

- 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295號15樓之1 ■ 電話：(03)5722224 電傳：(03)5722521
- 編輯委員：王昭平、尹學禮、何 偉、李四海、施建樑、
張寶樹、董傳中、趙君行、鄧希平、蘇獻章 (依筆劃順序)
- 發行人：鄧希平 ■ 主 編：劉代欽 ■ 編 輯：李孝華
- 印刷所：大洋實業社 地址：新竹市建功一路95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

▲行政院原子能委員會核能研究所開發肝功能檢驗新藥—無痛非侵襲性之利器

(原能會訊)

核研肝受體造影劑是一個具有肝標靶性的藥劑，可以用來評估肝病變嚴重程度和殘餘肝功能。在短短三年核研所已完成藥劑配方與臨床應用等專利申請。經動物及核醫應用試驗，顯示核研所肝受體造影劑能有效用於殘餘肝功能診斷。

核研肝受體造影劑十分靈敏，目前臨床所用的 GOT、GPT 是肝臟發炎指標，在藥毒性肝炎即使已是嚴重肝硬化，用 GOT、GPT 會誤以為正常，但用肝受體造影劑可以看到明顯差異。

一般的藥物經靜脈注射約只有 2%到達肝臟，但核研肝受體造影劑是 90%以上到達肝臟，肝標靶性十分好，6 分鐘會完全進入肝臟，且能快速自體內排出，具備作為殘餘肝功能檢查的最大利基。

核研肝受體造影劑是相當安全的藥劑，不僅通過細胞毒性與急毒性試驗，以體內劑量吸收軟體模擬 70 公斤成人的輻射劑量，仍遠低於 ICRP 60 所頒布各器官之限值，民眾可安心使用。

核研所已完成肝受體造影劑藥物確立與臨床前藥理藥動試驗，將在擁有 PIC/s 的 GMP 核醫製藥廠房進行試產，依衛生署規定，進行化學製造品管(CMC)資料建立。

核研所初步擬定以靜脈注射藥品的方式實施殘餘肝功能之診斷，預計於民國 100 年提出『肝受體造影劑』人體臨床試驗申請。未來可將此肝受體造影劑提供國內肝臟功能不全與重症肝病變患者，進行殘餘肝功能臨床應用，提供醫師作為施予適當治療之依據。

【新聞小辭典】

1. 肝臟去唾液酸醣蛋白受體(asialoglycoprotein receptor, ASGP-R)是一種只出現在肝實質細胞細胞膜上的受體，對末端是半乳糖基的多聚醣鏈有很強的專一性結合，於肝病變時，肝功能會變差，此時肝臟的功能是調殘餘肝功能，同時 ASGP-R 數量也會減少，因此可以 ASGP-R 數量來評估殘餘肝功能。
2. ICRP(International Commission of Radiation Protection)是國際放射防護委員會，成立於 1928 年。她與國際輻射單位和度量委員會 (International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU)，國際原子能總署 (International Atomic Energy Agency, IAEA)，和世界衛生組織 (World Health Organization, WHO)，等有著緊密的官方聯繫。任務在制訂輻射防護準則、標準、實施方法和限值時提供指導。ICRP 在 1991 年發行的第 60 號出版物中提出了輻射限值的最新建議。
3. PIC/s GMP 規範是由國際醫藥品稽查協約組織(Pharmaceutical Inspection Convention and Pharmaceutical Inspection Co-operation Scheme，簡稱 PIC/s)所制定的藥品優良製造規範，PIC/s 會員遍佈全球，目前已增加至 30 個國家以上，包括：歐洲 26 國、南非、馬來西亞、新加坡、澳大利亞、加拿大等。目前除了台灣已加入推動行列之外，日本及東協國家也考量引進這套標準，由此可見，PIC/S 已成為全球醫藥法規要求的重要趨勢。依據衛生署現行公告，民國 104 年 1 月 1 日起，國內所有藥廠均需採行符合 PIC/S GMP 的標準。

▲99 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計結果
(原能會訊)

行政院原子能委員會委託元培科技大學辦理 99 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，業已於 99 年 10 月 23 日測驗完畢，並於 11 月 22 日於行政院原子能委員會網站 (www.aec.gov.tw) 公布及格人員名單及寄發成績單。

本次報考各項測驗的人數計有：輻射防護師 355 人、輻射防護員 185 人及輻射安全證書 324 人；另各項測驗的及格人數計有：輻射防護師 96 人、輻射防護員 47 人及輻射安全證書 253 人；統計本次各項測驗的及格率分別為：輻射防護師 33.9%、輻射防護員 33.1%及輻射安全證書 85.2%。(詳細統計資料如附表)

另預計 100 年第 1 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」，將於 100 年 5 月 7 日辦理，測驗相關最新訊息與公告，請於測驗前三個月連結行政院原子能委員會網站查詢。

99 年第 2 次「輻射防護專業測驗」及「輻射安全證書測驗」成績統計表

	報名人數	到考人數	及格人數	及格率(%) (及格人數 / 到考人數)
輻射防護師	355	283	96	33.9%

輻射防護員	185	142	47	33.1 %
輻射安全證書	324	297	253	85.2%

▲諾貝爾物理大師諾沃謝洛夫博士於 11 月 16 日至清大演講

(原能會訊)

