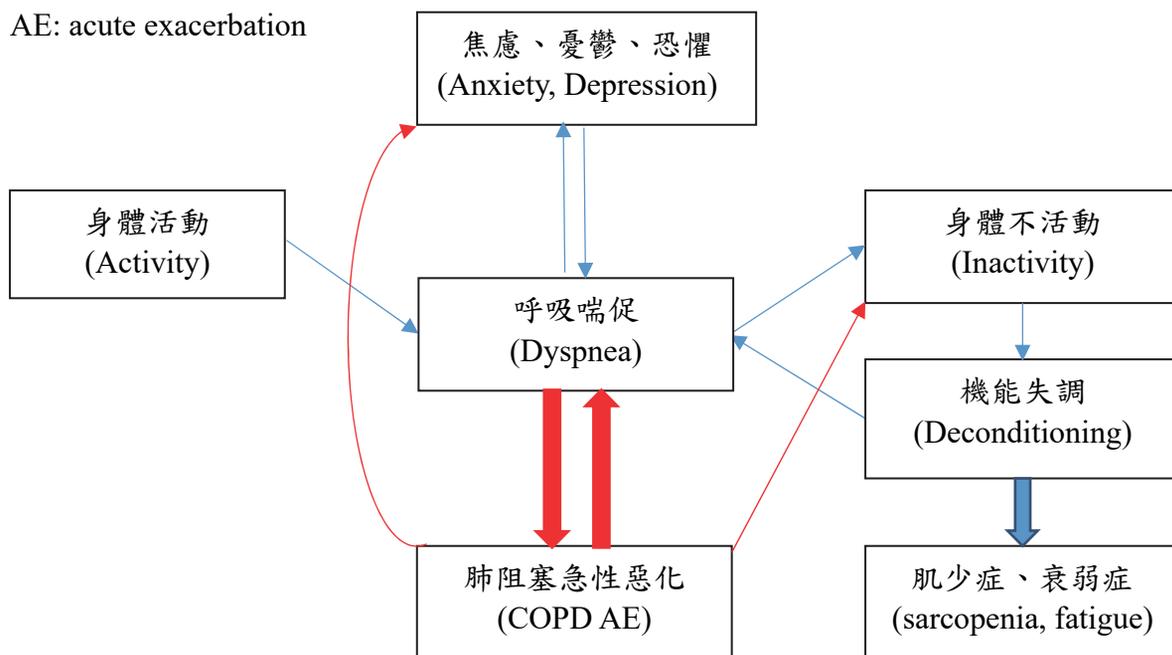
僅次於缺血性心臟疾病及腦中風<sup>1</sup>。而根據台灣衛生福利部統計，包含支氣管炎 (J40-42)、肺氣腫 (J43)、慢性阻塞性肺疾病 (J44)、氣喘 (J45)、支氣管擴張 (J47) 的慢性下呼吸道疾病 (J40-J47)，自 2008 年至 2018 年皆長居台灣十大死因的第七位<sup>2</sup>。肺阻塞的病生理表徵包括呼吸道氣流受阻導致空氣滯積 (gas trapping)、氣體交換異常 (gas exchange abnormalities)、黏液過度分泌 (mucus hypersecretion)、肺高壓 (pulmonary

hypertension) 等，發病年齡多為中老年人，常以慢性咳嗽、有痰、呼吸困難等症狀作表現。肺阻塞非但僅是呼吸道疾病，同時也是全身性疾病，常合併有多種共病症，包括心血管疾病（如高血壓、缺血性心臟病、心臟衰竭、心律不整等）、代謝症候群（如糖尿病和肥胖）、睡眠呼吸中止症、骨質疏鬆、焦慮與憂鬱、感染、肺癌、及支氣管擴張症 (Bronchiectasis) 等<sup>3</sup>。這些共病的症狀可能與肺阻塞的症狀重疊，而導致診斷的困難，也可能會加重肺阻塞的惡化，使得治療更加複雜（圖一）。由於人口老化，可以預期肺阻塞未來的盛行率將再提高，因而造成的社會經濟負擔及醫療資源耗損也將更為加重。

依據 GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease) 2020 年肺阻塞治療指引，肺阻塞的診斷定義為在肺量計 (spirometry) 測試時，在使用短效支氣管擴張劑後，其第 1 秒用力呼氣量 (forced expiratory volume in one second, FEV1) 除以用力呼氣肺活量 (forced vital capacity, FVC) 的比值 (Tiffeneau-Pinelli 指數) 仍小於 0.7，代表呼氣氣流的持續性受阻。一旦診斷肺阻塞，可以以第 1 秒用力呼氣量評估氣流

受阻程度 (GOLD 分級 1-4)，再以慢性阻塞肺病評估量表 CAT (COPD Assessment Test) 或患者呼吸困難評估量表 mMRC (Modified Medical Research Council) 評估症狀嚴重程度，佐以過去一年內急性發作病史決定嚴重度分級 (GOLD group A B C D)。

針對穩定期的肺阻塞治療目標為減輕症狀及降低疾病惡化、急性發作及死亡之風險，治療方式包括藥物治療及非藥物治療。支氣管擴張劑是治療肺阻塞的主要藥物，包括：乙二型交感神經刺激劑 ( $\beta_2$  Sympathomimetic Agonists)、抗膽鹼藥物 (muscarinic Antagonists) 或兩者併用。吸入型支氣管擴張劑治療效果較口服為佳，能直接作用於肺部，達到最佳療效。以長效型支氣管擴張劑為建議首選，因為每天只需使用一次，即可有效控制症狀，避免病情惡化。吸入型類固醇製劑可以降低肺阻塞患者呼吸道發炎反應，可以改善症狀、肺功能、和生活品質，對於常急性惡化發作的病患是重要的藥物。茶鹼 (theophylline) 則較不建議常規使用，除非是無法使用長效型支氣管擴張劑的患者。非藥物治療則包括遠離危險因子、戒菸、疫苗施打、氧氣支持及肺復原等<sup>4</sup>。若患



圖一：肺阻塞患者喘促的惡性循環<sup>53-55</sup>。

者有抽煙則優先戒煙。流感疫苗或肺炎鏈球菌疫苗施打則需參考所在地區的診療指引。長期氧氣治療可以改善靜止時嚴重慢性低血氧患者的存活率，但並不會改善穩定期肺阻塞、中等程度靜止時低血氧或運動引發的血氧飽和濃度降低患者的存活時間<sup>5</sup>。

對嚴重程度為 COPD group B 以上之病人，肺復原亦為建議的核心治療。雖然已有許多實證顯示肺復原對肺阻塞患者的益處，全球肺阻塞患者接受肺復原的比例依然不高，而且許多肺復原中心能提供的治療仍然低於潛在需求<sup>6</sup>。另外，患者也可能因為吸菸、憂鬱、社交孤立、運動能力不佳、未感受利益、高齡、喘促嚴重、長期使用氧氣治療、路程遙遠、花費等各種因素影響，而無法完成肺復原計畫<sup>7</sup>。

