

心臟超音波的應用： 末期心衰患者植入心室輔助器(VAD)的評估

盧政諱醫師、洪國竣醫師 / 林口長庚醫院 心臟內科系

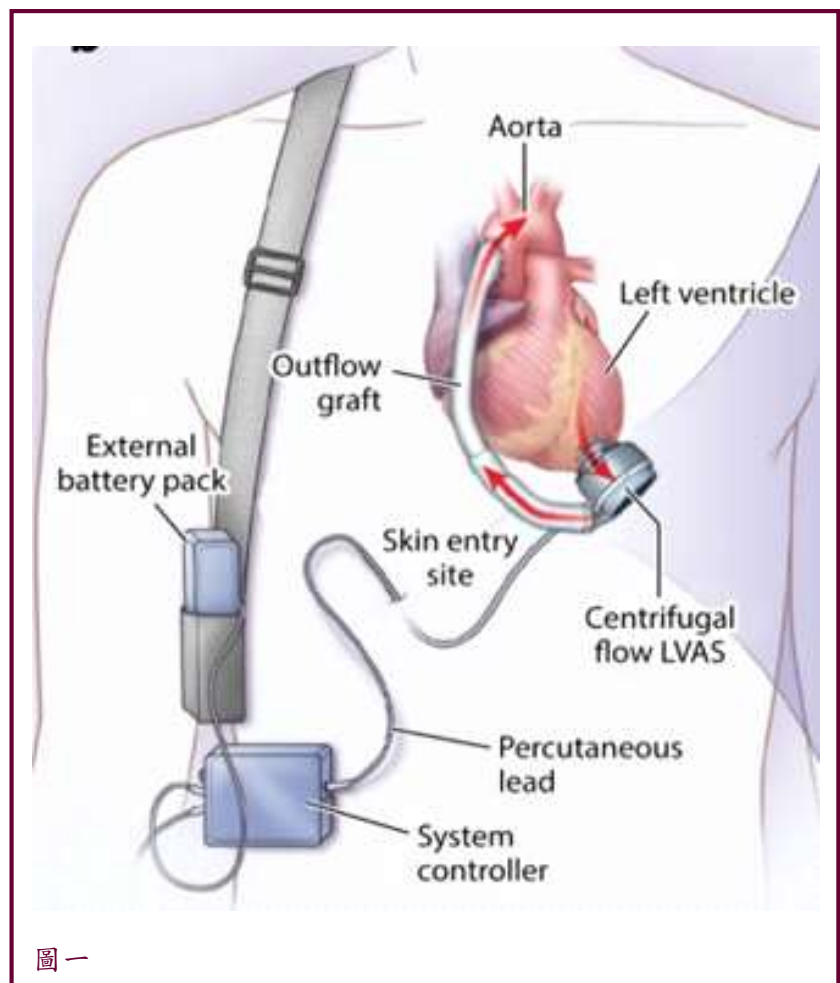
心臟衰竭是一個複雜的慢性疾病。儘管目前已經有不少新的心衰竭藥物問世，但是仍有相當比例的末期心臟衰竭患者無法以藥物、手術或其他方法修補或改良原有心臟功能，必須靠心臟移植以延續生命；然而捐贈者有限，為了克服器官供需上的落差，歐美各國多以機械性循環裝置來暫時代替心臟功能，且分別在2009年及2008年正式核准心室輔助系統(Ventricular assist device, VAD)的使用，台灣也於2018年10月正式將「長效型心室輔助系統」納入健保；長效型心室輔助系統不僅可以減輕移植前心衰竭的症狀，亦可以提高生活品質，目前已是歐美國家治療心臟衰竭的標準療法。可作為做決策前的過渡性治療 (Bridge to decision; BTD)、等待換心名單時的過渡性治療 (Bridge to candidacy; BTC)、進行心臟移植前的過渡性治療 (Bridge to transplant; BTT)、復原前的過渡性治療 (Bridge to recovery; BTR)與終點治療 (Destination therapy; DT)等五種用途。

