

## 輻射鋼筋屋居民長期暴露於低劑量伽瑪射線之後在 1983至2002年間的癌症風險

黃淑倫<sup>1</sup>, 郭浩然<sup>2\*</sup>, 黃景祥<sup>3</sup>, 謝婉華<sup>4</sup>, 李世代<sup>5,6</sup>, 唐季祿<sup>6,7</sup>, 陳建志<sup>8</sup>, 張天鈞<sup>6,7</sup>, 王榮德<sup>6,7</sup>, 張武修<sup>1</sup>

<sup>1</sup>國立陽明大學

<sup>2</sup>國立成功大學

<sup>3</sup>中央研究院

<sup>4</sup>慈濟大學

<sup>5</sup>國立台北護理學院

<sup>6</sup>台大醫院

<sup>7</sup>國立台灣大學

<sup>8</sup>台北市立仁愛醫院

Int. J. Radiat. Biol. 82, 849-58 (2006)

大多數的人都知道游離輻射能導致癌症；研究發現日本受原子彈轟炸的劫後餘生者以及工人在工作中受到急性游離輻射暴露後，發生癌症的機會有增高的情形。但是一般大眾生活環境中的慢性低劑量輻射是否也會使罹患癌症的機會增高，目前還沒有定論。瑞典有些水泥中的明礬頁岩成分含有鈾，以致某些房子室內有高濃度的氡；研究發現居住在這種建築物的兒童和年輕成人罹患急性淋巴型白血病(血癌)的風險有增高的情形。目前，這種探討一般大眾生活環境中輻射暴露與癌症之關係的研究數目非常稀少。



1982年間，臺灣北部有些來源不明的鈷六十輻射物質被熔入廢鐵當中，導致兩萬多噸鋼鐵製品被污染，這些建材分佈於兩百多棟住家、廠房、以及校舍。但是，這個情形一直到1992年8月經報紙報導，才引起社會大眾的注意，使得這些輻射鋼筋屋被找出來。學者在1994年進行量測發現，這些建築物屋內每的輻射線暴露量由0.5至270微西佛不等，超過臺灣一般建築物的背景值(0.08至0.1微西佛/小時)千倍以上。因此，我們對輻射鋼筋屋居民進行了一項長達十餘年的研究，評估他們罹患癌症的風險。

在剛開始發現輻射鋼筋屋的時候，行政院原子能委員會和衛生署結合學者建立了一個登錄系統，收錄曾經長期待在輻射鋼筋屋的人。我們利用身分證字號由戶籍資料追蹤自1982年起搬入輻射鋼筋屋的居民；經由地政資料找到的屋主及經由其他管道通報的人，如果沒有出現在戶籍資料上，我們透過多次聯絡與會談，評估他們的居住史與暴露狀況。至於1992年登錄系統建立之前就遷出的人，則透過戶政資料、警察局的紀錄，以及各種方式追蹤。截至2002年底，我們登錄了7,271人，包括3,461名男性及3,810名女性。

我們透過衛生署1979年開辦的癌症登記來尋找癌症患者，並利用輻射鋼筋屋居民登錄系統設立之初所建立的「臺灣累積劑量」(TCD)評估系統來推估每個人的暴露量。由於資料的限制，有1,025人的累積劑量無法推估。能估計的人累積劑量由< 1至2,363毫西佛，平均是47.8毫西佛。由此推算這些人比一般人每年多了< 1至1,413毫西佛，平均是每年多了10.5毫西佛。

我們以輻射鋼筋屋居民的性別與年齡依據臺灣地區一般人的癌症發生率估算出研究期間發生癌症患者的期

望值，再將實際在研究中發現到的患者人數除以期望值，得到經性別與年齡標準化的發生率比 (standardized incidence ratio; SIR)。此外，我們以數學模式將開始受到暴露的年齡、收案年齡、性別、以及過了潛伏期之後的暴露時間納入考量，計算出與累積劑量相關的各種癌症之風險。

