

"reuse for broadcast media/education from original publisher"

Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging

(J Am Soc Echocardiogr 2015;28:1-39)

宋國慈、郭任遠、洪崇烈醫師摘譯 / 馬偕醫院 心臟內科

左心室 LV 整體收縮期功能

左心室 LV 整體的功能通常利用測量舒張末期及收縮末期一維、2D、3D 數值並以舒張末期數值相除後的差異評估，針對此點，舒張末期通常定義為二尖瓣關閉後的第一禎與在心動周期中左心室 LV 度量或容積測量時最大的一禎。舒張末期最佳的定義為主動脈關閉的後一禎與心臟度量或容積最小的一禎。在正常心律的病人中，來自於 M-模式心臟超音波、脈衝波(PW)或連續波(CW)都卜勒對於瓣膜打開或關閉時機的測量可能可以用來精確定義心室時間間隔。

2-1. 短縮分率(FS)

短縮分率可以自 2D-導引 M 模式影像或最佳來自於 2D 影像的線性測量的衍伸，然而當有局部心室壁因為冠狀動脈疾病或傳導異常而造成運動異常時，自線性測量延伸出的左心室 LV 整體功能數值便出現問題；在沒有併發症的高血壓、肥胖或瓣膜性疾病的病人中，這樣的區域差

異在沒有臨床識別的心肌梗塞下是少見的，於是，這個數值可能提供臨床研究中實用的資訊。在有正常左心室 LV 基底部分大小但擴大的心室中部及遠端心尖部分的病人中，左心室 LV 體積可能是相對於在左心室 LV 基部測量的線性維度對於左心室 LV 大小更好的指標。

2.2.EF. EF 是利用 EDV 及 ESV 估計值，並利用下列公式計算

$$EF = 100 \times (EDV - ESV) / EDV$$

左心室 LV 的體積測量可能來自 2DE 或 3DE。碟狀雙平面方法(改良 Simpson 規則)是目前於此美國超音波委員會的共識裡在 2D 方法中被推薦來評估左心室 LVEF，表一列出了 2DE 衍生雙平面左心室 LVEF，包含正常範圍及以共識為基礎根據性別劃分的嚴重度之臨界值。在良好影像品質的病人中，以 3DE 為基礎的 EF 測量為準確且具再現性的（表二），並在可行及可

表一、根據性別分類在 2D 心臟超音波下左心室 LV 大小及功能參數的正常數值

指標	男性		女性	
	平均±SD	2-SD 範圍	平均±SD	2-SD 範圍
左心室 LV 內部直徑				
舒張期直徑 (毫米)	50.2 ± 6.4	42.0–58.4	45.0 ± 6.3	37.8–52.2
收縮期直徑 (毫米)	32.4 ± 6.3	25.0–39.8	28.2 ± 6.3	21.6–34.8
左心室 LV 體積 (兩個切面)				
左心室 LV EDV (毫升)	106 ± 6.2	62–150	76 ± 6.1	46–106
左心室 LV ESV (毫升)	41 ± 6.1	21–61	28 ± 6.7	14–42
左心室 LV 體積利用 BSA 正規化				
左心室 LV EDV (毫升/公尺 ²)	54 ± 6.1	34–74	45 ± 6.8	29–61
左心室 LV ESV (毫升/公尺 ²)	21 ± 6.5	11–31	16 ± 6.4	8–24
左心室 LV EF (兩個切面)	62 ± 6.5	52–72	64 ± 6.5	54–74

BSA, 體表面積; EDV, 舒張末期體積; EF, 射出分率; ESV, 收縮末期體積; 左心室 LV, 左心室; SD, 標準差

取得時應該使用

2.3.整體縱向型變 (GLS). Lagrangian 型變是由一個物體在一個特定方向相對於基線長度所產生的長度變化而定義：

型變 $\text{Strain}(\%) = (L_t - L_0) / L_0$,

L_t 為時間點 t 的長度而 L_0 為時間點 0 的最初長度，最常見用於以型變為基礎的左心室 LV 整體收縮期功能測量為 GLS，它通常利用斑點追蹤心臟超音波(STE)評估 (下圖)。在 2DE，GLS 峰值描述在收縮末期及舒張末期之間左心室 LV 心肌層的相對長度變化：

