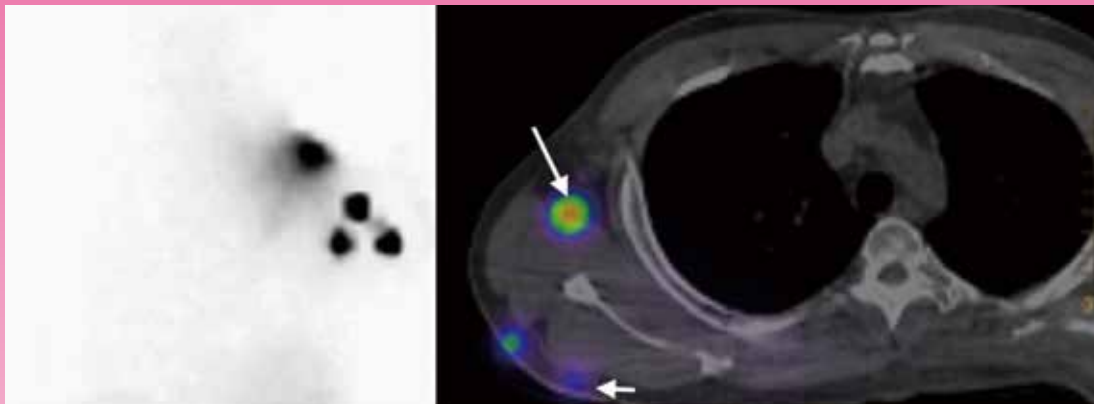


# 核醫技術學雜誌

## *Journal of Nuclear Medicine Technology*



(Left) Planar lymphoscintigraphy revealed three radioactive lymph nodes in the right aspect of injection site. (Right) Transverse SPECT/CT imaging revealed localization of one radioactive lymph node in the right axillary region (long white arrow) and two radioactive lymph nodes in the subcutaneous region (short white arrow).

**Volume 12 Number 1**

**December 2015**

第十二卷 第一期 中華民國一〇四年十二月

**Published by NM Technology Committee, the Society of Nuclear Medicine, R.O.C.**

中華民國核醫學學會  
醫技委員會 發行

# 台灣加馬照相機設備品質保證先期研究

鄭雯文<sup>1</sup> 林穎稚<sup>2</sup> 黃文盛<sup>3</sup> 杜高瑩<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 馬偕紀念醫院核子醫學科 淡水院區

<sup>2</sup> 馬偕紀念醫院核子醫學科 臺北院區

<sup>3</sup> 彰化基督教醫院核子醫學科

**前言：**電腦斷層掃描儀 (Computed tomography) 於 2010 年起開始實地訪查、2011 年實行品保計畫。核子醫學科的加馬照相機 (Gamma camera) 本身沒有釋出輻射線，所以儀器本身並不會造成人員的輻射劑量，而輻射劑量來自於給予的放射性同位素，其輻射劑量的準確性與劑量校正儀量測輻射活度息息相關，這是另一部分的研究在此不加贅述。另外一個重點是病人注入、吸入或吃入體內的放射性同位素，會在特定器官累積，為了得到最佳的影像品質和避免病人增加輻射劑量，儀器成像的正確性及穩定性也是關鍵所在。

**方法：**利用設計問卷的方式調查了解各家醫院實作品質保證的情形，問卷的調查項目主要是參考美國核醫學會、電器製造商協會和歐洲核醫學會以及國際原子能總署所建議的項目中來制定，調查項目有：均勻度，有或沒有準質儀、空間解析度、能量解析度、靈敏度校正、線性度校正、旋轉中心校正、斷層影像測試、影像對位校正、假體掃描測試。

**結果：**全臺灣共有 60 家醫院設置核子醫學科，截至目前為止已有 46 家醫院完成問卷調查。依據目前的資料得知，西門子公司 (Siemens company) 的儀器在臺灣的市占率約 48%、奇異公司 (General Electric company) 約 38%、飛利浦 (Philips company) 公司佔 14%。若依地區來看，北部地區擁有西門子儀器的醫院約有 48%、中部 10%、南部 42%；奇異公司在北部地區約佔 70%、中部 9%、南部 15%、東部 6%；而飛利浦公司在北部有 59%、中部 8%、南部 33%。

**討論：**就目前統計調查的分析結果可以發現幾件待改善情形：第一、放射師對於品管的認知及重要性薄弱，因此必須加強放射師對於儀器品管的教育訓練。第二、因為人力的不足或其他因素，導致各家醫院對於施作品管程序的作法和頻次不一致，因此我們應該考量國內臨床實務作業情況，細分品管項目、建立該項施作頻次，避免增加臨床上的作業流程而降低品管的執行意願。第三、由於目前臺灣並沒有相關的條文規範，故品管程序大多仰賴各家廠牌的工程師來執行，這些來自於國外的廠商都是參考美國及歐洲核醫學會的建議報告和 NEMA 及 IAEA 的規範，我們應當結合各家醫院的核醫先進的意見和上述的資料製訂出適合國內的品管程序。

**結論：**提供良好和安全的醫療照護是大家一致的努力目標，對於核醫科來說，降低病人的輻射劑量和影像品質的提升是長久以來的最大希望。就現階段而言，加強影像設備的品管相關專業能力以及落實品管執行能力是首要的工作。

**關鍵詞：**品質保證 (Quality Assurance, QA)、品保、品質管制 (Quality Control, QC)

核醫技學誌 2015;12:1-10

## 前言

科技的進步帶動了醫療服務品質的提升，不論在臺灣或國外各醫療院所都會使用放射線來幫助診斷病情；然而病人意識抬頭，輻射安全的變成全球關注的焦點。因為如此，行政院原子能委員會規定臺灣輻射相關醫療器材自 2005 年 7 月開始實施「輻射醫療曝露品質保證標準」，第一階段先規範放射治療領域中的儀器，如直

受理日期：104 年 2 月 26 日

聯絡人姓名：鄭雯文

單位：馬偕紀念醫院核子醫學科 淡水院區

地址：25173 新北市淡水區民權路 47 號

電話：(02) 2809-4661 轉 2299 電子信箱：chengwnike@yahoo.com.tw

線加速器 (Linac)、鈷 60 遠隔治療機 (Co-60 teletherapy) 與遙控後荷式接近治療機 (Brachytherapy)，第二階段於 2008 年 1 月開始規範電腦刀 (X knife)、電腦斷層治療機 (Tomotherapy) 與加馬刀 (Gamma knife)，同年 7 月開始規範乳房 X 光檢查 (Mammography)。電腦斷層掃描儀 (Computed Tomography) 於 2010 年起開始實地訪查、2011 年 7 月實行品保計畫 (包含核子醫學科)。核子醫學科的儀器與上述機器最大差別在於加馬照相機 (Gamma camera) 本身沒有釋出輻射線，所以儀器本身並不會造成人員的輻射劑量，而輻射劑量來自於給予的放射性同位素，其輻射劑量的準確性與劑量校正儀量測輻射活度息息相關<sup>[1]</sup>，這是另一部分的研究在此不加贅述。另外一個重點是病人注入、吸入或吃入體內的放射性同位素，會在特定器官累積，為了得到最佳的影像品質和避免病人需要二次攝入放射性同位素，儀器成像的正確性及穩定性也是關鍵所在。因此 2012 年臺灣核醫學會開始計畫規範核子醫學科的加馬照相機儀器，本研究於 2013 年開始，利用填寫問卷方式了解各家醫院的核子醫學科目前現階段實作品質控制 (Quality control, QC) 項目及施作頻率，再進一步來制定品保計畫內容。

## 方法

首先，我們必須先了解各家醫院實作品質控制的情形。臺灣核醫學會徵詢各家資深放射師們及先進的意見並參考國際上的文獻，例如像美國核醫學會 (Society of Nuclear Medicine, SNM)、電器製造商協會 (National

Electrical Manufacturers Association, NEMA) 和歐洲核醫學會 (European Association Nuclear Medicine, EANM) 以及國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA) 所建議的項目中來制定本次的調查問卷。故本次調查項目有：均勻度 (Uniformity)、有或沒有準直儀 (collimator)、空間解析度 (Spatial Resolution)、能量解析度 (Spatial Energy Resolution)、計數率效能 (Count rate performance)、靈敏度校正 (Sensitivity map)、線性度校正 (Linearity)、多能窗空間準確度 (Multiple window spatial registration)、旋轉中心校正 (center of rotation)、斷層影像測試 (SPECT reconstruction)、雙偵測頭的位移 (Misalignment in Dual detector SPECT)、影像分析螢幕解析度 (Workstation monitor)、影像對位校正 (System Alignment)、假體掃描測試 (Physical phantom test)、全身掃描系統空間解析度 (Whole body system spatial resolution)<sup>[2]</sup>。經過再三地討論後，問卷設計如表一。於 2013 年 7 月開始，請學會以電子郵件方式傳送至各家醫院的核子醫學科部門，說明此次調查的目的與填寫方式，請各家醫院核子醫學科負責人填寫、一台儀器填寫一份問卷，填寫完後可以用傳真方式或電子郵件回傳。

## 結果

根據衛福部和核醫學會的資料，全臺灣共有 59 家醫院設置核子醫學科，共有 105 臺加馬照相機。在 2014 年 11 月中，完成回收了全部的問卷。初步在整理問卷的時候發現仍有遺漏的部分，為了資料的完整性

表一：問卷調查項目及頻次，表格中的 N 代表無施作此項目

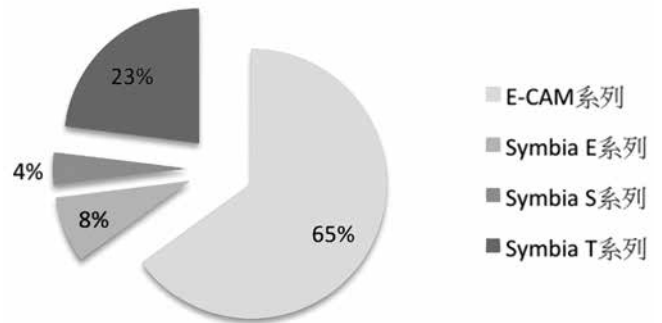
項目	每日	每週	每月	每季	每半年	每年	無施作
均勻度，有準直儀	42	2	2	5	0	0	54
均勻度，沒有準直儀	39	13	7	18	0	8	20
空間解析度	0	14	9	5	1	3	73
能量解析度	21	12	9	20	0	9	34
靈敏度校正	2	3	10	28	3	13	46
線性度校正	7	3	4	10	0	17	64
旋轉中心校正	0	12	15	44	5	13	16
斷層影像測試	6	1	3	13	1	2	79
影像對位校正	6	0	5	24	11	6	53
假體掃描測試	0	0	2	8	0	5	90

及正確性，以電話訪問的方式來完成表格上所有的資訊。依據目前的資料統計得知全台灣各家公司分佈及各類型儀器的市佔率，分別如下（圖一）：西門子公司 (Siemens company) 的儀器在臺灣的市佔率約 47%、奇異公司 (General Electric company) 約 39%、飛利浦 (Philips company) 公司佔 14%。若依地區來看，北部地區擁有西門子儀器的醫院約有 45%、中部 16%、南部 39%；奇異公司在北部地區約佔 63%、中部 10%、南部 20%、東部 7%；而飛利浦公司在北部有 48%、中部 26%、南部 26%。

若以各家廠牌的儀器系列來分類（圖二、圖三、圖四），西門子的 E-CAM 在全臺灣的分部約佔 65%、Symbia T 系列佔 23%、Symbia E 系列佔 8%、Symbia S 系列佔 4%。奇異公司目前在臺灣市佔率最高的機種為 Infinia 系列、約 54%，其次為半導體系列和 Millennium 系列、各約 10%，單頭機型佔 7%，其他機種總共佔 19%。飛利浦公司的 Brightview 市佔率約 60% 為最多，Forte 系列約 27%，其他機種約 13%。

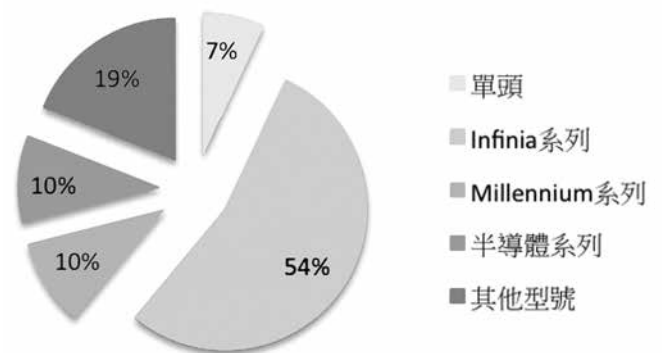
依據上述參考文獻對於各項目的重要性及所得到的問卷資訊挑選其中 10 種項目來做進一步的分析討論。由表二可以看出全台灣各家醫院對於各項品質控制項目實作頻次（表二和圖五）最高為旋轉中心校正、85%（89 間）的醫院都有執行這個項目；其次為均勻度（沒有準直儀）81%（85 間），第三為能量解析度 68%（71 間）。若分別探討各家公司儀器實作的情況，西門子公司（圖六）的儀器最常實作的項目為均勻度（沒有準直儀），佔 88%（43 間）；其次是旋轉中心校正、80%（39 間），第三為影像對位校正、61%（30 間）。奇異公司（圖七）的儀器最常實作的項目為旋轉中心校正和能量解析度各

