

輻射防護簡訊 50

中華民國90年8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

▲輻射防護專業人員認可測驗結果

(原能會 陳志平)

九十年度第一次輻射防護專業人員認可測驗，計有213人到考初級、65人到考中級、3人到考高級，及格人數共有初級110人，中級19人，高級2人；及格率分別為51.64%、29.23%及66.67%，詳細統計資料如附表。

下次測驗時間預計在11月底12月初舉行。詳情請電洽原能會輻防處陳志平先生(02-23634180轉523)。

另行政院原子能委員會授權國立清華大學辦理九十年度第二次「非醫用放射性物質及可發生游離輻射設備」之操作執照考試，將於民國90年9月15日(星期六)下午，北部假台北市木柵區考試院國家試場，南部假正修技術學院同時舉行。簡章已於日前寄發。

九十年度第一次輻射防護人員認可測驗結果統計表

(2001.6.11)

類 / 級 別	報名人數	到考人數	及格人數	到考率	及格率(%)
初級密封放射性物質	56	46	16	82.14%	34.78%
初級非密封放射性物質	39	35	14	89.74%	40.00%
初級可發生游離輻射設備	146	127	80	86.99%	62.99%
初級核子反應器	6	5	0	83.33%	0.00%
初 級 合 計	247	213	110	86.23%	51.64%
中級密封放射性物質	11	11	7	100.00%	63.64%
中級非密封放射性物質	17	15	4	88.24%	26.67%
中級可發生游離輻射設備	38	33	8	86.84%	24.24%
中級核子反應器	6	6	0	100.00%	0.00%
中 級 合 計	72	65	19	90.28%	29.23%

高級	3	3	2	100.00%	66.67%
總計	322	281	131	87.27%	46.62%

▲新的輻射資料

(輻協 翁寶山)

一、聯合國原子輻射效應科學委員會

西元 2000 年的 UNSCEAR 報告已出版，新的資料可用下列四個表作說明：

表 1 天然輻射源所致平均輻射劑量

源	世界範圍平均年有效劑量(mSv)	典型範圍(mSv)
體外曝露		
宇宙射線	0.4	0.3~1.0 ^a
地面 γ 射線	0.5	0.3~0.6 ^b
體內曝露		
吸入(主要是氡)	1.2	0.2~10 ^c
食入	0.3	0.2~0.8 ^d
總和	2.4	1~10

a：從海平面到高海拔地區。 b：取決於放射性核種在土壤和建築材料的含量。

c：取決於室內氡氣累積。 d：取決於放射性核種在食物和飲水中的含量。

表 2 醫學診斷 x 射線檢查所致輻射曝露

保健基準	人口數/醫生	年 x 射線檢查次數/1000 人	年平均有效劑量(mSv)
I	< 1000	920	1.2
II	1000~3000	150	0.14
III	3000~10000	20	0.02
IV	> 10000	< 20	< 0.02
世界範圍平均		330	0.4

表 3 職業輻射曝露

源/實踐	受監測的工作人員數(千人)	平均年有效劑量(mSv)
人工源		
核燃料循環(包括鈾礦)	800	1.8
輻射工業應用	700	0.5
國防活動	420	0.2
輻射醫學應用	2320	0.3
教育/獸醫	360	0.1
總計	4600	0.6
增強的天然源		
採礦(除煤礦外)	760	2.7
空中旅行(機組人員)	250	3.0
煤礦開採	3910	0.7
礦物加工	300	1.0
	1250	4.8

地面以上工作場所(氬)		
總計	6500	1.8

表 4 2000 年天然和人工源所致年均個人有效劑量

源	世界範圍個人年均有效劑量(mSv)	照射的範圍和趨勢
天然背景	2.4	典型範圍為 1-10mSv，這與地點的環境有關，也有相當多的人口所受劑量達到 10-20mSv。
醫學檢查	0.4	範圍在 0.04mSv(最低健康醫療基準)和 1.0mSv(最高健康醫療基準)之間。
大氣核試爆	0.005	已從最大的 1963 年的 0.15mSv 逐漸降低，北半球相對較高，南半球相對較低。
車諾比爾事故	0.002	已從最大的 1986 年的 0.04mSv(北半球的平均值)逐漸降低，事故現場附近較高。
核能生產	0.0002	隨著核能計畫的發展而增加，但又隨著技術的完善而降低。

二、國際放射防護委員會

新的輻射防護標準已在 ICRP 作討論，其會長英國 R. Clarke 曾於 1999 年的 **J. Radiol. Prot. 19(2)**, 107-115 刊出“Control of low level radiation exposure : time for change?” 其建議如下：