2010 年諾貝爾物理獎得主俄裔科學家諾沃謝洛夫博士於 99 年 11 月 15 日應邀來台參加國際會議，並且於 11 月 16 日蒞臨國立清華大學參訪，並於當天下午 1 時在該校工程與系統科學系(NE69 講堂)舉辦一場『石墨烯-物理與應用』專題演講。

此次諾沃謝洛夫博士乃應中央研究院應用科學研究中心李連忠博士之邀，赴台參加國際會議。由於李連忠博士、國立清華大學工程與系統科學系莊鎮宇博士、陳福榮教授及現任行政院原子能委員會主委蔡春鴻博士的研究團隊在 2007 年即投入石墨烯 CVD 製程的研究，是台灣非常早起步、且少數有能力合成面積達 20 公分以上尺寸高品質石墨烯的團隊，因而促成諾沃謝洛夫博士在百忙之中仍抽空來台參訪演說。

2010 年的諾貝爾物理獎頒給 51 歲曼徹斯特大學(University of Manchester)的蘭沃錫物理教授(Langworthy Professor of Physics)安德烈·蓋姆(Andre Geim)博士與 36 歲的皇家學會(Royal Society)研究員康士坦丁·諾沃謝洛夫(Konstantin Novoselov)博士，理由是表彰他們兩人在石墨烯(graphene)材料物理的非凡成就，這兩位傑出的物理學家，以難以置信的廉價、甚至有點粗魯的方式一舉將凝態物理拓展至前所未見的新境界，打破了頂尖研究所費不貲的迷思。

石墨烯目前是最薄卻也是最堅韌的奈米材料，是一種極為柔韌、透明、良好的導體，而這正是石墨烯普遍被認為第一個會被實現的商業化產品；直接的應用包括觸控螢幕、軟性電子紙、甚至是太陽能電池。

▲核能研究所開發癌症放射奈米診療新藥，獲最佳人氣獎

(原能會訊)

行政院原子能委員會核能研究所(以下簡稱核研所)研發癌症診療放射奈米新藥，其研發成果參加「2010 台灣奈米科技展」，在 99 年 10 月 7-9 日台北世貿中心一館 D 區展出，此次共有 55 單位，合計 180 個攤位參展。由現場參觀民眾投票選出核研所為政府單位「最佳人氣獎」，深獲支持與肯定。

癌症治療主要以外科手術切除為主，輔以放射治療或化學治療。核研所在此次參展，以放射治療奈米藥物銻-188 微脂體與化療藥物 5-FU 做比較，並以人類大腸直腸癌動物模式為例子，帶有腫瘤裸鼠，經注射單一劑量放療藥物，平均存活為 54 天，而化療藥物平均存活為 43 天，但是沒有治療藥物對照組動物，平均存活為 26 天。經計算，放療藥物延長存活率為 108%，化療藥物為

67%，從此結果證實體內放射治療(銻-188 微脂體)優於化學治療(5-FU)，並有其他動物模式例子可以驗證。

核研所放射奈米藥物研發團隊正積極整理臨床前實驗數據，包括藥理、毒理方面，並配合放射奈米藥物製造及品管部門生產，預訂民國 100 年申請人體臨床試驗，期望此放射性治療腫瘤藥物，對國人醫療照顧有所貢獻。

【新聞小辭典】

1. 體內放射治療

此類治療是將開放型放射性同位素或其標幟藥物打入體內，其治療原理是利用高度選擇性聚集在病變部位的放射性同位素或放射性標幟藥物所發射出射程很短的 β -粒子，對病變進行集中照射，產生足夠的游離輻射生物學效應，達到抑制或破壞病變組織的目的，而鄰近的正常組織和全身輻射吸收劑量很低。

2. 藥理

藥理學(pharmacology)是研究藥物的學科之一，是一門為臨床合理用藥防治疾病提供基本理論的醫學基礎學科。藥理學研究藥物與有機體(包括病原體)相互作用的規律及其原理。藥理學一方面研究在藥物影響下機體細胞功能如何發生變化，另一方面研究藥物本身在體內的過程，即機體如何對藥物進行處理，前者稱為藥物效應動力學(pharmacodynamics)，簡稱藥效學；后者稱為藥物代謝動力學(pharmacokinetics)，簡稱藥動學。藥理學是以生理學、生化學、病理學等為基礎，為指導臨床各科合理用藥提供理論基礎的橋梁學科。藥理學的學科任務是要為闡明藥物作用機制、改善藥物質量、提高藥物療效、開發新藥、發現藥物新用途並為探索細胞生理生化及病理過程提供實驗資料。藥理學的方法是實驗性的，即在嚴格控制的條件下觀察藥物對機體或其組成部分的作用規律並分析其客觀作用原理。

3. 毒理

毒理學的簡要定義是研究物質對生物體及其他生物系統所產生之毒性及其機轉，並且對暴露生物體遭受毒性嚴重程度及頻率做定量評估。就其本身而論，毒理學依循大部分的基礎生物科學、醫學原理、流行病學、和一部份的物理及化學資訊、研究設計和研究法。由於毒理學的研究目的是為保護生物體的健康或安全提供科學依據的一門學科，因此從學科性質上毒理學屬於預防醫學，為確定安全限值和採取防治措施提供科學依據的科學，也是對毒性作用進行定性和定量評價的一門學科。

