

▲操作執照考試

(原能會 徐仁溥)

行政院原子能委員會為評定非醫用放射性物質及可發生游離輻射設備工作人員之操作能力和游離輻射防護知識熟悉程度，以保障輻射工作人員安全，並配合輻射防護協會舉辦之八十五年「非醫用游離輻射防護講習班」課程段落。訂於八十六年一月十日至十一日報名，八十六年二月十八日上午北部假木柵考試院國家考場、南部假高雄正修工專同時舉行「非醫用操作執照鑑定測驗」。詳情請參閱原能會報名簡章或電洽輻防處非醫用科(02)3634180轉512。

▲輻射污染建築物改善工程現況

(原能會)

「輻射屋事件」在社會上引起許多民眾的關切，甚至因誤導或不明究竟而衍生不必要的恐慌。原能會為維護公共安全，減少受災戶居民受到輻射傷害，乃積極執行各項善後措施，並盡力就建材偵檢、建築物普查、健康檢查、改善技術等種種方向，提供行政上最大的協助，力求使此一無例可循且異於一般公害之特殊事件，能獲得適當解決之道，現行輻射污染建物改善方式有下列三種：

(一)鉛屏蔽裝設：

原能會可提供屏蔽設計及材料估算之協助，此種改善方式所需經費可能最少，但考慮建物結構增加重量需在安全範圍之內，但因污染源未去除，輻射鋼筋建物仍在地政機關被建檔供查詢。

(二)抽換鋼筋：

以將輻射鋼筋移除並換接新鋼筋。為確保不影響結構安全，施工前應先洽結構或土木技師評估，此法可以澈底去除污染源，但施工單價較高，對建物中

只有少數幾根污染樑柱較適用。

(三)拆除重建：

對有多戶中高劑量污染戶之建物適用，但工程較龐大且需全體住戶同意，（拆除重建所需經費應可由出售增加百分之卅容積率彌補），困難度較高。

協助污染住戶進行改善：由於大部分輻射污染建築物係屬於污染程度較輕，易於進行改善者，原能會基於主管機關立場，完全配合民眾需求，提供輻射污染建物加裝鉛屏蔽之改善規劃及設計，抽換鋼筋之現場輻射防護與輻射污染鋼筋接收及施工後複測驗證等服務。目前計已協助六十一戶進行抽換輻射鋼筋（其中含五處學校），十戶加裝鉛屏蔽並已施工完成，三戶正在規劃改善作業中，協助改善作業中有一一二戶，目前正協助板橋市國慶路輻射建物抽換鋼筋之有關輻射防護及廢料接收之技術服務作業。

▲因後荷治療儀連鎖裝置失效而導致射源無法自動收回之意外事件報告及建議

(核研所 李銘忻)

美國核能管制委員會(NRC)告知醫用輻射業者一項因控制裝置失效或控制裝置與治療室之間信號傳送中斷而導致治療室大門連鎖裝置失效之事件。此事件發生於1996年1月9日，Nuclotron中心在為一位陰道癌的患者施行後荷治療儀治療時，當療程的進度到第三療程，射源的位置在11個治療點之第7治療點時，控制台被自動裝置鎖住且警鈴聲響起。所幸工作人員處理得宜，患者並未接受超過原先預估治療所需之劑量。

院方人員曾嘗試：(1)按下「中斷」鍵，但射源無退回動作。(2)將治療室大門拉開一點以便使連鎖動作將射源收回，但仍無法退回至安全存放位置。(3)進入治療室將控制箱打開改以

手動操作。結果治療室內的感測裝置接收到此信號，射源自動地緊急收回，而解除了此一緊急事件。

後荷治療儀目前國內共計15家醫院使用類似設備計1000多套，例如台北榮總、台中榮總、林口長庚、高雄長庚、慈濟、台北醫學院、馬偕醫院、三軍總醫院、仁愛醫院、成大附屬醫院等共計15家。該治療儀使用之射源一般為Ir-192、Cs-137、Co-60等，對皮膚癌、淋巴瘤、鼻咽癌、子宮頸癌等腫瘤治療效果良好，各醫院皆認為是一種滿可靠的型式。目前各醫院表示，其後荷治療儀皆有定期保養維護，至今並無任何類似意外事件報告提出。

