

"reuse for broadcast media/education from original publisher"

## Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

( J Am Soc Echocardiogr 2016;29:277-314 )

賴堯輝、郭任遠、洪崇烈醫師摘譯 / 馬偕醫院 心臟內科

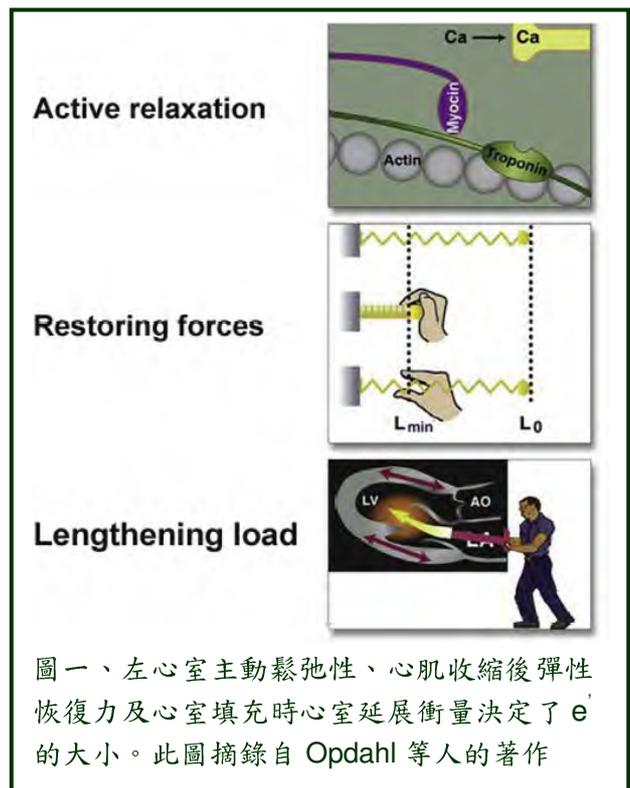
### 正常 LVEF 情況下診斷舒張期功能失調

由於健康個體與患有舒張期功能失調的個體之一些都卜勒指標數值是重疊的。分辨正常與異常的舒張期功能在臨床上是相當複雜的。再者，正常老化進程與一些心臟及血管系統的連續改變相關，特別是 LV 的鬆弛功能減緩將導致舒張期功能失調。

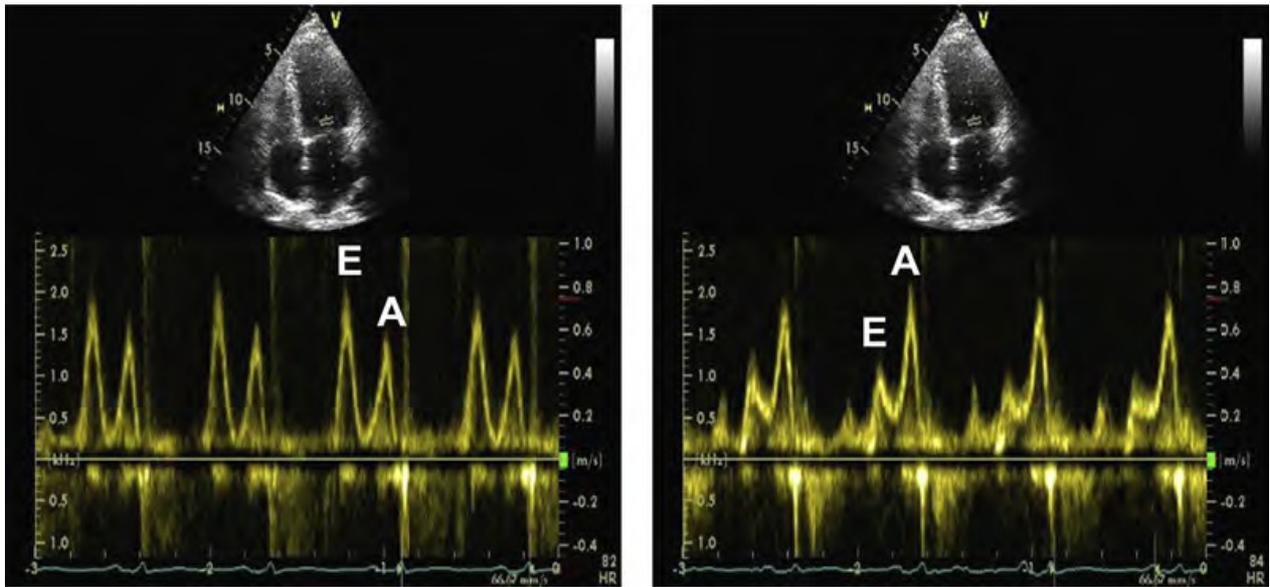
因此，老人的左心室填充型態與較年輕患有輕度舒張期功能失調的病人(40-60 歲)相似，也因此，年紀在評估舒張期功能變數時必須納入考慮。