$\text{GLS}(\%) = (ML_s - ML_d) / ML_d$,

ML 為在收縮末期的心肌長度 (ML_s) 及舒張末期的心肌長度 (ML_d)。由於 ML_s 小於 ML_d ，GLS 峰值為負值，GLS 負向的特性可能在描述型變增加或減少時引起混淆，我們推薦當參考型變改變時，應明確提到型變增加或減少的絕對值以避免混淆。

當最佳化影像品質、最大化幀數及最小化縮短等對於減少測量變異性之關鍵角色後，GLS 的測量應該在 3 個標準的心尖視圖下進行平均，測量必須從心尖長軸觀開始並利用主動脈瓣打開

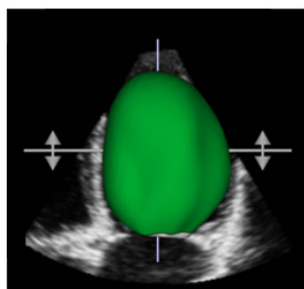
及關閉的心音或 M-模式下主動脈瓣的開啟或關閉觀察主動脈瓣關閉，當局部追蹤在兩個以上心肌區塊在一個單一視圖下不是最佳的狀況時，GLS 的計算應該避免。在這樣的狀況下，其他的指標可以用來增加縱向左心室 LV 功能的評估，例如二尖瓣瓣環切面的收縮期歷程或脈衝都卜勒組織影像(DTI)-衍生二尖瓣瓣環收縮期速度峰值(s)。

至於到底臨床上是建議採用心內、心室壁中部或平均形變計算 GLS，這個在目前美國心臟超音波學會委員會並無一定共識，並建議參考一些正在進行的 ASE、EACVI 及超音波影像產業之倡議及相關個別定義，因為不同廠牌及不同軟體之間的變異性及年齡與負擔依賴性，GLS 在個別病人的系列縱向評估應該使用相同廠牌的儀器及相同的軟體，目前現有數據的優勢為心室壁中部之 GLS。雖然在常規臨床心臟超音波使用實證上小於 EF，測量心室壁中部之 GLS 在多個研究中顯示為強大且具再現性的並在未篩選下接受心臟超音波評估靜態下功能的病人中提供更多預測的價值，同樣在患有瓣膜性疾病的病人中可預測術後左心室 LV 的功能。

2.4.正常參考值.

自 2D 衍生的左心室 LVEF 之正常參考值均

3D data sets

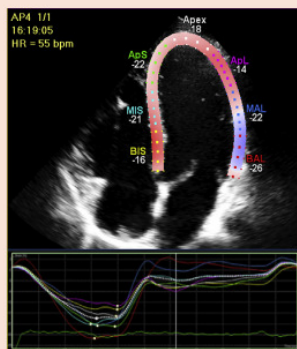


- No geometrical assumption
- Unaffected by foreshortening
- More accurate and reproducible compared to other imaging modalities

- Lower temporal resolution
- Less published data on normal values
- Image quality dependent

Global Longitudinal Strain.

Peak value of 2D longitudinal speckle tracking derived strain (%).



