

■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、  
翁寶山、張寶樹、董傳中、趙君行、蘇獻章 (依筆劃順序)  
■發行人：翁寶山 ■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

### ▲ LNT 假設發現缺陷——日本電力中央研究所的研究成果——

(台機社季刊總編輯 劉振乾)

#### 1、LNT 假設發現缺陷

日本電力中央研究所(以下簡稱電中研)從 1988 年開始有關低劑量放射線的研究，歷經近 20 年的努力，收到豐碩的成果。在 2007 年 6 月發表成果指出：過去約 30 年來已成為定論的「LNT 假設」具有缺陷。

線性無低限假說(linear non-threshold hypothesis, 以下簡稱 LNT 假設)如圖 1 所示，採用無「低限值」的線性假說，認為不管多低的放射線也與劑量成比例而提升其危險度(risk)。

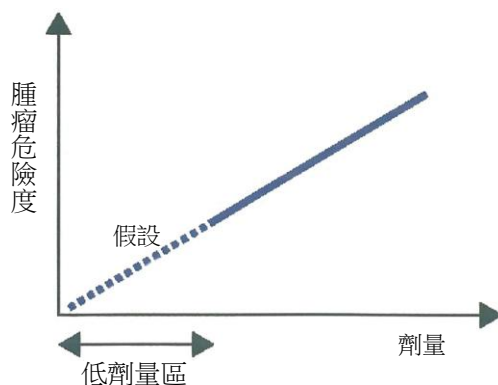


圖 1 線性無低限假說

如今被世界各國奉為圭臬的「LNT 假設」乃形成輻射防護基準的基礎，但被證明其有缺陷。

此假設為突然變異的發生率與放射線的曝露量成比例的想法，乃基於使用果蠅(學名 *drosophila melanogaster*) 的精子作實驗得來的結果。

電中研則證明：實驗所使用的精子為沒有去氧核糖核酸(DNA)修復機能的特殊細胞，經再度實驗的結果，證實當接受低劑量放射線時，突然變異的頻度反而會下降。

很多國家的輻射防護基準乃以國際放射線防護委員會(ICRP)的防護基準建議為其基本。此建議採用發生癌症與遺傳的影響等的出現頻度與劑量成正比，為無低限值的假設。

採用 LNT 假設的原因乃可單純化基準更可避免被人批評過於低估放射線的影響。然而也有人指出過大評估的弊害，例如造成車諾比爾事故後，歐洲因恐怖心理作祟而導致人工墮胎的件數劇增(事實上其曝露量甚微,對胎兒不會有影響)。

電中研認為「不要過大也不要過小，必須適正的評估放射線的影響」，因此檢證 LNT 假設。此假設乃參照 1930 年使用果蠅的精子作實驗結果，電中研認為所使用的精子大部分為已無 DNA 修復機能的成熟精子，要將實驗結果延伸於使用有 DNA 修復能力的人體為不適切之舉。乃使用未失去 DNA 修復機能的未熟精子作追加實驗。

**結果如下：**

在 1 西弗以下的低劑量，接受放射線時其突然變異的發生率下降，判明有 DNA 修復機能的細胞存在某一低限值。

劑量為 0 的發生率為 0.3%，而劑量為 0.2 西弗則為 0.07%(最低)。

電中研認為由於接受低劑量放射線而使 DNA 修復機能獲得活化為其原因。反之，如劑量超過 1 西弗將會引發突然變異，使發生率增加。在過去 10 年來經由動物實驗，已確認低劑量放射線的抑制癌症發生的效果,本次的實驗結果應可對「LNT 假設是事實」發出警鐘。

電中研接下去要做如何將動物實驗的數據轉用於人體等一連串工作，以確立可適當評估的方法。

#### **\* 1930 年使用果蠅的精子為已無 DNA 修復機能的成熟精子**

為什麼這一事實是關鍵性的？這就要提到崔邦多(L.Tribondeau)-貝功尼(J.Bergonie)定律，經由老鼠的實驗所導引出的放射線生物學的基本的法則為：當分裂旺盛的細胞或未成熟的細胞接受到射線照射時，比已經完成分裂的細胞或已分化具有機能的細胞更容易受到強烈的影響。有關 DNA 修復機能參閱第 5 節。

## **2、電中研研究低劑量放射線的歷史回顧**

1980：美國學者洛基提倡低劑量放射線對人體有益的激效(hormesis)效果。

1985：電中研第一代原子力部長服部禎男博士洽美國電力研究所(EPRI)理事長。

1985.8：於美國加州奧克蘭舉行放射線激效第一屆國際研討會。

1988：電中研開始低劑量放射線的研究 (與岡山大學醫學院共同研究)。

1989：服部禎男博士升任理事，更致力推動研究放射線激效。

1993：建立低劑量研究的網路，與東京大學、京都大學、大阪大學等 14 家大學共同研究其後並與加拿大渥太華大學等連繫，檢證發癌與老化的抑制，生

體防禦機能的活化等。

- 1996：到本年為止，已獲確認者有：對白老鼠照射致死量的高劑量放射線時，如事先先照射低劑量放射線，則其生存率提升約兩倍。
- 2000：設立低劑量放射線研究中心，其後引進日本只有兩處的低劑量放射線長期照射設備(對白老鼠從出生到死亡連續照射每小時 0.1 毫西弗到 1 毫西弗)(可製造出有自然放射線之 100 到 1,000 倍的放射線環境)。
- 2003：開始低劑量放射線生物影響的評估(第一階段)，在國際上國際低輻射期刊 (*International Journal of Low Radiation*)創刊。
- 2005：國際上：由法國醫學研究院與科學研究院發行的共同報告書低劑量放射線的發生癌症效果的評估與劑量效果關係。
- 2007：引進可將低劑量放射線針對一個一個的細胞核的中心照射的設備，為可移動式且為世界最小的直徑 2 微米的微射束。
- 2008：將構築改變遺傳基因的白老鼠生產系統。

