

# 心房斑點追蹤在心房顫動引發中風的風險預測應用

## The Application of Speckle Tracking Echocardiography in Daily Practice

廖若男醫師 / 台北榮民總醫院 心臟內科

左心房在調節左心室填充和心血管效能上扮演關鍵的角色，主要是藉著在心室收縮時作為肺靜脈回流的貯藏(reservoir)、在心室舒張早期作為肺靜脈回流的傳導通道(conduit)、以及在心室舒張晚期增強心室填充的泵浦功能(booster pump)。除了了解這些不同的心房功能對心臟病理變化的反映外，認識它們在整個心臟週期中與心室效能之間的相互作用也是很重要的。例如，心房貯藏功能主要受心室收縮期間的心房順應性影響，但也會受到心室基底向下位移和心室收縮末期容積的影響。傳導通道功能主要受心房順應性、心房貯藏狀態影響，同時也與左心室的放鬆和順應性密切相關。至於心房泵浦功能，則反映了心房收縮的強度和時間點，但同時也受到靜脈回流（心房前負荷）、左心室舒張末期壓力（心房後負荷）和左心室收縮儲備的狀態有關。

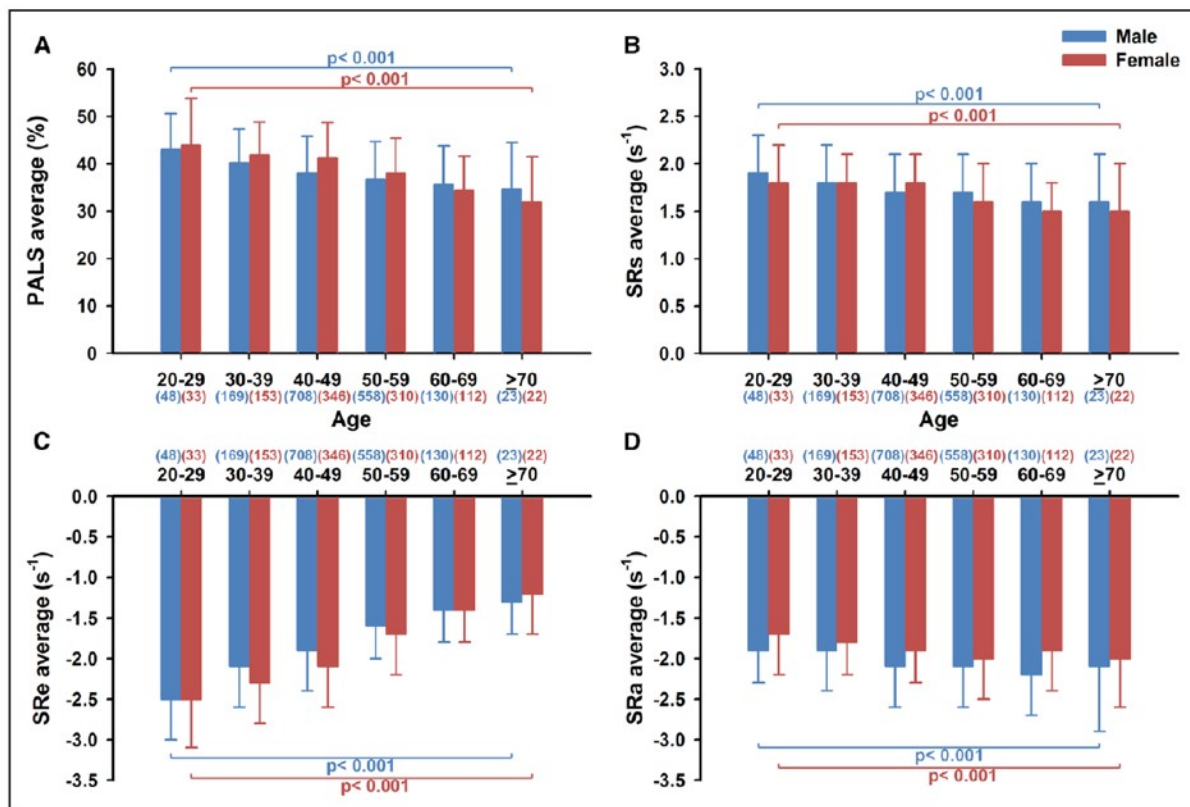
儘管早期對於心臟功能的評估多著重於左心室的評估，但越來越多的研究表明，在心血管疾病的進展過程中，常會發現左心房結構和功能的異常，這被稱為心房重塑(left

