

心臟、肺臟系統造影檢查

Speaker：張春梅

高雄榮總核醫科 醫事放射師
高雄師範大學 教育學博士



課程主題

(一)心臟系統造影檢查

- 1.MUGA(multigated acquisition)心血池門脈平衡
- 2.Myocardial Perfusion scan-medication
- 3.Myocardial Perfusion ,R&E

(二)肺臟系統造影檢查

- 4.Venography
- 5.Lung Perfusion scan (Tc-99m MAA)



課程主題 (一) 心臟系統造影檢查

1. MUGA(multi-gated acquisition)心血池門脈平衡
2. Myocardial Perfusion scan-medication
3. Myocardial Perfusion ,R&E

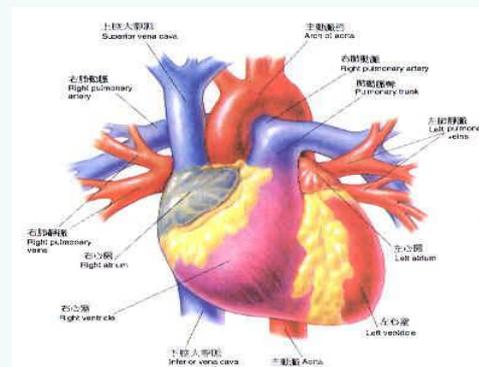
注意事項提醒

- A. **紅色字體 為課程重點**
- B. 負責撰寫紀錄同學，Q&A及講義可作為參考資料。
- C. 測驗成績70（含）分以上為及格；69分以下者，各自進行網路補強課程(PowerCam)。並於課後二週內，主動與授課臨床教師預約測驗時間，全部不合格者，統一時間於Zuvio重新測驗，成績登錄則以第一次為主，補習測驗分數不會列入實習成績。
- D. 請假或缺曠課者，請自行進行網路補強課程(PowerCam)，並於課後二週內，主動與授課臨床教師預約測驗時間，於Zuvio補作測驗，補作測驗分數，以原始分數作登錄，並列入實習成績。



心臟解剖位置

- 冠狀動脈疾病是供應心臟血液的左、右冠狀動脈管腔發生狹窄或阻塞。
- 臨床上以胸痛為表徵的所謂心絞痛、狹心症及心肌梗塞。
- 診斷方法以心電圖、超音波、冠狀動脈血管攝影及核子心肌灌注造影。
- 心臟分成四個腔室，有左右心房、左右心室。
- 心臟為縱隔的一部份
- 前為胸骨，後為脊柱
- 冠狀溝分開心房與心室
- 前、後心室間溝分開左右心室
- 心耳增加心房表面積
- 心房間隔分開心房
- 大小約拳頭般大。



解剖與生理

主要的功能

- 將經肺循環含氧血，有節律的由LV收縮，經由體循環送至全身組織以供細胞使用。
- 心肌營養的血液是由冠狀動脈所供應。
- Blood flow :

SVC → RA → RV → PA → PCA → PV → LA → LV → Aorta



1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

- 平衡柵式心臟血池造影(gated equilibrium cardiac blood pool imaging) MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡法又稱RNV(radionuclide ventriculography)。
- 此技術目的是獲得心腔室影像和高解像力的大血管來評估心室功能。
- 通常用來評估左心室功能。
- 所需時間：40~50分鐘。



1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

- 常使用的放射藥品為Tc-99m人類血漿蛋白和Tc-99m標幟紅血球。
- 注射PYP後15~30分鐘，再予以注射Tc99mO₄⁻，過15-20分鐘後，血池達到平衡，配合EKG機器進行造影檢查。
- 受檢者自身的心電圖R波和**R-R**間期內間隔相等的信號，觸發γ照相機自動、連續、等時地採集心血池影像，可獲得一個心動周期內的心血池系列影像。
- 計算**Ejection fraction**時，我們是以**EKG**上的**R-R interval**來當起始點。



1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

- 造影條件為Dynamic==>Time : 900sec。
- 在心電圖中QRS波的R波同時收集數據存在於電腦內，每次心週期（**連續兩次R波間隔**）收集40ms片段。
- 在每一次40ms片段累積的統計計數連續收集直到統計是精確的（100k-300k計數）。
- 為觀察室壁各節段的運動情況，需進行前位、**左前斜45°角度**可適當調整，以左、右心室影像能最佳分隔為準）和左側位顯像，其中左前斜30~45°的影像最宜於分別測定左、右心室功能，因為二者不會互相干擾。



1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

- 優點

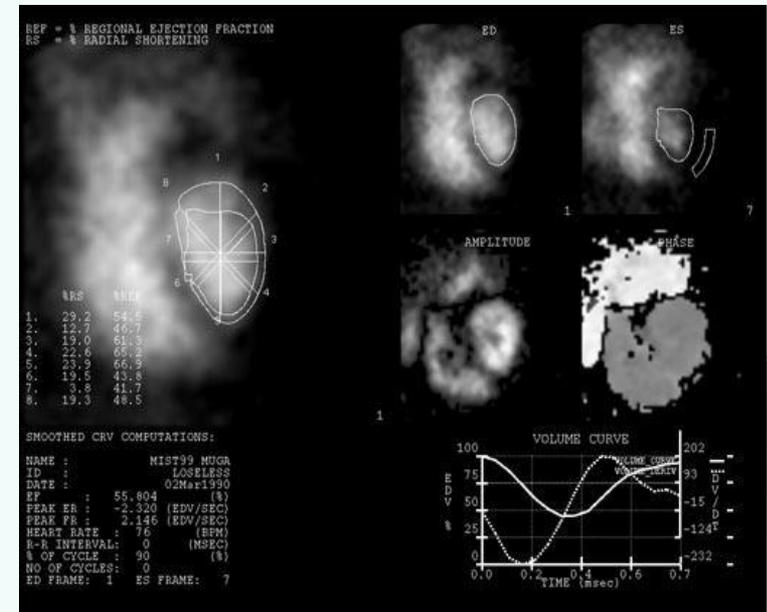
本法的優點是顯像劑可以在血循環內保持若干小時，因此允許進行多體位顯像，和進行必要的介入試驗。

