

心臟超音波於左心房大小和功能的評估

楊甯貽主任/ 基隆長庚醫院 心臟內科系

前言

左心房(Left atrium, LA) 結構和功能的評估最近已成為各種心血管疾病不良事件的重要生物標記。以往只有 LA 最大尺寸被認為是臨床相關的預後標記。最近的研究發現 LA 最小體積(LAVmin) 和 LA phasic function 參數是各種心臟疾病預後的重要預測值，但是臨床 LA 大小和功能的評估中，只有最大 LA 體積(LAVmax) 是在心臟超音波研究中常被報導的。以下介紹評估 LA 大小和功能的一些新參數。

左心房大小

左心房體積是左心室(Left ventricle, LV) 舒張功能障礙嚴重性和長期性的替代標記。此外，LAVmax 是各種心血管疾病包括心肌梗塞、心臟衰竭、中風、退化性二尖瓣逆流和心房顫動產生不良心臟事件的生物標記。傳統上，從 parasternal long axis 角度獲得 LA 的前後直徑是會低估了 LA 大小，因為 LA 擴大是不對稱的。目前所建議使用雙平面 LA 體積來評估 LA 大小，會比 LA 的直徑更能預測預後。然而因為 LV 長軸與 LA 長軸不平行，這種二維 LA 體積的測量需要採用針對 LA 的專用心尖切面。(圖 1) 測量應從 LA

基部最大及 LA 長度最大的心尖切面進行，並確保兩個心尖切面的 LA 長度相似。追蹤心內膜邊界時，應排除左心耳、肺靜脈和二尖瓣小葉漏斗。

Left atrial phasic volume 的計算是在心臟週期的不同時間測量 LA 體積：LAVmax 在二尖瓣打開之前測量，LAVPreA 在心電圖上 P 波開始時測量，LAVmin 在舒張末期（在二尖瓣關閉之前）測量。體型也是 LA 大小的決定因素，男性的絕對 LA 體積大於女性；測量時應以體表面積

指數(LAVIndex) 來校正性別的影響。在過去十年中，三維心臟超音波已成為測量心腔體積的首選方式，三維心臟超音波 LA 體積與 computed tomography, CT 或 cardiac magnetic resonance, CMR 體積的相關性優於二維。

左心房功能

LA 是一個動態結構。LA 功能在收縮期充當 reservoir，在舒張早期充當 conduit，在舒張晚期充當 contractile pump 在收縮早期充當 suction source。

