



肺功能量計的判讀

陳玫茵¹ 唐憶淨² 楊宗穎³ 劉丕華⁴

前言

肺功能量計 (spirometry) 對於肺部疾病是一有用且常用的檢查工具，除了可以用來偵測肺部功能的異常，也可以追蹤疾病的嚴重程度與進展。隨著科技的進步，肺功能量計可以更容易且準確地運用在一般診間。然而肺功能檢查的品質主要決定於病人是否盡力及配合，以及判讀者是否有適當基準值 (reference values) 的知識，能依據病人的身高、體重、年齡、性別、種族以及姿勢而定出正常範圍，因此一種簡化及漸進的方法是判讀肺功能量計的關鍵。

肺功能的判讀通常第一步要決定這個試驗結果是否可以取信，第二步才決定是阻塞性或是限制性換氣障礙。換氣障礙型態決定後，接著再去分別嚴重等級。在某些病人，可能需要額外的試驗，像是固定肺容積 (static lung volumes)、一氧化碳肺擴散能力 (diffusing capacity of the lung for carbon monoxide)、支氣管激發試驗 (bronchial

provocation test) 及支氣管擴張試驗 (bronchodilator test) 等等。這些試驗能夠更進一步決定肺部疾患，但需要更專業的設備，也只能在肺功能實驗室才能獲得。

綜合來說，使用肺功能量計的目的有：1.了解是否有肺部疾病或肺功能的異常 2.了解異常的程度 3.追蹤肺部疾病是否正在進展 4.針對特定肺部疾患決定治療步驟。

背景

慢性阻塞性肺疾病 (chronic obstructive pulmonary disease) 是常見的呼吸道疾病，在美國高居第四大死亡原因；新診斷的慢性阻塞性肺疾病的人數在過去十年來呈倍數成長，且這種趨勢可能會持續。慢性阻塞性肺疾病的診斷除了靠臨床症狀、吸菸史及理學檢查外，肺功能檢查是一項不可缺的檢查，尤其是對於輕度及中度的慢性阻塞性肺疾病，單由病史及理學檢查常不足以做出正確的診斷。雖然一完整的肺功能試驗能提供最正確的客觀評估，但是一個簡單的肺功能量計，就能以最少的花費獲得足夠的資訊，對於診斷慢性

1 台中榮總 家庭醫學科 住院醫師

2 台中榮總 家庭醫學科 主治醫師

3 台中榮總 內科部胸腔內科 主治醫師

4 台中榮總 家庭醫學科 主任

關鍵字：spirometry；vital capacity；chronic obstructive pulmonary disease



阻塞性肺疾病是很好的選擇。

除了幫助診斷慢性阻塞性肺疾病，肺功能檢查的結果關係著病人的預後。一些研究指出肺活量 (vital capacity) 是慢性阻塞性肺疾病一個有力的預後因子。另一個研究也指出低的用力肺活量 (forced vital capacity, FVC) 是死亡的危險因子。對於抽菸的人如果能早期診斷及介入 (如鼓勵病人戒菸)，就能影響慢性阻塞性肺疾病的自然演變過程；而一個簡單的肺功能量計就能偵測出輕度的呼吸道阻塞，甚至是沒有症狀的人。