- Angle independent
- Established prognostic value

- Vendor dependent

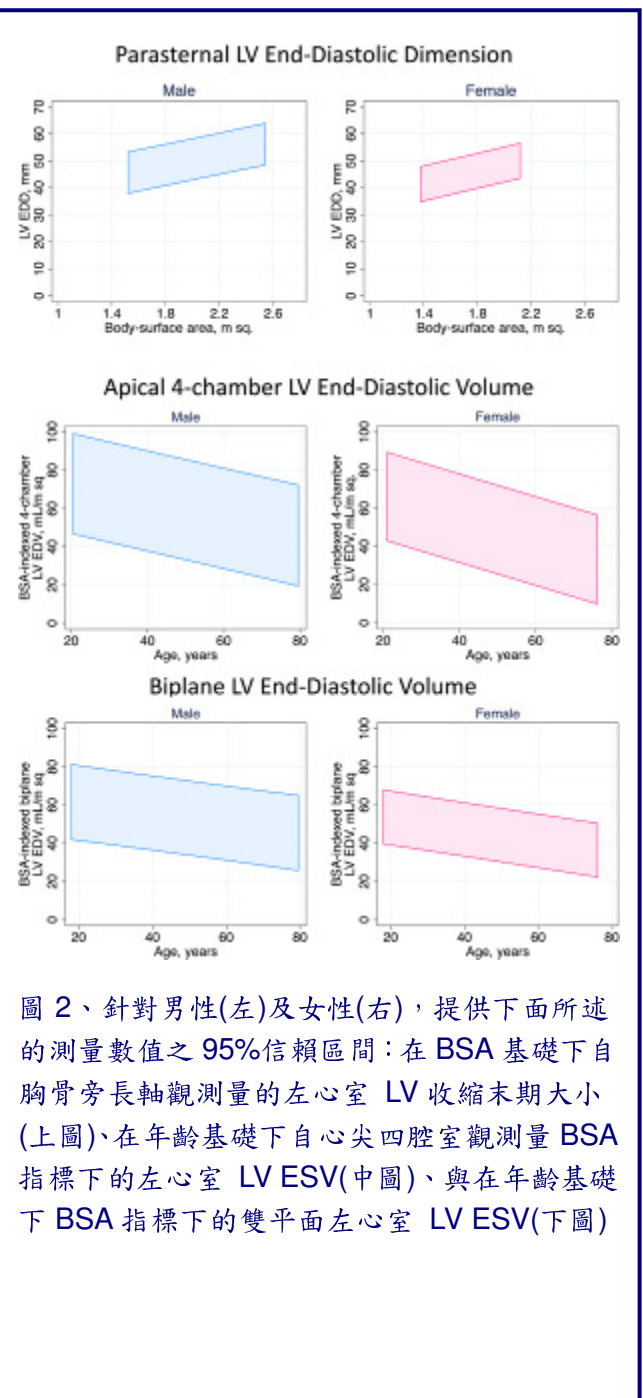
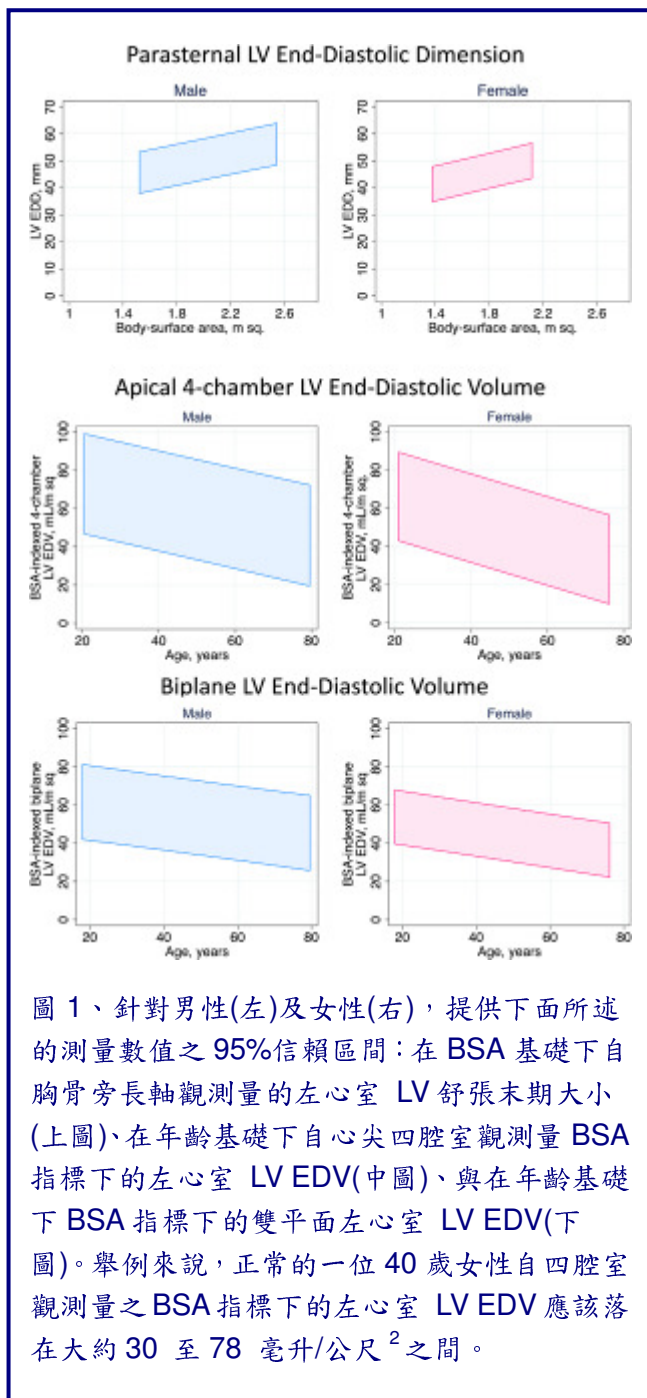
2D, two-dimensional; 3D, three-dimensional; A2C, apical 2-chamber view; A4C, apical 4-chamber view; EDV, end-diastolic volume; ESV, end-systolic volume; LV, left ventricular.