長效型心室輔助系統(VAD)(圖一) 為一種機械式心臟輔助裝置(左心室輔助系統)，利用一管路連接心室與主動脈，並將

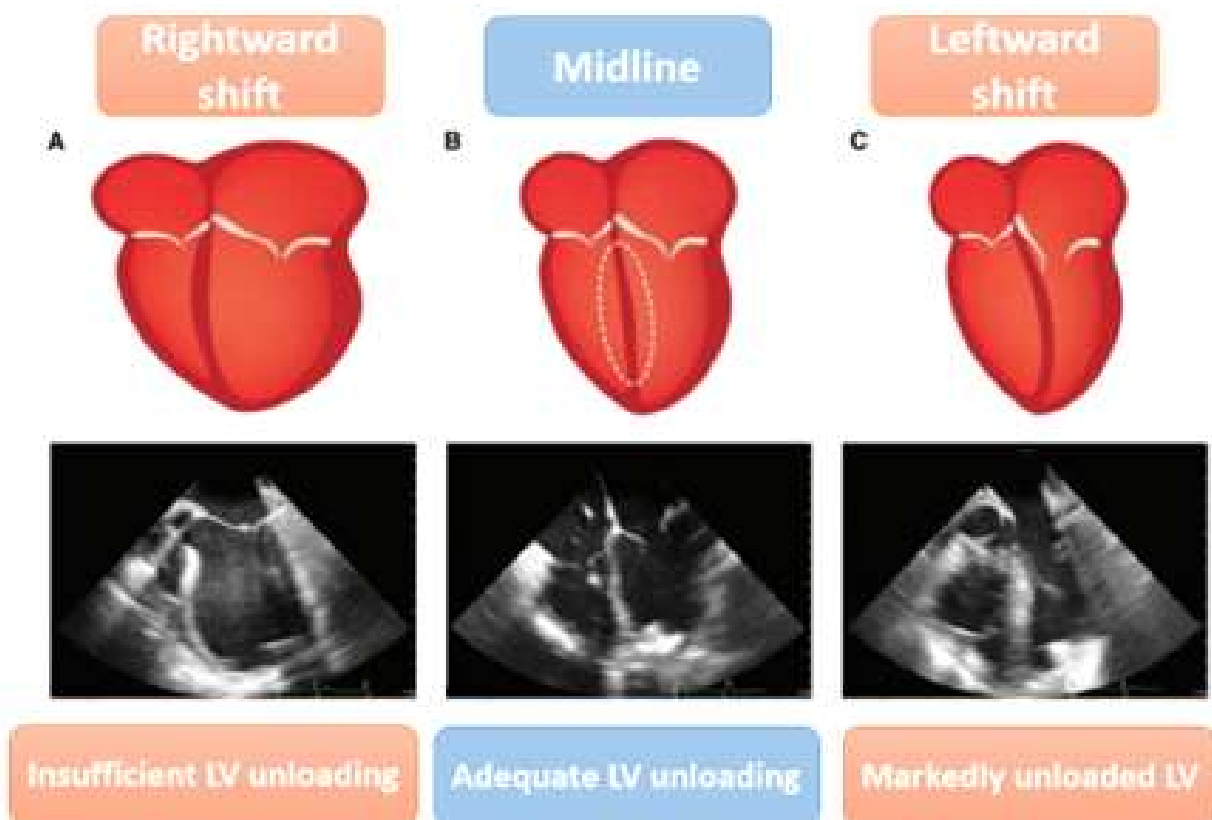
血液自心室引流至管路幫浦內再打回主動脈，以減輕心臟做功及負擔。相較於藥物及「短效型」心室輔助系統治療末期心臟衰竭患者，它能有效輔助提升心臟輸出效率，維持生命，並爭取等待心臟移植機會，植入後若病情穩定，病人可以出院，定期追蹤以及等待心臟移植。

心臟超音波對於哪些病患適合安裝心室輔助系統以及相關的術前評估、術中即時的監測心臟功能及術後的各項參數的調整追蹤，都是非常重要且不可或缺的工具。筆者將針對術前、術中及術後的心臟超音波評估做說明。

