

## 第一 部 分

### 前 言

本試驗針對原發病灶為肺癌、甲狀腺癌等之原發或復發，術前評估、術後追蹤，需利用電腦斷層掃描（CT）或核磁共振攝影（MRI）協助診斷且符合條件之患者，注射本院醫用小型迴旋加速器中心所生產的<sup>18</sup>F-FDG，在本院正子中心做全身 PET 攝影其與 CT 或 MRI 的結果，配合病理切片檢查報告，並結合美國加州大學洛杉磯分校之個案，比較<sup>18</sup>F-FDG 之 PET 掃描與傳統 CT 或 MRI 對偵測癌細胞的準確性（Accuracy）。

本試驗採雙盲、對照試驗設計方式執行。雙盲設計：<sup>18</sup>F-FDG PET 掃描 MRI 及 CT 之影像結果只記錄受檢者代號，受檢者從臨床醫師開具正子造影檢查單至本院接受 PET 掃描的全部過程，均由專科醫師負責評估患者是否符合受檢條件、與受檢者溝通檢查內容、告知注意事項、執行檢查與紀錄過程。影像結果由兩位專科醫師在不知受檢者病情、其他診斷結果、及其他影像結果的情況下，各自評估 PET、CT、MRI 的結果，分別記錄。掃描檢查終了在由醫師收集不同影像結果報告及病理組織切片報告，進行彙整作統計分析。對照設計：病患都將接受 CT 或 MRI 攝影，及<sup>18</sup>F-FDG PET 掃描，並對其原發病灶做病理組織切片來確認不同影像結果之正確性。用以比較<sup>18</sup>F-FDG

PET 與傳統 CT 或 MRI 檢查之正確性。

## 文獻回顧

1930 年，Dr. Warburg (1)發現癌症細胞消耗葡萄糖的代謝率遠遠大於一般正常細胞的葡萄糖代謝率現象(附圖 1)。另，物理學家們亦於 1930 年發現放射性核種的「正子放射」現象，利用此特性可以用來作為檢測動物體內的新陳代謝作用，當時 Kamen 和 Ruben 發現<sup>14</sup>碳 (<sup>14</sup>C)的變易性與可測性比<sup>11</sup>碳 (<sup>11</sup>C)為佳，利用<sup>11</sup>C 做正子放射的功能被忽略。1950 年 Ter-Pogossian 指出「雖然利用<sup>11</sup>C 等正子放射性物質的半衰期很短，但其具有與細胞新陳代謝所需的特性，所以可以作為研究動物體內新陳代謝的利器與工具」而再度被重視。因此在 1950~70 年間，相繼發展出利用碘化鈉晶體作為偵測器的各型儀器，利用正子放射核種，在一些研究中心實驗應用，但進展極為緩慢，直到開始利用迴旋加速器 (Cyclotron accelerator) (附圖 2)作為製造正子放射核種後，再配合放射性製劑自動合成器的開發(附圖 3)，其方便性與穩定性大為增加，醫學中心與研究機構開風氣之先，正子造影技術才被廣泛採用。

1960 年代，醫用迷你迴旋加速器 (Baby Cyclotron) (附圖 2)的問世以及正子掃描儀 (PET) (附圖四)的發展，配合高產能的放射性製劑自動合成器合成的去氧葡萄糖類構物 FDG

(Fluoro-deoxy-glucose)，經由靜脈注射入人體後，放射性同位素  $^{18}\text{F}$  特有的互毀輻射現象(Annihilation Radiation)衰變後，形成 180 度反方向成對  $\gamma$  射線(Coincidence)，藉此由正子掃描儀偵測處理成像(附圖 5)，來判斷是否為惡性腫瘤、轉移性病灶分佈、以及發炎反應等(附圖 6)，Dr. Warburg 的重大發現在歷經近半個世紀後才得以應用在醫學研究上。這種利用影像分辨組織對葡萄糖攝取代謝差異的能力，與 CT 及 MRI 主要用來定位於組織形態、解剖結構、及病灶是迥然不同的(2)。

1970~80 年間，正子造影從研究轉於推廣至臨床用途上，機器亦從單頭偵測器發展為圓形偵測器，能顯示出 2 公分以內的病灶。1980 年以後迴旋加速器精進及縮小化，使得正子造影放射製劑的供應變的更為方便與迅速，費用亦相對減低。掃描儀環狀偵測器改進及數目的增加，配合不斷進步的電腦應用軟體，使正子造影技術已可偵測出 1 公分以下之病灶，世界各地的醫學單位開始紛紛採用。經過放射藥物及掃描儀的改進，使得正子造影檢查無論是在腫瘤診斷、分期上、腦細胞新陳代謝上、或心臟細胞活性偵測上都有令人興奮的診斷結果。

在歷經近半個世紀努力後，FDG-PET 已正式走出研究的象牙塔，於 1999 年正式由美國 FDA 批准在特定臨床病症上使用。國內第一部 PET 及醫用迴旋加速器 1991 年前在台北榮民總醫院設立，名為

“國家多目標醫用迴旋加速器中心”仍以研究為主。1995 年台大醫院引進第一部全身型 PET 掃描儀 (GE, ADVANCE)，並開始應用在腫瘤方面的臨床檢查。另外，自 2000 年起，國內已有幾家醫學中心引進或正引進更新型的 PET 或 PET-CT 機種，配合高科技且人性化的電腦軟體使得醫學影像技術更臻完善，對新的醫學造影檢查技術及判讀基礎的認識，以下略述。

正子斷層掃描檢查 (PET) 是將有生化活性的化合物或藥品標幟上放射性同位素，以影像方式追蹤活體組織的基本生化、生理過程或功能，目前臨床上常以組成身體重要元素之放射性同位素，如碳-11( $^{11}\text{C}$ )，氧-15( $^{15}\text{O}$ )，氮 13( $^{13}\text{N}$ )，與氟-18( $^{18}\text{F}$ )作為放射性標的物質，注入人體後用 PET 掃描獲得活體內物質之新陳代謝情形 (包括蛋白質、脂肪酸、氨基酸、糖類等)，血液動態及神經傳導模式狀況，並且進一步可予以半定量或定量。

#### (壹) 作用機轉(附圖 6)

Fluorodeoxyglucose [ $^{18}\text{F}$ ]注射劑經由靜脈給藥後，迅速被組織吸收，留在血液中的 2-deoxy-2- $^{18}\text{F}$ fluoro-D-glucose 會由腎臟、膀胱清除。Fluorodeoxyglucose $^{18}\text{F}$ 與 glucose 一樣由組織末稍壁，透過細胞進入細胞內，並被細胞質中之 hexokinase 催化進行磷酸化反應，形成 Fluorodeoxyglucose $^{18}\text{F}$ -6-p。此酸化反應速率與 glucose 被

利用之速率相同。除了可在 glucose-6-phosphatase 催化進行去磷酸化反應重 Fluorodeoxyglucose[<sup>18</sup>F] 外，Fluorodeoxyglucose[F-18]-6-P 會進一步進入 glycolysis 代謝或 glycogen 生成反應途徑，此與 glucose-6-P 迥然不同。

### (貳) 藥物動力學

與 glucose 相同，主要分佈到腦、心、腎、由腎排除，其次佈到肝，脾、肌肉、骨、咽喉、口腔淋巴結組織；肌肉運動會增加葡萄糖攝取量。<sup>18</sup>F-FDG 主由腎臟原形排除，經 conjugation 代謝的速率很緩慢。<sup>18</sup>F-FDG 的放射性半衰期為 110 分鐘。<sup>18</sup>F 的物理性為正帶電荷粒子，其  $\beta^+$  射程為 0.7 毫米，但鉛屏蔽產生的制動輻射，及碰到電子所產生之 0.511 MeV 之  $\gamma$  雙光子是輻射安全屏蔽考量的重點。

### (參) 藥品不良反應

由於受檢者只注射 10 mCi<sup>18</sup> 氟去氧葡萄糖，其放射性之暴露微，具估算全身劑量為 43 mrad/mCi，而去氧葡萄糖至目前為止仍無副作用之報告。

### (肆) 影響 <sup>18</sup>F-FDG 掃描結果的因素

影響因素可區分為病患生理因素及儀器操作因素兩部分。受試本身血糖值的高低，進食與否對不同組織攝取葡萄糖的程度有相當

的影響，需盡量減少可能影響血糖變化造成結果偏差的機會，由於同器官對養分需求種類不盡相同，因此腫瘤或腦部 PET 檢查前均禁食 6 小時以上，而心臟 PET 檢查則需在進食後檢查。血糖控制不佳慢性胰臟炎均可能造成結果偏差。身體的發炎反應、體溫過高、情緒緊張與運動，常會導致體內葡萄糖之分佈改變。一些會產生肉芽腫疾病的如：Tuberculosis, Histoplasmosis, Aspergillosis, Coccidiomycosis, Blastomycosis 可能造成肺部掃瞄偽陽性結果。儀器操作時，受試者移動身體或儀器參數設定之改變及操作程序改變，均會影響掃瞄結果。

#### (伍) 體內 FDG 的正常分布(圖 1, 2)

在腦部因高度葡萄糖糖解代謝作用而有很強的 FDG 活性聚積；心臟肌肉在非禁食狀態下也因糖解代謝而有一定程度的 FDG 活性聚積。因為 FDG 代謝過程中會由尿液排泄，所以腎臟內集尿系統、輸尿管及膀胱也會有 FDG 的活性聚積。另外，肝臟、脾臟、骨髓及腎皮質亦可見若干程度的活性聚積。FDG 注射後一個小時，因血池相引起的全身背景值關係，會使得縱膈腔顯示出來，而肺部活性是相當低的(3)。雖然檢查前四小時內如果進食過，會影響心肌 FDG 攝取率上升，但如果要求病人在檢查前四到十八小時禁食者，則不一定會抑制心肌對 FDG 的攝取。

## (陸) FDG 生理攝取的變異處(4)

### 一、消化道系統

正常情況下胃部會有中等度的 FDG 攝取，雖然一個收縮的胃體或不均勻的胃部攝取活性容易會被誤判為一局部病灶，但由其活性的解剖位置與結構表徵可以容易判斷出來。除非與一般造影影像來相比對，在這位置的放射活性攝取應與下列情況作鑑別診斷：原發性或轉移性肝臟左葉腫瘤、局部淋巴結、胰臟尾部或腎上腺腫瘤。局部活性攝取亦會發生於食道胃部交接處，不應誤解為遠端食道癌。雖然個案不多，但正常食道攝取 FDG 亦被報導過。

腸道發炎反應亦會引起 FDG 的攝取增加，在禁食病人其大腸及小腸會增加 FDG 攝取，尤其是右結腸，因為其解剖位置及線形表徵而容易辨認出來。確實腸道 FDG 攝取的機轉目前仍不十分清楚，但可能與平滑肌主動收縮、道腸黏膜主動代謝、吞嚥分泌或腸道微生物攝取有關。報導指出 FDG-PET 檢查前利用等滲透壓溶液清腸準備動作可能會減低因腸道攝取 FDG 所造成的假影。

### 二、甲狀腺

正常甲狀腺可顯示出中等度至高度的 FDG 攝取。在系列研究報告中 1/3 甲狀腺功能正常的病人可顯示出 FDG 的攝取，為在脖子區域會生理性攝取 FDG 的組織。

### 三、肌肉骨骼系統

葡萄糖糖解代謝作用是整個肌肉骨骼系統的能量來源，特別是快速收縮的橫紋肌，因此眼球外肌一般可見 FDG 的攝取聚積。隨意肌在 FDG 注射後三十分亦會大量攝取 FDG 而儲存它。病人如果因為焦慮會使得脖子及胸部脊椎旁肌肉呈對稱性 FDG 攝取。檢查中如果病人講話，則咽喉肌肉會有 FDG 攝取。同樣的如果檢查前病人有運動，則其對應的肌肉群會大量攝取 FDG。這種 FDG 攝取的對稱性及結構外觀可以很清楚的分辨判斷出來，即使是使用非衰減係數的造影條件裡。

但是 FDG 的攝取可以不包含整條肌肉，如在肩膀處不對稱性或局部肌肉的 FDG 攝取會造成判讀混淆。同樣的，如果因為治療，如外科手術等，而造成肌肉群不等度 FDG 的攝取，而且在特定位置如脖子區域則易引起誤診，誤為淋巴腺腫大。另外，注射 FDG 前使用胰島素來調整血清葡萄糖濃度會使得肌肉有不正常的 FDG 聚積。

### 四、心肌

如果禁食時間夠久的話，則心肌能量來源會由主要的葡萄糖糖解代謝作用轉換為脂肪酸代謝。然而在病人禁食後四至十八小時裡，心肌對 FDG 的攝取是易變的，從均勻強烈的攝取到完全沒有攝取。這種心肌能量代謝主要由葡萄糖糖解代謝作用使 FDG 的強烈攝取，移

行到主要由脂肪酸代謝而無 FDG 的攝取，這中間的臨床影像表徵及轉變機轉並不完全一樣，所以不規則的 FDG 攝取往往發生於禁食四至十八小時的病人產生不連續性熱點，就如縱膈腔裡淋巴結不正常的 FDG 攝取，如果解剖位置不是很明確的話就會造成誤判。

## 五、骨髓

骨髓 FDG 攝取是正常且輕度的，脊椎體的 FDG 活性在軸狀面可表現出局部攝取熱點而會誤診為轉移。然而再重組椎體影像裡矢狀面及冠狀面很明顯得可以看出點型 FDG 活性的生理聚積。骨髓的轉移可以由更強烈及不均勻性的攝取分辨出來。病人如果在接受 granulocyte colony-stimulating factor 治療會使得 FDG 大量聚積在骨髓裡面。