▲「2010 輻射劑量暨安全國際會議」

(輻協訊)

國內多個關心輻射安全的單位，行政院原子能委員會、財團法人中華民國輻射防護協會、台灣電力公司、核能研究所與清華大學原子科學院等，曾共同舉辦「1997 輻射劑量暨安全國際會議」。這些單位將於今年 12 月 13 日與 14 日二天假國立清華大學原子科學院工程與系統科學系 NE69 演講廳舉辦「2010 輻射劑量暨安全國際會議」。

此次國際會議以「劑量與安全」為重心，除了有 12 場講座，也有 22 篇壁報論文的比賽。講座內容分為輻射安全、保健物理、醫療品保與劑量評估等 4 個主題。希望此次國際會議的舉行，能提供一個交流的場合，除了給國內輻射防護界帶來新的訊息外，也能有當面跟國外專家討論的機會。本次國際會議邀請的講座學者共有 12 位，其中美國 4 位、日本 1 位、中國 2 位以及國內 5 位。本次會議的進行將各以中文發表演講 50 分鐘，俾使所有參與者能更快速有效的掌握會議內容。有關「2010 輻射劑量暨安全國際會議」的詳細內容事項與報名方式，可上<http://www.iner.gov.tw/>查詢。

▲99—100 年度各項訓練班開課時間

(輻協訊)

班別	組別	期別及日期	地點
放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員研習班	(A 組) 36 小時 許可類 設備	99 年 A5-- 12 月 15 日~ 22 日	(高雄) 輻射偵測中心
		99 年 A6-- 12 月 20 日~ 24 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 A1-- 3 月 2 日~ 8 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 A2-- 7 月 25 日~ 29 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 A3-- 8 月 10 日~ 17 日	(高雄) 輻射偵測中心
	(B 組) 18 小時 登記備 查類 設備	99 年 B21-- 12 月 8 日~ 10 日	(台中) 文化大學推廣部
		100 年 B1-- 1 月 12 日~ 14 日	(台北) 建國大樓
		100 年 B2-- 1 月 25 日~ 27 日	(高雄) 輻射偵測中心
		100 年 B3-- 2 月 23 日~ 25 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 B4-- 3 月 9 日~ 11 日	(台中) 文化大學推廣部
		100 年 B5-- 3 月 16 日~ 18 日	(台北) 建國大樓
		100 年 B6-- 3 月 23 日~ 25 日	(高雄) 輻射偵測中心
		100 年 B7-- 4 月 20 日~ 22 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 B8-- 5 月 4 日~ 6 日	(台北) 建國大樓
		100 年 B9-- 5 月 25 日~ 27 日	(高雄) 輻射偵測中心
		100 年 B10-- 6 月 8 日~ 10 日	(台中) 文化大學推廣部
		100 年 B11-- 6 月 15 日~ 17 日	(新竹) 帝國經貿大樓
		100 年 B12-- 7 月 6 日~ 8 日	(台北) 建國大樓
		100 年 B13-- 7 月 20 日~ 22 日	(高雄) 輻射偵測中心
		100 年 B14-- 8 月 3 日~ 5 日	(新竹) 帝國經貿大樓
100 年 B15-- 9 月 7 日~ 9 日	(台中) 文化大學推廣部		

輻射防護繼續 教育訓練班	3月11日(五)---3小時	台北	
	3月25日(五)---3小時	新竹	
	4月08日(五)---3小時	台中	
	4月21日(四)---3小時	高雄	
	3月31日(四)---6小時	台北	
	4月15日(五)---6小時	新竹	
	4月28日(四)---6小時	高雄	
射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 (1 5 小 時)	進階 13 100年1月19日~21日(進階13-1) 100年1月26日~28日(進階13-2) 員 19期 第一階段—7月11日~15日 第二階段—7月18日~22日 第三階段—8月08日~12日 第四階段—8月15日~18日 進階 14 8月22日~24日(進階14-1) 8月29日~31日(進階14-2)	(新竹)帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班	鋼--6月21日~22日	(新竹)帝國經貿大樓	
	鋼--6月28日~29日	高雄	

□專題報導

▲談低能量與低劑量的輻射效應(二)

—低能的非游離輻射—【接續 105 期】

(許俊男)

(5) 熱以外的作用

對於熱以外的作用，目前也仍在進行各種各樣的研究。進行的是曝露於不會造成溫度上升的低強度電波時，是否對神經系沒有作用、對 DNA 是否不致造成傷害、會不會致癌等的研究。雖尚未得到結論，但有問題的與未見有問題的正反論文都有。是否有再現性是研究電磁場對健康是否有效應時所將面對的課題。

對於電磁場之具有熱作用和刺激·電感作用，是目前已確定的見解。但除此之外是否有其他非熱的作用，迄今仍無定論。

3、低頻電磁場的研究

(1) 在低頻電磁場難有熱作用

為了發生低頻電磁場的熱作用，我們必須加上非常強的電磁場。通常並沒有這樣強的電磁場，所以熱作用不必考慮。代之以考慮的是刺激·電感作用。

如果是低頻的話，人體可以感覺到，且從過去的經驗可測出最大電感電流的量。而在高頻的電磁場（電波），因人體感受不到，所以在此不考慮談高頻的刺激·電感作用。這種隨頻率的改變其作用也不同，也是使得難以瞭解電磁場對健康效應的原因之一。