射出分率:EF%

$EDC-ESC/EDC-BG*100$

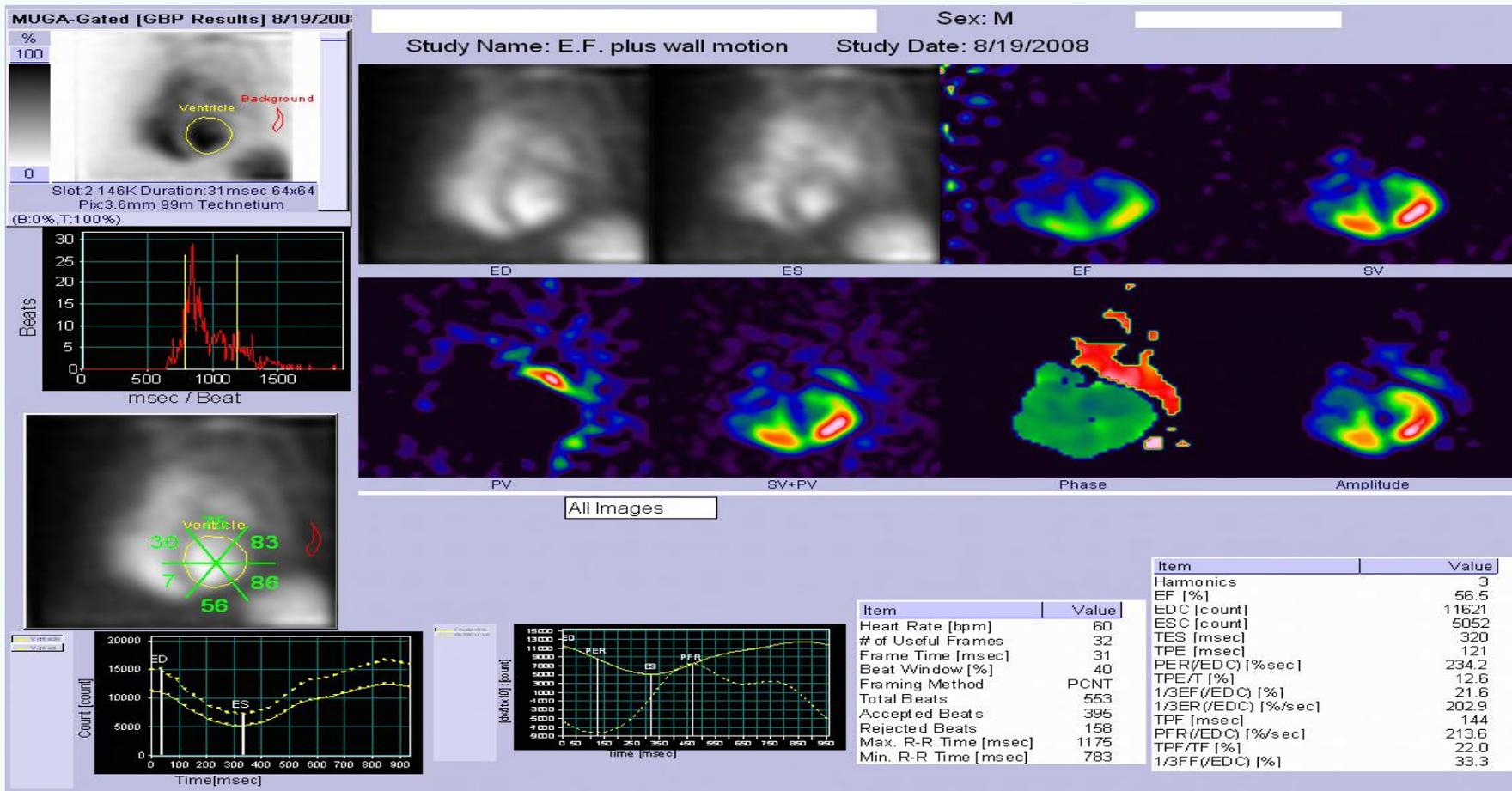
高峰充盈率：PFR

曲線從最低點升至最高點間的最大斜率



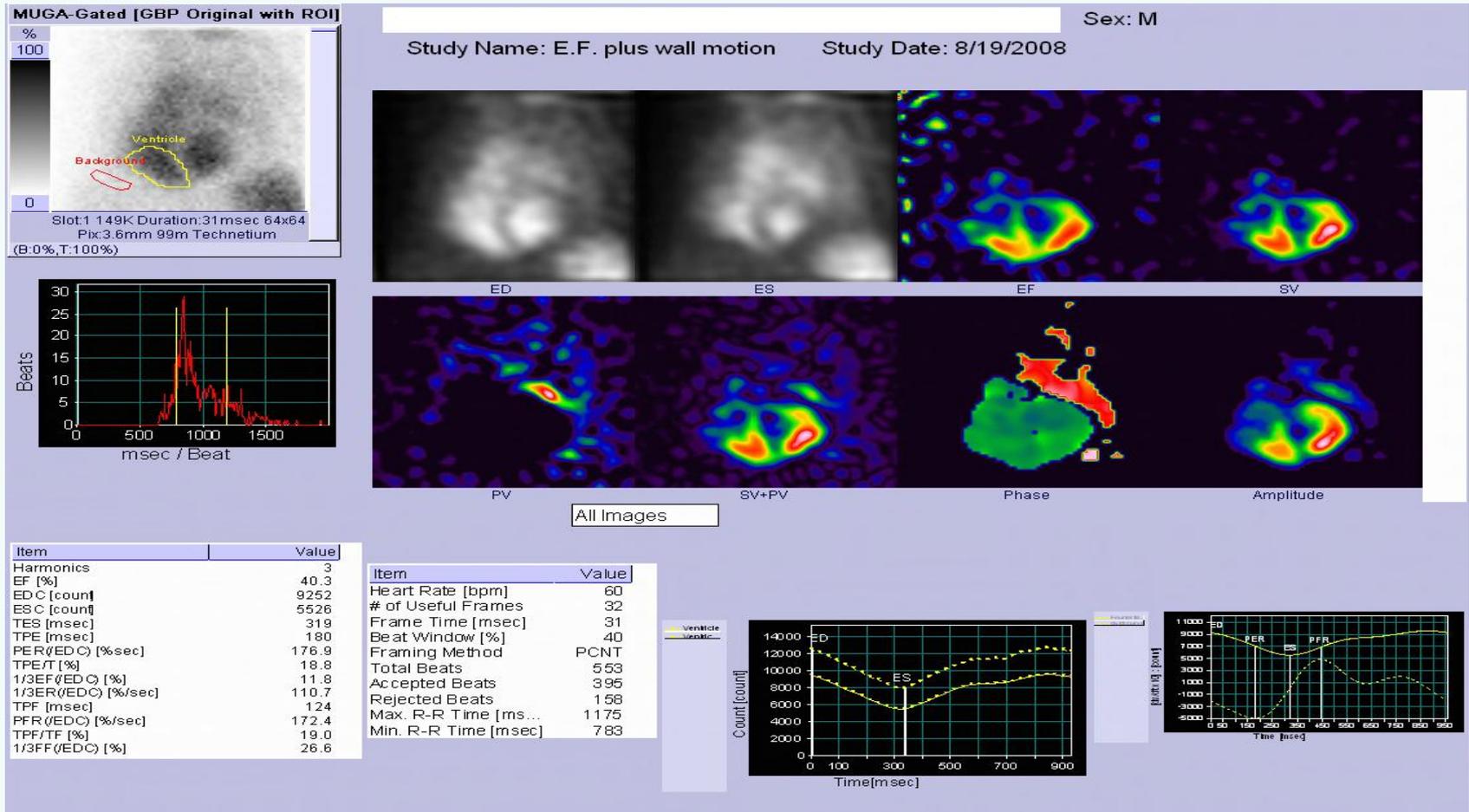
1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

LVEF正常值>55%



1.MUGA(multigated acquisition) 心血池門脈平衡

RVEF正常值>45%



體外標記法(In Vitro法)

- 體外法是一種操作複雜而且相當耗時的一種做法。
- 抽取10~20 mL的血液，然後在血液中加入stannous citrate，這樣除了可以供應約1.5 μg 的 Sn^{2+} ，也同時可以防止血液凝固，經過5分鐘的輕微搖晃後，將血液拿去離心，將含有多餘未作用 Sn^{2+} 的上清液丟棄，將20 mCi的Tc-99m與剩下沉積的紅血球混合，經過5分鐘的輕微搖晃後，再將作用完成的混合液注射回病患的血液中，經過5~10分鐘後標記的紅血球就能均勻的分佈在循環血液中了，標記的效率大約是在95% 以上。
- 整個過程耗費的時間很長，技術人員又必須處理血液樣品以及接受到較多的輻射暴露，因此臨床上對於體外標記法的接受度並不高。