已用新的族群研究更新，詳細資訊可見於表一及三。**EF** 與性別、年紀或者以 **BSA** 評估的身形大小無顯著的相關，介於 **53%**至 **73%**的 **EF** 應被歸類為正常，三度空間心臟超音波的正常值最近在不同的種族族群(表3)中被報導。

GLS 的正常值依賴在心肌上測量位置的定義、廠牌、以及分析軟體的版本，並造成在已發表文獻中可觀的異質性，編寫團隊的意見指出不同廠牌及套裝軟體的差異仍舊太大，並不能夠建議正常值及正常值的下限。為提供一些指引，**GLS** 峰值在 **20%**範圍內可於健康個體中見到，最近發表數據的選粹於附錄中提供，並附上正常

值的下限。證據顯示女性相對於男性有較高的 **GLS** 絕對值，而型變數值隨著年紀而下降。在相同的儀器及追蹤方法與軟體之下，**GLS** 是一個在追蹤檢查中有價值且具敏感性的工具。

建議左心室 **LV** 收縮期功能應該常規利用 **2DE** 或 **3DE** 經由 **EDV** 及 **ESV** 計算 **EF** 來評估，男性 **EF**<**52%**或女性 **EF**<**54%**應歸類為不正常的左心室 **LV** 收縮期功能。二度空間 **STE** 衍生 **GLS** 在臨床使用上具可行性及再現性，雖然測量在廠牌及軟體版本上呈現差異，其在許多心臟疾患狀況下在左心室 **LVEF** 之外提供額外的預後數據。為提供一些指引，**GLS** 峰值在 **20%**範圍



內可於健康個體中見到，而型變的絕對值若小於這個數據，且越低時越有機會為異常。

3.左心室 LV 局部功能

3.1.左心室的分段

為評估左心室 LV 局部的功能，心室便被分段。分段的圖示應該反映冠狀動脈灌注的流域，分段的結果呈現相當的心肌體積，以及在心臟超音波及其他影像工具下允許標準化的溝通(圖 3)，於是，一個 17-分段的模式為較常使用，於心室間中隔的前方交界處及自由的 RV 心室壁開始，以順時鐘方式繼續，基部及心室中段分節應該被標示為前中隔、下中隔、下方、下外側、前外側及前方。在這個 17 分段模型中，心尖被分成五個分段，包含中隔、下方、外側及前方分段