結論與建議如下：

1. 後荷治療儀可在小範圍內給予腫瘤治療所需劑量，而週圍正常組織所接受的劑量低，可降低正常組織細胞的損害，非常適合於治療發生在表面或經由體腔可接近之腫瘤。
2. 雖各醫院表示無類似事件報告，但目前國內使用類似設備計1000多套，無不存在潛在的危機。為避免任何類似事件在國內發生，各使用機構、醫院應針對後荷治療儀之"連鎖裝置安全迴路"與現場安全門間信號因傳送失效而導致射源無法自動收回之可能性，提出"安全通告"並定期做緊急狀況之演練。
3. NRC指出後荷治療儀其治療室安全門的連鎖保護裝置系統與其他的安全裝置好壞無關。因此，在機構或醫院負責安全門之工程部門應確實：無論任何緊急狀況下，安全門開啓後，射源應自動收回至安全位置。
4. 建議將此份通告去函會知中華放射腫瘤學會等參考。

會議訓練報導

▲NCRP112、115及117號報告研習會

(輻協)

本協會擬訂86年2月27~28日(星期四~五)兩天，假國立清華大學原科系一樓演講廳舉辦「NCRP112、115及117號報告研習會」。

研習會邀請的講員為核能研究所葉善宏博士、清華大學張似璫教授以及高雄醫學院張寶樹教授。課程內容包括：
*NCRP-112號報告“校正用於評估游離輻射場和放射性表面污染輻射防護的儀器”、*NCRP-115號報告“輻射防護之風險評估”、*NCRP-117號報告“研究需要的輻射防護”及討論等。

報名截止日期為86年1月25日止。簡章備索，歡迎輻防界同仁踴躍報名參加，詳情請電洽：(03)5722224 FAX：(03)5722521 聯絡人:李孝華小姐。

▲一九九七輻射劑量暨安全講習會
(原能會)

『一九九七輻射劑量暨安全講習會』訂於一九九七年三月廿七日至廿八日假核能研究所活動中心舉行，講習主題：分三個主題與場地(同時舉行)。

I. Radiation Protection Regulation and Intervention

- ◎ ICRP 60號報告及其後續發展
- ◎ 游離輻射防護安全標準之介紹
- ◎ 環境輻射法規及天然放射性物質之廢棄管制法規
- ◎ ICRP 63號報告及輻射意外事故之干預時機及標準

II. Dosimetry and Instrument

- ◎ ICRU39號及ICRU47號報告之介紹
- ◎ 人員體外劑量之測定
- ◎ 人員體內劑量之測定
- ◎ 輻射度量儀器之選擇、校正及儀器設備之品管作業

III. Biological Effects

- ◎ 輻射危險度(ICRP 60號報告及BEIR 5報告)
- ◎ 輻射生物效應

◎ 輻射激效之研究

◎ 輻射流行病學

全程參與講習會未缺課者，由原能會發給訓練結業證明書。報名日期：八

十六年一月一日至二月底止。詳情請洽原能會輻防處保健物理科，電話：(02)3634180轉521。

▲八十五年度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
鋼材班	85年12月19、20日	高雄偵測站	蔡親賢
	86年01月14、15日	高雄	"
	01月21、22日	台北月涵堂	"
非醫用班	86年03月10日至15日	新竹清大	李貞君
	04月14日至19日	"	"
	05月05日至10日	"	"
	05月19日至24日	高雄	"
	06月16日至21日	新竹清大	"
輻防班	86年4月14日至5月9日	新竹聖經書院	邱靜宜
非破壞檢測	85年12月09日	新竹清大	王豫雯
	85年12月11日	高雄澄清湖	"
	85年12月12日	"	"
	85年12月13日	"	"

◎以上各項訓練班簡章備索，電話：(03)5722224

□專題報導

▲熱發光劑量計的回顧

(清大 翁寶山)

熱發光劑量計(Thermoluminescent dosimeter, TLD)在我國的發展可追溯至民國59年(西元1970年)。是時國家的教育經費仍很薄弱，乃向國際原子能總署(IAEA)申請熱發光劑量計的計讀儀一部，並派一名德籍專家來此指導三個月。從此

奠定良好的基礎，經歷25年來的慘淡經營，熱發光劑量計已成為我國核能界人員與劑量計的主流。

熱發光劑量計的應用廣泛，除上述的人員與環境劑量測定術外，特別適用於放射診斷、放射治療、核子醫學、以及牙科放射照相術。在民國70年代，為醫界使用熱發光劑量計的盛行期。