表 5 個人劑量等級

區分	劑量(mSv)
嚴重	30-300
高	3-30
中	0.3-3
低	0.03-0.3
微小	<0.03

表 6 對於選擇與不可避免射源的典型防護行動

劑量基準	對象	對選擇射源的典型防護行動	對不可避免射源的典型防護行動
第 6 區分 嚴重 大於 100 x 正常	公眾 醫療 職業	移除或大量地減低射源曝露 曝露的正當化(治療除外) 移除或大量地減低射源曝露	遷避或暫時撤離 評估後果，如有必要應作治療 評估後果，如有必要應作治療
第 5 區分 高 大於 10 x 正常	公眾 醫療(診斷) 職業	減低射源曝露 再考慮診斷的程序 減低射源曝露	在建築物內隱蔽，服用穩定碘 評估預測的影響 減低射源曝露
第 4 區分 正常 典型自然背景 1-10 毫西弗	公眾 醫療(診斷) 職業	減低射源曝露 再考慮診斷的程序 再考慮作業的程序	減低射源曝露 無防護行動 無防護行動
第 3 區分 低 大於 0.1 x 正常	公眾 醫療(診斷) 職業	減低射源曝露 無防護行動 無防護行動	無防護行動 無防護行動 無防護行動
第 2 區分 低微 大於 0.01 x 正常	公眾 醫療(診斷) 職業	無防護行動 無防護行動 無防護行動	無防護行動 無防護行動 無防護行動
第 1 區分 可忽略	任何曝露	排除於 ICRP 防護體系之外	排除於 ICRP 防護體系之外

上述表 5 和表 6 的內容係 Clarke 個人的意見，ICRP 尚未列入其議程。

三、國際原子能總署及美國國家輻射防護與度量委員會

繼 ICRP-60 提出新的輻射和劑量學的量，IAEA-115(1996)及 NCRP-116(1993)也提出新的量。因限於篇幅，僅列出刊登雜誌“輻射防護的新術語”，台電核能月刊 221,44-46(民 90 年 5 月)。

▲輻射照相未依照安全程序導致超曝露案例 (原能會 張志堅、徐仁溥)

美國近期發生四件操作人員未依照輻射安全作業程序，造成人員劑量過量或超限受傷之案例：

一、照射過程中，操作人員僅佩帶劑量徽章，但未攜帶警報器及輻射偵測儀器闖入管制區內，造成人員全身 3.5 毫西弗劑量，右手 70 毫西弗劑量，使用設備為 SPEC 150 及束射器，Ir-192 射源活度 105 居里。

二、操作人員使用 SPEC 照射器執行大管徑照射，Ir-192 活度 87 居里，照射器放置於管內。某一次完成照相後，助手爬入管內移動裝備準備下一次照相，發現射源並未完全回收，經通知操作人員將絞盤多轉兩圈後才將射源收回。此事件顯示助手接近射源時並未偵測亦無攜帶警報器，遭受 110 毫西弗之全身劑量。

三、兩名操作人員使用含 72 居里 Ir-192 之 Amersham-660B 照射器，當完成某次照相，準備第二次工作時，發現射源未回收至定位，經多絞半圈後才完成回收。兩人劑量筆均超出刻度，雖然都攜帶警報器，但一部未打開，另一部未警示（故障），曝露時間約 6 分鐘，劑量徽章計讀結果，一人遭受 40 毫西弗全身劑量，另

一人遭受 120 毫西弗。

四、操作人員剛進公司不久，公司派遣一位不認識之助手一起執行照相工作，助手以為操作人員知道他是助手，操作人員以為助手是合格的操作人員，因此要求助手執行大部份之照相工作，操作人員則執行大部份之暗房工作，Ir-192 射源活度 123 居里。工作結束後，助手脫掉皮帶放入卡車內，皮帶上有 TLD 及警報器，劑量筆則仍然放在口袋內，這時，操作人員要助手重新照射某些焊道，當管線組裝完成準備搖出射源時，助手發現前幾次照相均未將射源收回，立刻收回射源並告知操作人員。此事件調查發現，雖然助手於照相時攜帶偵測儀器，但未開機，全身遭受 100 毫西弗劑量，食指劑量 30~50 戈雷！食指遭受高劑量係因照射時沒裝束射器，助手直接手觸導管末端，十天後食指之輻射傷害開始顯現。