一般的看法是當生物從體外曝露於磁場時，在體內所產生的誘導電流，「以不致擾亂原在體內電流程度作為管制時便認為磁場不影響健康」。

基於以上的認知，從上述的刺激作用和誘導電流觀點，而定出最大低頻的電磁場值來做為低頻電磁場的曝露限值。在 ICNIRP 對於一般民眾的指引，對於 50 Hz 的磁場曝露限值定為 100 μ T。除此之外仍無定論，認為需要再繼續研究。

(2) 著眼低頻的磁場效應

在高頻時，如能重點考慮到電場的話，便可掌握到其電磁場。誠然，在特殊情形下高頻的磁場雖有可能造成問題，但一談及對健康效應，還是以低頻為主。

在媒體界的說明，多將磁場誤認為等同於電磁場。

在磁場內人體會因應磁場的強度而產生誘導電流。人體受制於電，也有電流的存在。如果外加會產生比原本存於人體電流更大電流的磁場，其對於生物機能的影響則是易知的事。

至於弱磁場又如何是目前研究的主題。並不是要研究是否危險，而是為了要確認有沒有問題而進行研究。

(3) 過去的研究

在日本，如島田所注意到電場的研究報告，訂定了從輸配電線所洩漏出來電場的安全標準。如圖 2.3 所示的，在其研究，是藉由 500 kV 的輸配電線針對靜電誘導而取得對人和兔子的刺激反射、心電圖、血壓等作用，以調查其對生物的效應。結果是在 3 kV/m 以下程度的電場對人有如下的作用：

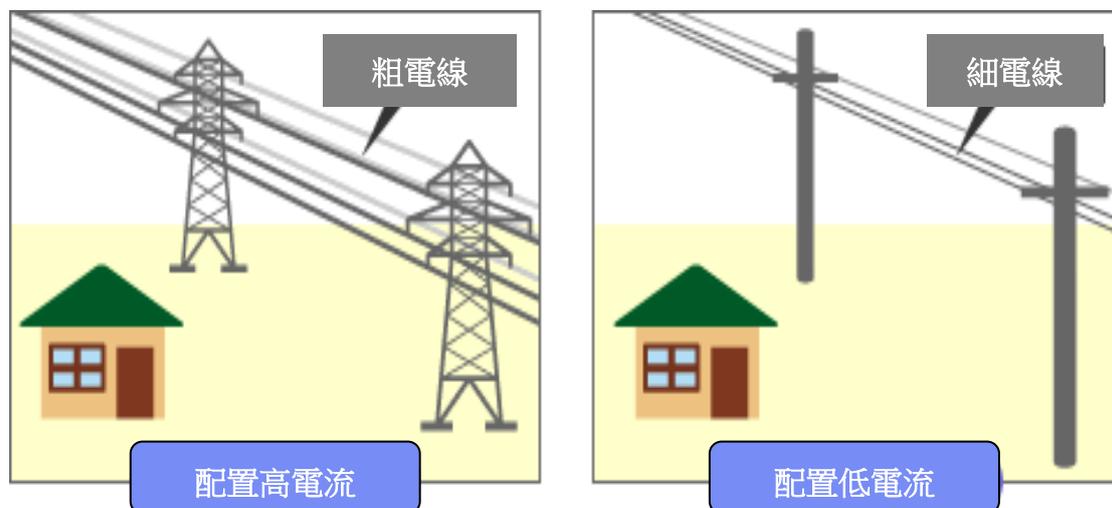


圖 2.3 交流電的輸配電

- a、曝露於磁場後的心跳數，開始雖有 10~15 (次/分) 程度的變化，但在 10 秒內又恢復，曝露前後並無顯著不同。
- b、血壓在開始曝露之後即最高上升 6~7 mmHg，但在 1 分鐘內又回復到曝露開始前的值。
- c、皮膚幾乎無電阻反射上的變化。
- d、雖然身體無反射性的筋之運動，但自律神經系統一度有過反應。

由此可知，如有 3 kV/m 以下程度的電場，則經由靜電誘導而刺激到人，其所及的效應無論是精神上的還是身體上的，都在日常生理上的變動範圍內，且只不過是一時的反應而已。

日本依此結果而定出在高壓輸配電線下的電場強度，於一般人站在地上的 1 m 高度時最大為 3 kV/m 的立法管制標準。這使日本成為在高壓輸配電線的電場研究和管制上的世界先驅。

(4) 存於地面的天然低頻電磁場

落雷的能量是地球大地與游離層間的空間，在共振時形成所謂舒曼共振 (Schumann resonance) 頻率 (如 7.8, 14.1, 20.3, 26.4, 32.5 Hz) 的低頻電磁場。雖然微弱，但可由測定儀器偵檢出其確實存在於地上。其強度為 電場 1 mV，磁場 10 μ A/m 的程度。因雷通常是在地上的某處發生，此低頻電磁場經常地存在地球上的任何地方。

距離地面約一百英哩的天空有一層環狀游離層，與地球表面形成一個空間，大氣內各種震動頻波及電波在此空間中傳播。此低頻波可穿透任何物質，包括人體，稱為舒曼波，其間頻波的共振情況叫舒曼共振 (Schumann Resonance)。舒曼共振所產生的低頻電磁場，人類無從逃避。表 2.4 所顯示的是存於自然界的電磁場。