舒張期功能失調在健康久坐不動的老人身上的機轉顯示，部分原因是由於相對年輕個體，LV 的僵硬度增加及順應性下降，因此老人出現心肌舒張鬆弛速度減緩，其可以造成二尖瓣 E/A 比值及  $e'$  速率的減少(圖一)，但截至目前研究，有關於老化及鬆弛的資料並不完全一致。再者，顯而易見的是，健康的年長個體可能有未發現的冠狀動脈疾病或其他亞臨床的疾患也可能導致正常數值範圍較寬鬆；然而，有些指標，是與年齡較不依賴的，而這包含 E/e' 比值，其在正常個體中鮮少 >14，及在生理性 Valsalva 操作時二尖瓣返流速率的改變，以及二尖瓣 A 速度與肺靜脈 Ar 速度間隔的改變。Valsalva 操作可以幫助分辨正常的 LV 灌注與假性正常的左心室充盈或填充型態(與到底限制性 LV 填充型態是否可恢復或可逆)，E/A 比值下降  $\geq 50\%$  而不是 E 與 A 速度的融合對於 LV 填充壓力的增加具專一性，並支持舒張期功能失調存在的可能(圖二與三)。這個處置應該在動作的費力期利用脈衝波都卜勒測量二

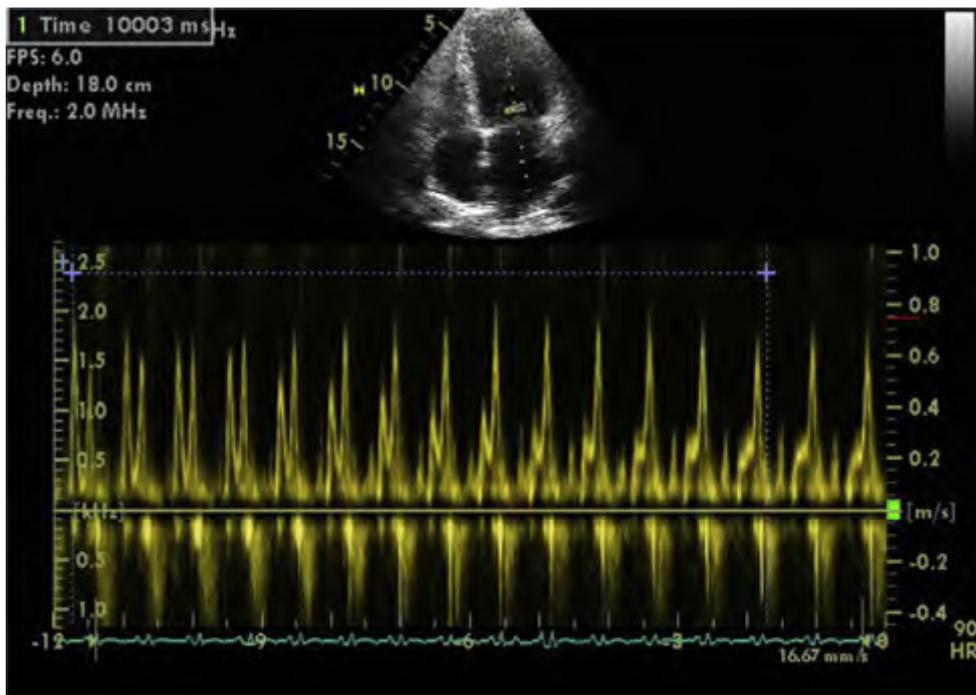
尖瓣向內的血流 10 秒鐘並標準化；同樣的，肺靜脈 Ar 速度間隔與二尖瓣 A 間隔之間(Ar-A)的增加與 LVEDP 的增加及舒張期功能失調相符。肺動脈收縮壓(PASP)，假定肺部血管疾病已被排除，可以識別患有 LV 充盈壓力增加的病人，估算的 PASP 的靜止值與年齡是相對不依賴的(表 3)；在許多病人中，LV 及 LA 的構造改變可能可以幫助分辨正常及異常的舒張期功能；沒有慢性心房心律不整的 LA 擴大常常被視為長期或慢性 LAP 上升的指標，與其相似的是，病理性 LV 肥大通常與 LV 的僵硬度增加及舒張期功能失調有關。再者，在患有正常收縮功能的心臟衰竭(HFpEF)患者身上，LV 整體縱向的功能通常是受