從以上案例，必須提醒操作人員，缺乏偵測儀器或是警報器之協助，根本無法確知射源所在位置，操作人員往往處於危險環境而不自知。對於典型的 100 居里 Ir-192 裸射源，距離 30 公分之劑量率每小時約 4.5 戈雷！只要停留 40 秒就會造成全身劑量超限！如停留半小時左右，會造成約 2500 毫西弗全身劑量，這種劑量有百分之五十致命之可能！另外一種嚴重傷害就是直接用手去接觸含有射源之導管，每分鐘約 10 戈雷的劑量會迅速造成皮膚及皮下組織之極嚴重傷害！

為避免嚴重輻射傷害，必須確保人員遠離未經屏蔽之射源，照射器雖然用來屏蔽射源，但是機械問題或是不當使用，都會造成意外，射源也可能由某人搖出而未察覺其他人已闖入工作區內。操作人員如

果沒有適當儀器，根本無法知道自身處於高輻射環境，因此操作人員必須確實養成良好之輻射安全作業習慣，隨時使用輻射偵測儀器及警報器，以確保射源於每次使用後都能確實收回屏蔽位置，並能安全的接近射源及工作區域。

偵測儀器及警報器也可能失效或故障，為保障操作人員安全，照相時兩種儀器都應攜帶，兩種儀器的功能不同，但有互補的作用，而因這些儀器都很精密，必須經常校正或檢查，以確保能正常運作。偵測儀器於使用前應檢查電量是否足夠，並利用校正射源來校驗讀數是否正確，使用時也應確認控制鈕轉到正確位置。警報器也應確認電池有電，最好多攜帶備用電池，使用時注意警報設在適當的設定點並能實際警報。

除了使用偵測儀器及警報器外，操作人員應該確實遵循安全作業程序來操作照相設備，包括：管制區的設置及警戒，確保射源收回到照射器內之正確位置，定期檢查照射器、導管、接頭及絞盤是否受損等，確保這些設備狀況良好並且能正常運作。

▲ 輻射照相的急性效應

(原能會 張志堅、徐仁溥)

大劑量的輻射能在幾小時或幾週內造成傷害性的健康效應，這種效應稱為急性效應，因為曝露後很快就會顯現，急性效應包含受曝露皮膚的輻射灼傷及可能致命的輻射疾病。其他輻射效應在曝露幾年後才發生，這些稱為延遲效應，因為化不會立刻顯現，例如：癌症及基因缺陷。

輻射照相的意外通常造成身體局部的高輻射劑量，部份身體可能接受足以造成輻射灼傷的高劑量，手及手指最常遭受灼

傷，而身體其他部份也會波及。操作人員接觸射源只要幾秒鐘就會造成手灼傷，射源的溫度雖然不高，但是射源表面的輻射強度卻極高，灼傷是輻射造成的，並非熱能，所以操作人員不會感覺任何錯誤，很不幸，人體對於輻射的反射動作不像熱能一樣，會讓手迅速抽開。

當部份人體一次接受超出約六戈雷的劑量時，輻射灼傷（相當於一級熱灼傷或中度陽光灼傷）開始明顯，受傷人員數小時內可能感覺發熱或發癢，怠染部份通常在受曝露數小時後出現紅斑或發炎，再過幾小時或幾天後消退，紅斑在最遲兩、三週內會再度出現，受照射源皮膚接著可能會引起乾狀鱗片或脫皮，這時應讓尋求就醫，除了要避免傷害擴大以及感染外，當不需要醫療，通常會慢慢復原。假如一次六戈雷的劑量在一兩天內傳送到眼睛，會造成眼睛的傷害，水晶體開始變濁，成為白內障，幸運的，至今尚無輻射照相導致白內障的報導。

假如部份人體一次遭受十戈雷的劑量，會造成類似二級熱灼傷的嚴重組織傷害，皮膚開始發炎，接著腫脹及疼痛，一到三週內形成水泡，水泡裂開後的傷口可能會被感染，手部變成僵硬而手指運動感覺痛苦，這時候需要醫療照顧，以避免感染並減輕痛苦。假如劑量不太高，大約幾個月內可見的傷害可能痊癒，但一些組織的永久傷害，例如皮膚變薄，皮下組織疤痕或血管傷害可能產生。這些傷害，類似其他疤痕，未來會讓受曝組織更易受傷，對於溫度及壓力變化也比較敏感。

輻射劑量到達二十至三十戈雷時，會造成類似燙傷或化學灼傷的傷害，幾小時內會發生遽痛及腫脹，對於這類輻射灼傷，減輻痛苦的醫療是迫切需要的，傷口如不經手術切除受曝露的組織以及皮膚移