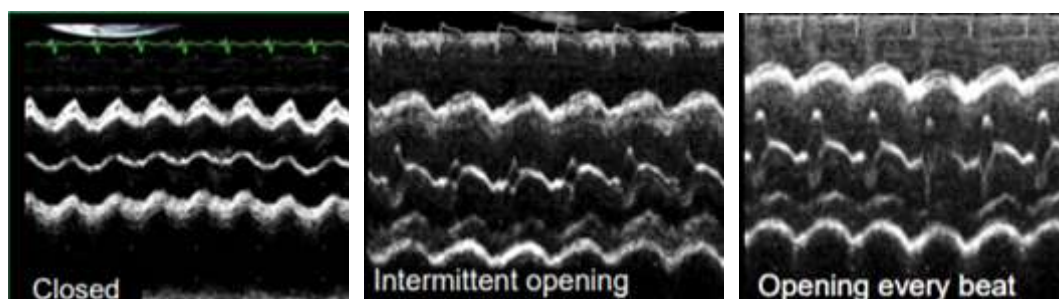
在術前需量測左心室原本舒張末期直徑(LV end-diastolic



圖一



圖二



圖三

diameter; LVEDD); 是否有左心室瘤 (LV aneurysm) 或是有無心臟內血栓 (intracardiac thrombus)? 如果 LVEDD 太小 (<65mm) 則容易增加 VAD 術後一個月內的死亡率。

術前的右心室功能的評估也相當重要，如原本右心室功能較差也同樣會提高左心室輔助系統的失敗率。藉由測量右心室面積變化分數 (RV fractional area change; FAC)、

右心室縱向形變 (RV free wall Longitudinal strain; RVLS)、右心室整體形變 (RV global strain)、右心室搏出做功指數 (RV stroke work index; RVSWI) 來評估右心室功能、同時也可以幫助預測在植入 LVAD 後會不會產生右心衰竭；至於傳統的三尖瓣環面收縮運動 (tricuspid annular plane systolic excursion; TAPSE) 及組織超音波速度 (S') 則無法很

好的預測植入 LVAD 後是否會導致右心衰竭。

瓣膜部分也需仔細地評估：(1) 先前是否有安裝機械性瓣膜？無論瓣膜功能正常與否，最好能更換為生物瓣膜以減少 VAD 術後血栓發生 (2) 主動脈瓣：若是有超過輕度以上的主動脈逆流 (Aortic regurgitation; AR) 則需要在手術中修補或更換，否則容易增加一年內心衰竭發生率及死亡率 (3) 二尖瓣：任

何程度的二尖瓣逆流並不影響 VAD 術後；但若有中度以上的二尖瓣狹窄則需修補或更換
(4) 三尖瓣/肺動脈瓣：若有中度以上的逆流則需一併修補或更換，否則容易導致術後右心室功能不全(RV dysfunction)。

此外，如果有心臟內分流 (intracardiac shunting)，譬如：開放性卵圓孔 (patent foramen ovale)、心房中膈缺損 (atrial septal defect)、心室中膈缺損 (ventricular septal defect)、開放性動脈導管 (patent ductus arteriosus) 等等則需在手術中修補以避免術後產生右至左分流 (R-to-L shunting) 而導致缺氧。

VAD 的植入手術中，則需借助經食道心臟超音波 (trans-esophageal echocardiography; TEE) 即時監測心臟的狀況，確實做好除氣動作 (de-airing maneuvers) 以防止可能的空氣栓塞所導致的急性右心室功能不全或是右冠狀動脈阻塞。同時需再次確認有無上述的心

臟內分流及瓣膜需要修補的狀況。此外，在術中需觀察心室中膈 (interventricular septum; IVS) 位置是否維持正中 (mid-line position)，以確保左右心室的流量及壓力處在相對平衡的狀態。在植入心室輔助器的同時，也需以 TEE 來確認右心室功能是否有變化、植入的流入導管 (inflow cannula) 以及流出導管 (outflow cannula) 的位置是否正確。