## 肺復原的介入對象

2013 年美國胸腔學會 (American Thoracic Society, ATS) 與歐洲呼吸學會 (European Respiratory Society, ERS) 對肺復原的共同定義為：「肺復原是經過詳細的整體評估後，依據病人個別狀況所擬定的全面性介入治療，包括運動訓練、衛教與健康行為為促進，旨在改善肺阻塞病人的生理與心理狀況，並增進病人長期持續有益健康的行為」<sup>8</sup>。肺復原適用於在接受藥物及其他治療後仍有喘促、疲憊、運動耐受性不佳，以致無法從事日常生活活動的肺阻塞及慢性呼吸道疾病患者。有呼吸道症狀且第 1 秒用力呼氣量小於 50% 預測值的肺阻塞病人應該接受肺復原；合併有呼吸道症狀或運動受限的病人，即使第 1 秒用力呼氣量大於 50% 預測值，也應考慮安排肺復原<sup>8</sup>。肺復原能經由整合性的治療計畫改善這些症狀，不論在肺阻塞穩定期或急性發作出院後 2 到 4 周執行都能有所助益。肺復原介入能降低肺阻塞急性惡化之再入院率，減少呼吸困難症狀、改善運動能力及健康相關生活品質，降低焦慮及憂鬱，並提高自我效能 (self-efficacy)<sup>9</sup>。肺復原的絕對禁忌症為不穩定心絞痛或心律不整、不穩定骨折、會增加他人暴露風險的感染性疾病、及可能造成自傷或傷人疑慮的不穩定精神狀況等。相對禁

忌症則為嚴重認知異常、進行性的神經肌肉疾病、嚴重貧血、餘命有限 (少於 6 個月) 等<sup>7</sup>。

## 肺復原的評估

執行肺復原前必須了解過去病史並進行詳細的身體檢查，評估臨床症狀、營養狀況、吸菸史、呼吸道疾病的自然病程、嚴重程度、對患者造成的影響、以及相關的促發或緩解因子，急性惡化次數與情況、要調查目前接受的藥物及非藥物治療，是否使用輔具、氧氣或機械通氣裝置，並查驗是否有其他共病症，必要時會診專科進行治療。

症狀多寡及其嚴重度對生活品質的影響為個人主觀感覺，可以透過問卷來評估病人接受肺復原前後的變化。常被用來評估健康生活品質的問卷為聖喬治呼吸問卷 (St. George's Respiratory Questionnaire, SGRQ)、慢性呼吸疾病問卷 (Chronic Respiratory Questionnaire, CRQ) 和肺阻塞評估測試 (COPD Assessment Test, CAT)，而針對非特異性疾病最常用的一般的問卷則是 SF-36 健康量表 (Short Form 36-Item Health Survey)。活動喘促的評估可以使用呼吸困難評估量表 (modified Medical Research Council, mMRC) 或是伯格度量表 (Borg Scale)。BODE 指數 (Body mass index (BMI), Obstruction, Dyspnea, Exercise) 是一個多元分級系統，以身體質量指數 (BMI) 作為營養狀況的指標，以第 1 秒用力呼氣量作為氣流阻塞的指標，以 mMRC 問卷作為呼吸困難的指標，並以 6 分鐘行走距離作為運動耐力的指標<sup>10</sup>。BODE 指數比單純使用第 1 秒用力呼氣量能更準確地反應肺阻塞的預後與死亡率，並可評估肺復原訓練的效果<sup>11</sup>。

肺生理功能的評估包括肺容積測定 (lung volume)、肺瀰散量 (diffusing capacity)、動脈血氧變化 (pulse oximetry)、最大呼吸壓力 (maximal respiratory pressure) 等。運動能力的評估包含三部分：日常生活功能 (functional status)、運動表現能力 (exercise performance) 與每日身體活動量 (physical activity)，可利用問卷或心肺運動測試 (Cardiopulmonary Exercise Test) 與場域為主的走路測試 (Field-Based Walking

Test) 等進行測量。心肺運動測試能提供完整的心血管、通氣、骨骼肌肉功能測試結果和詳細的生理資訊，有利於評估運動能力及相關風險，探究運動限制的機轉及制定後續訓練計畫，但受限於檢查人力與設備問題無法常規使用。場域為主的走路測試中以 6 分鐘走路測試 (Six-Minute Walking Test, 6MWT)、往返走路測試 (Shuttle Walk Test) 最為常用。走路測試並不需要特別設備，較方便進行，都可以作為肺復原的常規評估與成效追蹤。另外，也需評估患者平衡、使用測力計 (dynamometers) 或一次反覆最大重量測試 (one-repetition maximum testing) 測試肌肉強度、並利用坐站測試 (Sit-to-stand) 或計時起走測試 (Timed up-and-go-testing) 評估與日常生活有關的活動功能。此外，也要釐清病人的意願及家庭的支持系統，和患者參與肺復原治療的原因，以及希望達到的目標。最後根據評估結果，視病人的個別需要，擬定個人化的肺復原計畫<sup>7</sup>。

## 肺阻塞的肺復原計畫場域及時間

肺復原可以在不同的場域執行，其中可以以服務住院及門診患者的醫院肺復原中心最為常見。社區型 (community-based) 的肺復原中心可以提供更高的可近性 (accessibility)，但可能缺乏專業人員或設備，不過其成效與醫院型 (hospital-based) 的肺復原中心相比並沒有顯著差別<sup>12</sup>。此外，居家型肺復原 (home-based rehabilitation programs) 可利用數位科技加入作為替代性或附加治療，克服因地理或天氣造成的影響<sup>13</sup>。另外，藉由僅有電話訪視的無監督完全居家型肺復原計畫，患者也可以得到臨床顯著進步，且居家型肺復原計畫成效也與醫院型沒有顯著區別<sup>14</sup>。

對於肺復原的最佳持續時間為何，目前尚無共識。一般建議持續 6-12 週，進行至少 12 次以上。每週進行 2 至 3 次，每次進行 1 小時以上，與短期的肺復原計畫相較，超過 12 週的計畫可產生較佳且較持續的效益。中度至重度肺阻塞病人在接受 6 個月以上的肺復原後，日常身體活動程度才會出現明顯改變<sup>15</sup>，顯示需

要較長時間的肺復原，方能達成健康行為的改變，進而持續改善健康。

## 肺復原執行方法

肺復原是個人化的全面性介入治療，除了衛教與健康行為促進，也著重呼吸訓練、胸腔物理治療、以及運動訓練<sup>8</sup>。在執行肺復原前必須有詳細的評估，執行過程中，也必須再評估是否出現相關共病症狀。