表 2.4 身體周遭電磁場的大小

對象	磁場的大小 (mG)	對象	電場的大小 (kV/m)
地磁	約 300	靜電	5~20
家庭電化品 頭髮風乾機 (3cm)	25~530	發生雷雲時	3~20
電熱地毯 (2.5cm)	110~190	晴天時	約 0.1
柯掃機 (30cm)	20~200	輸配電線下方	0.1~3
電熱毛毯 (2.5cm)	40~60	ICNIRP 指引 [*]	833 (60 Hz, 公眾) 1,000 (50 Hz, 公眾)
電視 (30cm)	1~20		
輸配電線下方	1~200		

() 內表示離測定物的距離

※ ICNIRP (國際非游離輻射防護委員會)是以 WHO 的環境衛生標準作為科學上的依據，考量安全因數等之後所示的曝露指引值。

4、直流電磁場的研究

(1) 直流磁場的效應

因在所謂 MRI 的醫療檢查裝置所使用的是強直流磁場，所以有助於醫療。但是有關圍繞在醫療診斷的副作用或不良影響的健康效應，迄無定論。目前日本的曝露標準限值是 2 T。

因地磁本來就具有 50 μ T 程度的強度，居住在地上的人類，打從出生就注定要繼續曝露 50 μ T 程度的直流磁場。

(2) 直流電場的效應

再說直流電場，它什麼都不是，只是所謂的靜電而已。有關靜電對健康的效應，到目前還找不到適當的例子。

在乾燥場所，靜電會累積於身體。當人接觸到門的金屬手把等的時候，累積於身體的靜電便會流動，也會感受到電擊。這種靜電的累積，有達數 kV 的情形。有關靜電也同樣存於我們身體的周圍，人無法完全避開。關於靜電，雖有使火花飛揚而釀成火災的問題，但並沒有聽到有關健康效應的其他討論。

5、電磁場(波)過敏症

有過所謂電磁場(波)過敏症的病例報告。既有蕎麥的中毒死亡報告，這種報告實不足為奇。在學術研究論文上見到否定電磁場過敏症的結論不少。因無再現性，結論多被認為是心理層面的因素。就此症來說，怎樣頻率的電磁場會引起過敏，除了要加以確定之外，也要針對個案加以因應。

6、存在生活空間的電磁場與危險度

對於電磁場的健康效應，在流行病學上所顯示危險度的增加指的是腦腫瘍及白血病。雖限定於此 2 種疾病，但在最近也針對其與乳癌、或者阿茲海莫症候群的關係進行研究。

乳癌、腦腫瘍及白血病都是癌症。如要在流行病學上調查電磁場的健康效應，何以針對這 3 種癌症有其原因。因胃癌、肺癌主要源於消化系的飲食生活、呼吸系的吸煙等，即使有了電磁場的效應也看不出來。而乳癌、腦腫瘍及白血病則有可能顯現電磁場效應的數據。

在生活空間範圍內試實測其電磁場。在低頻磁場，乘日本新幹線時約曝露 20 μ T (電磁場曝露標準為 80 - 100 μ T)。如果此低頻磁場真的與腦腫瘍等發病有關係的話，則多數利用新幹線的日本商人必大半死於腦腫瘍。但現實上未見有日本商人受到不良影響。

依在微波領域的實測，從東京鐵塔發射出來的 TV 電波等電磁場較強。東京鐵塔也是觀光景點，訪客也多。雖符合電磁場曝露標準 (61 V/m)，但在其附近建築大樓的 3、4 層測值為 3 - 4 V/m。但腦腫瘍事實上並未見增加。

7、預防原則為何

所謂預防原則，是因為在科學上的研究仍有大的不確定性而尚未得出結論的現階段。作為對策所需要的是在懷疑可能有重大風險度時，今不待科學上的結論而提出執行的政策。有重大的風險或者健康危害性為其判定條件。

在 WHO 也就低頻電磁場的健康效應，作為預防原則而仍在檢討之中。召集利害相關人員就與對策有關的費用或方便性等進行評估，以在實行政策上，從「僅認知有風險的存在，不作任何公式上的對策」到「進行限值的制定」為止的大幅範圍中作適當的選擇。圖 2.4 所示的為各種家電磁場強度與 ICNIRP 的建議限值。表 2.5 則是 WHO 與 ICNIRP 的電磁場建議值和指引值的比較。