### 3、有些科學家指出「直線假說為 20 世紀最大的醜聞」

隨著低劑量放射線研究的日新月異,越來越多的實驗結果證實確實存在所謂的激效現象,也就是「低劑量放射線照射對人體有益」的現象。1977 年獲得諾貝爾生理學醫學獎的耶羅(Rosalyn S.Yalow,1921-)博士說道：背景輻射(也就是自然放射線)量增大到通常基準的 3~5 倍值的時候,也沒有發現有害的影響的證據。---過剩的法規管制與追求合理抑低的健康管理基準(as low as reasonably achievable, ALARA),這些再與由原子彈而來的放射線的觀念結合的結果,造成一種氣氛：即使很微小的放射線也要視同危險。---對於任何數量的放射線懷著不安態度,將會關閉在醫療、科學、產業上有效利用放射線與輻射的途徑。

曾經任職於斯德哥爾摩放射線物理學協會的 G 窩林達教授更是斬釘截鐵的說：現行由放射線引起的發生癌症模式不僅與現在的腫瘤學不一致,且更嚴重的是因此而產生對放射線的危險的無數的誤解。

我最擔心的是當我們想辦法盡力改善健康環境問題的時候,放射線學說(即上述的直線假說, LNT 假說)卻反而把這些問題帶向更惡化的路。我要不客氣的說這正是 20 世紀最大的醜聞,為什麼窩林達教授如此「嫉惡如仇」?

### 4、讓證據說話

在此先對激效的定義加以確定。很多人又稱他為「放射線適應反應」。

其定義為「放射線多量則有害,但微量則成為生理的刺激而產生生物體機能的活化效果」。

先看看發現造成如此驚人成果的利器在哪裡?下圖為第二節中所提到的「低劑量放射線長期照射設備」。

在電中研從事低劑量放射線生物影響的第 1 年到第 10 年,所使用射源為高劑量 X 射線。然而要看低劑量放射線的影響,必須以低劑量率照射且能維持連

續照射相當長的時間，所以後來改用射源。其設備的房間為 9m x12m (高 5m)，有 60cm 厚的混凝土屏蔽牆，內有 37GBq 與 370GBq 的  $^{137}\text{Cs}$ ，如圖 2 所示：



圖 2 低劑量率放射線長期照射設備

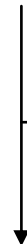
\* 研究的目的：

研究的目的如下所示：

正確瞭解有關微量放射線的生物影響



重新檢討無低限值的直線假說



基於科學研究的影響評估的防護基準

減低社會不安

### (1) 同一劑量也有不同的影響

對白老鼠以不同的條件照射放射線，而比較其影響。

每週一次 1.8Gy(相當於一年內接受的自然放射線的約 1,000 倍)的 X 射線在短時間內加以照射(也就是以高劑量照射)，照射 4 次共有 7.2Gy 的總劑量的情形下有 9 成以上的白老鼠發生胸腺淋巴腫瘤(圖 3 曲線 a)。

與此相對的，以每一小時約 1.2mGy 的低劑量率，在長達 450 天的長期間照射的結果，總劑量也一樣達到 7.2Gy 以上，甚至超過 10Gy 也沒有發生淋巴腫瘤 (圖 3 曲線 b)。

由此可看出即使總劑量增加而劑量率低的時候發生癌症的風險小，也顯示因劑量率的不同，放射線的影響也大有差異。

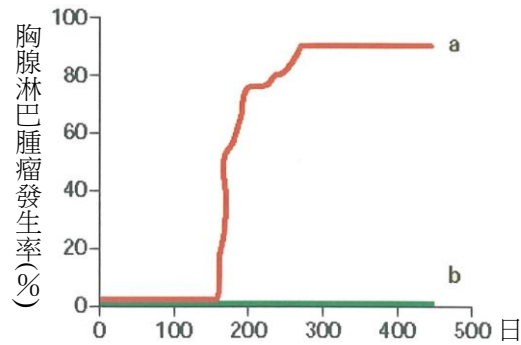


圖 3 劑量率導致腫瘤發生率的差異

## (2)發症的抑制與壽命的延長

與傳統的想法不一樣，經由電中研的各項實驗已證實低劑量放射線會對生體帶來良好的影響的效果。

針對具有容易得到癌症或糖尿病的體質的白老鼠(即病態模式白老鼠)照射微量的放射線，以調查對疾病與壽命會帶來什麼影響，其結果得知具有下述的效果。

與非照射群相比，在照射期間內(約 20 天)接受 1.2mGy/h 劑量的白老鼠的生存率在 200 日齡時仍高達 80%，而非照射群則在 145 日齡前全數死亡(圖 4)。

\*自我免疫疾患的白老鼠的壽命的延長(圖 4)