## 六、泌尿系統

在正常代謝途徑下，FDG 會由尿液排除於體外，因此在腎臟內集尿系統、尿道和膀胱都可以見到大量的 FDG 聚積。注射 FDG 一小時後，尿中含 FDG 並繼續排泄，即使是大量喝水的病人，躺臥的病人尿液容易集合在腎臟上集尿系統。雖然尿中聚集的 FDG 活性及位置在大部份時候可以很正確辨認出來，但製劑聚積在腎盂、腎盞、擴張的輸尿管、膀胱憩室等可是往往令人混淆，如此的表徵容易讓人誤認為腎臟上部腫瘤或是原發性、轉移胰臟尾部腫瘤，或是腎上腺腫瘤

等相關位置的病變。另外，FDG 的活性生理聚積在 PET 檢查的造影表徵會比一般所見為大。讓病人喝水或是使用利尿劑 (furosemide) 已被建議用來幫助促進尿液的快速排除，但是這些方法不一定都有效。所以使用這些方法後，可以期待局部的 FDG 活性生理聚積在腎盂腎盞及輸尿管裡是非特異性的。另外為了減少因高度藥物聚積在膀胱造成影像重組時造成的假影，有些學者建議使用導尿管或膀胱沖洗是可以考慮的。

子宮內膜亦會表現相當程度的 FDG 攝取，不應誤認是子宮或荐骨前腫瘤。睪丸會有中等度的 FDG 攝取，這是正常現象，特別是在年輕病人且依年齡遞減，不應誤以為是腫瘤。

### (柒) 良性病理性 FDG 攝取

#### 一、癒合的骨頭

癒合中骨頭會伴隨著升高的 FDG 攝取(5)。胸骨切開術後的胸骨和癒合的肋骨是普通且常見的骨頭 FDG 攝取來源，容易被判讀為骨轉移。FDG 在癒合的胸骨攝取會在矢狀面上呈一均勻分布表徵且可術後持續六個月之久。雖然癒合的肋骨骨折會引起輕度的 FDG 攝取，但與小型肋骨轉移無法區別。FDG 攝取機轉不清楚。血腫塊形成和肉芽組織伴隨著血腫塊吸收可以說明早期 FDG 攝取，但是在爾後幾週癒合期 FDG 的攝取暗示著 pro-callus 伴隨著相當程度的糖解代謝作

用。

## 二、淋巴結

FDG-PET 檢查的主要在於其有能力描述惡性腫瘤的淋巴結狀態，即使這些淋巴結並沒有病理性的腫大。但 FDG 在淋巴結的攝取並不具惡性腫瘤特異性，具活動性的結節肉芽腫疾病如肺結核和類肉瘤腫在其侵犯的淋巴結裡會有高度且強烈的 FDG 活性聚集。一般淋巴結對感染產生的發炎反應或最近因器械治療皆會引發非癌症淋巴結 FDG 攝取。癌症病人有利局部淋巴結 FDG 攝取，一般表示轉移侵犯而非感染，但二者皆會造成 FDG 的不正常攝取(6)。如因注射外漏而藥劑經由週邊組織淋巴管引流造成附近淋巴結 FDG 不正常攝取的併發症，因此之故，在處理乳癌或黑色素瘤病患評估局部淋巴結侵犯時，宜採患部對側注射藥劑方式。

## 三、關節

退行性或發炎性關節疾病會使得 FDG 攝取有不等程度增加，這樣現象常見於胸鎖骨關節、Acromioclavicular 關節及肩關節。這些關節亦會在一般核醫骨骼掃描見到藥物攝取增加情況。這種關節攝取可以是不對稱性，但因此也容易被誤診為原發性或轉移性骨轉移。肋骨前端關節處亦偶而會局部聚積 FDG，肋脊椎關節少會聚積 FDG，如有的話是伴隨著脊椎旁肌肉群。Genohumeral 關節下部也容易聚積

FDG，不要誤認為是一骨轉移。

#### 四、發炎或感染處

發炎合併白血球浸潤反應會加速葡萄糖糖解代謝作用，使得 FDG 在膿瘍處、肺炎、或鼻竇炎攝取增加(7)。肺炎會引起典型的瀰漫性、均勻性 FDG 活性攝取，這很容易辨識。但如果合併有空洞形成或壞死，則肺炎不易與空洞性腫瘤區別，例如鱗狀上皮肺癌或大的、單一的腫瘤裡中央壞死或代謝減少。強烈的局部 FDG 攝取會發生於有併發症的胰臟炎，無併發症的胰臟炎只會表現出中等度的 FDG 攝取。在沒有感染情況下，傷口化膿後才癒合亦會牽涉到發炎反應。白血球浸潤亦出現在肉芽組織合併傷口修復和壞死碎片的吸收及血腫塊，局部 FDG 攝取會合併造口術(如氣切、直腸造口術、迴腸造口術等)或內置支撐架。肉芽組織合併血腫塊吸收或栓塞亦會造成中等度 FDG 攝取。

### (捌) 臨床 $^{18}\text{F}$ -FDG 之應用

#### 一、腦部之應用

頭部放射線治療後會造成腦垂體低能症，其主要原因是下視丘受損，至於受損之機轉仍未確定。先前以 SPECT 方法證明電療後鼻咽癌病人下視丘血流下降，為在電療後 6 個月達到水平而其內分泌功能卻繼續衰退，因此下視丘神經原之死亡或代謝之可能性甚大。雖

有此推斷，但一直無法印證。 $^{18}\text{F}$  去氧葡萄糖與葡萄糖一樣可被腦神經元攝取至細胞，為它不被 glucose-6- $\text{PO}_4$  dehydrogenase 分解，而為 glucosse-6-phosphatase 分解，因此滯留腦細胞時間較久（生物半衰期 7.5 小時），適宜作影像分析。以期將來採用此法追蹤電療後病人，及早發現腦垂體低能症之併發症，改善病人生活品質。同樣的，一般 CT 及 MRI 無法偵測及解決的腦部功能性障礙，如：癲癇、老年癡呆症、巴金森症、舞蹈症等，都可用  $^{18}\text{F}$ -FDG 正子造影解決。

## 二、心臟之應用

冠狀動脈心臟病（簡稱冠心病），為國人常見且高致死率之疾病之一。慢性冠心病患者中，不少病人由於長期冠狀動脈血流不足，造成左心室功能異常（如出現局部左心室壁運動異常）。這類異常可藉由經皮冠狀動脈血管形成術（per-cutaneous trans-luminal coronary angioplasty, 簡稱 PTCA）或外科冠狀動脈繞道手術（coronary artery bypass grafting, 簡稱 CABG）使之恢復正常。但是，有些冠心病之左心室功能異常係肇因於壞死（necrotic or fibrotic）心肌，此時的異常功能不能以 PTCA 或 CABG 加以復原。由於 PTCA 或 CABG 具有高危險性，因此，對於冠心病左心室功能異常者，如何區分其係肇因於活的心肌或壞死心肌，於診療決策上及病患之預後評估上均非常重要。目前，利用正子造影作  $^{18}\text{F}$ -flurodeoxyglucose(FDG) 造影及鈾-201

(<sup>201</sup>Tl)在注射心肌斷層造影 (Thallium-201 re-injection single-photon emission computed tomography, 簡稱 Tl re-injection SPECT), 已被用來評估心肌之存活度, 而前者 (PET-FDG) 被公認為較佳方法。

### 三、偵測腫瘤之應用

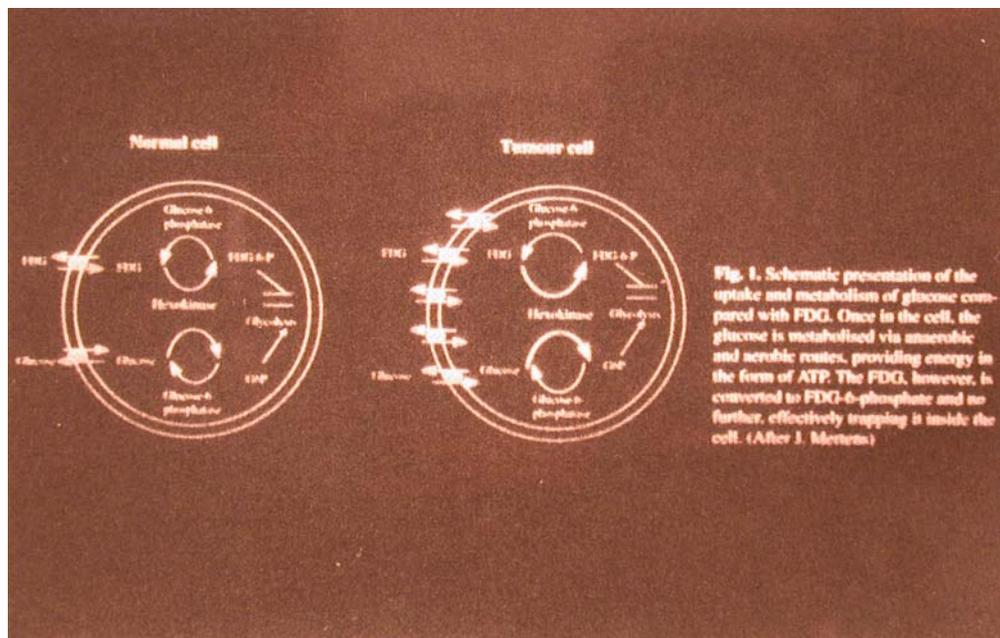
利用 <sup>18</sup>F 去氧葡萄糖可被癌細胞快速攝取而代謝遲緩, 滯留在癌細胞之時間延長, 又可由 PET Scanner 掃描成精細影像分析, 來測定癌細胞之葡萄糖使用率及是否有遠處轉移現象。

#### (玖) 結論

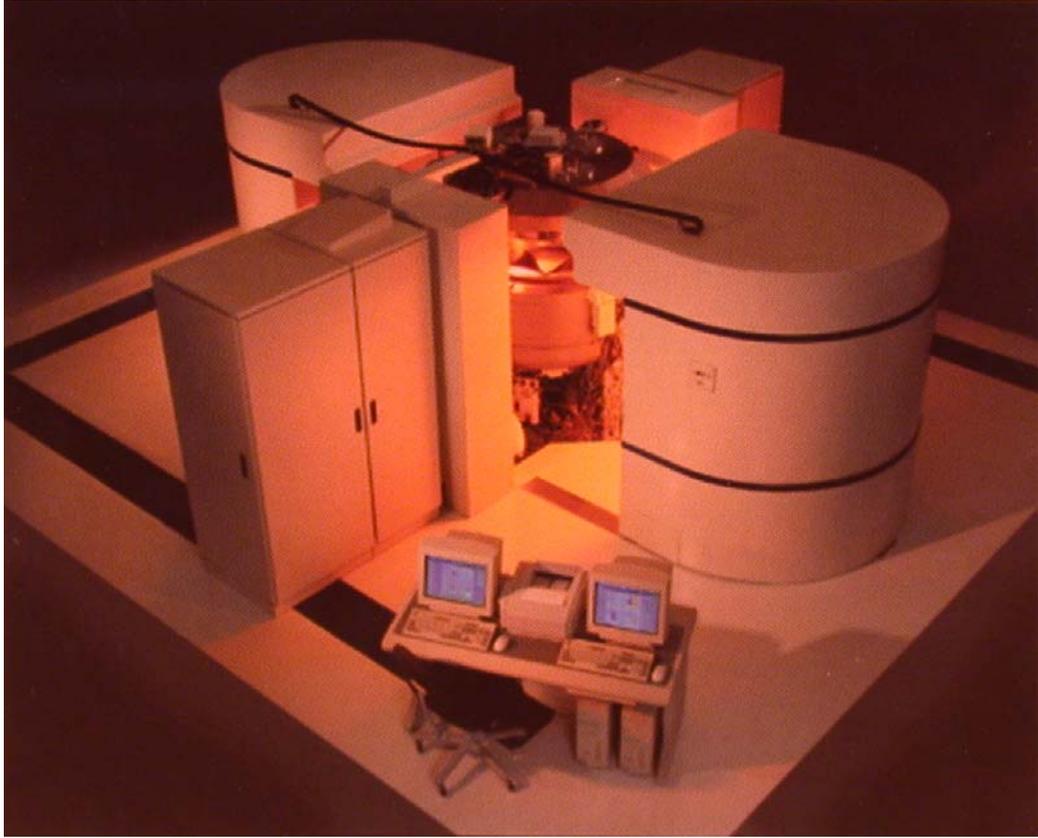
FDG 已被証實是一相當有用之腫瘤診斷放射性製劑。靜脈注射一小時後, 高度的 FDG 活性聚積會出現在腦部、心臟肌肉、和泌尿系統。其他地方藥物活性則相對的低, 此一特性讓藥物聚積在惡性腫瘤會靈敏地顯示出來。FDG 攝取亦可以發生在正常食道、胃部、大小腸、和甲狀腺而有不同程度造影表徵。橫紋肌在注射時如有收縮動作就會有不等度的 FDG 攝取, 心肌生理性攝取也因禁食時間的不同而有不同程度的攝取。FDG 會由尿液的排泄表現出獨立且局部聚積的泌尿系統。癒合中的骨頭及一些關節會顯示 FDG 聚積。白血球浸潤隨著感染會有 FDG 聚積上升現象, 如同發炎反應發生在造口術處, 體內內置儀器處, 和血腫塊吸收或栓塞處等。在很多情況下, 這些生理性變異處和良性病理性原因的 FDG 攝取可被清楚的辨認並分類

