

輻射防護簡訊 48

中華民國90年4月1日

■ 出版單位：財團法人中華民國輻射防護協會		
■ 地 址：新竹市光復路二段406號2樓	■ 電話：(03)5722224	■ 電傳：(03)5722521
■ 編輯委員：王嵩峰、李四海、林友明、邱賜聰、翁寶山、許文林		
陳為立、陳宜彬、董傳中、蔡昭明、劉仁賢、蘇明峰 (依筆劃順序)		
■ 發行人：曾德霖	■ 主 編：劉代欽	■ 文 編：李孝華
■ 印刷所：大洋實業社 地址：新竹市光復路二段376之9號		
行政院新聞局出版事業登記證局版北市誌字第柒伍零號		

□輻防消息報導

▲到底是放射性「廢料」或放射性「廢棄物」？ (物管局 劉東山)

核能發電在台灣已經有二、三十年之歷史，而核能研究與應用亦將近半個世紀之久，在其研究與應用之過程中，與其他之工業一樣，會產生不能再用或是無利用價值之廢棄物，其中帶有放射性者，英文稱之為「radioactive waste」，或縮寫為「radwaste」。國內依現行原子能法（民57年制定，61年修正公布）第二十六條，將其稱成「放射性廢料」，並一直沿用至今。

可是，在日本或中國大陸，不管是核能電廠或是非核能電廠所產生之放射性廢棄物質，統稱為「放射性廢棄物」或「放射性廢物」，可見台灣將「radwaste」，翻成「放射性廢料」，與同為漢語系之中、日用語有異。到底「radwaste」應稱之為「放射性廢棄物」或是「放射性廢料」，或者二者皆可？「廢料」與「廢棄物」何者正確？二者之間到底有何不同？值得加以考究。

依據「辭海」所載，「料」之定義

為：凡物之可供應用者皆曰料，如：飲料、燃料、木料、衣料之類。而「物」之定義為：凡生天地間者，皆名物也。顯然「料」屬「物」，「物」包含「料」，「物」為總稱。故凡廢棄不再利用之物質，實不宜稱為「廢料」。

目前核能電廠產生放射性廢棄物質，除用過核燃料及廢金屬外，絕大部分為不可能再利用之廢棄物，如依據「辭海」所載，將其稱之為「放射性廢料」似有不宣；而醫、農、工、研及學校等所產生之小量放射性廢棄物質，除廢射源或可再回收使用外，絕大部分為受到污染之布料、紙張、塑膠或玻璃等之廢物，更皆為不可能再可供應用者，稱之為「放射性廢料」同屬不合修辭邏輯。

行政院環保署所制定之有關廢棄物質管理之法令，首推「廢棄物清理法」。依其定義，廢棄物分為一般廢棄物及事業廢棄物二種，其中亦提及『游離輻射之放射性「廢棄物」之處理，依原子能法規定辦理』，即皆使用「廢棄物」，而不稱「廢料」。由此可見，針對欲廢棄、含放射性而不再利用之物質，過去核能界稱之為「放射性廢料」，不但不合修辭邏輯，亦

與漢語系國家用語脫軌，與國內其他行政機關之法律用語亦不相同，因而可發現國人常將「放射性廢料」與「放射性廢棄物」二詞混淆使用之情形。據了解，「放射性物料管理法草案」已經立法院一讀通過，仍沿「放射性廢料」一詞。在二讀時，依慣例只能做文字修正，如有共識，似值得透過黨政協商，將「放射性廢料」正名為「放射性廢棄物」。

▲「非破壞檢測業者輻射安全在職訓練」報告 (原能會 徐仁溥)

非破壞照相檢驗由於使用射源活度頗高(20 居里到 100 居里)，工作時必須將射源經由導管搖進搖出，設備笨重以及工作現場的環境通常相當惡劣，加上工作時間日夜顛倒，種種不利因素極易導致操作人員發生輻射意外事件。原能會自民國六十七年開始核發非醫用操作執照及射源執照，管制操作人員之作業安全。但受限於法規不良，操作人員執照並無有效期限之

規定，各公司雖然在提報之輻射防護計畫內載明操作人員每年應接受八小時之在職訓練，安排輻射防護人員講授原子能相關法令及輻射安全作業等相關課程，但從本會以往稽查經驗得知，各公司並未落實操作人員之在職訓練，對於本會法令宣導及輻安資訊公函亦僅於公佈欄中張貼或在輻安小組會議中宣讀，以致大部份操作人員並不熟知法令相關規定及最新之輻射安全資訊。故本會於 89 年 7 月 19 日，以(89)會輻字第 13162 號書函，通知國內所有非破壞檢測公司確實辦理員工在職訓練，本會及核研所協助派員講授法令及輻射安全作業等課程。預計自八十九年八月開始，以大約半年時間安排進行所有非破壞照相檢驗業之輻射安全普查，並協助輔導辦理操作人員之在職訓練。