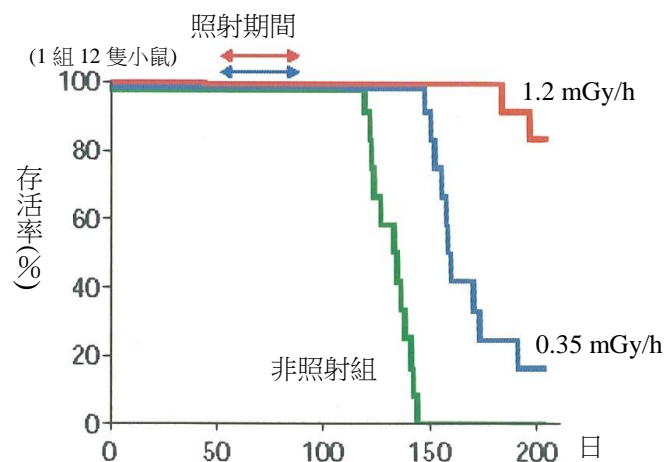


圖 4 壽命期延長效應

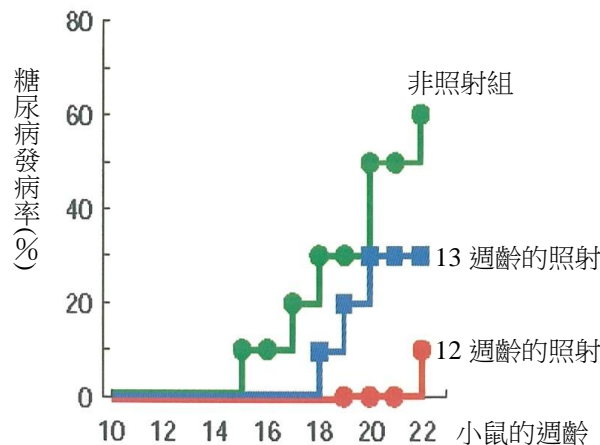


圖 5 糖尿病抑制效應

圖 5 為照射 0.5Gy 時白老鼠的糖尿病的變化，與非照射群相比，糖尿病的發病率由 60%降低到 10%,效果顯著。

- 糖尿病模式白老鼠的壽命延長

由上述結果可知微量的放射線具有強化生物體的防禦機能效果。

### (3)對成人型糖尿病也具改善效果

電中研在 2007 年 8 月 27 日宣布低劑量放射線對成人型糖尿病的病體具改善效果，對白老鼠照射三星期的每小時 1mGy 的低劑量放射線，會活化了對活性氧氣的防禦機能，並且對會破壞製造胰島素的細胞功能受到抑制。電中研也認為應具有對成人型糖尿病的併發症具有抑制效果，今後將詳加檢證，另一實驗則有一些白老鼠的血糖值恢復到發病前的值，被視為可帶來新的治療法。

低劑量放射線對 I 型糖尿病的發病具有抑制效果是早就知道的事實，然而對成人的 II 型糖尿病的有效性僅憑溫泉療法等的經驗而已，沒有科學的根據。電中研在過去的實驗裏證實，對已發生 II 型糖尿病的白老鼠，一輩子都給他照射低劑量放射線會具有延長其壽命的效果，這次的實驗則解釋為何有效，而確認對 I 型的效果也可適用於 II 型。

## 5、機制在哪裡？

### \* 活性氧氣與激效效果

活性氧氣對健康有害是眾所皆知的，它會傷害細胞的去氧核糖核酸發展為癌症，氧化細胞膜促進老化，並使血液中的物質氧化引起動脈硬化。

當血液中的惡質膽固醇 LDL 過剩時，會被儲存於血管壁，而活性氧氣開始攻擊它。被攻擊的 LDL 被氧化掉，白血球之一的巨噬細胞(macrophage)開始吃此被氧化的 LDL，但被氧化的 LDL 太多，巨噬細胞處理不了，會堆積於血管壁，使血管變狹窄引起動脈硬化。

要消除過剩的活性氧氣必須靠過氧化氫酶 (catalase)，過氧化物歧化酶 (superoxide dismutase, SOD)等抗氧化物質之助。根據當時電中研的山岡研究員



(現為岡山大學醫學院教授)的實驗結果，由於激效效應，SOD 會增加。

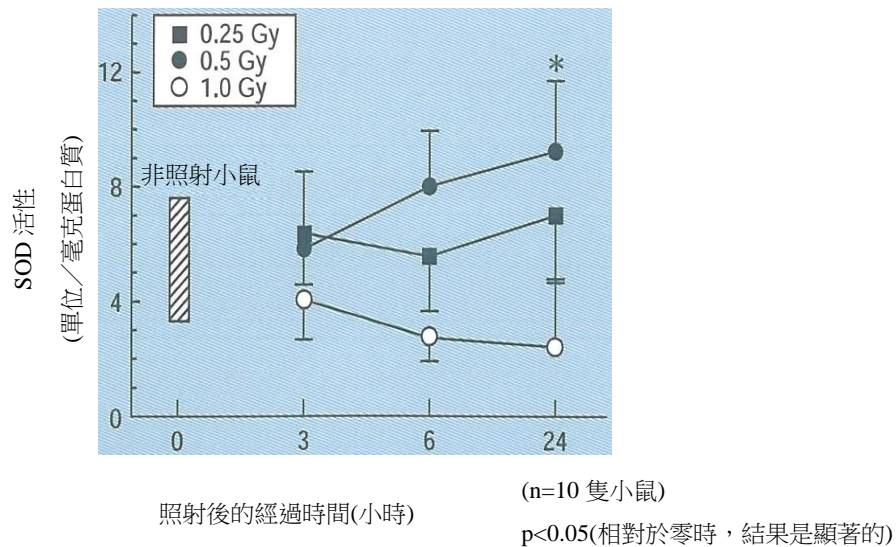


圖 6 週齡為 12 的 NOD 鼠脾臟 SOD 活性的變化

對 12 週齡的白老鼠施以 0.25Gy、或 0.5Gy、或 1.0Gy 等三種劑量之一，以 X 光線(劑量率為 1.57mGy/min)加以全身照射一次，調查具有除去超氧化物 (superoxide)能力的酵素 SOD 的活性的變動。

其結果為圖 6。在 0.5Gy 的照射隨著時間經過其活性越來越增加，0.25Gy 的照射群沒有明顯的變動，而 1.0Gy 照射群則慢慢減少。

也測定了由於活性氧氣與細胞膜的反應而產生的過氧化脂質量，此值越高表示氧化的損傷越大，因照射的結果 0.5Gy 照射群的過氧化脂質量呈現減少(圖 7)。其他的照射群則與活性氧氣 SOD 的活性之變動成反比例的變化，1.0Gy 照射群增加，而 0.25Gy 的照射群沒有明顯的變動。