之；至於其他情況，例如淋巴結因發炎反應或感染，則其局部 FDG 攝取就沒有其特異性 (1-7)。

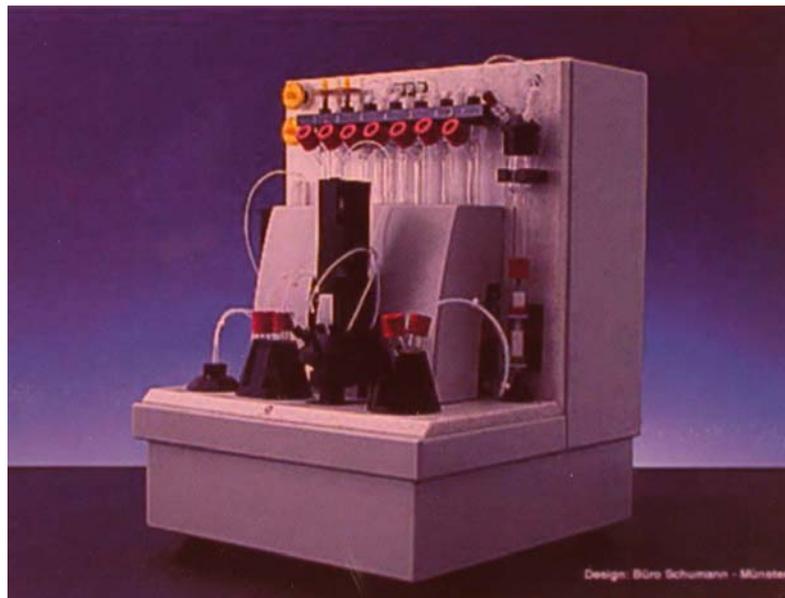
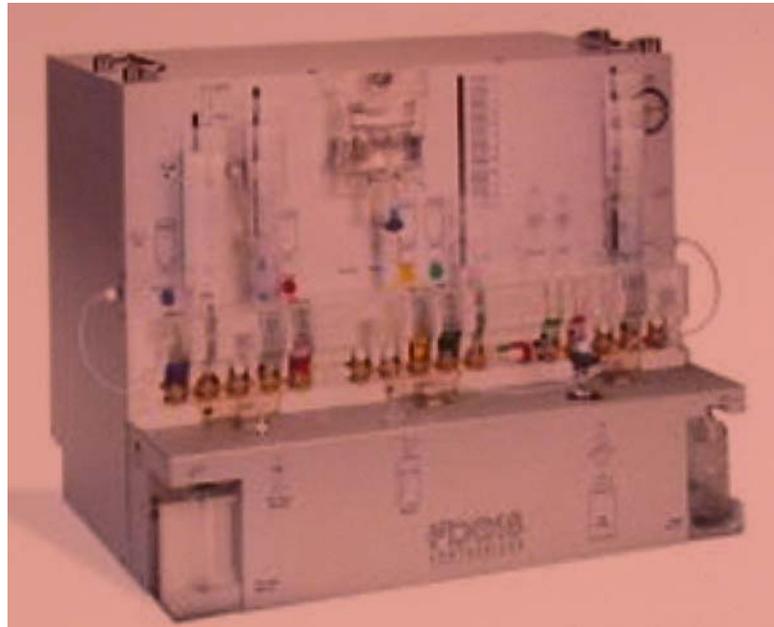
附圖 1：癌細胞與正常細胞葡萄糖代謝率的比較（取材自 J. Mertens）

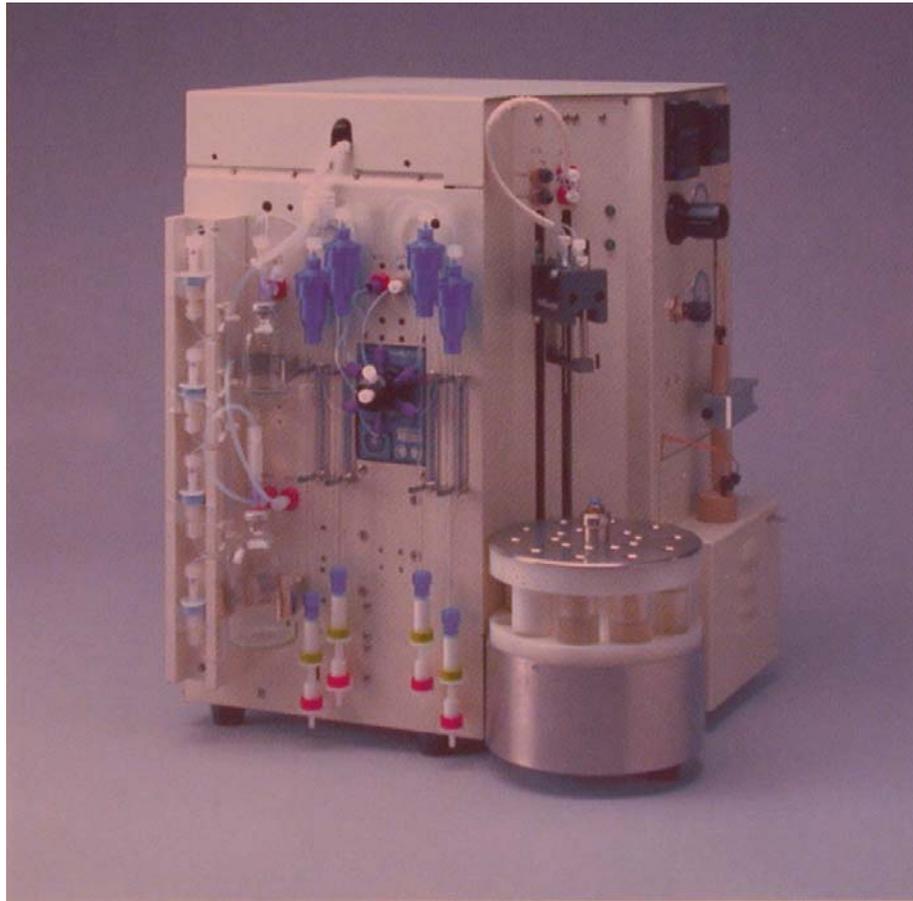


附圖 2：醫用迷你型迴旋加速器（取材自 CTI, Knoxville, TN,U.S.A.）

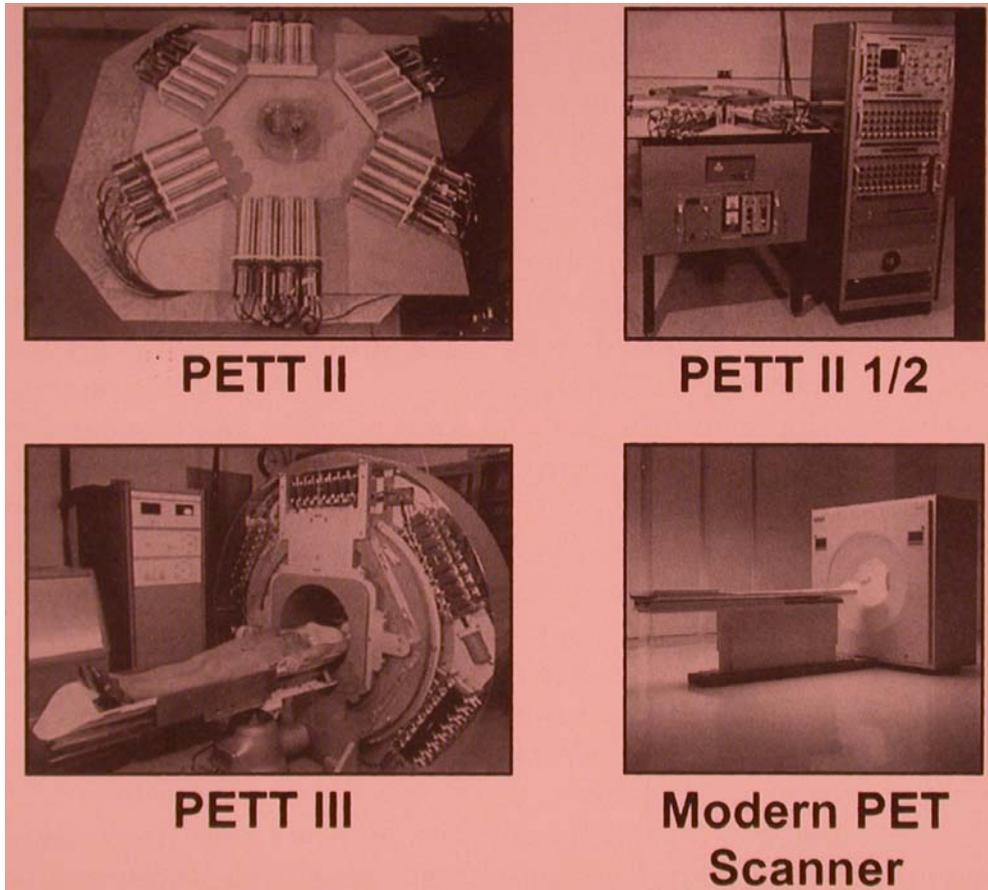


附圖 3：各式正子造影放射性製藥自動合成器（取材自 Bioscan, Washington, D.C; CTI, Knoxville, TN; Nuclear Interface, Berlin, Germany）

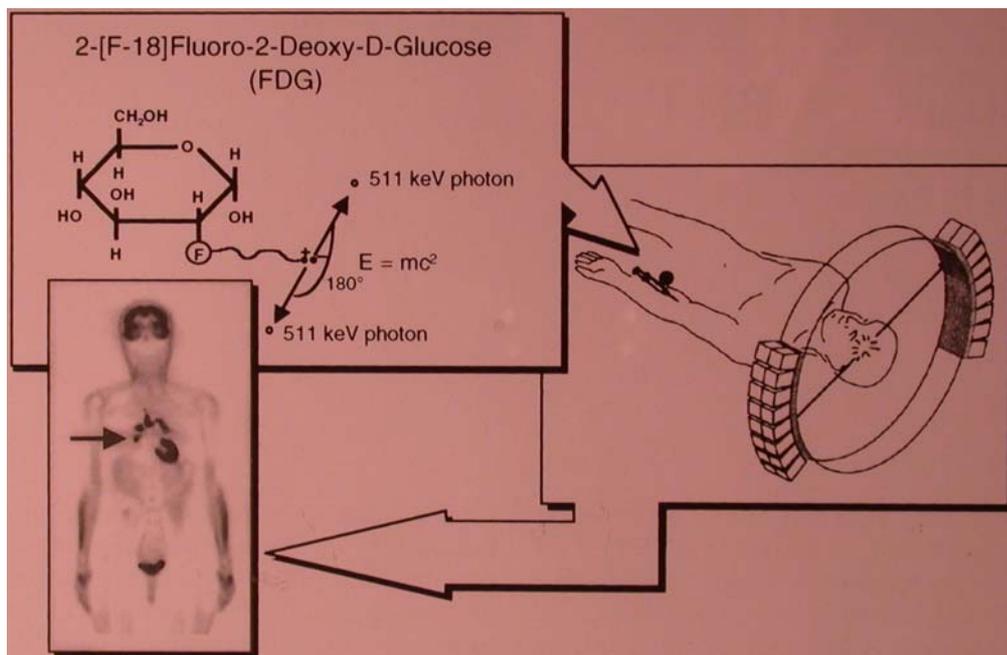




附圖 4: 各類型正子掃描儀(取材自 Practical FDG Imaging. A Teach File, D. Delbeke et al.)



