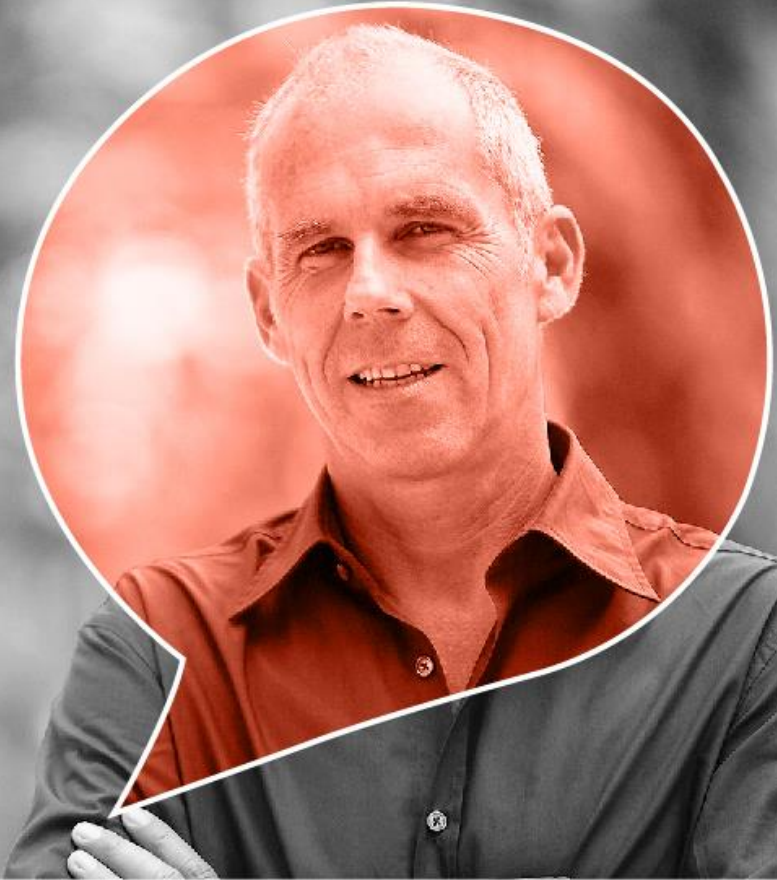




台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號



肺功能檢查





台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號

課程目標

- 瞭解肺量計的測量指標，以及在診斷肺阻塞時的定義和判讀
- 瞭解如何執行肺量計檢查，包括患者和儀器的適當前置作業，以取得正確一致的測量結果；包含如何評估可逆性(reversibility)，以及發現錯誤的方法





台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號



瞭解肺量計檢查的資訊與基本的肺功能參數





什麼是肺量計？為什麼需要這項檢查？

- 肺量計是一種評估肺功能的方法，原理是請患者吸飽氣，再測量肺部呼出的氣體量和速度^{1,2}
- 肺量計可測量呼氣氣流受阻的狀況，是重現性最高、最客觀的檢查方式^{1,2}
- 配合病患的病史和症狀，肺量計是診斷 COPD 時最準確且可靠的方法^{1,2}
- 肺量計也有助於評估^{1,2}
 - 疾病的嚴重度
 - 疾病的進展及預後





肺量計所提供的資訊

- 肺量計可測量三項重要的肺功能：
 - 用力呼氣肺活量 (FVC)：患者在一口氣內，盡全力呼出的氣體總量
 - 用力呼氣1秒量 (FEV₁)：患者用力呼氣時，第 1 秒的呼氣量
 - FEV₁/FVC：FEV₁ 對 FVC 的比值，以分數或百分比表示
 - 正常值為 >0.7；<0.7 可能是呼吸道阻塞的跡象
- 比較先進的肺量計，可以繪製流速 - 容積曲線，以及容積 - 時間曲線 (flow-volume curves and/or volume-time curves)
- 先進的肺量計通常內建參考資料，可依據患者的年齡、性別、種族、身高，計算預測值百分比 (%)



FEV₆ 相對於 FVC

- 當患者未能將氣完全呼出時，可採用短時間內 (例如 6 秒) 累積的容積來大致替代 FVC¹
- 通常使用 FEV₆ 替代 FVC¹⁻⁴
- FEV₆ 的重現性似乎高於 FVC，而且患者耗費的體力也較少¹
- FEV₁/FEV₆ 比值 <0.73 大約等同於 FEV₁/FVC <0.7，^{3,4} 對 COPD 的偵測敏感性為 94.4%，專一性為 93.3%³
- FEV₆ <82% 預測值，也相當於 FVC <80% 預測值，可以偵測侷限型通氣障礙³

FEV₆ = 6 秒用力呼氣量

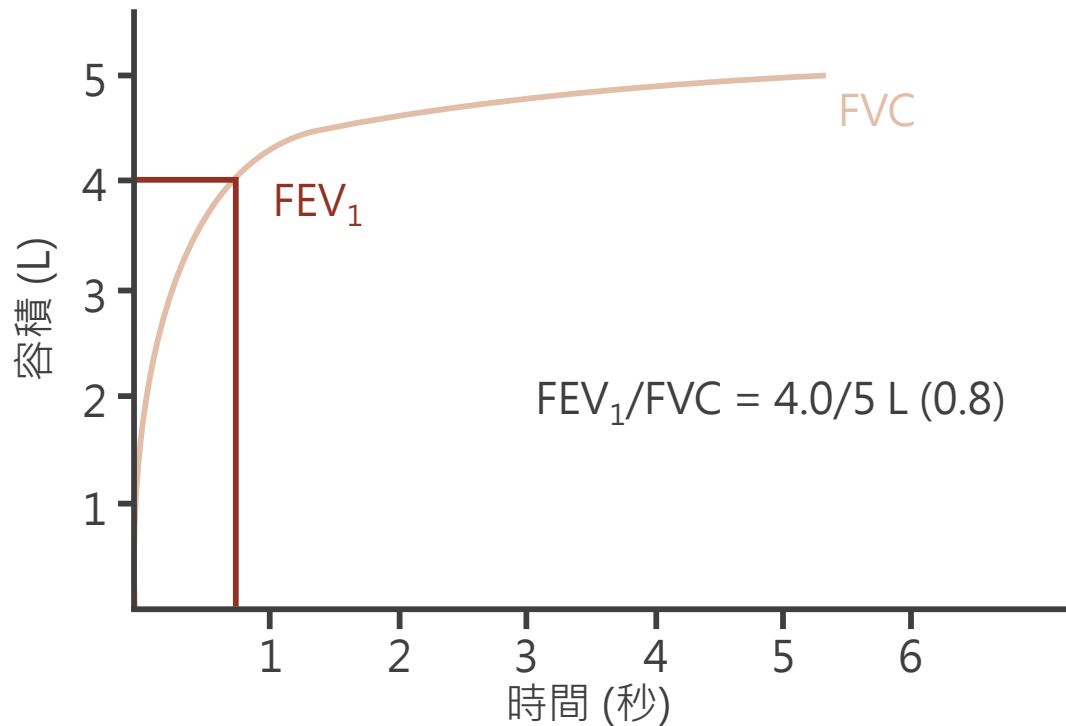
1. Miller et al. Eur Respir J 2005
2. Vandevorode et al. Eur Respir J 2006
3. Vandevorode et al. Chest 2005
4. van den Bemt et al. npj Primary Care Resp Med 2014