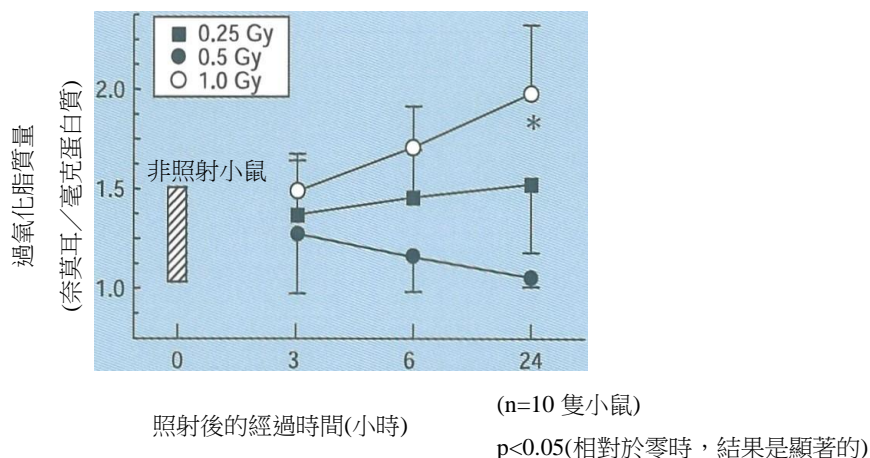


圖 7 週齡為 12 的 NOD 鼠脾臟過氧化脂質量的變化

另一種抑制糖尿病的發症的現象則如前述【第 4 節 之(2)】

- 另一種機制---促進細胞凋亡

生物體具有主動的除去不需要的細胞的機制，即所謂的凋亡(apoptosis)。這機制主要用於如蝌蚪變為青蛙時將尾巴的細胞去除，在發生與成熟的過程將不需要的細胞去除的機制，也使用於去除 DNA 受到嚴重損傷的細胞的去除。

### (1)何謂凋亡?

當細胞內的 DNA 因為放射線受到損傷時，大部分的損傷會被 DNA 修復機構加以修復。然而損傷太嚴重以致無法完全修復的時候，細胞具有受損傷的 DNA 很可能變為致癌的原因。而凋亡，又稱細胞自爆機制則是主動的去除具有如此這般的細胞的機制，也因為這一功用才能維持個體的恆定性(圖 8)。

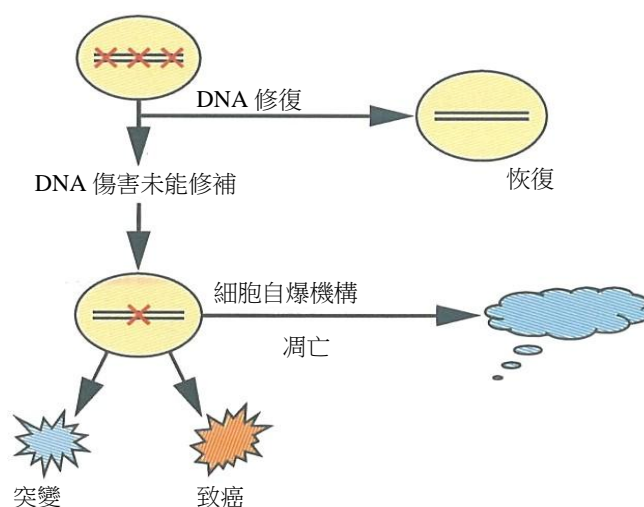


圖 8 凋亡的模式圖

註 1.凋亡(apoptosis)是一種細胞受環境刺激後，在基因調控之下所產生的自然死亡現象，故亦稱之為細胞程式死亡，與細胞壞死(necrosis)有所區別。細胞壞死一般被認為是細胞在遭受物理性傷害後所造成的惡性死亡，其特徵包括胞器遭受嚴重破壞以及細胞膜喪失其完整性等，然而這些現象都不是在基因調控之下所產生的。而在發生凋亡的細胞中，可發現細胞質中產生小泡囊、染色質濃縮以及去氧核糖核酸斷裂等現象。

### (2)藉低劑量放射線促進凋亡

一種稱為 MOLT 4 的細胞以可藉放射線照射而迅速引起凋亡著稱。對此細胞照射 5Gy 的 X 射線時，在照射 6 小時後產生凋亡，而 24 小時後凋亡細胞的比例約達 90%(圖 9 空心)。若在照射 5Gy 之 12 小時前先行照射 0.2Gy 的話，則在照射 5Gy 之後凋亡細胞的出現會提早，在照射 4 小時後就出現凋亡細胞(圖 9 實心)。

### (3)促進凋亡的機制

凋亡有種種遺傳基因參與乃為已知的事實，其中以 p53 在 DNA 修復不完全的情形下會活化，而啟動凋亡的機制佔最重要的角色。分析先前的 MOLT 4 細胞照射後的活化 p53 遺傳基因的**量**，在預先照射 0.2Gy 的細胞再照射 5Gy 的高劑量時，活化的 p53 的量比單純照射合計劑量(5.2Gy)的時候還要多(圖 10)。