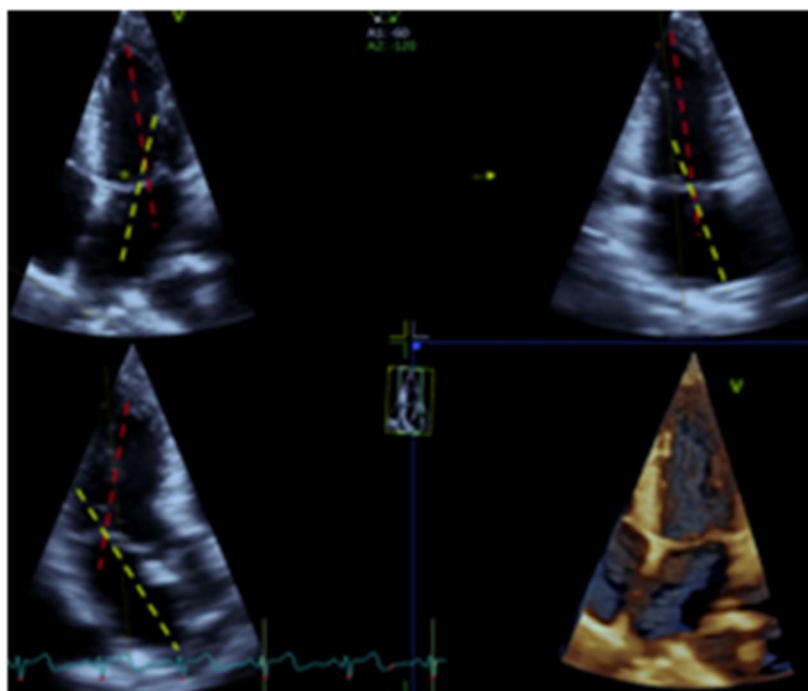


圖 1、三維解剖心臟模型和 3D 圖，說明 LV 和 LA 的長軸不在同一平面。

- (1) Reservoir：在 LV 收縮和等容舒張期間從肺靜脈接收血液並以壓力的形式儲存能量
- (2) Conduit：在 LV 舒張早期將血液從肺靜脈被動的轉移到 LV
- (3) Contractile pump：在 LV 舒張晚期 LV 心搏輸出量增加 20%-30%
- (4) Suction source：在收縮早期重新填充的抽吸源

左心房功能體積參數

LA reservoir function：

- LA total emptying volume = $LAV_{max} - LAV_{min}$ (mL/m²)
- LA total emptying fraction (EmF) = $(LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{max} \times 100$
- LA expansion index = $(LAV_{max} - LAV_{min}) / LAV_{min} \times 100$

LA conduit function:

- LA passive emptying volume = $LAV_{max} - LAV_{preA}$ (mL/m²)
- LA passive EmF = $(LAV_{max} - LAV_{preA}) / LAV_{max} \times 100$
- LA conduit = LV stroke volume - LA total emptying volume (mL/m²)

LA contractile function:

- LA active emptying volume = $LAV_{preA} - LAV_{min}$ (mL/m²)
- LA active EmF = $(LAV_{preA} - LAV_{min}) / LAV_{preA} \times 100$

左心房功能的都卜勒參數

在二尖瓣小葉尖端 用

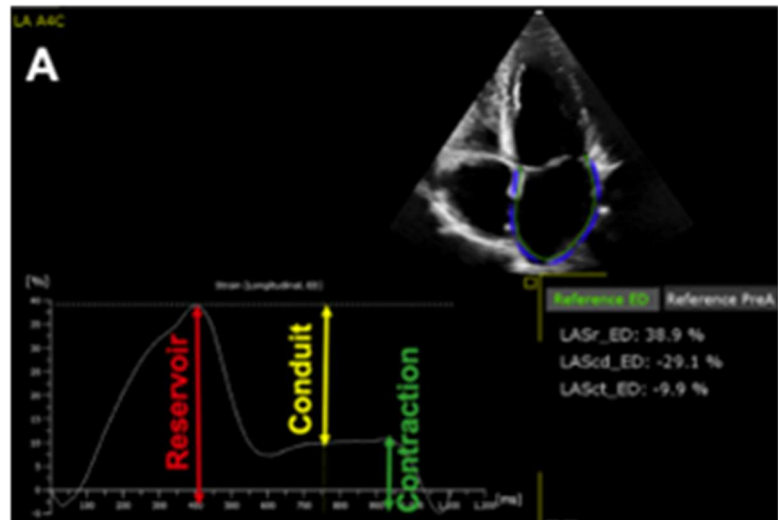


圖 2、使用 R 波（舒張末期 end diastole ED）作為時間參考來測量 LA longitudinal strain.

LAScd, LA longitudinal strain conduit; LASct, LA longitudinal strain contraction; LASr, LA longitudinal strain reservoir.