### 一、呼吸訓練

在肺阻塞病人的活動過程中，呼氣流量受限與呼吸速率增加會縮短吐氣時間，使排空氣體的時間不足而讓氣體蓄積在肺泡，導致呼氣末的呼吸道死腔 (dead space) 增加，稱為動態過度充氣 (dynamic hyperinflation)，會限制肺阻塞病人運動能力<sup>16,17</sup>。呼吸訓練對肺阻塞患者的治療目標為延長呼氣時間，減少肺部氣體滯留，以改善運動時的動態過度充氣。方法包括教導病人噘嘴式呼吸或腹式呼吸、瑜珈調息法，或進行呼吸回饋訓練等。

噘嘴式呼吸 (pursed lip breathing)<sup>16</sup> 採用「圓唇式吐氣」的方法緩慢將空氣吐出，可使呼吸道在吐氣時維持固定壓力，減輕肺泡塌陷程度。以鼻子吸氣，由 1 默數到 3，再由嘴巴吐氣；吐氣時，如吹口哨般噘起嘴唇後慢慢吹氣，由 1 默數到 6，維持吐氣時間是吸氣時間的兩倍。

腹式呼吸則可採半坐臥式，雙手放在腹部，鼻子吸氣時腹部鼓起，吐氣時使腹部凹下，同時配合噘嘴式呼吸一起進行。噘嘴式呼吸可搭配其他復原運動訓練，或作為日常身體活動後調整呼吸不適的技巧<sup>16</sup>。

瑜珈調息 (yoga breathing)<sup>18</sup> 強調有意識地執行深吸氣後緩慢吐氣的動作，需專注於呼吸動作的協調性，並逐漸減緩呼吸的頻率。透過瑜珈調息法，肺阻塞病人的主觀症狀與呼吸相關的生活品質可以得到顯著的改善<sup>18</sup>，但對於肺功能的影響則未有定論。

呼吸回饋 (ventilation-feedback) 為透過直接測量吸氣與吐氣，並配合視覺回饋，讓病

人在固定的吐氣流速下，逐步增加吐氣時間 (duration of expiration)，提高吐氣與吸氣的時間比 (expiration to inspiration ratio)，可以有效減少動態過度充氣的現象<sup>17</sup>。

## 二、肺擴張治療

肺擴張治療為透過增加經肺壓力差 (trans-pulmonary pressure gradient) 而擴張塌陷的肺泡、協助痰液清除、並強化呼吸咳嗽肌群，使殘餘肺功能發揮最大效益並延緩肺功能下降，以期能減少處置後之併發症及改善呼吸困難之症狀。臨床上可利用提高肺泡壓力或降低肋膜腔壓來達到使經肺壓力差增加之目的。目前常用方式包括深呼吸 / 直接咳嗽、間歇性正壓呼吸、誘導性肺計量器、負壓呼吸器、非侵襲性正壓呼吸器等。

間歇性正壓呼吸 (Intermittent Positive Pressure Breathing, IPPB) 為非侵襲性通氣 (noninvasive ventilation, NIV) 的種類之一，利用吸氣時提供的正壓增加肺泡壓，提高經肺壓差產生過度充氣 (hyperinflation)，協助病人做深呼吸並刺激產生咳嗽，以達到肺擴張的效果，幫助痰液清除。間歇性正壓呼吸也可降低噴霧治療時，因嚴重氣道痙攣造成的呼吸困難及不適。可以利用於有明顯的肺部擴張不全，使用其它方法無效或病人不能合作時；或肺功能降低者，如第 1 秒用力呼氣量 <65% 預期值、用力呼氣肺活量 <70% 預期值、最大自主性通氣量 (Maximum voluntary ventilation, MVV) <50% 預期值、或肺活量 (Vital capacity, VC) <10ml/kg；因病況嚴重限制通氣、無法有效咳嗽者，或能有效咳嗽，但不能適當清除分泌物者，或對於高碳酸血症者或肌肉無力者，也可給予短期間歇性正壓呼吸支持。間歇性正壓呼吸用於重度肺阻塞的病人可使痰液減少，改善生活品質，亦可降低呼吸肌肉的負荷，減少呼吸肌肉疲乏<sup>19</sup>。但執行時須注意吸吐氣比例，避免氣體過度蓄積。

誘導性肺計量器 (incentive spirometer, IS) 是藉由視覺回饋引導病人以適當的流速或容積吸氣進行長、慢、深的呼吸，以達到持續性最

大吸氣 (sustained maximal inspiration, SMI)，而降低肋膜壓力來增加經肺壓力差和吸氣容積，並維持呼吸道的通暢。誘導性肺計量器適用於既有或傾向容易會產生肺擴張不全的狀況、或因橫膈肌麻痺及或功能不良引發的侷限性肺缺陷。常被利用作為預防手術後肺部合併症，改善吸氣肌的效率，回復肺部充氣的正常型態，促進有效的深呼吸，讓肺部充分擴張，利於排出痰液。肺阻塞的病人短期使用誘導性肺計量器，能緩和呼吸困難，改善呼吸型態，提高最大吸氣力 (maximal inspiratory pressure, P<sub>Imax</sub> 或 MIP) 及最大自主呼吸 (maximal voluntary ventilation, MVV)<sup>20</sup>。但執行時須注意吸、吐氣比例、呼吸速率，及勿使用呼吸輔助肌，避免過度換氣及氣體過度蓄積。

負壓呼吸器 (negative pressure ventilation) 模擬自然的呼吸生理，利用機器使胸內壓轉為負壓，讓氣體藉由壓力差進入呼吸道。負壓呼吸器能協助換氣並擴張肺部，有助於痰液清除並減輕呼吸肌負擔<sup>21,22</sup>。常見的非侵襲性負壓呼吸器 (Non-Invasive Negative Pressure Ventilation) 包括鐵肺 (iron lung 或 Porta-Lung)、箱型呼吸器 (tank ventilator)、胸甲 (chest cuirass)、及夾克式或雨衣 (jacket ventilator, poncho-wrap) 等。除了阻塞型通氣障礙 (obstructive ventilator defect)，亦適用於限制型通氣障礙 (restrictive ventilator defect)，如成人神經肌肉病變、肌萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic lateral sclerosis, ALS)、中樞性通氣不足、多發性神經病變、肌少症、或胸廓畸形合併喘促等。

非侵襲性正壓呼吸器 (Non-Invasive Positive Pressure Ventilation, NIPPV) 可減少肺阻塞病人吐氣末空氣蓄積於肺部產生過度充氣的現象，減輕呼吸肌肉做功的負擔，改善呼吸急促的症狀與增加氣體交換的效率，也可提高每分鐘換氣量，希望藉此增加運動訓練的時間，因此可作為病人肺復原的輔助工具，改善運動訓練時過度充氣與呼吸急促的臨床症狀；同時也有助於減少夜間睡眠呼吸障礙與血氧低下的問題，增進整體肺復原的成效<sup>23</sup>。