消耗量頗多的熱發光劑量計所用的磷光體(phosphor)在早期係依賴自國外進口。迨日本松下於1970年初發展成功的硫

酸鈣(CaSO₄)系列問世後，清華師生努力研製，經數十次的失敗，終於長出硫酸鈣含某種雜質的晶體，再經多次參加國際比較，品質合乎要求，信心倍增，並節省不少外匯。

上述磷光體對於各種游離輻射諸如阿伐、貝他、加馬、X射線以及中子等的反應，莫不一一作深入的探討。到了最近幾年(民79至83)又針對非游離輻射如紫外輻作進一步的探討，以開拓研究的範疇。同步輻射的光源並不多見，也是利用熱發光劑量計探討的好對象。自民83年開始，也不斷地進行這方面的探討。

以上所述均屬於應用的範圍，基本研究也在最近10年(民76—85)由清華博士班同學積極參與，又有一位羅馬大學教授前來清華共事，使基本研究更向前邁進一步。

(此為85.12.4翁寶山教授退休演講的一部分)

▲輻射防護原則與我國每人西弗之價值評估

(核研所 蘇獻章)

輻射防護三原則為(1)實踐(Practice)的正當化，(2)輻射防護的最適化，與(3)個人劑量的限制化。三原則中的劑量限值無庸置疑的有相關法規可循，而實踐的正當化則由主管機關進行核准，例如我國「游離輻射防護安全標準」第二十三條第二款規定：「以放射性核種加入於食物、飼料、藥劑、化妝品、裝飾品、日用品、建築材料或玩具中者，應依規定向原子能委員會申請登記及核發執照」，此即為主管機關有權責裁定將放射性核種加入上述物品中的「實踐」是否符合正當化原則？當然，實踐的正當化是輻射防護的最前題，實踐所造成的劑量即使極低微，亦不一定會被允許，而實踐應以符合劑量限值為最起碼的條件，另即使符合法規限值，亦應進行最適化研究，以符合劑量合理抑低(ALARA)原則。

在進行ALARA研究時，需考慮到政治、社會與經濟等因素，但要抑低到多少劑量？花多少錢解決問題才是合理？1994年國際原子能總署(IAEA)Safety Series No.109報告曾發表每人西弗之價值評估法，它以ICRP60號報告為基礎，先估算受到每人西弗集體劑量所引致的生命損失年數，IAEA 引用 ICRP的建議提出以下四個假設：

- 一) 由輻射引起癌症死亡後所喪失的平均年數13年
- 二) 致死癌症機率因子為
 $5.0 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
- 三) 非致死癌症確定性因子為
 $1.0 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$
- 四) 嚴重遺傳損害確定性因子為
 $1.3 \times 10^{-2} \text{ Sv}^{-1}$

由以上四個假設可計算出受到每人西弗集體劑日量所引致生命損失之平均年數為： $(5.0 \times 10^{-2} + 1.0 \times 10^{-2} + 1.3 \times 10^{-2}) \text{ Sv}^{-1} \times 13 \text{ yr} \cong 1 \text{ yr} \cdot \text{Sv}^{-1}$

此即為接受每人西弗的平均損失年數為一年，也就是每人西弗的價值相當於每年平均每人生產毛額(GNP per head)。依據民國八十四年「中華民國經濟年鑑」，我國於民國八十三年平均每人生產毛額為US \$ 11,604，因此每人西弗亦相當於US \$ 11,604。另IAEA建議此值的不確定因子為2，則我國每人西弗之價值應介於US \$ 5,802~23,208之間，此值可作為我國核設施ALARA評估時的參考。

▲核能電廠劑量抑低對策

(放射試驗室 孫志霖)

對電廠而言，除了輻射劑量管理應有完善的制度外，人員的訓練，輻射源的管制亦非常重要。充分瞭解那些是造成劑量原因的來源，那些地區可能會接受到輻射，那種工作可能會接受到高劑量，那些行為可能會有潛在的危險劑量產生，那些

問題應與輻防人員或相關主管商談、討論，舉凡上述問題均應加以探討，並採取一些合理可行之對策及方法，以阻止或控制游離輻射對工作人員造成不正當的危害。

現分別將壓水式與沸水式核能電廠，較容易造成高劑量的有關工作整理如下，供管制參考：

(一) 壓水式核能電廠

1. 反應器拆蓋與裝蓋作業
2. 蒸氣產生器的相關工作，包括：
 - (1) 定期維護作業。
 - (2) 噴嘴堰之組裝
 - (3) 進入通道口的管路密封作業。
 - (4) 渦電流試驗 (Eddy current testing)
 - (5) 機械式封塞。
 - (6) 足台與人孔(Manway)作業。
3. 反應器冷卻劑系統之維護
 - (1) 幫浦密封洩露修復作業。
 - (2) 管路室之閥門重新包裝整合。
 - (3) 系統流量與溫度指示維護
 - (4) 高輻射區的阻塞打通。
 - (5) 幫浦的維護與修理。
 - (6) 閥門維護、修理與拆裝。
4. 蓄積器加壓轉換計更換
5. 減震器之維護
6. 燃料更換作業的有關活動。
7. 控制棒葉片換裝作業