atrial remodeling)。心房重塑可簡略理解為左心房結構或功能持續性的變化，可分為結構性重塑、功能性重塑或電氣重塑。結構性重塑通常表現為心房擴大，這可能是由於心房間質纖維化增加所導致的。而功能性重塑則主要體現為左心房功能降低，經常是呈現在左心房射出分率和應變分析結果的變化，有時也會伴隨心房大小的改變。電氣重塑則涉及離子通道、泵浦和離子交換的改變，這可能導致心房基質易於形成迴路(re-entry)，或更容易誘發異位電氣活動，進而引發心房心律不整。心房重塑的程度通常與心血管疾病的嚴重程度密切相關，例如左心房擴大和功能受損可能加劇結構和電生理的重塑，增加心房纖維顫動的風險。此外，心房或左心耳內的血液滯留也可能導致潛在的血栓形成，進而增加中風或系統性栓塞的風險。此外，由於左心房功能與左心室舒張功能密切相關，在左心室功能正常的心臟衰竭中，常見左心房功能受損及心臟衰竭惡化的情況。因此，透過各種方式評估心房功能及結構，便能更準確地反映心房重塑的程度，並

提供更多心血管疾病風險及預後的資訊。

心臟影像是常用的左心房評估方式，包括心臟超音波、電腦斷層及心臟核磁共振。其中，心臟超音波是相對方便、費用較低且易於取得的檢查方式，並且具有不需注射顯影劑和無輻射考量的優點。心臟超音波評估左心房的方式有包括心房直徑、心房體積及心房射出分率，但這些方式無法反應心房心肌基質的變化。研究顯示，在心房射出分率顯著異常出現之前，心房肌肉可能已經有一定程度的纖維化或細部功能異常，這些異常往往能夠比心房擴大和心房射出分率的異常更早預測日後心血管不良事件的風險。因此現今對於左心房的探討中，有越來越多的研究運用心肌應變(myocardial strain)來分析心房心肌基質的變化。

心肌應變指的是心肌局部的縮短、增厚和延長的評估，可以衡量區域性或整體心房功能。這個概念源自連續體力學領域，描述了心肌在短時間內的整體三維形變。方法是將心肌分成許多小立方體，在心臟



圖一、不同年齡、性別正常受試者的左心房應變 (PALS) 和應變率 (SR)。

說明:隨著年齡的增長,]在男性和女性都會觀察到左心房應變、收縮期應變率(SRs)和而舒張早期應變率(SRe)逐漸下降,同時舒張末期應變率(SRa)會逐漸上升。括號中的數字代表每個年齡組中的患者數。

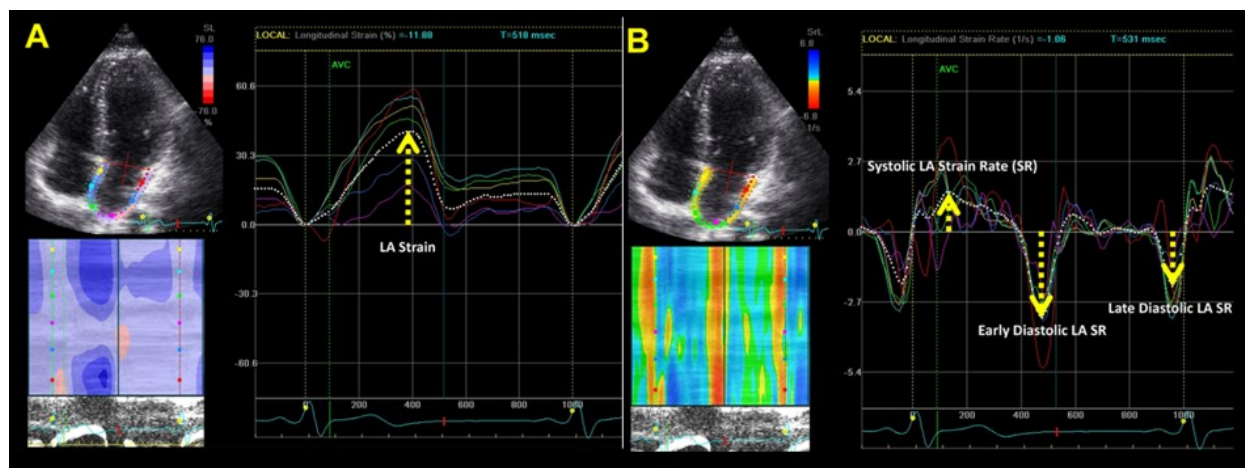
出處: Circ Cardiovasc Imaging. 2017;10:e006077.