## 西門子公司



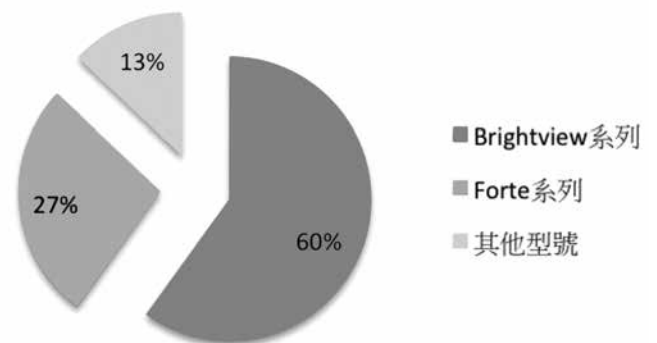
圖二：西門子公司在台灣售出機型之比例

## 奇異公司



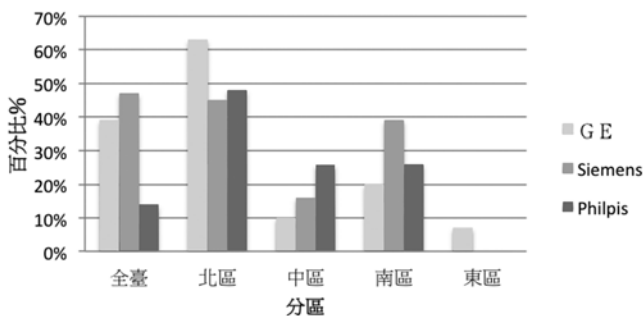
圖三：奇異公司在台灣售出機型之比例

## 飛利浦公司



圖四：飛利浦公司在台灣售出機型之比例

## 全臺灣儀器公司分佈



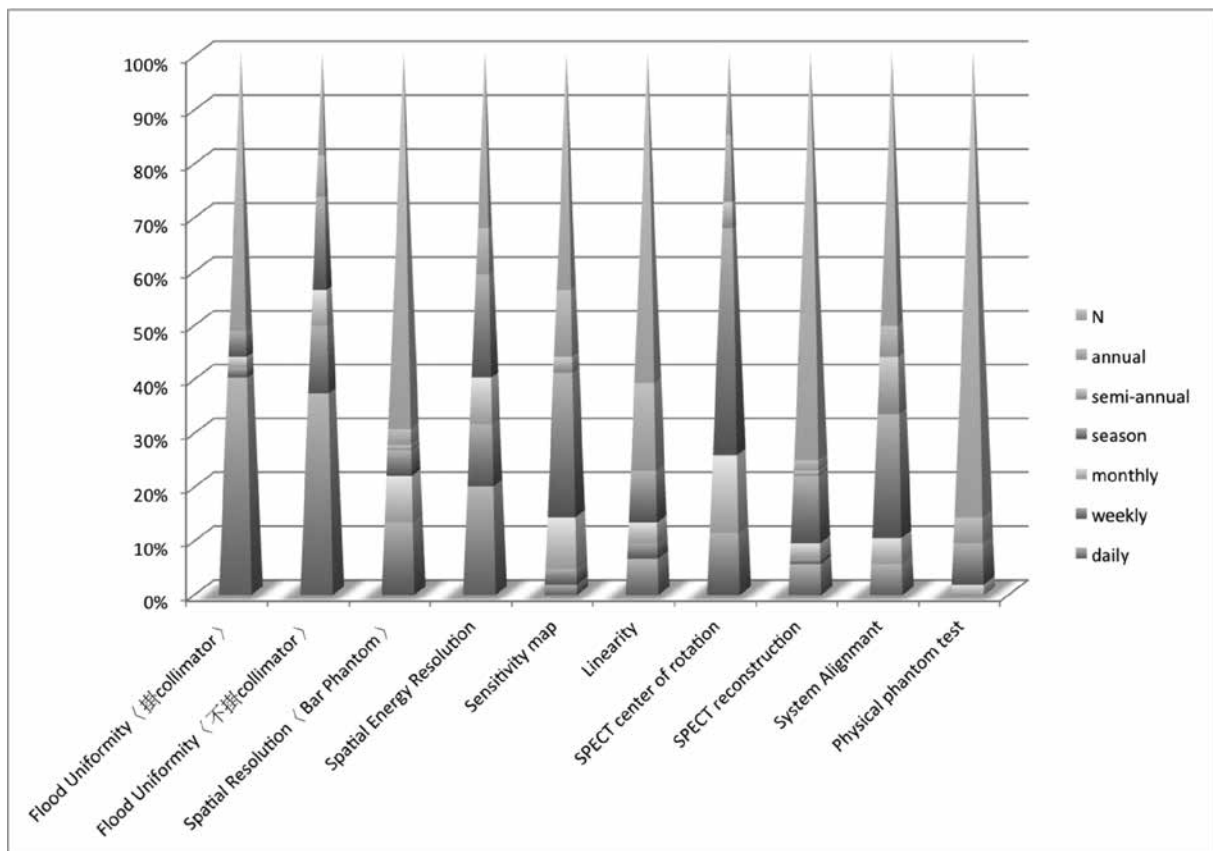
圖一：全臺各家儀器公司的分佈比例

表二：全台灣各家醫院所有加馬照相機品質控制項目的施作頻次，單位間醫院

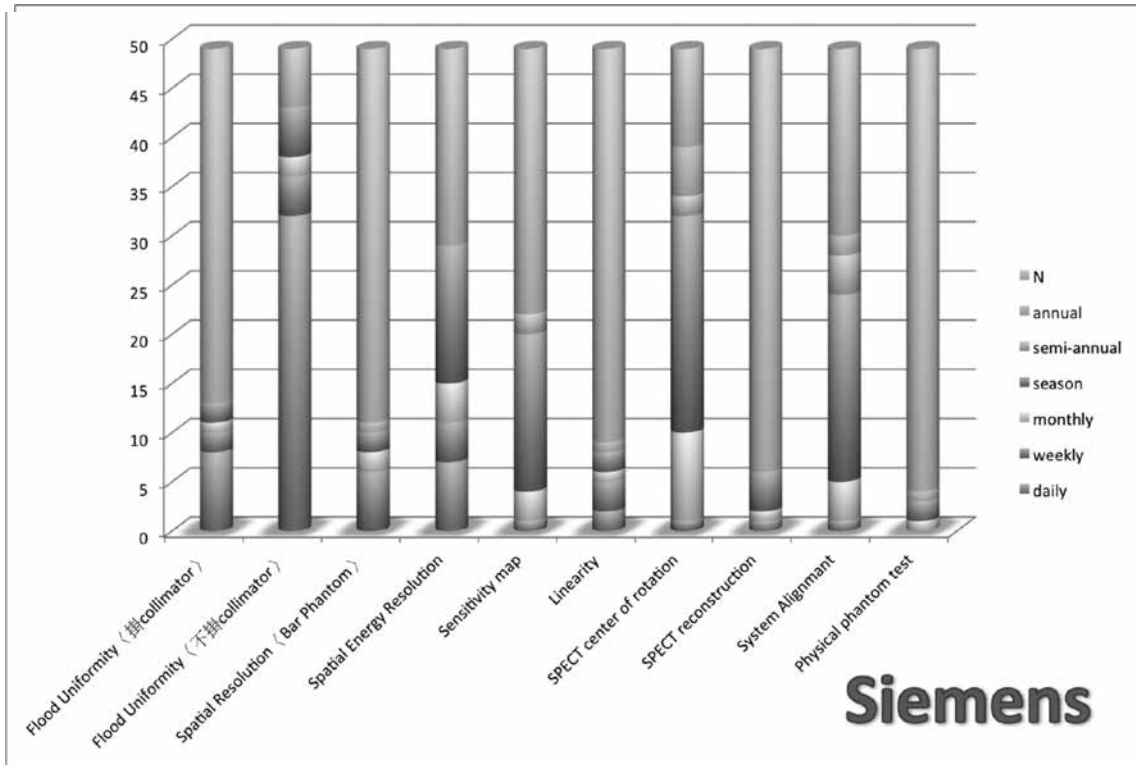
項目	全臺	西門子	奇異	飛利浦
均勻度，有準直儀	49	27	76	47
均勻度，沒有準直儀	81	88	68	93
空間解析度	30	22	41	27
能量解析度	68	59	88	40
靈敏度校正	56	45	80	27
線性度校正	39	18	68	27
旋轉中心校正	85	80	88	93
斷層影像測試	25	12	41	20
影像對位校正	50	61	41	33
假體掃描測試	14	8	20	20

表三：全台灣及各家公司對於各項目執行的情況，單位百分比 %

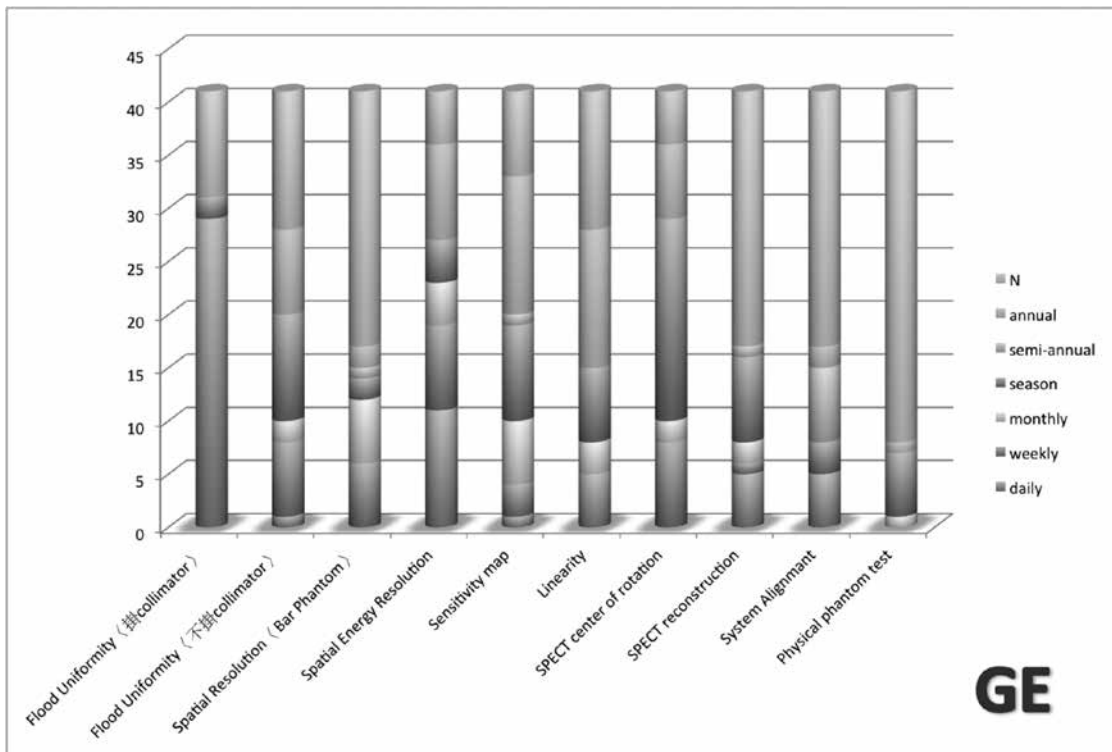
	全部機型	西門子	奇異	飛利浦
平均值 ± 標準差	3.52 ± 1.72	3.00 ± 0.92	3.94 ± 2.04	2.65 ± 0.47



圖五：全台灣各家醫院所有加馬照相機品質控制項目的施作頻次，單位百分比



圖六：西門子公司之加馬照相機品質控制項目的施作頻次，單位間醫院



圖七：奇異公司之加馬照相機品質控制項目的施作頻次，單位間醫院

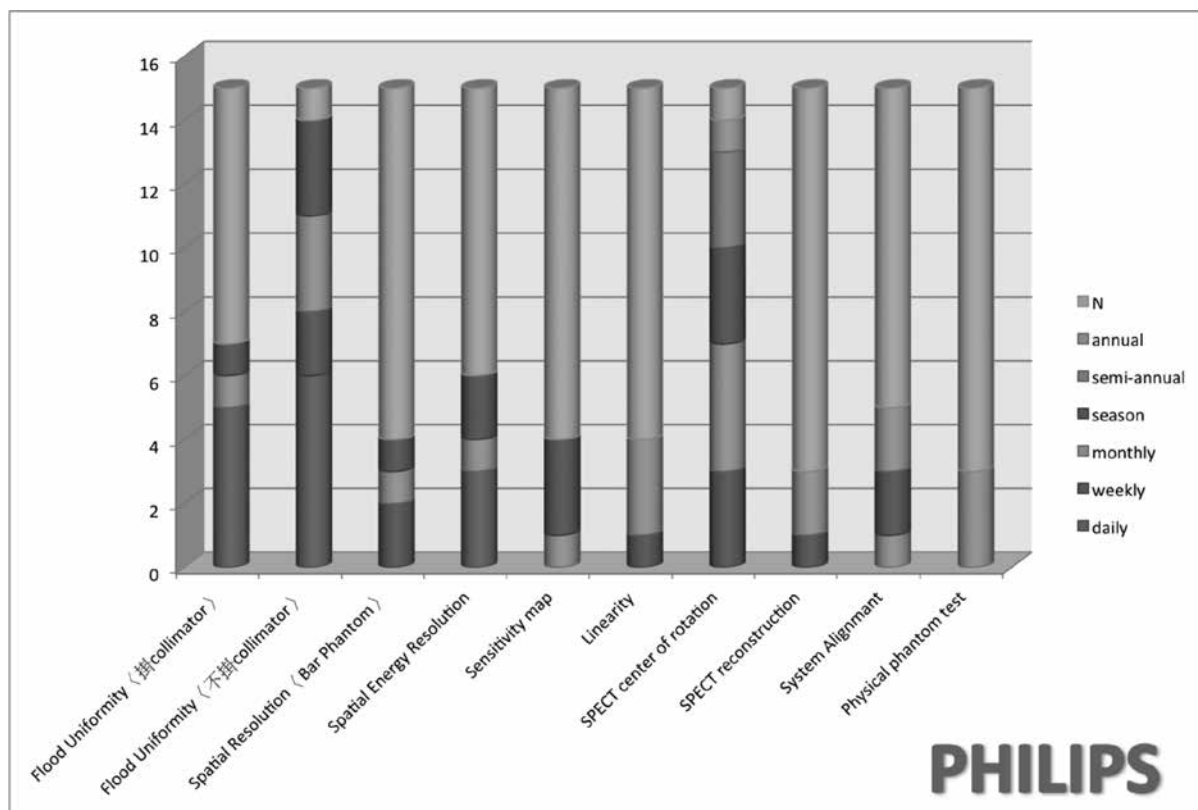
為 88% (36 間)，其次是靈敏度校正、80% (33 家)，第三為均勻度 (有準直儀) 76%、(31 間)。飛利浦公司 (圖八) 的儀器最常實作的項目為均勻度 (沒有準直儀) 和旋轉中心校正各為 93% (14 間)，其次是均勻度 (有準直儀)、47% (7 間)，第三為能量解析度 40%、(6 間)。從這當中可以發現，使用 99m TcO-4 來當作射源之作品管的項目，實作的比例比較大且頻次密度也會提高。

經由與各家公司的工程師討論之後發現，這三間公司對於此問卷裡的項目之評定標準並無太大差異且不論是哪種機型在執行之後會經由軟體程式計算出數值或以曲線、圖表顯示合格與否。在這些項目之中，各家工程師會建議均勻度 (不論是要做有或沒有準直儀的方式) 應該要每日執行一次並記錄數值加以確認影像的正確性和穩定度。由表八我們可以發現這三間公司的均勻度之平均值都在 5% 以內<sup>[3]</sup>。另外，在做均勻度時，會連同能量解析度一起校正 (依儀器廠牌不同，有些是同時作有些事先作能量解析度先進行校正完後才開始做均勻度)，但從表二到表六來看，實作均勻度 (有或沒有準

直儀的) 和能量解析度的醫院間數並不相符。空間解析度和假體掃描測試需要假體來輔助，例如像 bar phantom 或原廠假體，不是所有的核醫科都有，相對地不實作的機率就會提高。其他的項目因為各家公司設計的軟體不同和權限關係，實作的頻次密度不高且大多由工程師來執行。而統計到的均勻度數值若以全部的機器來看平均值約 3.52，西門子的機器約 3.00，奇異的機器約在 3.94，飛利浦的約為 2.65，根據 NEMA UN 2007-1 均勻度建議值應小於 5%，所以均符合此建議值<sup>[4]</sup>。從均勻度的變異度來看，奇異公司的儀器變異度較大、飛利浦公司的是最小；許多核醫科的儀器使用年限已經超過 8 年，經由問卷的統計這些機器大多是奇異公司的儀器故所得到的均勻度數值差異較大。相對地，飛利浦公司雖然在臺灣的數量不多但大部分都是小於 5 年的機器所以均勻度數值比較接近<sup>[5]</sup>。

## 討論

在這過程中就可以凸顯許多放射師並不是很在意品管這個部分甚至覺得這個應該是各個公司工程師的責任



圖八：飛利浦公司之加馬照相機品質控制項目的施作頻次，單位間醫院

與工作，因為在宣導、傳送問卷時，有許多核醫科的放射師都打電話來諮詢問卷裡各個項目的意義和做法，甚至有些到最後是請工程師幫忙填寫。再經過仔細的問卷調查整理與分析之後，可以發現幾件待改善情形：第一、放射師對於品管的認知及重要性薄弱，因此必須加強放射師對於儀器品管的教育訓練。第二、因為人力的不足或其他因素，導致各家醫院對於施作品管程序的作法和頻次不一致，因此我們應該考量國內臨床實務作業情況，細分品管項目、建立該項施作頻次，避免增加臨床上的作業流程而降低品管的執行意願；這點也是在回收問卷時較多放射師所反映的。第三、由於目前臺灣在加馬照相機方面並沒有相關的條文規範，故品管程序大多仰賴各家廠牌的工程師來實作，這些來自於國外的廠商都是部分參考的美國及歐洲核醫學會之建議報告和 NEMA 及 IAEA 的規範，我們應當結合各家醫院的核醫先進的意見和上述的資料製訂出適合國內的品管程序。

## 結 論

有鑑於醫療輻射之需求與使用與日俱增，國際間之輻射防護機構或衛生主管機關已利用規範、建議或法規方式，限制或建議醫療輻射曝露的使用。由於攸關全民之健康，極需研究建立國內各項醫療曝露品質保證之作業程序與技術規範、輻射劑量評估之技術、以及執行品保作業之技術。相信提供良好和安全的醫療照護是大家一致的努力目標，對於核醫科來說，降低病人的輻射劑量和影像品質的提升是長久以來的最大希望，相信國際上也是如此。就現階段而言，我們仍須努力倡導品管的

重要性、教育放射師及核醫科專科醫師，儀器的穩定性與影像品質的正確性有著密不可分的關係。目前已經完成問卷調查，下個階段便開始制定品管項目及施作頻率、成為條文規範，期許未來可以推廣認證標章、列入醫院評鑑條文內。

## 誌 謝

本計劃承蒙行政院核能研究所研究計畫 NL1020862,1030644 提供相關協助，特此致謝。

## 參考文獻

1. Pat Zanzonico; "Routine Quality Control of Clinical Nuclear Medicine Instrumentation: A Brief Review", J Nucl Med 2008;49:1114-1131.
2. E. Busemann Sokole, A. Płachcńska, A. Britten, M. Lyra Georgosopoulou, W. Tindale, R. Klett, "Routine quality control recommendations for nuclear medicine instrumentation", Eur J Nucl Med Mol Imaging (2010) 37:662-67.
3. 邱勇翰、林谷鴻、杜高瑩。藉由外在均勻度預設時間模式測試不同伽瑪攝影機靈敏度之關係。核醫技學誌 2012；9：17-20。
4. NEMA UN 2007-1 版。
5. 林穎稚、管子葳、杜高瑩、鄭雯文。以每日均勻度 (uniformity) 品管指標來監控機器之穩定度。核醫技學誌 2009；6：13-19。



## 中華民國核子醫學學會閃爍攝影機及影像品管程序調查問卷

核醫學學會為提升核醫儀器與醫學影像品質，未來將陸續推動有關核醫儀器與影像品質之課程，故本問卷欲調查台灣核子醫學科對於儀器與影像品保項次及頻率之共識，煩請各醫院前輩先進協助推動學會之活動，並請據實填寫以下表格，以下資料僅供學會學術參考使用，學會也會善盡資料之保密措施。

非常感謝您抽空填寫本問卷，核醫醫學影像品質之進步有賴大家的努力與協助。

1. 醫院名稱: \_\_\_\_\_
2. 閃爍攝影機廠牌型號: \_\_\_\_\_
3. 裝設時間: \_\_\_\_\_
4. 偵測頭: 單頭 雙頭 三頭 PET
5. 儀器品保是否有委外: 無(院內儀器科自行執行)月保養季保養年保養其他\_\_\_\_\_ 有
6. 品管射源: Point source (\_\_\_\_\_mCi; \_\_\_\_\_核種(例如 Tc-99m...))  
Flood Source (\_\_\_\_\_mCi; \_\_\_\_\_核種(例如 Co-57...))  
Line Source (\_\_\_\_\_mCi; \_\_\_\_\_核種(例如 Ge-68...))  
其他 視品管工作選擇適形與適用之核種與活度。
7. 請問閃爍攝影機 Flood Uniformity 平均值為 (Head 1 \_\_\_\_\_% , Head 2 \_\_\_\_\_%)最近一日的值
8. 請問劑量校正儀(Dose Calibrators)多久做一次品管\_\_\_\_\_, 品管項目與頻次\_\_\_\_\_
9. 請問每日 QC 所耗時間: 10分鐘
10. 是否有專用品管的假體: 原廠假體 無 ACR 假體 自製 其他\_\_\_\_\_
11. 填表日期: \_\_\_\_\_

PS. 麻煩請以閃爍攝影機為單位填寫，每台填寫一份。

中華民國核醫學學會 敬上

請回傳 謝謝 非常感謝您的幫忙

壹、閃爍攝影機品管問卷

品管項目	每日	每週	每月	每季	每半年	每年	N
Flood Uniformity(掛 collimator)							
Flood Uniformity(不掛 collimator)							
Spatial Resolution(Bar Phantom)							
Spatial Energy resolution							
Count rate performance							
Sensitivity map							
Linearity							
multiple window spatial registration							
SPECT center of rotation							
SPECT reconstruction							
Mis-alignment in Dual Detector SPECT							
Workstation monitor							
System Alignmant							
Physical phantom test							
Whole body system spatial resolution							

對於閃爍攝影機器或影像品管之建議：

# Gamma Camera Quality Assurance Survey

Wen-Wen Cheng<sup>1</sup>, In-Chi Lin<sup>2</sup>, Wen-Sheng Huang<sup>3</sup>, Kao-Yin Tu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Nuclear Medicine Department, Tamshui Branch, Mackay Memorial Hospital*

<sup>2</sup>*Nuclear Medicine Department, Taipei Branch, Mackay Memorial Hospital*

<sup>3</sup>*Nuclear Medicine Department, Changhua Christian Hospital*

**Introduction:** Concerning the computed tomography, we started to survey in 2010 and put in practice on July, 2011. The issue that I'm going to discuss is accuracy of image and stability of the machine. The isotope introduced into the patients' body by different way will accumulate in specific organs and we acquire a series of images for diagnosis. Hence, accuracy of image and stability of the machine are important.

**Method:** The questionnaire design combines suggestion of SNM, NEMA, EANM, and IAEA. The questionnaire contents are: Uniformity, with/without collimator, Spatial Resolution, Spatial Energy Resolution, Sensitivity map, Linearity, Centre of Rotation (COR), SPECT reconstruction, System Alignment, and Physical phantom test.

**Results:** Thus far, we received 46 completed questionnaires. All information we have at present is: Siemens Company occupies 48% in Taiwan, General Electrical Company (GE) has 38%, and Philips Company has 14%. Siemens has 48% in northern, 10% in middle, 42% in southern; GE has lion share in northern, 70%, 9% in middle, 15% in southern, and 6% in eastern; Philips has 59% in northern, 8% in middle, 33% in southern.