(二) 沸水式核能電廠

1. 爐心電纜修復
 - (1) 低功率與中間功率範圍偵測器。
 - (2) 射源範圍偵檢器。
 2. 控制棒驅動維護、保養與更換作業。
 3. 閥門維護與修理。
 4. 燃料更換作業的有關活動。
 5. 工作中品保檢查。
 6. 隔離裝置的移除與改裝。
 7. 減震器之維護。
 8. 控制棒葉片換裝作業。
- 有了上述較易造成工作人員高劑量的

作業說明，相關作業之規劃、管制與執行人員，均有責任來抑低集體有效等效劑量，其有關的工作技巧與經驗技術有：

1. 提供蒸氣產生器主要人孔上之屏蔽。
2. 於人孔上使用昇降堆高設備。
3. 確定蒸氣產生器二次側邊的空隙，均已完整的屏蔽。
4. 使用移動式昇降堆高設備，以減少足台的使用。
5. 於人孔上儘量使用多層栓拉緊裝置。
6. Grinne閥門維護修理工作，應使用更換"O-ring"之工具。
7. 工作前之訓練儘可能使用實物模型。
8. 考慮修改錐體密封。
9. 蒸氣產生器人孔上之螺栓洞應加以清洗。
10. 考慮高曝露維護作業的系統除污。
11. 以過氧化氫(hydrogen peroxide)沖洗一次側系統。
12. 檢查工作儘量使用移動式可搖控監視器。
13. 工作時加必要的屏蔽。
14. 如果可能，可將儀器設備或零組件移至低輻射區，進行檢修作業。
15. 使用前置過濾器及除礦器，以保持低輻射的反應器冷卻劑。
16. 確實做好職前講解與工作分派。
17. 使用活動負載閥安裝以減少重新組裝的需要。
18. 改善幫浦軸封的設計，以減少洩露。
19. 使用幾乎零洩露的閥門設計，提高其可靠度。
20. 指定輻防人員參與並配合維修工作，同時提供意見改善工作計畫及通訊連絡方式。
21. 使用閉路電視，通訊設備與即時劑量系統以監視工作時劑量的變化，同時可對工作人員即時提出警告，或調整工作方式以降低劑量。
22. 燃料更換時，可考慮使用反應器壓力權頂蓋當屏蔽。
23. 蒸氣產生器進入通道口的管路密封作業，包括：

- (1) 以實物模型實施職前訓練，減少工作時間。
 - (2) 儀器設備使用前先檢查，並可先淘汰瑕疵品。
 - (3) 使用快速安裝的密封平台。
 - (4) 以鉛毯屏蔽之。
24. 通道口安裝機器手臂。
- (1) 搖控操作機器手臂。
 - (2) 通道口先進行化學除污。
 - (3) 以實物模型進行訓練。
 - (4) 使用可快速安裝的鉛毯。
25. 蒸氣產生器的渦電流試驗或機械式封塞作業：可增加機器人使用率，減少人員的職業曝露。
26. 機器人的維修：儘可能將其移至低輻射區，或以模組方式快速更換其零組件。

由此可看出成功的劑量抑低技術，必須是合理可行且花費又不高的，才有可能被核能電廠廣泛使用，因此事前的規劃溝通與各部門的相互合作，是非常重要的劑量合理抑低的觀念與關鍵，願以此與所有核能工作者共勉。

▲ 1985年ICRU39號報告對強貫穿與弱貫穿輻射的定義

(清大 朱鐵吉)

ICRP 推薦了一種劑量限制體系 (ICRP, 1977, 1978, 1980)。其中，包括了幾種規定的等效劑量的限值：對受到職業性曝露的工作人員，其有效等效劑量 H_e 的年限值為50mSv；水晶體的年限值為150mSv，並且假定水晶體位於眼表面以下3mm深度處；任一小塊面積皮膚的年限值為500mSv，並且假定皮膚的敏感層位於0.007mm深度處；只要不超過年有效等效劑量限值，對於任何其它器官，其限值均為500mSv。

因此，爲了用數值表示曝露，對任何體系的要求之一，就是對體外輻射源產生的有效等效劑量要有適當近似的測量(避免低估和太大的高估)。對強貫穿輻射* (strongly penetrating)來說，這個要求是最爲重要的。