肺功能正常者的典型容積 - 時間曲線 (Typical volume-time trace)

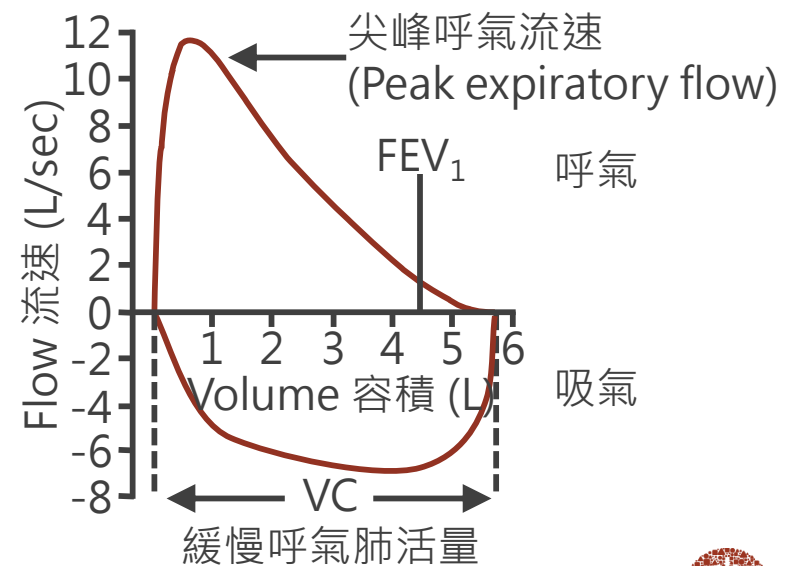
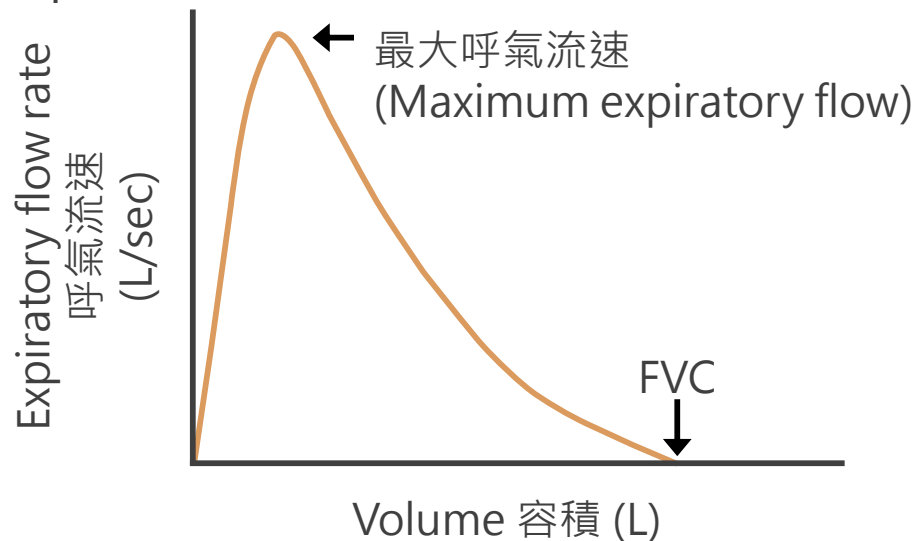
- 肺功能正常患者的容積 - 時間曲線會先迅速上升，然後趨於平緩，在 3-4 秒內達到高原期





肺功能正常者的典型流速 - 容積曲線 (Typical volume-time trace)

- 肺功能正常患者的流速 - 容積曲線會先迅速攀升到最大呼氣流速，然後緩慢、穩定地降低，直到呼出所有氣體
- 有時也可同時呈現呼氣和吸氣的流速及容積圖，形成流速 - 容積環 (flow-volume loop)