植，不會康復，血管同時也會受到傷害。遭受如此高曝露的組織，未來預期會面臨一些醫學問題，例如疼痛、傷口抵抗力降低及傷口再裂開等。當一次接受的劑量超過三十戈雷，組織完全死亡，必須手術切除。假如在超過幾週或更長的時間中，接受的累積劑量介於五十到一百戈雷，會造成皮膚慢性刺激、發炎、乾燥或發癢，一旦發展到這種狀況，傷口很少痊癒且會週期性發痛，皮膚一半死亡，再生及恢復能力均急速降低，這些狀況大部份會導致惡性皮膚癌，但是操作人員一次大量所造成的灼傷，目前尚未觀察到這種皮膚癌。（摘譯自美國核能管制委員會一九八二年九月出版品「加馬輻射照相之工作安全」）

□ 會議訓練報導

▲ 車諾比爾事故健康效應，15 年追蹤研究結果第三次國際會議簡介 (衛生部工衛所 陳興安)

車諾比爾事故健康效應，15 年追蹤研究結果第三次國際會議，此次會議已於 2001 年 6 月 4~8 日在烏克蘭基輔舉行，會期 5 天。

現將各次全會的主題介紹如下：

- 一、白俄羅斯，俄羅斯聯邦和烏克蘭車諾比爾事故發生後的醫學後果。
- 二、車諾比爾事故遠後效應的國際合作研究。
- 三、車諾比爾事故後的輻射劑量和輻射誘發效應的危險度(risk)。
- 四、游離輻射和放射生態學災難的其他因子所致非腫瘤效應。
- 五、受影響人群(affected population)中游離輻射所致機率效應—甲狀腺癌、白血病和其他腫瘤。

- 六、輻照所致遺傳效應。
 - 七、受影響人群的康復和治療。
 - 八、受影響人群的精神健康。
 - 九、車諾比爾事故後受影響人群的社會心理學狀態。
 - 十、車諾比爾事故的社會心理學後果(圓桌討論)。
 - 十一、發生大規模輻射事故後對策的戰略學。
- 大會發言論文總數為 96 篇。

▲ 患者放射防護的空前國際盛會 (衛生部工衛所 鄭鈞正)

國際原子能機構(IAEA)發起主辦的“診斷與介入放射學、核醫學和放射治療中患者的放射防護國際會議”，於 2001 年 3 月 26 日至 30 日在西班牙馬拉加(Malaga)市舉行。與 IAEA 共同倡議舉辦此次國際會議的有世界衛生組織(WHO)、歐盟(EC)和泛美衛生組織(PAHO)。共同協辦的國際組織還有：聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)、國際放射防護委員會(ICRP)、國際放射學學會(ISR)、世界核醫學與生物學聯合會(WFNMB)、國際放射腫瘤學學會(ISRO)、國際醫學物理工作者組織(IOMP)、國際放射技師學會(ISRRT)和國際輻射防護協會(IRPA)等。會議得到了東道主西班牙政府(通過其衛生部和馬拉加大學等)的積極支持。

12 個國際組織聯合舉辦此次國際學術會議足以表明了會議的重要性。大會分發的與會代表一覽表上(3 月中旬印)共列有 122 個國家和 10 多個國際組織 953 名代表(有部分缺席)。這是全世界首次聚焦患者所受醫療照射防護的大型國際會議，旨在促進此領域的資訊交流，推動醫療照

射防護，適應醫用輻射迅速發展的迫切需要。

不斷蓬勃發展的放射學、介入放射學、核醫學和放射腫瘤學(放射治療學)已成為現代醫學不可或缺的重要組成部分。醫用輻射的日益廣泛普及使得醫療照射防護成為影響面最廣的輻射防護熱點課題。據 UNSCEAR 評估，放射診斷的醫療照射是最大的人工電離輻射照射來源。近些年來，介入放射學和 x 射線 CT 不斷增加較高劑量的照射，醫療照射防護越來越引起社會各界普遍關注。1996 年，IAEA 和 WHO 等 6 個國際組織共同倡議制定的“國際游離輻射防護與輻射源安全基本安全標準”(IBSS)，前所未有地強調加強醫療照射防護。1999 年 10 月，IAEA 大會要求機構秘書處組織一次患者放射防護的國際會議，以廣泛推動學術交流並推廣應用有關患者放射防護的建議。經聯合有關國際組織積極籌備，成功舉辦了 2001 年 3 月下旬馬拉加會議。