體內標記(幟)法- in Vivo法

- 在血流中完成整個的標記過程，先將stannous pyrophosphate以每公斤10~20 μg 的劑量注射至靜脈，待 Sn^{2+} 在體內循環20~30分鐘讓紅血球達到最大攝取量後，再由靜脈注射20 mCi的Tc-99m，接下來經過15~20分鐘後就能完成紅血球的標記，一些處於循環中游離狀態的Tc-99m就會被甲狀腺、腎臟以及胃黏膜攝取，大部分未結合的Tc-99m會經由腎臟排泄，整個的標記效率大約是85~95%。
- 體內法因為操作的步驟單純，操作人員的劑量也較低，因此頗值得考慮使用，另外在需要注射小體積Tc-99m的檢查如first pass時也很適合。



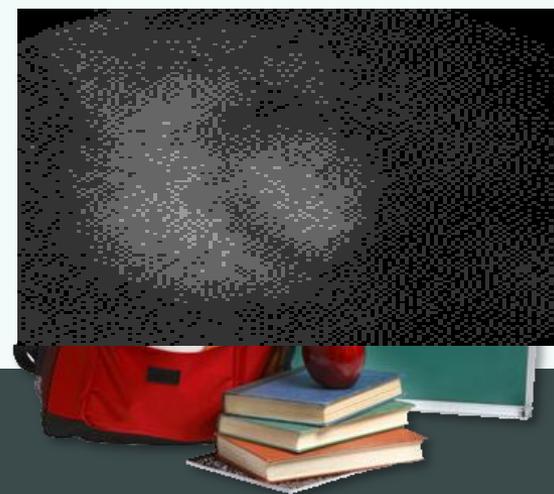
改良式體內標幟法(Modified in Vivo法)

- 藉由在體外進行標幟的方式增進了in vivo法的標記效率，而且以in vivo的方式來讓紅血球與 Sn^{2+} 作用，因而減少了技術人員實驗室的操作流程以及降低了輻射的暴露。
- 以靜脈注射的方式施打stannous pyrophosphate，30分鐘後以具有屏蔽內含15~30 mCi Tc-99m以及1 mL抗凝血劑(ACD)的針筒抽取5 mL的血液，再經過10分鐘的作用後，再將這針筒內的紅血球注射回病人的靜脈中，經過10分鐘的循環後標記的紅血球就會均勻的分佈到循環血液中了。
- 和in vitro法比較起來，這個方法花的時間較少，不過標記的效率較低只能達到90~93%，一般來說影像的品質還是比in vivo來的好。
- 大部分醫院所最能接受是**modified in Vivo法**。



99mTc標幟紅血球效果何法最好？

- 必須注意的是不要使用heparin來當作抗凝血劑，因為它會氧化Sn²⁺以及抓取Tc-99m，因此會造成標記的效率降低，所以如果病患的靜脈IV有注射heparin來防止凝血時，要盡量避免使用那一條靜脈內導管來進行紅血球的標記。
(A)體內標幟法(in vivo technique) (B)體外標幟法(in vitro technique) (C)改良式體內標幟法(modified in vivo technique)
- 標記效率依高低排列分別是
in vitro > modified in vivo > in vivo



2. Myocardial Perfusion scan-medication

3. Myocardial Perfusion ,R&E

放射製劑

- Thallium-201 (Tl-201)
劑量2~4mCi
- 半衰期=73 hr
- III-A族鹼性金屬元素，類似鉀離子
- 由迴旋加速器產生
- r-ray能量**69~83keV(93%)**
135~167keV(10%)

目的及臨床適應症

- 偵測心肌梗塞的位置與範圍
- 評估心肌血流灌注
- 偵測心肌血流缺血位置
- 評估冠狀動脈繞道手術情形
- 評估心臟功能如左右心室肥大、心衰竭
- PTCD治療後的評估及是否再阻塞
- **評估冠狀動脈(CAD)疾病**



Patient Preparation

- 檢查前一晚 Patient **NPO至少6~8小時**。
- 檢查前一天應停止服用含咖啡因食物(如咖啡、茶、可樂)，36小時前禁用Persantin和Aminophyline藥物
- 尋問病人的**基本資料**(女性應量**胸圍**)。
- 造影前病人上半身所有外來物
(包括零錢、項鍊、金屬製品)應取出，以免照成誤判。
- 每位患者須事先預放一留置針頭於手上。



2. Myocardial Perfusion scan-medication

3. Myocardial Perfusion ,R&E

- Tl-201衰變模式為**電子捕獲** (electron capture)
- Tl-201作用機轉:

Tl-201經靜脈注入體內會隨著冠狀動脈血流循環至心臟，再由心肌攝取藥物。Tl-201可視為**鉀離子**的類似物而取代部份鉀進入活的心肌細胞(透過細胞膜依靠**主動運輸**，停滯於心肌細胞間)。

- Tl-201在心肌中分佈的最大特性是有“**再分佈**”的現象。
- **Tl-201約5%停留於心臟中**，2%停留於血液內其於93%儲存在身體其他部位。
- Collimator : LEAP



2. Myocardial Perfusion scan-medication

3. Myocardial Perfusion ,R&E

- 心肌灌注顯像是正常的心肌顯影
- 心肌病變表現為冷區(cold spot)。
- TL-201靜脈注射後,能被心肌細胞攝取而使心肌顯影,心肌部位聚集量與冠狀動脈灌注血流量成正比。
- TL-201進入細胞後可通過彌散過程清除出去,清除的速度與冠狀動脈血流灌注量成正比。
- 具體方法當運動負荷試驗達到一定要求時由事先建立的靜脈注入TL-201,照完SPECT後得到stress image(負荷);3小時後在靜息狀態下,直接進行多體位心肌平面,得到Redistribution scan。



2. Myocardial Perfusion scan-medication-藥物試驗

- 介入實驗簡介分為**運動負荷實驗**和**藥物實驗**。
- 藥物實驗：常用藥物為潘生丁(Dipyridamole)，它是一種有效的冠狀動脈擴張劑，靜脈注射0.568mg/kg（4分鐘注射完）後，正常冠狀動脈血流量幾乎立即增加3~4倍，但有病變的冠狀動脈則不能有效擴張，其結果是造成類似運動負荷試驗的情況，故也可用於冠心病的診斷。
- 有氣喘疾病疑似冠心病的患者於接受心肌灌注造影藥物壓力施予 **dobutamine**
- 本法的診斷率略低，宜用於不能進行運動負荷試驗的病人。



dobutamine血管擴張劑

- 有氣喘疾病疑似冠心病的患者，接受心肌灌注造影時，藥物壓力施與，使用dobutamine較為適當。
- dobutamine：同時具有 β_1 及 β_2 受體效果的藥物，目前使用的機會比較低，可以藉由 β 受體增加心臟收縮力，但是由於 β_2 的效果，導致周邊阻力降低，對於心臟心律的影響不是很明確。
- 劑量為40mg/kg/min。



2. Myocardial Perfusion scan-medication-藥物試驗

- 病人不能運動時則用藥物(Persantin)刺激代替運動。
- Persantin是一種冠狀動脈血管擴張劑(劑量為0.568mg/kg)。
- 正常冠狀動脈血流量幾乎立即增加3~4倍，但有病變的冠狀動脈則不能有效擴張。
- 病人檢查前NPO 6~8hr，supine，手上置一靜脈留置針注射Persantin前先接上EKG及血壓計量測並記錄數值。
- Persantin (dipyridamole) 4min注射完畢。
- 3min後注入TL-201後做Stress SPECT掃瞄。
- 病人有不舒服或嚴重心絞痛,靜脈注射Aminophyline茶鹼125mg。
- **Persantin(dipyridamole)作用使Heart血管維持最大負荷。**