**Discussion:** We found out some disadvantages: 1. Some radiologists don't understand what is quality assurance or quality control, and the importance of it. 2. Some Nuclear Medicine departments don't have enough manpower or have other problems; they cut down the procedure of quality control and even shrink the practicing frequency and list to save the time. 3. There is no regulation about quality assurance of gamma cameras in Taiwan.

**Conclusion:** For Nuclear Medicine, reducing radiation dose and increasing image quality are the most important things over a long term period. We believe that all of the hospitals in the world should. For this moment, we need to educate doctors and radiologists how important quality assurance is and how accuracy of image is related to the stability of the machine.

**Key words:** Quality Assurance, Quality Control

J Nucl Med Tech 2015;12:1-10

---

Received 2/26/2015  
Corresponding author: Wen-Wen Cheng  
Nuclear Medicine Department, Tamshui Branch, Mackay Memorial Hospital  
Address: No. 45, Minsheng Rd., Tamshui District, New Taipei City 25160, Taiwan  
Tel: 02-28094661 ext. 2299 E-mail: chengwwnike@yahoo.com.tw

# 攝護腺特異抗原 (PSA) 在臨床應用的回顧與進展

廖炎智<sup>1</sup> 邱創新<sup>1</sup> 王美純<sup>3</sup> 李政育<sup>2</sup> 林立凡<sup>1</sup> 鄭澄意<sup>1</sup> 王安美<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 國防醫學院 三軍總醫院 核子醫學部

<sup>2</sup> 育生中醫診所

<sup>3</sup> 國防醫學院 三軍總醫院 病歷室

<sup>4</sup> 台北馬階醫院 核子醫學科

## 摘要

在台灣近幾年來罹患攝護腺癌的病例呈現逐年增加之趨勢，且患者發生的年齡亦有年輕化傾向；另有文獻報告顯示「攝護腺惡性腫瘤不再是老年男性的專有疾病，已成為台灣地區中壯年男人不可忽視的隱形殺手」。在台灣攝護腺癌最主要的問題是，診斷時許多病人都已屬攝護腺癌晚期，肇於國人對攝護腺癌的認知不夠普及導致警覺性不足，因此，在台灣中西醫界對攝護腺癌的診療方面，還有很大的進步空間，仍待大家共同努力。

臨床篩檢攝護腺疾病最方便的方法，就是用攝護腺特定抗原 (Prostate Specific Antigen, PSA) 檢查。PSA 正常參考值是小於 4 ng/ml 時，PSA 若 4-10 ng/ml，罹患攝護腺癌的機率為 25%。若 PSA > 10 ng/ml，罹患攝護腺癌的機率為高過 50% (如表一)。不過因為攝護腺肥大 (Benign Prostate Hyperplasia, BPH)、攝護腺炎等情況，也會導致 PSA 值升高。因此，對於俱潛在罹癌風險者，建議 50 歲以上男性業經臨床 PSA 篩檢後，若 PSA 值在 2.5 ng/ml 或以上，每年接受 PSA 與肛門指診檢查；若 PSA 值低於 2.5 ng/ml，則可延長至每二年做一次肛門指診檢查。但若家族中有攝護腺癌病例者，則應提早自 45 歲開始進行檢查。若屬高風險族群 (如父親和兄弟多位曾或正有攝護腺癌)，則應提早至 40 歲就開始進行檢查。

爲了提高攝護腺癌診斷的準確率，不單單只是檢驗 PSA，還需要更多方法來綜合評估，例如：年齡、家族史、% free PSA、PSA 值每年增加速率、肛門指診檢查、經直腸超音波及切片檢查等。初步罹癌於治療前，需先進行臨床分期 (Clinic Stage) 評估，依病情使用高階影像 (CT、MRI、PET) 或骨掃描檢查。

應用於追蹤攝護腺癌之 PSA 值，應在接受攝護腺根除性手術後或局部完整的放射線治療 (RT) 後，理想 PSA 值應未測出或下降至正常值，若是接受攝護腺根除性手術後 PSA 值由未測出轉為 PSA  $\geq$  0.2 ng/ml 時，則表示病人身體內仍有復發或殘存的癌細胞。接受攝護腺根除性手術或放射治療後追蹤期，若 PSA 值又持續升高，則代表腫瘤復發或治療效果不佳。另外，病患在放射治療後，若 PSA 值升高超過 2.0 ng/ml，則應進一步確認是否為腫瘤轉移、復發或有殘存性癌細胞。因此，PSA 值的檢查可作為協助攝護腺癌手術根除後復發、轉移或療效評估及觀察病程進展的最有效預測因子。

**關鍵詞：**攝護腺癌 (Prostate cancer)、攝護腺特定抗原 (Prostate Specific Antigen, PSA)、游離攝護腺抗原百分比 (% free PSA)、攝護腺肥大 (Benign Prostate Hyperplasia, BPH)

核醫技學誌 2015;12:11-22

受理日期：104 年 10 月 21 日

聯絡人姓名：廖炎智、王美純

單位：三軍總醫院 核子醫學部

地址：11490 台北市內湖區成功路二段 325 號 3 樓

電話：02-87923311 轉 12602 電子信箱：nmliao@mail.ndmctsg.h.edu.tw

## 前言

近年來因社會變遷快速，科學技術發展日新月異，人們的生活水準更是隨著提昇，再加上健康知識的普及化，和醫學技術的改善與創新，使國人平均壽命延長，但攝護腺癌 (Prostate cancer) 卻好發於 65 歲以上的年長男性，也因此疾病被稱作「男人的長壽病」。但根據台灣癌症臨床研究合作組織 (TCOG) 報告指出，50 歲以上男性攝護腺癌的發生率將近 30%。根據台灣許多專家的研究指出，近幾年來發生率似乎有逐年增加之趨勢，並且其發生的年齡也有年輕化之傾向 (于大雄，1990 年及 1993 年，陳建仁等，衛生署出版)。另有文獻報告顯示：攝護腺癌不再是老年男性的專有疾病，已經成為台灣地區中壯年男人不可忽視的隱形殺手 (陳光國教授等，1999；江漢聲，2002；王秀伯等專家，2006 年之報告)，可是國內男性民眾對此疾病的認知及警覺性似乎仍嫌不足。

攝護腺在人體內解剖位置其底部朝上，與膀胱相貼，尖朝下，抵住泌尿生殖膈，前面貼近恥骨聯合，後面依靠著直腸，所以，施行肛門指診檢查時，醫師可以指診觸知攝護腺的背面是否有硬塊存在。其外形像栗子，分成周圍區 (peripheral zone)、過渡區 (transitional zone) 及中央區 (central zone)，攝護腺癌主要發生在周圍區，約佔 70%，過渡區包覆著尿道，是造成阻塞的最主要部分，例如：攝護腺肥大 (Benign Prostate Hyperplasia, BPH) 或腫瘤壓迫；中央區則是射精管進入尿道的位置。攝護腺腺體的中間有尿道穿過，因此，攝護腺病變時，常見排尿功能受到影響。

攝護腺的外觀形態大小，在嬰兒時期只像一粒豌豆，青少年時像一顆櫻桃，三、四十歲時期像乒乓球，其正常器官的重量約 20 公克左右，待其年齡到了五、六十歲時像一個雞蛋，而到了七十歲以上時像桃子，但其形狀有大有小，需視個人健康養生習慣的情況而定。攝護腺是男性泌尿生殖器官之一，俱有括約肌功能確保尿流及射精之方向，並分泌攝護腺液，除防止尿路感染外亦可能協助精蟲穿入卵子，以利完成受孕之傳宗接代功能。近來，西方醫學所發現的「女性攝護腺」稱之斯基恩氏腺 (Skene's glands) 位於女性尿道與陰道之間附近，因美國亞歷山大·斯基恩醫師 (Alexander Skene) 發現而命名。斯基恩氏腺的功用未明，但它會分泌一種透明的液體。與男性的攝護腺同源，因此又被稱為「女性攝護

腺」<sup>[36]</sup>。目前西方醫學定名為斯基恩氏腺，古代在中醫性醫學暨稱為「麥台」<sup>[40]</sup>。

## 攝護腺在傳統中醫典籍名稱及古籍記載之探討

攝護腺是男性的一種特有器官，位於膀胱下口，是精道的組成部分。《難經三十六難》謂：“命門者，諸神。精之所舍，原氣之所系也，男子以藏精，女子以系胞。”說明了命門是全身精氣和神氣所在的地方，也是原氣所維繫的地方，男子用以蓄藏精氣，女子用以維繫胎胞。此外，清代陳念祖《醫學實在易》中的一篇寫“命門說”描述命門位於男生射精時，有抽動開關感覺的地方，那處便是命門。明張介賓在《類經附翼》中並指其“居直腸之前，膀胱之後，當關元、氣海之間。”認為：“胞者，子宮也，此男女藏精之所，皆得稱為子宮，惟女子於此受孕，因名曰胞。”陳言《三因極一病證方論》中謂：“方人湛寂，欲想不興，則精氣散在三焦，榮華百脈；及其相念一起，欲火熾然，翕撮三焦，精氣流溢，並命門輸瀉而去，故號此府為精府耳”<sup>[27]</sup>。描述到當一個人心神清靜時，因慾念較少，其精氣分散流人上中下三焦部位，使身形各部的血脈充盈流暢，當人色慾一起，則性慾之火熾甚，挾裹三焦的湧流精氣，經由命門向外宣洩逸去，使精液耗損，這個地方稱之精府。根據上述解剖部位和功能特徵，在古名歸於“命門”、“胞”或“精室”等之說。

中醫學無“攝護腺肥大”、“攝護腺癌”之說，但是，根據其臨床表現，以小便頻數、排出困難為主，可歸屬中醫“癃閉”的範疇。主要病機特點在於膀胱水液代謝障礙。任何外感、內傷、飲食、痰瘀等病邪，以致三焦水液的運行及氣化失常，而引起肺、脾、腎、三焦、膀胱等功能失常等。癃者小便不利，閉者小便不通。若小便積於膀胱之中，不能盡排，則易滋生濕熱、煎熬成石，甚則淤而生毒。復傷於膀胱則熱淋、血淋、石淋、尿失禁、尿溺等疾均可變生矣<sup>[28]</sup>。攝護腺疾病臨床表現，最早描述於內經，《素問靈蘭秘典論》謂：“三焦者，決瀆之官，水道出焉。膀胱者，州都之官，津液藏焉，氣化則能出矣”<sup>[29]</sup>。也就是說明了解泌尿系的中醫生理機制。三焦是決瀆之官，它能夠通行水道。膀胱是州都之官，蓄藏津液，通過氣化作用，方能排出尿液。《素問宣明五氣篇》謂：“五氣所病：下焦溢為水，膀胱不利為癃，不約為遺溺”<sup>[30]</sup>。下焦不能通調水道，則水液

泛溢與皮膚而為水腫，小便不利為癰，小便失禁為遺尿。《靈樞五味論》謂：“酸走筋，多食之，令人癰。酸入於胃，其氣澀以收，上之兩焦，弗能出入也。不出即留於胃中，胃中和溫，則下注膀胱，膀胱之胞薄以濡，得酸則縮絀，約而不通，水道不行，故癰”<sup>[31]</sup>。說明了小便不利的病症，酸味進入筋，食酸味偏多，會引起小便不通。…酸味入胃以後，由於酸味澀滯，具有收斂的作用，只能行於上、中二焦，而不能迅速吸收轉化，便停滯在胃中。若胃中和調溫暖，促使它下注膀胱，膀胱的尿脬薄而柔軟，遇到酸味便會收縮捲曲，導致膀胱出口處也緊縮約束，影響水液的排瀉，所以稱為癰。《素問氣厥論》謂：“胞移熱於膀胱，則癰溺血”<sup>[32]</sup>。描述到血尿的病因病機。此外，下面兩篇說明了中醫的辨證治療方法。《靈樞本輸》謂：“三焦者，入絡膀胱，約下焦，實則閉癰，虛則遺溺。遺溺則補之，閉癰則瀉之”<sup>[33,40]</sup>。若氣實則為小便不通，氣虛則為遺尿；遺尿當用補法，小便不通當用泄法<sup>[40]</sup>。

綜合上述，可以知道，歷代中醫古籍對攝護腺疾病的臨床症狀、病因病機及治法，已經有很深入且完善的描述。

### 攝護腺肥大

男性隨著年齡的增長，所出現的一種良性增生，目前知道跟男性荷爾蒙異常有關。攝護腺肥大是一種臨床常見男性成年人疾病，在 35-45 歲開始肥大或增生，約到 50 歲後開始出現排尿困難的症狀；攝護腺肥大也是一種良性細胞增生疾病，男性年齡到了 60 歲以上約有 50% 盛行率，而 80 歲以上的男性有 80% 的盛行率<sup>[34]</sup>，若有排尿困難時，再做病理細胞切片檢查，大部分都發現已有病變細胞。

攝護腺肥大是一個臨床上主觀的疾病，症狀的有無完全看病人本身的感受。由於病理的變化主要是指攝護腺和其纖維基質上皮的過度增生，而臨床表現主要是看尿道被過渡區壓迫的情形而定，因此，有人天生尿道旁邊的攝護腺空間就比較大，增生的時候不容易被壓迫，症狀就不會很明顯。所以攝護腺病理的變化不一定代表臨床的症狀嚴重度。

攝護腺肥大症狀分為阻塞性症狀及刺激性症狀，少數會有比較嚴重的症狀例如：尿滯留、腎衰竭，甚至影響到生命。攝護腺肥大而壓迫尿道，造成阻塞性的症狀，

例如：尿柱很細 (weak stream)，尿用滴的，沒辦法將尿排向前方，有的人會抱怨尿都滴在皮鞋上 (dribbling)、要站很久才尿的出來 (hesitancy)。解尿時，肚子需要用力 (straining)，更沒有辦法一次尿完，用力尿完後需要休息一下再繼續 (intermittency)。尿沒辦法完全排盡，殘尿量超過 100 毫升 (incomplete voiding) 等癥狀。

攝護腺肥大另一類症狀屬於刺激性的症狀，包括：一、頻尿 (Frequency)，其原因有二，(a) 當攝護腺變大往上壓迫到三角區，稍微一有尿就會有尿意，(b) 長期阻塞會造成膀胱壁變厚造成儲尿容積下降，正常 400-500 ml 的儲尿量減少變成 200-300 ml。二、夜尿 (Nocturia)。三、突然覺得有要排尿之急迫感而且很難抑制 (Urgency)。四、在有急尿感之後所發生的不自主性尿液外漏 (Incontinence)，原因在於膀胱為了抵抗尿道的阻抗性而引起膀胱收縮，在病人還來不及跑到廁所前就排尿。

### 攝護腺肥大症狀程度之發展：

第一期：尿道因壓迫而有阻力，此時的膀胱仍可有力的收縮及排尿，夜間如廁的次數增加，此時雖然會出現不舒服的排尿症狀，但還沒有殘尿的現象。

第二期：膀胱開始無力，進而產生殘尿現象，假如病情惡化，甚至會有血尿現象。

第三期：排尿時需花很長的時間，甚至排不出尿來（尿滯留），若不積極治療會造成阻塞性的腎功能障礙。

攝護腺囊和基質裡有一些平滑肌纖維，當這些纖維裡面的  $\alpha$ - 接受器受到刺激時，會使得這些平滑肌收縮，這時沒有明顯的攝護腺肥大的病人，也會出現症狀。如果老年人有了輕度的攝護腺肥大，服用含有 ephedrine ( $\alpha$ - 促進劑) 成份的感冒藥，不但會讓腫大的鼻黏膜血管收縮緩解鼻塞的症狀，相同的亦會使攝護腺平滑肌纖維跟著收縮，造成尿道張力增加，導致病人會突然尿不出來。病症處理方式，可給予  $\alpha$ - 阻斷劑的藥物即可以改善。

攝護腺病變檢查時之參考事項，各院所泌尿科專科醫師檢查要項主要有三：

一、肛門指診檢查：

經由肛門指診觸摸攝護腺鬆緊，大小，軟硬等。

二、驗尿：

檢查泌尿系統有無發炎現象。

### 三、驗血：

PSA 是一種類絲氨酸蛋白 (kallikrein)，幾乎只有發現產生於攝護腺。為一分子量 34,000D 的醣蛋白，在精液液中伴演一重要角色。因此，PSA 是攝護腺疾病診療中很重要的參考指標<sup>[1,3,4]</sup>。驗血前 1-2 週不要有射精或按摩腺體等動作以避免 PSA 值假性短暫偏高，病人有膀胱發炎、攝護腺發炎、放置導尿管、膀胱尿道鏡檢查及肛門指診等情形，都會導致 PSA 值短暫升高現象；如果病患有服用 finasteride (Proscar) 治療時會使 PSA 值降低，而影響判讀。PSA 值是攝護腺癌診療上重要參考指標，是否罹癌還需要做超音波導引切片檢查才能確認，切片檢查準確率約 80% 左右。

### 攝護腺肥大的治療方法

當症狀不嚴重時先以保守療法觀察追蹤，並與病人詳加解釋病情及衛教，減少接觸會刺激攝護腺細胞的藥（例如：感冒藥等...）。另外攝護腺屬於易血管擴張的器官，由於酒、刺激性飲品、辛辣食物等會造成血管擴張，會更加重攝護腺肥大的症狀。保守療法沒效時，應考慮使用藥物控制，可分為兩大類：

(1)  $\alpha$ -阻斷劑 例如：Hytrin，Dibenylin，Tomsilosine，是作用在神經系統的 adrenergic  $\alpha$ -receptor 上，其副作用包括周邊血管擴張 ( $\alpha$  effect)、姿態性低血壓、頭暈等...。

(2)  $5\alpha$ -reductase inhibitor 則是作用在賀爾蒙上，副作用為性衝動下降。

當用藥效果不佳時，或出現併發症，例如：反覆地泌尿道感染、膀胱結石、尿滯留、腎衰竭時，就需要用攝護腺手術治療 (Prostatectomy)<sup>[35]</sup>。

### 攝護腺癌

2012 年，世界衛生組織公佈攝護腺癌為男性癌症第二位，估計約有 110 萬人發生，約有 30 萬 7 千人死亡。2013 年，全美國約有 23 萬人初次診斷出攝護腺癌，其中有 2 萬 9 千 5 百人死亡，因此，在美國此癌死亡率低但發生率高。根據國民健康局的統計，2011 年，台灣攝護腺癌佔全部性腫瘤發生個案的 4.99%，死亡人數佔全部癌症死亡率的 2.58%，於男性癌症發生率排名為第 5 位，於男性癌症死亡率排名為第 7 位，初次診斷為攝護腺癌者共計 4,628 人，占男性生殖器官腫瘤的 93.95%，