圖一、左心室主動鬆弛性、心肌收縮後彈性恢復力及心室填充時心室延展衡量決定了  $e'$  的大小。此圖摘錄自 Opdahl 等人的著作



圖二、生理性 Valsalva 操作時將一位二度舒張功能異常病患的 E/A 比值逆轉，顯示舒張功能的變化



圖三、連續十秒鐘紀錄 E/A 比值呈現出因為肌力張力緊繃調節對左心室填充壓的變化，進而顯示出 E/A 比值的下降性變化

損的，並因此可能被用來分辨正常或異常的心肌功能；雖然不是一個 LV 舒張期功能的指標，不正常的 LV 縱向收縮期功能可以利用 M-模式測量二尖瓣瓣環切面的收縮期幅度、組織都卜勒-衍生二尖瓣瓣環收縮期速度、以及利用斑點追蹤法測量 LV 整體縱向型變(GLS)。雖然這個方法並未被

廣泛測試，但在一群擁有正常 EF 的病人及在評估舒張期填充後尚無定論的數據，這些 GLS 受損及  $S^0$  速度減少的結果可以被用來當作心肌功能失調的指標，在 HFpEF 病人中縱向型變的功能減損與多數研究一致，顯示這群病人中二尖瓣瓣

環收縮期速度的減少，這也與 LV 收縮期及舒張期功能是緊密耦合現象是相符的。

總結來說，當決定 LV 舒張期功能是否正常或異常時，有別於歐洲心臟學會建議的左心室收縮功能正常心衰竭之超音波診斷參數(圖四 A)，下面提到的四個變數應該被測量(圖四 B)，數個不正常結果的出現以及臨界值針對心肌疾病具有高的專一性被認為可以減少診斷舒張期功能失調的偽陽性。四個被推薦的變數及它們不正常的臨界值為瓣環 e' 速度(心中隔 e' < 7 公分/秒，外側 e' < 10 公分/秒)，平均 E/e' 比值 > 14，LA 最大容積指標 > 34 毫升/公尺<sup>2</sup>，以及 TR 速度峰值 > 2.8 公尺/秒，在編寫團隊的專家的彙整意見，平均 E/e' 比值由於最簡要而被推薦，雖然 E/e' 比值可能自心中隔或外側瓣環得到，且由於外側瓣環速度正常來說較高而得到不同的數值，平均 E/e' 比值 > 14 在整份文章中被使用，並與近期多個針對正常個案的研究相符，當只有外側 e' 或心中隔 e' 速度可以被測量且臨床有意義時，在這些情況下外側 E/e' 比值 > 13 或心中隔 E/e' 比值 > 15 被認為是異常的，後面這句話可被應用於單獨測量中隔或外側速度的實驗室，上述的為一般針對瓣環速度與比值的指引，年齡適當的臨界值，當可以得到時，在評估老年個體時必須被考慮。LA

