

心導管

李應紹博士

血流力學

- 壓力波 (pressure wave) = 複雜週期性平方壓力變動
- 基本頻率 (fundamental frequency) = 每秒壓力波收縮週期數
- 函數 (harmonic) = 基本頻率倍數
- Fourier 分析 = 壓力波以一連串的 sine waves 總和來表達 (= Fourier series)

血流測量 :-

- 心輸出量(cardiac output, CO) = 每分鐘輸出體循環血流量(l/min)
- 心輸出量測量 = Fick oxygen 方法，Indicator dilution 方法如 thermodilution 方法

$$\text{CO} = \frac{\text{oxygen consumption } (=2000/\sqrt{\text{age} + 9} \times \text{BSA})}{(\text{Ao}\% - \text{PA}\%) \times \text{oxygen content } (=1.36 \times \text{Hb})} \times 10$$

血管阻力測量： -

- 系統血管阻力(systemic vascular resistance, dynes-sec-cm^{-5}) = $\text{Ao} - \text{RA} / \text{CO} \times 80$
- 肺血管阻力(pulmonary vascular resistance) = $\text{PA} - \text{LA} / \text{CO} \times 80$

分流測量： -

- 左至右分流：測量 RV, RA, superior vena cava 及 inferior vena cava 等的氧飽和百分比 (=oximetry run)。若右心氧飽和百分比 升高 → 左至右分流
- 右至左分流：測量 PV, LA, LV 及主動脈等的氧飽和百分比。若左心氧飽和百分比 下降 → 右至左分流

■ 系統血流量 (systemic blood flow, Q_s) =

oxygen consumption

$Ao\% - (VSD \text{ or } ASD \text{ sat}\%) \times \text{oxygen content} \times 10$

$VSD \text{ sat}\% = HRA + RA + LRA/3$

$ASD \text{ sat}\% = 3SVC + 1 IVC/4$

肺血流量 (pulmonary blood flow, Q_p) =

oxygen consumption

$(Ao\% - Pa\%) \times \text{oxygen content} \times 10$

If $Q_p > Q_s \rightarrow$ left-to-right shunt

If $Ao\% < 95\% \rightarrow$ right-to-left shunt

心瓣膜面積計算： -

■ Gorlin 公式：

$$\text{二尖瓣面積} = \frac{\text{CO/DFP}}{38 \sqrt{\text{PCW} - \text{LV}}}$$

diastolic filling period (DFP) or systolic ejection period (SEP if aortic valve) =

$\frac{\text{length of diastolic(or systolic if aortic valve) phase (mm) in 5 cycles}}{\text{total length (systole + diastole) in 5 cycles}}$

X 60

$$\text{PCW} - \text{LV gradient} = \frac{\text{area of 5 gradients (mm}^2\text{)}}{\text{DFP}}$$

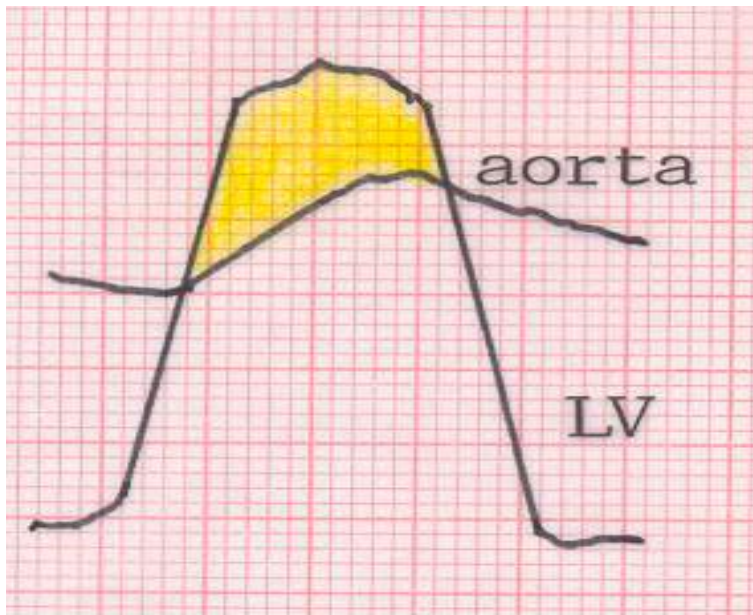
■ 簡化 Hakki 公式：

$$\text{valve area} = \frac{\text{cardiac output (l/min)}}{\sqrt{\text{pressure gradient}}}$$