以及位於左心室 LV 腔室末端下方的心肌定義為"心尖帽"(圖 3 及 4)。17 分段模型可以用於心肌灌注研究或當比較不同造影工具時，特別是單光子電腦斷層、正子攝影及 CMR。圖 4 提供圖示描述三個主要的冠狀動脈的灌流區域，當使用這個 17-分段模型去評估心臟壁運動或局部型變，第 17 個分段(心尖帽分段)不應該被含括其中。其他的分段模型對於心尖定義不同：16-分段模型將心尖分成等大的四個分段(中隔、下方、外側及前方：圖 3,左)，同樣的，有些分段圖示將心尖分為 6 個分段，類似於基部及心室中部水平，並形成一個 18-分段的模型(圖 3,右)，其為簡單但在評分時對於遠端心肌層稍微過度表現。

所有的分段可於 2DE 下觀察，平均來說，

表二、在3DE下測量得到左心室 LV參數的正常值

	Aune <i>et al.</i> (2010)	Fukuda <i>et al.</i> (2012)	Chahal <i>et al.</i> (2012)	Muraru <i>et al.</i> (2013)
個案數	166	410	978	226
組成族群的種族	Scandinavian	日本人	51% 歐洲白人, 49% 亞洲印度人	歐洲白人
EDVi (毫升/公尺 ²)				
男性, 平均 (LLN, ULN)	66 (46, 86)	50 (26, 74)	白人: 49 (31, 67); 印度人: 41 (23, 59)	63 (41, 85)
女性, 平均 (LLN, ULN)	58 (42, 74)	46 (28, 64)	白人: 42 (26, 58); 印度人: 39 (23, 55)	56 (40, 78)
ESVi (mL/m ²)				
男性, 平均 (LLN, ULN)	29 (17, 41)	19 (9, 29)	白人: 19 (9, 29); 印度人: 16 (6, 26)	24 (14, 34)
女性, 平均 (LLN, ULN)	23 (13, 33)	17 (9, 25)	白人: 16 (8, 24); 印度人: 15 (7, 23)	20 (12, 28)
EF(%)				
男性, 平均 (LLN, ULN)	57 (49, 65)	61 (53, 69)	白人: 61 (49, 73); 印度人: 62 (52, 72)	62 (54, 70)
女性, 平均 (LLN, ULN)	61 (49, 73)	63 (55, 71)	白人: 62 (52, 72); 印度人: 62 (52, 72)	65 (57, 73)

EDVi, 左心室 LV EDV 指標; ESVi, 左心室 LV ESV 指標; LLN, 正常值下界; NR, 未報導; RT3DTTE, 即時 3D TTE; SVi, 左心室 LV 搏出量指標
ULN, 正常值上界

經同意修改自 Bhawe *et al.* LLN 及 ULN 定義為 mean $\pm$ 2SDs.

表三、2DE-衍生之左心室 LVEF及 LA容積之正常範圍及嚴重度劃分臨界值

	男性				女性			
	正常值	輕度異常	中度異常	嚴重異常	正常值	輕度異常	中度異常	嚴重異常
左心室 LV EF (%)	52–72	41–51	30–40	<30	54–74	41–53	30–40	<30
最大LA 容積/BSA (毫升/公尺 ²)	16–34	35–41	42–48	>48	16–34	35–41	42–48	>48

二腔室觀及心尖長軸觀與四腔室分別相交約 53° 及 129°，提供在心尖視窗下對於所有分段的中央區域進行評估，並對於使用的模式獨立。雖然特定變異存在於冠狀動脈供應心肌分段的血流供應，分段通常由主要的三條冠狀動脈供應(圖 4)。

3.2. 視覺評估。

在心臟超音波，局部心肌功能是藉由觀察到的心室壁增厚以及心內心肌分段的運動來評估，由於心肌運動可能因為鄰近分段的牽扯或整體左心室 LV 位移而造成，局部形變(增厚、變短)應該為分析的重點，然而，這必須識別的是形變可以為被動的，因此不能總是準確反映心肌的收縮。

建議在不同視圖下針對各個分段單獨分析，一個半定量心臟壁之運動分數可針對每個分段進行評分，並可利用可見到的分節之分數平均以計算左心室 LV 運動分數指標。下方的評分系統是建議的：(1)正常或多動的，(2)運動減弱(增厚減少)，(3)不運動的(缺乏或可忽略的增厚，如：疤痕)以及(4)運動失調的(收縮期變薄或拉伸，如：動脈瘤)。