附圖 5：圖示正子造影原理（取材自 Journal of Nuclear Medicine）



附圖 6：圖示正子造影放射性藥物體內動力學（取材自 Anthony Shields）

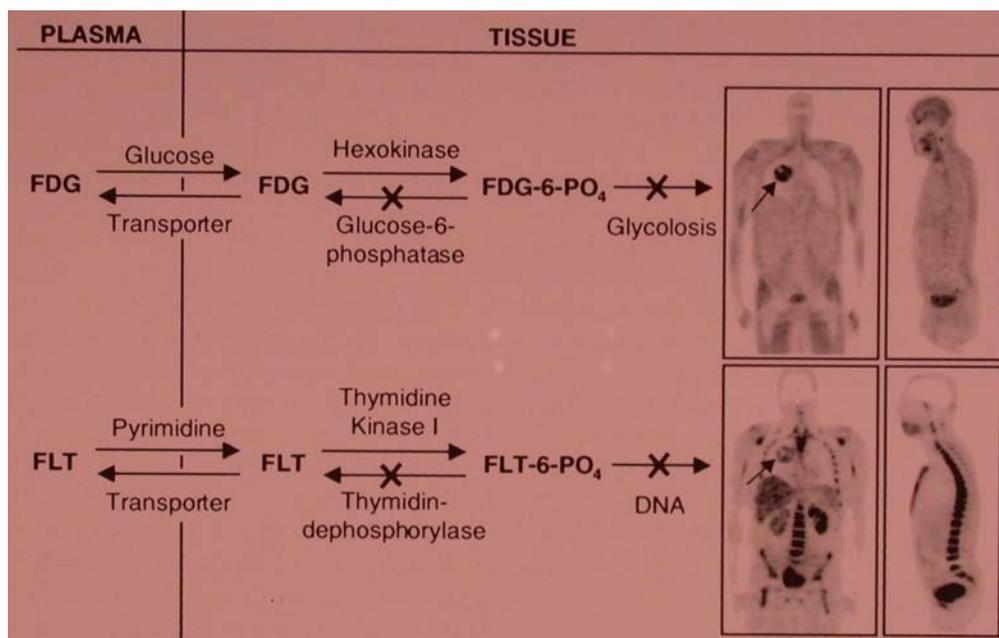


圖 1：正常男性全身及斷層正子掃描圖（未顯示心臟）可見不同器官、組織對 FDG 不同的攝取程度。（取自中山醫學中心實例）

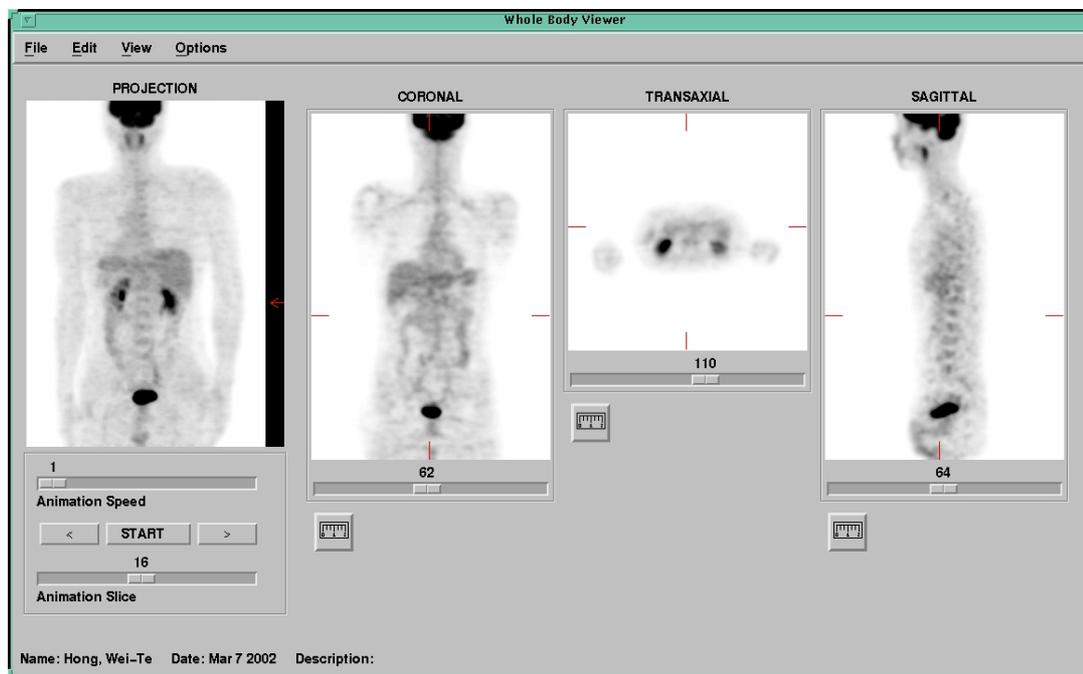
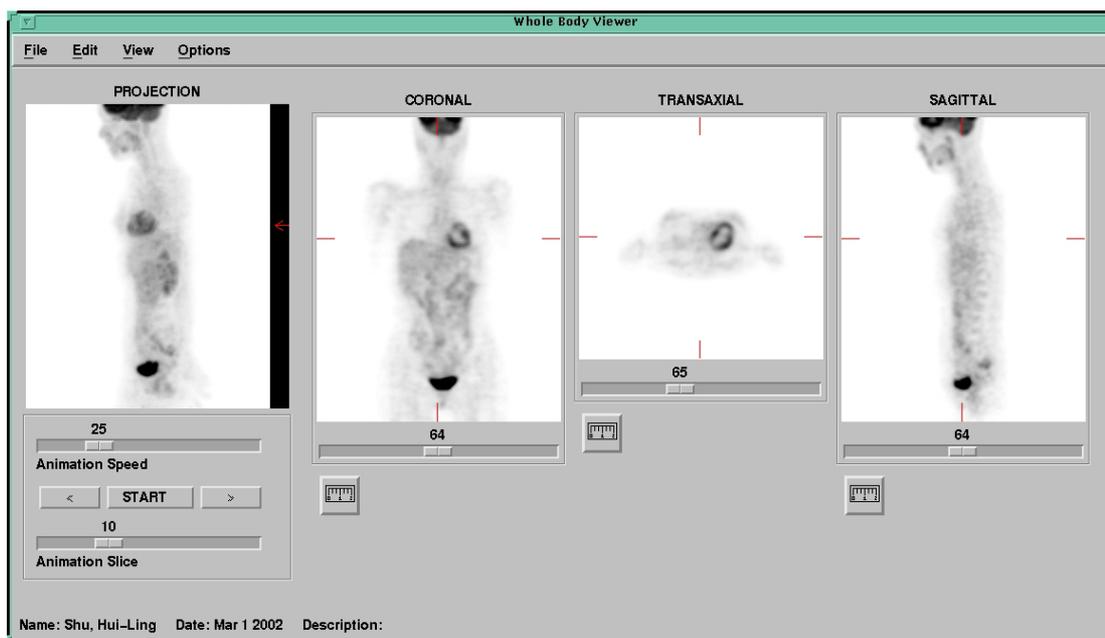


圖 2：正常女性全身及斷層正子掃描圖（顯示心臟）可見不同器官、組織對 FDG 不同的攝取程度。（取自中山醫學中心實例）



## 第二部分

### 英文摘要

The helpfulness of  $^{18}\text{F}$ -2-deoxyglucose positron emission tomography (FDG-PET) in restaging non-small cell lung cancer (NSCLC) has not been extensively evaluated. A total of 156 patients referred for restaging of NSCLC were retrospectively evaluated. According to the classification of American Joint Committee on Cancer, stages I and II were defined as conventionally respectable, stage IIIA as locally advanced but resectable, stage IIIB as locally advanced but unresectable, and stage IV as absolutely unresectable. Compare to initial staging by chest computed tomographic findings, FDG-PET down-staged

45/156 (29%) and up-staged 52/156 (33%) NSCLCs. In addition, 37/156 (23%) patients were reclassified from resectable to unresectable and 22/156 (14%) patients were reclassified from unresectable to respectable. Our results prove the helpful the helpfulness of whole body FDG-PET for restaging NSCLC.

Key words:  $^{18}\text{F}$ -2-deoxyglucose positron emission tomography; NSCLC, non-small cell lung cancer

### 中文摘要

利用  $^{18}\text{F}$  正子造影掃描在非小型細胞肺癌的再分期應用是相當助益的，但並未得到廣泛的評價。本研究共收集 156 位病患，回溯來評估非小型細胞肺癌的分期，依照美國癌症聯合委員會 (American Joint Committee on Cancer, AJCC) 的肺癌分期，第 I 期和第 II 期通常決定了切除肺癌病灶局部界線邊緣，第 IIIA 期切除比局部更大的範圍，第 IIIB 期則主張不用手術切除，第 IV 期絕對不能用手術切除。比較病人最初胸部電腦斷層的發現，並正確分期出葡萄糖正子造影掃描結果，其中非小型細胞肺癌: down-staged 病患佔 45/156(29%)，up-staged 病患佔 52/156 (33%)。並發現出有 37/156 (23%) 的病患為原先診斷時分期需手術，但做完正子斷層掃描調整為不需手術，而有 22/156

(14%) 的病患原先分類為不需手術治療，做完正子斷層掃描調整為需手術治療。我們的結果證實全身葡萄糖正子斷層掃描是有利於非小型細胞肺癌之再分期，有別於傳統肺癌分期，並使之病人因此改變治療方式達 60%。

關鍵字： $^{18}\text{F}$  葡萄糖正子斷層掃描，非小型細胞肺癌

## 引言

在 1999 年超過 16 萬個個案美國人死於肺癌，大多數的人直至晚期並未被診斷出肺癌來，局部非小型細胞肺癌病患選擇治療機會即為手術切除(8)或合併放射治療及化學治療。無論如何，非小型細胞肺癌的臨床正確分期對有效的治療及提高預後是很重要的（附表一、二）。電腦斷層有高解析度可清楚得了解異常解剖構造之間的關聯，但對於正確鑑別第 I、II、III 分期則有所限制(9, 10)，全身葡萄糖正子斷層掃描便成為一個重要的臨床工具，而在最近 10 年更為普及，而且現在大多數重要的醫學中心皆已設立。葡萄糖正子斷層掃描對處理肺癌有重要的影響(11 - 14)，全身葡萄糖正子斷層掃描可合成全身連續的斷層影像並可篩檢出全身隱藏的轉移腫瘤(15, 16)，這對

選擇治療和決定預後是很重要的因素。全身葡萄糖正子斷層掃描也同樣地在非小型細胞肺癌在縱膈腔淋巴結的侵犯與否扮演重要的角色(17,18)。這個研究的目的是確定全身葡萄糖正子斷層掃描對非小型細胞肺癌在 CT、MRI 分期後的再分期是否有其臨床重要性。

附表一：肺癌 TNM 分期(取材自 CHEST, 2003 by the American College of Chest Physicians)

Site	Descriptor	Comment
Primary tumor (T)	TX	Primary tumor cannot be assessed or tumor proven by the presence of malignant cells in sputum or bronchial washings but not visualized by imaging or bronchoscopy
	T0	No evidence of primary tumor
	Tis	Carcinoma <i>in situ</i>
	T1	Tumor < 3 cm in greatest dimension surrounded by lung or visceral pleura without bronchoscopic evidence of invasion more proximal than the lobar bronchus ( <i>ie</i> , not in the main bronchus)
	T2	Tumor with any of the following features of size or extent: > 3 cm in greatest dimension; involves main bronchus; > 2 cm distal to the carina; invades the visceral pleura; associated with atelectasis or obstructive pneumonitis that extends to the hilar region but does not involve the entire lung
	T3	Tumor of any size that directly invades any of the following: chest wall (including superior sulcus tumors), diaphragm, mediastinal pleura, parietal pericardium, or tumor in the main bronchus < 2 cm distal to the carina but without involvement of the carina or associated atelectasis or obstructive pneumonitis of the entire lung
Regional lymph nodes (N)	T4	Tumor of any size that invades any of the following: mediastinum, heart, great vessels, trachea, esophagus, vertebral body, carina, or tumor with a malignant pleural or pericardial effusion or with satellite tumor nodules within the primary-tumor lobe of the lung
	NX	Regional lymph nodes cannot be assessed
	N0	No regional lymph node metastasis
	N1	Metastasis to ipsilateral peribronchial and/or ipsilateral hilar lymph nodes and intrapulmonary nodes involved by direct extension of the primary tumor
	N2	Metastasis to ipsilateral mediastinal and/or subcarinal lymph nodes
Distant metastasis (M)	N3	Metastasis to contralateral mediastinal, contralateral, hilar ipsilateral, or contralateral scalene or supraclavicular lymph nodes
	MX	Presence of distant metastasis cannot be assessed
	M0	No distant metastasis
	M1	Distant metastasis present

附表二：肺癌 TNM 臨床分期，取材自 Silvestri: Chest, Volume 123(1)  
SUPPL. January 2003.147S-156S

Supraclavicular Scalene(ipsi-/contralateral)	Mediastinal		Subcarinal	Hilar		Peribronchial (ipsilateral)	LYMPH NODE (N)
	(contralateral)	(ipsilateral)		(contralateral)	(ipsilateral)		
+ / + / +				+ / +			<b>N3</b>
- - -		+ & / +		-			<b>N2</b>
- - -		-		-	+ & / +		<b>N1</b>
- - -		-		-	-	-	<b>N0</b>

<b>Stage 0</b> ( Tis, N0, M0 )				
<b>METASTASES (M)</b> <b>M0 : Absent</b> <b>M1 : Present</b> Separate metastatic tumor nodule(s) in the ipsilateral nonprimary-tumor lobe(s) of the lung also are classified M1				
<b>Tis : Carcinoma in situ</b>				
<b>Staging is not relevant for Occult Carcinoma ( Tx, N0, M0 )</b>				
* Including direct extension to intrapulmonary nodes				
** Including superior sulcus tumor				
(& : and) ( / : or) (& / : and / or)				

T1	T2	T3	T4	PRIMARY TUMOR (T)
a&b&c	any of a,b,c,d	(a&c)/b/d	(a&c)/d	Criteria
≤ 3 cm	> 3 cm	any	any	a. Size
No invasion proximal to the lobar bronchus	Main bronchus ( ≥ 2 cm distal to the carina )	Main bronchus ( < 2 cm distal to the carina )	-	b. Endo-bronchial location
surrounded by lung or visceral pleura	Visceral pleura	Chest wall **/ diaphragm/ mediastinal pleura/ parietal pericardium	Mediastinum/ trachea/heart/ great vessels/ esophagus/ vertebral body/ carina	c. Local Invasion
-	Atelectasis/ obstructive pneumonitis that extends to the hilar region but doesn't involve the entire lung	Atelectasis/ obstructive pneumonitis of the entire lung	Malignant pleural/peri-cardial effusion or satellite tumor nodule(s) within the ipsilateral primary-tumor lobe of the lung	d. Other

**Stage IV**  
M1 ( any T, any N )

**Stage III B**

**Stage III A**

**Stage II A**

**Stage II B**

**Stage I A**

**Stage I B**

**Stage II B**

M0

### 材料與方法

本研究族群由 156 位病患構成 ( 75 位男性、81 位女性，平均年

齡 67 歲)，由醫師轉介已由切片檢查證實非小型細胞肺癌的病患，希望在手術治療或化學治療或放射治療前，依正子斷層掃描結果再分期，所有的病患在全身葡萄糖正子斷層掃描前三個月左右，都已接受過胸部電腦斷層檢查。病患在葡萄糖正子斷層掃描檢查前至少需禁食 6 小時，葡萄糖正子斷層掃描造影前 40 分鐘經靜脈注射 FDG 15 mCi，執行全身葡萄糖正子斷層掃描造影儀，使用西門子 CTI，ECAT、HR 或 HR<sup>+</sup> 掃描儀（西門子醫療系統，美國）。胸部電腦斷層檢查和全身葡萄糖正子斷層掃描的結果，根據前兩次的放射線檢查或核醫檢查由專科醫師做雙盲目測試，再檢討臨床分期。依胸部電腦斷層檢查和全身葡萄糖正子斷層掃描發現，病患是依照美國癌症學會（AJCC）的 TNM 分期分類，其中第 I、II、IIIA 期考慮手術切除，然而 IIIB 和 IV 則不考慮手術切除。由胸腔手術或縱膈腔切開術後取得切片的病理學檢查發現來做印證，或依其他影像檢查的連續檢查結果至少追蹤一年。

## 結果

在這 156 個病患中 52 個（33%）是 up-staged 期的，37 個病例（24%）再分類則由需開刀到不用開刀（6 個從 0 期到 IIIB/IV 期，16 個從 I 期到 IIIB/IV 期，15 個由 IIIA 期到 IIIB/IV 期）（圖 3）。在這之中 55 個非小型細胞肺癌（29%）為 down-staged 期，22 個（14%）再分