### 三、肺部物理治療

肺阻塞患者因為肺臟及呼吸道反覆性慢性發炎，導致持續的呼吸道症狀，其中包括痰液堆積、呼吸困難及呼吸道反覆感染。胸腔物理治療 (chest physical therapy, CPT) 為利用物理技巧幫助病人有效清除呼吸道分泌物，以達到最大的通氣量並改善氣體交換。常見的胸腔物理治療除了徒手方法如呼吸咳痰技巧、姿位引流、胸腔叩擊外，另有機械震顫或器具輔助的治療，如電動拍痰器 (Vibrator)、高頻胸腔振動 (High frequency chest wall oscillation, HFCWO) 和震動吐氣末正壓裝置 (Oscillatory Positive expiratory pressure, Oscillation PEP) 皆可用於肺阻塞族群，而咳嗽機 (mechanical insufflation-exsufflation) 則多用於神經肌肉疾患患者，可以幫助痰液排出，減少呼吸併發症。

呼吸咳痰技巧包括用力呼氣技巧 (forced expiratory technique, FET)、主動呼吸技巧 (active cycle of breathing technique, ACBT)、自發性引流 (autogenic drainage) 等呼吸道清潔方法，可以改善病人咳痰困難並增加痰液咳出量。

用力呼氣技巧<sup>24</sup>為利用呼吸道內壓等於肋膜壓的概念，在用力呼氣時等壓力點會朝嘴巴的方向產生一動態性壓差，產生氣流帶出周邊分泌物。在自然低容量呼吸的呼氣咳嗽，可以將末端小支氣管分泌物咳至中央呼吸道；而搭配深吸氣後的哈氣咳嗽，可以再將中央大呼吸道的痰咳出。

主動呼吸技巧<sup>24</sup>結合了呼吸控制 (breathing control)，胸廓擴張運動 (thoracic expansion exercise)，和用力呼氣技巧，可根據不同病人狀況而將呼吸控制，胸廓擴張運動，和用力呼氣技巧之比例做調整。

自發性引流 (autogenic drainage)<sup>24</sup>為藉由循序漸進增加呼吸容積及氣流，使痰液自周邊移向中央的呼吸道，以方便清除。為防止呼吸道塌陷，較不強調用力呼氣咳嗽。

姿位引流 (postural drainage) 乃是利用重力與身體姿勢改變，將痰液堆積的肺葉置於較高位置，配合胸部叩擊或拍痰器的使用以強化呼吸道纖毛運動，再搭配呼吸與哈氣 (huffing) 技

巧，使支氣管上的痰液鬆動，引流至大呼吸道，再藉由咳嗽將痰咳出。臨床上可以運用姿位引流床或利用棉被枕頭軟墊等協助擺位，加速痰液排出。

胸腔叩擊 (chest percussion) 的執行方法為利用胸壁上以徒手、拍痰杯、或電動拍痰器 (vibrator) 施以叩擊 (percussion)，鬆動痰液，搭配姿位引流促進排出痰液。只要操作正確，無論是利用徒手或器具機械，叩擊的動作應是無痛的。胸腔叩擊首先須以理學檢查找出痰液蓄積的位置，並避開引流管、傷口、胸骨、脊椎骨、腹部、乳房、重要臟器等。確定部位後將病人側翻，將拍痰部位置於高處，再以徒手、拍痰杯、或電動拍痰器施行叩擊。徒手約以每秒 3-5 下的速度叩擊；電動拍痰器的箭頭方向須朝向氣管，它以垂直及平行兩個動力方向性震動，頻率約 20 至 45Hz，其可減低痰液黏性並促進呼吸道纖毛的清除能力。

高頻胸腔振動 (high frequency chest wall oscillation, HFCWO) 為一具充氣式氣囊之背心，能產生高頻率 (12-25 Hz) 的正壓脈衝，溫和震動擠壓胸壁。一天可實施 1-6 次療程，一次療程約為 30 分鐘。高頻胸腔振動可以小幅降低使用呼吸器的機會、天數及住院日數<sup>25</sup>。針對穩定中重度肺阻塞且痰液過多的病人，高頻胸腔振動可使痰液減少、改善肺功能進而改善生活品質。但是若無痰液過多的病人，助益則不顯著。

震動吐氣末正壓裝置 (Oscillatory positive expiratory pressure, Oscillation PEP) 裝置多為調閥式吐氣裝置，震動吐氣末正壓裝置則較傳統的吐氣末正壓裝置更增加吐氣時的震動裝置，利用固定式彈簧阻力，保持吐氣時持續正壓的狀態。使用震動吐氣末正壓裝置配合橫隔膜放鬆、腹肌施力的吐氣動作，可預防呼氣時呼吸道塌陷，改善病人胸腔氣體滯留的現象，並有助於排出氣道分泌物以清潔呼吸道。頻繁快速的震波也能減少痰液的黏度及彈性 (viscoelastic properties)，增加吐氣時的氣流，促進痰液在氣道中的移動。震動吐氣末正壓裝置可由病人單獨自行完成，而且舒適度和接受度高<sup>26</sup>。一天

可以使用4至6次，嚴重時每2小時一次，每次約5至20分鐘。病人採坐姿操作，旋轉旋鈕以調整吐氣阻力，請病人深呼吸後緩慢吐氣至裝置中，對抗其正壓阻力，維持吸氣與吐氣時間約1:3至1:4的比例。之後可鼓勵病人做哈氣等呼吸道清潔技術的動作，有助於清除痰液。穩定肺阻塞病人使用震動吐氣末正壓裝置可以改善肺功能、痰液清除及生活品質，減少醫療花費，並有較好的預後。如果合併吸入性支氣管擴張劑治療，可以增加支氣管擴張的效果。運動後使用6個循環以上的吐氣末正壓裝置，可加速呼吸喘的恢復及減少肺部充氣過度<sup>27</sup>。

#### 四、運動訓練

肺阻塞病人的運動耐力變差原因有許多，包括通氣受限、肺部氣體交換異常、周邊肌肉功能障礙、呼吸肌肉功能障礙、心臟功能障礙等。焦慮憂鬱與缺乏動力也會進一步惡化運動能力。肺復原能強健運動肌肉群與改善心肺功能，讓身體活動量能夠增加，並減少呼吸困難與疲勞。擬定適當的心肺運動訓練計劃，會增強骨骼肌的使用效率(efficiency)，其成效會反映在尖峰攝氧量(peak oxygen uptake, VO<sub>2</sub>peak)上。其他可能的生理調適機轉包括對喘促的去敏感化(desensitization to dyspnea)、降低對運動表現的焦慮(reductions in anxiety associated with exercise performance)、以及潛在的呼吸機轉改善，如減少動態過度過度充氣(dynamic hyperinflation)等<sup>28</sup>。