我們追蹤這7,271人<1至20年不等，平均16.1年(±4.0年標準差)，而他們開始受到暴露的年齡平均是17.2 ± 16.0年。研究期間這些人當中有141人罹患癌症，但是其中有46是在最低潛伏期內發病，與輻射鋼筋屋的暴露無關。由其餘的95名患者推算，輻射鋼筋屋居民比一般人容易罹患甲狀腺癌(7名患者，SIR = 2.6，95%信賴區間1.1 – 5.4)及非霍吉森氏淋巴瘤(5名患者，SIR = 5.4，95%信賴區間1.8 – 12.6)，並有較容易罹患除慢性淋巴型以外之白血病的趨勢(7名患者，SIR = 2.2，95%信賴區間0.9 – 4.6)。(表一)但是，如果將白血病以外的癌症合計(SIR = 0.8，95%信賴區間0.6 – 0.9)，或是把所有實質癌合計(SIR = 0.7，95%信賴區間0.6 – 0.9)，輻射鋼筋屋居民罹病的風險卻是比一般人低的。

表一 1983至2002年暴露族群的標準化的發生率比(SIR)\*

癌症部位	男性			女性			男女合計		
	患者			患者			患者		
	觀察值	期望值	SIR (95%信賴區間)	觀察值	期望值	SIR (95%信賴區間)	觀察值	期望值	SIR (95%信賴區間)
所有癌症合計	42	53.8	0.8 (0.5, 1.0)	53	60.9	0.9 (0.7, 1.1)	95	114.9	0.8† (0.7, 1.0)
除白血病以外之所有癌症合計	36	52.0	0.7‡ (0.5, 0.9)	52	59.3	0.9 (0.7, 1.2)	88	111.6	0.8‡ (0.6, 0.9)
所有實質癌合計	32	50.9	0.6‡ (0.4, 0.8)	50	58.5	0.9 (0.6, 1.1)	82	109.5	0.7‡ (0.6, 0.9)
舌	0	1.1	-	1	0.3	3.7 (0.1, 20.7)	1	1.5	0.7 (0.02, 3.7)
口腔	1	1.4	0.7 (0.02, 4.0)	0	0.2	-	1	1.7	0.6 (0.02, 3.3)
鼻咽	1	2.0	0.5 (0.01, 2.7)	0	1.0	-	1	3.1	0.3 (0.01, 1.8)
食道	1	1.8	0.6 (0.01, 3.2)	1	0.3	3.6 (0.1, 20.3)	2	2.2	0.9 (0.1, 3.3)
胃	5	4.9	1.0 (0.33, 2.4)	2	3.1	0.6 (0.1, 2.3)	7	8.2	0.8 (0.3, 1.8)
結腸	2	4.0	0.5 (0.1, 1.8)	3	3.8	0.8 (0.2, 2.3)	5	7.9	0.6 (0.2, 1.5)
直腸	3	3.1	1.0 (0.2, 2.8)	2	2.7	0.7 (0.1, 2.7)	5	5.9	0.8 (0.3, 2.0)
肝	5	8.9	0.6 (0.2, 1.3)	3	3.7	0.8 (0.2, 2.3)	8	13.1	0.6 (0.3, 1.2)
肺	7	7.6	0.9 (0.4, 1.9)	3	4.5	0.7 (0.1, 2.0)	10	12.5	0.8 (0.4, 1.5)
結締組織	1	0.5	2.1 (0.1, 11.9)	1	0.4	2.3 (0.1, 12.6)	2	0.9	2.2 (0.3, 7.9)
皮膚	2	1.5	1.4 (0.2, 4.9)	1	1.5	0.7 (0.02, 3.6)	3	3.0	1.0 (0.2, 2.9)
黑色素瘤	0	0.2	-	1	0.2	5.4 (0.1, 30.1)	1	0.4	2.8 (0.1, 15.7)
非黑色素瘤之皮膚癌	2	1.4	1.5 (0.2, 5.3)	0	1.4	-	2	2.8	0.7 (0.1, 2.6)
乳房	0	0.0	-	12	12.1	1.0 (0.5, 1.7)	12	11.2	1.1 (0.6, 1.9)
子宮頸	0	0.0	-	12	12.9	0.9 (0.5, 1.6)	12	11.9	1.0 (0.5, 1.8)
子宮體	0	0.0	-	3	1.5	2.0 (0.4, 6.0)	3	1.4	2.2 (0.5, 6.4)
攝護腺	1	3.4	0.3 (0.01, 1.7)	0	0.0	-	1	3.8	0.3 (0.01, 1.5)
腎	2	1.3	1.5 (0.2, 5.5)	0	1.1	-	2	2.4	0.8 (0.1, 3.0)
甲狀腺	1	0.5	2.0 (0.1, 11.1)	6	2.3	2.6† (1.0, 5.7)	7	2.7	2.6‡ (1.1, 5.4)
所有白血病合計	6	1.8	3.4‡ (1.2, 7.4)	1	1.5	0.7 (0.02, 3.7)	7	3.3	2.1† (0.8, 4.3)
除慢性淋巴型以外之白血病	6	1.7	3.6‡ (1.3, 7.8)	1	1.5	0.7 (0.02, 3.8)	7	3.2	2.2† (0.9, 4.6)
急性淋巴型白血病	3	0.4	6.8‡ (1.4, 19.8)	0	0.4	-	3	0.8	3.6† (0.7, 10.4)
急性骨髓型白血病	2	0.6	3.3 (0.4, 11.8)	1	0.5	1.8 (0.05, 10.1)	3	1.2	2.5 (0.5, 7.4)
慢性骨髓型白血病	1	0.3	3.9 (0.1, 21.9)	0	0.2	-	1	0.5	2.2 (0.1, 12.1)
多發骨髓癌	1	0.3	3.9 (0.1, 21.5)	0	0.2	-	1	0.5	2.2 (0.1, 12.3)
淋巴瘤	3	0.9	3.3 (0.7, 9.7)	2	0.7	2.9 (0.04, 8.1)	5	1.6	3.1‡ (1.0, 7.2)
非霍吉森氏淋巴瘤	3	0.5	6.3‡ (1.3, 18.4)	2	0.4	4.6 (0.6, 16.5)	5	0.9	5.4‡ (1.8, 12.6)