類則由不需開刀到需開刀(1 個從 IIIB/IV 期到 IIIA 期, 2 個從 IIIB/IV 期到 II 期, 15 個從 IIIB/IV 期到 O 期)(圖 4)。在 127 個病患從胸腔手術或縱膈腔切開術確認縱膈腔淋巴侵犯期。全身葡萄糖正子斷層掃描的敏感度、專一性和準確率在縱膈腔淋巴侵犯期分別為 88%、83% 和 86%。全身葡萄糖正子斷層掃描證實 71 個真正陽性的病例, 38 個真正陰性的病例, 8 個偽陽性的病例(含炭粉沉著病, 放射治療後和肉芽腫)和 10 個偽陰性的病例(含癌瘤, 腺瘤和支氣管血管瘤)。有 29 個病患附帶的檢查出意想不到的遠端轉移(腦部, 頸部, 其他增加的肺葉, 對側肺葉, 肝臟和腎上腺)。

圖 3: 肺癌病人 Upstaged Case 個案, PET 檢查前 CT 判讀為 Stage I, PET 檢查後為 Stage IV。

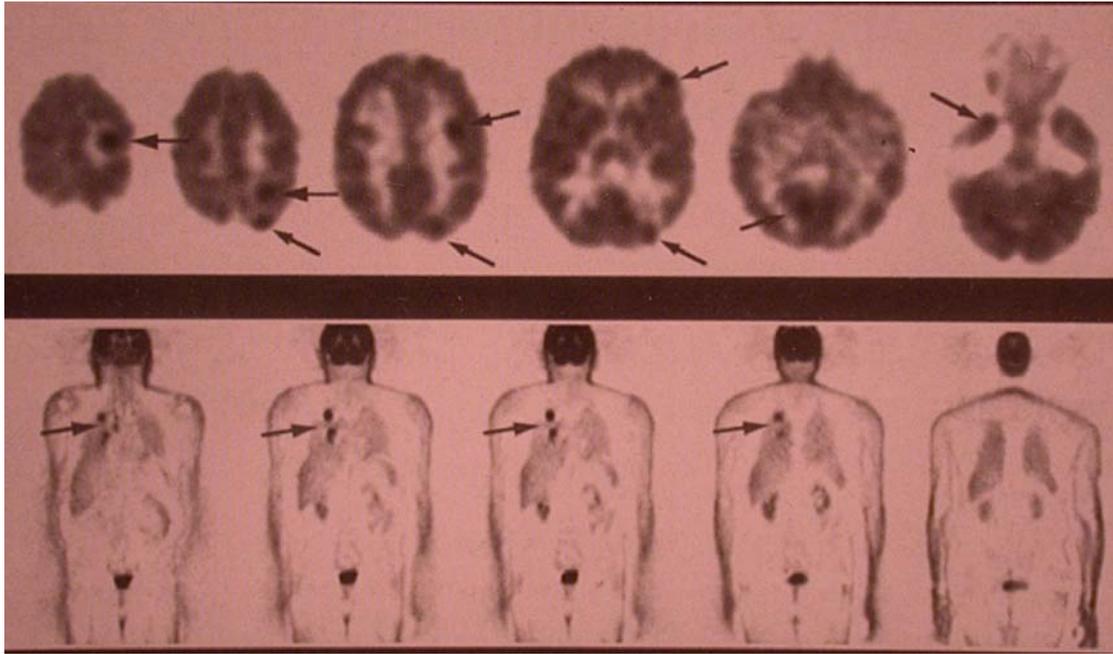
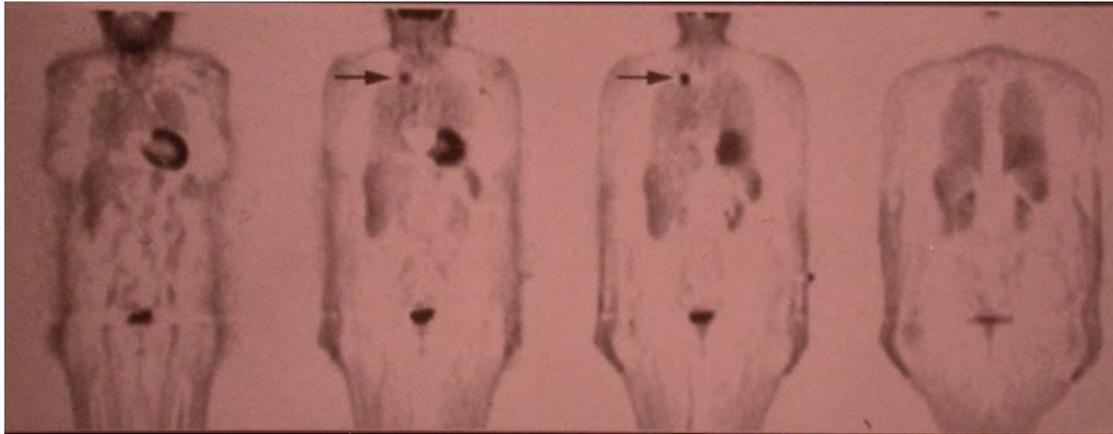


圖 4: 肺癌病人 Downstaged case 個案, CT 判讀為 Stage IV, 做了 PET 判讀為 Stage I。經手術後證實為 Stage I。



## 討論

肺癌病患持續增加是世界上一個值得重視的健康問題，大致上所

有癌症的死亡率有 25% 來自肺癌。肺癌病患 5 年存活率僅有 13% (19)，非小型細胞肺癌的正確分期有利於處理病人，因為腫瘤可藉完全外科切除手術達到控制病情。無論如何，肺癌的分期時常造成臨床上的困難和醫學影像的挑戰，在病患開始考慮用胸廓切開術來切除非小型細胞肺癌，胸部電腦斷層檢查對鑑別 I/II 期或 IIIA/IIIB 期腫瘤是有限制的(20)。最近的研究證實全身葡萄糖正子斷層掃描是重要的，比胸部電腦斷層檢查對縱膈腔侵犯分期上更準確(21-23)。高 FDG 攝取成為惡性甚至於在正常大小的淋巴結的象徵 (<1cm 的直徑)，雖然大得異常的淋巴結也許缺乏 FDG 攝取。全身葡萄糖正子斷層掃描偵測轉移性淋巴結的準確性證實高於胸部電腦斷層檢查，從常規肺癌胸部電腦斷層檢查程序是取像由肺間到腹部的腎上腺(24-26)，再這個範圍外的轉移是偵測不到的，全身葡萄糖正子斷層掃描在單次檢查中是從頭掃描到大腿中段，因此全身葡萄糖正子斷層掃描可以偵測到肺癌病患胸腔以外的轉移，所以意想不到的轉移可以利用全身葡萄糖正子斷層掃描早期偵測出來(15, 16, 27)。所以，我們想看全身葡萄糖正子斷層掃描對非小型細胞肺癌的分期評估是否優於胸部電腦斷層檢查的。我們最後判定全身葡萄糖正子斷層掃描可以在外科手術前對非小型細胞肺癌準確的分期。因為全身葡萄糖正子斷層掃描可以偵測到全身的轉移而非只在胸部。隨著胸部電腦斷層檢查，全身葡萄糖正

子斷層掃描影像超過了 60% 改變了非小型細胞肺癌的腫瘤分期。

### 第三部分

英文摘要

Papillary carcinomas are the most common thyroid malignancies. They invade the regional lymphatics and metastasize frequently to local lymph nodes in the neck. Distant metastasis, generally to the lungs, is also common. Methods. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET) to detect metastatic lesions in patients with papillary thyroid carcinoma (PTC) after nearly total thyroidectomy and  $^{131}\text{I}$  treatments who present with elevated human serum thyroglobulin (hTg) levels but negative  $^{131}\text{I}$  whole body scan (EBS). Twenty patients with PTC who underwent nearly total thyroidectomy and radioiodine treatment were included in this study. Results. All of the 20 patients had negative  $^{131}\text{I}$  WBS results and elevated hTg levels ( $\text{hTg} \geq 2.0 \mu\text{IU/mL}$ ) under thyroid-stimulating hormone (TSH) stimulation ( $\text{TSH} \geq 30 \mu\text{IU/mL}$ ). Conclusions. FDG-PET was performed to detect metastatic lesions.  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxyglucose-PET could detect hypermetabolic lesions in 17 patients but failed to demonstrate military pulmonary metastases in two patients. No definite lesion was found in FDG-PET, x-ray chest computed tomography (CT) and other imaging studies of the remaining one patients. This study showed that FDG-PET is a useful tool in detecting

metastatic lesions in PTC with elevated hTg but negative<sup>131</sup>I WBS.

However, military lung metastases may be missed in FDG-PET. In this circumstance, chest CT should be included in the follow up protocol.

Key Words : <sup>18</sup>F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography;

Papillary thyroid carcinoma.

### 中文摘要

濾泡癌是一個很常見的惡性甲狀腺疾病，它侵犯局部淋巴管而且

經常造成頸部局部淋巴結轉移，常見遠端的轉移於肺部。方法：這個研究的目的是提升葡萄糖正子斷層掃描偵測甲狀腺濾泡癌（PTC）病患轉移性的病灶，甲狀腺經過近全切除手術和放射性碘治療後，出現甲狀腺球蛋白過高但放射性<sup>131</sup>碘（<sup>131</sup>I）全身掃描為陰性的病患。20位甲狀腺濾泡癌的患者，之前接受過包括了甲狀腺近全切除手術和放射性碘的治療。結果：所有20位病患放射性<sup>131</sup>碘（<sup>131</sup>I）全身掃描為陰性和經甲促素（TSH）刺激（TSH  $\geq$  30 uIU/ml）血清中甲狀腺球蛋白值過高（ $\geq$  2.0 uIU/ml）。結論：葡萄糖正子斷層掃描可以執行偵測轉移病灶，葡萄糖正子斷層掃描可以偵測到17個有高代謝病灶的病患，但是有2個粟粒狀肺部轉移的病患無法證實，剩下1個病患葡萄糖正子斷層掃描胸部電腦斷層攝影和其他影像檢查沒有發現清楚的病灶。這個研究顯示葡萄糖正子斷層掃描，用來偵測有轉移性甲狀腺濾泡癌伴隨甲狀腺球蛋白升高但放射性<sup>131</sup>碘（<sup>131</sup>I）全身掃描陰性病患是一項有用的工具。無論如何粟粒狀肺部轉移可能在葡萄糖正子斷層檢查沒被發現，在這種情況下，胸部電腦斷層掃描應該包括在追蹤的程序中。

關鍵字：<sup>18</sup>F 葡萄糖正子斷層掃描，甲狀腺濾泡癌

## 引言

濾泡癌是甲狀腺惡性腫瘤中一個很普遍的疾病，常見於年輕人，

且在甲狀腺腫瘤中有良好的預後（附表三、五）。它們多數不集中沒有包膜，而且侵犯局部淋巴管經常出現頸部局部淋巴結轉移。他們背面局部浸潤可能來自於無包膜的性質，而且這可能可以解釋它們非經常性的局部侵犯，而有少數病患將死於腫瘤局部擴散到頸部重要的結構，遠端的轉移更常見於肺部，這很平常（附表四）(28, 29)。

追蹤這些罹患甲狀腺濾泡癌病患經過近全切除手術和放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)治療，測量血清中甲狀腺球蛋白和放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)全身掃描被廣泛的使用(28-33)。雖然放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)全身掃描有非常高約99-100%的專一性，放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)全身掃描陽性的復發在乳突癌約50-60%，且在濾泡癌也有64-67% (31, 34, 35)，在這些同時血清甲狀腺球蛋白升高但放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)全身掃描陰性的病患，通常不使用高劑量放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)來治療，正確定位轉移病灶變得非常重要，自從他們須要外科手術切除或接受體外放射治療。細胞內聚集<sup>18</sup>F葡萄糖類似物有一定的速率，當葡萄糖的傳輸和代謝。正子斷層掃描是一種功能性的檢查技術，依照生物或代謝的功能改變來測得代謝病灶。<sup>18</sup>F葡萄糖正子斷層掃描應用於臨床來偵測不同種類的腫瘤，因為惡性細胞的代謝會增加(35 - 43)。

因此這個研究為設計來評估葡萄糖正子斷層掃描在追蹤甲狀腺濾泡癌病患的臨床效益，當出現甲狀腺球蛋白上升和放射性<sup>131</sup>碘

$^{131}\text{I}$ 全身掃描陰性情形。

附表三：甲狀腺癌分類（取材自 Thyroid Cancer, Clinical Obstetric and GYN, 2002 Lippincott Williams & Wilkins, Inc.）

Feature	Papillary	Follicular	Medullary	Anaplastic	Lymphoma
Diagnosis	FNA: often definitive	FNA: follicular neoplasm-adenoma vs. carcinoma	FNA: often definitive Calcitonin: basal or pentagastrin-stimulated plasma levels RET proto-oncogene mutation analysis	FNA: undifferentiated carcinoma	FNA: abnormal lymphocytes; usually confirmation with histologic study needed
Prooperative considerations	History of head and neck irradiation	History of head and neck irradiation	Sporadic vs. MEN vs. familial (non-MEN)	Pre-existing goiter, occult differentiated carcinoma; explosive growth	Hashimoto's thyroiditis; rapid growth, not respecting limits of thyroid borders
Pathologic features	Multicentric: 20–30% Psammoma bodies Intranuclear inclusions	Typically unifocal Invasion: capsular or vascular Includes Hurthle cell carcinoma	Multicentric: sporadic, 20–30%; MEN, 100% Amyloid, calcitonin, CEA—stainable	Large or spindle cell Differentiated papillary or follicular cell carcinoma	MALT vs. non-MALT lymphoma State IE, IIE
Primary mode of spread	Lymphatic	Hematogenous	Lymphatic, hematogenous	Local, lymphatic, hematogenous	Lymphatic
Surgical procedure(s) of choice	Near-total thyroidectomy ± Node dissection	Near-total thyroidectomy	Total thyroidectomy ± Node dissection	Resection as possible Airway access ± Tracheostomy	Resection if limited to thyroid; biopsy only if outside confines of thyroid
Adjunctive treatment	<sup>131</sup> I therapy T <sub>4</sub> suppression	<sup>131</sup> I therapy T <sub>4</sub> suppression	T <sub>4</sub> replacement External-beam irradiation	± Preoperative or postoperative radiation therapy ± Chemotherapy	± Radiation therapy ± Chemotherapy
Monitoring	<sup>131</sup> I scan Thyroglobulin level Neck ultrasonography	<sup>131</sup> I scan Thyroglobulin level	Levels of calcitonin Levels of CEA Neck ultrasonography		
Prognostic indicator(s)	Age Grade Extend: local invasion, distant metastases Size Completeness of resection Ploidy	Age Extent: invasiveness, metastases Ploidy (Hurthle)	Age Extent: invasion, metastases Disease type: MEN2b > sporadic > MEN2a > familial MTC Ploidy Amyloid production	Diagnosis	Standard lymphoma stage

CEA, carcinoembryonic antigen; FNA, fine-needle aspiration; MALT, mucosa-associated lymphoid tissue; MEN, multiple endocrine neoplasia; MTC, medullary thyroid carcinoma; T<sub>4</sub>, thyroxine.