為讓運動訓練有效，訓練負荷量必須依照病人狀況個人化，通常必須超過日常生活中所遇到的負荷，以提高人體的有氧能力與肌肉力量，並且必須隨著狀況改善而逐漸提高運動訓練量。運動訓練是改善肺阻塞病人肌肉功能的最佳方法，即使是嚴重肺阻塞病人，通常也能透過運動的訓練，改善周邊骨骼肌肉功能而改善有氧運動能力與效率、改善呼吸肌肉功能而降低動態過度充氣，進而改善運動能力和運動時喘的程度，對生活品質的改善亦有幫助<sup>29</sup>。此外，運動訓練可以減少憂鬱焦慮等情緒障

礙、減輕症狀負擔，亦可改善心血管功能<sup>30</sup>。因此，運動訓練雖然無法改變呼吸道阻塞，但對於肺阻塞的症狀、生活品質與活動能力改善卻有所助益。

有效的運動型式應具備有大肌肉群的參與、能持續實施、本質是節奏及有氧的運動等基本條件。須滿足參與者運動的動機，使其在規律實施的基礎上持續運動下去。肺阻塞的肺復原運動訓練以下肢運動為主，並視情況加入上肢運動。下肢訓練的優點為其屬於功能性運動，較易提高步行能力。每週執行2至5次，每次20到60分鐘，持續8到12週。訓練強度目標設定為達到60%至80%的最大運動功率、或伯格度量表呼吸困難或疲勞分數在4到6分(中度到重度)<sup>31</sup>。肺部復原計畫常採用高強度耐力運動訓練，也可考慮是否結合阻力訓練以提升肌肉力量。但當病人狀況不佳，無法執行連續訓練，可以考慮減低運動強度或改行間歇訓練。間歇性與連續性運動訓練模式對於改善運動能力、健康相關生活品質，以及骨骼肌適應能力方面並無明顯差異。針對特殊情況也可以加入神經肌肉電刺激、呼吸肌肉的訓練、全身震動治療等進行運動強化，增進肌肉的功能。

在病情較為嚴重或急性惡化穩定初期，以醫院端肺復原為主，主要在建立正確運動訓練的觀念與方法，同時可密切評估執行遵從性與成果。運動訓練一段時間後，可逐步加上居家型態的運動訓練。醫院中進行的訓練一般以腳踏車與跑步機為主，也可進行簡易柔軟操；居家訓練則可以參考病人的喜好給予建議。若病人能夠耐受，步行與騎腳踏車是最理想且最常用的運動方式。對於穩定期肺阻塞病人，下肢運動訓練能改善肺阻塞病人生活品質、呼吸困難及運動能力。以腳踏車或步行運動形式進行的耐力運動訓練，為肺部復原中最常使用的運動方式<sup>32</sup>(表一)。步行訓練的優點為其屬於功能性運動，較易提高步行能力。除了病人喜好，根據運動能力強弱作選擇更為重要。在具備基本運動能力後，需進一步增強肌力時，可採用節律性行走運動(paced walking)、踩腳踏車、爬樓梯等運動。無法站立或行動困難時，

表一：肺阻塞運動訓練比較

運動形式	效益	臨床應用
間歇訓練	改善效果不劣於常規耐力訓練；訓練期間較少症狀發生及較少非預期中斷	簡易，不須特殊設備
阻力訓練	可增加肌肉強度	簡易，不須特殊設備
神經肌肉電刺激	可以改善骨骼肌功能，不造成明顯代謝變化	須電刺激設備，可在家中執行
全身震動訓練	改善運動耐受性和肌肉功能；可能可以改善平衡及本體感覺	須特殊設備
呼吸肌訓練	在呼吸肌無力的病人可減少喘促及增強運動耐受性	須特殊設備
運動時使用氧氣	可緩解運動時的喘促，使病人較為舒適，可應用於較高強度訓練。但訓練效果並未較未使用氧氣時顯著	於醫院中較容易取得氧氣，在家中或社區較不易取得氧氣
運動時使用非侵入性呼吸器	可應用於較高強度訓練，在嚴重病人的訓練成果有些微顯著	需使用呼吸器

可使用神經肌肉電刺激 (neuromuscular electrical stimulation) 或局部肌肉的運動，包括支持性或非支持性上肢運動、支持性下肢抬腿運動。也可根據日常生活的身體活動量來選擇，或透過新科技結合網際網路、智慧型手機及穿戴式裝置、環境氣象資訊等資料平台，將日常身體活動整合進入肺阻塞病人的運動訓練。

上肢運動的項目包括阻力訓練與利用手搖車、肌測力計等器具進行的有氧運動訓練。訓練的目標肌肉群包括二頭肌、三頭肌、三角肌、闊背肌與胸肌，可以改善上肢力量，但對健康相關生活品質或日常活動所引發的呼吸困難的改善效果並不明確<sup>33</sup>。當上肢訓練與無訓練相比，呼吸困難症狀只有輕微改善，生活品質則沒有顯著改善；若是將上肢訓練結合下肢訓練與單獨下肢訓練進行比較，則呼吸困難與生活品質都不具顯著差異。

阻力訓練為透過重複且較大負荷量所進行，針對局部肌肉群進行的訓練方式<sup>34</sup>。作法是使用器具如彈力帶、氣壓或液體壓力裝置、啞鈴、杠鈴及其他器械產生的阻力或是重量，達到訓練肌肉群的效果。最適合肺阻塞病人使用的阻力訓練處方尚未確定，因為各研究中的差異極大。美國運動醫學學會 (ACSM) 建議，每週應有 2 至 3 天進行 1 至 3 組 8 至 12 次的重複練習<sup>10</sup>。相當於一次以最大負荷之 60 至 70% 的初始負荷強度反覆練習，或重複 8 至 12 次能

引起疲勞的初始負荷皆為合適<sup>10</sup>。為促進肌肉強度與耐力，運動量必須隨著時間增加，漸次增加阻力或重量、增加每組的重複次數、增加每次運動的動作組數，或縮短兩組動作之間或兩次運動之間的休息時間<sup>10</sup>。下肢阻力訓練能持續增加肌肉力量與質量。若使用相當於最大負荷 80% 之負荷量，可以改善運動能力<sup>35</sup>、最大力量及最大行走速度<sup>36</sup>；在最大負荷的 50% 到 80% 之間的訓練負荷量，亦能提高耐力、運動能力；但若使用較小負荷的訓練計畫，則無法有效提高運動能力<sup>36</sup>。與耐力運動相比，阻力運動需要的耗氧量較低與通氣量亦較少，較少引發呼吸困難等心肺反應。對於患有晚期肺部疾病或共病，且可能因呼吸困難而無法完成高強度耐力或間歇訓練的病人，阻力運動可能成為一個可行的替代選擇。

對於因嚴重症狀而無法配合運動訓練的病人，神經肌肉電刺激 (neuromuscular electrical stimulation, NMES) 則是一種安全有效的替代訓練方法，可以防止肌肉功能下降，增加步行距離與生活品質，加速住院病人的活動能力恢復<sup>37</sup>。神經肌肉電刺激經由電刺激誘發產生肌肉收縮，可以對特定肌肉進行訓練，而無須傳統的運動。在進行神經肌肉電刺激過程中引起的肌肉收縮，不會導致呼吸困難，且刺激時的心肺循環的需求是最小的，因此適用於衰弱或心肺功能嚴重受限的病人，且急性惡化期間