■ LV – PCW 壓力差 :-



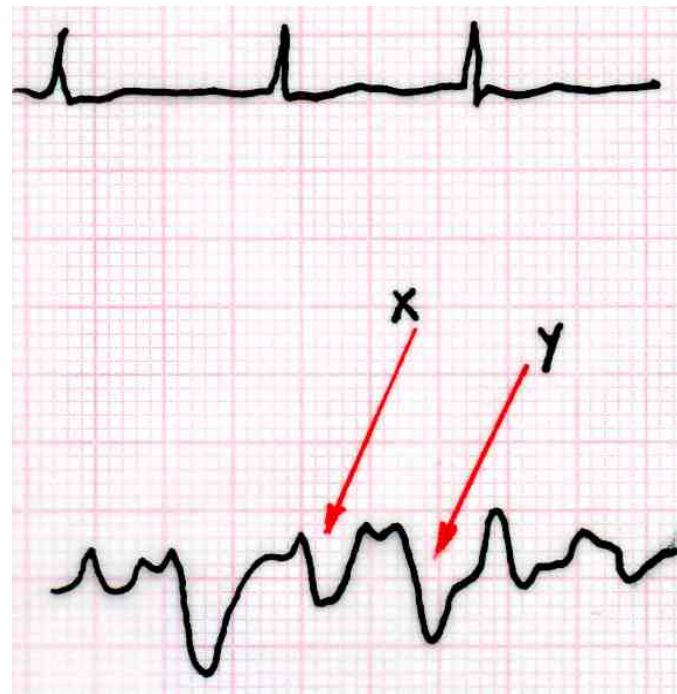
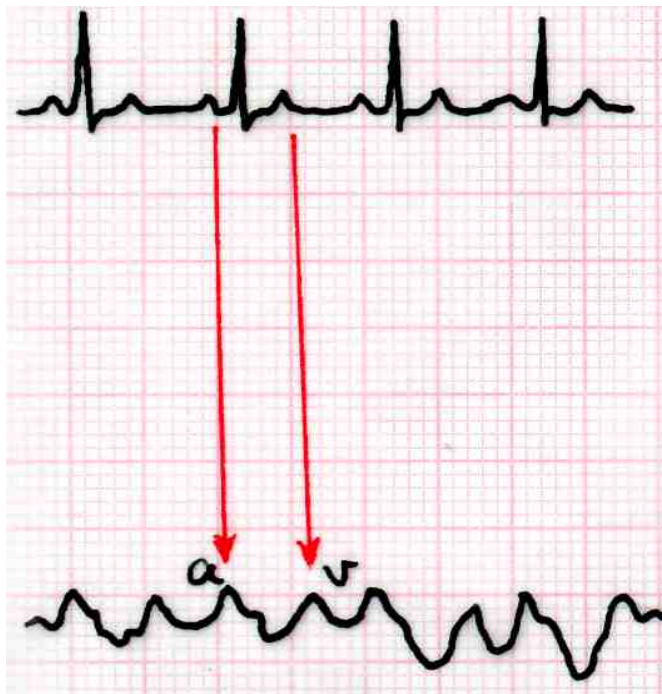
■ LV – aorta 壓力差 :-