Redistribution Scan-(1)

- 有高TL-201吸收率的組織有較快的清出率
- 低吸收率的組織則會隨血液的流入持續累積TL-201
- 從組織清出的TL-201量大於心臟組織
- 組織清出的TL-201量會經由萃取呈現在心肌上
- TL-201離子在細胞腔室內外的連續交換造成TL-201的再分布。



Redistribution Scan-(2)

- 病人在注射TL-201後3hr再照一次
- 造影方法和Stress SPECT一樣
- 有助於診斷判讀暫時性缺血或心肌梗塞

Stress SPECT結束後病人若無法忍受飢餓，
由醫師決定處理方式，尤其是糖尿病患者。



3. Myocardial Perfusion ,R&E

Treadmill exercise stress-運動負荷試驗

- 運動負荷試驗(Exercise Stress Test)，常用的方法是次極量踏車試驗，病人將靜脈留置針固定於手臂上，至運動心電圖室進行跑步運動。
- 先進行靜息狀態下門電路心血池顯像，然後進行踏車運動，當心率達到最大心率的85%(220減年齡數)或出現心絞痛、心電圖ST段下降 $\geq 1\text{mm}$ 等情況時，再進行一次門電路心血池顯像（採集過程中維持運動量不變）。
- 等病人到達適當的運動量後經留置針注入TL-201。
 - 1.最大心輸出量的85%
 - 2.計算預期最大心率(MPHR)=220-age
 - 3.EKG有心肌缺血現象,ST波下降大於3mm或上升大於1mm
 - 4.心絞痛症狀發生
 - 5.病人已經跑不動了
- 待病人呼吸較平穩後開始做Stress SPECT掃瞄



3. Myocardial Perfusion ,R&E

Treadmill exercise stress(運動負荷試驗)

- 正常冠狀動脈有較強的儲備能力。
- 冠狀動脈口徑能自行擴張使冠狀動脈血流量增長 3~4 倍，使心肌氧氣的供需上達到新的平衡。
- 有病變的冠狀動脈的儲備能力降低，當病變較輕時，尚能代償由於冠狀動脈狹窄給心肌灌注血流量帶來的影響，維持靜息狀態下心肌氧的供需平衡。
- 當軀體劇烈運動，心臟負荷增加時，病變冠狀動脈不能如正常動脈那樣的有效擴張，其灌注區的血流量乃明顯低於正常心肌。



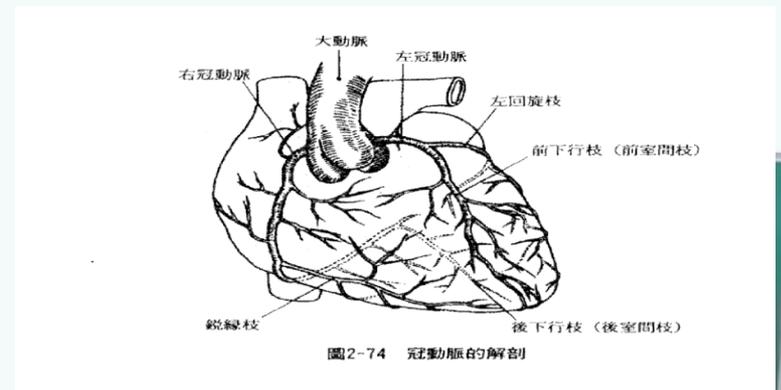
掃描方式-SPECT

- 病人平躺，雙手抬高，用束縛帶固定胸部，並請病人造影時禁止亂動。
- 將心臟位於畫面中間再將Detector轉到RAO45° 進行掃描，任何角度心臟都應在視野內。
- 照影角度由RAO45° 至LPO 45° 共180°
- Stress每30秒照一張，共照32張。
Redistribution每35秒照一張，共照32張。
- 使用r-camera，以小角度區間做SPECT，再將數據重組3D:Transverse、Sagittal、Coronal view。



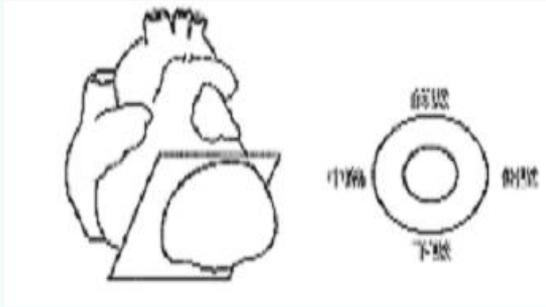
Date analysis分析

- 觀察病人檢查中是否有移動，必要時作移動**校正**，設定需重組的範圍上下限。
- 選擇適當的重組矩陣、補償角度、放大因子、filter、切片厚度。
- 應用濾波反投影(filtered backprojection)原理，先重組transverse slice，依LV的方位組合出不同的長、短軸的斷面顯示影像結果。
 1. **Short axis短軸**:從心尖往心底切所得的結果。
 2. **Horizontal long axis水平長軸**:從心臟下緣往前切所得的結果。
 3. **Vertical long axis垂直長軸**:從心間隔往心側壁切所得的結果。