在弱貫穿輻射* (weakly penetrating)的情況下，和(或)身體部分受曝露的情況下，則有一些其它要求，即，對皮膚所受的最大等效劑量，以及水晶體可能受到的等效劑量給予適當近似的測量；以及在異常情況下，對其它一些器官中所受的等效劑量給出適當近似的測量。

對模擬人體假體軀幹中和ICRU 球體中等效劑量分佈所進行的研究表明，對於很寬能量範圍的中子和光子以及存在於一般工作中的電子，測定ICRU球體內某些規定深度處的等效劑量，通常就可以達到上述目的。

爲了一般應用、對光子和中子建議採用ICRU球體內一種深度，在此深度處可以得到有效等效劑量的一種有效估計值。對於某些類型的輻射和輻射能量，或入射方向，一種深度處的等效劑量，也許會受到該輻射場的人員所接受的有效等效劑量提供一種不能接受的低估或高估。在這種情況下，可能需要考慮其它深度處、或其它幾何條件下的等效劑量。

*爲本文的目的，將輻射分爲弱貫穿性和強貫穿性兩類。在均勻、單向輻射場中，對人體的某一給予特定取向而言，如果皮膚敏感層的任何小塊面積所接受的等效劑量比有效等效劑量大10倍以上，則此輻射稱爲弱貫穿輻射。對於某一給予特定的均勻、單向輻射場和人體取向，如果任何小塊面積皮膚敏感層所接受的等效劑量比有效等效劑量的10倍還小，則此輻射稱爲強貫穿輻射。(此處10倍係對應於ICRP建議的皮膚等效劑量和有效等效劑量限值之比。)

▲放射線診斷檢查與白血病的關係

(國泰醫院 杜慶燾)

<前言>

多次接受放射線診斷檢查的民眾，常擔心是否會因此而容易罹患白血病，這樣的憂慮或許和媒體的報導不夠周全有關。此類病人都會向醫療工作人員詢問相關的問題，又因無法得到充分、詳細且足以令人信服的說明，而始終懷著恐懼不安的心情，所以筆者特別就此問題來做一番分析和解釋。

<問題>

短時間內接受多次放射線診斷檢查的病人是否易罹患白血病？

<回答>

一般X光檢查的劑量不會使紅骨髓發生病變而引發白血病，是故病人因為接受X光檢查而罹患白血病的機率是微乎其微。而且X光檢查是為了解病況所不可或缺的途徑，醫師並不會使病人接受不必要的照射。

<說明>

1. 放射線診斷檢查的必要性

醫師為診斷病情做了多項檢查之後，仍然無法下結論時，才會施行X光檢查，所以X光檢查對瞭解病況，確定病情而言，是相當重要的途徑。在為病人施行X光檢查之前，醫師會仔細衡量其利弊得失，唯有在施行X光檢查的利大於弊時，醫師才會採納。X光診斷檢查所接受的劑量並不會很多，儘管專家在替大眾的輻射防護安全訂定標準時，將白血病（血癌）及其他癌症假定歸納為機率效應，但是若以個人的標準而言，放射線檢查的劑量通常不會有引發白血病或其他癌病的危險（參考說明3「放射線與白血病」）。

施行放射線診斷檢查對病人而言是最不具侵襲性的，而且對病情的診斷是項利器，可以提供病人很大的利益，只要醫師遵守正當使用原則，並不會讓病人接受到不必要的輻射。

2. 白血病之發生與紅骨髓所接受的劑量有密切的關係

很多病人在知道須接受放射線診斷檢查時，不論是那一種放射線檢查，都會聯想到白血病的發生而聞之色變。白血病乃是骨髓中造血細胞發生異常增殖的現象，因此放射線診斷檢查中，造血器官紅骨髓所接受的劑量幾乎為零時，不會有引發白血病的可能。部分的紅骨髓會隨著年齡增加而變為白色(黃色)。圖1顯示紅骨髓佔骨髓的百分比與年齡的關係。大部分的放射線檢查是針對身體作局部的照射，而依檢查項目不同，其照射面積亦有所不同，是故紅骨髓所接受的劑量會有差異。例如對成人的四肢關節做放射線檢查時，紅骨髓所接受的劑量幾近於零。因此對於擔憂放射線檢查會引發白血病的病人，應以紅骨髓可能接受的累積輻射劑量做為回答的考量依據。