正常壓力波形

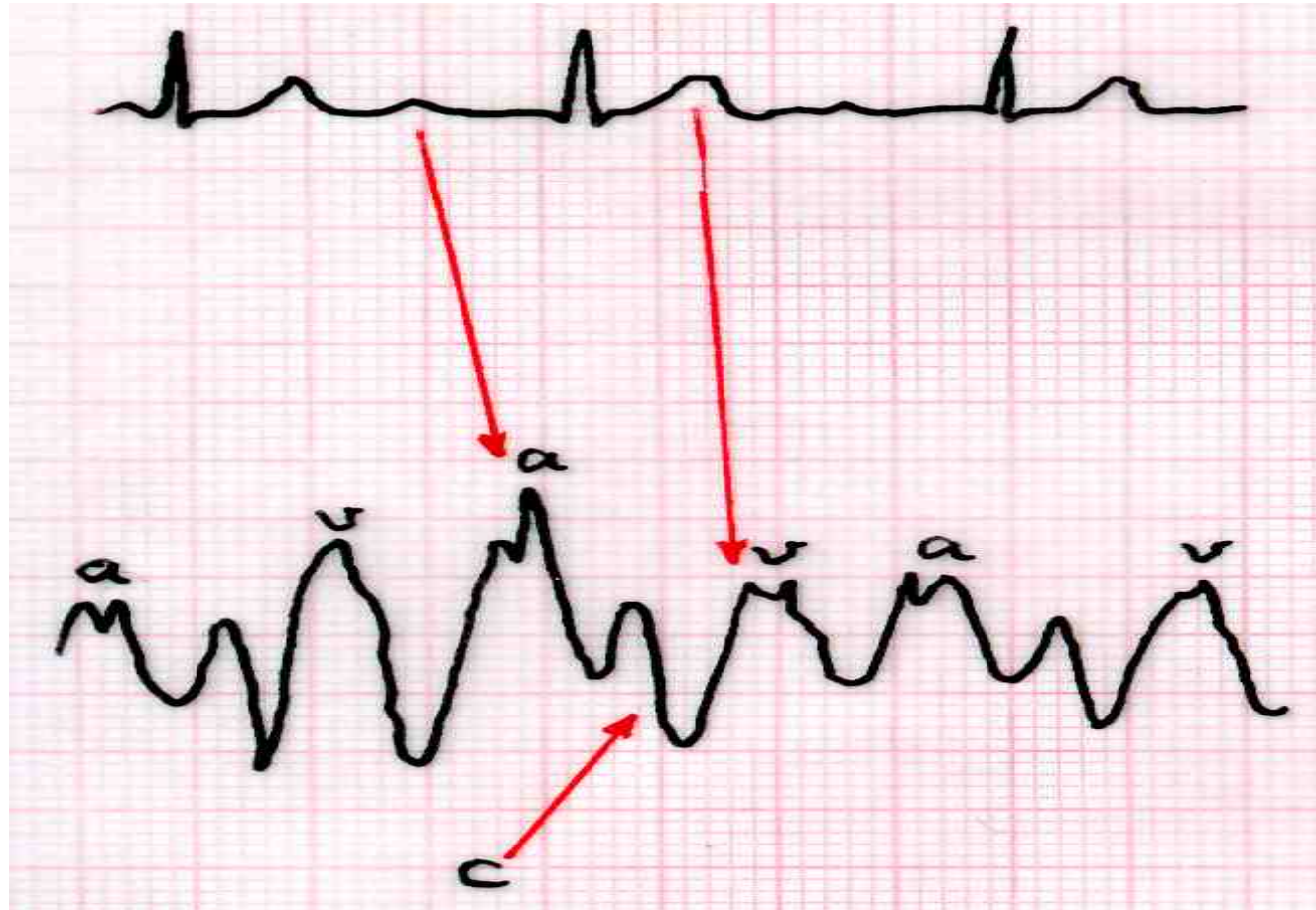
右心房壓力波形 :-

- 特徵有：**a**及**v**波(通常**a**>**v**)，**x**及**y** descents



- **a**波=因心房收縮產生右心房壓(約於心電圖p波80ms後)
- **x descent** =心房舒張產生壓力下降 +心室收縮產生心房室下降擺動
- **v**波 =心房舒張血液回流產生右心房壓(與心室收縮同步)
- **y descent** =三尖瓣打開心房快速倒空時產生右心房壓力下降

- **c波(偶而出現)在a波後**，因心室收縮產生三尖瓣環向右心房擺動



- 吸氣 → **x及y descents**更明顯。因胸腔內壓下降增加右心室填充

右心室壓力波形 :-

- 正常右心室收縮壓 = 20-30mmHg; 舒張壓 = 8mmHg
- 特徵有：快速壓力上升(心室收縮)及下降(心室舒張)，併慢慢上升的舒張期



- 在正常 **compliant** 右心室，**a**波通常不明顯。
Noncompliant (如肺高血壓、右心室肥厚、**volume overload**) → **a**波明顯