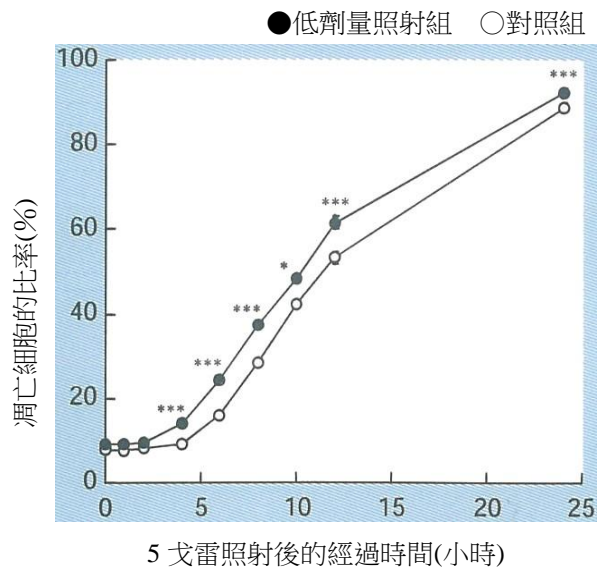


圖 9 由於低劑量照射而促進凋亡

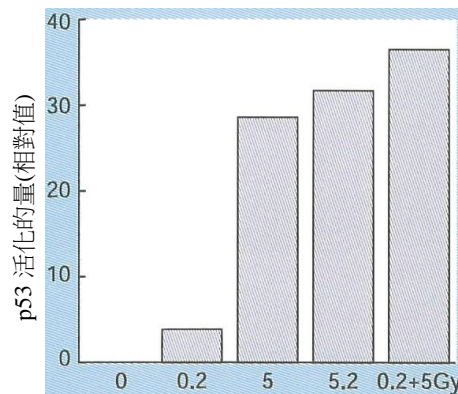


圖 10 事先用低劑量照射基因 p53 的活化

Y 軸為活化了的 p53 的量(相對值)

#### \* 低劑量放射線也可以活化 DNA 修復機構

p53 遺傳基因的第三種功用經確認可修復受傷的 DNA，奈良醫科大學的大西教授證實低劑量放射線可以活化 p53 遺傳基因。他先使用白老鼠後來又用大型鼠 (rat) 作實驗，把這些動物以低劑量放射線加以全身照射經過數小時後的一組與完全沒有照射的另一組作比較。

被比較的 p53 遺傳基因是在腦、肝臟、脾臟、骨髓、副腎等的細胞內的遺傳基因，其結果全身照射的一組，其 p53 遺傳基因有數倍被活化。

結論來說，低劑量放射線會活化癌症抑制遺傳基因的 p53 遺傳基因，因而可抑制肺癌、胃癌等的發生。

#### 6、對人又怎麼樣呢?---由流行病學調查的結果

以居住在高自然放射線地域的居民為對象的調查包含男女兩性，從老到幼的各年齡層，過著一般的生活因而具有以不接受特殊的壓力的人為對象的特徵，並且是低劑量率且長期(終生)的曝露。

適合這種條件的地方，且人口數夠多能做流行病學調查的地方屈指可數，中

國廣東省的陽江地區是其中之一。此地的自然放射線有通常的 3 倍，達每年約 5.4 毫西弗。1987 年開始作流行病學調查，這地區有 384 個村莊，120,000 人。

湖南省勞動衛生研究所發表報告指出：此地區的肺癌的死亡率與胃癌的發生率都非常低。以中國全部定為 100% 的時候，則在陽江縣的肺癌的死亡率為 73%，胃癌的發生率則僅有 48% 而已。

陽江縣的自然放射線之所以高，係在於地層，其地層多花崗岩，而花崗岩又含有較多的鈾及鈾會放出放射線。地表附近的土壤與其他地區相比，鈾約高 4 倍，而鈾約高 6 倍，鐳約 6 倍，因此住在這 384 個村莊的人就接受如此的微量放射線。

癌症的發生率低表示免疫力強，提升免疫力不僅對治療癌症很重要，對維持日常的健康也是很重要的。

### \*劑量率效果

即使是同一劑量的放射線，在短時間內給予，或在長期間內細水長流的給予，生物效應作用的表現不同。一般來說，劑量率越小，其作用越小。這一現象稱為劑量率效果，劑量率效果可以用生物體防禦能力加以說明(圖 11)。也就是一下子接受高劑量時會帶來超越防禦能力的損傷，因此真正的傷害會很大(圖 11 上段)。

如果以低劑量率細水長流的給予，因為在每一時刻都會有生物體防禦能力加以因應，因此實際產生的傷害會很小(圖 11 下半部)，如果劑量率極小，傷害根本不會發生。

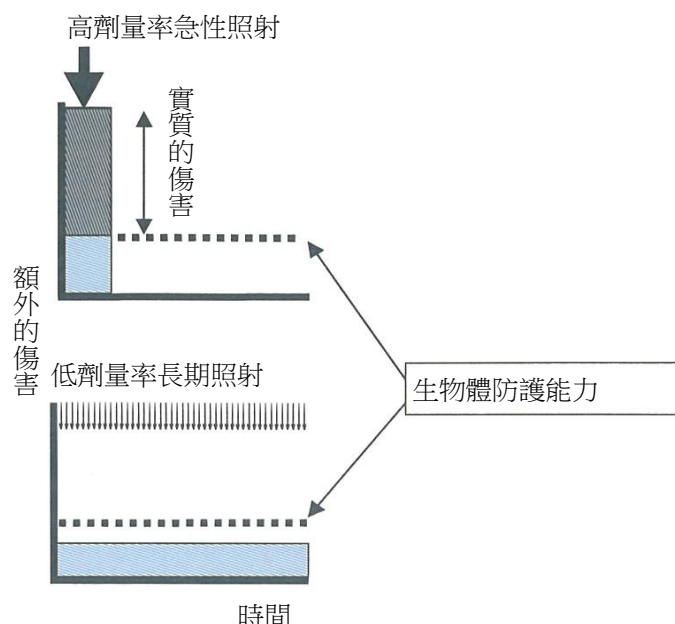


圖 11 生物體防護機能與劑量率效應

### ● 三朝溫泉的氡療法

本文從學術觀點介紹激效效果，其實在我們身邊就有微量放射線對身體有益的實證。

其代表就是鐳溫泉(氡溫泉)，在這種溫泉接受微量放射線或吸入由鐳釋出的氡氣，在日本鳥取縣的三朝溫泉每年有 170 萬人來泡溫泉，它是典型的鐳溫泉，其放射線量每公升中有 400 貝克。而溫泉地一帶也有微量的放射線，與週邊的農村地帶相比其量達約 2.4 倍。