動脈瘤為一種型態實體以局部擴大及變薄(重塑)表現，並伴隨不運動或運動失調的收縮期形變。相對於之前指引的建議，本次的委員會的建議將避免對於動脈瘤指定一個單獨的心臟壁

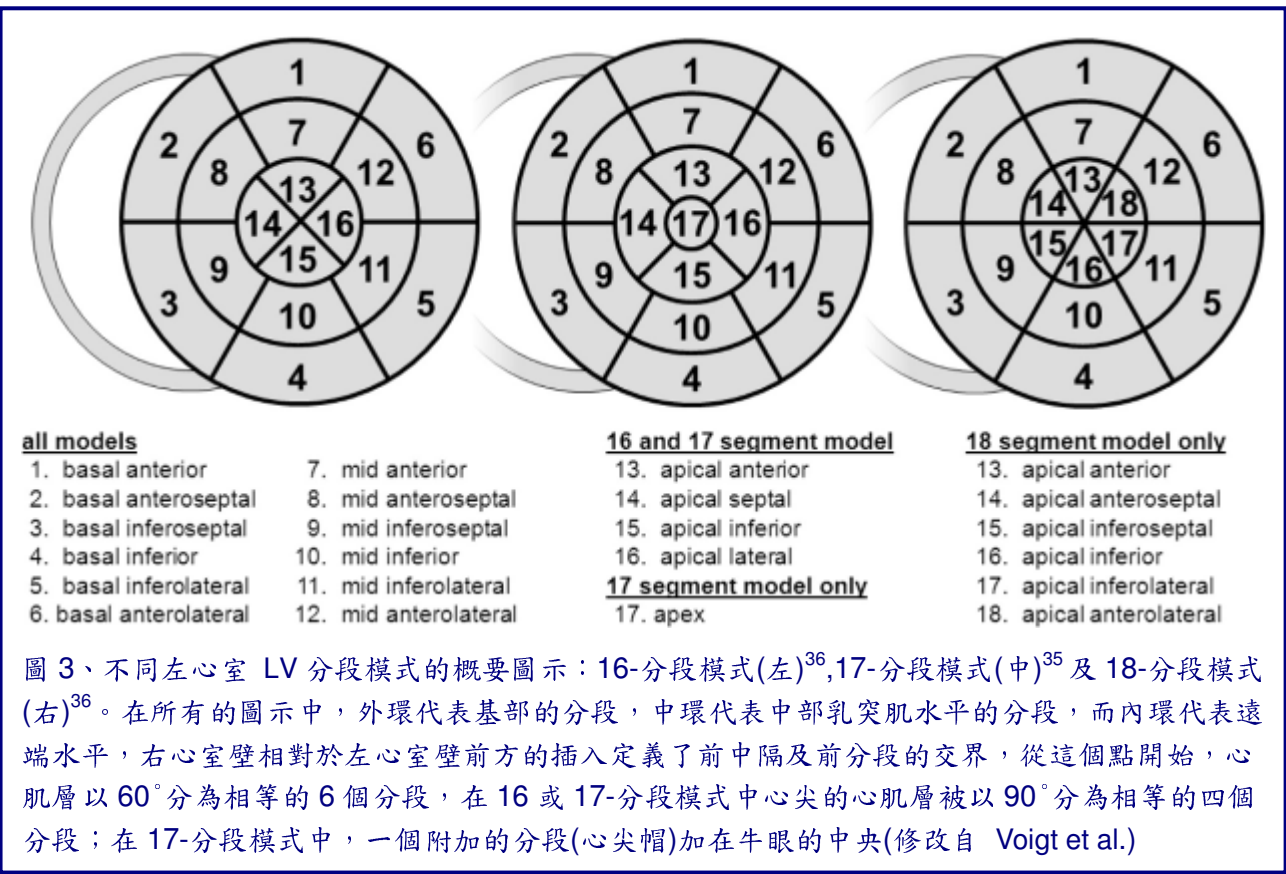
運動分數。

3.3.在梗塞及缺血下的局部心臟壁運動。

決定於留存的局部冠狀動脈血流，負荷下心臟超音波可能藉由引發心臟壁運動異常而呈現出顯著的冠狀動脈狹窄，心肌疤痕也以不等程度造成局部功能的異常。心臟超音波可以高估或低估梗塞或缺血的心肌範圍，根據鄰近區域的功能、區域負荷狀況以及形變而定。在負荷心臟超音波下，可以利用數位化科技並排比較基線及負荷下之影像增進局部功能失調的視覺識別。

3.4.無冠狀動脈疾病下的局部異常

局部心室壁運動異常亦可在無冠狀動脈情況下發生，在各種疾病情況下，如：心肌炎、類肉瘤病、及壓力引發(takotsubo)心肌病變。心室間中隔不正常的運動型態可見於術後或出現於左傳導支束阻滯或 RV 心外膜節律，也見於 RV 壓力或容積過載造成的 RV 功能失調。再者，有些傳導遲滯可能在缺乏原發性心肌功能失調下造成局部心臟壁運動異常，這類局部功能失調通常是肇因於不正常程序的心肌活化，並造成異質性的負載情況及重塑情況，理想之下，暫時程序的活化及運動應該被描述：源自於不正常活化程序的運動的特徵，如心中隔彈跳("喙狀""瞬間")或收縮期下心尖外側運動("心尖搖擺")應該在報告中呈現。