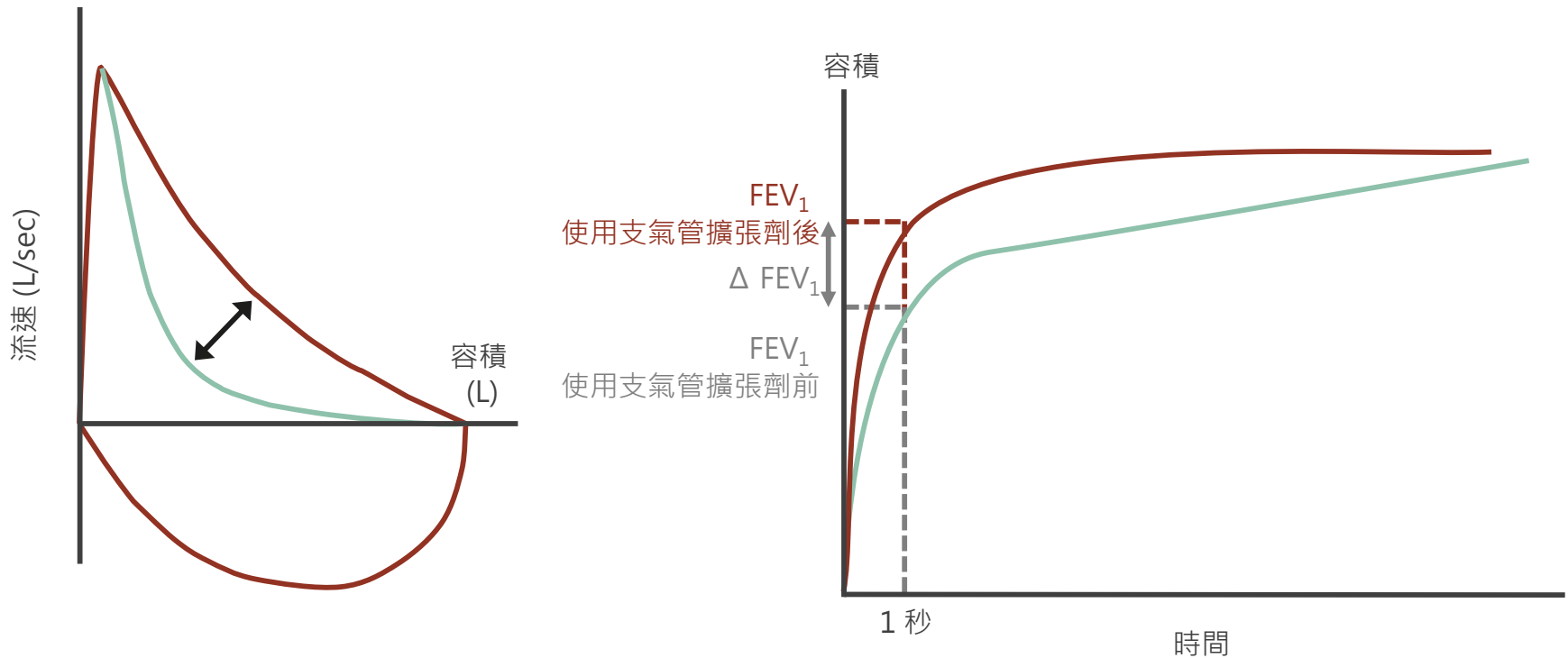
使用支氣管擴張劑後肺功能的可逆性 (Post-bronchodilator reversibility of lung function)

- 進行肺功能檢查時，患者在使用支氣管擴張劑的前後，流速 - 容積(flow-volume)、容積 - 時間(volume-time)曲線、肺量計參數都可能發生變化
 - 所謂的可逆性，是指使用支氣管擴張劑後的肺量計測量參數，相較於用藥前有所改善
- 評估使用支氣管擴張劑後的肺量計檢查結果，是非常重要的步驟，可藉此判定患者的呼氣氣流是否持續受阻¹
- 使用支氣管擴張劑後的測量值，可協助醫師診斷不同的阻塞性肺病
 - 具可逆性的定義通常是FEV₁改變必須相較基礎值提升 $\geq 12\%$ 且 $\geq 200 \text{ ml}^3$
 - 若增加 400 mL (或 $> 12\%$)可解讀為顯著增加⁴
 - 不過，只依據急性支氣管擴張劑可逆性試驗的結果，並無法確認診斷¹，應參照患者的臨床病史和檢查，判讀測量結果
 - COPD 患者使用支氣管擴張劑後，FEV₁ 可能增加，不能因此排除 COPD 的診斷²





肺量計呈現可逆性的範例 (A spirometric example of reversibility)





對照參考值評估肺量計檢查的測量結果 肺量計檢查的測量結果是由對照參考值而來

Spirometry measurements are evaluated by comparison with reference values

- FEV_1 和 FVC 的數值，是以患者預測值百分比來表示。
- 肺量計測量結果，是依據年齡、身高、性別、種族計算的參考值，相互比較評估而得
- 應採用當地族群適用的數值



70 歲以上患者的預測正常值

- 70 歲以上的患者較難以確立適當的預測正常值，不過仍然可以推算
- 應採用當地族群適用的數值

亞裔患者的數值必須調降 7%

男性

- $FVC = (0.0576 \times \text{身高 [cm]}) - (0.026 \times \text{年齡 [歲]}) - 4.34$
- $FEV_1 = (0.043 \times \text{身高 [cm]}) - (0.029 \times \text{年齡 [歲]}) - 2.49$

女性

- $FVC = (0.0443 \times \text{身高 [cm]}) - (0.026 \times \text{年齡 [歲]}) - 2.89$
- $FEV_1 = (0.0395 \times \text{身高 [cm]}) - (0.025 \times \text{年齡 [歲]}) - 2.60$