三朝溫泉有關癌症死亡率的研究報告是由岡山大學副教授的御正明博士與大阪府立成人病中心、國立癌症中心、近畿大學等的共同研究，以 37 年的資料分析所得的結果。

此一研究將三朝町的全部居民區分為三朝溫泉地區(約 3,400 人) 與週邊農村地域(約 5,500 人)，將 1952~1988 年間的死亡原因以統計方法加以分析作出比較。

如果全國平均為 1.0 的全癌死亡率在三朝溫泉地區男性為 0.54，女性為 0.46，溫泉週邊地區則為男性為 0.85，女性為 0.77。如單以肺癌來說，三朝溫泉地區男性為 0.48，女性為 0.19。溫泉週邊地區男性為 0.93，女性為 0.37 (表中數值四捨五入)。



圖 12 三朝溫泉地區居民的癌死亡率

另外也做與週邊農村地區的比較，如以週邊農村地區的全癌死亡率為 1.0 將其與三朝溫泉地區的數據加以比較，其結果三朝溫泉地區的全癌死亡率為 0.67，胃癌為 0.59，肺癌也確認有此傾向，明顯的證明三朝溫泉地區的癌症死亡率比週邊農村地區為低。

從這些數據來看，接受微量放射線的機會較多的三朝溫泉地區的人群與週邊農村地區的人群相比，癌症死亡率只有約一半。

### \* 為什麼？

為了在科學上取得其機制，電力中央研究所與岡山大學三朝醫療中心(此機構專司研究**氡療法**)合作，進行有關氡熱氣浴效果的基礎的研究。

三朝醫療中心利用放射性溫泉對呼吸器系疾病、風濕性關節炎、消化器疾病、高血壓、動脈硬化、糖尿病等疾病、老年醫學領域的疾病等進行治療。

以溫泉療法而言，利用三朝溫泉的碳酸氫鈉食鹽放射性溫泉的泉質，作下述 6 種療法：1.入浴療法。2.藉溫泉池的療法。3.敷貼礦泥療法。4.吸入療法。5.飲泉療法。6.熱氣浴療法。其病例數還不夠多，尚無法達到統計學上可得的顯著量，不過其住院病床使用率約 90%，門診平均每天超過 100 人。

治療對象之一的變形性關節症被稱為與活性氧有關聯疾病之一，就此疾病病人的血液中的抗氧化機能、活性氧病關聯指標、免疫機能等因素調查在氡高濃度熱氣浴反覆治療時的變化特性。針對 20~70 歲的病人總計 20 名，在該浴室(氡濃度  $2,080\text{Bq/m}^3$ ，室溫  $42^{\circ}\text{C}$ )作一天一次 40 分鐘，高濕度下的治療，每隔一天治療一次，在第一次的治療前(對照) 治療後，開始治療後的第 2、4、6 週日，分別於其治療後抽血分析。其結果獲得如下所示，可見**氡溫泉浴的治療效果**。

1. 消除活性氧氣的抗氧化物質之一的 SOD 的活性呈現顯著的增強(圖 13)，以及由於活性氧會帶來的氧化的損傷，其指標為過氧化脂質呈現減少(圖 14)，顯示與活性氧關聯疾病的氧化的傷害已有減輕。
2. ConA 少年化(註 2)反應(圖 15) 呈現顯著的增強，顯示免疫機能的亢進。
3. 可使毛細血管，細動脈收縮而引起血壓上升作用的後葉加壓素(vasopressin) (註 3)的值顯著的減少(圖 16)。此應與促進組織血流隻循環的機制有關。
4. 從神經末端分泌與痛覺的控制有關的  $\beta$  腦內啡( $\beta$ -endorphin) (註 4)的值顯著的增加(圖 17)，顯示疼痛有減緩。

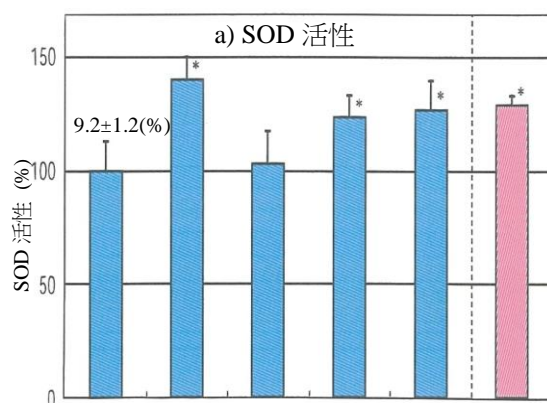


圖 13 SOD 活性隨溫泉治療時間的變化(時間座標見圖 15)

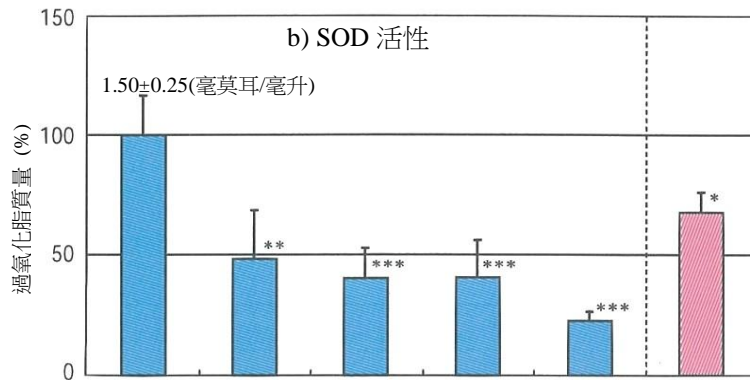


圖 14 過氧化脂質量隨溫泉治療時間的變化(時間座標見圖 15)

實驗顯示：經過 6 週後過氧化脂質量甚至比健康者為少。

註 2.少年(juvenile)化：淋巴球一般由在骨髓的多功能性骨髓幹細胞分化而成熟，這在免疫上扮演極重要的角色。但若淋巴球遇到與其相應的特定抗原時，則在成熟前就進行細胞分裂而增殖，亦即年幼的細胞形態。這種現象稱為「少年化」。