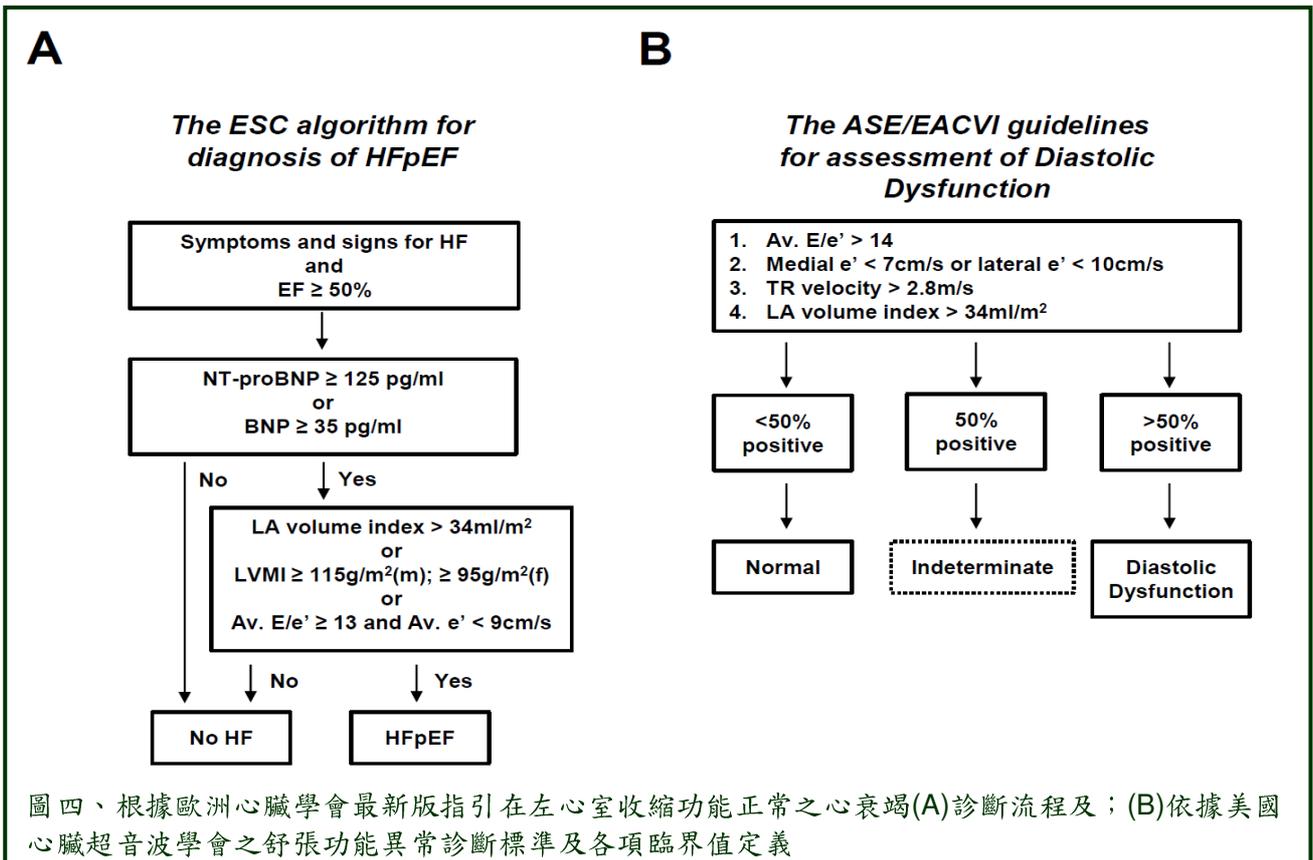
最大容積指標而非 M-模式下 LA 前後徑被推薦，LA 擴大只可以發生在心房內-外側壁或上-下縱向方向，並造成 LA 容積上升而腔室的前後徑仍在正常範圍內。

當一半以上可得到的變數不符合識別異常功能的臨界值時，LV 舒張期的功能被認為是正常的。LV 舒張期功能失調出現於大於一半以上可得到的變數超過臨界值，本研究對於一半的數值未達到臨界值是否有臨床意義尚無定論。舉例來說，一位 60 歲的病人伴有中隔 e' 速度為 6 公分/秒、中隔 E/e' 比值為 10，LA 最大容積指標為 30 毫升/公尺<sup>2</sup>，但沒有紀錄 TR 的訊號時根據現行診斷標準具有正常的舒張期功能。