非破壞檢測公司於接獲本會公函後，依地區及工作性質各自調整，自八十九年九月一日起至九十年二月二日止，分北、中、南三區共舉辦九場次輻射安全防護在職訓練(詳細如下表所示)。

場次	時間	地點	參加公司名稱	人數
一	89年9月1日	高雄市金屬發展中心	宏昇、生光、高群等公司	56人
二	89年11月1日	麥寮台塑重工公司訓練教室	天衣、承億、國聖、唯泰、禾翔、棟宇、東立等公司	72人
三	89年11月2日	麥寮台塑重工公司訓練教室	耀武、台檢科技高雄分公司、新象、建城等公司	69人
四	89年11月3日	麥寮台塑重工公司訓練教室	泰瑞、台塑、華榮、晉業、東達等公司	65人
五	89年11月24日	桃園縣錦興國小	精林、第一、上揚、聯合、承興等公司	41人
六	89年11月17日	非破壞檢測協會南部訓練中心	正昇、台灣金屬材料品管公司、儀光、台陸、環輝等公司	58人
七	89年11月18日	工業局南部訓練中心	弘霖、中聯、進鴻、光平等公司	89人
八	89年12月2日	台北市世貿財星會議中心	中檢、勝久、大同、汎亞、東亞、智光、中華、拓商、標準、新光、全國、承信等公司	89人
九	90年2月2日	非破壞檢測協會南部	建宏、建豪、大世界、建	90人

		訓練中心	禧、柏冠、金興、國際、億嶸、紳譯、凱旋等公司	
--	--	------	------------------------	--

本項在職訓練共計五十五家非破壞檢測相關業者及單位，參加訓練人數 629 人，授課內容係各公司負責人介紹承包工作性質，輻射防護人員解說輻射防護計畫；照射器安全運送規則及意外事故處理程序，本會則邀請核研所燃材組負責製作 Ir-192 射源之周蓉城先生講授 Ir-192 照射器維修與正確使用方法。另原子能相關法令規定及本會公佈之管制規定與違規案例則由科長及本人講解；本會並製作測驗卷，於訓練完畢後實施測驗。

▲氣泡偵檢器量測醫用直線加速器光子射束中子污染 (彰化基督教醫院 林招膨、劉幕台)

簡介

醫用直線加速器在產生高能 X 射線與電子射線的過程中，會因與靶及射束調節裝置如準直儀等組成物質進行 (γ, n) 、 (γ, pn) 、 (γ, xn) 與 (e, n) 等反應而產生光中子。光中子的反應截面與反應物質及入射輻射的能量有關，通常光子產生的中子污染量會大於電子，而且能量越大中子污染量越高。不同廠家與型號的加速器由於射束調節裝置與產生 X 射線與電子射線的靶與濾器設計不同，即使相同射束能量輸出亦有不同的光中子污染量。根據一些量測資料，這些光中子污染量並不會對治療部位的劑量造成顯著的干擾，通常僅佔輸出光子劑量的 0.01% 左右，但若著眼於治療部位鄰近的重要器官，例如鼻咽癌治療時之眼球或水晶體與攝護腺癌治療時之生殖腺等，則其造成的中子等效劑量就具有可觀的保健物理上之意義。

醫用直線加速器之中子污染量並不易

量測，主要原因為背景中光子量太大，通常一個中子的存在會伴隨著上千個光子產生，臨床的情況甚至更多，這些光子造成的干擾極難去除。是以量測上多採用被動式的方法，盡量避免使用電子儀器以避免雜訊過大。常用的方法有熱發光劑量計法、活化分析法、粒徑蝕刻法等。熱發光劑量計利用 ${}^6\text{Li}$ 與 ${}^7\text{Li}$ 等對中子與光子不同的反應，可以去除光子的干擾。活化分析法則能利用中子與物質作用，能完全去除光子干擾。粒徑蝕刻法亦僅利用中子反應，產生重荷電粒子，再利用特殊的薄片使重荷電粒子於其上產生可計讀之路徑以計讀。這些方法有些僅能得到中子通量的資訊，必須經假設或相關能譜的量測才能得到中子等效劑量的訊息，例如活化分析法與粒徑蝕刻法，熱發光劑量計可以直接得到中子等效劑量訊息，但必須經過數值相減等處理過程，導入較大誤差，且最好配合熱發光能峰分析，以能得到較準確的結果。

氣泡偵檢器是得到中子等效劑量資訊最新、最直接、最便利且具有一定準確度的方法，其與中子反應過程會產生肉眼可見的氣泡，藉由計數氣泡數目可以得到中子等效劑量的訊息。同時氣泡偵檢器並不與光子直接反應(氣泡偵檢器與光子反應產生之光中子而造成之干擾幾可忽略)，且經壓縮後可以去除氣泡並可在短時間內重覆使用，適於臨床情況下量測中子污染的適當工具。