\*發病的潛伏期已列入考慮; † 0.05 < p < 0.1; ‡ p ≤ 0.05; -: 不適用

將兩性分開來看，把所有的白血病合計，輻射鋼筋屋男性居民比一般人有較高的風險(6名患者，SIR = 3.4，95%信賴區間1.2 – 7.4)。他們在開始受到暴露後的6至18年間(平均13.3 ± 4.7年)被診斷出來，而開始受到暴露的年齡各為5(兩名)、15、39、52及70歲。輻射鋼筋屋女性居民則有容易罹患甲狀腺癌的趨勢(6名患者，SIR = 2.6，95%信賴區間1.0 – 5.7)；她們在開始受到暴露後的10至16年間(平均12.5 ± 2.4年)被診斷出來，都是乳突狀細胞型，而開始受到暴露的年齡各為9、30、32、34、51及67歲。

在開始受到暴露的年齡低於30歲的人當中，累積劑量超過50毫西佛者和低於1毫西佛者相比，罹患所有癌症合計(相對危險性RR=5.6，95%信賴區間1.5 – 20.1)與所有實質癌合計(RR = 9.0，95%信賴區間2.0 – 40.8)的風險較高。(表二)至於30歲以後才開始受到暴露的人，則沒有癌症風險增加的現象。