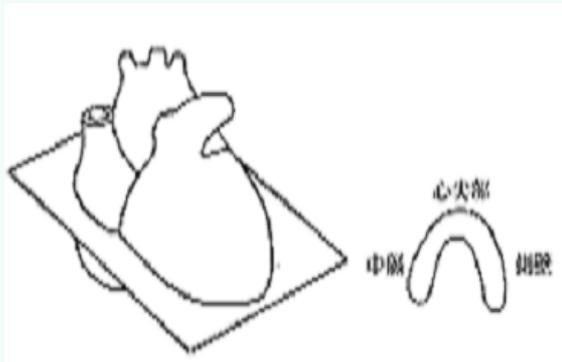
1.Short axis短軸

從心尖往心底切所得的結果



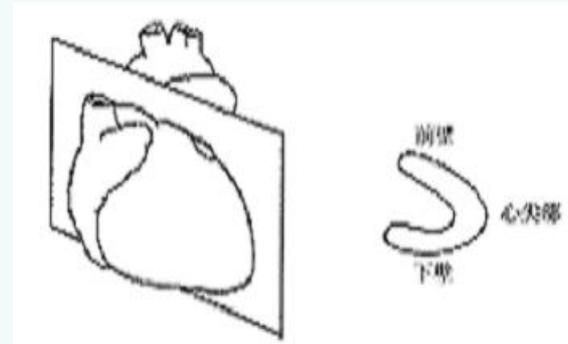
2.Horizontal long axis水平長軸

從心臟下緣往前切所得的結果

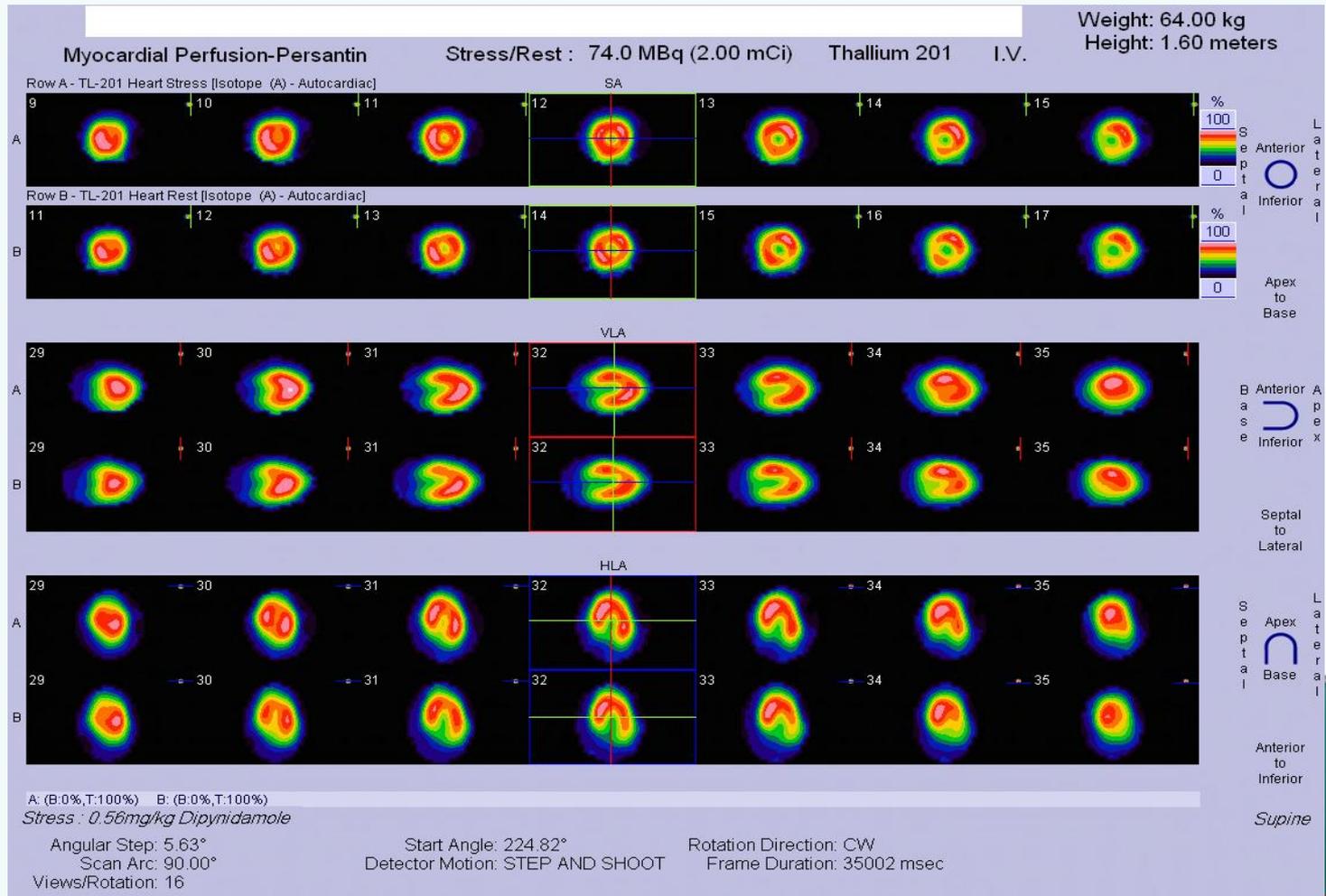


3.Vertical long axis垂直長軸

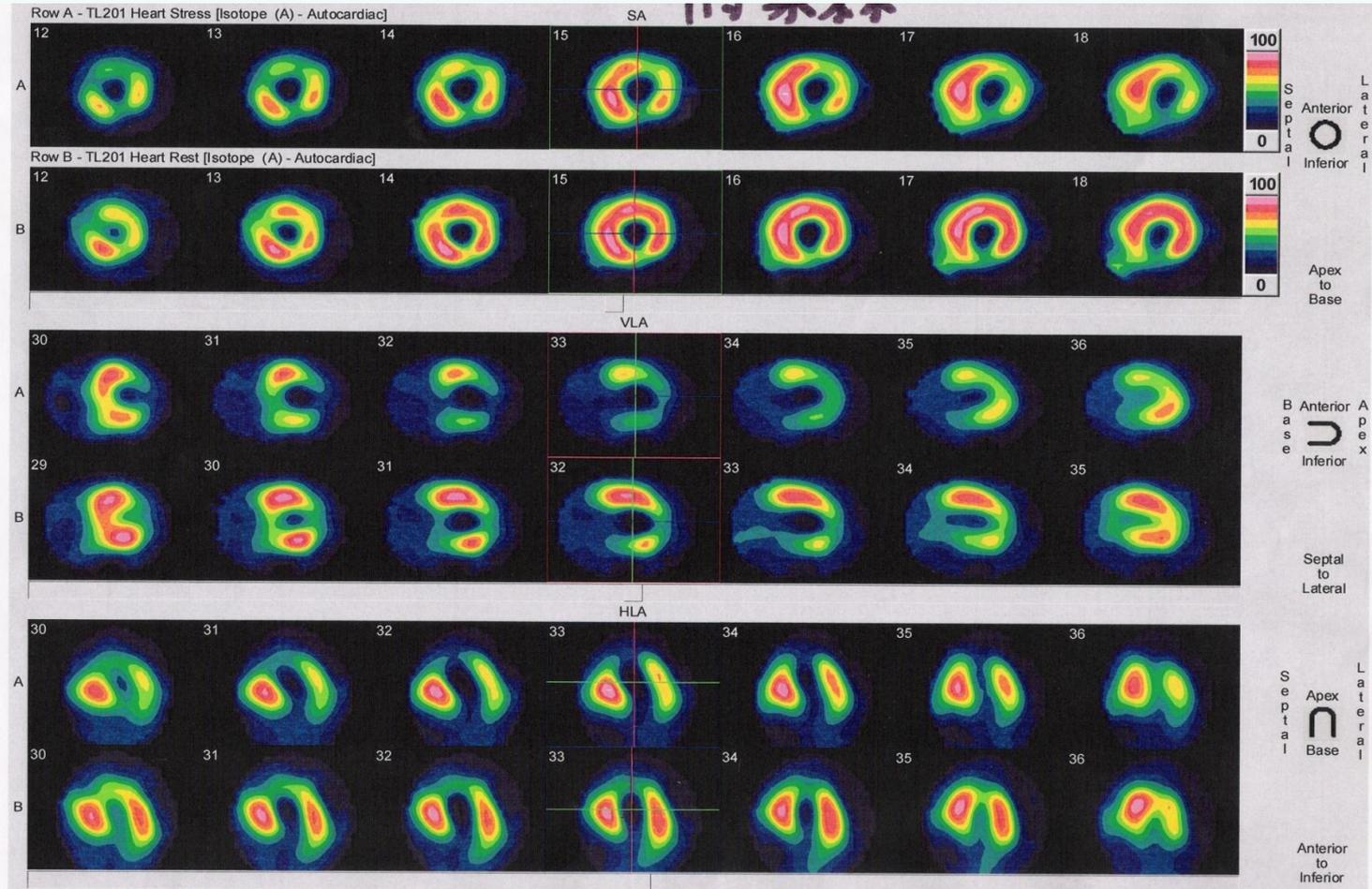
從心間隔往心側壁切所得的結果



Myocardial Perfusion-1



Myocardial Perfusion-2



Artifacts in SPECT Myocardial Perfusion Image

- Soft tissue attenuation
- Breast attenuation
- Patient motion
- Diaphragmatic attenuation
- Center of rotation