死因為攝護腺癌共計 1,096 人。因此，攝護腺癌在台灣發病率逐漸上升中，病患數量不斷增多，相對的死亡率也隨著上升，不同於攝護腺癌在美國發生率雖上升，但是其總死亡率卻在下降，由於，國人攝護腺癌的發生率與死亡率均呈現逐年增加的情形<sup>[1,2]</sup>，因此，在台灣中西醫界對攝護腺癌的診療方面，還有很大的進步空間，仍待大家共同努力。

攝護腺癌危險因子之參考項目，有人種、年齡、飲食生活習慣、遺傳基因、家族病例等。依據美國 SEER (The Surveillance Epidemiology and End Result Program) 2009 年最新報告顯示：攝護腺癌發生率黑人為 232.77 人 / 每十萬人口，白人為 157.10 / 每十萬人口；其死亡率黑人為 51.07 人 / 每十萬人口，白人為 21.76 人 / 每十萬人口<sup>[3]</sup>。又根據國內王美純老師等「生活習慣與攝護腺癌的相關危險因子之研究」研究報告指出，社經地位、高血脂家族史、高脂飲食、喜食肥肉或皮、高頻率的甜點攝取、缺乏運動等，確實皆是造成攝護腺癌發生的危險因子，若能多食用不同種類的蔬菜及水果，烹調時避免使用過量動物油，多選用非氫化的植物油（尤其推薦橄欖油），並配合適當且定期的運動，必能有效減少攝護腺癌的罹患風險<sup>[39]</sup>。攝護腺癌以往好發年在 65-80 歲之間，近年來由於醫學科技進步，經由早期的診斷及各種有效的治療方法，已使此癌初診年齡下降，疾病控制效果提昇，所以，攝護腺癌的五年存活率可達約 77%<sup>[4,5]</sup>。雖然國人目前攝護腺癌的發生率為美國的 1/7，但國人攝護腺癌的死亡率卻為美國的 1/3，而且死亡率是逐年升高，20 年來已增加 3 倍。預計十年後國人攝護腺癌的死亡率，有可能與美國的死亡率接近。目前發生率與死亡率之比率，在美國是 8 比 1，而台灣是約為 3.5 比 1。在台灣地區攝護腺癌最主要的問題是，於確定診斷時，許多病人都已是晚期攝護腺癌，肇因於國人對攝護腺癌的認知不夠普及導致警覺性不足。

### 臨床症狀 (symptoms and signs)：

攝護腺癌早期一般是沒有症狀，可能和良性攝護腺肥大症狀差不多，包括尿急、開始排尿時排不出來、尿流變細、尿完後滴尿、尿流斷斷續續、膀胱無法排空的感覺、夜尿、血尿、血精等。晚期的話就是一些非特定性的症狀，比如說骨頭痛、病理性骨折或脊椎受到壓迫而出現神經學症狀、體重減輕、疲倦、貧血、尿失禁、

淋巴腫大、解尿困難等…，可能是癌轉移後所造成的症狀。

**診斷：**

基本的血液及尿液學檢查、肝功能、腎功能、心電圖、腹部超音波、身骨骼掃描有或無發炎、轉移、核磁共振（骨盆腔）：癌細胞有無突破包膜，周邊器官有無侵犯，研判屬第幾期攝護腺癌。

篩檢攝護腺癌最方便方法就是利用血中 PSA 值檢查<sup>[1]</sup>進行監測；若 PSA 正常參考值是小於 4 ng/ml 時，大約 85% 是在正常範圍內，其 PSA 值若在 4-10 ng/ml 間，罹患攝護腺癌的機率為 25%；若 PSA > 10 ng/ml，罹患攝護腺癌的機率為高過 50%（如表一）。不過因為 BPH、攝護腺炎等很多情況，也會導致 PSA 高。對於俱潛在罹癌風險者，建議 50 歲以上男性業經臨床 PSA 篩檢後，若 PSA 值在 2.5 ng/ml 或以上，每年接受 PSA 與肛門指診檢查<sup>[7,8]</sup>；若 PSA 值低於 2.5 ng/ml，則可延長至每二年做一次檢查。但是家族中有攝護腺癌病例者，應該提早自 45 歲開始進行每年一次的檢查<sup>[8]</sup>。若是高風險族群（如父親和兄弟多位曾或正患有攝護腺癌），則應提早至 40 歲就開始進行檢查<sup>[8,9]</sup>。

為了提高攝護腺癌診斷的準確率，不單單只是檢驗 PSA，還需要更多方法來綜合評估，例如：年齡、家族史、%free PSA、PSA 值每年增加速率、肛門指檢、經直腸超音波及切片檢查等<sup>[6]</sup>。初步罹癌者於治療前需先做臨床分期 (Clinic Stage) 時，依病情使用使用高階影像 (CT、MRI、PET) 或骨掃描檢查。

隨年齡增加、攝護腺肥大或罹癌時，PSA 值皆會上

升（密切追蹤檢查），主因攝護腺的大小亦隨年齡而增加。根據美國泌尿醫學會報告 PSA 值為 4.1-9.9 ng/ml 時，被診斷為攝護腺癌的機率約為 20-30%；PSA 值 10.0 ng/ml 時，攝護腺癌的機率為 50% 以上<sup>[10]</sup>。所以，PSA 持續上升病人，常被建議採用切片檢查來確認是否罹癌。但自公元 2000 年以來，國內醫院由過去的六針切片，改採目前使用的 10 至 12 針系統式的切片檢查，增加攝護腺癌病灶的檢出率約 20-30%，至今此法仍被臨床醫師視為黃金標準規範<sup>[14]</sup>。在 PSA 值 4-10 ng/ml 的病人，切片的陽性率亦增加至 16-22%<sup>[11]</sup>。根據美國一項研究指出，平均 PSA 值會隨年齡而增加，所以建議 PSA 標準參考值應隨年齡增長而提高，如標準參考值在 40-49 歲定為 2.5 ng/ml、50-59 歲定為 3.5 ng/ml、60-69 歲定為 4.5 ng/ml、70 歲以上定為 6.5 ng/ml<sup>[12]</sup>，如（表二）。因此，各國實驗室需建立自己地區的健康者參考值範圍，以利臨床應用。

此外，free PSA 所佔的比例是很重要的指標，Free PSA / Total PSA ratio 越低，罹患攝護腺癌的機率越高。但與攝護腺癌的嚴重程度（分期 Stage，分等 Grade，侵襲性 Aggressive）無關聯性，此外，少數慢性攝護腺炎、攝護腺肥大者亦可能有低的 F/P 之百分比 (%)。

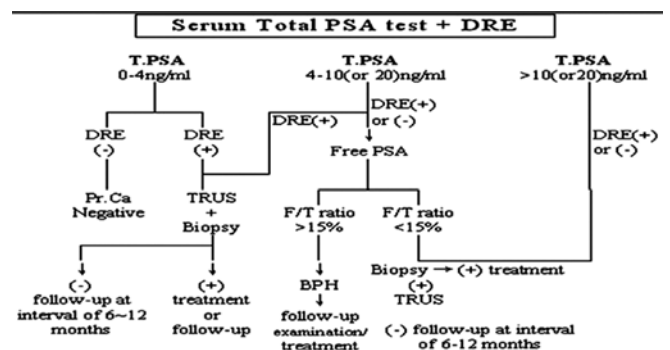
近年來學者發現，當 PSA 介於 4.0~10.0 ng/ml 這個範圍，將敏感性設定於 90% 的前提下，利用 free/ total ratio cutoff point（其值因不同 assay 方法而異），可增進 PSA 的特異性。在 PSA < 4.0 ng/ml，而因肛門指診異常或因 PSA 值增加速度異常，進一步建議做切片的病人，或許 free/ total ratio 可有助於區分攝護腺肥大與攝護腺癌之功效<sup>[13]</sup>。因此，建議當 PSA 介於 4~10 ng/ml，更需要再測 %f PSA 所佔的比例：

**Table 1.** PSA level and probability of prostate cancer

PSA	癌機率	% f-PSA	癌機率
0 - 2	1%	1-10%	56%
2 - 4	15%	10-15%	28%
4 - 10	25%	15-20%	20%
>10	>50%	20-25%	16%
		>25%	8%

*(Urology Times 26(4), April, 1998)*

**Table 2.** Diagnosis process of prostate cancer





%free PSA/PSA ≤ 15% :

屬於癌症的高風險者，建議做切片檢查。

%free PSA / PSA 15~25% :

臨床追蹤包含 PSA 每年增加速率的觀察，或組織切片檢查。

%free PSA / PSA ≥ 25% :

屬於癌症的低風險，良性攝護腺肥大的機率高。

此外，PSA 值每年增加速率也是一個參考的指標，根據臺灣癌症臨床研究合作組織的研究中攝護腺癌診治共識，PSA 值上升速率 > 0.75 ng/ml/year，在區分攝護腺癌與攝護腺肥大，有不錯的敏感度與特異性。

### 攝護腺癌的分期及治療建議

根據 American Joint Committee on Cancer (AJCC) 2010 年的攝護腺癌分期如下：代表腫瘤的進展程度，目前常用 TNM 分期系統：TNM 分期系統（T：腫瘤，N：淋巴結，M：轉移）。分期的目標為：a. 評估預後病情、b. 引導治療方向、c. 不同治療方式的比較基準。

**Table 3.** Pathology staging/TNM staging/PSA value/Gleason score of Prostate cancer

ANATOMIC STAGE/PROGNOSTIC GROUPS <sup>6</sup>					
Group	T	N	M	PSA	Gleason
I	T1a-c	N0	M0	PSA <10	Gleason ≤6
	T2a	N0	M0	PSA <10	Gleason ≤6
	T1-2a	N0	M0	PSA X	Gleason X
IIA	T1a-c	N0	M0	PSA <20	Gleason 7
	T1a-c	N0	M0	PSA ≥10<20	Gleason ≤6
	T2a	N0	M0	PSA ≥10<20	Gleason ≤6
	T2a	N0	M0	PSA <20	Gleason 7
	T2b	N0	M0	PSA <20	Gleason ≤7
	T2b	N0	M0	PSA X	Gleason X
IIB	T2c	N0	M0	Any PSA	Any Gleason
	T1-2	N0	M0	PSA ≥20	Any Gleason
	T1-2	N0	M0	Any PSA	Gleason ≥8
III	T3a-b	N0	M0	Any PSA	Any Gleason
IV	T4	N0	M0	Any PSA	Any Gleason
	Any T	N1	M0	Any PSA	Any Gleason
	Any T	Any N	M1	Any PSA	Any Gleason

### ◎主要腫瘤 (T)

- TX – 腫瘤無法評估
- T0 – 無腫瘤證據
- T1 – 臨床上腫瘤不明顯（無法摸到也看不見）
  - T1a - 腫瘤佔組織切片 < 5%
  - T1b - 腫瘤佔組織切片 > 5%
  - T1c - 細針切片有發現腫瘤
- T2 – 腫瘤在攝護腺內

(but tumor found in 1 or both lobes by needle biopsy, but not palpable or reliably visible by imaging, classified as T1c)

- pT2 - 腫瘤在攝護腺內
  - T2a - 腫瘤在單側一葉少於 1/2
  - T2b - 腫瘤在單側一葉大於 1/2
  - T2c - 腫瘤在兩葉
- T3 – 腫瘤跑出攝護腺之外
  - pT3 - 腫瘤跑出攝護腺之外
  - T3a - 腫瘤跑出攝護腺囊外
  - T3b - 腫瘤侵犯到儲精囊
- T4 – 腫瘤侵犯到鄰近的結構，例如：膀胱括約肌、直腸、骨盆腔等…。

### ◎周邊的淋巴結 (N)

- NX – 周邊的淋巴結無法評估
- N0 – 無淋巴結轉移
- N1 – 轉移到周邊的淋巴結

### ◎遠處轉移 (M)

- M0 – 無遠處轉移
- M1 – 遠處轉移
  - M1a - 非周邊的淋巴結轉移
  - M1b - 骨轉移
  - M1c - 另其他處的轉移

### 【攝護腺癌症的治療大綱】

攝護腺癌症分期主要的治療方式：

追蹤觀察 (watchful waiting) :

由於攝護腺癌生長緩慢，對局部攝護腺癌同時細胞分化良好，採取追蹤觀察。

攝護腺根除手術 (radical prostatectomy) :

手術治療的適應症為病患的預期壽命超過十年，沒

有手術禁忌症，且癌症腫瘤局限在攝護腺內。

荷爾蒙治療 (hormonal therapy)：

對於晚期攝護腺癌，採兩側睪丸切除，或採用藥物治療，如抗男性荷爾蒙藥物等。

放射線治療 (radiation therapy)：

包括體外放射線治療及體內之組織放射插種治療。

上述為單一擇要處置方法，但臨床上治療須依據病情需要，可能採多種或複合式團隊處置，來照顧較嚴重及晚期病患；攝護腺癌的治療方式不止一種。即使患者攝護腺癌已屬末期，但經由適當治療仍能使癌細胞延緩生長，患者仍可獲得長久存活與良好生活品質。因此，根治性攝護腺切除手術，僅適用於有可能被治癒之攝護腺癌，且其手術後病患之存活時間，可超過使用其它治療方式。因此，病人的年齡及其同年齡層的預期餘命，是手術與否的重要指標。一般建議適於手術之病患，其預期餘命應大於 10 年<sup>[15-16]</sup>。在台灣，由於攝護腺癌的病患年齡通常較大，病患的健康狀況與手術後的併發症有相當大的關係。因此，病患有良好的身體狀況且無嚴重之心肺疾病，才適於施行根治性攝護腺切除手術。

局限性的攝護腺癌 (stage T 1-2 N 0)：其手術後的結果通常較好，較適於根治性攝護腺切除手術 (radical prostatectomy)。但 stage T 3 約有 30-50% 有淋巴轉移，手術後的結果較差<sup>[17]</sup>。

手術最好在攝護腺切片 6-8 週或經尿道攝護腺切除手術 12 週後，如此可以避免因發炎反應造成周圍組織的傷害（如直腸），若要做神經保存手術亦較容易。另外，有些病情需利用藥物或手術有效降低體內男性荷爾蒙或阻斷男性荷爾蒙與其接受器之結合，以達到去除男性荷爾蒙對攝護腺癌細胞的作用，進而抑制其生長，此即為男性荷爾蒙去除治療 (androgen deprivation therapy, ADT)。接受根治性攝護腺切除及廣泛性淋巴結切除手術後，發現有 > 3 個以上淋巴結轉移的病患，術後立即且連續使用 ADT 者，較延後使用 ADT 者存活較久，建議此類患者術後可考慮立即使用 ADT<sup>[18]</sup>。唯連續使用 ADT 的副作用，會隨治療時間的延長而增加。如果臨床使用荷爾蒙治療失效後，可考慮化學治療，其男性荷爾蒙接受體 (androgen receptor) 仍處於活躍狀態，治療上，ADT 仍應繼續使用，不宜停用<sup>[19]</sup>。

放射線應用於攝護腺癌的治療已有許多年的歷史。與早期較簡易的治療技術比較，目前主要以電腦斷

層或是核磁共振影像精確界定攝護腺位置，配合高能量直線加速器、先進的電腦輔助治療計畫系統劑量運算、多葉準直儀 (multi-leaf collimator) 照野控制，以及即時顯像系統自動線上電子照野成像 (auto-matic online electronicportal imaging system) 驗證系統，放射治療技術現在能給予攝護腺癌較高的致死劑量，而不嚴重傷及周邊正常組織。在臨床經驗上顯示放射治療也有很好的效果，尤以癌病低風險群其治療效果與手術雷同。目前以治療後 PSA 值的變化，做為治療結果的評估標準<sup>[20-21]</sup>。

攝護腺癌放射治療之原則：為將高劑量輻射線集中於腫瘤（攝護腺）及高風險區域（儲精囊、骨盆腔淋巴結），以提高腫瘤控制率，且盡量降低周邊正常組織（膀胱、直腸等）輻射劑量，以減少副作用。在三度空間電腦斷層輔助治療計畫出現之後，膀胱與直腸等副作用已大幅下降，應用三度空間順形放射治療 (three dimensional conformal radiotherapy, 3D CRT) 及強度調控放射治療 (intensity modulated radiotherapy, IMRT) 之技術，治療區域內組織每一點劑量都能精確計算，因而使腫瘤劑量得進一步提高而且能減少周邊組織之副作用<sup>[7]</sup>。

根據多數文獻報告顯示，對於低度風險攝護腺癌病人不論以放射治療或根治性攝護腺切除術所得到的治療結果非常類似<sup>[22]</sup>。若臨床上 PSA 值持續上升病程進展為復發或轉移的情形，此種術後放射治療應在手術後患者排尿功能恢復正常後儘早開始，大部分文獻認為應在術後兩個月左右開始。一般而言，60-65 Gy 放射治療劑量約可達 90% 以上局部控制率。若是局部復發，也許需要更高的放射劑量（約 65-75 Gy），視病灶大小及病人情況而定<sup>[23-24]</sup>。另依文獻數據顯示，接受挽救性放療 (Salvage radiotherapy, SRT) 治療的攝護腺癌患者其 3 年生化無進展生存 (biochemical free from progression, FFP) 為 70%；與疾病進展顯著相關的因素包括高的格里森分數 (Gleason score)，精囊侵襲 (Seminal vesicle invasion; SVI)，放療後持續檢出 PSA 值，PSADT (Doubling time) 於 6 個月以內，PSAV (Velocity) 每年大於 1.0 ng/mL/year，和放射治療期間 PSA 濃度持續升高，放療前的 PSA 大於 1.0 ng/mL 等之病人需採用挽救性放療 (SRT) 方法才能抑制癌細胞擴散<sup>[36]</sup>。

另有研究證明，放療前 PSA 濃度 < 0.2 ng/ml 和 ≥ 0.2 ng/ml 的患者其 4 年的 BPFs 分別為 83.1% and 52.6% (p = 0.013)，表示 PSA < 0.2 ng / ml 是一個重要

的預後因子 (Prognostic factor)，而在根治手術後患者的 PSA 濃度升高到  $\geq 0.2$  ng/ml (大於表示生化失敗) 之前，應施行預防性放射療法以確保癒後良好的無生化進展生存期 (Biochemical progression-free survival, BPFS)<sup>[37]</sup>。因此，可根據 PSA 值監測來決定施行預防性或挽救性放射療法來治療根治手術後的攝護腺癌病人。