From Grant CS, Hay ID. Thyroid cancer. In Rakel: Conn's Current Therapy 2001, 53rd ed., Copyright © 2001 W. B. Saunders Company, p. 683 (Mayo Clinic, Rochester, MN) with permission.

附表四：甲狀腺癌 TNM 分期及臨床分期（取材自 Thyroid Cancer, Clinical Obstetric and GYN, 2002 Lippincott Williams & Wilkins, Inc.）

Primary tumor (T)		
TX	Primary tumor cannot be assessed	
T0	No evidence primary tumor	
T1	1 cm or less, limited to thyroid	
T2	1.1–4 cm	
T3	>4 cm, limited to thyroid	
T4	Any size, extends beyond thyroid capsule	
Nodal involvement		
NX	Nodes cannot be assessed	
N0	No regional nodes	
N1	Regional nodes	
Distant metastases (M)		
MX	Metastases cannot be assessed	
M0	No metastases	
M1	Distant metastases present	
Stage grouping		
Papillary or follicular		
<b>Stage</b>	<b>Age &lt;45 yr</b>	<b>Age ≥45 yr</b>
I	M0	T1
II	M1	T2–3
III	—	T4 or N1
IV	—	M1
Medullary		
<b>Stage</b>		<b>Characteristic</b>
I		T1
II		T2–4
III		N1
IV		M1

附表五：MACIS 甲狀腺癌預後評估法(取材自 Thyroid Cancer, Clinical Obstetric and GYN,2002 Lippincott Williams & Wilkins, Inc.)

MACIS is an acronym for metastasis, age of patient, completeness of primary tumor resection, presence of extrathyroidal invasion, tumor size.

Score = 3.1 (if age  $\leq$ 39 yr) or  $0.08 \times$  age (if age  $\geq$ 40 yr)

+  $0.3 \times$  tumor size (cm maximum diameter)

+ 1 (if tumor was incompletely resected)

+ 1 (if tumor is locally invasive)

+ 3 (distant spread)

<b>MACIS Score</b>	<b>20-yr Survival Rate (%)</b>
<6	99
6–6.99	89
7–7.99	56
$\geq$ 8	24

病例及材料方法：

20 位罹患甲狀腺濾泡癌的病例（13 位女性和 7 位男性，年齡

22-71 歲) 接受包括近全切除手術和放射性  $^{131}\text{I}$  碘 ( $^{131}\text{I}$ ) 治療, 所有 20 例病患呈現放射性  $^{131}\text{I}$  碘 ( $^{131}\text{I}$ ) 全身掃描和經甲促素 (TSH) 刺激 (TSH  $\geq 30$  uIU/ml) 甲狀腺球蛋白值過高 ( $\geq 2.0$  uIU/ml)。無病患有糖尿病病史, 常規檢查在偵測甲狀腺濾泡癌轉移如頸部超音波和 (或) 胸部和腹部電腦斷層掃描符合最終診斷要依照開刀証實/病理組織切片或一年後臨床追蹤附帶影像檢查技術。

### $^{18}\text{F}$ 葡萄糖正子斷層掃描:

所有 20 個病例須在葡萄糖正子斷層全身掃描檢查前禁食 4 小時或更久, 造影前 30-45 分經靜脈注射放射性葡萄糖 10 毫居里 (370 百萬貝克), 正子全身斷層掃描檢查使用 GI-Siemens ECAT HR<sup>+</sup> 掃描儀 (CTI, Knoxville, TN), 全身高解析度正子斷層掃描同時提供 47-63 橫切面在 2 維模式中 15 公分的橫切斷面。在 2 維收集模式 (中膈擴張) 名義上的斷層攝影解析度大約為 5 mm 在全高半寬的全開, 且中心解析度大約為 4 mm 在橫斷面的中心。在 7 分鐘中每一個 7-8 重疊發散掃描 (視身體長度而定), 都從膀胱朝頭的方向收集資訊。在 2 維真實偶合模式, 每 3 分鐘傳輸掃描而且收集接下來每一個發散掃描, 傳輸掃描以 2 維模式完成, 使用三個旋轉的  $^{68}\text{Ge}$  ( $^{68}\text{Ge}$ ) 棒狀射源, 結合棒狀射源能窗的技術, 總共掃描時間持續 70 分鐘。葡萄糖正子斷層掃描發現為陽性的定義, 在局部葡萄糖攝取率增加於正常組織周

圍的活性強度高。排除掉生理性葡萄糖攝取率增加區域像腎盂、輸尿管、膀胱、小腸、心肌和腦部，所有的葡萄糖正子斷層掃描影像評估方式是由 2-3 個有經驗的核醫專科醫師，看過且描述的都一致，並非未加考慮到有用的資料，當其中 2 位看法不同，他們將一起重新討論影像達到共識。(圖 5 和圖 6)

圖 5：這是一位 40 歲的男性病患 F-18 葡萄糖正子全身斷層掃描顯示沒有明顯的高代謝病灶

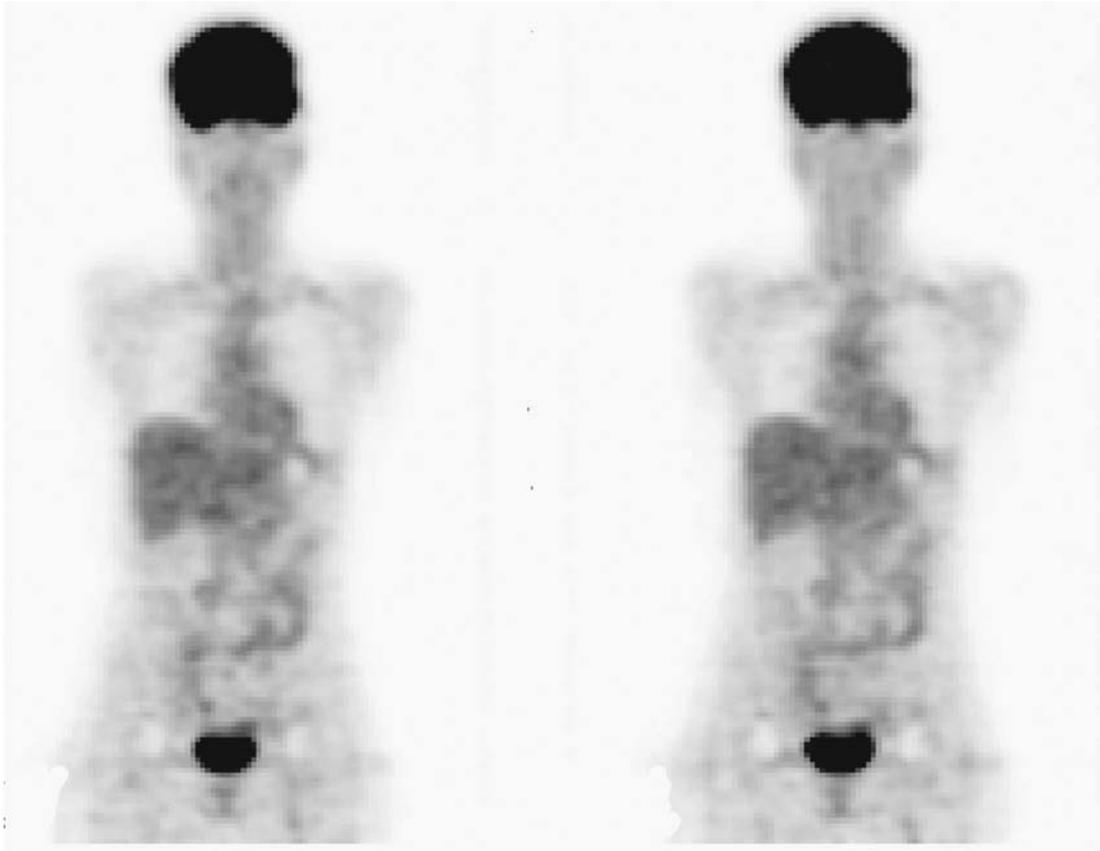
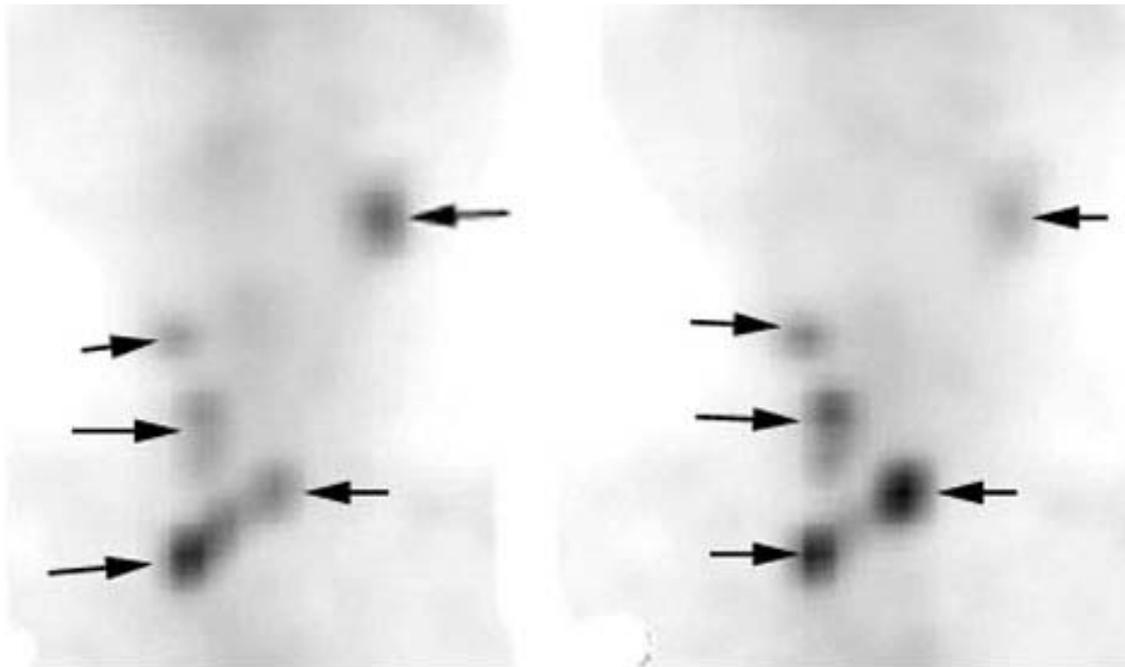


圖 6：這是一位 57 歲的女性病患 F-18 葡萄糖正子全身斷層掃描在雙側頸部顯示異常葡萄糖攝取（箭頭處）



## 結果

病患的特徵和葡萄糖正子斷層掃描結果概述在(表一),  $^{18}\text{F}$  葡萄

糖正子斷層掃描偵測 17 個罹患高度代謝，在 3 個病患證明失敗未證實任何殘留病灶，這 3 個病患中有 2 個病例胸部電腦斷層掃描顯示粟粒狀病灶，其他病患頸部超音波胸部腹部電腦斷層掃描和骨骼掃描未顯示任何病灶，密集追蹤先前 10 個月並無疾病。在甲狀腺濾泡癌的病患之中經過近全切除手術和放射性  $^{131}\text{I}$  碘 ( $^{131}\text{I}$ ) 治療，顯示甲狀腺球蛋白上升但放射性  $^{131}\text{I}$  碘 ( $^{131}\text{I}$ ) 全身掃描陰性情形，葡萄糖正子斷層掃描的診斷敏感度和準確性分別是 89.5% 和 90.0% 。

表一：病患特徵和葡萄糖正子全身斷層掃描結果

病患號碼	性別	年齡(歲)	PET 發現	最終轉移病灶結果
1	女	29	陰性	肺部(粟粒狀病灶)

2	女	29	陽性	左頸
3	女	31	陰性	肺部 (粟粒狀病灶)
4	女	37	陽性	右頸
5	女	39	陽性	左頸
6	女	41	陽性	雙側縱膈腔
7	女	41	陽性	甲狀腺床
8	女	47	陽性	雙側縱膈腔
9	女	52	陽性	雙側頸部
10	女	64	陽性	雙側頸部
11	女	68	陽性	右側縱膈腔
12	女	71	陽性	雙側縱膈腔
13	女	77	陽性	右側縱膈腔
14	男	22	陽性	右頸
15	男	29	陽性	甲狀腺床
16	男	32	陽性	雙側頸部
17	男	40	陰性	—
18	男	58	陽性	左頸
19	男	65	陽性	雙側縱膈腔
20	男	65	陽性	雙側縱膈腔