教學互動-Q &A

1. 平衡柵式心臟血池造影(gated equilibrium cardiac blood pool imaging)中，可將左右心室區分最清楚是何角度造影？
2. Tl-201 SPECT 為何只收集一百八十度？
3. Tl-201為何會有再分佈現象？
4. Tl-201心肌血流灌注檢查時，腸胃道出現很高活性吸收，可能原因為何？



Q1：平衡柵式心臟血池造影(gated equilibrium cardiac blood pool imaging)中，可將左右心室區分最清楚是何角度造影？

- 左前斜位(left anterior oblique view)

MUGA::camera的角度是LAO 45度角度來收集影像，最容易將左右心室區分清楚，有的時候如果受檢者的心尖並不是偏向左外側而是和一般人不同的角度時，必須稍微的修正camera的角度，直到能清晰分辨左右心室為止。

- First Pass:camera的角度是RAO 30度，這個角度是因為要儘量看到右心室影像的關係。



Q2 : TI-201 SPECT 為何只收集一百八十度？

- SPECT的資料只收集180度是不夠的，沒有另一邊影像的資料在影像重組時很容易出現**假影**。
- 這其中最大的問題就在於**衰減校正**，心臟為例，一般都只有收集RAO到LPO，另外一半的角度因為偵測頭會**離心臟太遠**，導致所收集的資料如果合併於影像重組時，會造成心臟整體的**藥物攝取率偏低**，造成**心肌缺血的假像**。
- 另一個麻煩的地方則是來自於**脊椎的衰減**，因為140 KeV的 γ -ray會被其衰減以及**折射**，因此如果真的收集了360度的影像，最後重組的影像一定亂七八糟。
- 因此在沒有配置衰減校正的 γ -camera上，是不建議對心臟收集360度SPECT影像的，因此雖然只收集180度的資料會導致**左心室下壁**的影像強度偏低而**誤判為心肌缺血的現象**。



Q3：Tl-201為何會有再分佈現象？

- Tl-201因為和鉀離子類似，利用鈉鉀幫浦進出心肌細胞，因此才有再分佈的現象。

◆其他心臟檢查藥物

- Tc-99m sestamibi和Tc-99m tetrofosmine在進入心肌細胞後就會停留在其中，不會再被擴散出來，因此在做壓力相及休息相時必須各注射一次藥劑。
- Tc-99m teboroxime則是因為進入心肌細胞後很快就會被擴散出來(6 ~ 10 min)所以也要打兩次針，附帶一提的是這個藥在心肌細胞的攝取率是最高的，只是因為它的排出速度實在太快，因此只供實驗室研究，臨床上並不使用。



Q4：TI-201心肌血流灌注檢查時，腸胃道出現很高活性吸收，可能原因為何？

1. TI-201心肌血流灌注檢查時，腸胃道出現很高活性吸收，因為受檢者未禁食。
2. $^{201}\text{Tl-Cl}$ 心肌灌注掃描用藥在靜脈注射後30分鐘內，將有5%進入心臟。
3. 進行心肌壓力性試驗（stress）時，可利用aminophylline 減少Persantin之副作用；TI-201的主要能峰為69-83keV；右心室Ejection Fraction正常應為45%以上；心肌灌注造影前須禁食。



課程主題(二) 肺臟系統造影檢查

4.Venography

5.Lung Perfusion scan (Tc-99m MAA)



Tc-99m 特性

- 物理半衰期=6小時
- 放出能量為140keV
- 利用generator生產
- ^{99}Mo - $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 滋生器的沖洗液中 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 的主要化學型式 $^{99\text{m}}\text{TcO}_4^-$
- $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ 孳生器的沖洗液 (eluate) 中不純物物質是
(A) ^{99}Tc (B) ^{99}Mo (C) Al^{+++}

P.S.核醫是最重要也是最常用的藥物



原理

- 肺泡微血管的直徑為 $7 \sim 9\mu\text{m}$ ，當靜脈注射直徑為 $10 \sim 60\mu\text{m}$ 的放射性顆粒後，顆粒隨血流進入肺血管，最後將暫時栓塞在微血管床內，局部栓塞的顆粒數與該處的血流灌注量成正比。
- 利用 γ 照相機可以獲得肺微血管床影像，影像的放射性分布反映各部位血流灌注情況，故這種顯像稱為肺灌注顯像，可用於診斷與肺血流灌注有關的各種疾病。



Lung肺臟臨床適應症

- 肺栓塞的診斷和療效觀察
- 診斷慢性阻塞性肺部疾病
- 肺血管高壓
- 原發性或轉移性肺癌之早期偵測
- 可同時分辨氣道或血管系統的問題
- 可區分是局部或是整體性



病患準備

- 檢查不必禁食，因注射藥物具放射性，懷孕者請務必事先告知排程人員。
- 檢查前需取出受檢者上身所有之金屬物。
- 注射後立即進行造影檢查。
- 每位患者須事先預放一留置針頭於手上。
- 若 Tc-99m-MAA 因製備或存放不當，仍用於檢查病患，在注射入病患兩側下肢靜脈後，掃描結果發現放射藥劑多數聚集於甲狀腺與唾液腺，可能原因是製劑標化效率偏低；該問題製劑檢測病患，除了甲狀腺、唾液腺顯影外，尚可能看見胃吸收該問題製劑。



放射性藥劑

- 1 . Tc-99m MAA (macroaggregated albumin) ;
半衰期約為 6 小時，釋出之r-ray能量140 KeV。
- 2 . 劑量 - 成人74 MBq (2 mCi) , 1mCi MAA兩支。