▲ 追蹤觀察的病患

- Gleason score  $\leq 6$  腺癌
- 平均餘命低於十年的病患

▲ 需積極的監控，若病患平均餘命低於十年的病患

▲ 年輕病患可選擇性治療

- 攝護腺根除手術，用於 Gleason  $\leq 7$  腺癌
- 放射線治療，用於分化不良的腫瘤

◎ stage T1b-T2b

▲ 需積極監控

◎ stage T1a-T2c

▲ 攝護腺根除手術用於平均餘命大於十年的病患

▲ 放射線治療

- 用於平均餘命大於十年的病患
- 手術有禁忌的病患

▲ 低劑量近距離低劑量放射線治療

- 攝護腺容量  $\leq 50$  mL
- 國際攝護腺症狀分數 (IPSS)  $\leq 12$

▲ 荷爾蒙治療

- 姑息治療緩解症狀

▲ 賀爾蒙治療合併放射線治療

◎ stage T3-T4

▲ 無症狀的病人建議追蹤觀察

- 高度分化集中度分化的腫瘤
- 平均餘命小於十年的病患
- 不適合局部的治療

▲ 攝護腺根除手術

- 平均餘命大於十年的病患，且符合 T3a、PSA  $< 20$  ng/mL、biopsy Gleason score  $\leq 8$

▲ 放射線治療

- T3 且 5-10 以上平均餘命患者
- 劑量逐步擴大  $> 74$  Gy 可能才有效
- 建議合併賀爾蒙治療

▲ 賀爾蒙治療

· 適應症

- 有症狀的病人
- T3-T4
- PSA  $> 25-50$  ng/mL 或 PSA-doubling time (PSA-DT)  $< 1$  year
- 病患自行選擇
- 病患不適合其他治療方式

▲ 賀爾蒙治療合併放射線治療

◎ stage N+，M0

▲ 密切的追蹤觀察

- 非症狀的病人
- PSA  $< 20-50$  ng/mL (病患自選)
- PSA-DT  $> 12$  months

▲ 賀爾蒙治療

- 局部區域發現腫瘤數  $> 2$
- 病患不適合局部治療可以考慮

▲ 攝護腺根除手術

- 可考慮用於平均餘命大於十年的病患，作為多種癌症治療計畫之一

▲ 放射線治療

- 可考慮用於平均餘命大於十年的病患
- 若有用放射線治療，必須結合賀爾蒙治療三年

◎ stage M+

▲ 有症狀的患者，賀爾蒙治療是標準的治療原則。其他的治療屬於非標準的治療準則。

攝護腺癌預後評估的危險因子

主要有三個指標，癌症臨床分期 (staging)，PSA 數值及格理森分數 (Gleason score)。

根據歐洲泌尿醫學會 (EUA) 2012 的指導方針，已被證實，前列腺癌根治手術後，前列腺癌根治手術後，PSA 連續兩次出現 0.2 ng/mL 或更大值，表示基於國際共識之癌症復發，然而患者的 PSA 濃度在 0.1 ng / mL 和 0.2 ng / mL 之間，既無臨床上也無生化疾病進展之情形。現在攝護腺癌放射治療後之追蹤，以血液中 PSA 為主。目前 PSA 治療失敗的定義，已經由原本的美國放射治療學會 (ASTRO) 與鳳凰城 (Phoenix) 兩種定義合併為單一的定義：血液中 PSA 比治療後最低點 (nadir) 上升 2.0 ng/ml 之時間為治療失敗的時間<sup>[25-26]</sup>，且不論有無荷爾蒙治療皆適用。

由醫師依據指診狀況，PSA 檢查相關數據和患者本身狀況決定是否切片檢查。攝護腺切片檢查可知道是否罹癌、癌細胞惡性程度：以格利森指數 (Gleason score) 表示如下表：

**Table 4.** Gleason score and progression of prostate cancer

Gleason score	Score 2~4	Score 5~7	Score 8~10
臨床病程	通常病程緩慢	病程無法預測	快速且進行性的病程
淋巴轉移發生率	10%	33%	60%

分數愈高，愈可能有包膜外散佈 (extracapsular extension)，淋巴侵犯和後來的轉移，需要立即治療。

## 結論

肥大與攝護腺癌的初期症狀並無多大區別，但卻可能造成罹癌之嚴重後果；a. PSA 值高，不一定有癌細胞，但罹癌機率高；b. PSA 值低也不一定沒有癌細胞，但罹癌機率低；c. f-PSA% 比值越低，罹癌機率越高。另外，應用於追蹤攝護腺癌之 PSA 值應在接受攝護腺根除性手術後或局部完整的放射線治療 (RT) 後，理想 PSA 值應未測出或下降至正常參考值，若是接受攝護腺根除性手術後 PSA 值由未測出轉為 PSA  $\geq$  0.2 ng/ml 時，則表示病人身體內仍有復發或殘存的癌細胞。接受攝護腺根除性手術或放射治療後追蹤期，若 PSA 值又持續升高，則代表腫瘤復發或治療效果不佳。另外，病患在放射治療後，若 PSA 值升高超過 2.0 ng/ml，則應進一步確認是否為腫瘤轉移、復發或有殘存性癌細胞。因此，PSA 值的檢查可作為協助攝護腺癌手術根除後復發、轉移或療效評估及觀察病程進展的最有效預測因子 (Prognostic factor)。

本文希望能協助國內中西醫界同仁們，在診療攝護腺疾病時，有個較明確而簡單的臨床工具指引方向，讓病患能因此而更信賴中西醫療團隊對他們的用心照顧。

## 參考文獻

1. Catalona WJ, Richie JP, Ahmann FR, et al. Comparison of digital rectal examination and serum prostate specific

antigen in the early detection of prostate cancer: Results of a multicenter clinical trial of 6630 men. *J Urol* 1994; 151:1283-90.

2. Ries LA, Melbert D, Krapcho M, et al (ed) SEER Cancer Stastistic Rew, 1975-2005, National Cancer Institute. Bethesda, MD, [http://seer.cancer.gov/csr/1975\\_2005/](http://seer.cancer.gov/csr/1975_2005/), based on Nov. 2007 SEER data submission, posted to the SEER web site, 2008.
3. Feuer EJ, Etzioni R, Cronin KA, et al. The use of modeling to understand the impact of screening on US mortality: ezamolesfrom mammography and PSA testing. *Stat Methods Med Res* 2004;28:323.
4. Etzioni R, Tsodikov A, Mariotto A, et al. Quantifying the role of PSA screening in the US prostate cancer motrtality decline. *Cancer Cause Control* 2008;19:175-81.
5. Isbarn H, Wanner M, Salomon G, et al. Long-term data on the survival of patients with prostate cancer treated with radical prostatectomy in the prostate-specific antigen era. *BJU Int* 2010;106:37-43.
6. AUA Prostate-specific Antigen Best practice Statement: 2009 update, Prostaten Cancer Early Detection Nccn Practice Guide-lines in On- cology-2. 2010.
7. Mettlin C, Jones G, Averette H, Gusberg SB, Murphy GP. Defining and updating the American Cancer Society guidelines for the cancer- related checkup: Prostate and ndo- metrial cancers. *Cancer* 1993;43:42-6.
8. Wolf AMD, Wender RC, Etzioni RB, et al. American Cancer Society Guidelines for early detection of prostate cancer. *CA Cancer J Clin* 2010;60:70-98.
9. Smith RA, Cokkinidea V, Eyre HJ. American Cancer Society Guidelines for the early detection of cancer. *CA Cancer J Clin* 2006;56:11-25.
10. Brawer MK, Chetner MP, Beatie J, Buchner DM, Vessella RL, Lange PH. Screening for prostatic carcinoma with prostate specific antigen. *J Urol* 1992;147: 841-5.
11. Chiang, Chang S, Pu Y, et al. Com- parison of 6 and 12 core prostate biopsy in Taiwanese men: Impact of total prostate specific antigen, density and prostate volume on

- prostate cancer detection. *Urol Int* 2009;82:270-5.
12. Oesterling E, Jacobsen SJ, Chute CG, et al. Serum prostate specific antigen in a community-based population of healthy men: establishment of age-specific reference ranges. *JAMA* 1993;270:860-4.
  13. Catalona WJ, Smith DS, Ornstein DK. Prostate cancer detection in men with serum PSA concentration of 2.6 to 4.0 ng/ml and benign prostate examination: enhancement of specificity with free PSA measurements. *JAMA* 1997;277:1445-51.
  14. Heidenreich A, Aus G, Bolla M, et al. EAU guidelines on prostate cancer. *Eur Urol* 2008;53:68-80.
  15. Dilliogluligil O, Leibman BD, Kattan MW, Seale-Hawkins C, Wheeler TM, Scardino PT. Hazard rates for progression after radical prostatectomy for clinically localized prostate cancer. *Urology* 1997;50:93-9.
  16. Dilliogluligil O, Miles BJ, Scardino PT. Current controversies in the management of localized prostate cancer. *Eur Urol* 1995;28:85-101.
  17. Gervasi LA, Mata J, Easley JD, et al. Prognostic significance of lymph nodal metastases in prostate cancer. *J Urol* 1989;142 (2 Pt 1):332-6.
  18. Messing EM, Manola J, Yao J, et al. Immediate versus deferred androgen deprivation treatment in patients with node-positive prostate cancer after radical prostatectomy and pelvic lymphadenectomy. *Lancet Oncol* 2006;7:472-9.
  19. Oh WK, Kantoff PW. Management of hormone refractory prostate cancer: Current standards and future prospects. *J Urol* 1998;160:1220-9.
  20. Taylor JM, Griffith KA, Sandler HM. Definitions of biochemical failure in prostate cancer following radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001;50:1212-9.
  21. Perez CA, Hanks GF, Leibel SA, Zietman AL, Fuks Z, Lee WR. Localized carcinoma of the prostate (stage T1b, T1c, T2, and T3): review of management with radiation therapy. *Cancer* 1993;72:3156-73.
  22. Kupelian PA, Potters L, Khuntia D, et al. Radical prostatectomy, external beam radiotherapy < 72 Gy, external beam radiotherapy > or = 72 Gy, permanent seed implantation, or combined seeds/ external beam radiotherapy for stage T1-T2 prostate cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2004;58:25-33.
  23. Hanks G. The prostate. in Cox JD. *Moss' Radiation Oncology, rationale, technique, results*. The C. V Mosby Company, 7th ed. 1994;pp.587-614.
  24. Stephenson AJ, Shariat SF, Zelefsky MJ, et al. Salvage radiotherapy for recurrent prostate cancer after radical prostatectomy. *JAMA* 2004;291:1325-32.
  25. Roach M 3rd, Hanks G, Thames HJR, et al. Defining biochemical failure following radiotherapy with or without hormonal therapy in men with clinically localized prostate cancer: recommendations of the RTOG-ASTRO Phoenix Consensus Conference. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2006;65:965-74.
  26. Abramowitz MC, MA TL, Buyyounouski MK, et al. The Phoenix definition of biochemical failure predicts for overall survival in patients with prostate cancer. *Cancer* 2007;112:55-60.
  27. 王新華編著《中醫歷代醫論選》江蘇科學技術出版社南京，1983年3月第一版，167。
  28. 王永炎、魯兆麟主編《中醫內科學》人民衛生出版社，北京1999年10月第一版，663。
  29. 《素問·靈蘭秘典論》《內經》科學技術出版社，北京1996年2月第一版，15。
  30. 《素問·宣明五氣篇》《內經》科學技術出版社，北京1996年2月第一版，43。
  31. 《靈樞·五味論》《靈樞經白話解》人民衛生出版社，北京1962年6月第一版，420。
  32. 《素問·氣厥論》《內經》科學技術出版社，北京1996年2月第一版，66。
  33. 《靈樞·本輸》《靈樞經白話解》人民衛生出版社，北京1962年6月第一版，20。
  34. Berry, SJ, Coffey, DS, Walsh, PC, et al. The development of human benign prostatic hyperplasia with age. *J Urol* 1984;132:474.
  35. Aria F, Olumi, MD, Jerome P, Richie, MD, BENIGN PROSTATIC HYPERPLASIA, Sabiston Textbook of Surgery, 18th ed. 2008;74.
  36. Wimpissinger, F.; Stifter, K.; Grin, W.; Stackl, W. (2007).

- “The Female Prostate Revisited: Perineal Ultrasound and Biochemical Studies of Female Ejaculate”. *The Journal of Sexual Medicine* 4(5):1388-93.
37. Brian J. Gebhardt<sup>1</sup>, Andrew M. McDonald, et al. Prognostic factors for salvage radiotherapy with an analysis of post-prostatectomy PSA kinetics *Journal of Solid Tumors*, 2013, Vol. 3, No. 4:32-43.
38. Din-Li Tsan, Kang-Hsing Fan, et al. Pre-radiotherapy PSA Level as a Predictor for Biochemical Control in Prostate Cancer Patients Receiving Radiotherapy after Radical Prostatectomy *Biomed J* 2013;36:71-76.
39. Mei-Chuen Wang, Pei-Ling Liao, Yan-Chih Liao, et al. Life-style risk factor for Prostate Cancer in Taiwanese men: a hospital-based case-control study *J Nucl Med Tech* 2007;4:19-26.
40. Chen-Yu. Lee Che-Hao Wu. Marc Wasserman. Yan-Chih Liao. Diseases on Prostate disease treated by traditional Chinese medicine *J CAMS* Vol. 2 No. 1, 2014;009-013.

# The Reviewing of Prostate-specific Antigen (PSA) Clinical Applications and its Progressing

Yan-Chih Liao<sup>1</sup>, Chuang-Hsin Chiu<sup>1</sup>, Mei-Chuen Wang<sup>3</sup>, Chen-Yu Lee<sup>2</sup>,  
Li-Fan Lin<sup>1</sup>, Cheng-Yi Cheng<sup>1</sup>, An-Mei Wang<sup>4</sup>

<sup>1</sup>National Defense Medical Center, Tri-Service General Hospital Department of Nuclear Medicine

<sup>2</sup>Yu-Sheng Chinese Medical Clinic

<sup>3</sup>National Defense Medical Center, Tri-Service General Hospital Department of Medical Records Department

<sup>4</sup>Taipei Mackay Memorial Hospital Department of Nuclear Medicine.

## Abstract

Over recent years in Taiwan the prevalence of prostate disease is on the upward trend with concurrent lowering of the age of onset. There is a lot of room for the combined efforts of Western and Chinese medicine with regards to diagnosis and treatment in Taiwan.

The most convenient monitor is the PSA-test; normal range is less than 4 ng/ml, if between 4-10 ng/ml there is a 25% chance of prostate cancer. If over 10 ng/ml there is a 50% chance of prostate cancer. Routine rectal examination and PSA test annually is recommended for men over the age of 50 with PSA levels above 2.5 ng/ml. In order to increase accuracy of diagnosing prostate cancer, in addition to PSA test other methods should be used in evaluation, these include the following: age, family history, % free PSA, annual rate of increase of PSA, digital rectal exam, ultrasound, biopsy, and so on.

PSA values should also be observed in follow up after radical prostatectomy or completed local radiotherapy. PSA levels should return to normal, if they remain at  $PSA \geq 0.2$  ng/ml than this indicates that there are still some remaining cancerous cells in the patient's body. Following a radical prostatectomy while during radiation therapy if the PSA levels continue to climb this often indicates a relapse or poor treatment outcome. If after radiotherapy is complete and the PSA levels climb above 0.2 ng/ml this may indicate metastasis, relapse, or remnants of the cancer cells. Thus PSA is the most effective prognostic factor of metastasis or recurrence, or as a measure of treatment success and disease progression in follow up to radical prostatectomy.

**Key words:** Prostate Cancer, Prostate Specific Antigen, PSA, % Free PSA, Benign Prostate Hyperplasia, BPH

J Nucl Med Tech 2015;12:11-22

---

Received 10/21/2015

Corresponding author: Yan-Chih Liao, Mei-Chuen Wang

Address: Department of Nuclear Medicine, Cheng-Gong Rd Sec. 3 #325, Neihu District Taipei City, Taiwan, R.O.C

Tel: 02-87923311 ext. 12602 E-mail: nmliao@mail.ndmctsgh.edu.tw

# 建立 PET/CT 電腦斷層全身造影有效劑量分析方法 及影響因素之探討

陳恩賜<sup>1,2</sup> 曾大維<sup>1,2</sup> 林立凡<sup>1</sup> 王秀珊<sup>1,2</sup> 譚鴻遠<sup>1</sup> 鄭澄意<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 三軍總醫院 核子醫學部正子中心

<sup>2</sup> 中華民國醫事放射師公會全國聯合會 台北市醫事放射師公會

**目的：**電腦斷層劑量指標 (CTDI)、掃描長度 (L) 及轉換係數 (k)，在現今分析電腦斷層有效劑量 ( $E_{CT}$ ) 扮演重要的角色。傳統電腦斷層掃描在固定的管電壓 (kV) 及管電流 (mA) 設定下掃描單獨區域 (如胸腔或腹部電腦斷層)，會有固定的電腦斷層劑量指標和轉換係數值，操作人員只需量測掃描長度就可換算出有效劑量值。然而在全身 PET/CT 掃描中，電腦斷層掃描包含許多身體區塊 (如頭、頸、胸腔、腹部及骨盆腔)，每個區塊的厚度及轉換係數都不相同，若使用掃描軀幹設定條件執行全身電腦斷層掃描且評估全身有效劑量勢必會造成分析上的誤差。我們試著建立一套新方法，解決全身掃描在不同身體厚度差異較大 (如頭、頸) 所造成的分析誤差。同時在新機電腦斷層有 “Smart MA” 設定，管電流可以根據掃描身體密度來改變輸出量，我們試著利用新方法來分析全身電腦斷層有效劑量值，並且探討在 “Smart MA” 設定下最大可能影響因素。

**方法：**總共有 379 位病人參與這次分析，我們分別量測紀錄每位病人的電腦斷層劑量指標值、全身不同掃描區塊長度 (分成頭、頸、胸腔、腹部及骨盆)。在紀錄頭部和頸部的電腦斷層劑量指標值時，我們乘上 2 倍來校正頭頸厚度與軀幹厚度的差異所產生誤差，利用公式 “ $E = CTDI \cdot L \cdot k$ ” 來計算全身電腦斷層有效劑量值。最後根據得到的數值分布來探討與年齡 (Age)、身高 (BH)、體重 (BW) 和身體質量指數 (BMI) 的相關性，並找出最大的可能影響因素。

**結果：**病人平均的全身電腦斷層有效劑量值為  $4.841 \pm 1.15$  mSv (1.59 ~ 8.69 mSv)。數值分布情形與體重 (BW) 和身體質量指數 (BMI) 有比較大相關性 ( $R^2$  分別為 0.8175 和 0.6495)，相對的數值分布與身高 (BH) 和年齡 (Age) 比較沒有相關性 ( $R^2$  分別為 0.2173 和 0.0102)。