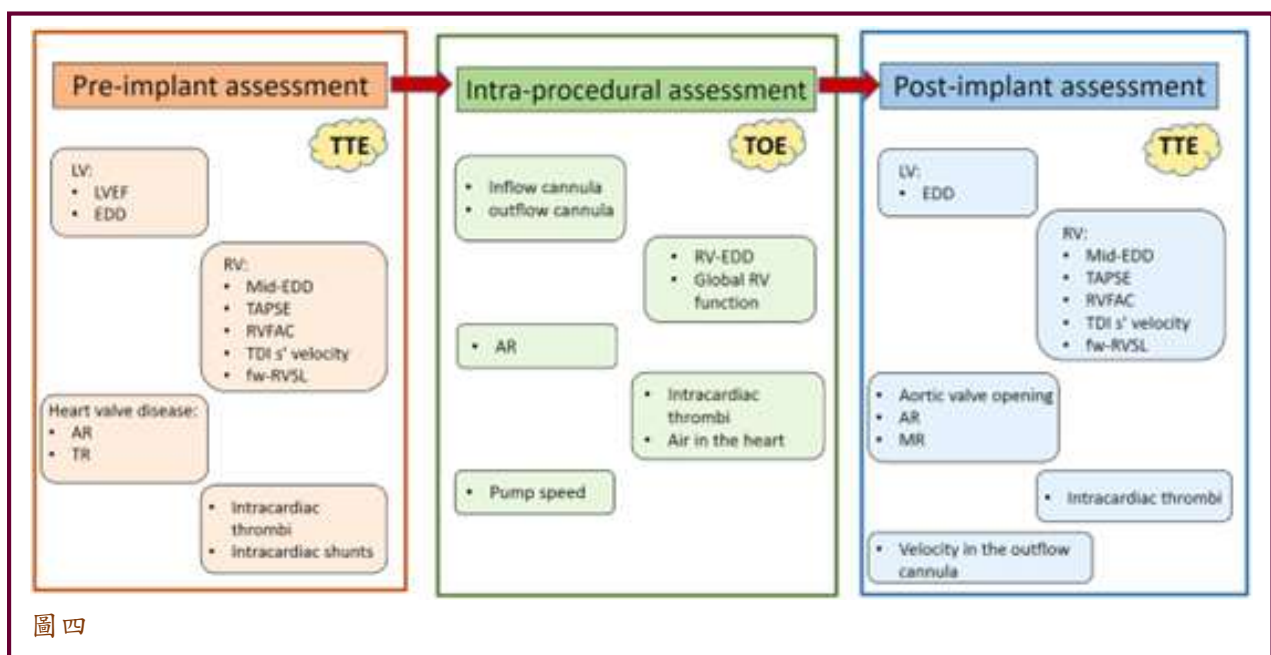
術後心臟超音波仍是首要的追蹤工具，用以評估 VAD 各項參數是否需要調整。一般建議手術完後兩個禮拜、以及準備出院前、以及第一、三、六、及第十二個月均需以超音波評估 VAD 是否正常運作。首先會針對左心室舒張末期直徑 (LVEDD)，評估左心室是否已適當的減壓 (optimal LV decompression)：跟術前相比若是直徑能減少 15% 以上則認為有適當的減壓。心室中膈 (IVS) 是否維持在正中的位置對於臨床上相當重要 (圖二B)；

若是 IVS 偏向右側則表示左心室負荷卸載不足 (insufficient LV unloading)，若是 IVS 偏向左側則表示左心室負荷卸載太多；這兩種狀況均容易導致 VAD 運作異常 (圖二AC)。

此外，右心室功能需要再次評估，可藉由右心室面積變化分數 (FAC)、右心室縱向形變 (RVLS)、三尖瓣環面收縮運動 (tricuspid annular plane systolic excursion; TAPSE) 及組織超音波速度 (S') 來評估右心是否需要進一步治療。

對於瓣膜部分，術後則著重在主動脈瓣膜是否可以維持間歇性開啟 (intermittent opening) (圖三) 以及是否有中度以上的主動脈瓣逆流 (AR)。若是主動脈瓣膜一直保持關閉，表示過多的左心室負荷卸載，除了容易增加主動脈根部血栓的產生、也容易增加一年內新生成的主動脈瓣逆流 (約 25~33%)。

此外，可以利用是否有：(1)