P.S 當病人欲做Lung Perfusion scan ,1mCi MAA 一支

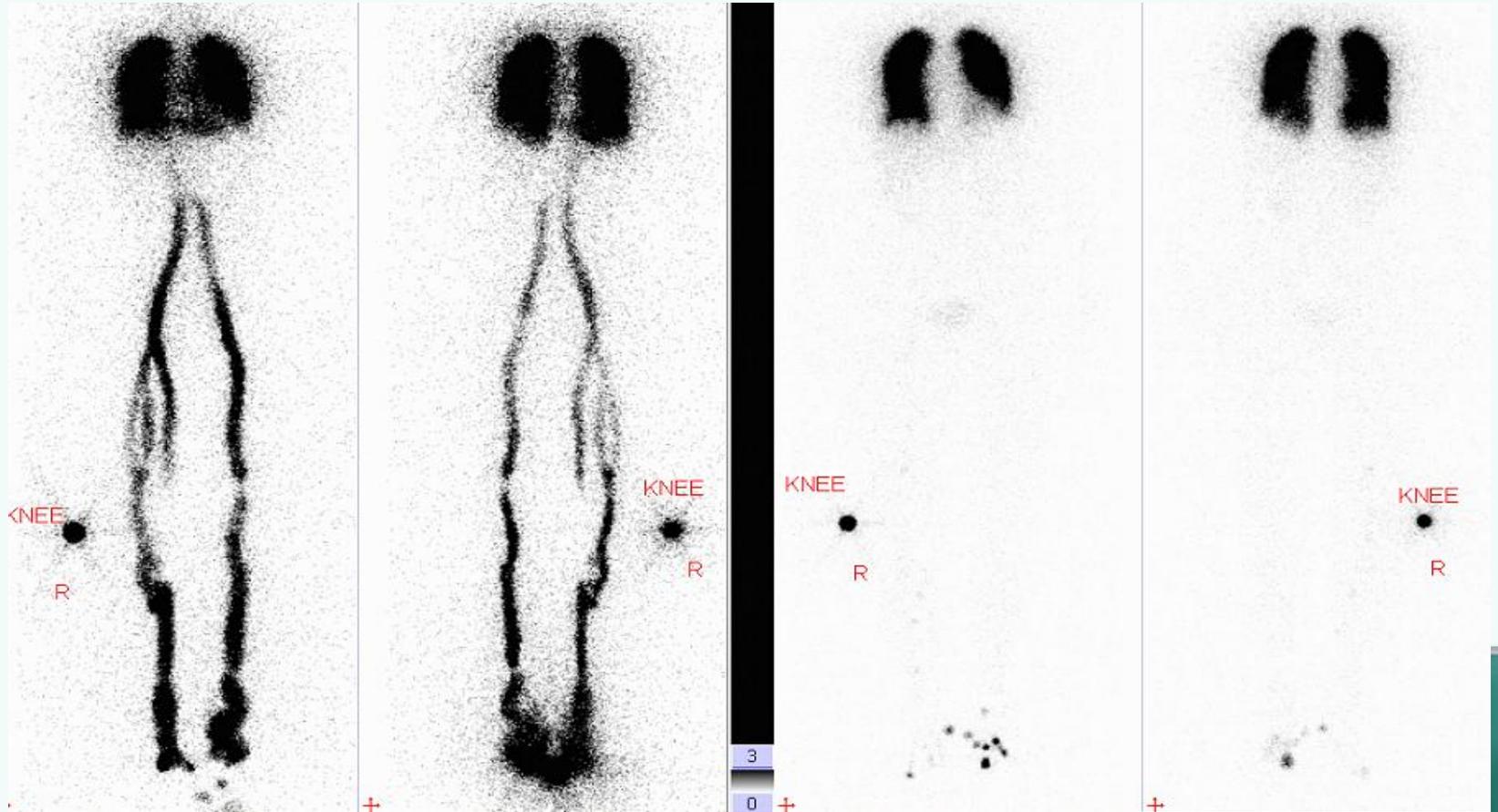


4. Venography 檢查步驟

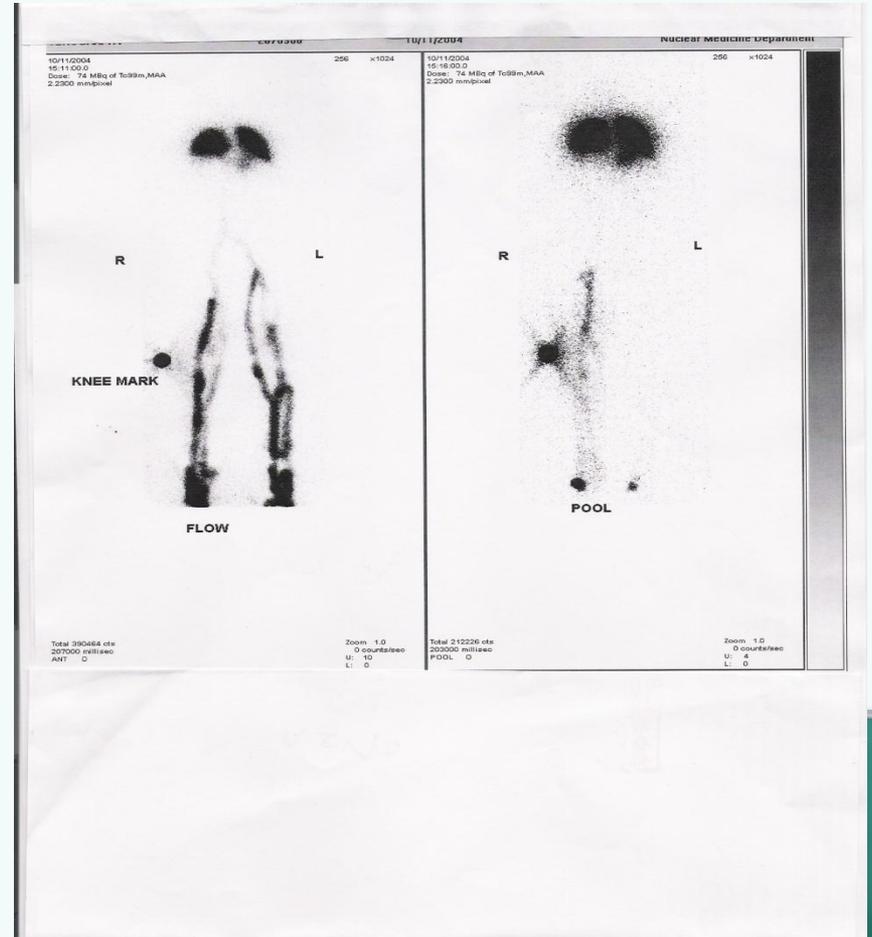
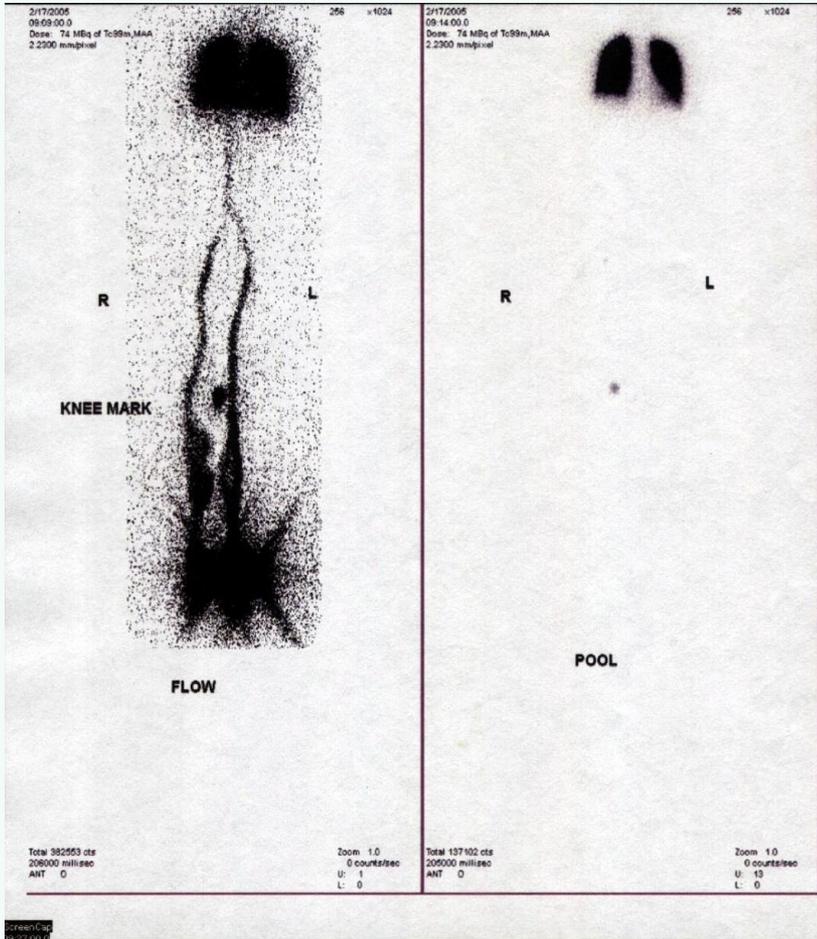
- 分二階段執行，先進行下肢靜脈造影後，再繼續進行血流灌注檢查。
- 利用Tc-99m MAA 進行下肢靜脈造影，打針位置為雙腳背靜脈
- 病人平躺，頭先進，在病人ankle和knee各綁上止血帶，使藥物走深部靜脈。
- 採用whole body技術，開始掃描後，醫生從病人的腳開始打藥。
- 當藥經過ankle時，鬆開第一條止血帶。
- 當藥流過knee時，鬆開第二條止血帶。
- 鬆開止血帶目的為看淺部靜脈有無側枝循環。
- 當lung完全顯影即停止掃描。
- 請病人雙腳像踩腳踏車一樣各踩30下，再掃血池相看靜脈瓣回流有無問題。
- 在knee旁會放點射源做為mark，掃描速度須與打藥速度配合。