**結論：**我們建立分析全身電腦斷層有效劑量值方法，校正全身掃描區域身體厚度差異造成的誤差。之後研究我們要更進一步來確認數值得可信度。在 “Smart MA” 設定下，體重 (BW) 似乎是影響全身電腦斷層有效劑量值分布的最大因素。

**關鍵詞：**電腦斷層劑量指標 (CTDI)、電腦斷層有效劑量 ( $E_{CT}$ )、Smart MA

核醫技學誌 2015;12:23-30

## 前言

正子電腦斷層全身造影 (PET/CT Whole Body Scan) 是現今應用在全身癌症檢查的重要儀器，然而造影過程中人體受到的輻射劑量是無法避免的，如何在檢查過程中考量影像的品質及病人接受到的輻射劑量之間達到平衡，一直是輻射造影工作人員的重要課題。然而影像品質和輻射劑量是互相衝突的，好的影像品質可以增加醫師判定準確度，但病人卻必須接受更多的輻射劑量，未來罹癌的機會也會相對的增加。因此建立一套評估電腦斷層全身造影有效劑量分析方法是必要的。

正子電腦斷層全身造影的輻射來源分為兩部分，第

受理日期：104 年 12 月 15 日

通訊作者：陳恩賜

單位：三軍總醫院 核子醫學部

地址：11490 台北市內湖區成功路二段 325 號

電話：(02) 87923311 轉 17558 電子信箱：chenenshih@gmail.com



一是來自正子核醫藥物的注射，以正子檢查常做的 FDG 癌症檢查為例，一次成人注射 10 mCi 所得到的有效劑量值約為 6.23 mSv<sup>(2)</sup>。第二是來自全身電腦斷層造影，在正子檢查前必須經過電腦斷層掃描來得到病灶的解剖位置及利用電腦斷層結果來做正子影像衰減校正依據。減少 FDG 藥物輻射劑量可以經由更新儀器設施及增加掃描時間來減少藥物的注射量，以減少病人的吸收劑量。要減少全身電腦斷層造影輻射劑量，必須根據病人體型胖瘦及身體密度分布來做適當的管電壓及管電流設定調校，在兼顧電腦斷層影像品質的情況下盡量減少病人的輻射劑量是我們儀器操作人員的重要工作目標。

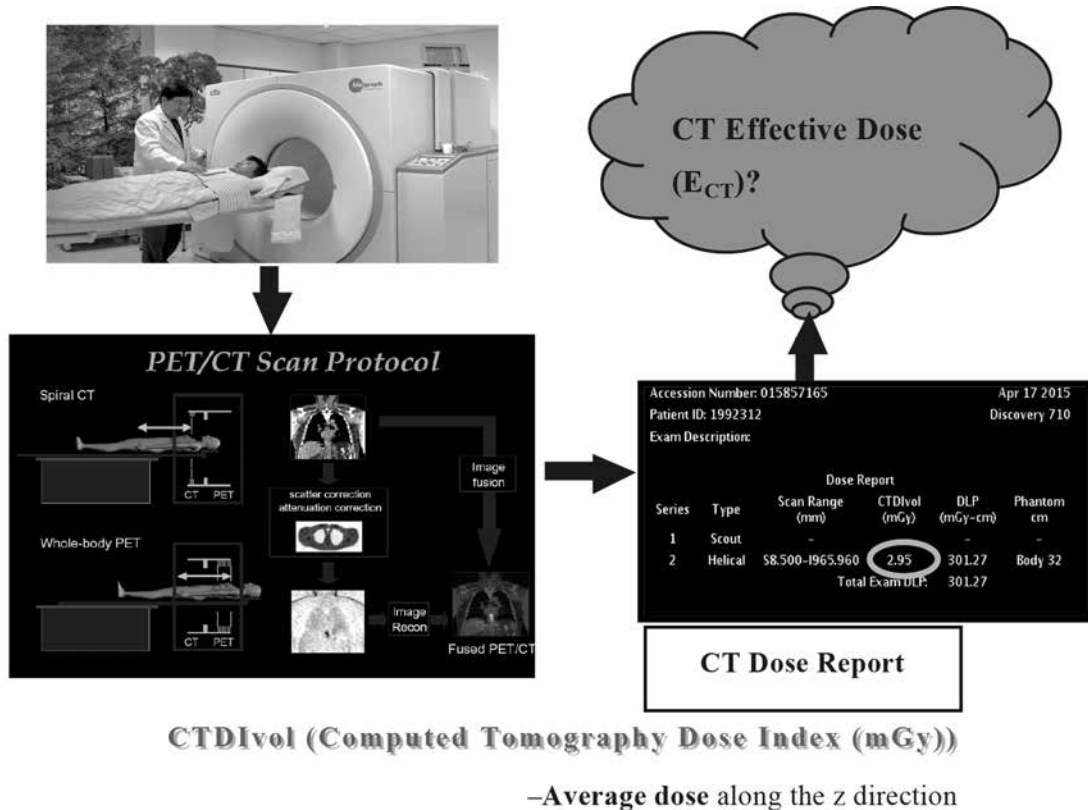
評估病人全身斷層掃描的有效劑量值（單位是毫西弗 mSv），必須考慮接受電腦斷層掃描的器官吸收劑量（單位是毫格雷 mGy），同時也要考慮到全身經由照射後的全身敏感器官的輻射加權因素，在實驗設計上及運算的過程是複雜且不易做到十分精準的確定值。加上傳統評估電腦斷層掃描輻射劑量所需設備繁多，包括輻射量測專用假體 (Alderson-Rando phantom)、熱發光輻射劑

量器 (thermoluminescent dosimeters, TLDs) 和輻射劑量評估程式 (ImPACT calculator) 等，運作起來需要大量的經費購買儀器設備，大量的人力資源及時間的投入才得以算出單一設定的管電流及管電壓的全身電腦斷層有效劑量值，對於沒有相關經費及設施的臨床單位是不易達成的任務。本中心於 2014 年 11 月新進一套 GE Discovery PET/CT 710 新機，在設立新儀器後會遇到的問題便是在不同電腦斷層設定條件及影像品質考量下，評估病人承受多少輻射劑量是要去解決的，因此我們想要建立一套更簡單及有效評估電腦斷層全身造影有效劑量分析方法並探討影響有效劑量分布的重要因素。

**材料與方法**

**建立全身電腦斷層有效劑量分析方法**

圖一所示為 PET/CT 掃描的步驟，當病人完成全身正子及電腦斷層掃描後，電腦會根據正子及電腦斷層的影像完成衰減校正後融合 PET/CT 的影像提供給臨床醫師判定。全身電腦斷層掃描後，儀器會自動產生一個電



圖一：PET/CT 掃描的步驟

腦斷層劑量報告 (CT Dose Report)，在報告中會有一個重要參數：電腦斷層劑量指標 (Computed Tomography Dose Index,  $CTDI_{VOL}$ )，單位是毫格雷，其定義為 Z 軸方向的平均吸收劑量。在臨床應用上，我們會使用電腦斷層劑量指標來進行每年的電腦斷層儀器的品質保證 (Quality Assurance) 及每次病人接受完電腦斷層造影後的輻射吸收劑量評估。根據美國醫學物理師學會 (American Association of Physicists In Medicine) 的 AAPM96 號報告<sup>(1)</sup>，建立評估電腦斷層有效劑量值的公式，公式如下所示：

$$E_{CT} \text{ (CT Effective Dose)}$$

$$= CTDI_{VOL} \times \text{Scan Length} \times k, \text{ SI unit: mSV}$$

此公式已根據多台的電腦斷層儀器數據做過有效劑量值的評估 (circa 1990)，且經過証實可以應用在電腦斷層掃描的有效劑量評估使用。公式中 Scan Length 表示電腦掃描的器官長度，單位為 cm。k 為有效劑量轉換因子，單位為  $mSv \cdot mGy^{-1} \cdot cm^{-1}$ ，轉換因子數值已根據 ICRP60 報告中的器官加權因子做過轉換，數值如表一所示。在全身掃描 k 值評估中，將全身分成五大部分，分別為頭 (Head)、頸 (Neck)、胸腔 (Chest)、腹部 (Abdomen) 和骨盆腔 (Pelvis)，每一個器官都有相對應的 k 值來運算有效劑量值。要注意的是在評估頭及頸的 k 值是使用直徑 16

公分的頭部假體運算，其他器官的 k 值是使用直徑 32 公分的身體假體運算。另外我們新的 PET/CT 中電腦斷層儀器有新技術 Smart MA 選項設定，此技術的目的是在固定的管電壓情況下，電腦斷層的管電流會根據身體厚度及密度的大小來改變電流輸出量。例如在肺部區域，儀器會減少管電流的輸出，以減少有效劑量的吸收。在腹部和骨盆腔區域，儀器會增加管電流的輸出，以增加電腦斷層的影像品質。最終的  $CTDI_{VOL}$  值會根據全身的平均管電流值來決定。我們決定使用此概念來建立一套簡單可行方法來評估於 Smart MA 模式設定下全身定腦斷層的有效劑量值，並且分析可能影響全身有效劑量分布的因素。

#### 受試者選擇

本研究的受試者來自三總臨床的正子中心 FDG 全身造影掃描影像，從 2015 年 1 月 23 日至 2015 年 5 月 24 日止，總共分析了 379 位的受試者影像，其中男性為 162 位 (43%)，其中女性為 217 位 (57%)。年齡、身高和身高分布如表二所示。

#### 電腦斷層儀器設定

本中心新進的正子斷層掃描儀為 GE Discovery PET/CT 710，儀器設立時放射師必須和打報告的核醫科醫師

表一：有效劑量轉換因子

Region of Body	$k(mSv \cdot mGy^{-1} \cdot cm^{-1})$				
	0 year old	1 year old	5 year old	10 year old	Adult
Head and neck	0.013	0.0085	0.0057	0.0042	0.0031
Head	0.011	0.0067	0.0040	0.0032	0.0021
Neck	0.017	0.012	0.011	0.0079	0.0059
Chest	0.039	0.026	0.018	0.013	0.014
Abdomen & pelvis	0.049	0.030	0.020	0.015	0.015
Trunk	0.044	0.028	0.019	0.014	0.015

**AAPM96 (2008): The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT**

表二：受檢者年齡、身高、體重基本資料表

	男性 (162 人, 43%)	女性 (217 人, 57%)
年齡	61.5 歲 (18~95 歲)	60.93 歲 (21~95 歲)
身高	168.7 公分 (154~189 公分)	156.5 公分 (137~179 公分)
體重	69 公斤 (40~110 公斤)	57 公斤 (32~88 公斤)

來調整全身電腦斷層的設定，在兼顧增加影像品質及降低輻射劑量的條件下，決定出雙方都可接受的造影條件。最終我們設定的造影條件如表三所示。其中比較重要的設定值為：(1) 管電流固定在 120 kV，(2) 管電流設定在 Smart MA 模式，範圍為 30 mA~150 mA，(3) Noise Index 設定從原廠的 28 調到 22 以增加影像品質，其他設定可參照表三。

表三：全身電腦斷層造影設定條件

Option	CT Setting
KV; mA	120 kV; 30~150 mA, Smart MA
Slice	3.75 mm
Rotation time	0.5 sec.
Feed/Rotation	39.37 mm
Pitch	0.984
FOV (field of view)	500 mm
Noise Index	22
No. of images	299 (8 bed)
image Size	512*512

### 影像分析：探查性圖像 (Scout View) 和電腦斷層劑量報告 (CT Dose Report)

如圖二所示，第一步驟圈選病人的器官掃描長度時我們選用電腦斷層的 Scout View 來處理，將全身掃描範圍分成五區塊頭 (Head)、頸 (Neck)、胸腔 (Chest)、腹部 (Abdomen) 和骨盆腔 (Pelvis)，利用 OsiriX 軟體來記錄每個器官的長度。第二步驟根據每個病人全身電腦斷層後產生的電腦斷層劑量報告，紀錄每位病人的電腦斷層劑量指標 (CTDI<sub>VOL</sub>)。第三步驟根據不同的器官選定相對應的有效劑量轉換因子 (k 值)。根據 AAPM96 號報告公式 E<sub>CT</sub> (CT Effective Dose) = CTDI<sub>VOL</sub> × Scan Length × k 算出每個器官的有效劑量值<sup>(1)</sup>，加總五個器官值就可得到

全身的有效劑量值。必須要注意的一點是，於電腦斷層劑量報告中我們所選用的掃描條件是以 Body 32 公分假體當作標準來掃描全身的影像，然而在有效劑量轉換因子 (k 值) 表一中設定的頭部和頸部的條件是以 Head 16 公分假體來當作標準，且病人在掃描全身造影時，頭部和頸部的厚度約為全身厚度的一半，在此設定條件下，頭頸部的電腦斷層劑量指標 (CTDI<sub>VOL</sub>) 是被低估的，所以在計算頭頸部的電腦斷層劑量指標 (CTDI<sub>VOL</sub>) 時，我們必須將紀錄的 CTDI<sub>VOL</sub> 數值乘上二以修正因厚度差異而產生的誤差。

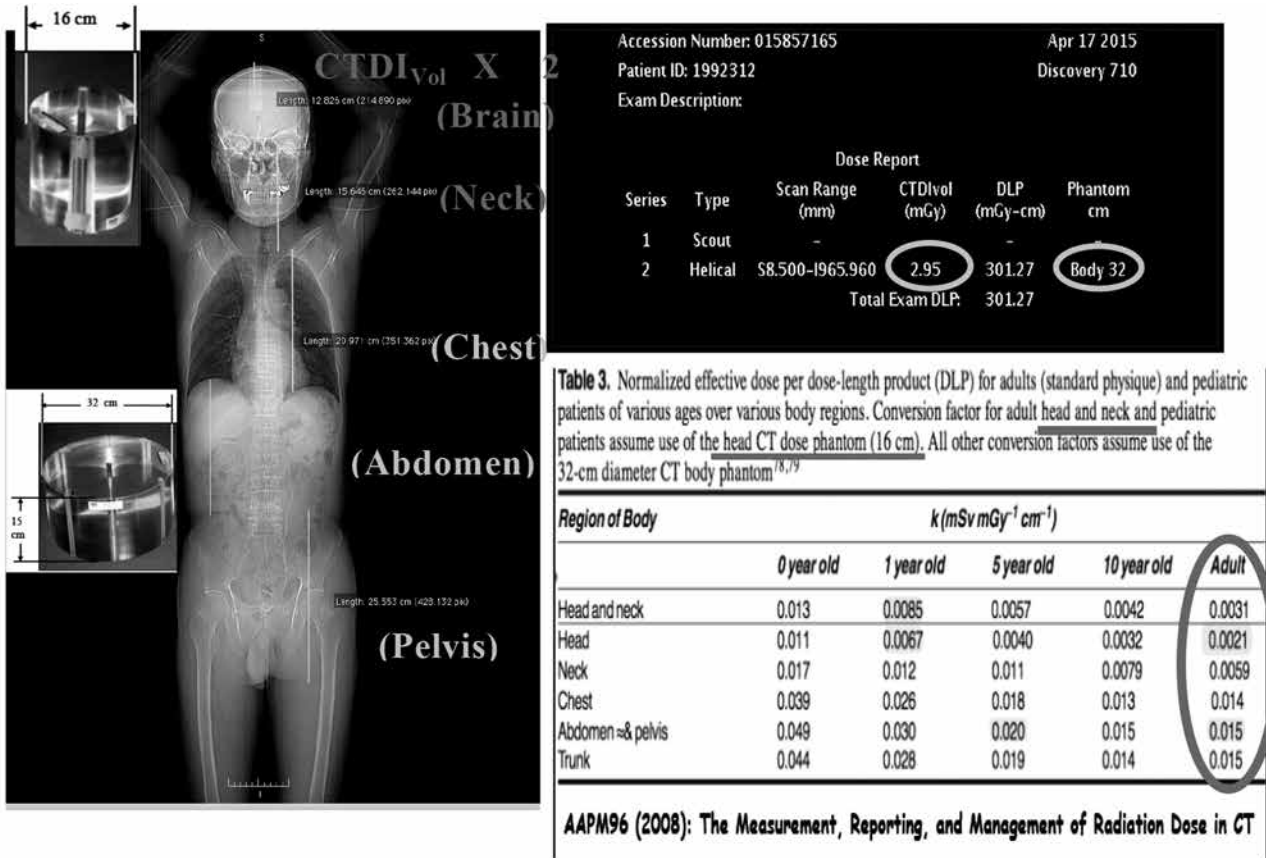
## 結 果

### 一、全身電腦斷層有效劑量值及分布

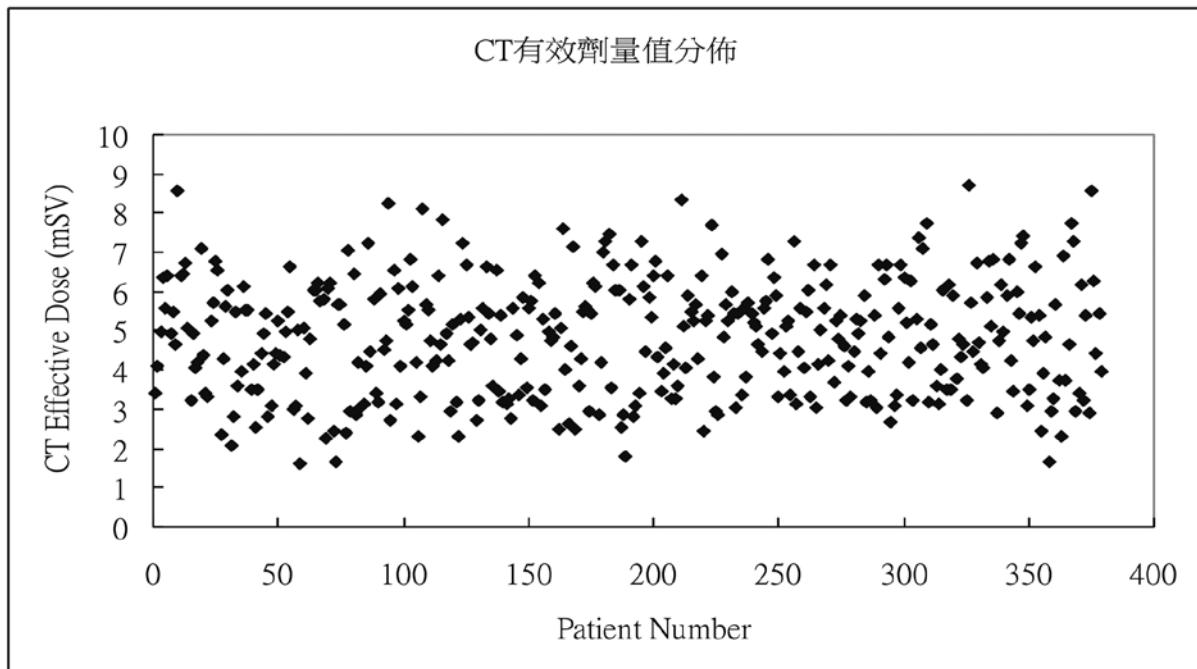
總共分析了 379 位病人資料，在 Smart MA 模式及本中心電腦斷層造影設定條件下，病人全身電腦斷層有效劑量分布如圖三所示。病人的平均全身斷層掃描有效劑量值為 4.842 mSv，標準差為 1.45 mSv，數值範圍為 1.59 mSv~8.69 mSv。