台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號



肺功能判讀與診斷



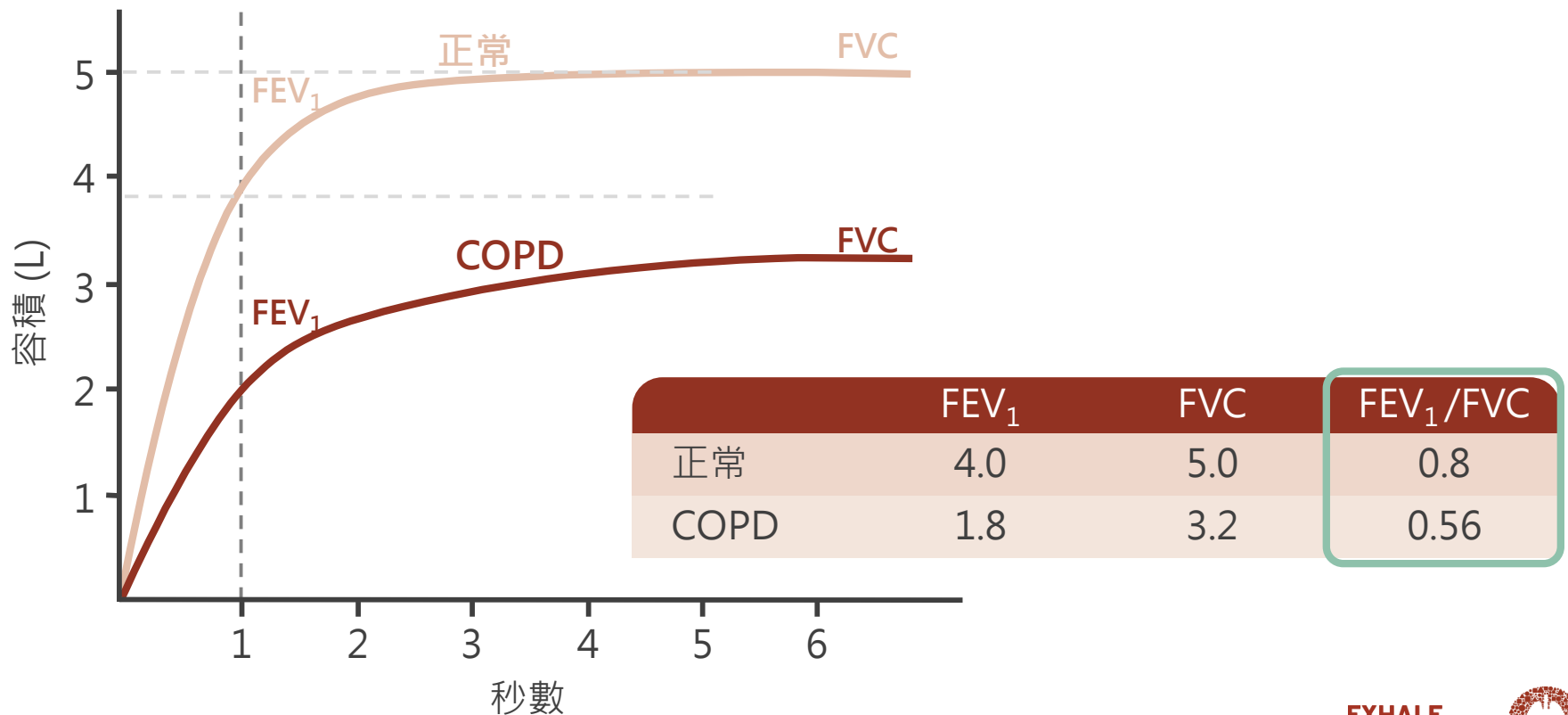


台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號

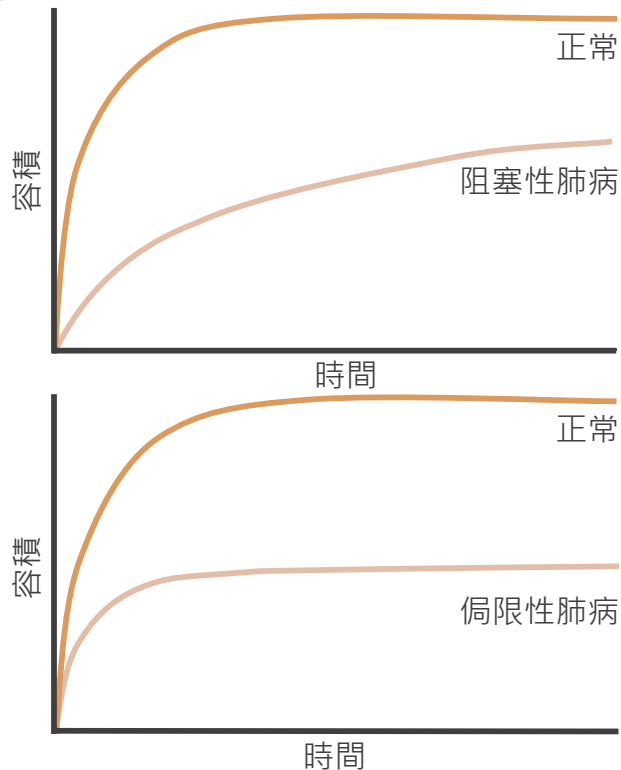
使用支氣管擴張劑後的 $FEV_1/FVC < 0.7$ ，加上相關病史，即可確診 COPD



Adapted from GOLD 2017



判讀肺量計檢查結果：找出容積 - 時間曲線的異常 (volume-time curves)



• 下列肺量計檢查結果表示異常：

- $FEV_1 < 80\%$ 預測正常值¹
- $FVC < 80\%$ 預測正常值¹ 或 $FEV_6 < 82\%$ 預測正常值²
- FEV_1/FVC 比值 < 0.7 ¹ 或 FEV_1/FEV_6 比值 < 0.73 ²

• 下列結果表示有阻塞性肺病：

- $FEV_1 < 80\%$ 預測正常值¹
- FEV_1/FVC 比值 < 0.7 ^{1,3} 或 FEV_1/FEV_6 比值 < 0.73 ²
- 若使用支氣管擴張劑後， FEV_1 較吸入前增加 $> 12\%$ 且 > 400 mL，應考慮氣喘或併發氣喘的可能性³

• 下列結果表示可能有侷限性肺病*：

- $FEV_1 < 80\%$ 預測正常值¹
- $FVC < 80\%$ 預測正常值¹ 或 $FEV_6 < 82\%$ 預測正常值²
- FEV_1/FVC 比值 (> 0.7) ¹ 或 FEV_1/FEV_6 比值 (> 0.73) 正常²

1.肺量計檢查實務 (出處：<https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice/> 存取時間 2016 年 2 月)；2.Vandevoorde et al. Eur Respir J 2006; 3.GINA 2017