此次大型國際會議不採用由與會代表宣讀報告其投稿論文的通常做法。IAEA 會前將徵集到的投稿論文彙編成冊(英文版大 16 開本達 916 頁的論文集收錄了 197 篇投稿論文)。與會者除得到論文集外，還可在會場展覽廳的一批壁報上進行書面交流。而 5 天大會中，圍繞會議主旨列出 13 個專題進行研討。會前每個專題均約請一位有經驗的專家任指定報告人，由其綜述該專題所收到的有關論文，並提出該專題要點以有的放矢地引導討論。反映醫療照射防護關鍵點的這 13 個專題是：

1. 一般診斷放射學中患者的放射防護(論集中收錄 33 篇，其中 x 射線攝影方面 24 篇，透視方面 6 篇)。
2. 放射診斷特殊應用中的放射防護問題，

例如乳腺 x 射線攝影和電腦斷層掃描(x-CT)攝影(包括數位化技術效果的特殊考慮)(19 篇)。

3. 介入放射學中的放射防護，包括不由放射學工作者施行透視的防護(此專題涵蓋患者與施行介入放射學工作人員二者的放射防護)(25 篇)。
4. 核醫學中患者的放射防護(9 篇)。
5. 建立並使用放射學與核醫學檢查的醫療照射指導(參考)水平(19 篇)。
6. 孕婦患者中胚胎和胎兒的放射防護(9 篇)。
7. 兒童患者的放射防護(5 篇)。
8. 放射治療中患者的放射防護(包括阻止與處方不一致的照射)(31 篇，其中遠距離與近距離放射治療各有 23 篇與 8 篇)
9. 生物醫學研究中患者的放射防護(未收到投稿論文)。
10. 在設計和製造醫學放射學設備中關於患者放射防護方面標準化的作用(5 篇)。
11. 患者放射防護的教育、培訓以及專業繼續教育(14 篇)。
12. 患者放射防護方面的研究與發展課題(3 篇)。
13. 患者放射防護法規的貫徹實施(25 篇)。

大會秘書處和程式委員會在 13 個專題會議(Topical Session)基礎上，又提出 6 個導向性議題召開圓桌會議(Round Table Session)，圓桌會議主席和成員(3 至 5 名)也是會前在各國專家中遴選，並召開預備會安排他們首先在各階段大會上發言引導討論。6 個圓桌會議的主題是：

1. 保護患者的前景。
2. 關於輻射敏感組應做些什麼？
3. 確定放射防護的優先要點。
4. 危險度與利益能夠評估嗎？怎樣評估？

5.法規是太多還是不足？

6.什麼是可接受的照射？

大會開幕式後，各有關國際組織代表簡要報告與此次大會主題相關的背景資料，並約請 5 位專家就輻射醫學應用現狀、患者所受輻射劑量的水平現狀、輻射醫學應用的歷史及經驗教訓、醫療照射的利益與放射危險度、國際法規制定趨勢等 5 個專題作主旨發言(每位 20 分鐘)。緊接其後，13 個專題會議和 6 個圓桌會議分時段穿插進行，而且全部以大會形式召開。第 5 天大會總結時，先由各專題會議和圓桌會議主席概要小結各自專題內容。

此次國際會議準備工作比較充分，又採用務實的分解為一系列專題逐個展開研討，開得相當成功。與會者會上會下交流

收穫不小。IAEA 決定會後出版一本會議錄，把大會上所有發言摘要結集出版發行。此次大型國際會議進一步突出強調了醫療照射防護的重要性，必將更好指導和有力推動全世界各國各地區加強醫療照射防護。

中國大陸僅 5 位專家出席此次國際盛會，顯得太少，但是中國大陸有關醫療照射防護工作得到了 IAEA 等國際組織和各國同行的重視與積極肯定。筆者有幸應邀擔任第 3 圓桌會議成員，並於 3 月 28 日在大會上發言，同時報告了中國大陸醫用輻射發展概況和醫療照射防護進展，頗受關注。以上扼要介紹此次國際會議梗概，企盼對同道們增加了解國際進展以推動醫療照射防護能有所幫助。