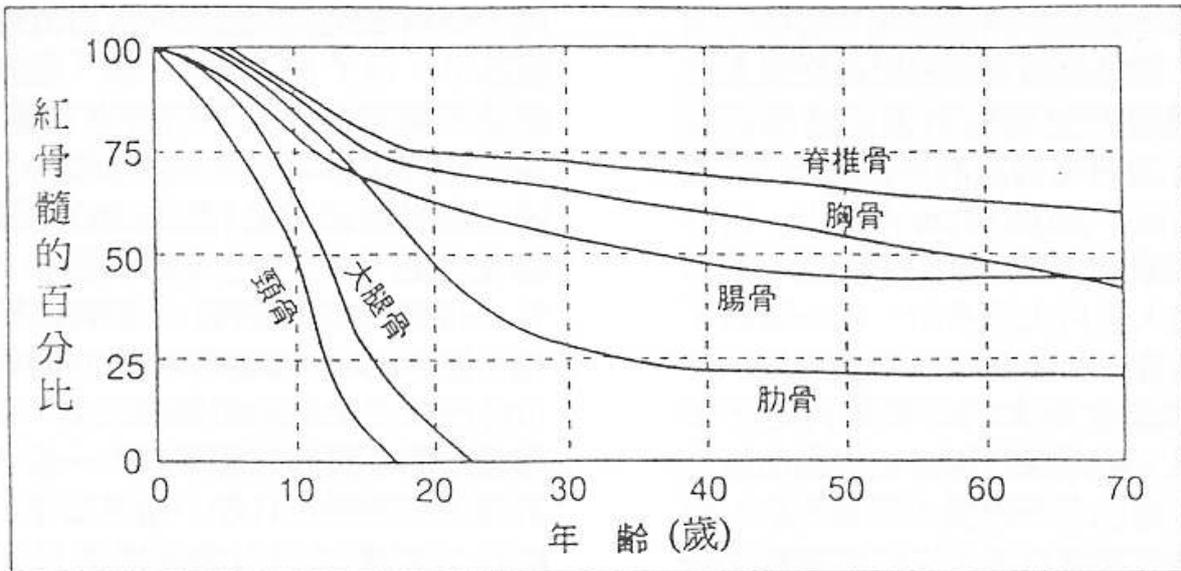


圖 1：各部位骨骼內紅骨髓佔骨髓之百分比

3. 放射線與白血病

白血病(血癌)或是其他癌病，不論有沒有接受到輻射都有自然發生的可能。針對廣島及長崎原子彈爆發後的倖存者所做之種種流行病調查，其結果顯示：輻射的照射會使自然發生癌病的可能性增加。亦即由這些流行病調查的結果可以確定，在短時間內若接受到某種程度以上的輻射劑量，則依劑量大小、劑量率及能量的高低會使白血病發生的可能性提高。

雖然如此，但由人數為數最多，跟

蹤時間最長的廣島、長崎倖存者為研究對象所做的研究結果亦顯示：當劑量在200mSv(毫西弗)以下時，統計資料上看不出有白血病例的增加(圖2)。因此若以個人為標準而言，只要劑量在200mSv以下，是不必擔心會發生白血病的。但是若站在輻射防護的立場而言，白血病及其他癌病的發生與輻射劑量的關係，歸併在機率效應，即為沒有低限值的直線關係(圖3)也就是說，即使劑量在200mSv以下，也假定有發生白血病的可能。

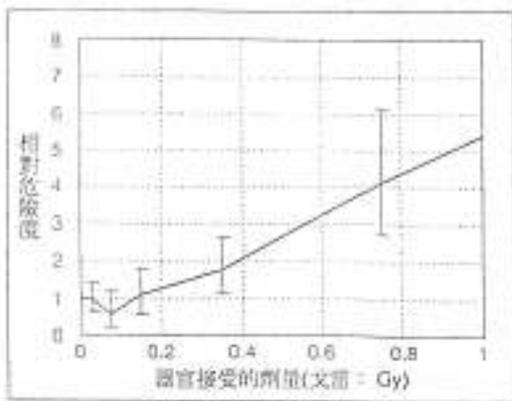


圖2：白血病死亡率與劑量的反應關係

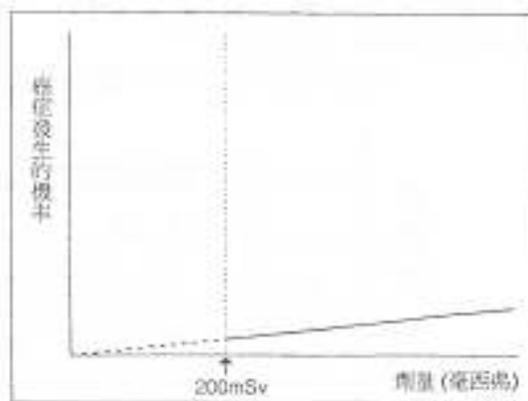


圖3：輻射劑量與白血病發生的假定反應關係(機率效應)