*顯示患者呼吸困難的成因可能不是 COPD



COPD 患者呼氣受阻嚴重度的肺功能標準

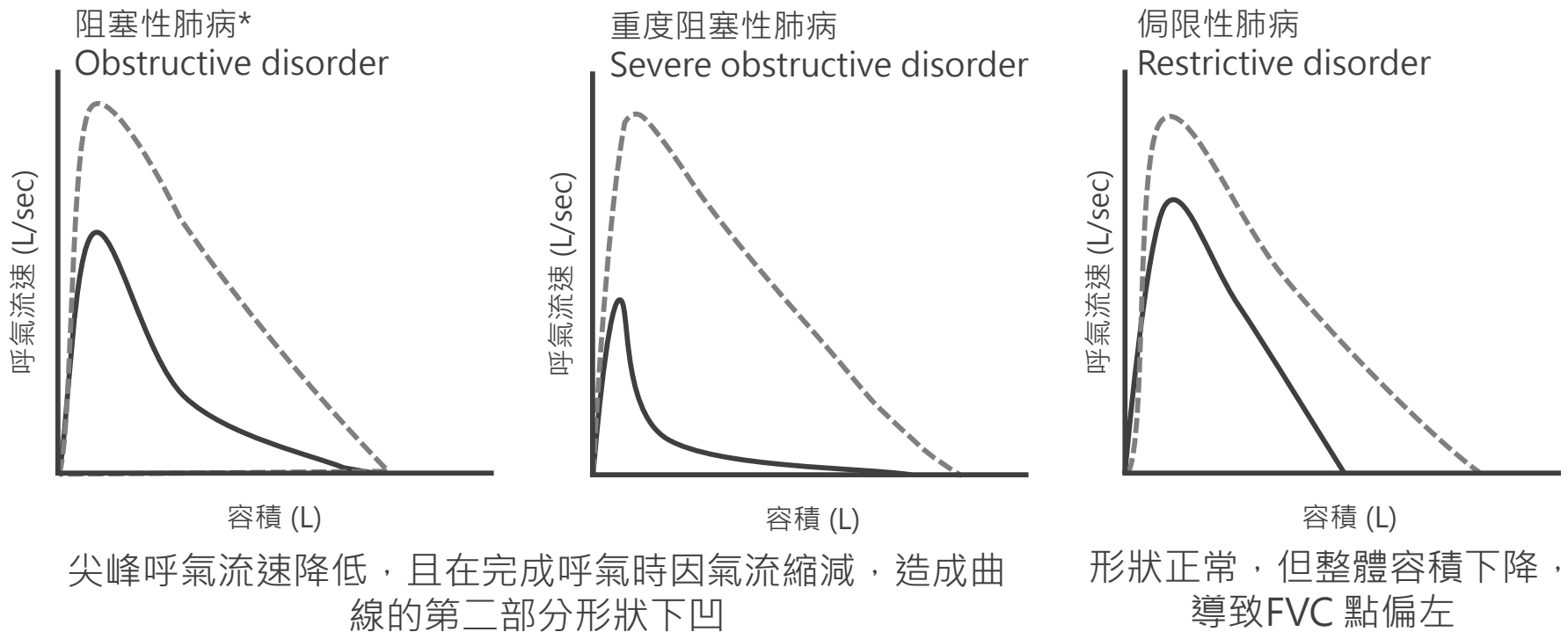
- GOLD 依據肺量計檢查結果的分界值，區分 COPD 呼氣受阻的程度¹

1.輕 度	<0.7	FEV ₁ ≥80% 預測值
2.中 度	<0.7	50% 預測值 ≤ FEV ₁ <80% 預測值
3.重 度	<0.7	30% 預測值 ≤ FEV ₁ <50% 預測值
4.極重度	<0.7	FEV ₁ <30% 預測值

- 不過請注意，FEV₁ 與症狀或健康相關生活品質的關聯並不明顯¹
- 肺量計檢查是判讀 COPD 氣道阻塞嚴重度的方法之一²



判讀肺量計檢查結果：辨識流速 - 容積曲線的異常結果 (flow-volume curves)



*COPD、氣喘或其他疾病導致呼氣受阻
虛線代表正常的流速 - 容積曲線

肺量計檢查實務 (出處：<https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice/> 存取時間 2016 年 2 月)



台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號



進行肺量計檢查





進行肺量計檢查 (1)

- 檢查肺量計校正，以維持測量結果準確並可重現¹
 - 應每日或依據製造商的規定進行檢查，確認肺量計介於校正限值範圍內¹
 - 可能需要使用大容量 (3 L) 的注射器進行校正
- 記錄患者的年齡、性別、身高，以及最後一次使用支氣管擴張劑的時間²
- 確認患者處於臨床穩定期 (請見禁忌症)
- 說明檢查目的和操作程序¹⁻³
 - 向患者解釋檢查的目的，並清楚說明操作程序
 - 檢查開始前，向患者示範正確的操作技巧
 - 強調務必要吸飽氣，然後盡速用力將氣呼出
- 患者的準備：^{1,3}
 - 患者應舒適就座
 - 確認患者的姿勢正確
 - 頭部略微抬高
 - 坐正
 - 雙腿不能交叉，雙腳平放在地板上
 - 應穿著寬鬆、舒適的衣物



1. Miller et al. Eur Respir J 2005;26:319–38; 2. GOLD Spirometry for Healthcare providers 2010; 3. 肺量計檢查實務 (出處：<https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice/> 存取時間 2016 年 2 月



進行肺量計檢查 (2)

- 將乾淨的拋棄式單向吹嘴接上肺量計 (每位患者須使用新的吹嘴)
- 要求患者：
 - 捏住鼻子或夾住鼻子
 - 盡量深深吸氣，直到感覺肺部已吸飽氣
 - 閉氣並將嘴唇緊含吹嘴
 - 呼氣時不可噘嘴，嘴唇務必緊含吹嘴
 - 盡量快速用力呼氣*，直到將肺內氣體完全吐出
 - 鼓勵患者持續吹氣，盡力將氣吐完
 - 重度 COPD 患者可能需要 15 秒才能完成
 - 有些肺量計會顯示操作已經完成
 - 至少再重複操作兩次
 - 取得三次測量結果：表現最佳的兩次測量結果相差應在 100 mL 或 5% 以內
- 在正式測量之前，最好先讓患者練習操作
 - 但每次檢查的操作不可超過 8 次 (包括練習)
- 取得三次表現最佳且一致的測量結果，並與患者的預測正常值相比較
 - 請注意，各表中的預測正常值對 75 歲以上的患者較不準確



1.肺量計檢查實務 (出處：<https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice/>
存取時間 2016 年 2 月2.GOLD Spirometry for Healthcare providers 2010

*呼吸道阻塞較嚴重的患者，緩慢 (輕鬆) 吐氣可以取得較可靠的結果^{1,2}



肺功能檢查的禁忌症

禁忌症	應避免 LFT 的理由*	建議
胸廓/腹部手術	傷口破裂，避免疼痛不適	相對
腦部、眼部、耳部、ENT 手術	傷口破裂，避免疼痛不適	相對
氣胸	氣胸惡化，避免疼痛不適	相對
近期曾發生心肌梗塞	再次誘發心肌梗塞導致心跳驟停	絕對/相對
升主動脈動脈瘤	動脈瘤破裂，嚴重的致命事件	絕對/相對
咳血	肺栓塞或心肌梗塞	相對
肺栓塞	死亡、缺氧導致呼吸衰竭	絕對/相對
急性腹瀉	不適、窘迫、感染風險	相對
心絞痛	狀況嚴重可能導致心跳驟停、不適	絕對/相對
嚴重高血壓 (>200 mmHg SBP, >120 mmHg DBP)	暫時喪失意識/突然暈倒的風險、腦血管破裂等	若無近期記錄，檢查前應測量血壓
意識不清或失智	LFT 是自願的檢查，需要患者配合	考慮檢查的必要性和取得結果的困難度
患者不適	嘔吐、腹瀉、嘴唇皸疹、感冒	暫緩檢查直到主要症狀消失
感染控制問題	會傳染的病毒 (諾羅病毒、結核病、流感)	暫緩檢查直到主要症狀消失