我們利用 BD-PND 氣泡偵檢器量測 Siemens PRIMUS 15MV 光子能量下的光中子污染量，作為評估病人治療中接受之中子等效劑量參考。

材料與方法

我們利用 BTI(Bubble Technology Industries)公司生產之 BD-PND 型氣泡偵檢器量測中子等效劑量。該氣泡偵檢器由 10^4 - 10^5 個超熱液滴均勻分佈於 8cm^3 的高分子聚合物中組成，每一超熱液滴大小約為 $20\ \mu\text{m}$ 直徑。所謂超熱液滴乃存在超過其沸點的液體。1958 年 Seitz 提出所謂的"熱釘理論"(thermal spikes theory) 解釋超熱溶液中的成核現象(nucleation)。該理論假設高 LET 游離輻射與超熱溶液作用過程中，由於其路徑極短且能量近乎全部釋放，因而產生局部熱點，或所謂的熱釘，這些熱釘使超熱液滴氣化而產生局部的爆炸現象，這個物理的過程就產生了肉眼可見的氣泡。此過程基本上與輻射對固體產生輻射損害的機制一樣。所以，氣泡偵檢器反應中產生的氣泡正比於其中高 LET 粒子的個數，而高 LET 之粒子來源為氣泡偵檢器與中子之核反應產生，故氣泡數目正比於通過其之中子個數。經適當的校正程序，氣泡偵檢器之氣泡會與中子等效劑量成正比。

使用之氣泡偵檢器係利用 ^{252}Cf 校正，得出氣泡個數與中子等效劑量之關係，由於醫用直線加速器產生之中子能譜與 ^{252}Cf 分裂之中子能譜接近，故本實驗使用之氣泡偵檢器可以一定程度的顯示中子等效劑量之訊息。

利用靈敏度 1.2 至 $8.5\ \text{mrem}^{-1}$ 的氣泡偵檢器量測加速器周圍的中子等效劑量分佈，量測能量為 $15\ \text{MV}$ 光子，照野大小為 $40\times 40\ \text{cm}^2$ 與 $0\times 0\ \text{cm}^2$ ，量測平面為 SSD 等於 $100\ \text{cm}$ 的平面，氣泡偵檢器分別佈點於等中心左右各距 $0.25\ \text{m}$ 、 $0.50\ \text{m}$ 、 $0.75\ \text{m}$ 、 $1.00\ \text{m}$ 、 $1.50\ \text{m}$ 等位置，量測次數為三次。每次照射之劑量需使氣泡數目多於 20 個，每次量測間隔時間一小時以上，以使每次氣泡偵檢器之狀態維持

穩定一致。照射後之氣泡偵檢器靜置十分鐘左右，以待氣泡生長完成，後三位觀察者以白色看片箱為背景重覆計數氣泡偵檢器。

對於 $15\ \text{MV}$ ， $40\times 40\ \text{cm}^2$ 照野的情形，氣泡偵檢器又分別佈點於等中心處前後左右間隔 1 米的位置，直到遇到屏蔽牆為止，量測在開啟最大照野($40\times 40\ \text{cm}^2$)及最大劑量率($500\ \text{MU}/\text{min}$)的情形下，治療室內中子等效劑量率的分佈情形，量測平面亦為 SSD 等於 100 公分之平面。氣泡偵檢器佈點位置圖如圖 1 所示。同樣的，計數亦由三位觀察者重覆計數，以避免計數誤差。

結果與結論

由於氣泡偵檢器由部份有機材料組成，高能光子與其反應可能經由 $^2\text{H}(\gamma, n)^1\text{H}$ (低限能為 $2.23\ \text{MeV}$) 與 $^{13}\text{C}(\gamma, n)^{12}\text{C}$ (低限能為 $4.95\ \text{MeV}$)等反應於偵檢器內產生干擾性的光中子，而這部份的量由於缺乏詳細的偵檢器組成資料，且這些元素僅佔極小之份額，故計數中忽略其所造成之干擾。

$15\ \text{MV}$ 光子 $40\times 40\ \text{cm}^2$ 與 $0\times 0\ \text{cm}^2$ 照野氣泡偵檢器量測結果如圖 2 與圖 3 所示， $40\times 40\ \text{cm}^2$ 照野的二維中子等效劑量分佈亦如圖 4 所示。由圖可以看出，中子等效劑量隨著距離等中心處越遠而降低，同時在照野邊界區域中子等效劑量下降極為劇烈。這證明光子與加速器中之射束產生與調節裝置作用產生之光中子方向與原光子行進方向接近，照野外的中子主要來源為機頭內之散射中子與部份洩漏中子，由散射光子與治療室內牆作用產生之中子則佔極小份額，因為散射光子能量被減少至一半甚至更少，同時混凝土牆多為輕元素組成，這些原因都不利於光中子產生。治療室中靠近迷宮的一側(座標負的一側)