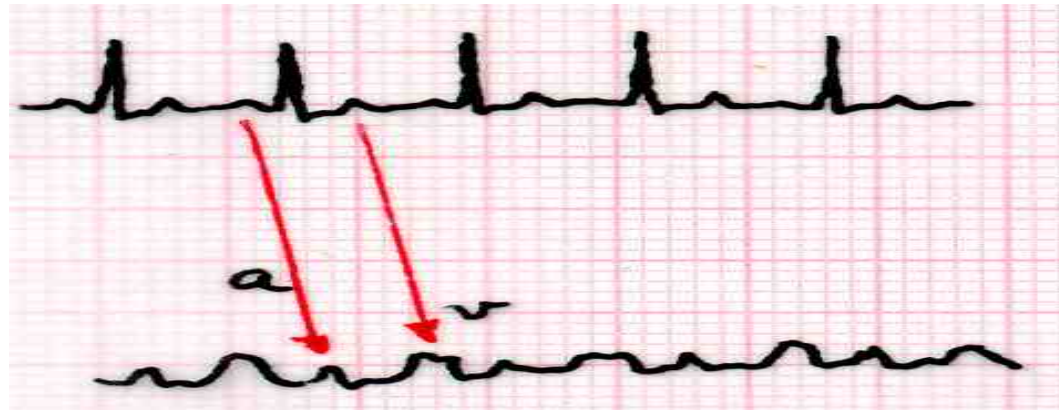
肺動脈壓力波形 :-

- 正常肺動脈收縮壓 = 20-30mmHg; 舒張壓 = 4-12mmHg
- 特徵有：快速壓力上升，收縮壓peak(心電圖T波)，壓力下降併dicrotic notch(肺瓣膜關閉)及diastolic trough



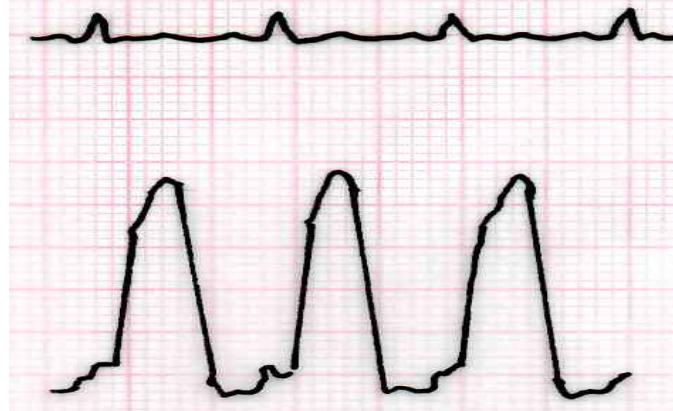
肺楔壓波形 :-

- 正常肺楔壓 = 2-14 mmHg
- = 相對於左心房壓力，具 a及v波(通常 v>a)，及x and y descents



左心室波形：

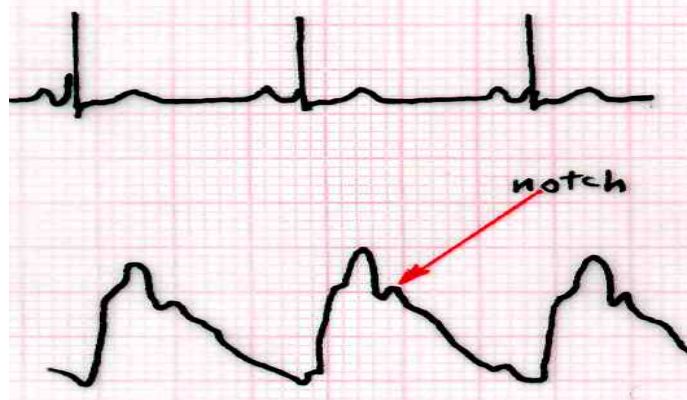
- 正常左心室收縮壓 = 90-140mmHg;舒張壓 =10-16mmHg
- 特徵有：快速壓力上升(心室收縮)及下降(心室舒張)，併慢慢上升的舒張期



- 在正常compliant左心室，a波通常不明顯。Noncompliant→a波明顯。心臟衰竭→左心室舒張壓增加(a波後之壓力)

主動脈壓波形：

- 正常主動脈收縮壓 = 90-140mmHg;舒張壓=60-90mmHg
- 特徵有：快速上升，收縮peak, dicrotic notch(因壓力快速下降時主動脈瓣關閉)