*在進行救命的重大手術之前，可能必須冒險進行肺量計檢查，以完成術前評估建議：

絕對 = 應避免進行 LFT；相對 = 依患者的個別情況考量檢查的利弊

LFT = 肺功能檢查；DBP = 舒張壓；SBP = 收縮壓；BP = 血壓





可逆性檢驗 (reversibility testing)：取得使用支氣管擴張劑後的肺量計測量結果

- 使用支氣管擴張劑後的測量值，可協助醫師診斷不同的阻塞性肺病¹
 - 使用支氣管擴張劑後的測量值，有助於確定 COPD 的診斷
 - COPD 患者使用支氣管擴張劑後，FEV₁/FVC 仍然 <0.7²
- 患者進行基準點可逆性評估時，在肺功能檢查之前不可使用支氣管擴張劑^{1,3}
 - 檢查前 4-6 小時內不可使用短效藥物，檢查前 12 小時內不可使用長效支氣管擴張劑，檢查前 24 小時內不可使用超長效乙二型腎上腺素促效劑
- 檢查前 1 小時內不可吸菸¹
- Salbutamol、albuterol、ipratropium bromide 皆可使用 (適當的支氣管擴張劑和劑量，請參見當地指南)¹

台灣肺阻塞臨床照護指引 - 肺量計測量方法：

支氣管擴張劑試驗最常使用的吸入型藥物有：

1. 乙二型交感神經刺激劑 (如salbutamol) 400 微克：
 - 吸入後10-15分鐘進行測量FEV₁
2. 抗膽鹼藥物 (anticholinergic) 160微克：
 - 吸入後30-45分鐘進行測量FEV₁
3. 二者併用：
 - 吸入後30-45分鐘測量FEV₁

測試時病人須用全力呼氣，以免測得之數值過低，造成診斷錯誤。FVC和FEV₁應該取三次有效曲線中的最大值，且三次曲線所得的FVC和FEV₁誤差不能超過5%或100 mL。FEV₁/FVC比值應由技術上可接受的有效曲線中取FEV₁及FVC總和最高的那一組來決定。

GRADE 建議等級 臨床建議內容

1A

建議應該要使用支氣管擴張試驗
FEV₁/FVC比值來診斷COPD

1. Miller et al. Eur Respir J 2005;26:319–38; 2. GOLD Spirometry for Healthcare providers 2010
3. Garcia-Rio et al. Arch Bronconeumol.2013;49:388–401. 4. 台灣肺阻塞臨床照護指引 民國106年



台灣胸腔暨重症加護醫學會

Taiwan Society of Pulmonary and Critical Care Medicine

內政部立案證書台內社字第8905002號



發現錯誤與取得準確的測量 結果



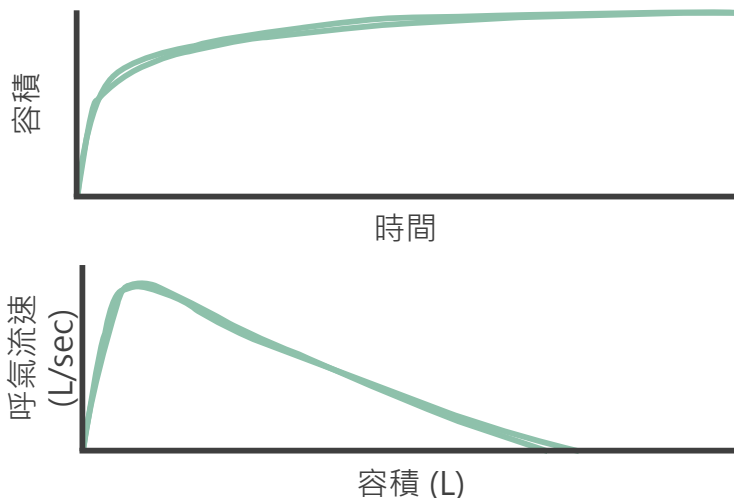


必須重複操作肺量計檢查，才能取得滿意、一致的測量結果

- 至少必須取得三次測量結果，其中兩次測量結果相差應在 100 mL 或 5% 以內，才能得到有效的檢查結果

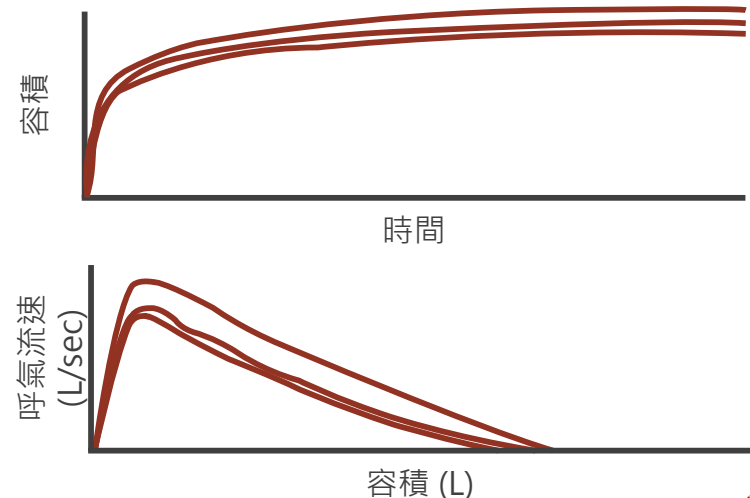
一致

三條可接受且一致的曲線



不一致

操作技巧可接受但測量結果不一致



肺量計檢查實務 (出處：<https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/delivery-of-respiratory-care/spirometry/spirometry-in-practice/> 存取時間 2016 年 2 月)