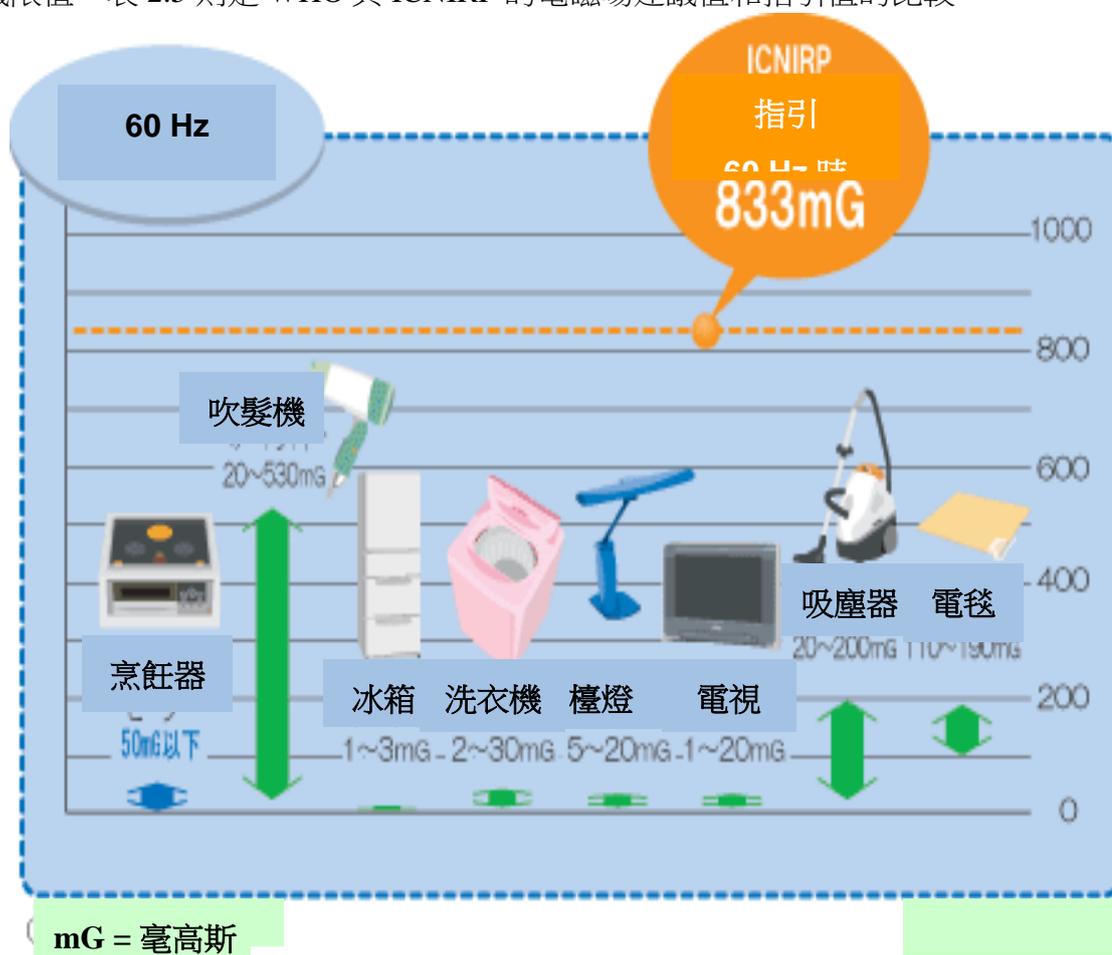


圖 2.4 各種家電磁場強度與 ICNIRP 建議限值

一般的預防原則，對於在現在的科學所提倡對電磁場的曝露限值，不論是預防或者是設定更加嚴格的限值，終究仍是實施預防原則政策的一部分。

最近網路有傳言電腦的電磁輻射超過瑞典的標準而引起大的恐慌，今補充如下。MPRII 標準是由 SWEDAC (瑞典技術委員會) 制訂的電磁場規範。其制訂係受到 SCPE (瑞典專業雇用聯盟，類似台灣的工會) 的影響而訂的，並沒有經過客觀的科學數據驗證過。其所制訂的標準也未被 INICRP (國際非游離輻射防護委員會) 和 WHO (國際衛生組織) 所承認。但如果有產品想銷到瑞典去，就要符合瑞典的規定才可以輸入。然而不符合他們的規定並不表示有危險。

主要參考文獻

1. 三浦正悅，《電磁界の健康影響—工学的・科学的アプローチの必要性》，

表 2.5 WHO 與 ICNIRP 的電磁場建議值和指引

區分	機關	名稱	出版年	數值	說明
電場	WHO (世界衛生組織)	環境衛生標準 35	1984	10 (kV/m)	不需限制進入
	ICNIRP (國際非游離輻射防護委員會)	電磁場指引	1998	8.3 (kV/m)	以工作人員為對象所定的標準
				4.2 (kV/m)	以一般人為對象所定的標準
磁場	WHO	環境衛生標準 69	1987	50,000 (mG)	未顯示有害的生物學上的效應
				5,000 (mG)	也未被認為任何生物學上的效應
				4,166 (mG)	以工作人員為對象所定的標準
	ICNIRP	電磁場指引	1998	833 (mG)	以一般人為對象所定的標準

▲核醫患者之輻射防護自主管理-全民知多少？【接續 105 期】

作者群：黃茹絹、張淑君、李國威、黃昭輝、張栢菁

單位：行政院原子能委員會 核能研究所 保健物理組

其分析評估之理論為：NCRP-160 報告採用 NCRP-124 報告(Sources and Magnitude of Occupational and Public Exposures from Nuclear Medicine Procedures)之保守推估，假設每一位核醫患者在每一次療程中(診斷與治療療程整體來看)對一般民眾造成的個人累積劑量為 10 微西弗($10\mu Sv$)³，單一看待此劑量可說是非常渺小的影響，然而當每位患者於返家或其它行動期間平均接觸到 4 位民眾的話，則以 2006 年美國約 1,800 萬次核醫療程之量來推估，將產生 720 人西弗之民眾集體劑量曝露，假設以 1,000 人西弗代表總集體劑量，則核醫診療患者所造成之民眾集體劑量就佔了 72%。與美國每年核電廠運轉之放射性產物造成的 15%比率(約為 153 人西弗)來相比較，可顯示出核醫診療患者在輻射防護與管理上已引起美國相關單位與全民的重視了。反觀我國每年約有 50 萬人次接受核醫療程，在地狹人稠的都會國家來說，國內核醫患者於返家或其它行動期間所接觸的民眾也相形增加，因此若能具體建立核醫診療患者短期內適當的行動