中子污染量較另一側多，顯示有較多中子回散射的貢獻。

184.3±9.0 與 16.99±5.99 mrem per Gy x-ray，中子等效劑量約衰減至 9.2%±3.3%。氣泡偵檢器於 40×40 cm² 照野量測得之中子等效劑量與利用五氧化二磷量測之結果相近(172.9 mrem per Gy x-ray)。由於重金屬對於中子不能有效的減少其通量，通常鎢製的機頭屏蔽約僅衰減 15% 通量，而鉛製的機頭屏蔽則幾乎無法減少中子通量，是以前減少中子等效劑量的原因在於降低了中子的能量。因而使在屏蔽後之中子劑量與中子等效劑量減少。照野外之中子等效劑量亦觀察到與照野大小之關連，0×0 cm² 照野外之中子等效劑量於通過等中心之橫軸上略大於 40×40 cm² 照野的情形，是以射束內之中子間接對照野外之中子等效劑量作出貢獻，這間接的因素包括原級中子射束與準直儀散射作用及與治療室內牆之散射亦包括光子與準直儀

40×40 cm² 與 0×0 cm² 照野在中心處的中子等效劑量約差 10 倍，分別為作用產生之光中子在準直儀內的散射等。

氣泡偵檢器的便利性、準確性與穩定性適合於量測醫用加速器內中子污染量，同時其與高能光子幾乎不起反應，能有效的隔離光子在中子量測上的干擾情形。

BD-PND 型氣泡偵檢器量測 15 MV 光子，照野大小 40×40 cm² 與 0×0 cm²，量測結果顯示於等中心處之中子等效劑量率光子分別為 184.3±9.0 與 16.99±5.99 mrem per Gy x-ray。中子等效劑量於照野邊界附近急遽減少，同時距離等中心越遠中子等效劑量越小。距離迷宮側之中子等效劑量由於受迷宮牆之散射影響，該側之中子等效劑量略高於另一側。15MV 光子 0×0 cm² 照野於等中心處之中子因受準直儀屏蔽影響，使中子能量降低，其等效劑量降低至 40×40 cm² 等中心處中子等效劑量之十分之一左右。