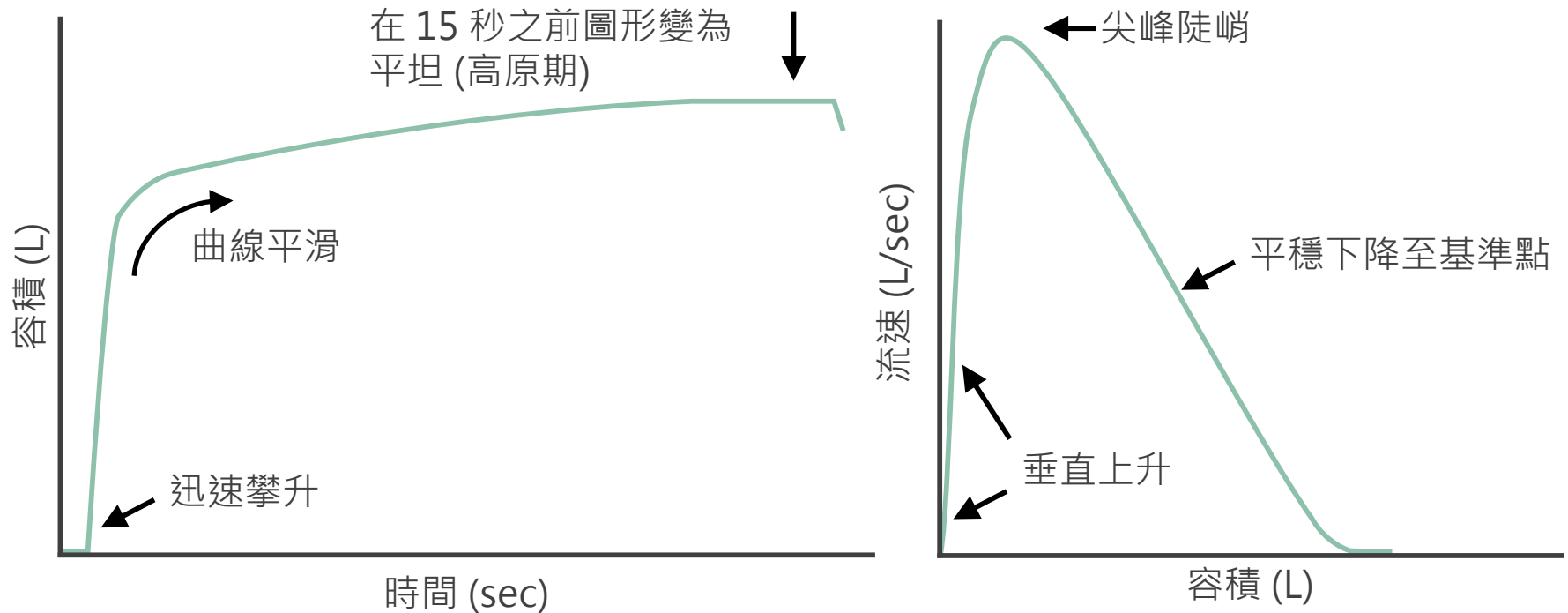
常見操作錯誤

- 患者的操作技巧，是導致讀數不一致的最常見原因
- 操作時觀察患者的技巧，有助於發現錯誤
 - 指導及反覆說明，有助於改善患者的操作技巧
- 肺量計必須適當保養維護，並經過校正，才能維持準確的測量結果
 - 可使用大容量的注射器評估精確度或校正肺量計
- 操作技巧錯誤包括：
 - 吸氣不當或不足
 - 吐氣時沒有盡全力
 - 操作時咳嗽
 - 操作時有額外的呼吸，未一氣呵成
 - 嘴唇未緊含吹嘴
 - 開始用力吐氣的時間太慢/延遲
 - 未將氣完全吐出，太早結束吐氣
 - 一部分透過鼻子呼氣，沒有完全從口呼氣