肺功能量計的測量及命名

肺功能量計的測量：開始要深吸氣之後快速用力吐氣，吐氣時間要儘可能延長或是吐氣的容積達到一個平原期。

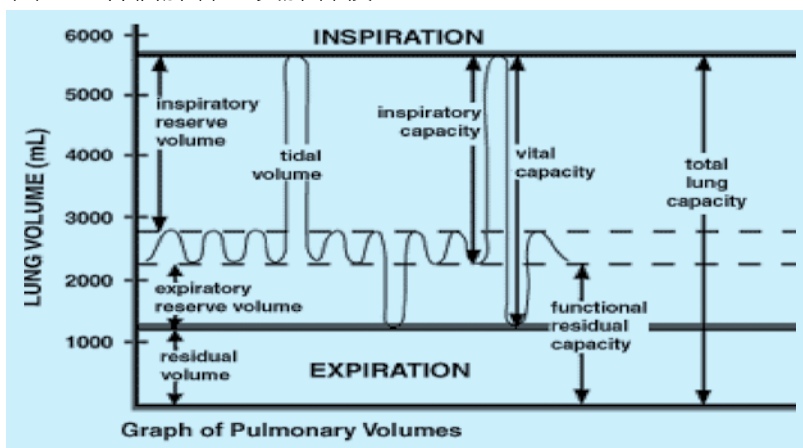
肺功能在生理上分成四種容積：吐氣儲備容積 (expiratory reserve volume)，吸氣儲備容積 (inspiratory reserve volume)，肺餘容積 (residual volume) 及潮

氣容積 (tidal volume)，這四種容積合起來就是肺總容量 (total lung capacity, TLC)。不同的肺容積相加組成不同的肺容量，像功能性肺餘容積 (functional residual capacity) 等於吐氣儲備容積加上肺餘容積，吸氣容量 (inspiratory capacity) 等於潮氣容積加上吸氣儲備容積，及肺活量 (vital capacity) 等於吸氣儲備容積，潮氣容積，以及吐氣儲備容積三者之總和 (圖一)。

肺功能量計最重要的就是測量用力肺活量 (Forced vital capacity, FVC)，病人在最大吸氣之後快速吐氣且儘可能吐完。一般正常的肺能在一秒內能吐出 80% 以上的容積。用力肺活量時第一秒內所吐出的容積稱 FEV_1 ，我們要判讀 FEV_1/FVC 的比率。

一些可移動式可放在診間的肺功能量計，用 FEV_6 (用力吐氣六秒鐘所吐出的氣體容積) 來取代 FVC，可測量更多的病人及技術上更為容易。不過這種肺功

圖一：各個肺容量及肺容積



資料來源: Guyton MD; Textbook of Medical Physiology. 8th ed, 1991.



能量計使用在重度的慢性阻塞性肺疾病的病人上要特別小心，因它無法偵測到非常小量的氣流或容積。不過儘管如此， FEV_1/FEV_6 的比率仍能提供正確類似於 FEV_1/FVC 的比值。

不管肺的大小如何，第一秒所吐出的量 (FEV_1) 和FVC有固定的比值。 FEV_1/FVC 能對於FVC降低的人快速辨認出是否有呼吸道阻塞的問題，以及得知其 FEV_1 下降的原因。

肺容積計量器可測到潮氣容積 (TV)，吐氣儲備容積 (ERV)，吸氣儲備容積 (IRV)，肺活量 (VC)，吸氣容量 (IC)，但因肺餘容積 (RV)無法測到，故功能性肺餘容積 (FRC)，肺總容量 (TLC)亦無法知道，這些必須用其他的方法（全人體體箱計 body box）才能得知。

在診間使用肺功能量計的適應症

肺功能量計是設計來找出並定量呼吸系統功能異常的工具，建議可以使用在45歲或以上，過去或現在有吸菸的人，有長期或日趨嚴重的咳嗽或咳嗽有痰，或有肺刺激物暴露史的人等。其他的適應症包括像要了解肺的功能及強度，疾病進展的追蹤，治療反應的評估，以及在給予對肺可能有危害的藥物之前，獲得一個肺功能的基準值例如 amiodarone 及 bleomycin 等。還可使用在很多手術前危險的評估，也常使用在工作吸入有害氣體的職業傷害評估上。