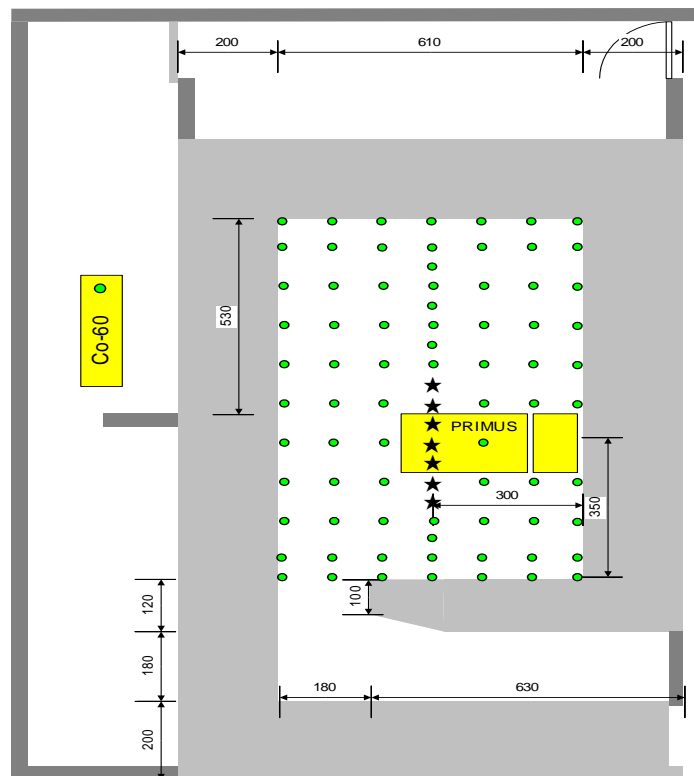


圖 1 治療室內氣泡偵檢器佈點圖。Siemens Primus 直線加速器被至少兩米厚之混凝土牆

包圍。(●) 僅為 15 MV 光子 $40 \times 40 \text{ cm}^2$ 照野量測點。

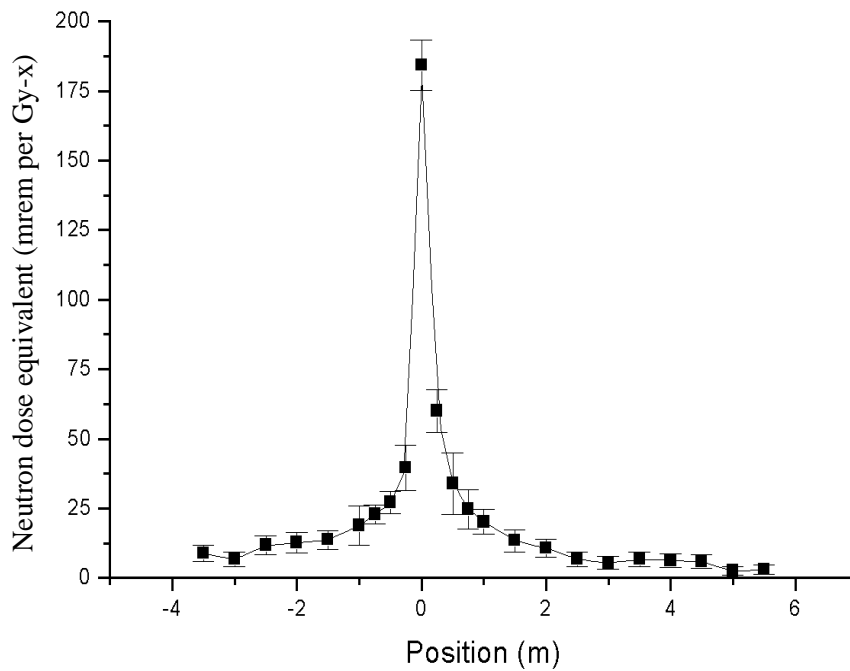


圖 2 氣泡偵檢器量測之 15 MV 光子 $40 \times 40 \text{ cm}^2$ 照野的中子等效劑量分佈，原點位置為等中心處，負的方向為迷宮側。圖中之量測值係三次重複量測之平均值與一個標準差值。

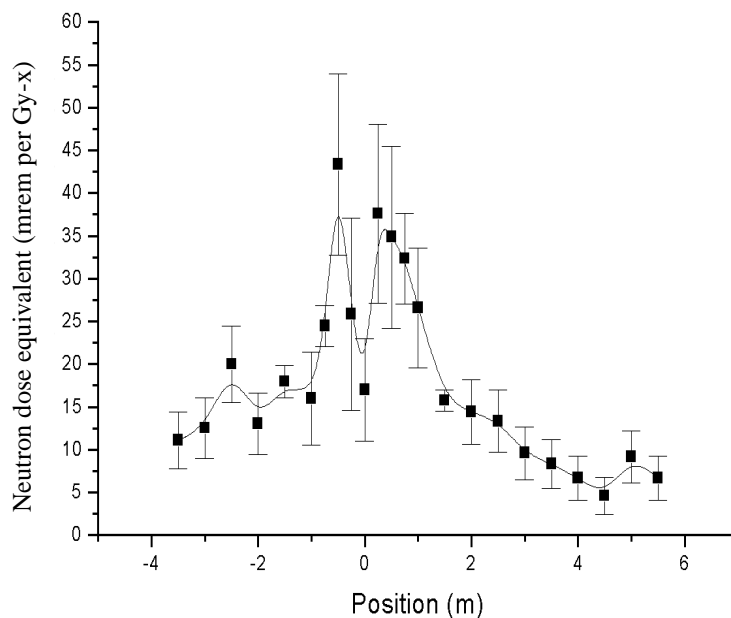


圖 3 氣泡偵檢器量測之 15 MV 光子 $0 \times 0 \text{ cm}^2$ 照野的中子等效劑量分佈，原點位置為等中心處，負的方向為迷宮側。圖中之量測值係三次重複量測之平均值與一個標準差值。

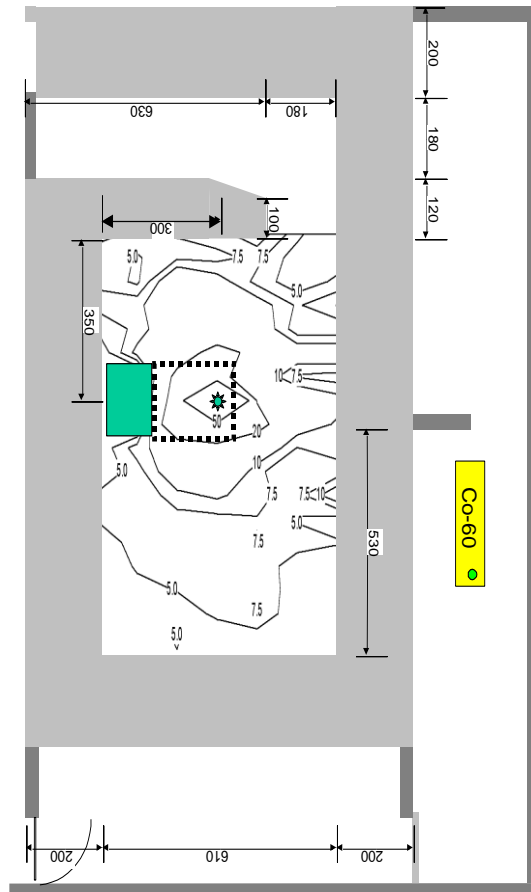


圖 4 治療室內於病人平面（SSD 為 100 cm 處）15MV 光子 40x40cm² 照野之中子等效劑量分佈。星號處為等中心。中子等效劑量單位為 mrem per Gy-X，治療室長度單位為 cm。

□ 會議訓練報導

▲ 九十年度輻協各項訓練班預定時間表

(輻協)