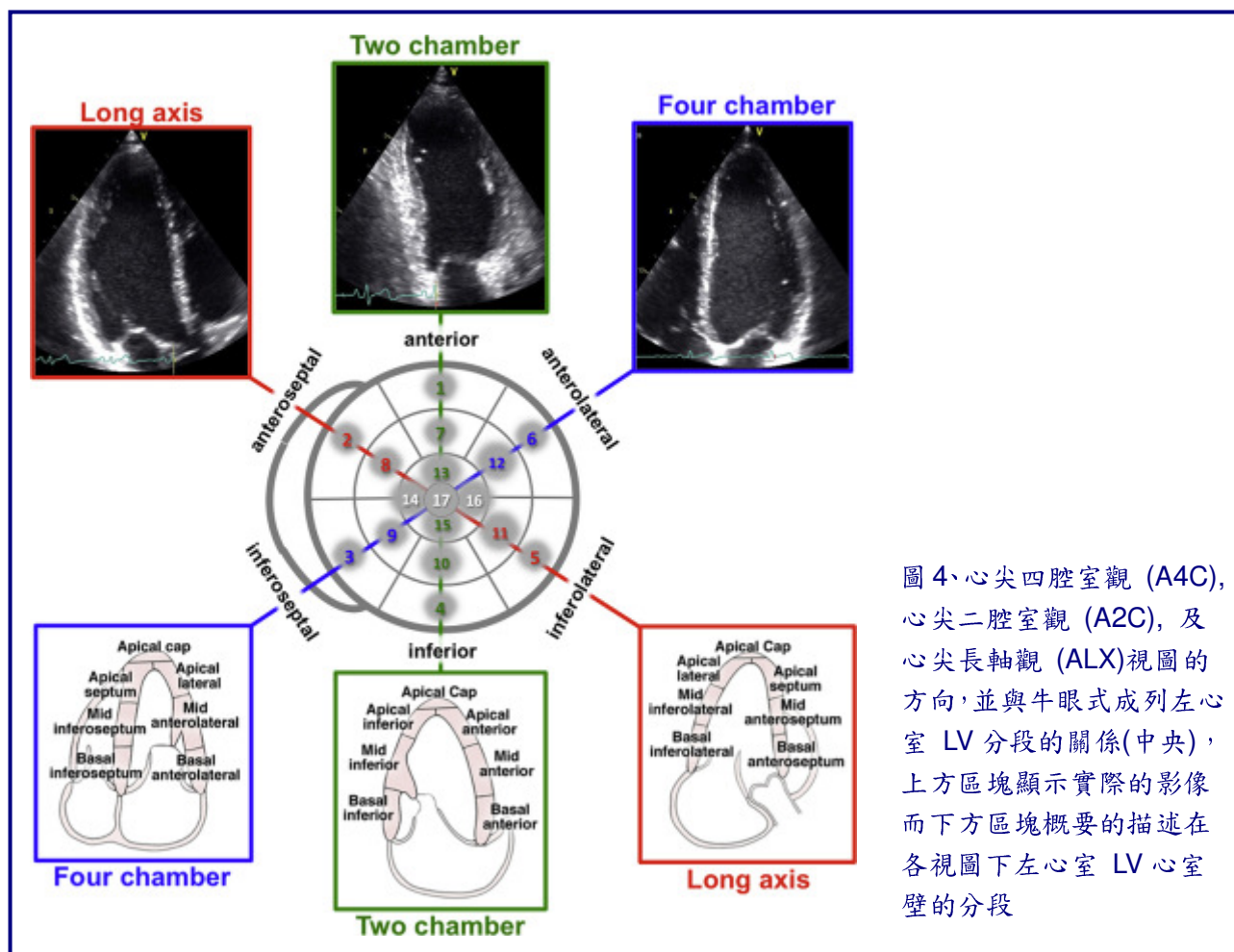


圖 4、心尖四腔室觀 (A4C), 心尖二腔室觀 (A2C), 及心尖長軸觀 (ALX) 視圖的方向, 並與牛眼式成列左心室 LV 分段的關係(中央), 上方區塊顯示實際的影像而下方區塊概要的描述在各視圖下左心室 LV 心室壁的分段

3.5. 利用都卜勒及 STE 量化局部心室壁運動。

以心臟超音波量化局部心肌功能目前是基于 DTI 或斑點追蹤心臟超音波技術。兩種技術提供相等的數據品質, 雖然 DTI 已知為角度依賴且容易低估不平行於超音波束的心肌運動。常用的指標包含速度、運動、形變及形變率, 由於速度及運動為相對傳導器的測量, 其可能受到牽扯或整體心臟運動的影響, 於是, 形變參數的使用, 如型變或型變率是較佳的。

最常使用的形變參數為左心室 LV 收縮期的縱向型變, 與整體型變相似, 利用現有的科技, 局部形變的測量可能因為檢查的心肌區域、測量的方法、廠牌及樣本體積的定義而不同。因此, 在本文件中沒有特別的正常範圍, 這些數值等待接下來 ASF、EACVI 及未來標準化量化功能造影的共同指引發展小組的共識。