註 3. 後葉加壓素(vasopressin)由下視丘核神經細胞分泌，而貯存於腦下腺後葉的肽類激素，能刺激肌肉組織的微血管和小動脈的收縮，促使血壓增高；藥物上用作抗利尿劑。英文縮寫 ADH。亦稱抗利尿激素。

註 4.β 腦內啡(β-endorphin) β 腦內啡為腦下腺 β-抗脂肪肝激素的 31 個胺基酸肽段，具有與嗎啡類似的活性。

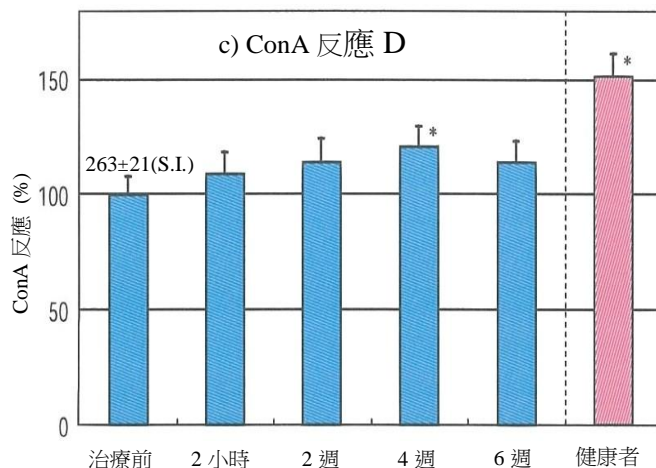


圖 15 ConA 蛋白少年化隨溫泉治療時間的變化

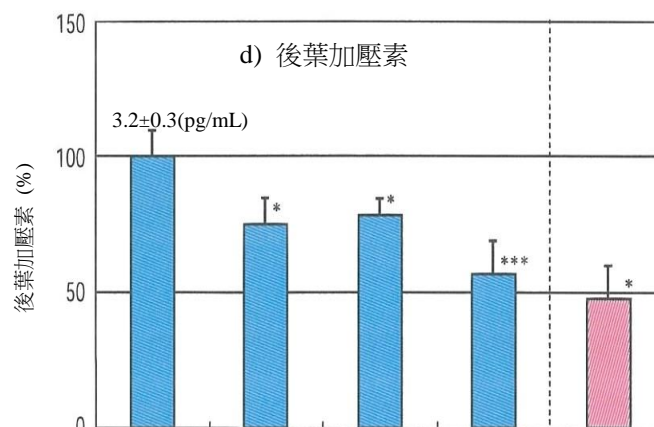


圖 16 後葉加壓素量隨溫泉治療時間的變化(時間座標見圖 17)



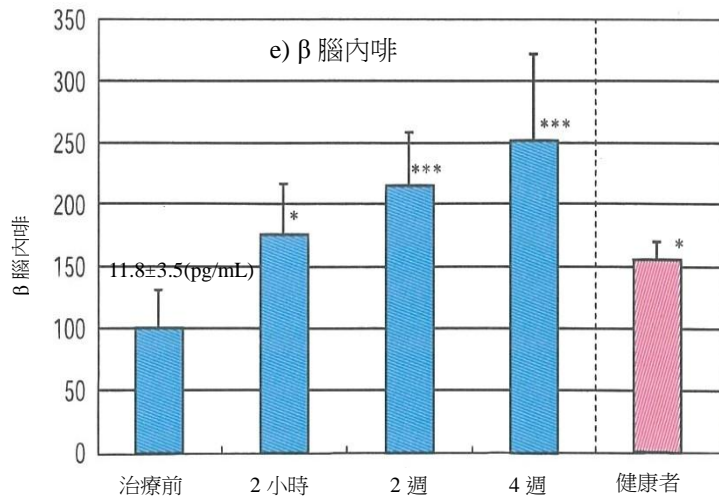


圖 17 β 腦內啡隨溫泉治療時間的變化(圖 13 至 17 指關節變形病人經三朝溫度反覆治療後其血液成分隨時間的變化)

在此顯示的治療病例不能說是多數(20 名參與),但卻明確的顯示了氡溫泉浴的治療效果。與利用高劑量放射線的細胞致死效果的癌症治療相比,利用低劑量放射線的生物體防禦機能的增強,這新的治療法應指日可待。

## 7、在台灣的見證

與廣東省陽江相似的例子也在台灣發生,這是台灣科技團體所整理報告有關 1982 年完工的「輻射鋼筋公寓」的案例。

這些公寓共有 1,700 戶數,居民達 10,000 人,屬於大規模的例子。在完工 10 年後的 1992 年才發現由公寓有放射線發生,因為使用的鋼筋中含有鈷 60 這種放射性物質。

經過測定其平均劑量為約 72.9 毫西弗/年。其中甚至有些房間的值超過每年 500 毫西弗,但在 9 年後,這些公寓的居民們發現一樁事實。與同一地區的居民相比,這些公寓的居民的癌症死亡率非常低,這些公寓居民的癌症死亡人數只有 7 人。這一數字讓科學家很驚訝,因為不相信激效的科學家們計算,在這 19 年間應該會出現 200 人以上的癌症死亡人數。這應該是激效吧,因為激效使這些公寓的居民的身體防禦機能與免疫力增加才造成如此不可思議的結果。

在巴西的卡拉八里(Guarapari)的海岸的自然放射線有 6 毫西弗/年之多,約為日本之 3 倍,這些海岸的砂經確認為名叫莫納斯砂的黑色的砂,莫納斯砂含有多量的鈾與鈾,因而發出微量放射線。