### 二、影響全身電腦斷層有效劑量分布因素探討

由圖三可以看出來病人全身電腦斷層有效劑量分布情形差異性蠻大的，因此我們想要探討什麼因素是影響病人全身有效劑量分布的最可能原因。我們從病人資料中總共選出四個參數，分別為病人年齡 (Age)、病人身高 (Body Height)、病人體重 (Body Weight) 及身體質量指數 (Body Mass Index) 來與全身電腦斷層有效劑量值做相關係數分析。四個重要參數的平均值、範圍及標準差如表四所示。經過統計軟體 excel 程式分析相關係數分析結果如圖四所示。經過相關係數分析後全身電腦斷層有效劑量 R 平方值分別為：與體重 (R<sup>2</sup> = 0.8175)、身體質量指數 (R<sup>2</sup> = 0.6495)、身高 (R<sup>2</sup> = 0.2173) 及年齡 (R<sup>2</sup> = 0.0102)。由圖四及 R<sup>2</sup> 值可以看出來在 Smart MA 設定下全身電腦斷層有效劑量值與體重和身體質量指數有比較大相關



圖二：探查性圖像 (Scout View)、電腦斷層劑量報告 (CT Dose Report) 及有效劑量轉換因子 (k)



圖三：病人全身斷層掃描有效劑量分布圖

性，數值分布與身高和年齡比較沒有相關性。

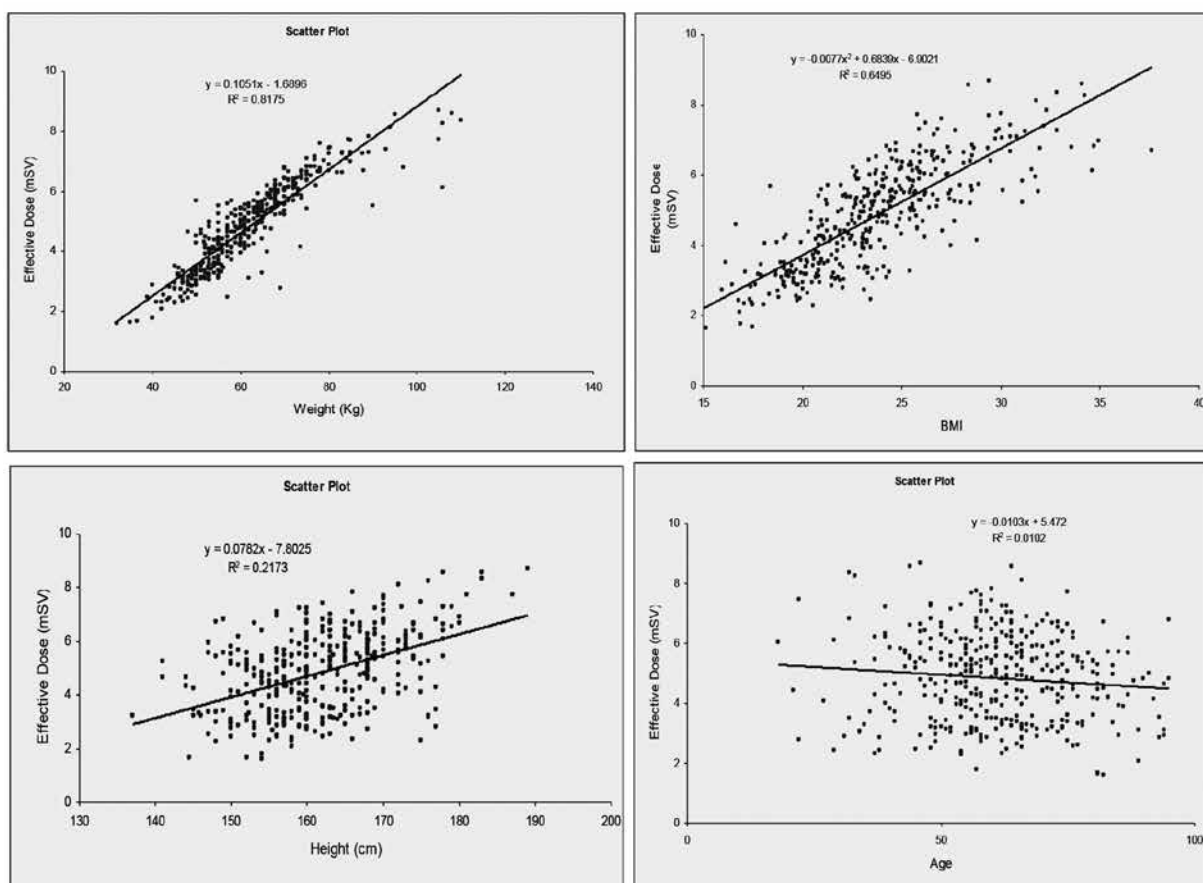
## 討 論

正子電腦斷層全身造影的輻射來源分為兩部分，第一是來自正子核醫藥物的注射，一次成人注射 10 mCi 所得到的有效劑量值約為 6.23 mSv<sup>(2)</sup>。第二是來自全身

**表四：**病人年齡 (Age)、病人身高 (Body Height)、病人體重 (Body Weight) 及身體質量指數 (Body Mass Index) 參數的平均值、範圍及標準差

	身體質量指數 (BMI)	身高 (cm)	體重 (Kg)	年齡 (歲)
平均值	23.673	162	62.12	61
範圍	13.39-37.59	137-189	32-110	18-95
標準差	3.82	8.67	12.5	14.2

電腦斷層造影。正子造影前必須經過電腦斷層掃描來得到身體相對解剖位置及利用電腦斷層結果來做正子影像衰減校正依據。在考量電腦斷層影像品質的情況下盡量減少病人的輻射有效劑量是醫事放射師的重要工作目標。建立一套全身電腦斷層造影有效劑量分析方法，可以讓我們在設定機器造影條件時馬上確認病人的輻射劑量，在臨床工作上可以得到很大的幫助。評估 PET/CT 掃描後的輻射劑量可以讓我們了解輻射致癌危機與影像品質的平衡點，在 Huang B, et al. 的研究中，使用 PET/CT 掃描儀用 10 mCi 的 [<sup>18</sup>F]FDG 及診斷用的電腦斷層條件做病人，全身掃描完後的 PET/CT 最高有效劑量可高達 32.18 mSV。全身電腦斷層有效劑量值大小由各醫院設定的條件來決定，全身電腦斷層有效劑量值大約佔全身 PET/CT 的有效劑量的 54%~81%，相對於不同的電腦斷層條件，有效劑量值約為每年環境背景值 2.4 mSV 的



**圖四：**全身電腦斷層有效劑量值與四參數相關係數分析圖，左上圖為全身有效劑量值與病人體重 (Weight) 分布圖，右上圖為全身有效劑量值與病人身體質量指數 (BMI) 分布圖，左下圖為全身有效劑量值與病人身高 (Height) 分布圖，右下圖為全身有效劑量值與病人年齡 (Age) 分布圖。

5-13 倍。對於 20 歲的病人而言，罹癌機率會增加 0.514% ~0.622% 的致癌機會<sup>(2)</sup>。總體而言，電腦斷層設定中高管電流及低 noise index 可以得到高品質的電腦斷層影像，但相對掃描病人也會得到高的輻射劑量及罹癌機率。

在全身電腦斷層有效劑量值及分布中總共分析了 379 位病人資料，在 Smart MA 模式及電腦斷層造影設定條件下，病人全身電腦斷層有效劑量分布如圖三所示。病人的平均全身電腦斷層掃描有效劑量值為 4.842 mSv，標準差為 1.45 mSv，數值範圍為 1.59 mSv~8.69 mSv。對照之前的研究電腦斷層參數設定，某些醫院將設定條件影像品質調高到診斷用的條件，有三種設定方式：protocol A：對一般病人設計的造影條件管電壓固定在 120 kV，rotation time = 0.5 second；pitch = 0.984；管電流範圍 = 100–300 mA；noise level = 20，所得到的全身 PET/CT 有效劑量為女性是 13.45 mSV，男性是 13.65 mSV。protocol B：CT 設定和 protocol A 相似，管電壓固定在 120 kV 且管電流固定在 250 mA，得到的全身 PET/CT 有效劑量為女性是 24.79 mSV，男性是 24.8 mSV。protocol C：專門對肥胖者設計的造影條件，管電壓固定在 140 kV，rotation time = 0.5 second；pitch = 0.984；管電流範圍 = 150–350 mA；noise level = 3.5，得到的全身 PET/CT 有效劑量為女性是 31.91 mSV，男性是 32.18 mSV<sup>(2)</sup>。本中心全身電腦斷層掃描後所得到全身電腦斷層有效劑量值加上 10 mCi<sup>18</sup>F]FDG 有效劑量值後，平均的 PET/CT 有效劑量約為 11.07 mSV，遠低於這些期刊所得到的有效劑量值，顯示在考量影像品質情況下，我們設定條件的確降低病人的輻射劑量值。在日本研究單位 Ghotbi N, et al. 的計算下，全身 PET/CT 掃描有效劑量質約為 6.34~9.48 mSV<sup>(3)</sup>。在 Brix G, et al. 研究中，他們是使用四種診斷條件的設定，全身 PET/CT 有效劑量值範圍是 23.7 mSV~26.4 mSV<sup>(4)</sup>。在 Wu et al. 研究中，CT 條件設定在 140 kV，80 mA，旋轉時間 0.8 秒及 pitch = 3。全身 PET/CT 有效劑量為 18.97 mSV<sup>(5)</sup>。本中心的 PET/CT 掃描有效劑量質約為 11.07 mSV，約為背景值的 4.61 倍，已遠低於全球的 PET/CT 掃描的平均值。總體來說全身有效劑量值變異蠻大的，是因為不同研究機構、CT 條件設定及評估有效劑量值方法不同而導致。

影響全身電腦斷層有效劑量分布因素探討中，379 個病人全身電腦斷層有效劑量分布情形差異性蠻大的，我們想要探討什麼因素是影響全身電腦斷層有效劑量分

布的最可能原因。我們從病人資料中總共選出四個參數，分別為病人年齡 (Age)、病人身高 (Body Height)、病人體重 (Body Weight) 及身體質量指數 (Body Mass Index) 來與全身電腦斷層有效劑量值做相關係數分析。藉由統計軟體 excel 程式分析相關係數分析結果如圖四所示。經過相關係數分析後全身電腦斷層有效劑量 R 平方值由大至小依序為：與體重 ( $R^2 = 0.8175$ )、身體質量指數 ( $R^2 = 0.6495$ )、身高 ( $R^2 = 0.2173$ ) 及年齡 ( $R^2 = 0.0102$ )。由圖四及  $R^2$  值可以看出來全身電腦斷層有效劑量值與體重和身體質量指數有比較大相關性，數值分布與身高和年齡比較沒有相關性。

本中心藉由 AAPM96 號報告計算方式成功建立一套分析全身電腦斷層有效劑量值方法，後續研究我們要更進一步來確認數值的可信度。與傳統方式分析病人輻射劑量方法相比較，我們分析方法是不需任何儀器費用，可以省去大量的人力及物力成本。在本中心電腦斷層 “Smart MA” 設定下，體重 (BW) 似乎是影響全身電腦斷層有效劑量值分布的最大因素。

## 參考文獻

1. AAPM REPORT NO. 96. The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT. Report of AAPM Task Group 23: CT Dosimetry Diagnostic Imaging Council CT Committee. 2008 Jan.
2. Huang B, Law MW, Khong PL. Whole-body PET/CT scanning: estimation of radiation dose and cancer risk. *Radiology*. 2009 Apr;251(1):166-74.
3. Ghotbi N, Iwanaga M, Ohtsuru A, Ogawa Y, Yamashita S. Cancer screening with wholebody PET/CT for healthy asymptomatic people in Japan: re-evaluation of its test validity and radiation exposure. *Asian Pac J Cancer Prev* 2007;8(1):93-97.
4. Brix G, Lechel U, Glatting G, et al. Radiation exposure of patients undergoing whole-body dual-modality 18F-FDG PET/CT examinations. *J Nucl Med* 2005;46(4):608-613.
5. Wu TH, Huang YH, Lee JJ, et al. Radiation exposure during transmission measurements: comparison between CT- and germaniumbased techniques with a current PET scanner. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004;31(1):38-43.

# New Method in Estimating CT Effective Dose in Whole Body PET/CT and to Evaluate the Influencing Factors

En-Shih Chen<sup>1,2</sup>, Ta-Wei Tseng<sup>1,2</sup>, Li-Fan Lin<sup>1</sup>, Hsiu-Shan Wang<sup>1,2</sup>,  
Daniel H. Y. Shen<sup>1</sup>, Cheng-Yi Cheng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Nuclear Medicine & PET center of Tri-Service General Hospital,  
National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan*

<sup>2</sup>*Chinese Association of Radiological Technologists & Taipei Association of Radiological Technologists.*

**Purpose:** Computed tomography dose index (CTDI), scan length (L) and conversion coefficient (k) are crucial in estimating the effective dose of CT ( $E_{CT}$ ). In conventional CT scan of a single area with fix kV and mA (e.g. chest CT, abdomen CT), the CTDI and k are fixed in scan areas, therefore, we only need to concern the L. However, in whole body PET/CT, it usually includes multiple fields (i.e. head, neck, chest, abdomen and pelvis) and each field may have different thickness. Therefore, using a fixed CTDI derived from the trunk protocol may cause some errors in estimating the  $E_{CT}$  from whole body PET/CT. We try to establish a new method to correct the errors caused by the distinct thickness of different body portions especially in head and neck areas and analyze the possible influencing factors in whole body PET/CT.

**Methods:** Of 379 patients included in this study, CTDI, the length of different body parts of each patient were recorded. CTDI of head and neck were then multiplied by two according to the different thickness of body parts.  $E_{CT}$  was calculated with the formula of “ $E = CTDI \cdot L \cdot k$ ”. Finally, we correlated the  $E_{CT}$  with the age, body height (BH) & weight (BW) and body mass index (BMI) and tried to find out what is the possible influencing factor(s).

**Results:** The average  $E_{CT}$  of patients was  $4.841 \pm 1.15$  mSv (1.59 ~ 8.69 mSv). BW and BMI had the strongest correlation with the  $E_{CT}$  ( $R^2 = 0.8175$  &  $0.6495$ , respectively), in contrast, BH and age seemed to be no correlation with the  $E_{CT}$  ( $R^2 = 0.2173$  &  $0.0102$ , respectively).

**Conclusions:** Our new strategy to estimate the  $E_{CT}$  may be a promising way to reduce the errors in estimating the  $E_{CT}$  caused by the distinct thickness of different body portions in whole body PET/CT. Further study is warranted to validate the new method. In PET/CT scanners with the technique of “Smart MA”, BW seems to be the most important factor that influences the  $E_{CT}$ .

**Key words:** Computed tomography dose index (CTDI), Effective dose of CT ( $E_{CT}$ ), Smart MA

J Nucl Med Tech 2015;12:23-30

---

Received 12/15/2015

Corresponding author: En-Shih Chen

Department of Nuclear Medicine & PET center of Tri-Service General Hospital, National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan

Address: Department of Nuclear Medicine, Cheng-Gong Rd Sec. 3 #325, Neihu District Taipei city, Taiwan, R.O.C

Tel: (02) 87923311 ext. 17558 E-mail: chenenshih@gmail.com

# 淋巴閃爍攝影與單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像 在黑色素瘤前哨淋巴結定位一病例報告

朱秀蘭 劉芝庭 蔡亦欣 許玉春 張意苓

高雄醫學大學附設中和醫院 核子醫學科

## 摘要

前哨淋巴結切片可以用來評估黑色素瘤是否有淋巴結轉移。淋巴閃爍攝影應用在黑色素瘤可以提供動態淋巴路徑的回流和前哨淋巴結定位。雖然術中伽馬射線探測器對於淋巴結偵測很有用，單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像可以提供手術醫師偵測前哨淋巴結定位更詳細的資訊及附近的解剖位置。在本篇提供四位病人在身體不同部位黑色素瘤的前哨淋巴結定位經驗。

**關鍵詞：**淋巴閃爍攝影，單光子電腦斷層 / 電腦斷層，黑色素瘤，前哨淋巴結

核醫技學誌 2015;12:31-34

## 前言

淋巴閃爍攝影可以用來做前哨淋巴結定位，而臨床醫師需要術中伽馬射線探測器來幫忙偵測淋巴結。平面淋巴閃爍攝影無法提供淋巴結相對於皮膚的深度或是更精確的解剖位置。利用單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像可以提供偵測前哨淋巴結定位更詳細的資訊及附近的解剖位置。

病人在開刀當日前安排淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層檢查。分別在病人病灶的 3, 6, 9, 12 點鐘方向四個位置皮內及腫瘤旁注射 0.5 mCi/0.2 mL 的劑量共 2 mCi <sup>99m</sup>Tc-phytate。依照病人不同的病灶位置

等候 30 分鐘至 60 分鐘再執行動態影像 (matrix size 是 128×128，總共 40 張，每張 20 秒) 與全身掃描影像 (matrix size 是 256×1024，掃描速度是每分鐘 18 公分) 或靜態平面淋巴閃爍攝影 (matrix size 是 256×256，250,000 counts 或是 10 分鐘) 收集後，會再加上單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像 (Philips BrightView XCT)。單光子電腦斷層影像參數設定的 matrix size 是 64×64，總共 32 張，每張 25 秒，360 度收集，電腦斷層影像的管電流是 30 mA，管電壓是 120 kVp。在本篇提供四位病人在身體不同部位黑色素瘤的單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像在前哨淋巴結定位經驗。

## 病例報告

### 病例一

一位六十八歲男性在左側頭皮有黑色素瘤，接受平面淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位 (圖一)。

### 病例二

一位五十三歲男性在右側上背部有黑色素瘤，接受平面淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位 (圖二)。

### 病例三

一位五十一歲男性在右腰側有黑色素瘤，接受平面淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位 (圖三)。