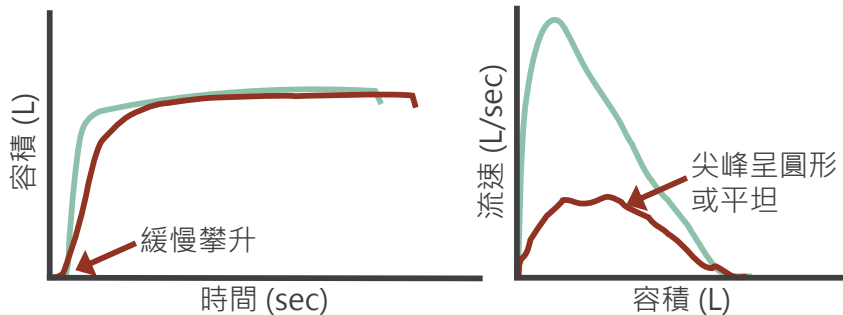
最佳肺功能檢查範例



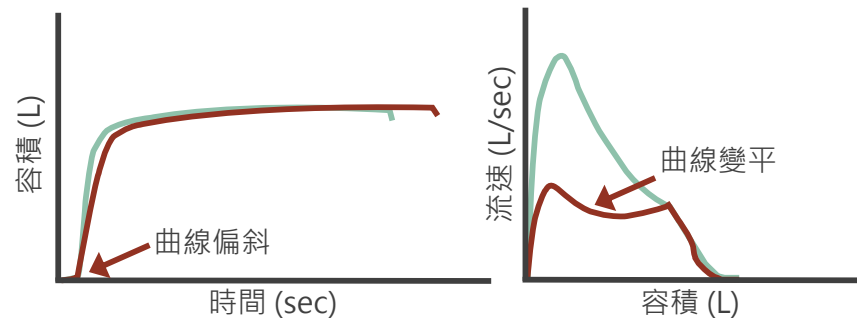


肺功能檢查結果品質不佳範例及其原因討論

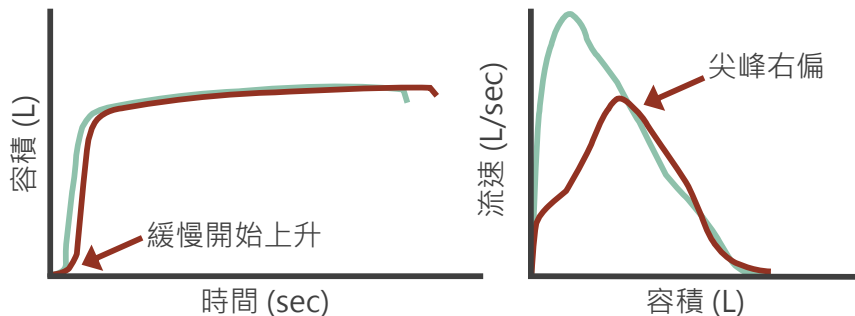
起始呼氣用力不足



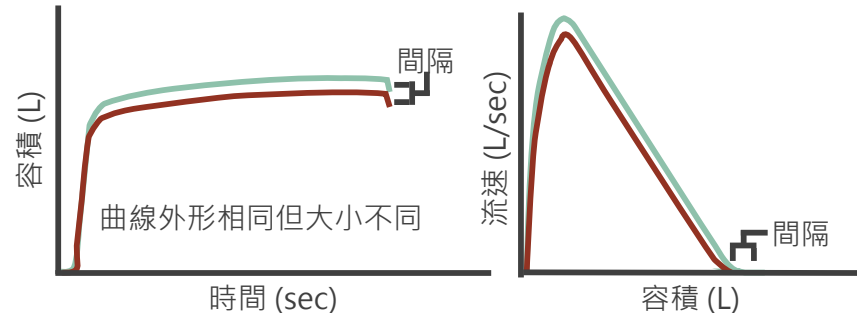
用力不均



開始時猶豫/太慢



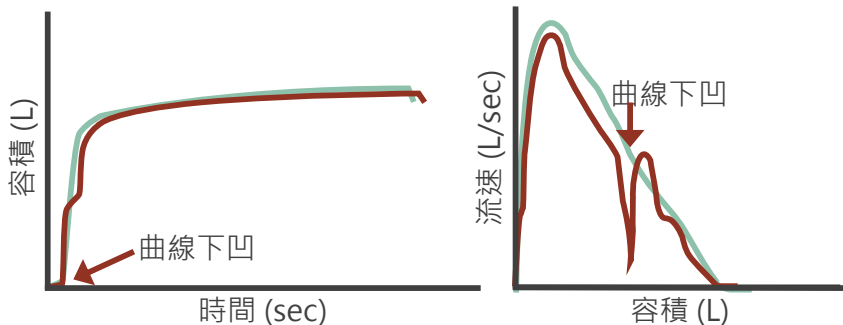
吸氣不足



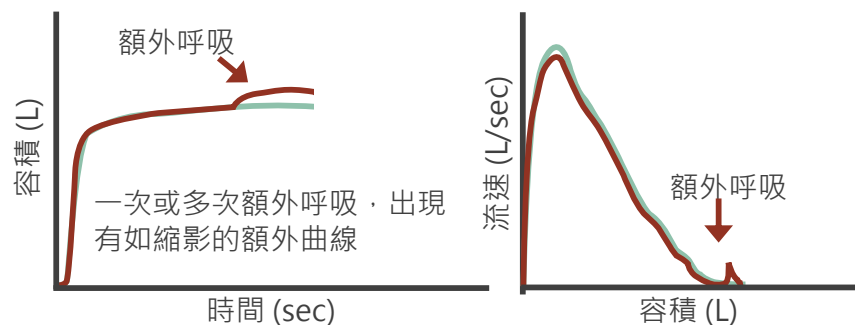


肺功能檢查結果品質不佳範例及其原因討論 (續)

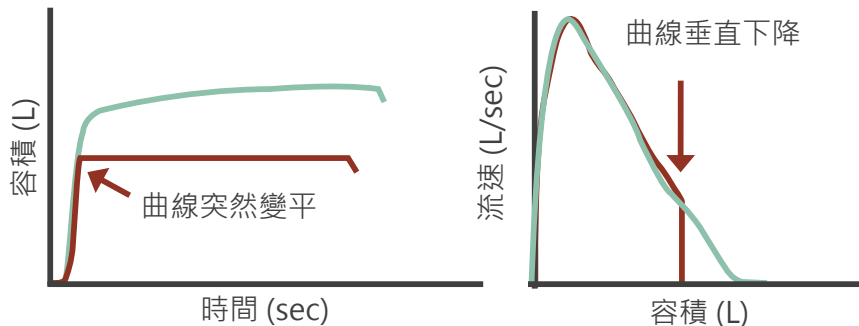
咳嗽



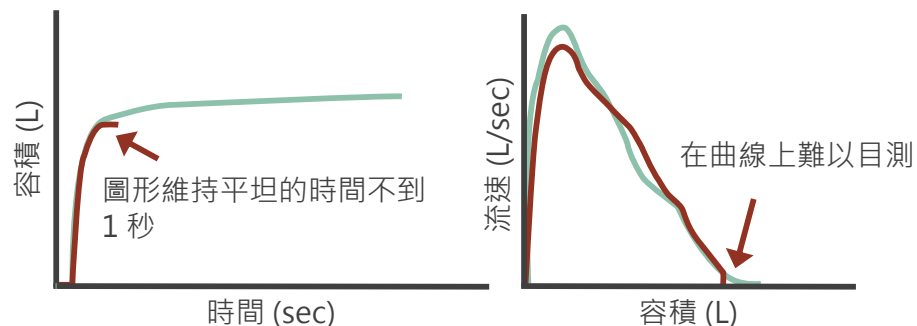
額外呼吸



聲門關閉或閉氣



太早結束呼氣



綠線 = 最理想的肺功能檢查
紅線 = 錯誤的肺功能檢查

資料來源：DHHS (NIOSH) 出版品編號 2011-135 (出處：
<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2011-135/pdfs/2011-135.pdf> 存取時間 2016 年 2 月)



課程單元總結

- 配合症狀和風險因子，進行肺量計檢查，對於阻塞性肺病的診斷非常重要
- 使用支氣管擴張劑後的測量結果，有助於診斷評估不同的阻塞性肺病
 - 但是，支氣管擴張劑的可逆性試驗，無法預測 LABA/LAMA 相對於 ICS/LABA 的治療反應，也不建議根據可逆性試驗的結果，決定治療策略
- 務必取得一致的肺功能測量結果
 - 檢視容積 - 時間或容積 - 流速圖，並觀察患者在檢查時的操作情形，有助於發現肺功能檢查過程中的錯誤
- 與患者配合，以取得一致的肺量計測量結果
 - 示範、強調正確的操作技巧，讓患者練習後，再開始正式測量