在巴西,教科書上記載卡拉八里的莫納斯砂的事,以能治癒關節痛與神經痛的砂著稱。因此近海濱處蓋滿了高層公寓大樓,卡拉八里的市鎮已成為高級住宅林立的休閒市鎮,為了追求激效而來此地靜養的人群就廣置豪宅了。

## 8、結論

由以上所介紹的可看出放射線的生物作用不只受劑量也大大受到劑量率的影響,如果仍同過去一樣,只看「劑量效果關係」的話是不充分的,必須也把劑量率考慮進去。



## 參考文獻

1. 日本電力中央研究所(CRIEPI)新聞，2004 年 9 月 29 日。
2. <http://criepi.denken.or.jp/jp/>

### ▲原能會對核一廠執照更新安全把關之立場與說明 (原能會)

對近日媒體「原能會確認 核一廠運轉執照可再延 20 年」及「核一廠延長運轉 20 年 環團：原能會失職」等報導，原能會鄭重聲明，並再澄清如下：

一、嚴格審查核一廠執照更新申請案，為原能會法定職責，而台灣電力公司迄今並未向原能會提出任何正式申請文件。

做為全國核能安全的主管機關，原能會已派員赴美學習確保核能電廠延長運轉的相關技術，包括延長運轉必須注意之事項及其相關審查與管制技術，以因應未來台灣電力公司提出我國核能電廠延長運轉年限的執照更新作業申請時，原能會可依相關安全規定執行審查作業。而台灣電力公司迄今並未向原能會提出任何正式申請文件，遑論本案已經原能會確認等情事。

二、核電廠執照更新在國際間已有相當豐富技術經驗，可資我國借鏡。

隨著國際間能源價格大幅上漲，將現有的核電廠經安全審查後，予以延長運轉年限，已為世界各國解決能源問題的方法之一。以美國為例，其 104 部核能機組中，已有 48 部機組獲准執照更新，延長其運轉年限 20 年；另 12 部正在美國核能管制單位(核能管制委員會)審查中。渠等的安全分析及審查技術經驗，均可作為我國執行相關安全管制作業的重要參考。

三、研發單位確認技術可行性，均需原能會管制單位再予審查同意。

報載所謂「原能會確認 核一廠運轉執照可再延 20 年」乙節，係原能會核研所純以研發單位的角色，完成核一廠時限整體安全評估作業後，所提出建議台灣電力公司可據以「提出申請再延續運轉 20 年」之技術性報告。此項結論尚須經台灣電力公司審酌是否納入未來申請文件外，並須經原能會內部管制相關單位再確實審查認可。

截至目前，台灣電力公司並沒有提出任何執照更新申請，原能會身為安全管制單位，必須做好這方面的準備，如果台灣電力公司提出申請，原能會一定要嚴格審查，否則就是失職，希望社會各界均能瞭解，並支持原能會做好安全把關的工作。

## □會議訓練報導

### ▲97 年度各項訓練班開課時間表 (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)	A1-03 月 03 日~07 日	(新竹)帝國經貿大樓
	36 小時 許可類 設備	A2-03 月 05 日~12 日	(高雄)輻射偵測中心
		A3-06 月 11 日~18 日	(高雄)輻射偵測中心
		A4-06 月 23 日~27 日	(新竹)帝國經貿大樓

	18 小時 登記備 查類 設備	A5—08 月 20 日~27 日	(高雄)輻射偵測中心
		A6—08 月 25 日~29 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B3---02 月 20 日~22 日	(台北)建國大樓
		B4---03 月 12 日~14 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B5---03 月 19 日~21 日	(台中)文化大學推廣教育部
		B6---04 月 01 日~03 日	(台北)建國大樓
		B7---04 月 09 日~11 日	(高雄)輻射偵測中心
		B8---04 月 22 日~24 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B9---05 月 28 日~30 日	(台北)建國大樓
		B10--06 月 04 日~06 日	(高雄)輻射偵測中心
		B11--06 月 18 日~20 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B12--07 月 09 日~11 日	(台北)建國大樓
		B13--08 月 06 日~08 日	(高雄)輻射偵測中心
		B14--08 月 13 日~15 日	(新竹)帝國經貿大樓
		B15--09 月 03 日~05 日	(台北)建國大樓
輻射防護專業 人員訓練班	輻 防 師 (1 本 小 時) 輻 防 員 (108 小 時)	<b>師級 8 第五階段 &amp; 進階 8</b> 3 月 28 日 (進階 8-1) 4 月 25 日 (進階 8-2) 5 月 23 日 (進階 8-3) 6 月 4 日~6 日 (進階 8-4) <b>員 13 期 &amp; 師 9 期</b> 第一階段—7 月 7 日~11 日 第二階段—7 月 14 日~18 日 第三階段—7 月 28 日~8 月 1 日 第四階段—8 月 4 日~8 日	(新竹) 帝國經貿大樓
鋼鐵建材輻射 偵檢人員訓練班	鋼 1--06 月 12 日~13 日	高 雄	
	鋼 2--07 月 02 日~3 日	(新竹) 帝國經貿大樓	
九十七年度 輻射防護教育訓練	4 月 18 日 (五) 6 小時	台北(月涵堂)	
	5 月 22 日 (四) 6 小時	新竹(帝國經貿大樓)	
	5 月 30 日 (五) 6 小時	高雄(偵測中心)	
	6 月 13 日 (五) 3 小時	台北(月涵堂)	
	6 月 20 日 (五) 3 小時	高雄(偵測中心)	
	7 月 04 日 (五) 3 小時	新竹(帝國經貿大樓)	
	8 月 15 日 (五) 6 小時	台北(月涵堂)	
	8 月 29 日 (五) 6 小時	高雄(偵測中心)	
	9 月 11 日 (四) 6 小時	新竹(帝國經貿大樓)	

◎ 以上各項訓練班簡章備索詳細內容網址為 [www.rpa.org.tw](http://www.rpa.org.tw)，電話：(03)5722224。◎