仍可進行。因此對於罹患重度肺阻塞，基礎運動耐力極差但病情穩定的病人，神經肌肉電刺激可改善其四肢肌肉力量與運動能力，並減少呼吸困難。當病人返家，小型且相對便宜的可攜式電刺激器也可於居家使用。於傳統穴位進行經皮神經肌肉電刺激可增加第1秒用力呼氣量、6分鐘步行距離、聖喬治呼吸問卷評量的生活品質<sup>38</sup>。針對急性惡化出院肺阻塞患者，且具有身體質量指數低、嚴重氣流受限與嚴重身體狀況衰退，在以神經肌肉電刺激加上四肢活動與緩慢行走方法治療4週後，與採用相同活動方法但不用神經肌肉電刺激相較，其腿部肌肉力量與日常活動期間的呼吸困難皆獲得較大幅度的改善<sup>39,40</sup>。神經肌肉電刺激的禁忌症包括癲癇、未控制之心律不整、不穩定型心絞痛、近期曾心肌梗塞、或植入電子設備或金屬裝置如心臟起搏器或去顫器、裝置顱內血管夾、全膝關節或髖關節置換等的病人。此外，若預計接受刺激之部位附近有嚴重骨關節炎、嚴重周邊水腫或皮膚問題者，也不適合接受神經肌肉電刺激。

肺臟本身不具備骨骼肌，故需依靠呼吸肌肉群活動，協助氣體在呼吸道的進出。吸氣肌以橫膈肌為主，外肋間肌為輔；呼氣肌則包括內肋間肌、腹外斜肌、腹內斜肌、腹橫肌、腹直肌等。肺阻塞病人因呼吸道阻塞導致肺臟過度充氣，促使橫膈肌縮短與變平，而使其處於肌肉力學上不利收縮的情況。病人也常處於低氧與營養不足之狀況，活動所需能量供應不足，導致肌肉萎縮，也會導致呼吸肌力不足，肺阻塞患者在行走及活動時對血中氧氣需求量增加四倍，為避免缺氧的危險發生，必要時可於行走中給予氧氣治療，維持血氧飽和濃度大於90%，氧氣能緩解呼吸困難症狀、提高日常活動耐受力，可以外出購物、就醫或短程旅行。

呼吸肌力不足會進一步導致呼吸容積不足，導致呼吸費力、呼吸負荷過重、呼吸肌疲勞，導致肺阻塞病人運動耐力差與呼吸困難<sup>41</sup>，最終走向呼吸衰竭。因此針對呼吸肌力不佳的特定病人，可以額外接受呼吸肌肉訓

練。建議呼吸肌訓練的條件為吸氣肌力不足：最大吸氣壓力 $< 60 \text{ cmH}_2\text{O}$ 或是 $< 50\%$ 預估值，或吐氣肌力不足：最大吐氣壓力(maximal expiratory pressure, MEP) $< 60 \text{ cmH}_2\text{O}$ 或 $< 70 \text{ cmH}_2\text{O}$ 。最常用的吸氣肌訓練方法為使用可施加阻抗性或閾值負荷的裝置，可增強病人的吸氣肌強度與耐力，對日常活動時的呼吸困難與健康相關生活品質方面也有改善<sup>42</sup>。若以吸氣肌訓練結合全身運動訓練，對吸氣肌強度與耐力有額外的益處，對呼吸困難或最大運動能力則無更進一步的幫助。

全身震動治療(Whole Body Vibration)為利用水平或垂直方向的震動，誘使肌肉收縮並給予骨骼重複應力刺激肌腱反射的治療方法，進而改善肌力、增進肌群體積、有效改善本體感覺與敏捷性、及改善骨密度<sup>43</sup>。所有的肺阻塞病人，無論是屬於何種嚴重程度，或是急性惡化後，均能從中受益，在不影響心肺負荷情況下提升整體肌力與耐力，可視為替代或輔助運動訓練。而教導患者適當的節能技巧(energy conservation techniques)或使用輔助工具協助行動以減少肌肉疲勞、關節壓力和疼痛，也能降低疾病所帶來的不適，增加活動能力及減輕活動時的呼吸困難。

## 五、衛教與健康行為促進

慢性呼吸道疾患病人的症狀嚴重程度、功能失調、生活品質影響不僅是疾病的結果，也與病人對疾病及共病的調適能力有關。肺復原的衛教目的為調整生活方式或不良行為，並協助增進個人效能(self-efficacy)。患者的教育程度、文化背景、或生理狀況(如聽力或視力不佳、意識障礙)都可能影響衛教的成效。衛教與健康行為促進的內容包括健康人及慢性呼吸道疾病的解剖生理及病理變化、疾病認識、治療目標、藥物使用技巧及遵從性、氧氣使用、營養建議、戒菸、避免刺激物、了解運動的益處、呼吸技巧、痰液清除方法、喘促憂鬱焦慮等症狀處理、急性發作的及早發現及處理、放鬆技巧(Relaxation)、節能技巧(Energy conservation/pacing)、病人支持團體、增進自

我效能 (self-efficacy)、與照護提供者的溝通、福利制度、及預立醫療自主計劃 (Advance care planning) 等<sup>4,8</sup>。

促進患者對疾病處理的了解是肺復原的基礎。患者不清楚肺阻塞的成因、未有適當治療的後果、等急性發作的處理<sup>44</sup>。可以使用 Lung Information Needs Questionnaire (LINQ) 來評估患者在接受肺復原前對資訊的需求<sup>45</sup>，也可以評估在接受肺復原後對資訊需求的改變。也可以使用 Bristol COPD Knowledge Questionnaire (BCKQ) 來評估對肺阻塞的認知程度<sup>46</sup>。

自我效能 (self-efficacy) 為相信自己能成功執行特定行為而達到成果的能力，能增進功能表現並促進自我處理能力，也與肺復原的長期遵從性有關。可以使用 COPD Self-Efficacy Scale (CSES) 或 PRAISE (Pulmonary Rehabilitation Adapted Index of Self-Efficacy) tool 進行評估<sup>8</sup>。