爲什麼需要如此假定呢？這樣的假定是爲了替數目龐大的放射線從業人員及一般民眾訂立輻射防護的基準而設的。流行病研究對象的母體數有限(廣島、長崎原子彈爆炸的倖存者中，流行病研究對象的人數約爲12萬人)，當研究對象的人數再大很多時，200mSv以下的低劑量會有如何的效應仍是未知，亦即無法確定在更大的母體數目之下，200mSv以下的劑量是否會使白血病發生的可能性增加若干程度。全球的放射線從業人員有好幾百萬，人口高達五十多

億，要爲如此龐大數目的人訂立輻射防護基準，爲了安全起見，對「未知」的部分不得不作較保守的假定。圖3顯示白血病爲無低限值的機率反應，表1則顯示紅骨髓接受到1西弗(Sv)劑量後，終生內白血病的發生率(終生：約40年)。圖4爲輻射誘發白血病之顯示模型。圖4可知，輻射誘發白血病的危險度會因接受輻射時的年齡大小，及其後所經歷的時間而有所不同。一般而言，其潛伏期約爲3-41年，而接受輻射後的6-12年則是誘發白血病機率最高的時期。

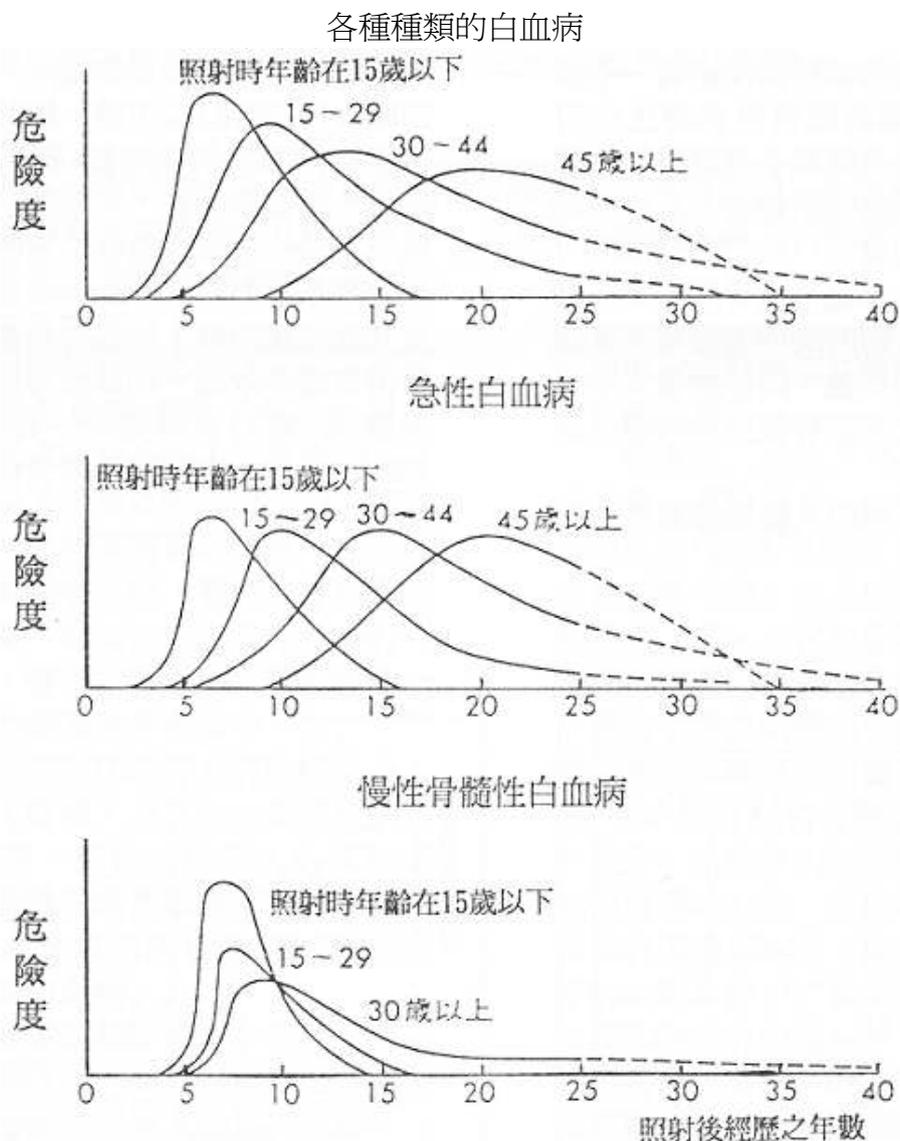


圖4 原子彈爆炸時之年齡及照射後經過的時間對放射線誘發白血病的顯示模型圖(高劑量輻射)