## 討論

結合放射性<sup>131</sup>碘 (<sup>131</sup>I)全身掃描和測定血清中甲狀腺球蛋白值是

建議追蹤和鑑別甲狀腺癌治療，合併甲狀腺全切除或近全切除術依照放射性  $^{131}\text{I}$  增加甲狀腺荷爾蒙治療(28 - 33)。一個陽性的放射性  $^{131}\text{I}$  全身掃描同樣的在轉移病灶顯示出必須作有效的放射性  $^{131}\text{I}$  治療，無論如何那些過高的甲狀腺球蛋白值但放射性  $^{131}\text{I}$  全身掃描陰性的病患，早期測定假設是轉移性的病灶是十分重要但困難的，澈底外科手術、體外放射治療或未分化治療法可以使病灶被辨識出來。在這種情況下，轉移病灶會喪失對放射性  $^{131}\text{I}$  的攝取能力，因為癌細胞是未分化的。

$^{18}\text{F}$  葡萄糖正子斷層掃描同時被發現為一種重要的造影方式，在偵測病患分化良好的甲狀腺癌 (DTC) 的轉移性病灶，當出現過高的甲狀腺球蛋白值和放射性  $^{131}\text{I}$  全身掃描陰性(44 - 47)，偵測分化良好的甲狀腺癌 (DTC) 的轉移，研究發現放射性  $^{131}\text{I}$  沒有聚集之處放射性葡萄糖經常在病灶處有聚集甚多的現象(42, 44)，它建議放射性葡萄糖的攝取率和喪失放射性  $^{131}\text{I}$  的攝取是共有的一種特殊細胞型態消失的徵兆。因此，在這個研究中，我們觀察葡萄糖正子斷層掃描證實在病患有甲狀腺濾泡癌，經治療後呈現過高的甲狀腺球蛋白但放射性  $^{131}\text{I}$  全身掃描陰性時具有很高的敏感度。

我們推斷葡萄糖正子斷層掃描具高敏感度在偵測轉移性病灶，且呈現過高的甲狀腺球蛋白但放射性  $^{131}\text{I}$  全身掃描陰性。無論如

何，有 2 個病例以胸部電腦斷層掃描證實肺部有粟粒狀轉移，<sup>18</sup>F 葡萄糖正子斷層掃描無法由正常肺部背景活性攝取來區分，因此，在這種情況之下，胸部電腦斷層掃描應該包括在追蹤的程度中。

## 第四部分

### 結論

腫瘤及心肌病變近年來皆是國人主要重大死因，故對這些症狀如能做早期診斷，愈早治療效果愈好。利用迴旋加速器生產放射性核種，經化學標幟可研製成具生化敏感性與靈敏性之核醫藥物，應用於臨床醫學功能性、動態性與生化性之活體生化造影（如單光子電腦斷層造影 SPECT，或正子電腦斷層造影 PET），即可達到早期診斷、早期治療的效果。這些放射性核醫藥物可應用於心臟、腦部、甲狀腺、腎臟等器官之功能性與生化性及惡性腫瘤之診斷，對國人健康的維護實有莫大之助益。因此，可預期的核醫製藥的需求將隨造影技術的精進而日益增加。

民國八十一年台北榮民總醫院在葉鑫華教授的催生下，成立了“國家多功能迴旋加速器中心”至今，國內目前已擁有四座小型醫用迴旋加速器分別設立於北、中、東醫學中心，與一座研究用中型迴旋加速器於龍潭核能研究所；再加上已設立及籌建中的正子造影掃描儀暨正子中心也已超出十處之多。相關的研究與論著亦與國外相關研究及結論相呼應，除了腦部、心臟疾病診斷臨床應用上，對某些特定的惡性腫瘤的幫助極大，國外醫療相關及保險單位，如美國的食品與藥物管理局(FDA)，於1998年起，便陸續開放<sup>18</sup>氟去氧葡萄糖正子斷層造影檢查在肺癌、黑色素瘤、大腸直腸癌、乳房癌及甲狀腺癌的臨床應用。國內研究除了與之呼應外並具本土性，但礙於昂貴的檢查費用

(每次高達新台幣五萬元)及目前的健保制度不給付下，無法讓真正需要的病人受益。亦即如上述論文結論，因改變了肺癌的傳統分期，使的在肺癌在傳統分期下被判定需手術治療的病人轉變為不應手術治療；而被判定不需手術治療的病人轉為應手術治療，這其間的差異竟高達 60%。如此可省下國家多少的不必要醫療浪費，不必要的手術治療減少了病人的痛苦及避免無謂的醫療糾紛。寄望有關當局能通盤考量擬出配套措施，為了全國民眾的健康福祉並使免於癌症的恐懼，利用高科技的正子斷層造影技術讓癌症患者得到真正最適切的治療方法與照顧，全民健保永續經營，造福國民，

### 文獻參考

1. Warburg O. The metabolism of tumors. New York,

- NY:Smith,1931;129-169.
2. Rigo P, Paulus P, Kaschten BJ, et al. Oncologic applications of positron emission tomography with fluorine-<sup>18</sup> fluorodeoxyglucose. *Eur J Nucl Med* 1996;23:141-1674.
  3. Jones SC, Alavi A, Christman D, Montanez I, Wolf AP, Reivich M. The dose uptake ratio as an index of glucose metabolism: useful parameter or oversimplification? *J Nucl Med* 1994;35:1308-1312.
  4. Shreve PD, Anzai Y, Wahl RL. Pitfalls in oncologic diagnosis with FDG PET imaging: Physiologic and benign variants. *Radiographics* 1999;19:61-77.
  5. Meyer M, Gast T, Raja S, Hubner K. Increased F-18 FDG accumulation in an acute fracture. *Clin Nucl Med* 1994;19:13-14.
  6. Strauss LG, Fluorine-18 deoxyglucose and false-positive results: a major problem in the diagnosis of oncological patients. *Eur J Nucl Med* 1996;23:1409-1415.
  7. Tahara T, Ichiya Y, Kuwabara U, et al. High [18F]-fluorodeoxyglucose uptake in abdominal abscesses: a PET study. *J Comput Assist Tomogr* 1989;13:829-831
  8. American Cancer Society: Cancer facts and figures, 1999.

9. Armstrong P and Vincent JM: Staging non-small cell lung cancer. Clin Radio 48:1-10,1993.
10. White PG, Adams H, Crane MD and Butchart EG: preoperative staging of carcinoma of the bronchus: can computed tomographic scanning reliably identify stage III tumors? Thorax 49:951-957,1994.
11. Wilson CB: PET scanning in oncology. Eur J Cancer 28:508-510,1992.
12. Strauss LG and Conti PS: The applications of PET in clinical oncology. J Nucl Med 32:623-648,1991.
13. Glasby JA, Hawkins R, Hoh CK and Phelps ME: Use of positron emission tomography in oncology. Oncology 7:41-46,1993.
14. Hawkins RA, Hoh CK and Glasby JA: The role of positron emission tomography in oncology and other whole-body application. Semi Nucl Med 22:268-284,1992.
15. Weder W, Schmid RA, Bruchhaus H, Hillinger S, von-Schulthess GK and Steinert HC: Detection of extrathoracic metastases by positron emission tomography in lung cancer. Ann Thorac Surg 66:886-893,1998.
16. Bury T, Barreto A, Daenen F, Barthelemy N, Ghaye B and Rigo P:

- Fluorine-18 deoxyglucose positron emission tomography for the detection of bone metastases in patients with non-small cell lung cancer. *Euro J Nucl Med* 25:1244-1247,1998.
17. Ahuja V, Cloeman RE, Heerdon J and Patz EF: The prognostic significance of fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for patients with non-small cell lung carcinoma. *Cancer* 83:918-924,1998.
18. Vansteenkiste JF, Stroobants SG, Dupont PJ, De-leyn PR, De-Wever WF, Verbeken EK, Nuyts JL, Maes FP and Bogaert JG: FDG-PET scan in potentially operable non-small cell lung cancer: do anatomometabolic PET-CT fusion images improve the localization of regional lymph node metastases? The Leuven Lung Cancer Group. *Eur J Nucl Med* 25:1495-1501,1998.
19. Choi NC, Mathisen DJ, Huberman MS and Mark EJ: Cancer of the lung. In: *Cancer Manual*. Osteen RT (ed). American Cancer Society, Boston,MA,pp188-201,1990.
20. Wahl RL, Quin LE, Greenough RL, Meyer CR, White RI and Orringer MB: Staging of mediastinal non-small cell lung cancer with FDG PET, CT, and fusion images: preliminary prospective evaluation.

- Rdiology 191:371-377,1994.
- 21.Shreve PD, Anzai Y and Wahl RI: Pitfalls in oncologic diagnosis with FDG PET imaging: physiologic and benign variants. Radiographics 19:61-77,1999.
- 22.Sazon DA, Santiago SM, Soo-Hoo GW, Khonsary A, Brown C, mandelkern M, Bland W and Williams AJL  
Fluorodeoxy-glucose-positron emission tomography in the detection and staging of lung cancer. Am J Respir Crit Care Med 153:417-421,1996.
- 23.Chin R Jr, Ward R, Keyes JW, Choplin RH, Reed JC, Wallenhaupt S, Hudspeth AS and Haponik EF: Mediastinal staging of non-small cell lung cancer with positron emission tomography. Am J Respir Crit Care Med 152:2090-2096,1995.
- 24.Hoh CK, Schiepers C, Seltzer MA, Gambhir SS, Silverman DH, Czernin J, Maddahi J and Phelps ME: PET in oncology: will it replace the other modalities? Semin Nucl Med 27:94-106,1997.
- 25.Gambhir SS, Hoh CK, Phelps ME, Madar I and Maddahi J: Decision tree sensitivity analysis for cost-effectiveness of FDG-PET in the staging and management of non-small cell lung carcinoma, J Nucl

Med 37:1428-1436,1996.

26. Vansteenkiste JF, Stroobants SG, De-Leyn PR, Dupont PJ, Verschakelen JA, Nackaerts KL and Mortelmans LA: Mediastinal lymph node staging with FDG-PET scan in patients with potentially operable non-small cell lung cancer: a prospective analysis of 50 cases. Leuven Lung Cancer Group. Chest 112:1480-1486,1997.
27. Ferlin G, Rubello D, Chierichetti F, Zanco P, Bergamin R, Treto P, Fini A and Cargnel S: The role of fluorine-18-deoxyglucose (FDG) positron emission tomography (PET) whole body scan (WBS) in the staging and follow-up of cancer patients: our first experience. Tumori 83:679-684,1997.
28. Collins, S.L. Thyroid cancer: controversies and etiopathogenesis. In: Falk SA (ed) Thyroid disease. Endocrinology, Surgery, Nuclear Medicine, and Radiotherapy. 2<sup>nd</sup> edition. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1997, 495-564.
29. Mazzaferri, E.L. Diagnosis and management of papillary and follicular thyroid carcinomas. In: Surks MI (ed) Thyroid diseases. Philadelphia, Blackwell Science, 1999, 67-80
30. Ronga, G.; Fiorentino, A.; Paserio, E.; Signore, A.; Todino, V.;

- Tummarello, M.A.; Filesi; Baschieri, I. Can iodine-131 whole-body scan be replaced by thyroglobulin measurement in the post-surgical follow-up of differentiated thyroid carcinoma? *J Nucl Med* 1990, *31*, 1766-1771.
- 31.Lubin, E.; Mechlis-Frisch, S.; Zatz, S.; Shimoni, A.; Segal, K.; Avraham, A.; Levy, R.; Feinmesser, R. Serum thyroglobulin and iodine-131 whole-body scan in the diagnosis and assessment of treatment for metastatic differentiated thyroid carcinoma. *J Nucl Med* 1994, *35*, 257–262.
- 32.Roelants, V.; De Nayer, P.; Bouckaert, A.; Beckers, C. The predictive value of serum thyroglobulin in the follow-up of differentiated thyroid cancer. *Eur J Nucl Med* 1997, *24*, 722-727.
- 33.Filesi, M.; Signore, A.; Ventroni, G.; Melacrinis, F.F.; Ronga, G. Role of initial iodine-131 whole body scan and serum thyroglobulin in differentiated thyroid carcinoma metastases. *J Nucl Med* 1998, *39*, 1542-1546.
- 34.Galloway, R.J.; Smallridge, R.C. Imaging in thyroid cancer. *Endocrinol Metab Clin North Am* 1996, *25*, 93–113.
- 35.Samaan, N.A.; Schultz, P.N.; Haynie, T.P.; Ordonez, N.G. Pulmonary

metastasis of differentiated thyroid carcinoma: treatment results in 101 patients. *J Clin Endocrinol Metab* 1985, *60*, 376–380.

36. Shen, Y.Y.; Kao, A.; Yen, R.F. Comparison of 18F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography and gallium-67 citrate scintigraphy for detecting malignant lymphoma. *Oncol Rep* 2002, *9*, 321-325.
37. Yen, R.F.; Sun, S.S.; Shen, Y.Y.; Changlai, S.P.; Kao, A. Whole body positron emission tomography with 18F-fluoro-2-deoxyglucose for the detection of recurrent ovarian cancer. *Anticancer Res* 2001, *21*, 3691-3694.
38. Sun, S.S.; Chen, T.C.; Yen, R.F.; Shen, Y.Y.; Changlai, S.P.; Kao, A. Value of whole body 18F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of recurrent cervical cancer. *Anticancer Res* 2001, *21*, 2957-2961.
39. Hung, G.U.; Shiau, Y.C.; Tsai, S.C.; Chao, T.H.; Ho, Y.J.; Kao, C.H. Value of 18F-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography in the evaluation of recurrent colorectal cancer. *Anticancer Res* 2001, *21*, 1375-1378.
40. Changlai, S.P.; Tsai, S.C.; Chou, M.C.; Ho, Y.J.; Kao, C.H. Whole

body 18F-2-deoxyglucose positron emission tomography to restage non-small cell lung cancer. *Oncol Rep* 2001, *8*, 337-339.

41.Kao, C.H.; Hsieh, J.F.; Tsai, S.C.; Ho, Y.J.; Yen, R.F.; ChangLai, S.P.;Chieng, P.U. Comparison of 18-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography and computed tomography in detection of cervical lymph node metastases of nasopharyngeal carcinoma. *Ann Oto Rhinol Laryn* 2000, *109*, 1130-1134.