心瓣膜病導管流程

二尖瓣狹窄：

- 右及左心導管 → 測量左心室舒張壓，左心房(或肺楔壓)舒張壓，心跳，DFP，心輸出量 → 計算二尖瓣面積
- LA或PCWP波形：1.明顯a波(當心房收縮時有心房餘量);2.明顯v波(當心房填充時有大的左心房量及壓);3. y descent延長(因左心房倒空不良)
- LA 或 PA 壓力波有大的 v 波

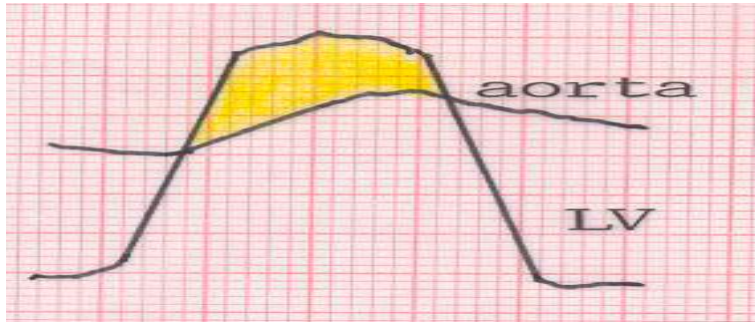


二尖瓣閉鎖不全：

- 測量心輸出量，右及左心壓力
- LA或PCWP波形：明顯v波
- 左心X光攝影以評估二尖瓣閉鎖不全

主動脈瓣狹窄 :-

- 同時測量 LV – Ao 壓力



- **Carabello** 徵象 = 嚴重主動脈瓣狹窄病人，拉出左心導管時壓力會上升



- 右心導管以測量右心壓力及心輸出量
- 左心導管以測量左心舒張壓，主動脈壓力差及主動脈瓣面積

主動脈瓣閉鎖不全 :-

- 主動脈壓波形特徵有：高收縮及低舒張壓(=wide pulse pressure)，anacrotic notch (or shoulder)



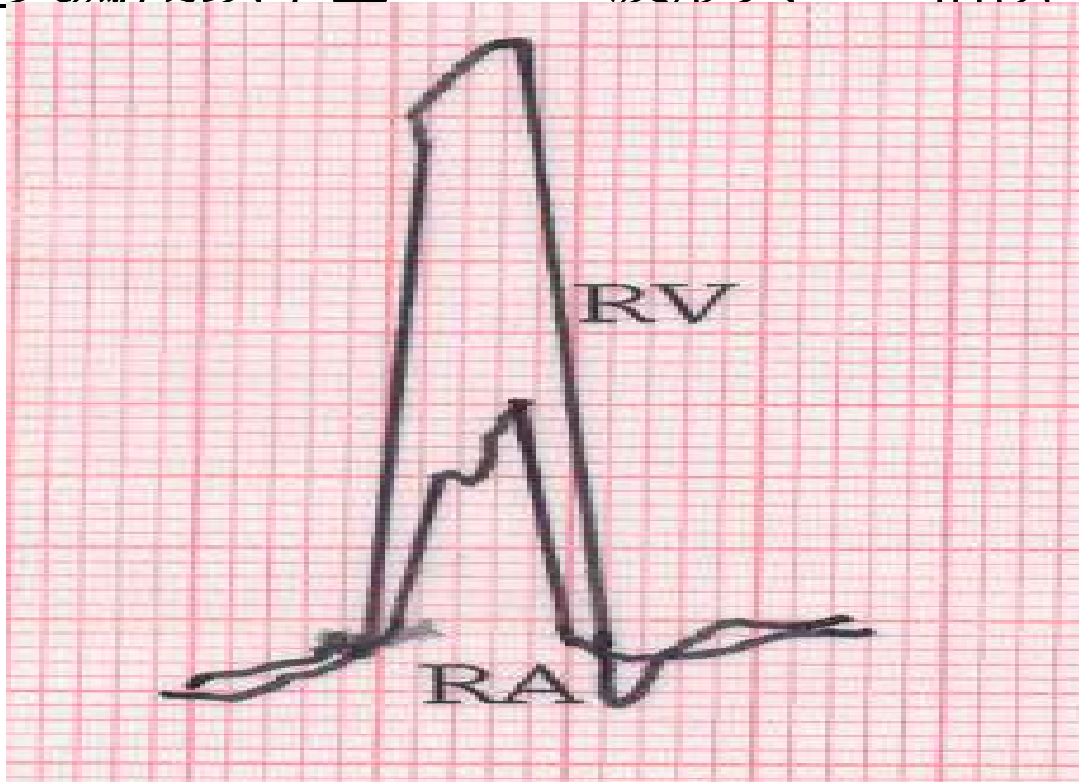
- 股動脈收縮壓 > 主動脈收縮壓

- 左心室及主動脈壓力波：LV 及 Aorta 壓於心舒張後期相同(=diastasis)