4. 紅骨髓在放射線診斷檢查中所接受的劑量

表2顯示一般常見的放射線檢查中紅骨髓所接受的劑量，表中所記載的值為代表性的劑量值，實際的劑量值則會依病人情況的差異，而有所不同，有時數值會有再進一位的可能。(例如上消化道檢查於表2的代表值為8mGy，有些病人則可能提高為18或25mGy)。

白血病及其他癌病的發生乃是放射線的游離或激發作用，直接或間接地損傷了去氧核糖核酸。放射線所造成的DNA損傷，大部分都會在短時間內被DNA修復酵素系修復，而未修復或修復不當的DNA則形成突變細胞。此突變細胞若屬於驅體繁衍細胞，則在相當次數的世代繁衍及其他因素的影響下，經過多階段發癌(multi-stage carcinogenesis)的歷程後，即形成白血病或其他癌病。所謂的多階段發癌包括：

- 一) 初發期(initiation)：體內抑制細胞增殖及與細胞機能分化有關的激素失去作用，致細胞增殖異常活躍。
- 二) 促進期(promotion)：異常增殖的細胞變為癌細胞(不一定是惡性的)。
- 三) 轉換期(conversion)：癌細胞變成惡性。
- 四) 進展期(progression)：癌細胞持續惡化。

白血病是因紅骨髓細胞對輻射相當敏感，所以其初發期與促進期有可能同時發生。誘發白血病的輻射劑量是以紅骨髓的累積劑量作為評估依據。

5. 接受放射線診斷檢查是否會誘發白血病

前述第三項主題已說明，以長崎、廣島原子彈爆炸後之倖存者為對象的研

究結果顯示，輻射劑量在200mSv以下時，白血病的病例在統計上並沒有某種程度的增加。表2顯示一般主要的放射線診斷檢查中，紅骨髓所接受的輻射劑量，顯而易見地，在一般的X光檢查中，紅骨髓所接受的輻射劑量要達到使病人擔憂足以引發白血病的200毫西弗是相當不可能的事。不論是否接受輻射都有可能罹患白血病，表3為台灣地區的白血病統計資料(行政院衛生署1994年)，而接受放射線診斷檢查後可能引發白血病與劑量多少的反應關係，則假定為無低限值的機率效應(直線反應)，由表1、2、3可知放射線引發白血病的可能性遠比自然發生白血病的可能性要小得多。即使接受多次放射線檢查而紅骨髓的累積劑量超過200毫西弗，也只會增加若干自然發生白血病的可能性罷了(ICRP 60報告)。所以若因為擔心會引發白血病，而拒絕接受認為對病情診斷不可或缺的X光檢查是不合理的，但是人並不能無限制地接受X光檢查，所以在施行X光檢查前，醫師應謹慎考量病人的全部情況再做決定。

表1 放射線引發白血病的機率(終生)(ICRP Publ.60)

	放射線從業人員	一般民眾
發生率	0.4% /Sv	0.5% /Sv

表2 一般主要的 X 光診斷檢查中紅骨髓可能接受的輻射劑量

胸腔攝影	0.05(mGy)
腹部攝影	0.9
上消化道檢查	8
下消化道檢查	16
全身電腦斷層檢查	4
泌尿系統造影檢查	0.9

表3 台灣地區白血病死亡人數統計(1994)
資料)

(行政院衛生署民國83年

單位：人

死亡原因 cause of death	男	女	計	佔白血病全部死亡人數比率(%)
淋巴性白血病 lymphoid leukaemia	62	47	109	17.72
骨髓性白血病 myeloid leukaemia	154	91	245	39.84
單核球性白血病 monocytic leukaemia	3	-	3	0.49
其他明示白血病 other specified leukaemia	1	1	2	0.32
未明示細胞型白血病 leukaemia unspecified cell type	147	109	256	41.63
總計 total	367	248	615	100
死亡率(每十萬人中因白血病死亡之人數)	-	-	2.93	-

最後特此感謝清華大學翁寶山教授之指正。

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. 歡迎捐助或訂閱(每年六期180元)。請洽：李孝華小姐 TEL：(03)5722224。