### 歐洲心臟學會正常 LVEF 心衰竭診斷流程

有別於以純粹的超音波參數做診斷左心室舒張功能的主要臨床判斷依據，左心室收縮功能正常之心衰竭(HFpEF)是以一連串臨床表徵、理學檢查資訊、心電圖及生化指標(Natriuretic Peptide: NP)做臨船高可能性或低可能性之參考。(如下圖)

雖說HFpEF病患在休息狀態不一定呈現顯著的舒張功能異常，在臨床診斷層面，心臟結構



**表 1、評估 LV 舒張期功能的二維及都卜勒方法**

變數	取得方法	分析
E-波速度峰值 (公分/秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心尖四腔室觀伴有彩色血流影像以得到最佳的PW都卜勒血流校準.</li> <li>2. 在二尖瓣葉尖的PW都卜勒樣本體積(1-3毫米縱向大小)</li> <li>3. 利用低閾值過濾設定(100-200MHz)及低信號增益.</li> <li>4. 最佳化的波譜波型不應該出現棘波或羽化.</li> </ol>	位於早期舒張期之模態速度峰值(在 ECG T波之後)，於波譜波型的優勢鋒
A-波速度峰值 (公分/秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心尖四腔室觀伴有彩色血流影像以得到最佳的PW都卜勒血流校準.</li> <li>2. 在二尖瓣葉尖的PW都卜勒樣本體積(1-3毫米縱向大小)</li> <li>3. 利用低閾值過濾設定(100-200MHz)及低信號增益.</li> <li>4. 最佳化的波譜波型不應該出現棘波或羽化.</li> </ol>	位於晚期舒張期之模態速度峰值(在 ECG P波之後)，於波譜波型的優勢鋒
MVA 間隔(毫秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在心尖四腔室觀伴有彩色血流影像以得到最佳的PW都卜勒血流校.</li> <li>2. 在二尖瓣瓣環的PW都卜勒樣本體積(1-3毫米縱向大小) (有限的資料比較在瓣環或葉尖的間隔)</li> <li>3. 利用低閾值過濾設定(100-200MHz)及低信號增益.</li> <li>4. 最佳化的波譜波型不應該出現棘波或羽化.</li> </ol>	自 A 波起始至 A 波結束至零點基線的時間間隔。如果 E 與 A 是融合的(當 A 速度起始時 E 速度>20 公分/秒)，由於增加的心房充盈心搏體積 A 波間隔將通常是較長的.
MVE/A 比值	見上方測量 E 及 A 速度的正確方法	MV E 速度除以 A-波速度
MVDT(毫秒)	心尖四腔室觀：在二尖瓣葉尖的脈衝都卜勒樣本體積	
脈衝波 TDle' 速度(公分/秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心尖四腔室觀：在外側及心中隔基部區域的脈衝都卜勒樣本體積，以上述方法計算平均e'速度</li> <li>2. 利用閾值過濾及低信號增益超音波系統.</li> <li>3. 最佳化的波譜波型應該是尖銳且不出現訊號棘波、羽化或假影.</li> </ol>	自E波波峰沿著LV充盈的斜線外推到零點速度基線的時間間隔。位於早期舒張期之模態速度峰值，於波譜波型的優勢鋒
二尖瓣 E/e'	見上方測量 E 及 e'速度的方法	MVE 速度除以二尖瓣瓣環 e'速度
LA 最大容積指標(毫升/BSA)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 心尖四腔室及二腔室觀：凍結窗格下獲取在MV打開前的1-2禎影像.</li> <li>2. LA體積必須在精準的切面下測量，使得LA長度及橫向直徑達到最大.</li> </ol>	盤或面積-長度的方法與以 BSA 校正，在心尖四腔室觀或心尖二腔室觀下追蹤LA時不應該將 LA 心耳或肺靜脈包括其中
PVS 波(公分/秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 心尖四腔室觀伴有彩色血流影像幫助定位位於早期收縮期之模態速度峰值，於波譜波型的優勢鋒脈衝都卜勒樣本體積(1-3毫米縱向大小)</li> <li>2樣本體積位於右(或左)上PV1-2公分深.</li> <li>3.利用低閾值過濾設定(100-200MHz)及低信號增益.</li> <li>4. 最佳化的波譜波型不應該出現棘波或羽化</li> </ol>	
PVD 波(公分/秒)	與 PVS 波相同	位於早期舒張期在 MV 打開時之模態速度峰值，於波譜波型的優勢鋒
PVAR 間隔(毫秒)	心尖四腔室觀：樣本體積位於右(或左)上 PV1-2 公分深並注意 LA 壁動態假影的出現	AR 波起始到 AR 波結束於零點基線的時間間隔
PVS/D 比值	見上方測量肺靜脈 S 及 D 速度的方法 PVS 波除以 D-波速度或 PVS 波時間-速度積分/PV D 波時間-速度積分-	
CW 都卜勒TR 收縮期射血速度 (公尺/秒)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 胸骨旁及心尖四腔室觀伴隨彩色血流影像在配合連續波之下以獲取最高的都卜勒速度</li> <li>2.調整增益與對比以完整顯現波譜並且沒有訊號棘波或羽化</li> </ol>	位於收縮期之模態速度峰值，於波譜波型的優勢鋒