表二「臺灣累積劑量」(TCD)與開始受到暴露的年齡所對應之癌症相對危險性(RR)及其95%信賴區間(CI)\*

	人數	所有癌症合計		所有實質癌合計		除慢性淋巴型以外 之白血病		甲狀腺癌		乳癌		甲狀腺癌/乳癌合計	
		患者	RR (95% CI)	患者	RR (95% CI)	患者	RR (95% CI)	患者	RR (95% CI)	患者	RR (95% CI)	患者	RR (95% CI)
始受到暴露的年齡													
≤ 30 歲													
性別													
男性	2,408	6	1	3	1	3	1	0	1				
女性	2,633	19	2.8†(1.1, 7.0)	17	4.9†(1.4, 16.7)	0	—	2	—	6			8
TCD (毫西佛)†													
< 1	1,962	4	1	3	1	2	1	1	1	1	1	2	1
1~50	2,489	15	3.4‡(1.1, 10.6)	13	3.9‡(1.1, 13.8)	0	—	1	—	3	3.3 (0.3, 31.9)	4	2.0 (0.4, 11.4)
> 50	590	6	5.6‡(1.5, 20.1)	4	9.0‡(2.0, 40.8)	1	—	0	—	2	16.0‡(1.4, 179.8)	2	8.1‡(1.1, 59.0)
合計	5,041	25		20		3		2		6			8
> 30 歲													
性別													
男性	568	31	1	26	1	2	1	1	1				
女性	637	31	0.9 (0.6, 1.5)	30	1.1 (0.6, 1.8)	1	—	4	3.9 (0.4, 35.2)	6			10
TCD (毫西佛)													
< 1	323	18	1	22	1	0	1	1	1	3	1	4	1
1~50	648	37	1.0 (0.6, 1.7)	31	0.9 (0.5, 1.6)	2	—	4	3.1 (0.3, 27.9)	2	0.5 (0.08, 3.0)	5	0.9 (0.2, 3.5)
> 50	234	7	0.6 (0.2, 1.4)	3	0.5 (0.2, 1.8)	1	—	0	—	1	1.5 (0.2, 14.3)	1	1.1 (0.1, 10.0)
合計	1,205	62		56		3		5		6			10
所有人合計													
性別													
男性	2,976	37	1	29	1	5	1	1	1				
女性	3,270	50	1.2 (0.8, 1.8)	47	1.4 (0.9, 2.3)	1	0.2 (0.02, 1.6)	6	—	12			18
TCD (毫西佛)													
< 1	2,285	22	1	25	1	2	1	2	1	4	1	6	1
1~50	3,137	52	1.3 (0.8, 2.2)	44	1.2 (0.7, 1.9)	2	0.8 (0.1, 6.0)	5	—	5	1.1 (0.3, 4.0)	9	1.2 (0.4, 3.4)
> 50	824	13	1.1 (0.6, 2.3)	7	1.2 (0.5, 2.9)	2	2.9 (0.4, 22.0)	0	—	3	4.3‡(1.0, 19.8)	3	2.8 (0.7, 11.3)
合計	6,246	87		76		6		7		12			18

\*Poisson回歸模式:  $\mu_i = P_i \times \exp(\beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i})$ ,  $P_i$  為第*i* 階層之人年數,  $X_{1i}$  為始受到暴露的年齡(分≤ 30歲及> 30 歲兩階層),  $X_{2i}$  為收案的年齡(分0-20歲、21-40歲、41-60歲、> 60 四階層),  $X_{3i}$  為性別,  $X_{4i}$  為超過背景值之累積暴露量(分< 1、1-50、> 50毫西佛三階層); † 0.05 < p < 0.1; ‡ p < 0.05; ||: 超過背景值之累積暴露量在白血病以2之潛伏期校正, 在其他癌症以10之潛伏期校正; —: 不適用

與一般人相比, 不論是將所有癌症合計、將白血病以外的癌症合計、或將有實質癌合計, 輻射鋼筋屋居民罹病的風險都是比較低的。輻射鋼筋屋居民大多數住在1980年代初期建造的房子, 那是個臺灣經濟蓬勃發展的時期。由此推測, 與一般人相比, 輻射鋼筋屋居民可能有較高的社會經濟地位, 有較健康的生活型態, 因此罹患癌症的風險本來是較低的; 類似的情況在其他的研究中也曾被報告過。

在原子彈轟炸的劫後餘生者當中最早被觀察到有增加現象的癌症是白血病, 而在這個研究裏我們也發現男性的白血病(除慢性淋巴型白血病以外)有增加的現象, 兩性合計則有淋巴癌增加的情形; 這些發現都和聯合國原子輻射效應科學委員會的報告相符。本研究的特徵在於研究的對象是一般大眾, 有別於其他對職業性暴露的研究是以男性為主, 我們的研究族群男女約各佔一半。雖然我們的研究族群足以觀察到某些與游離輻射相關的癌症有增加的現象, 平均的追蹤時間仍不足以觀察到所有癌症的發病情況。我們必須對輻射鋼筋屋居民持續進行追蹤研究, 以便證實初步的發現, 並進一步找出其他可能與低劑量之長期游離輻射有關的癌症。