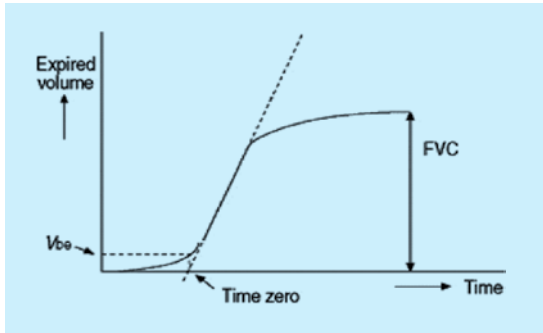
判讀肺功能量計的要點

判讀肺功能量計需要考慮到病人是否盡力及配合。肺功能量計的正常值範圍是依據病人的身高、體重、年齡、性別及種族而定，所以在非常高或下肢截肢的病人，對其肺容量的預測值可能就會不正確。而且FVC及VC的值會隨著病人的姿勢而變，譬如試驗時坐著會比躺著高 7~8% 以上，FVC站著會比躺著高2% 以上。

要決定肺功能量計的結果是否正確，我們可根據美國胸腔協會 (ATS) 及 EOT所建議的可接受性準則(Acceptability criteria)，每一個肺量圖中，在沒有干擾因素（譬如：咳嗽，漏氣，吹口阻塞等等）的情況下，一開始吐氣時即須盡力吐氣，吐氣曲線上的外插容積(extrapolated volume)須小於肺活量的5%以下或小於0.15L。外插容積根據European Respiratory Journal所述，是由一個容積及時間 (volume/time)兩變數的吐氣曲線得來，代表盡力吐氣時一個可接受的開始(start-of-test)，會跟身高、年紀、及肺功能有微弱但達統計意義的相關性（圖二）。10歲以上的病人必須吐氣至少6秒以上，10歲以下的病人必須吐氣至少3秒以上，且沒有肺容量改變(<0.025L)達1秒才可停止。至少要獲得三個符合可接受性準則的肺量圖 (spirogram)，之後還要再符合ATS所定再現性準則(Reproducibility criteria)，就是其中測量的2個最大FVC以



圖二：吐氣曲線中決定反向外插容積 (backward extrapolated volume: V_{be})的方法



資料來源: H.G.M. Arets. Eur Respir J. 2001;18 : 655-60.

及2個最大 FEV_1 的差異在0.2升以內，試驗就可停止。但如果做3次都無法符合再現性準則的兩個要求，試驗結果就不能判讀，要繼續做試驗直到符合要求或已經做了8次。

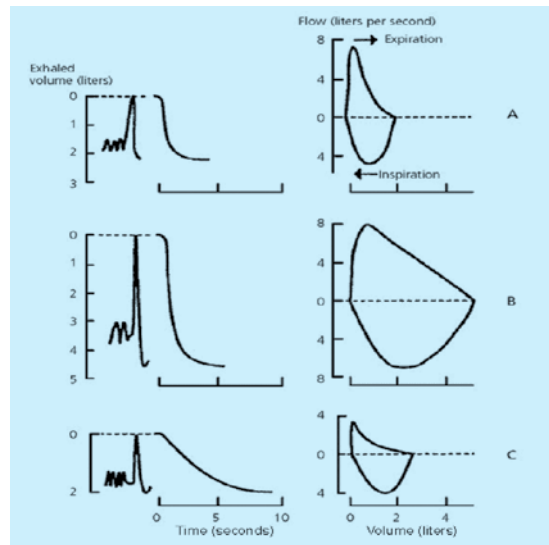
假如試驗結果是可接受的，第二步要決定是屬於阻塞型或限制型換氣型態(圖三)。當FVC及 FEV_1 都降低，阻塞型或限制型換氣型態的分別就要根據 FEV_1/FVC 的絕對比值，若正常或上升，可能是為限制型換氣障礙，不過要確定診斷為限制型肺疾病，必須病人再做固定肺容積 (static lung volumes)，假如肺總容量小於80%就可以確定為限制型換氣障礙，一些疾病像間質性肺病變，胸廓畸形，肋膜積水，肺炎，肺纖維化，肌無力及充血性心衰竭等等都要考慮。