圖四

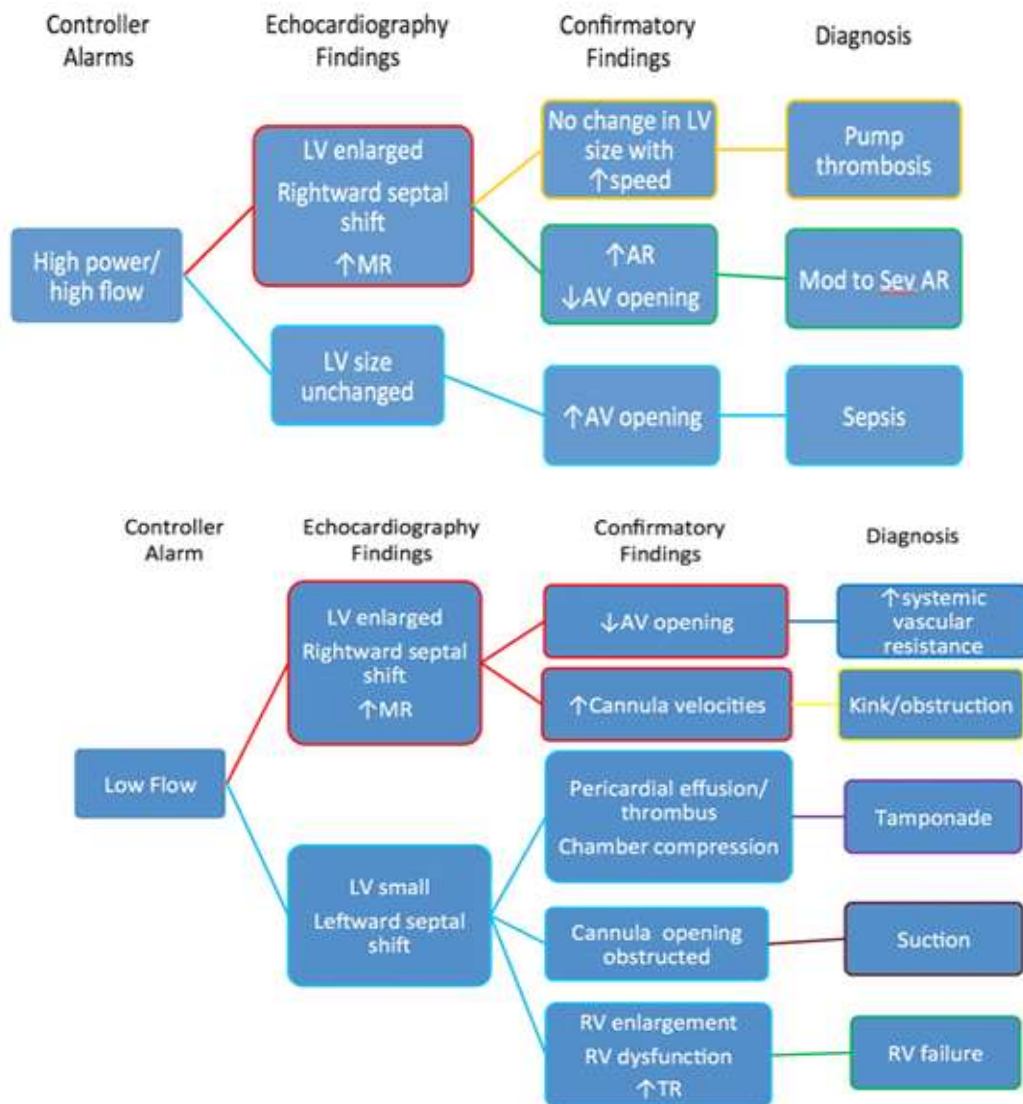
連續性主動脈瓣逆流 (continuous AR) (2)回流束縮直徑法 (Vena Contracta Width, VCW) 大於等於3mm (3)主動脈瓣逆流噴射血流寬度 (AR jet width)除以左心室出口寬度(LVOT width)超過25% (4)流出導管 (outflow cannula)脈動波杜普勒 (pulse wave doppler)的S/D ratio< 5, 舒張加速(diastolic acceleration)> 49 cm/s2來判斷是否存在中度以上的主動脈瓣逆流。

除了上述項目之外，也需

評估是否有心包膜積水或是心包膜填塞、有無心臟內血栓生成等等；當然我們也需再次確認流入導管 (inflow cannula) 以及流出導管 (outflow cannula) 的位置是否正確; 確認管路出口血流是否有mosaic pattern以及測量尖峰流速 (outflow cannula peak velocity) 是否異常的上升來評估管路有無阻塞或是折到，圖四為手術前後心臟超音波的各项評估內容。

最後，在確認沒有心臟內

血栓及適當的抗凝血狀況下 (INR> 1.8; aPTT> 60 seconds), 可以利用超音波評估在不同轉速下VAD對心臟功能的影響 (speed-change test; 又叫做RAMP test), 藉此調整VAD至最理想的轉速。所謂理想的轉速必須符合以下幾點: (1)病患平均血壓能夠超過65毫米汞柱 (2)心室中膈(IVS)能維持在正中位置 (3)主動脈瓣膜保持間歇性開啟以防止主動脈逆流(AR)惡化。(4)二尖瓣逆流維持在極輕度(trivial)或是輕