Venography-A



Venography-B



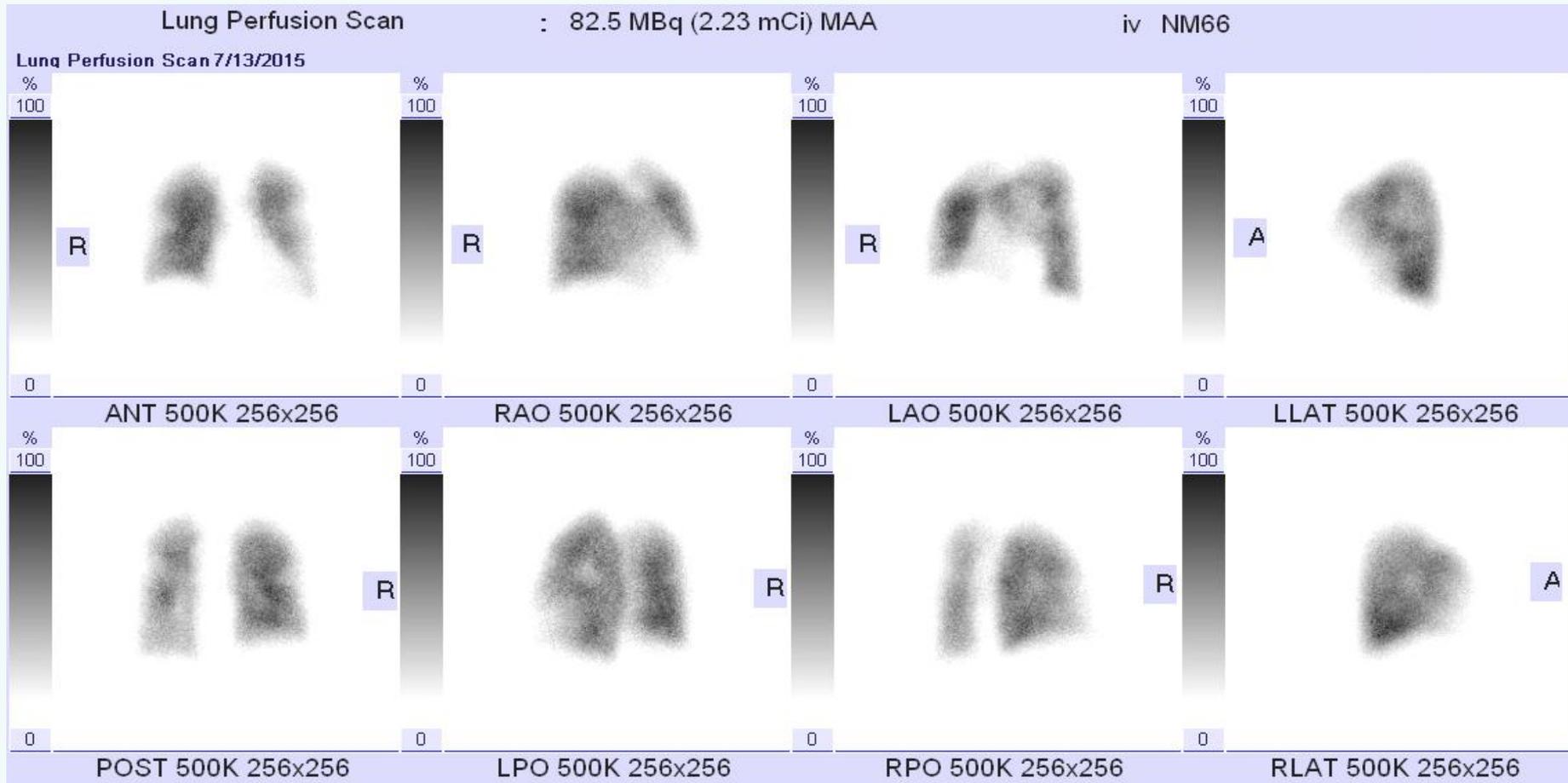
5. Lung Perfusion scan (Tc-99m MAA) 檢查步驟

- 肺泡微血管直徑為7 ~ 9 μm ，Tc-99m MAA直徑約為10 ~ 60 μm 的顆粒，會暫時堵塞在微血管床內(利用微血管阻滯)，局部堵塞的顆粒數與該處的血流灌注量呈正比。
- IV注射藥物，病人平躺打藥前要先將藥劑搖一搖。如站著打藥其藥物受重力影響可能導致肺底呈現高活性。
- Static掃8個view，依順時鐘掃描，每張收集500K counts，調整好density即可。
 - 1) Anterior、Posterior
 - 2) RAO、LPO
 - 3) Bilateral
 - 4) LAO、RPO

肺灌注 (lung perfusion) 造影檢查利用顆粒被末梢微血管滯留的原理進行



5. Lung Perfusion scan (Tc-99m MAA)



教學互動-Q &A

1. Venography 下肢靜脈造影為何要從腳背打針？
2. Lung Perfusion scan (Tc-99m MAA)
肺灌注掃描注意事項為何？



Q1 : Venography(下肢靜脈造影)

- 下肢靜脈造影，從**雙腳腳背靜脈**，檢查時採雙腳同時注射的方式進行，利**tourniquet(止血帶)**在腳踝、膝蓋下緣以及大腿中間綁起來，以**阻止表淺靜脈的血流**，在whole body scan的模式就可以觀察深層靜脈是否栓塞，順便看一下肺部的狀態(因為靜脈的栓塞物如果發生剝落，一旦進入肺循環後就很容易導致肺部的栓塞)。



Q2 : Lung Perfusion 肺灌注掃描注意事項

- 1) MAA顆粒直徑約10-60 μm ，注射時病人必須平躺，並作適度深呼吸，目的可以幫助MAA粒子均勻擴散至整個肺部。
- 2) 先用生理食鹽水上好針才將MAA打入(避免先和血液接觸造成過大的粒子)，坐著打的話MAA粒子會因為重力影響而沈積在肺底部，肺尖活性減少。
- 3) 避免回抽血液至針筒內，以避免Tc-99m MAA 聚集成較大的分子。
- 4) 不可以從中心靜脈導管注射，Tc-99m MAA聚集成較大的分子就會在較大的血管就阻塞住了，該血管下游的微血管就不會有MAA粒子卡在上面，造成影像上一個陰影的現象，會造成誤判。
- 5) 知道受檢者有心臟右 - 左分流的現象，很難事先就知道，不過若是先知道，注射Tc-99m MAA的粒子數目倒是必須要減少，避免阻塞了腦部和腎臟的血管。



課後測驗、課後滿意度、意見回饋

- 首先先輸入ZUVIO網址:
<http://irs.zuvio.com.tw/irs/login/zh-TW>
- 輸入帳號:vghks3@vghks.gov.tw

網路開放時間**17:10~17:30**，三項皆完成者，才可以下課！

~THE END~

Thanks for your attentions