週期的每個時刻對每個小立方體進行應變張量的分析,以描述心肌的複雜變形程度。以縱向形變為例,正值的應變量表示某一節段心肌長度相較初始長度延長,負值表示縮短。心肌應變可通過心臟組織都卜勒影像(Tissue Doppler Imaging)或二維斑點追蹤超音波(Two-dimensional speckle tracking echocardiography, 2DSTE)來測量。心臟組織都卜勒影像測量應變基於心肌速率梯度,而斑點追蹤超音波是利用灰階超音波圖像中的自然聲學標記,在心臟週期中追蹤每個心肌區段的移動,進而量化心肌應變。研究顯示,斑點追蹤超

音波測得的心肌應變與磁振造影的數值高度相關,確認了其可行性和準確性。此外,斑點追蹤超音波的測量不受測量角度差異的影響,因此具有較好的再現性,成為目前測量心肌應變的主要方式。

二維斑點追蹤超音波最初主要應用於左心室的應變測量。由於左心室心肌組成的複雜性,這涉及到不同的維度,包括縱向應變(longitudinal strain)、周向應變(circumferential strain)和徑向應變(radial strain)。然而,在左心房的應變測量中,目前最廣泛使用的參數是縱向應變。(LA strain)。心肌應變的測量是使用

專門的應用軟體,針對已儲存的離線心臟超音波影像進行分析。一般做法是在標準的心尖四腔室和二腔室影像中,在心室收縮末期手動描繪左心房內膜邊界,然後軟體會自動生成心外膜輪廓,進行心臟週期中的自動追蹤和分析。分析後將產生六個左心房區段隨時間變化的應變量和應變速率曲線圖。若是以心電圖 QRS 為參考點進行分析,則曲線會呈現主要為正向的向上傾斜,並在心室收縮末期達到最高點,然後回到基線。左心房應變速率曲線反映了心肌應變對時間的變化,可得出收縮期(LA SRs)、舒張早期(LA SRe)及舒張末期



圖二、二維斑點追蹤超音波分析左心房應變示意圖。

說明:圖中呈現一位 30 歲女性的心臟超音波影像，以及左心房應變(圖 A)、應變率(圖 B)在心臟週期的曲線圖。

出處：Circ Cardiovasc Imaging. 2017;10:e006077.

(LA SRa) 的左心房應變率。更大的左心房應變或應變率絕對值表示更好的應變或應變率。

儘管有許多不同的研究提供了左心房心肌應變的參考值，但大多數研究來自於西方國家，對亞洲族群的研究相對較少，且許多研究樣本較小，因此建立針對亞洲族群的大規模參考數值至關重要。2017 年發表於《Circ Cardiovasc Imaging》的研究中，針對 2812 位正常受試者進行了研究(平均年紀  $47.4 \pm 9.9$  歲，65% 為男性)的研究中，提出了男性及女性的左心房應變參考值(男性:  $37.95\% \pm 7.96\%$ ；女性:  $39.34\% \pm 7.99\%$ )(圖一)。該研究發現，女性的左心房應變

高於男性，並且男性的左心房收縮期應變率(LA SRs)、舒張末期應變率(LA SRa)較高，而舒張早期應變率(LA SRe)較低(圖二)。隨著年紀的增加與血壓的上升，LA strain、LA SRs 及 LA SRe 在兩性都會逐漸下降，並伴隨 LA SRa 的增加。女性的 LA Strain 隨著年齡增加而下降的趨勢比男性更為明顯。進一步將 LA strain 於分析運用在心房顫動患者時，研究顯示平均三個心跳週期的分析方式可以克服心房顫動的心跳不規則性，提供有效可信的數值，且發現心房顫動患者的 LA strain 及應變率數值顯著低於參考值，且 LA strain 及 LA SRs 為心房顫動患者發生缺血性中風的獨立預後因子，能進

一步提高 CHA2DS2-VASc score 對缺血性中風的預測。

總結來說，左心房在心血管預後中扮演的角色至關重要。除了傳統的心房大小和體積測量外，心肌應變測量能夠更準確地分析心房心肌功能，從而評估患者的預後。特別是二維斑點追蹤超音波已被證實具有可靠性和指標性，即使在心房顫動的患者中也能夠有效應用，通過平均三個心跳週期的方式，得以克服心率的不規則性進行可信的分析。可以預期，在不久的將來，隨著更多大規模研究的進行，這些技術將推動更個性化、精準的醫療發展。

#### 參考資料

1. European Heart Journal (2016) 37, 1196 – 1207
2. J Am Coll Cardiol 2014;63:493 – 505
3. Circ Cardiovasc Imaging. 2020;13(8):e010287.
4. Circ Cardiovasc Imaging. 2017;10(10):e006077.
5. Heart Rhythm. 2021;18(4):538-544.