### 病例四

一位七十三歲女性在左側大腳趾有黑色素瘤，接

受理日期：104 年 2 月 16 日

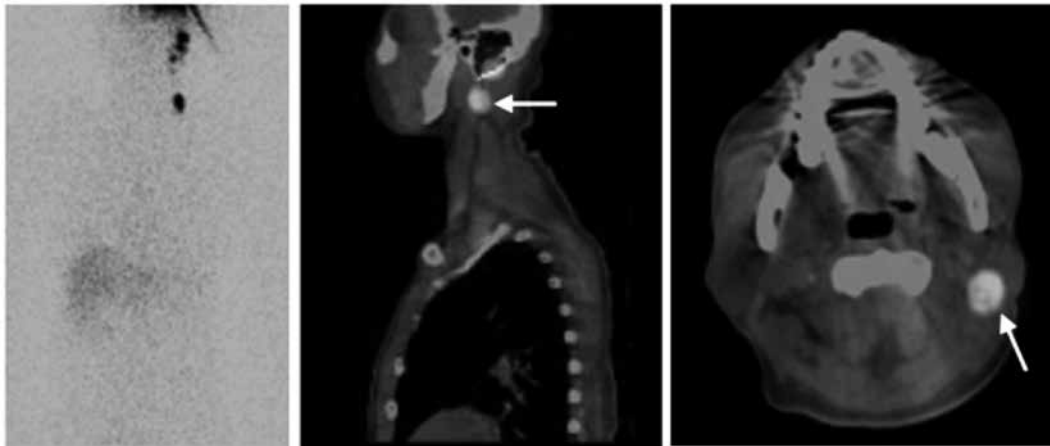
聯絡人姓名：張意苓

單位：高雄醫學大學附設中和醫院 核子醫學科

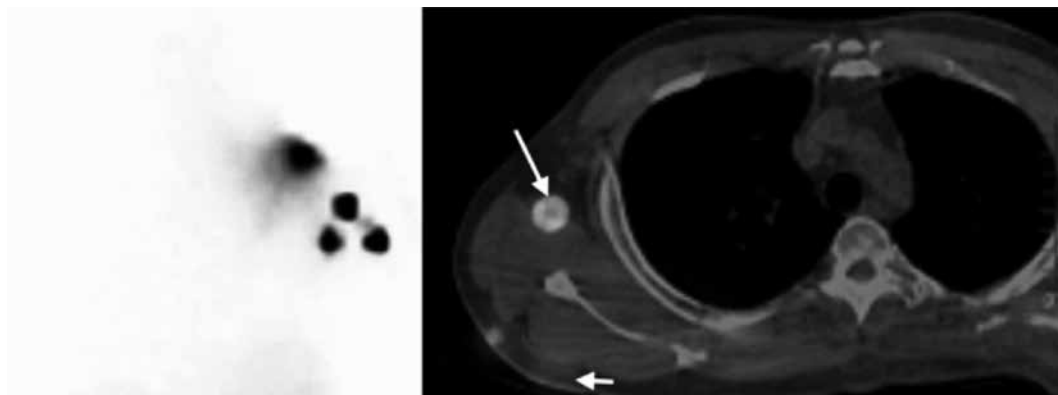
地址：80756 高雄市三民區自由一路 100 號

電話：(07) 3121101 轉 7152 電子信箱：eling701204@yahoo.com.tw

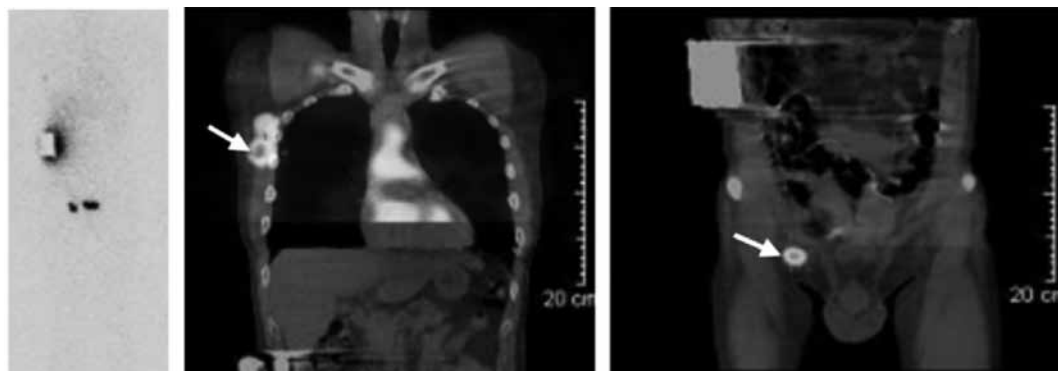




**Figure 1:** (Left) Planar lymphoscintigraphy revealed many radioactive lymph nodes in the left neck. (Middle) Sagittal single-photon emission computed tomography/computed tomography (SPECT/CT) imaging revealed localization of one radioactive lymph node in the upper cervical neck region (white arrow). (Right) Transverse SPECT/CT imaging revealed localization of one radioactive lymph node in the left cervical level II region (white arrow).



**Figure 2:** (Left) Planar lymphoscintigraphy revealed three radioactive lymph nodes in the right aspect of injection site. (Right) Transverse SPECT/CT imaging revealed localization of one radioactive lymph node in the right axillary region (long white arrow) and two radioactive lymph nodes in the subcutaneous region (short white arrow).



**Figure 3:** (Left) Planar lymphoscintigraphy revealed radioactive lymph nodes in the right axillary and inguinal regions. (Middle) Coronal SPECT/CT imaging revealed localization of two radioactive lymph nodes in the right axillary region (white arrow). (Right) Coronal SPECT/CT imaging revealed localization of one radioactive lymph node in the right inguinal region (white arrow).

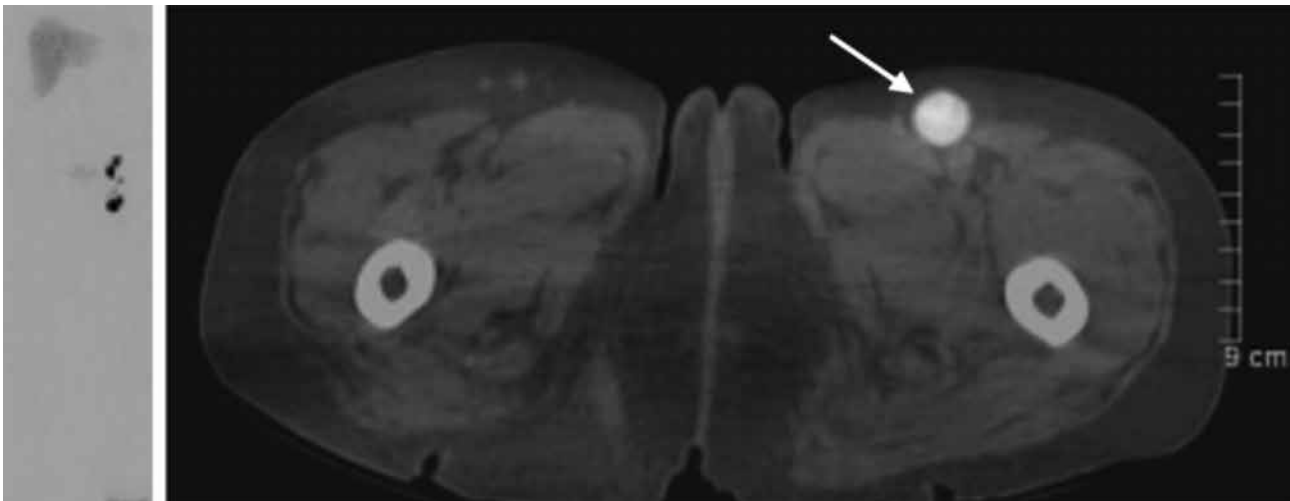
受平面淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位 (圖四)。

## 討 論

在頭頸部的淋巴回流可以分成很多區域且非常複雜，因此單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位可以提供很明確的位置給臨床手術醫師，在某些情況下會使醫師手術治療計畫會有改變<sup>[3,4]</sup>。對於淋巴閃爍攝影及單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像偵測淋巴結數目，有些病人是會有差別，但沒有哪種方式一定偵測比較多，與之前文獻是類似<sup>[1]</sup>。與平面淋巴閃爍攝影相比，單光子電腦斷層 / 電腦斷層定位可以辨別偽陽性和減少偽陰性<sup>[2]</sup>。因此平面淋巴閃爍攝影加上單光子電腦斷層 / 電腦斷層影像能提供臨床醫師更精確的前哨淋巴結解剖位置定位。

## 參考文獻

1. Fairbairn N, Munson C, Khan ZA, Butterworth M. The role of hybrid SPECT/CT for lymphatic mapping in patients with melanoma. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2013;66:1248-1255.
2. Wagner T, Buscombe J, Gnanasegaran G, Navalkisoor S. SPECT/CT in sentinel node imaging. *Nucl Med Commun* 2013;34:191-202.
3. Veenstra HJ, Vermeeren L, Olmos RA, Nieweg OE. The additional value of lymphatic mapping with routine SPECT/CT in unselected patients with clinically localized melanoma. *Ann Surg Oncol* 2012;19:1018-1023.
4. Vermeeren L, Valdes Olmos RA, Klop WM, et al. SPECT/CT for sentinel lymph node mapping in head and neck melanoma. *Head Neck* 2011;33:1-6.



**Figure 4:** (Left) Planar lymphoscintigraphy revealed radioactive lymph nodes in the left inguinal region. (Right) Transverse SPECT/CT imaging revealed localization of lymph node and estimation of anatomic depth (white arrow).

# Localization of Sentinel Lymph Node with Lymphoscintigraphy and Single-photon Emission Computed Tomography/computed Tomography (SPECT/CT) Imaging in Melanoma—Case Reports

Hsiu-Lan Chu, Chih-Ting Liu, I-Hsin Tsai, Yu-Chun Hsu, Yi-Ling Chang

*Department of Nuclear Medicine, Kaohsiung Medical Hospital University, Kaohsiung.*

## Abstract

Sentinel lymph node biopsy can use for evaluation of lymph node metastases in melanoma. Lymphoscintigraphy in melanoma provides information about the dynamic drainage of the lymphatic tract and the location of the sentinel lymph node. Although intraoperative gamma-ray detection probe is helpful, SPECT/CT imaging can provide surgeons more detailed information about the location of the sentinel lymph node and surrounding anatomy. We share our clinical experience about localization of sentinel lymph node in four patients with melanoma in different parts of the body.

**Key words:** Lymphoscintigraphy, SPECT/CT, Melanoma, Sentinel lymph node

J Nucl Med Tech 2015;12:31-34

---

Received 2/16/2015  
Corresponding author: Yi-Ling Chang  
Department of Nuclear Medicine, Kaohsiung Medical University Chung-Ho Memorial Hospital  
Address: No. 100, Tzyou 1st Road Kaohsiung 807, Taiwan  
Tel: (07) 3121101 ext. 7152 E-mail: eling701204@yahoo.com.tw

# 中華民國核醫學學會

## 輻射劑量校正儀 **Dose calibrator** 品質控管執行程序書

中華民國 103 年 11 月

本程序書依據 IAEA 以及 NEMA，ESNM，建議相關 dose calibrator 品管項目建議，並考量臨床作業可行性制定相關品管項目如下：

Dose calibrator 品管項目建議如下：

- Physical Inspection
  - ◎ 檢視儀器外觀，按鍵，電源供應是否正常
- Precision
  - ◎ 檢視儀器讀數的精密度
- Accuracy
  - ◎ 檢視儀器讀數的準確度
- Linearity
  - ◎ 檢視可能使用到的活度區間的線性度（再結合效應）
- Geometry
  - ◎ 臨床使用的幾何條件與原廠校正幾何條件的關係
- Reproducibility
  - ◎ 檢視儀器的長期穩定性
- Background
  - ◎ 對每一臨床核種的背景值做測試與紀錄

執行的頻次與項目建議如下：

Test schedule for Dose Calibrator				
Item	Acceptance	Reference	Routine testing	
			Daily	Yearly
1. Physical Inspection	*		*	*
2. Precision	*	*		*
3. Accuracy	*	*		*
4. Linearity	*	*		*
5. Background	*		*	*
6. Geometry	*	*		*
7. Reproducibility	*		*	*

## 每日品保測試 (Daily Quality Assurance)

### 一、物理檢查 (Physical inspection)

- (一) 目的：以目視方式確認整個劑量校正儀系統的安全性。
- (二) 實施頻率：每日或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：無。
- (四) 測試步驟：
  1. 目視 dose calibrator 是否正常。
  2. 目視所有指示燈功能是否正常，包含儀表面版、按鍵燈號，數字顯示等。
  3. 測試電腦連線功能是否正常。
- (五) 效能判定準則：

表列各項檢查功能都正常。

### 二、穩定性測試 (Reproducibility)

- (一) 目的：以專用之長半化期射源進行一致性測試。
- (二) 實施頻率：每日或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：標準射源：密封性 Ra-226 射源（活度不得低於 10  $\mu\text{Ci}$ ），Cs-137 (100  $\mu\text{Ci}$ ) 或其他可發射光子之密封性核種（活度不得低於 50  $\mu\text{Ci}$ ）。
- (四) 測試步驟：
  1. 於儀器設立完成後，放入測試射源，選取任一臨床使用核種的量測條件，重複讀取 10 次量測值 ( $A_i$ )，以此量測的平均值做為參考值 ( $A_R$ )。
  2. 對每一臨床使用之核種皆做上述測試，並記錄下參考值。
- (五) 效能判定準則：

$$-0.05 \leq \frac{A_i - A_R}{A_R} \leq 0.05$$

### 三、

- (一) 目的：記錄每日 Dose calibrator 在無射源情況下，背景值是否穩定？
- (二) 實施頻率：每日或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：無。
- (四) 測試步驟：
  1. 移去 dose calibrator 附近可能影響背景之射源。
  2. 記錄無放置任何射源情況下，常用測量檔位之計測值 (99mTc, 67Ga, 131I, Tl201)。
- (五) 效能判定準則：

背景值的每日變異度不超過  $\pm 5\%$ 。

## 每年品保測試 (Annual Quality Assurance)

### 四、精密度 Precision

- (一) 目的：檢視儀器讀數的精密度。
- (二) 實施頻率：每年或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：至少使用 2 種核種、活度 50  $\mu\text{Ci}$  以上、至少 1 個核種的活度於臨床活度量測範圍 (NRC 建議)。
- (四) 測試步驟：
  1. 將儀器依據標準射源之核種設定適當的量測條件重複量測其淨讀值 10 次 ( $A_i$ )。
- (五) 效能判定準則：

$$\text{Precision} = \frac{(A_i - \bar{A})}{\bar{A}} \times 100\% \leq 5\%$$

### 五、準確度 Accuracy

- (一) 目的：檢視儀器讀數的準確度。
- (二) 實施頻率：每年或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：至少使用 2 種核種、活度 50  $\mu\text{Ci}$  以上、至少 1 個核種的活度於臨床活度量測範圍 (NRC 建議)。
- (四) 測試步驟：
  1. 將儀器依據標準射源之核種設定適當的量測條件重複量測其淨讀值 10 次 ( $A_c$ )，取其平均值。
- (五) 效能判定準則：

$$\text{Accuracy} = \frac{(\bar{A} - A_c)}{A_c} \times 100\% \leq 10\%$$

### 六、線性度 Linearity

#### 射源衰變法

- (一) 目的：檢視可能使用到的活度區間的線性度 (再結合效應)。
- (二) 實施頻率：每年或有系統安全顧慮時。
- (三) 測試所需設備：至少使用 2 種核種、活度 50  $\mu\text{Ci}$  以上、至少 1 個核種的活度於臨床活度量測範圍 (NRC 建議)。
- (四) 測試步驟：
  1. 以高活度短半化期射源 (Tc-99m, 約 4 GBq) 置入游離腔中，將儀器條件設定於想要測試的核種，量測其活度讀數對時間之變化。

2. 以低活度之量測值為參考值，回推每一量測點的實際活度值。

(五) 效能判定準則：

$$\text{Linearity} = \frac{(A_i - A_L)}{A_L} \times 100\% \leq 10\%$$

## 七、幾何偵測效率 Geometry

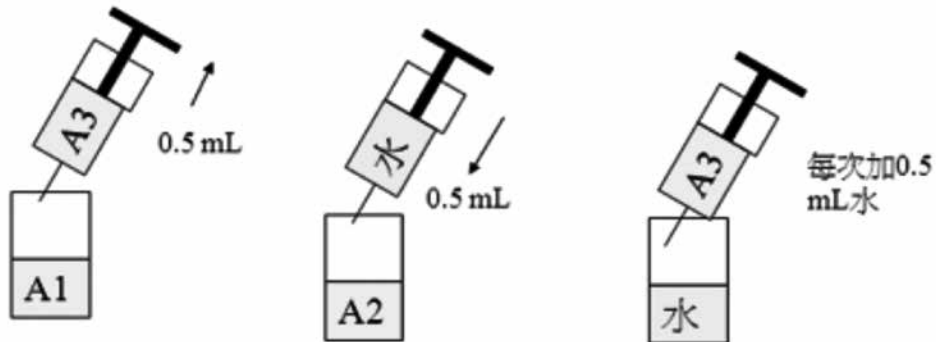
(一) 目的：檢測臨床使用的幾何條件與原廠校正幾何條件的關係。

(二) 實施頻率：每年或有系統安全顧慮時。

(三) 測試所需設備：玻璃瓶 10 mL\*2。

(四) 測試步驟：

1. 抽取 5 mL 99mTc，測量其活度 (A1) 注入 10 mL 玻璃瓶中。
2. 以 3 c.c. 塑膠針筒，抽取 0.5 mL 99mTc 溶液 (A3)。
3. 另外抽取 0.5 mL 水，注入 A1 瓶中，測量其活度 (A2)。
4. 將抽出的 A3，注入另一 10 mL 玻璃瓶中。
5. 每次加水 0.5 mL 至 A3 中，量測其活度，直到 A3 瓶至 5 mL 為止。



6. 計算每加 0.5 mL 後的 CF 值  $CF = A3/(A1-A2)$ 。

(五) 效能判定準則：

$$0.95 \leq CF = \frac{A3}{A1 - A2} \leq 1.05$$



醫院名稱	
設備名稱	

年度		月份				
日期	Physical Inspection	Background (Tc99m)	Background (Ga67)	Background (I131)	Background (TL201)	Reproducibility
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						

製表人

單位主管

日期	
醫院名稱	
設備名稱	

物理檢查(Physical inspection)

外觀	按鍵	電腦連線

穩定性測試(Reproducibility)

Isotope 1( )			
	Ai	Linearity	-0.05<R<0.05
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
AR			

背景值測試 (Background)

Background (Tc99m)	Background (Ga67)	Background (I131)	Background (TL201)

精密度Precision

Isotope 1( )				Isotope 2( )			
	Ai	Linearity	<5%		Ai	Linearity	<5%
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			
AVG				AVG			

準確度Accuracy

Isotope 1( )				Isotope 2( )			
	Ac	Linearity	<10%		Ac	Linearity	<10%
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
6				6			
7				7			
8				8			
9				9			
10				10			
AVG				AVG			

線性度Linearity

Isotope 1( )				Isotope 2( )			
	Ai	Linearity	<10%		Ai	Linearity	<10%
1				1			
2				2			
3				3			
4				4			
5				5			
AL				AL			

幾何偵測效率Geometry

次數	A1	A2	A3	CF	0.95<CF<1.05
1					
2					
3					
4					
5					

製表人

單位主管