班 別	訓 練 日 期	上 課 地 點	聯 絡 人
非醫用班	90 年 04 月 17 日至 04 月 24 日(甲組 4)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 05 月 15 日至 05 月 22 日(甲組 5)	高雄	邱靜宜
"	90 年 05 月 22 日至 05 月 29 日(甲組 6)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 06 月 12 日至 06 月 19 日(甲組 7)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 06 月 12 日至 06 月 19 日(乙組 1)	清華大學	邱靜宜
鋼材班	90 年 04 月 19 日至 20 日	新竹	李貞君
"	90 年 06 月 13 日至 14 日	高雄	李貞君
鋼複訓班	90 年 04 月 18 日	清華大學	李貞君
"	90 年 06 月 15 日	高雄	李貞君

以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224◎

▲兩岸醫用游離輻射防護研討會

(輻協訊)

科技越進步的國家，人民接受醫療輻射的機會越高，如何取輻射之利並避免產生對病人與從業人員的危害是一重要課題。此次邀請中國衛生部鄭鈞正教授來台訪問，鄭教授曾任職中國協和醫科大學放射醫學研究所多年，從事醫用游離輻射防護有相當豐富的經驗，訪台期間將與高雄醫學大學張寶樹教授以及國內先進共同研討此一議題，歡迎報名參加！

主辦單位：財團法人中華民國輻射防護協會、新光吳火獅紀念醫院、彰化基督教醫院、高雄縣醫事放射師公會、高雄長庚醫院。

協辦單位：高雄市醫事放射師公會、台南市醫事放射師公會、台南縣醫事放射師公會、屏東縣醫事放射師公會。

時間與地點：90年4月26日(星期四)【台北】假新光吳火獅紀念醫院 B1 大會議室。90年4月28日星期六【彰化】假彰化基督教醫院 10 樓第五會議室。90年4月29日星期日【高雄】假高雄長庚醫院醫學大樓 6 樓大禮堂。

報名方式：報名表可上網下載(www.rpa.org.tw)或來電索取，將報名表填妥後，於4月16日前連同報名費郵寄或傳真至『財團法人中華民國輻射防護協會』訓練組收。洽詢電話：(03)5722224 轉 313，傳真(03)5722521。

費用：含講義與中餐，報名費每位僅收新台幣 500 元(若為主、協辦公會會員，費用優惠為 300 元)，繳費方式可購買郵政匯票寄至本協會，(地址：300 新竹市光復路二段四〇六號二樓)或現場繳交。

▲新書介紹

(輻協 翁寶山)

書名：放射物理學試題彙編(第三冊)。
作者：高雄醫學大學醫技系張寶樹教授。
出版：合記圖書出版社，台北市吳興街 249 號。

「放射物理學試題彙編」第三冊是繼續第一、二冊所編著，仍以解題方式撰寫，並盡量不重覆第一冊既有的試題。第三冊為因應醫事放射師的考照的新規定，本書將第二章的內容有所更動，且將原有第二章「輻射安全與偵檢觀念」的內容以「保健物理學(輻射防護)試題彙編」第一、二冊另書出版。

第三冊分為五章：第一章「基本放射物理概念」，第二章「放射技術與設備概念」，第三章「放射診斷的物理概念」，第四章「放射治療的物理概念」，第五章「核子醫學的物理概念」。全書共 300 頁，每章均為 60 頁，並附有圖表，以利閱讀。

本書是一本對想順利考取醫事放射師執照的放射技術科系同學十分有用的新書，此書的試題取自最新的考照試題，每題均有解題分析，值得放射技術科系同學熟讀。本書以放射物理學的立場來撰寫放射診斷、放射治療與核子醫學的基礎理論、技術設備與臨床實務等，因此也值得醫事放射師與放射專科醫師的參考閱讀。

一位在放射診斷、放射治療或核子醫學工作的稱職醫事放射師應具備解剖學與放射物理學的深厚學養。於此，可將臨床上所使用的放射物理學知識，進一步延伸至放射診斷、放射治療與核子醫學的技術與設備，以符合現代醫事放射師應備專職技能與考照的要求。

▲台灣的乳房 X 光檢查照射劑量與影像品質之評估 (國泰醫院 杜慶燾)

1.前言

依據我國衛生署近年來的統計，罹患乳癌死亡率有上升且年輕化的趨勢。對於乳癌死亡率的降低最重要的是早期發現。一般女性在乳房自我檢查時所能發現到的硬塊，腫瘤直徑已經達到 2.0 cm 左右，乳房病期也已進展到第二期；就算是很有經驗的醫師進行觸診檢查，最多也只能摸到 0.6 cm 至 0.7 cm 的腫瘤。所以，對於觸診察覺不出來的顯微鈣化點或 0.6 cm 以下腫瘤等乳癌初期病灶，一定要經由乳房 X 光攝影檢查才找得出來。即使利用乳房超音波檢查，對於顯微鈣化點也是很難發現的。

近年來乳癌患者有愈來愈年輕的趨勢；由於年輕病患體內荷爾蒙數量較高、新陳代謝率較快，癌細胞增生的速度也比較快，再加上青春期的女生對於乳房腫塊總感到羞於啟齒而延誤就醫時間。因此，女性最好定期進行乳房攝影檢查，才能夠及早發現，及早治療。