▲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 08 月 21 日至 08 月 28 日(甲組 8)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 09 月 11 日至 09 月 18 日(甲組 9)	高雄	邱靜宜
"	90 年 10 月 02 日至 10 月 09 日(甲組 10)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 11 月 06 日至 11 月 13 日(甲組 11)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 12 月 04 日至 12 月 11 日(甲組 12)	高雄	邱靜宜
"	90 年 12 月 11 日至 12 月 18 日(甲組 13)	清華大學	邱靜宜
"	90 年 12 月 11 日至 12 月 18 日(乙組 2)	清華大學	邱靜宜
輻 防 班 第 5 3 期	90 年 09 月 10 日至 09 月 14 日(第一階段)	清華大學	李貞君
	90 年 10 月 15 日至 10 月 19 日(第二階段)		
	90 年 11 月 19 日至 11 月 23 日(第三階段)		
	90 年 12 月 03 日至 12 月 07 日(第四階段)		
輻 防 班 第 5 4 期	90 年 10 月 22 日至 10 月 26 日(第一階段)	高雄	李貞君
	90 年 11 月 26 日至 11 月 30 日(第二階段)		
	90 年 12 月 17 日至 12 月 21 日(第三階段)		
	91 年 01 月 07 日至 01 月 11 日(第四階段)		
鋼材班	90 年 10 月 30 日至 31 日	清華大學	李貞君
"	90 年 12 月 12 日至 13 日	高雄	李貞君
鋼複訓班	90 年 11 月 01 日	清華大學	李貞君

〃	90年12月14日	高雄	李貞君
---	-----------	----	-----

◎以上各項訓練班簡章備索網址為 rpa.org.tw，洽詢電話：(03)5722224-314、315◎

▲工作人員攝入放射性核種的劑量係數研習課程

(輻協 劉代欽)

有關體內劑量的評估一直是輻射防護工作者與政府主管機關人員所關心的重要議題之一，但是有系統的針對體內劑量評估問題進行研討則在國內較少舉行，也因此輻射防護協會為加強服務許多關心輻射防護的人員對於體內劑量方面有更清楚的認識，協會預定在今年秋天舉辦有關體內劑量一天的研習課程。研習講義的編寫由翁寶山執行長執筆，主要以 ICRP-68 號報告內容為主體，並加入收集到其他的相關資料，包括將日本原子力研究所編寫的應用範例也引入，以及日本保健物理學會 ICRP 新呼吸道模型專門研究會有關的內容加以整理介紹，共同提出於課程中研習。

1991 年 ICRP-60 號報告中提出新的劑量限值的建議後，同年也提出有關體內劑量的 ICRP-61 號報告，針對工作人員的放射性核種年攝入限度方面提出評估作法。不過 ICRP 委員會成員當時持續對新的人體呼吸道模型進行修訂研究，並在 1994 年提出了 ICRP-66 號報告…用於輻射防護的人呼吸道模型。相較於以往的報告，ICRP-66 的內容更符合有關呼吸道的生理、組織，以及在吸入放射性核種後的放射性微粒沉積、廓清，及所導致的生物效應。而有關職業人員攝入放射性核種的劑量係數也在資料與模式更完備情形下，於 ICRP-68 號報告中提出，並做為 ICRP-61 號報告的替代本。所以有關體內劑量部份，ICRP-68 在數據的陳述與資料收集可說更加的完整。另外為了讓參與此次研習的學員能有實際的範例應用以加深印象，翁執行長除再將日本原子力研究所編寫的應用範例列舉一二外，也將內容偏向實用性。本講義所使用的術語，部分涉及生理學方面，故多輔以圖表使對生理學較陌生的讀者容易閱讀。另在術語中譯部分，用字也很謹慎，力求能符合原意。

本次研習課程內容主要分為下列各項：（一）術語；（二）沉積；（三）廓清；（四）生物動力學模型；（五）全身活度的排泄途徑；（六）劑量計算；（七）二次限度；（八）應用範例以及附錄等。等研習課程日期與地點決定後將通知大家，屆時歡迎踴躍報名參加。

▲台灣的乳房 X 光檢查照射劑量與影像品質之評估(續)

(國泰醫院 杜慶燾)

3-5 乳房平均吸收劑量的評估

表 3 顯示各種乳房平均厚度的管電壓、單位 mAs 的劑量值、平均值和標準差值。表中所示，大型乳房的平均厚度為 6.57 cm，其管電壓為 28.4 kV；中型乳房的平均厚度為 3.91 cm，其管電壓為 25.9 kV；而小型乳房的平均厚度為 2.25 cm，其管電壓為 25.0 kV。表 3 顯示單位 mAs 的乳房平均吸收劑量，大型乳房的厚度較厚，單位 mAs 的乳房平均吸收劑量最低；而小型乳房的厚度最薄，單位 mAs 的乳房平均吸收劑量較高。