身體組成異常是肺阻塞的常見問題，且會影響預後。體重異常常以身體質量指數 (body weight in kilograms, BMI) 做界定，但 BMI 無法代表身體組成。因高齡或急慢性疾病造成的身體組成改變包括 (1) 除脂組織 (fat free mass, FFM) 轉為脂肪組織 (fat mass)，(2) 體重減輕加速除脂組織流失，(3) 疾病導致急性代謝壓力，使除脂組織中細胞內外水分的重新分布，以及 (4) 皮下脂肪重新分布為堆積在臟器等非正常脂肪堆積處的異位脂肪 (ectopic fat)<sup>8</sup>。體重過輕較常見於疾病晚期或肺氣腫表現型 (emphysematous phenotype)<sup>47</sup>，且較低量的除脂組織及較少的中大腿肌肉橫斷面積 (mid-thigh muscle cross-sectional) 皆與晚期肺阻塞病患死亡率增加有關<sup>48</sup>；肥胖者則多見於輕度肺阻塞<sup>49</sup>。即使是正常體重的肺阻塞病患，仍有約 20–30% 有肌肉量減少而體脂肪量較高的情形，尤其是內臟脂肪增加<sup>50</sup>。體脂肪及內臟脂肪增加會增強系統性發炎並降低胰島素感受性，可能提高肺阻塞病患的心血管事件死亡危險性<sup>51</sup>。包含營養諮詢及運動計畫的肺復原早期介入能改善患者的體重、除脂組織量、運動耐受性、甚至存活率<sup>8</sup>。

預立醫療自主計劃 (Advance care planning)

在肺阻塞或慢性呼吸道疾病患者目前仍較為欠缺<sup>52</sup>。預立醫療自主計劃為病患與臨床專業人員、家屬及照顧者一起討論疾病的診斷、進程及預後、病人自主醫療決策 (Patient autonomy in medical decision-making)、維生醫療 (Life-sustaining treatments)、預立醫囑文件 (Advance directives documents)、醫療決策代理人 (Surrogate decision-making)、健康照護持久授權書 (Durable powers of attorney for health care)、及善終準備。肺復原介入能增加臨床專業人員與病患討論預立醫囑或預立醫療自主計劃的機會，希望病患能在還有完整決斷能力時先做規劃，因為死亡可能在疾病的任何階段發生。

## 結 論

肺復原為肺阻塞治療中不可缺少的部分，經過整體評估後，依據病人個別狀況所擬定的多面向、多專業，以病人為中心的長期整合照護介入計畫。肺復原包括呼吸訓練、運動訓練、衛教與健康行為促進，可以有效改善肺部塌陷、促進痰液排除、增強氣體交換。在疾病穩定期，急性惡化期或急性惡化後都有助於減輕症狀，提高運動能力，改善生活品質，並減少住院及醫療花費。不論是醫院、居家或社區，皆可做為實施肺復原的場所。

## 參考文獻

1. World Health Organization. World Health Statistics 2019: Monitoring health for the SDGs. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/324835/9789241565707-eng.pdf>
2. 衛生福利部統計處死因統計. <https://dep.mohw.gov.tw/DOS/np-1776-113.html>
3. Singh D, Agusti A, Anzueto A, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease: the GOLD science committee report 2019. *Eur Respir J* 2019;53(5):1900164.
4. Bolton CE, Bevan-Smith EF, Blakey JD, et al. British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults. *Thorax* 2013;68 Suppl 2:ii1-30.
5. Jacobs SS, Krishnan JA, Lederer DJ, et al. Home Oxygen Therapy for Adults with Chronic Lung Disease. An Official American Thoracic Society Clinical Practice Guideline. *Am J Respir Crit Care Med* 2020;202(10):e121-41.
6. Spruit MA, Pitta F, Garvey C, et al. Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes. *Eur Respir J* 2014;43(5):1326-37.

7. Rochester CL. Patient assessment and selection for pulmonary rehabilitation. *Respirology* 2019;24(9):844-53.
8. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188(8):e13-e64.
9. Vincent E, Sewell L, Wagg K, Deacon S, Williams J, Singh S. Measuring a change in self-efficacy following pulmonary rehabilitation: an evaluation of the PRAISE tool. *Chest* 2011;140(6):1534-39.
10. American College of Sports M. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-708.
11. Cote CG, Celli BR. Pulmonary rehabilitation and the BODE index in COPD. *Eur Respir J* 2005;26(4):630-36.
12. Waterhouse JC, Walters SJ, Oluboyede Y, Lawson RA. A randomised 2 x 2 trial of community versus hospital pulmonary rehabilitation, followed by telephone or conventional follow-up. *Health Technol Assess* 2010;14(6):i-140.
13. Maltais F, Bourbeau J, Shapiro S, et al. Effects of home-based pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2008;149(12):869-78.
14. Wuytack F, Devane D, Stovold E, et al. Comparison of outpatient and home-based exercise training programmes for COPD: A systematic review and meta-analysis. *Respirology* 2018;23(3):272-83.
15. Cindy Ng LW, Mackney J, Jenkins S, Hill K. Does exercise training change physical activity in people with COPD? A systematic review and meta-analysis. *Chron Respir Dis* 2012;9(1):17-26.
16. Nield MA, Soo Hoo GW, Roper JM, Santiago S. Efficacy of pursed-lips breathing: A breathing pattern retraining strategy for dyspnea reduction. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2007;27(4):237-44.
17. Collins EG, Langbein WE, Fehr L, et al. Can ventilation-feedback training augment exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease? *Am J Respir Crit Care Med* 2008;177(8):844-52.
18. Pomidori L, Campigotto F, Amatya TM, Bernardi L, Cogo A. Efficacy and tolerability of yoga breathing in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a pilot study. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009;29(2):133-37.
19. Nicolini A, Mollar E, Grecchi B, Landucci N. Comparison of intermittent positive pressure breathing and temporary positive expiratory pressure in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol* 2014;50(1):18-24.
20. Ahmadi Hosseini SH, Farzad M, Heydari A. Comparing the Effect of Resistive Inspiratory Muscle Training and Incentive Spirometry on Respiratory Pattern of COPD patients. *Evidence Based Care* 2016;6(3):45-54.
21. Belman MJ, Soo Hoo GW, Kuei JH, Shadmehr R. Efficacy of positive vs negative pressure ventilation in unloading the respiratory muscles. *Chest* 1990;98(4):850-56.
22. Corrado A, Gorini M. Negative-pressure ventilation: is there still a role? *Eur Respir J* 2002;20(1):187-97.
23. Wilson ME, Dobler CC, Morrow AS, et al. Association of home noninvasive positive pressure ventilation with clinical outcomes in chronic obstructive pulmonary disease: A systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2020;323(5):455-65.
24. Fink JB. Forced expiratory technique, directed cough, and autogenic drainage. *Respir Care* 2007;52(9):1210-23.
25. Osadnik CR, McDonald CF, Jones AP, Holland AE. Airway clearance techniques for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2012(3):CD008328-CD008328.
26. Phillips J, Lee A, Pope R, Hing W. Effect of airway clearance techniques in patients experiencing an acute exacerbation of bronchiectasis: a systematic review. *Physiother Theory Pract* 2019:1-16.
27. Ubolsakka-Jones C, Pongpanit K, Boonsawat W, Jones DA. Positive expiratory pressure breathing speeds recovery of postexercise dyspnea in chronic obstructive pulmonary disease. *Physiother Res Int* 2019;24(1):e1750-e1750.
28. Casaburi R, ZuWallack R. Pulmonary rehabilitation for management of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 2009;360(13):1329-35.
29. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, et al. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Policy Statement: Enhancing Implementation, Use, and Delivery of Pulmonary Rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2015;192(11):1373-86.
30. von Leupoldt A, Taube K, Lehmann K, Fritzsche A, Magnusen H. The impact of anxiety and depression on outcomes of pulmonary rehabilitation in patients with COPD. *Chest* 2011;140(3):730-36.
31. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59.
32. Jenkins S, Hill K, Cecins NM. State of the art: How to set up a pulmonary rehabilitation program. *Respirology* 2010;15(8):1157-73.
33. Janaudis-Ferreira T, Hill K, Goldstein R, Wadell K, Brooks D. Arm exercise training in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2009;29(5):277-83.
34. Silva BSA, Ramos D, Bertolini GN, et al. Resistance exercise training improves mucociliary clearance in subjects with COPD: A randomized clinical trial. *Pulmonology* 2019;25(6):340-47.
35. Hsieh M-J, Lan C-C, Chen N-H, et al. Effects of high-intensity exercise training in a pulmonary rehabilitation programme for patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology* 2007;12(3):381-88.
36. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz JD. A predominantly home-based progressive resistance exercise program increases knee extensor strength in the short-term in people with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled

- trial. *Aust J Physiother* 2007;53(4):229-37.
37. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: A randomized study. *Crit Care* 2009;13(5):R161-R161.
  38. Ngai SPC, Jones AYM, Hui-Chan CWY, Ko FWS, Hui DSC. Effect of 4 weeks of Acu-TENS on functional capacity and beta-endorphin level in subjects with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *Respir Physiol Neurobiol* 2010;173(1):29-36.
  39. Vivodtzev I, Pépin J-L, Vottero G, et al. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1 month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. *Chest* 2006;129(6):1540-48.
  40. Jones S, Man WDC, Gao W, Higginson IJ, Wilcock A, Maddocks M. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;10(10):CD009419-CD009419.
  41. Vanderthommen M, Duchateau J. Electrical stimulation as a modality to improve performance of the neuromuscular system. *Exerc Sport Sci Rev* 2007;35(4):180-85.
  42. Beaumont M, Forget P, Couturaud F, Reyckler G. Effects of inspiratory muscle training in COPD patients: A systematic review and meta-analysis. *Clin Respir J* 2018;12(7):2178-88.
  43. Pleguezuelos E, Casarramona P, Guirao L, et al. How whole-body vibration can help our COPD patients. Physiological changes at different vibration frequencies. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2018;13:3373-80.
  44. Hernandez P, Balter M, Bourbeau J, Hodder R. Living with chronic obstructive pulmonary disease: A survey of patients' knowledge and attitudes. *Respir Med* 2009;103(7):1004-12.
  45. Hyland ME, Jones RC, Hanney KE. The lung information needs questionnaire: Development, preliminary validation and findings. *Respir Med* 2006;100(10):1807-16.
  46. White R, Walker P, Roberts S, Kalisky S, White P. Bristol COPD Knowledge Questionnaire (BCKQ): Testing what we teach patients about COPD. *Chron Respir Dis* 2006;3(3):123-31.
  47. Engelen MP, Schols AM, Lamers RJ, Wouters EF. Different patterns of chronic tissue wasting among patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)* 1999;18(5):275-80.
  48. Marquis K, Debigaré R, Lacasse Y, et al. Midhigh muscle cross-sectional area is a better predictor of mortality than body mass index in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(6):809-13.
  49. Steuten LM, Creutzberg EC, Vrijhoef HJ, Wouters EF. COPD as a multicomponent disease: Inventory of dyspnoea, underweight, obesity and fat free mass depletion in primary care. *Primary care respiratory journal : journal of the General Practice Airways Group* 2006;15(2):84-91.
  50. Schols AM, Mostert R, Soeters PB, Wouters EF. Body composition and exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1991;46(10):695-99.
  51. van den Borst B, Gosker HR, Wesseling G, et al. Low-grade adipose tissue inflammation in patients with mild-to-moderate chronic obstructive pulmonary disease. *The American journal of clinical nutrition* 2011;94(6):1504-12.
  52. Janssen DJA, Spruit MA, Schols J, Wouters EFM. A call for high-quality advance care planning in outpatients with severe COPD or chronic heart failure. *Chest* 2011;139(5):1081-88.
  53. Ramon MA, Ter Riet G, Carsin AE, et al. The dyspnoea-inactivity vicious circle in COPD: Development and external validation of a conceptual model. *Eur Respir J* 2018;52(3).
  54. Corhay JL, Dang DN, Van Cauwenberge H, Louis R. Pulmonary rehabilitation and COPD: Providing patients a good environment for optimizing therapy. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2014;9:27-39.
  55. Make BJ, Yawn BP. Breathing life into COPD management: Ongoing monitoring, pulmonary rehabilitation, and individualized care. *Chest* 2018;154(4):980-81.

# Pulmonary Rehabilitation for Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Yu-Chen Tsai<sup>1</sup>, Tuan-Jung Hsu<sup>2</sup>, Yin-Ying Wang<sup>2</sup>, Jen-Yu Hung<sup>1</sup>, and Jong-Rung Tsai<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Internal Medicine, Kaohsiung Municipal Ta-Tung Hospital;*

<sup>2</sup>*Department of Internal Medicine, Division of Pulmonary Medicine, Respiratory Therapy Team, Kaohsiung Medical University Chung-Ho Memorial Hospital;*

<sup>3</sup>*Department of Internal Medicine, Kaohsiung Municipal CiJin Hospital*

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is characterized by persistent airflow limitation caused by chronic airway inflammation. Besides, there are several systemic co-morbidities, which make the diagnosis and treatment more difficult. The COPD patients often present with chronic cough, productive sputum, dyspnea, which lead to anxiety or depression, then decreased exercise tolerance and physical activity. The vicious cycle will contribute to more acute exacerbation and mortality. Thus, the treatment goal for stable COPD is to reduce symptoms and the risk for acute exacerbation. The COPD treatment included pharmacologic and non-pharmacologic therapy. Pulmonary rehabilitation is an important non-pharmacologic therapy for COPD. It is a patient-centered, long-term, integrated plan for patients with refractory symptoms despite other medical treatment. Pulmonary rehabilitation included respiratory training, exercise training, and health education. The respiratory training included breath control, sputum clearance, and lung expansion therapy to reduce air trapping. The exercise training focus on the high intensive endurance exercise of the lower limbs, and adds on training of upper limbs, resistance training, neuromuscular stimulation, respiratory muscle training, or whole body vibration depending on the individual situation. The pulmonary rehabilitation establishes the integrated program for the optimal care of symptomatic patients, reduces the risk of exacerbation, and improves the health-related quality of life. (J Intern Med Taiwan 2021; 32: 385-397)