(接續)

表1、(接續)

變數	取得方法	分析
Valsalva 動作	紀錄以連續方式獲得，在吸氣尖峰後請病人做出力吐氣 10 秒併口鼻緊閉	在應變尖峰及放鬆後 MV E 速度及 E/A 比值的改變
次級測量		
彩色 M-模式 Vp(公分/秒)	心尖四腔室觀伴隨針對 M-模式光標位置的彩色血流影像，往二尖瓣向內血流方向調整顏色基線至較低速度的比例，並測量紅/黃向內血流速度特徵	以 4 公分距離於早期舒張期測量自 MV 切面至 LV 腔室向內血流的斜率
IVRT	心尖長軸或五腔室觀，利用 CW 都卜勒及位於 LV 出口通道測量樣本體積，同時顯示主動脈射出末期及二尖瓣向內血流的起始	主動脈瓣關閉與二尖瓣開啟之間的時間，對於 IVRT，掃描速度必須為 100 毫米/秒
TE-e'	心尖四腔室觀伴有正確的校正以測量位於二尖瓣先端的二尖瓣向內血流，並利用組織都卜勒獲取心尖及外側二尖瓣瓣環速度。	於 QRS 組合 R 波尖峰與二尖瓣 E 速度起始之間的時間，並減去 QRS 組合與 e' 速度起始之間的時間間隔，RR 間隔必須被配對且增益與過濾設定必須被最佳化，避免高增益及過濾設定，針對時間間隔，掃描速度必須為 100 毫米/秒
A, 心房充盈; AR, 心房反轉; BSA, 體表面積; CW, 連續波; D, 舒張期; e', 早期舒張期; E, 早期充盈; ECG, 心電圖; IVRT, 等體積鬆弛時間; LA, 左心房; MV, 二尖瓣; PV, 肺靜脈; PW, 脈衝波; S, 收縮期; TDI, 組織都卜勒影像; TR, 三尖瓣逆流 所有的都卜勒與 M-模式紀錄偏好要求掃描速度為 100 毫米/秒。		

**重點**

四個識別舒張期功能失調的指標及它們的異常臨界值為瓣環e'速度: 心中隔e' < 7公分/秒, 外側e' < 10公分/秒, 平均E/e'比值 > 14, LA容積指標 > 34毫升/公尺<sup>2</sup>, 及TR速度峰值 > 2.8公尺/秒。  
若超過一半可得到的變數未達到識別異常功能的臨界值時 LV 舒張期功能為正常, LV 舒張期功能失調於超過一半可得到的變數達到識別異常功能的臨界值時存在, 本研究對於一半的數值未達到臨界值是否有臨床意義尚無定論

的再塑型化(如左心室肥厚、心房擴大)或左心室舒張功能異常也是相當重要且必須具備的要件。目前歐洲心臟學會在正常LVEF心衰竭的臨床診斷流程裡的舒張功能異常診斷內容、臨界值及要素並不和美國心臟超音波學會一致。針對臨床

上目前的使用, 也相信還存有相當多灰色地帶, 也時常必須讓臨床醫師有個人化考量的情境。然而, 相信在很短的未來, 臨床上這些參數會有更多的資料量來支持一致且放諸四海皆準的應用及診斷依據。