圖五

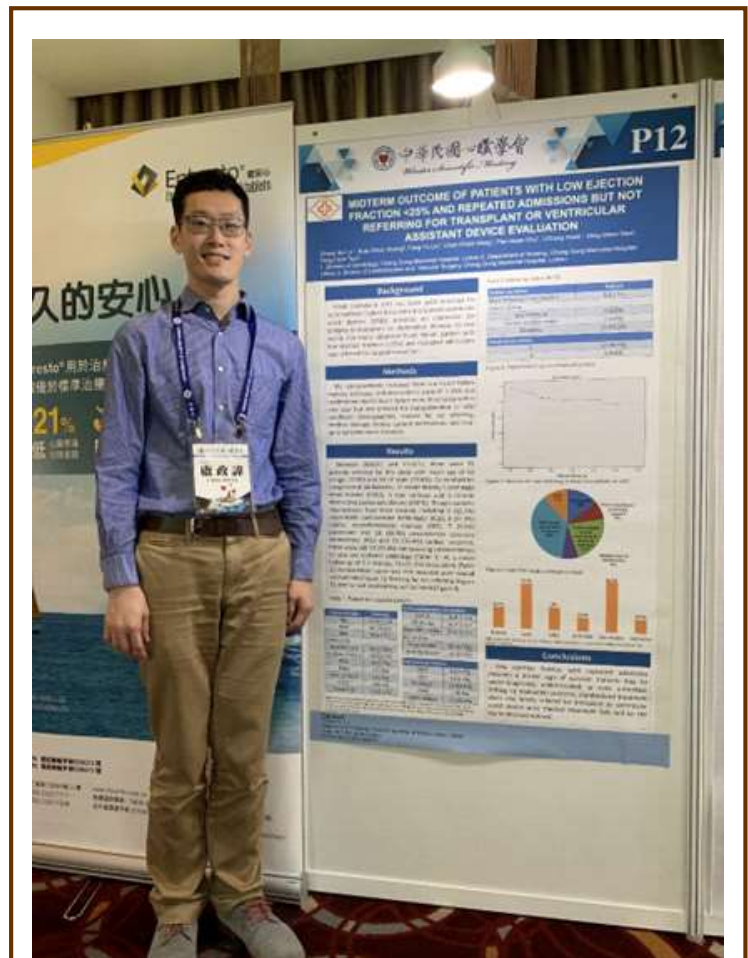
度(mild)。當VAD轉速逐漸上調後，左心室負荷的卸載會逐漸變多，左心室舒張末期寬度也隨之減少以外，主動脈瓣膜會從原本的正常開關慢慢變成間歇性開啟、甚至是持續性關閉；轉速上調也會造成前負荷(preload)增加，右心也會逐漸變大，而心室中隔的位置也會從本來的正中位置慢慢變成向

左偏移。因此若是能調整至理想的轉速對於VAD的正常運作來說就相當重要。如果日後VAD機器產生警示訊息 (high flow, low flow, high pulsatility index, low pulsatility index等等)，心臟超音波也可以幫助判斷病理機轉並即時的給予適當處置及治療。如下面的診斷流程表。(圖五)

心臟超音波對於評估VAD來說是個不可或缺的工具，不僅在術前評估、術中監測及術後追蹤是相當及時的，非常有效率、且可以幫助臨床醫師正確地做出處置，避免不必要的併發症。

參考文獻

1. Raymond F et. al. Echocardiography in the Management of Patients with Left Ventricular Assist Devices: Recommendations from the American Society of Echocardiography. August 2015; 28:853-909.
2. Kirkpatrick JN, et al. Ventricular assist devices for treatment of acute heart failure and chronic heart failure. Heart 2015; 101:1091 – 1096.
3. Grinstein et al. Aortic Insufficiency Quantification With LVAD. JACC: cardiovascular imaging, vol.9, no.6, 2016.
4. S. Bouchez et al. Haemodynamic management of patients with left ventricular assist devices using echocardiography: the essentials. European Heart Journal -Cardiovascular Imaging (2019) 20, 373 – 382.
5. Nadia Bouabdallaoui et al. Aortic regurgitation in patients with a left ventricular assist device: A contemporary review. J. Heart Lung Transplant . 2018;37(11):1289-1297
6. Carlotta Sciacaluga et al. Echocardiography for left ventricular assist device implantation and evaluation: an indispensable tool. Heart Failure Reviews (2022) 27:891 – 902
7. Aashish Katapadi et al. Update on the Practical Role of Echocardiography in Selection, Implantation, and Management of Patients Requiring Left Ventricular Assist Device Therapy. Current Cardiology Reports. (2020) 17:97 – 105



圖、盧政諱醫師