管理方針、建議或管制措施，預期將可大幅降低對民眾集體劑量之影響，也更可提昇核醫醫療之民生應用的正當性。

就作業之技術而言，核醫診療患者對民眾集體劑量之影響是可以很容易且有效的控制下來的，控制幅度可達到 20%，甚至更低，而這一切關鍵就在於全民上下對輻射防護指引或措施的配合意願！尤以我國地狹人稠之現況而言，核醫患者或其家人對輻射防護自主管理的主動性及意願，其影響力遠大過於主管機關或醫院相關單位的管制力與宣導力。當然，患者、家人、民眾等若能充分得到「知」的權利與義務，建立正確的輻射防護措施觀念及其目的與影響，就更可大大地提高其配合意願了！

在此，筆者綜合國內外核醫單位推廣之輻射防護措施或指引，簡單解釋其輻射防護的背景與原理，以利民眾了解「核醫輻射防護自主管理」在落實與不落實情況下的影響後果。

(一)多喝水、多排尿：

就放射性核種的物理半衰期來說，核醫藥物本身的輻射影響時間往往是幾小時到幾天的範圍。核醫藥物標定常用的放射性核種有：鎝-99m、鉍-201、鎂-67、氟-18 以及碘-131 等，其物理半衰期分別為 6 小時、73 小時(約 3 天)、78 小時(約 3.3 天)、110 分(約 2 小時)以及 8 天。表示當時間經過一個物理半衰期後，放射性核種的活度會降為原來的一半，經過兩個半衰期則其活度降為原來的四分之一，以此類推。若再加上患者本身對核醫藥物的生理代謝反應(即考慮生物半衰期)，則可再加速體內放射性物質的排除率，因此綜合物理半衰期與生物半衰期之雙重影響，實際造成輻射曝露影響的有效半衰期會更短。

而這也是為什麼輻射防護措施常常要求一般患者要多喝水和多排尿，目的也是為了加速體內核醫藥物的排除，進而縮短輻射曝露的影響時間。尤其是接受核醫藥物當天，喝水量與排尿量的建議量或次數往往最多，因為第一天的放射性活度最強，藉由喝水排尿可加速體內排除，有效降低體內放射性核種的殘留量及強度。以碘-131 治療為例，依據臨床資料顯示，藉由第一天多喝水、多排尿的做法，通常第一個 24 小時的體內放射性活度可大量排除掉約 75%。當然，針對腎臟代謝水功能異常等特殊患者，醫師將會另行評估與指導，不完全適用此作法。

(二)注意衛生習慣：

核醫藥物自體內代謝排除的途徑並非只有經由尿液，尚可經由唾液、汗液、糞便和母乳等體液途徑來代謝，因此為了避免經由這些途徑造成輻射曝露的可能性時，在輻射防護衛教設計上就會特別提醒核醫患者一些衛生習慣的注意，主要如下：

1. 上完廁所後，馬桶沖水至少沖洗兩次，馬桶蓋內外側要清理乾淨。因為患者的尿液或糞便未清理乾淨時，可能會成為另一項輻射污染來源。
2. 盥洗時採用淋浴的方式洗去汗液，並於盥洗完畢時沖洗乾淨淋浴間。
3. 基於環境保護下，仍建議少使用免洗餐具，盡量使用易於清洗的個人餐具組，使用過後多清洗幾次，且數天內不與家人共用餐具。與家人同桌用餐的

時間沒有絕對的限制，只要與醫師或輻射防護師討論後評估，在家也可以很自然地與家人共享美味。

4. 患者使用過後的衛生用品或保健用品等廢棄物，盡量與家裡的一般廢棄物分別收集處理，並置放於家人甚少接近的位置，數天後再行丟棄。
5. 依醫師的指示暫停或永久停止哺餵母乳，保護嬰幼兒的輻射安全。
6. 若患者本身有容易咳嗽或打噴嚏的傾向，建議與民眾相處時一定要戴上口罩並摀住口鼻，尤其是與孕婦或幼童接觸時更要留意戴上口罩。
7. 核醫患者以手碰觸到人或東西時並不會導致放射性污染，因為核醫患者絕對不是傳染源，而且其體內放射性活度會於數天內衰減殆盡，所以請家人或民眾無須心存戒心。當不小心誤觸患者的體液時，請即刻以水沖洗乾淨即可，無須擔心會有任何放射性殘留於身體等疑慮。

(三)保持適當距離與相處時間：

輻射防護最基本三大原則即是：距離遠、時間短和適當的屏蔽，其中最直接且有效的方式即是保持遠距離與短時間相處。因此居家輻射防護指導設計上，須包含以下相關資訊：

1. 核醫患者與家人在多久期間內要保持幾公尺的距離。
2. 相處時間不超過幾小時。
3. 患者夫妻之間需於幾天內分房睡。
4. 家中的嬰幼兒或孕婦最好在最初幾天內不同住在一起。