獨立於型變的大小, 心肌形變暫時型態的特徵改變也可以被評估。心肌層在主動脈瓣關閉後(收縮期後縮短或增厚, 有時候被認為是運動過緩)縱向縮短或徑向增厚 >20% 在心動周期中的形變

為局部功能不均質性(如; 疤痕、缺血)的一致指標, 收縮期後縮短在負荷測試的發生曾被提出為局部缺血的指標, 局部形變指標及 2D 或 3D 心臟超音波數據衍生自斑點追蹤的時序形態變化之臨床價值仍為研究中的課題並有待未來探討。

相關建議

不同的左心室 LV 分段模式在臨床實踐中使用。17-分段模式被推薦來評估心臟超音波及其他造影技術應用下之心肌灌注影像的建議模式。16-分段模式被推薦應用於常規檢查評估心室壁運動, 由於心尖末端心內緣向心運動及心室壁的增厚是一般不容易偵測或測量到的。為評估心室壁運動, 每個分段必須在多個視圖及切面下評估, 而四級分數系統應該使用: (1) 正常或多動的, (2) 運動減弱(增厚減少), (3) 不運動的(缺乏或可忽略的增厚)以及(4) 運動失調的(收縮期變薄或拉伸)。雖然目前已有相關的數據報導, 由於缺少參考值、次佳的可重複再現性以及明顯的廠牌間測量的變異性, 局部左心室 LV 形變程度的量化評估在這個階段不被推薦。