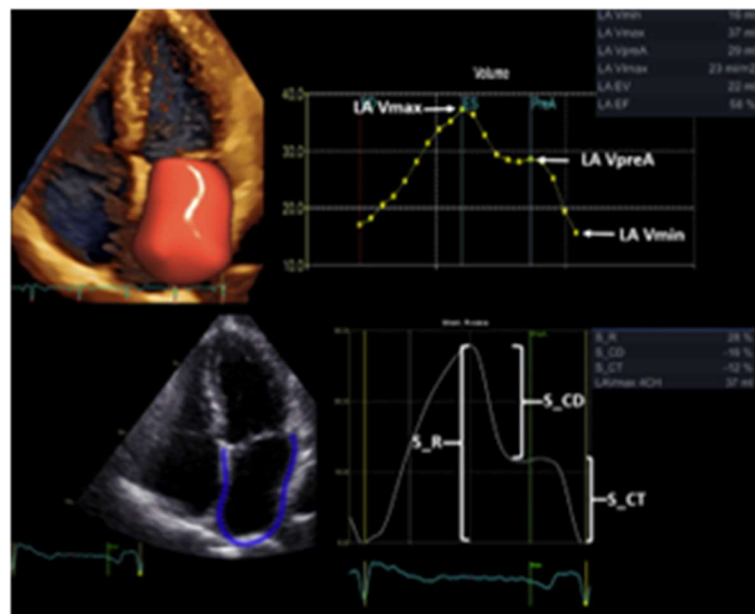


圖 3、使用心電圖 R-R 訊號同步掃描的 phasic LA 應變說明 LA 階段性應變與心電圖和相應的 LA 體積關係。Left atrial reservoir strain 應變對應於心室收縮期的 LAVmax. LA conduit strain 對應於舒張早期的 LAVpreA，而 LA contractile strain 對應於舒張末期的 LAVmin. S_CD, LA conduit strain; S_CT, LA contractile strain; S_R, LA reservoir strain.

pulsed-wave Doppler 評估二尖瓣血流的情況可以了解 LA 的功能。

Atrial fraction 可作 LA 收縮功能的估計，而 atrial

ejection force 反應的是 LA 收縮期間 LA 推動血液穿過二尖瓣進入 LV 的力。上述源自二尖瓣血流的 LA 功能參數只能在竇性心律患者中測量。LA

function index 則是結合了 LA reservoir 功能、心輸出量和 LA 大小，可用於非竇性心律患者，具有功能和預後的評估。

- Atrial fraction = Velocity time integral (VTI)A wave / VTI mitral inflow

- Atrial ejection force = $0.5 \times 1.06 \times \text{mitral annulus area} \times (\text{peak A velocity})^2$

- LA function index = LA EmF $\times \text{VTI LVOT} / \text{LAVI}$ (LVOT is the LV outflow tract)

左心房應變

應變測量能區分主動心肌變形和被動室壁運動，並且負荷依賴性較小。二維斑點追蹤心臟超音波目前是 LA 應變測量的首選技術，因為它是半自動的，角度依賴性較小。唯一推薦的 LA 應變參數是 global

longitudinal strain。在 reservoir phase，隨著 LA 填充和伸展，positive longitudinal strain 在心室收縮時達到頂峰。二尖瓣打開後，LA 被動的排空，導致 LA 應變下降直到與 diastasis 對應的平台期 plateau。在竇性心律中，心房收縮時應變曲線在 plateau 之後會有第二個較小波。(圖 2)

LA reservoir strain 和 contractile strain 易於執行且具有高度可重複性，已證明具有預後價值，且在正常收縮分率心衰竭 (heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF) 中具有診斷價值。

左心房指標的預後價值

美國超音波學會目前建議報告 LAVmax，因為有大量證

據支持 LAVmax 可提供心血管風險分層。然而最近有證據表明 LAVmin 可能是更重要的預後指標。據報導，LAVmin 與左心室填充壓力的相關性強於 LAVmax。了解 phasic LA 應變與心電圖上心臟週期的各個時期以及 LA 體積的關係很重要。(圖 3)

結論

迄今為止，LA 的測量僅限於 LAVmax 的評估。然而有新的數據支持利用二維應變分析 LAVmin 和 phasic LA 體積以及 LA phasic function 的作用。LA 指標在臨床應用中的相關領域包括 LV 舒張功能不全、HFpEF 和心房顫動的評估，所有這些都是常見且日益嚴重的問題。鼓勵大家更廣泛地採用這些 LA 大小和功能的新參數。

References :

1. Badano LP, Kolas TJ, Muraru D, Abraham TP, Aurigemma G, et al. 2018. Standardization of left atrial, right ventricular, and right atrial deformation imaging using two-dimensional speckle tracking echocardiography: a consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging 19:591-600
2. Thomas L, Muraru D, Popescu BA, Sitges M, Rosca M, et al. 2020. Evaluation of Left Atrial Size and Function: Relevance for Clinical Practice. J Am Soc Echocardiogr 33:934-52