乳癌的檢診目前正在歐美各國廣泛地推行中，其所採取的主要篩檢方式為乳房 X 光檢查(mammography)。

X 光檢查對於微小的腫瘤或經由觸診無法察覺的乳癌診斷有很顯著的效果。乳房 X 光照射時，病人所接受的輻射劑量是無法避免的。在接受 X 光照射的機會愈來愈多的同時，對於乳房 X 光照射劑量的評估和掌握是有其必要性的。

乳房 X 光檢查對乳癌診斷之有效性已經由隨機對照臨床實驗(randomized controlled trial: RCT)後被認定¹⁾。日本厚生省(衛生署)自 1995 年起發放癌症研究

補助金來推動管理的相關研究，藉此提高乳房 X 光檢查的精確度。日本厚生省建議 50 歲以上的婦女每兩年須做一次觸診和 X 光攝影檢查。此外，依公共衛生學的立場，他們也建議應及早確立乳房 X 光攝影檢查制度²⁾。世界上多數國家已有乳房攝影劑量的評估數字，並已公佈在國際原子能總署(IAEA)和世界衛生組織(WHO)等機構。「過去實施乳房 X 光檢查後，因乳癌病例增加^{3,4,5)}而一時停止的乳房 X 光檢查」，近 10 年來，記錄系統(軟片、增光屏等)及乳房攝影專用 X 光機的進步與改善，各院所都陸續改用乳房 X 光攝影專用 X 光機進行乳房檢查。筆者為掌握台灣的乳房照射劑量(平均乳房吸收劑量)和影像品質，特別邀請日本厚生省所指定之劑量評估小組成員來台協助筆者進行國內乳房劑量評估的工作，以便提供原子能委員會及衛生署做為參考。

影像品質評估採用國際公認的美國放射學學會(American College of Radiology, ACR)之評估方法⁶⁾。目前國內乳房 X 光攝影機約有 90 多部，此次的研究，經原子能委員會及中華民國放射技術學會之協助，選擇其中 10 家使用頻率較高的醫學中心和健康檢查中心作為研究對象。

2.方法

2-1· X 光設備及儀器

表 1 顯示，10 家院所的乳房 X 光檢查設備、病床數、放射線技師人數、記錄系統，和自動顯影機(時間、溫度)。其餘配備則由 4 位工作人員由日本攜帶來台，包括：X 光分析器：Victoreen Inc. NERO mAx8000，游離腔：Radcal Inc. model 9015(6 cc shallow type chamber: model 10X5-6M)，半導體偵測器 RTI Electronics AB Solidose 308，半導體偵測器：R100 code 8，假體：RMI-model 156，鋁板：

Victoreen-07-434(純度 99.997%、厚度 0.1 mm)，及膠片佩章。

2-2 試驗方法

2-2-1 · 管電壓測定

管電壓的測定，其設定值分為 24、28、32 kV 三個階段，每階段各照三次，取其平均值。使用非接觸型 X 光分析器(non-contact type x-ray analyzer)，並儘量使用最小的 mAs，X 光機設備的焦點和濾板的組合是鉬/鉬(Mo/Mo)。使用大焦點照射，游離腔則置於 X 光機照射範圍的中心。

2-2-2 · 半值層測定

為推算有效能量(effective energy)，必須先測定半值層。半值層的測定採用游離腔，利用鋁衰減法來實行，照射範圍縮小到直徑 3 cm，以便照射在游離腔上。壓迫板調整在射源至影像距離(source to image distance, SID)中間位置，如圖 1-a。濾板和焦點的組合及焦點大小都和管電壓的測定一樣，而 mAs 則採用 30 mAs 或 50 mAs。濾板採用純度 99.997%、厚度 0.1 mm 的鋁製濾板。以半值層的數值，再利用 J.H.Hubell⁷⁾的數值變換求出有效能量。