諸如此類的衛教指導可因人、因地、因時而異。

在國內最常採取的做法多為使用制式化衛教單張設計，以最保守的態度來設計建議居家相處模式，這樣的指引看似明確簡單，但其實對很多家庭來說或許不太適用，容易造成不便進而不易執行。倘若醫師或輻射防護師能夠針對核醫患者本身的自主照護能力、生理代謝狀況、居家生活型態以及工作型態等，來評估適合該患者的居家相處模式，將可以更貼近民眾的心及需求，來提升落實患者居家自主照護的成效。

另外，回顧前述核醫患者對民眾集體劑量的影響因素，主要是來自於“接觸者眾”。這其中除了居家接觸到家人以外，還包含在醫院內行動所接觸的、在回家途中所接觸的，以及外出工作所接觸的大眾。因此輻射防護衛教設計也必須考慮到這些情況，才能更有效地降低“接觸者眾”的影響力。列舉幾項常見的指導如下：

1. 在醫院內行動，應盡量避開人群多的地方，並減少逗留閒逛的時間，快速通過人群。
2. 自醫院返家時，應即刻回家，不應先前往他處逗留。也不建議直接投宿旅館(考慮到下一位投宿者或旅館清潔人員的輻射安全)，或直接前往搭乘飛機(考慮到長途旅程中機場內與機上其他乘客的輻射安全)。
3. 回家交通方式建議以自小客車為主，可自行開車或請家屬開車，且患者應乘坐距離駕駛座最遠的位置。若不方便自行開車或請家屬開車者，可建議以乘坐計程車之方式，但路程以不超過二小時為主，並且應不刻意隱瞞，要讓計

程車司機獲取該患者已接受核醫診療並獲准回家之資訊(建議醫院能夠主動提供患者已接受核醫診療並允許外出之證明卡)。倘若必須搭乘大眾運輸系統，則路程中應儘量避免人潮多的地方，並減少逗留閒逛的時間，快速通過人群。

4. 若患者的職業是與嬰幼兒、兒童或孕婦等互動頻繁的工作，則應事先告知醫師，並請醫師或輻射防護師評估返回工作崗位的適當時機與相處模式。
5. 患者本身不應刻意隱瞞自身已接受核醫診療之事實，外出時隨身攜帶醫院所給予的允許外出證明卡；必要時，例如無意間通過輻射偵檢儀器而發生警鳴時，亦可出具此證明卡以利管制人員了解。國內目前似乎尚無此類似證明卡的措施指引，筆者在此提出建議，盼可做為國內主管機關或醫療單位的參考。

(四)居家照料者的條件、職責與注意事項：

照顧核醫患者的照料者，最好是以某一位家人為主，並且是確定未懷孕的成年人，其職責主要是協助不能完全自主照護的核醫患者，讓他(她)的起居生活安定，醫療照護與身心休養得適，以獲得良好的醫療品質。當決定家中哪一位家人擔任照料者時，應讓醫師確實了解，而醫師也必須告知該照料者在協助照護之過程中，可能接受到比其他家人與一般民眾稍微高一點的輻射劑量。由於照料者接受此類輻射曝露可確保家中患者的身心健康，因此在我國「游離輻射防護法」相關規範下，為可容許的醫療曝露⁴。

針對以上，或許有些民眾在獲取這些輻射防護衛教資訊後，心中仍難免狐疑：例如患者會存疑，照著做，真的就能讓我的家人免於受到我的照射嗎？而家人或民眾的想法可能是，照著做，我真的就不會被照射到嗎？筆者在此想藉機澄清一個觀念，按照輻射防護衛教指引去實踐，雖不能完完全全免於輻射曝露，但確可保障遠低於一般民眾的劑量限度，並降低到低於天然背景輻射的影響範圍。所有輻射防護指導設計都是建立在專業知識的基礎之上，然後再轉換成民眾容易理解的指引語言，如此無非是希望能讓民眾輕易地落實於生活，進而達到「核醫患者安心休養，家人民眾心安生活」的輻射防護之目的。倘若國人各個都建立起輻射防護的正確觀念並且全民落實，那麼核醫藥物的診療應用才可真正達到它最大的醫療價值與效益。

參考文獻：

1. Imaging agents: A global business report. Global Industry Analysts, Inc.; Oct 2005
2. Ionizing radiation exposure of the population of the United States. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. Report NO. 160; 2009
3. Sources and magnitude of occupational and public exposures from nuclear medicine procedures. Recommendations of the National Council on Radiation Protection and Measurements. Report NO. 124; 1996
4. 游離輻射防護法. 中華民國九十一年一月三十日總統華總一義字第0九一000

一九〇〇〇號令制定公布

歡迎賜稿，稿件請寄新竹市光復路二段 295 號 15 樓之 1 或電傳(03)5722521 或 email 輻防協會編輯組李孝華小姐收 TEL：(03)5722224 轉 314。來稿一經刊登，略致薄酬(政令宣導文章，恕不給稿酬)。

如蒙賜稿，新聞類每則請控制在 500 字以內，專題類每篇以 2000 字內為佳。