表 3. 各種乳房厚度的管電壓與單位 mAs 的劑量

分類	乳房厚度 (cm)	管電壓 (kV)	單位 mAs 的劑量 (mGy/mAs)
乳房厚度(大)	6.57±1.92	28.4±2.33	0.0163±0.0060
乳房厚度(中)	3.91±0.85	25.9±1.33	0.0192±0.0073
乳房厚度(小)	2.25±0.59	25.0±1.15	0.0247±0.0070

表 4. 各種乳房厚度的照射劑量一覽表

院所	乳房厚度(大)			乳房厚度(中)			乳房厚度(小)		
	乳房厚度 (cm)	管電壓 (kV)	平均乳腺吸收 劑量 (mGy)	乳房厚度 (cm)	管電壓 (kV)	平均乳腺吸收 劑量 (mGy)	乳房厚度 (cm)	管電壓 (kV)	平均乳腺吸收 劑量 (mGy)
A.	5	30	1.083	3	28	1.558	2	26	1.276
B.	5.5	25	2.487	4.6	25	1.741	3.5	25	1.968
C.	5	25.5	0.914	2.5	24.5	0.713	2	24	0.741
D.	6	30	3.925	4	28	3.548	2	27	3.739
E.	10	28	4.905	3	25	3.064	1.5	25	0.546
F.	6	30	1.762	4	27	1.130	2	24	0.735
G.	5	25	2.239	4	25	2.512	2.5	25	2.967
H.	6.2	29	4.478	5	25	2.182	3	26	2.773
I.	7	30	3.356	5	26	1.184	2	25	0.959
J.	10	31	3.791	4	25	1.782	2	23	1.190
平均			2.894			1.941			1.689
總平均	2.175 mGy								

從表 4 顯示各種乳房厚度的平均吸收劑量一覽表如下：

- 在大型乳房組
 - 劑量最高：院所 E，乳房厚度：10 cm，劑量：4.905 mGy。
 - 劑量最低：院所 C，乳房厚度：5 cm，劑量：0.914 mGy。
- 在中型乳房組
 - 劑量最高：院所 D，乳房厚度：4 cm，劑量：3.548 mGy。
 - 劑量最低：院所 C，乳房厚度：2.5 cm，劑量：0.713 mGy。
- 在小型乳房組
 - 劑量最高：院所 D，乳房厚度：2 cm，劑量：3.739 mGy。
 - 劑量最低：院所 E，乳房厚度：1.5 cm，劑量：0.546 mGy。
- 大型乳房組，平均吸收劑量為 2.894 mGy。
- 中型乳房組，平均吸收劑量為 1.941 mGy。
- 小型乳房組，平均吸收劑量為 1.689 mGy。
- 三組的總平均為 2.175 mGy。

4.討論

關於器官的吸收劑量的評估，國際放射防護委員會（ICRP）¹⁰建議，可由空間曝露量或克馬 Kerma(kinetic energy released per unit mass)來推算平均吸收劑量。關於劑量測定及計算方法，NCRP¹¹發行的小冊有說明，內容包括從乳房曝露量的評估以推算乳房平均吸收劑量，以及測定計算的方法。此概念及方法已在國際間廣泛地被採用^{12,13,14}，這次日本工作小組亦採納此概念來作評估，由空間曝露量來推算乳房的平均吸收劑量。

4-1 X 光管管電壓

以乳房 X 光攝影來做乳癌診斷的院所，務必保證其 X 光照片擁有最佳的精確度、安全性及可信度，也就是要有性能優良的 X 光攝影機才能達到此目標。因此，院所必須有一套計畫來維持機器的優良性能，以及做好 X 光影像的品質管理¹。在影像品質管理的項目中，要照出一張黑白對比度良好的乳房 X 光片，X 光管電壓的精準度是相當重要的。攝影時，必須依據乳房大小(厚度)、乳房密度(依乳腺組織與脂肪組織的百分比而有所不同)，來設定最適當的管電壓。因此，這次測定係根據日本放射線技術學會出版的《乳房攝影精度管理手冊》⁹一書所述，特別使用校正過的非接觸型 X 光分析器來測定管電壓。管電壓設定在 24 kV 時，測定值比設定值平均高約 5%，但其中有 3 家院所的測定值比設定值高約 8%，所以導致管電壓設定值在 24 kV 時，其標準差值比設定值為 28 kV、32 kV 時要來得高。雖然管電壓的設定值在 24 kV 時，有 3 家院所的測定值偏高，但是由於其它各院所半值層的標準差值都較小，所以院所間的半值層差異並不大。