如果 FEV_1 及 FEV_1/FVC 比值都降低 ($FEV_1/FVC < 70\%$) 代表是為阻塞型換氣型態，建議再施行支氣管擴張試驗

(Bronchodilator test) 以找出有可逆性呼吸道阻塞的病人例如氣喘。做法就是給予支氣管擴張劑，在幾分鐘之後再做一次肺功能，假如 FEV_1 增加12%以上且FVC增加200毫升以上，則代表試驗為陽性，不過在做這個試驗之前，病人至少要24小時以上沒有使用支氣管擴張劑。值得注意的是若支氣管擴張反應為陰性並不能完全排除氣喘的可能性(長期控制不良的氣喘患者較可能出現陰性支氣管擴張反應)，支氣管擴張反應為陽性也不代表病人就是氣喘(部分COPD的病人也會有陽性支氣管擴張反應)。

吐氣中期氣流速度 (mid-expiratory flow rate: FEF_{25-75}) 代表FVC中間50%用

圖三



A圖代表限制型換氣障礙 (Restrictive ventilatory defect)

B圖代表正常換氣曲線 (Normal spirogram)

C圖代表阻塞型換氣障礙 (Obstructive ventilatory defect)

資料來源: Murray & Nadel. Textbook of respiratory medicine. 3rd ed, 2000.



力吐氣氣流速度的平均，能幫忙診斷出阻塞型換氣型態。若FEF_{25-75%}小於基準值的60%以及FEV₁/FVC的比值偏低也可以診斷為阻塞型換氣障礙。

最大自動換氣(maximal voluntary ventilation: MVV)可以用來幫助區分阻塞型或限制型換氣型態。病人要盡力快速呼吸12秒，再換算成60秒的換氣量。MVV一般約等於40倍的FEV₁，MVV下降可以發生在阻塞型肺疾病，但更常發生在限制型的狀況。假如MVV下降但是FEV₁及FVC是正常的，就要考慮可能是病人沒有盡力，或有神經肌肉障礙。

一旦換氣型態確定，再來要決定疾病的嚴重度。最後一步就是要依據肺功能量計判讀的結果，決定是否需要其他額外檢查。譬如測量固定肺容量包括功能性肺餘容量，作為限制性肺疾病的確定診斷。

所以綜合以上，FVC基本判讀順序為：

1. 看FEV₁/FVC： $< 70\%$ 則為阻塞型肺疾病，再看支氣管擴張試驗後FEV₁為預測值的百分比數值來決定嚴重度及判斷呼吸道阻塞可逆性的多寡。
2. 若FEV₁/FVC $> 70\%$ ，但FEF_{25-75%} / FVC $< 60\%$ ，仍有可能是早期的阻塞型換氣障礙。

3. 若FEV₁/FVC $> 70\%$ ，FEF_{25-75%} / FVC $> 60\%$ 但FEV₁、FVC都變小，則可能是：

- A. 限制性肺疾病(Restrictive lung disease)或
- B. 病人不夠盡力，要再做固定肺容積(static lung volumes)做鑑別。

結論

一個基本的肺功能量計相當簡便，可以使用在家庭醫師的診間中。大部分的病人，診間的肺功能量計就能提供足夠的肺功能評估，只要善加利用並審慎判讀，便能藉此幫助鑑別診斷並給予病患適當的治療。

參考資料

1. Timothy J, Irene P: An approach to interpreting spirometry. *Am Fam Physician* 2004; 69:1107-14.
2. Murray CJ, Lopez AD: Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 1997; 349: 1436-42.
3. Holleman DR Jr, Simel DL: Does the clinical examination predict airflow limitation? *JAMA* 1995; 273: 313-9.
4. Mannino DM, Gagnon RC, Petty TL, Lydick E: Obstructive lung disease and low lung function in adults in the United States: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Intern Med* 2000; 160: 1683-9.