- 主動脈X光攝影以評估主動脈瓣閉鎖不全嚴重度：
 - 輕度(1+) = 心舒張時有少許顯影劑進入左心室
 - 中度(2+) = 整個左心室有模糊顯影
 - 中至重度(3+) = 左心室與主動脈同樣清楚顯影
 - 重度(4+) = 一次心跳便將左心室(比主動脈)清楚顯影
- 右心導管以測量右心壓力及心輸出量
- 左心導管以測量左心室舒張壓 – 主動脈壓波

三尖瓣閉鎖不全：- RA 波形與 RV 相似



- 明顯 **c-v**波，**x and y descent**增加

三尖瓣狹窄：-

- 同步測量右心房及右心室壓力及計算三尖瓣面積
- 高右心房壓，明顯**a**波
- **RA**及**RV**壓力差

先天性心臟病導管流程

心房中隔缺損 :-

- 心導管可穿越心房中隔缺損
- 血氧測量(**oximetry**) = 右心房氧飽和百分比升高(左至右分流)
- 右及左心房壓力平均
- 高右心房壓(因右心室量及壓 **overload**)及明顯v波(因右心室擴大產生三尖瓣膜閉鎖不全)
- 高左心房壓(因左心室**noncompliant**)

心室中隔缺損 :-

- 心導管可穿越心室中隔缺損
- 血氧測量(**oximetry**) = 右心室氧飽和百分比升高
- 右至左心室壓力平均

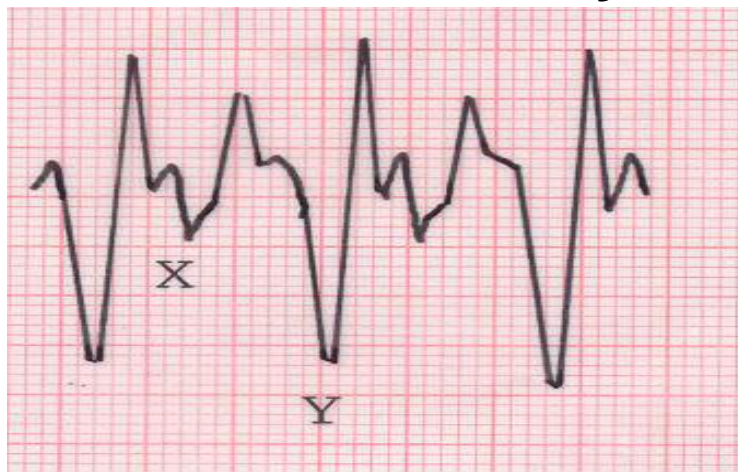
其他壓力圖

1. 限制性心包膜炎 :-

- 左右心室舒張壓相同(少於5mmHg差)及dip-and-plateau 形狀：



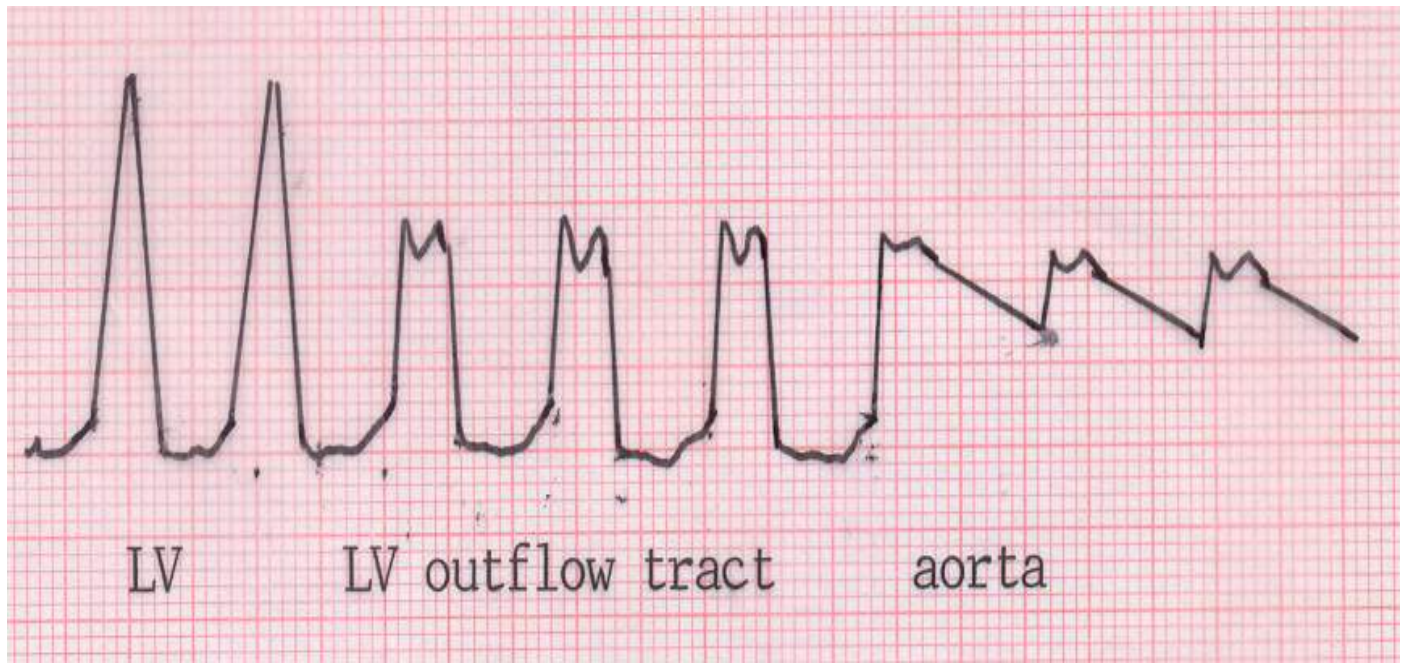
- 右心房壓力圖有明顯 y descent :



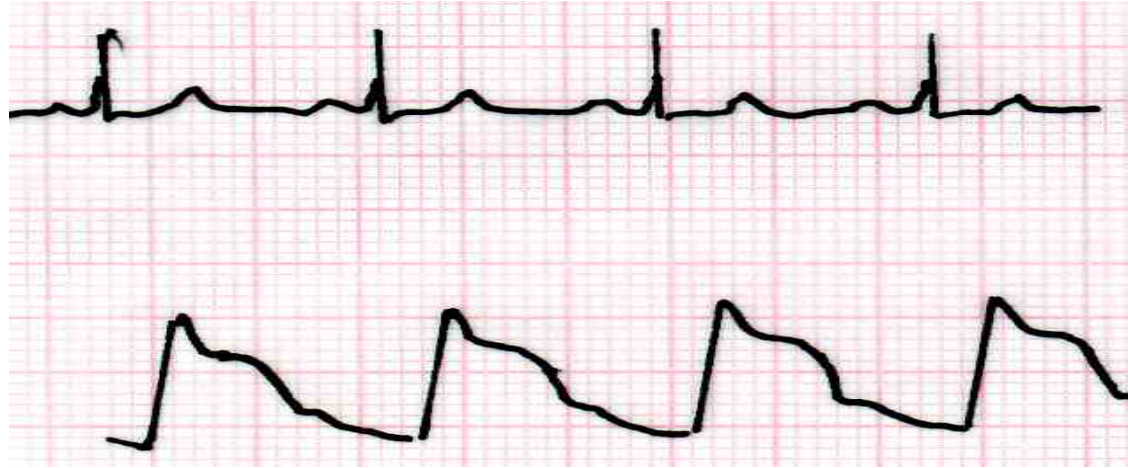
- 擴張性心肌病變：左心室壓力上升及下降緩慢 → 三角形狀及左心舒張壓上升



- 肥厚性心肌病變：左心室導管拉出時顯示左心室及其出口處有壓力差



- 明顯a波(→noncompliant LV)
- “Spike and doom”波形



- 限制性心肌病變：dip-and-plateau 形狀併左心大於右心舒張壓