4-2 ACR 假體(RMI-156 型)實驗

表 2-a（自動攝影）及表 2-b（手操作攝影）顯示，假體實驗影像的評估結果。依據假體的厚度，使用和假體相同厚度的乳房照射管電壓來進行自動攝影。此次檢查使用 25 kV 的院所占 7 成(70%)。影像評估結果，10 家院所中有 8 家合格。ACR 假體計點評分方法⁶中，纖維組織 4 點以上、微小鈣化群 3 點以上及腫瘤實驗材料 3 點以上，總計點數達 10 點以上才算合格。院所 C 總計分達 10.5 點，雖為 10 點以上，但腫瘤實驗材料只得 2.5 點，未達合格標準的 3 點，所以列為不合格。

院所 A 的自動設定有重新調整的必要。

手操作攝影(手設定照射條件)，照射條件設定為 28 kV、50 mAs，結果合格的院所有 8 家。院所 F 總得分為 11 點，也達到 10 點的合格標準，但其腫瘤實驗材料部分只得 2.5 點，未達 3 點，所以同樣也列為不合格。院所 H 因機器設備問題無法設定成 50 mAs，只能設定為 45 mAs。在 mAs 值不足的情況之下，影像無法得到適當濃度，因此無法清楚呈現，所以列為不合格。由此可知，管電壓用 28 kV、採用手設定照射條件時，最少要以 50 mAs 才能獲得較為清晰的影像。另一方面，管電壓較低時，X 光照片的黑白對比度較好，但是需要較高的 mAs。能調整管電流的 X 光機，僅調整管電流即可，但無法調高電流(mA)的

X 光機，則需要延長時間來增加 mAs。如此一來，在電壓較低、mAs 需要增加的情況下，病人所受到的曝露量相對地隨之增加。

由此次實驗結果得知，以 28 kV 進行手操作攝影的影像評估和用自動攝影方法的合格率，同為 80%，兩者之間並無差異，但就曝露量來看，以 28 kV 進行的影像攝影仍是較適當的方法。

4-3 乳腺平均吸收劑量

表 4 顯示，各種乳房厚度的照射劑量。乳癌是發生在乳腺的癌症，乳房攝影劑量的評估是以乳腺組織的平均吸收劑量作為依據，這是發生乳癌危險度的評估上最可靠的指標。乳腺平均吸收劑量係依：空間劑量與管電壓、半值層、焦點與濾板材質的配合、乳房厚度、乳房密度(依乳腺與脂肪的百分比而有所不同)等相關的換算係數相乘而得^{6, 11, 15}。乳房平均吸收劑量的評估依國際原子能總署的導引值¹⁶ (IAEA: Safety Series No.115 Vienna, 1996)，在使用鉛刪板(with grid)攝影時，乳房(乳腺 50%，脂肪 50%時)導引值為 3 mGy，不使用鉛刪板(without grid)時則為 1 mGy。這次的乳房平均吸收劑量評估係依乳房厚度分為大、中、小，並以平時各院所使用之照相條件來進行。在 10 家院所中，依乳房厚度大、中、小，其評估結果低於 IAEA 導引值的分別有 5、8、9 所(如表 4)，院所 D 則是三項評估都超過導引值(3 mGy)。

4-4 記錄系統及自動顯影器的管理

乳房 X 光攝影的影像品質及影像濃度會受到下列因素影響¹⁷：(1).攝影的裝置(焦點與濾片的配合，鉛刪板的使用與否等)，(2).攝影的整位，(3).壓迫的技術，(4).記錄系統(軟片、增光屏)，(5).洗片機(溫度、顯影時間、顯影處理液)。院所 D 的劑量超過導引值，可能是因為：(1).顯影溫度比較低(其他 9 家的顯影溫度都比院所 D 來得高)。(2).軟片感光度比較差(從院所 D 和 X 光裝置及增光屏皆相同的院所 G 比較後得知)，參閱表 1。

此次檢查的結果，10 家院所都有下列自動顯影機方面的問題：(1).影像霧化模糊(development mark, blur and fog)。(2).顯影機的滾筒上有灰塵。從結果我們可以發現，顯影機如果保養不得宜，會直接影響到照片的品質，除此之外，還會使病人的照射劑量增加(例如溫度太低，則需增加 mAs 或 kVp)。從影像的品質和照射劑量這兩點來看，自動顯影機的管理是很重要的課題^{18, 19, 20}。乳房 X 光檢查的管電壓低，mAs 大，所以只對乳房有第二次乳癌死亡風險(risk)的存在^{3, 4, 5}，因此，應把握 X 光設備的特性，做好綜合性的品質管理，以便降低乳房的吸收劑量，這是務必努力的重要工作。【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 轉 314。