42.Kao, C.H.; Hsieh, J.F.; Tsai, S.C.; Ho, Y.J.; Yen, R.F. Comparison and discrepancy of 18F-2-deoxyglucose positron emission tomography and Tc-99m MDP bone scan to detect bone metastases. *Anticancer Res* 2000, *20*, 2189-2192.

43.Kao, C.H.; ChangLai, S.P.; Chieng, P.U.; Yen, R.F.; Yen, T.C. Detection of recurrent or persistent nasopharyngeal carcinomas after radiotherapy with 18-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography and comparison with computed tomography. *J Clin Oncol* 1998, *16*, 3550-3555.

44.Grünwald, F.; Schomburg, A.; Bender, H.; Klemm, E.; Menzel, C.; Bultmann, T.; Palmedo, H.; Ruhlmann, J.; Kozak, B.; Biersack, H.J. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose positron emission tomography in

the follow-up of differentiated thyroid cancer. Eur J Nucl Med 1996, 23, 312–319.

45.Chung, J.K.; So, Y.; Lee, J.S.; Choi, C.W.; Lim, S.M.; Lee, D.S.; Hong, S.W.; Youn, Y.K.; Lee, M.C.; Cho, B.Y. Value of FDG PET in papillary thyroid carcinoma with negative <sup>131</sup>I whole-body scan. J Nucl Med 1999, 40, 986-992.

46.Feine, U.; Lietzenmayer, R.; Hanke, J.P.; Held, J.; Wöhrle, H.; Müller-Schauenburg, W. Fluorine-18-FDG and iodine-131-iodide uptake in thyroid cancer. J Nucl Med 1996, 37, 1468–1472.

47.Joensuu, H.; Ahonen, A. Imaging of metastases of thyroid carcinoma with fluorin-18 fluorodeoxyglucose. J Nucl Med 1987, 28, 910-914.

## 附件 (1)

# **Protocol for FDG-PET study**

## **( FDG – PET 病人檢查 Protocol )**

壹、病患篩選

一、受檢者數目：

收集研究開始進行後三個月內符合條件的病患，至少 20 名。

## 二、研究對象

在院內進行 MRI 或 CT 掃描攝影輔助癌症診斷之病患。

## 三、疾病定義

原發性病灶疑似乳癌、鼻咽癌、骨癌、肺癌原發或復發，需影像攝影，輔助疾病診斷之患者。

## 四、納入原則：

1. 臨床診斷懷疑原發性病灶為乳癌、鼻咽癌、骨癌、肺癌之原或復發病患。
  2. 在接受  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 掃描之前一至三個月，曾在醫院進行 CT 或 MRI 檢查。
  3. 醫師開具檢查單。
- 受檢者需符合上列條件。

## 五、排除原則：

1. 正在進行化學治療或放射線治療。
2. 一個月內曾進行化學治療或放射線治療。
3. 糖尿病患者
4. 慢性胰臟炎患者
5. 體溫超過攝氏 38.5 度有發燒現象

6. 身體有發炎反應。
7. 身體有感染疾病。
8. 容易緊張或無法聽從醫師指示靜躺 60 分鐘以上之患者。

受檢者若有上列其中一項條件即排除。

## 貳、研究執行步驟

### 一、正子斷層掃描檢查步驟

1. 病人隔夜進食（至少 6 小時以上），空腹至核醫科正子造影中心報到，住院醫師在接待室為病患問診及理學檢查，說明進行 PET 掃描各種注意事項，且務必在病患注射  $^{18}\text{F}$ -FDG 之前講解完畢確認病患瞭解且有能力受檢。

2. 讓受試者閉眼部靜臥於注射室推床上。

3. 用 23 號頭皮針連接於三叉接頭之一端，20cc 之針筒裝滿生理食鹽水連接於另一端。

4. 用上述之頭皮針安置於受試者之靜脈，靜脈注射以遠離腫瘤部位之靜脈血管為主，不由 CVP line 注射給藥，以防注射部位造成結果評估之偏差。

5. 先注射 5ml Normal Saline 確定暢通後，以 three-way 接頭注射試驗藥品，以防藥液由血管外滲。將  $^{18}\text{F}$ -FDG 10mCi 經三叉接頭之一端注射入受試者體內，接者以三叉接頭另一端已接好之 15cc

之生理食鹽水全部注入受試者體內，避免藥液殘留在注射部位。

6. 拔除頭皮針。

7. 注射藥品後，受試者需留置於注射室，在昏暗的燈光下靜躺至 45 至 60 分鐘，讓藥品在全身分佈達到平衡；靜躺時閉目養神，盡可能不說話或做任何動作，以避免  $^{18}\text{F-FDG}$  集中到局部耗養量高的部位，造成掃描結果的誤差。

8. 待藥品在體內分佈均於後，受檢者需先上廁所，將尿液排空，隨即立刻上 PET 掃描儀之檢查台。

9. 受試者頭部以頭架固定，平躺於檢查台上，雙手自然置於身體兩側，自然呼吸。

10. 開始掃描收集全身（從頭部至腳底） $^{18}\text{F-FDG}$  之分佈約 60 至 80 分鐘。

11. 資料收集完畢後，由電腦將所收集之影像經重組後，得到全身（從頭部至腳底）之冠切面及縱切面。

12. 病患做完檢查，應留至其表面一公尺劑量低於 2.5 微居里時，始讓離去。

13. PET 檢查結束後，為病患安排回診事宜等。

### 參、後續事宜

#### 一、藥品之抽取與定量

由合格放射技術師、藥師執行，經輻射劑量計測儀測量，抽取 10mCi 的  $^{18}\text{F}$ -FDG 單一劑量，在注射室交給住院醫師為受檢者靜注射。

## 二、可能發生的不良反應及處理方式

由於受試者只注射 10mCi 的  $^{18}\text{F}$ -FDG，其放射性之暴露極微，據估算全身劑量為 43mrad/mCi，而  $^{18}\text{F}$ -FDG 至目前為止仍無副作用之報告。若是檢查中發生任何不適或不良反應均應確實記錄，若發生嚴重的不良反應，應於依規定通報衛生主管機關及院方。

## 肆、藥品之製造與管理

### 一、藥品之製造

藥品由本院地下一樓迴旋加速器中心製造產製的核醫藥物。本臨床採用之 Flurodexoglucose[ $^{18}\text{F}$ ]，在專業藥師監督下生產、品管，以符合國家藥事法之規定。

### 二、藥品運送與處理的安全考量

由於受檢者只注射 5-10m Ci  $^{18}\text{F}$  氟去氧葡萄糖，其放射性之暴露極微，據估算全身劑量為 43 mrad/mCi，而去氧葡萄糖至目前為止仍無副作用之報告。為了確保輻射安全，本臨床檢查特請本院輻射安全委員會進行下列安全措施：

#### 1. $^{18}\text{F}$ FDG 之安全運送

$^{18}\text{F}$  FDG 從本院小型迴旋加速器實驗室，經化學純化、標定、滅菌、品管分析、檢驗過後，裝入無菌小瓶，再次放入錫容器，由專業藥師負責運送，包括藥品數量接收、包裝盒裏外輻射偵測，運送途中意外事故防止，及緊急應變措施。運抵科室後點交，並會同作輻射偵測，及數目點收。

二、院內輻射防護：由本院輻防人員負責監督。

1.  $^{18}\text{F}$  FDG 的物理特性： $^{18}\text{F}$  為帶正電荷粒子，其 $\beta^+$ 射程為 0.7 毫米，但鉛屏蔽所產生的制動輻射，及碰到電子所產生之 0.511MeV 之 $\gamma$ 雙光子是輻射安全屏蔽考慮的重點。

2. 本院 PET 檢查室，輻射安全防護措施完善，但人員操作應遵循「安全作業標準程序」；善加利用防護具及有關 ALARA 之精神，以使人員暴露劑量合理抑低。

3. 病人做完檢查，應等至其表面一公尺劑量率低於 0.5 微居里小時，使讓其離去。

4. 放射性廢棄物： $^{18}\text{F}$  FDG 其放射性半衰期為 110 分鐘；其放射性廢棄物包括；使用過之針筒針頭藥品，集中按可燃不可燃放置於鉛容器內，待放至 10 個半衰期，約 17.56 小時後，其輻射強度低於 0.05 毫居里小時，始當一般廢棄物處理。

伍、PET 儀器之廠牌及其他

## 一、正子放射斷層掃描儀

SIEMENS HR+、Positron Emission Tomography System, (Noxill, USA.) 不但針對全身掃描提供 55 公分橫切面的觀察視野，而且針對單一器官提供 15 公分橫切面的觀察視野。該儀器經由傳導能量視窗，利用轉動的二支鍺 68 ( $^{68}\text{Ge}$ ) 棒狀射源來達到快速及精確的衰減校正。環狀偵測器陣列的構造是由鈹鍺氧化物(BGO)加馬光轉換晶體組合成偵測器模組，橫軸有 6 個晶體，縱軸有 6 個晶體，連接在二組擁有 4 個光倍增管(PMT)。偵測器陣列有 56 個偵測單位，每一單位包含 6 個偵測器模組，共有三層環狀偵測器陣列。

## 二、輻射劑量計測儀

Capintec, Inc, CRC-15R, Ramsey, NJ, USA.

## 三、蓋格輻射偵測儀

NE (Nuclear Enterprise) PDR4, UK.

## 四、頭皮針

Single Use Top Infusion Set (特浦翼狀針), Top Corporation, Tokyo, Japan

## 伍、三叉接頭

Connecta, BOC OHMEDA AB, Helsingborg Sweden

## 六、20 cc 針筒

20 ml syringe, Terumo Corporation, Tokyo, Japan

## 陸、結果評估

### 一、次要評估項目

與原發病灶之病理組織切片為主，評估病灶部位、大小（直徑公分）與數目，比較  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 與傳統 CT、MRI 結果的準確性。

## 二、次要評估項目

比較  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 與傳統 CT、MRI 結果中包括原發病灶以外的所有發現，做為未來評估各種檢查方法在追蹤癌病復發或轉移上的價值。

## 柒、統計方法：

以原發病灶之病理組織切片為主，各別評估  $^{18}\text{F}$ -FDG PET 與傳統 CT 或 MRI 結果的準確度(accuracy)包括敏感度(sensitivity)，特異性(specificity)，陽性預測值(positive predictive value)，陰性預測值(negative predictive value)。

$$\text{敏感度 (Sensitivity)} = \frac{\text{True (+)}}{\text{True (+)} + \text{false(-)}}$$

$$\text{特異性 (Specificity)} = \frac{\text{True (-)}}{\text{True (-)} + \text{false(+)}}$$

陽性預測值(positive predictive value ; PPV)

$$\text{PPV} = \frac{\text{True (+)}}{\text{True (+)} + \text{False(+)}}$$

陰性預測值(negative predictive value ; NPV)

$$\text{NPV} = \frac{\text{True (-)}}{\text{True (-)} + \text{False(-)}}$$

## 附件 (2)

相關論文研究出版

1.  $^{18}\text{F}$ -2-fluoro-2-D-glucose positron emission tomography of head and neck in patients with nasopharyngeal carcinoma. *Oncol Rep* 4:1331-4,1997.
2. Detection of Recurrent or Persistent Nasopharyngeal Carcinomas After Radiotherapy With  $^{18}\text{F}$ -Fluoro-2-Deoxyglucose Positron Emission Tomography and Comparison With Computed Tomography. *J Clin Oncol* 16:3550-5,1998.
3. Using [ Fluorine-18 ] 2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucosed Positron Emission Tomography to Detect Local Recurrence of Ovarian Carcinoma-Possible False-Positive Diagnosis Due to Urine Accumulation in Urinary Bladder. *Ann Nucl Med Sci* 12:217-9,1999.
4. Multiple Lymph Node Metastases in a Patient with Cervical Cancer Demonstrated on  $^{18}\text{F}$ -Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography. *Ann Nucl Med Sci* 13:63-6,2000.
5. Detection of Bone Metastases of Malignancy by Bone Scan and  $^{18}\text{F}$ -FDG PET. *Ann Nucl Med Sci* 13:125-8,2000.
6. Comparison of 18-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography and computed tomography in detection of cervical lymph node metastases of nasopharyngeal carcinoma. *Ann Otol Rhino Laryn*

- 109:12;1130-4,2000.
7. Value of Whole Body  $^{18}\text{F}$ -fluoro-2-deoxyglucose Positron Emission Tomography in the Evaluation of Recurrent Cervical Cancer. *Anticancer Research* 21:2926-57,2001.
  8. Whole Body Positron Emission Tomography with  $^{18}\text{F}$ -fluoro-2-deoxyglucose for the Detection of Recurrent Ovarian Cancer. *Anticancer Research* 21:3691-4,2001.
  9. PET scan normal interpretation. *Formosa Medical Journal* 44: 6;19-21,2001.
  10. Whole body  $^{18}\text{F}$ -2-deoxyglucose positron emission tomography to restage non-small cell lung cancer. *Oncol Rep* 8:337-9,2001.
  11. Comparison whole body  $^{18}\text{F}$ -2-deoxyglucose positron emission tomography and technetium-99m methylene diphosphate bone scan to detect bone metastases in patients with non-small cell lung cancer. *Neoplasma* 49:4,267-71,2002.
  12. Objective evidence of decreased salivary function in patients with autoimmune thyroiditis (chronic thyroiditis, Hashimoto's thyroiditis). *Nucl Med Commu* 23:1029-33,2002.
  13. Detecting Metastatic Pelvic Lymph Nodes by  $^{18}\text{F}$ -2-Deoxyglucose

Positron Emission Tomography in Patients with Prostate-Specific

Antigen Relapse after Treatment for Localized Prostate Cancer. Uro Int

70:311-5,2003.

14.  $^{18}\text{F}$ -Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography in Detecting

Metastatic Papillary Thyroid Carcinoma with Elevated Human Serum

Thyroglobulin Levels But Negative I-131 Whole Body Scan.

Endocrine Research 29:2;169-75,2003