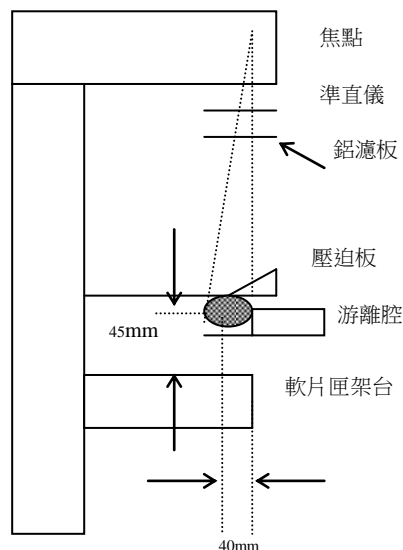


圖 1-a.半值層測定的幾何學配置

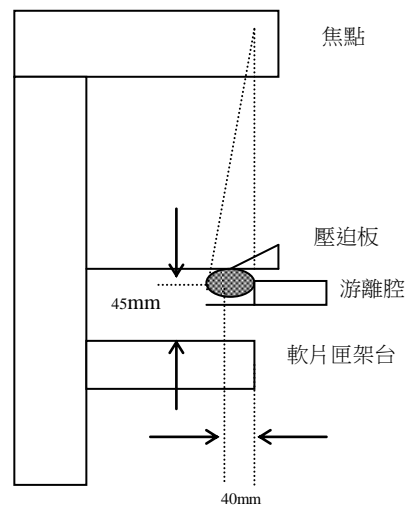


圖 1-b.劑量測定的幾何學配置

2-2-3 · 空間劑量測定

使用游離腔(Radcal model 9015)來測試---如圖 1-b。游離腔的部位放在照射台上 4.5 cm 的高度、胸腔壁端前 4 cm 的位置。焦點和濾板的組合為 Mo/Mo，電壓是 24 kV、28 kV、32 kV，以 30 mAs 大焦點來測試。為了相互印證 (back up) 偵測的精確度，除了用 Radcal 游離腔外，還使用半導體偵檢器 Solidose308 及膠片佩章，在相同的幾何位置下，做相同的測量。空間劑量值是空間中實測劑量乘有效能量校正值 (effective energy calibration factor)，再乘大氣溫度氣壓的修正係數 (temperature-pressure correction factor)。

空間劑量值的計算如下：

$$X_{\text{air}} \text{ [C/kg]} = N_c \times M \times k_1 \times 2.58 \times 10^{-4} \quad (1)$$

式中

X_{air} ：空間劑量

N_c ：對 X 光品質 (quality) 的劑量計校正因數

M ：儀表上的空間劑量顯示值

k_1 ：大氣氣壓的修正係數

$$= (273+t) / (273+22) \times (101.3/p)$$

t ：測量時的溫度 [°C]

p ：測量時的氣壓 [kPa]

2.58×10^{-4} ：R- C/kg 轉換係數

2-2-4 · 乳房平均吸收劑量的計算

10 家院所平時受檢病人的乳房厚度，分為大、中、小，由其照射條件(mAs 值、管電壓、乳房厚度)，用實驗測試值和 W.T.Sobol 等的數據⁸⁾評估吸收劑量，其中數據包括下列 4 項的換算係數：(1)X 光機的焦點與濾板材質的組合 (Mo/Mo, Mo/Rh, Rh/Rh)，(2)半值層，(3)加壓後乳房的厚度，(4)乳腺 (glandular) 與脂肪 (adipose) 的百分比。乳房平均吸收劑量，依以下計算式運算：

$$D_g = \overline{D_g N} \times X_a \quad (2)$$

式中

D_g ：乳房平均吸收劑量 (mGy)

$\overline{D_g N}$ ：乳房平均吸收劑量轉換係數 (mGy/Ckg⁻¹)

X_a ：空間照射劑量(Ckg⁻¹)

2-3 假體影像的品質評估

10 所院所的乳房攝影 X 光機，皆有自動照射控制機(automatic exposure control, AEC)，與手操作 (manual) 兩種照射操作方式。此次實驗使 ACR 認定的 RMI156 假體進行照射實驗^{6,9)}，如圖 2 所示。手動攝影照射條件設定為 28 kV、50 mAs，另一方面使用自動照射控制方法。照好的二種 X 光照片皆利用各自的自動顯影機加以處理，再經由兩位醫師、兩位技術師依據 ACR⁶⁾的計點評分方法觀測結果。【下期待續】

1. 歡迎賜稿，稿件請寄新竹郵政 2-33 號信箱或電傳(03)5722521 輻防協會編輯組收。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。
2. 本刊因篇幅限制，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字內為佳。
3. 歡迎訂閱(每年六期 180 元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224。

表 1.10 家院所的病床數、放射師人數、X 光機廠牌型號及記錄系統

院所	病床數 (床)	放射師 人數 (人)	X 光機 廠牌型號	軟片	增光屏	自動洗片機	顯影時間 (sec)	顯影溫度 (°C)
A.	0	3	BENNETT HFQ450	CM-H	MM-150	SRX-201	90	34.1
B.	800	25	LORAD M-IV	Min-R2000	Min-R2000	SRX-501A	90	35
C.	0	3	BENNETT DM-1500	MA MM-B24	MAMORAY	MAMMO 300	180	35
D.	3500	100	LORAD M-IV	Min-R	MAMORAY	IMAGING MINI MED2S	180	30.8
E.	1200	60	Senographe 500T	Min-RM	Min-R2000	RP-X-OMAT model M7B	90	35
F.	1200	60	Mammorex	Min-R2000	Min-RM	Multiloader 700	90	24.4~27.2
G.	1200	50	LORAD M-IV	Min-RM	MAMORAY	CURIX CAPACITY 90 PLUS	90	34.1
H.	800	40	BENNETT DM1500	AD-M	UM MAMMOFINE	FPM4200	90	35
I.	2200	80	Senographe 800T	Min-RM	Min-R2000	RP X-OMAT model M8	90	34.1
J.	3000	90	LORAD M-IV	Min-R2000	Min-R2000	X-OMAT 270 RA	90	35.1