

就讀高壓輸電線跨越校園上空學校學童之一般健康狀態評估

李中一^{1,*} 宋鴻樟² 陳富莉¹

目標：評估就讀於有高壓輸電線跨越校園上空國民中小學學童之一般健康狀態。**方法：**本研究利用橫斷性研究設計，在2004年4月至11月期間，針對台北縣市14所校園上空有高壓輸電線跨越之國民中小學學童1,117名(暴露組)以及18所校園上空無高壓輸電線跨越之國民中小學學童2,204名(對照組)的家長進行過去一個月以來，對學童健康情形之自我評量問卷；並利用多變量多義邏輯斯迴歸模式調整年齡與社經指標後，計算勝算比及其相對應之信賴區間，用以估計暴露組學童過去一個月內生病與就醫症狀的相對危險性。**結果：**控制家長教育程度與學童年齡後，暴露組學童一個月內曾經就醫的勝算比為0.84 (95% CI: 0.72-0.98)，其中暴露組學童看過西醫門診(OR=0.68, 95% CI: 0.56-0.81)與牙醫門診(OR=0.76, 95% CI: 0.59-0.98)之勝算比也都顯著偏低，但暴露組與對照組學童在中醫門診、西藥房買藥、以及另類醫療使用的比率上則無顯著的差異，家長自訴學童健康症狀的頻率上也無顯著差異。**結論：**本研究發現，就讀校園上空有高壓輸電線跨越的國民中小學之學童在某些自訴的就醫與疾病頻率上似乎有偏低的情形，這可能是因為某些未控制的干擾因子所致，也可能是因為極低頻磁場激活效應所致，唯真正原因需要未來的研究去作釐清。(台灣衛誌 2006；25(2)：83-92)

關鍵詞：橫斷性研究、電磁場、學校衛生、電力設施

前言

自從1979年Werthermeir與Lepper的流行病學報告指出，輸配電線所產生的極低頻磁場(<300 Hz)與兒童癌症可能有關之後[1]，許多研究廣泛探討了極低頻磁場的健康效應問題，其中包括癌症、生理生殖異常、神經退化性疾病、以及行為情緒與睡眠障礙等，都被懷疑與極低頻磁場的暴露有關[2,3]。然而，這些研究結果迄今尚未獲得最終的科學

證實。由於民眾對電磁場所引發的健康危害效應有很深的疑慮，致使電磁場是否危害人類健康的相關問題，已儼然跨越了科學的範疇，牽涉到經濟利益，甚至是政治談判的籌碼等議題，為此，世界各國的科學家對於進一步釐清此議題普遍都認為有其急迫性。在上述背景下，聯合國世界衛生組織(UN WHO)於1996年開始執行一為期10年的「國際電磁場計畫(International EMF project)」，針對頻率在0-300 GHz部份的電磁場進行其健康效應評估，期間並發表了多篇事實報告(fact sheets)[4]；該計畫除了致力蒐集最新科學證據來評估有關電磁場危害健康的效應之外，也針對此研究領域的優先順序及研究方向提出建議，最終期能找出一個解決此爭議之最佳方案。

事實上，早在公元2001年WHO所屬國際

¹ 輔仁大學醫學院公共衛生學系

² 中國醫藥大學環境醫學研究所

* 通訊作者：李中一

聯絡地址：台北縣新莊市24205中正路510號

E-mail: chungyi@mails.fju.edu.tw

投稿日期：94年7月27日

接受日期：95年1月21日

癌症研究總署(IARC)之專家會議，即根據過去20餘年的流行病學研究與動物實驗的結果，綜合整理成研究報告，在報告中指出：對於15歲以下兒童白血病(childhood leukemia)而言，4 mG以上的極低頻磁場暴露可能是會引起人類細胞癌化的一項致癌物質(possible carcinogen to human)，因此，極低頻電磁場在IARC人類致癌物質的分類中屬於Group 2B類別[6]。國際電磁場計畫也在2004年10月公佈的報告初稿中(初稿內容仍在審議之中)提出落實避免過度暴露極低頻磁場的策略，再次強調WHO長久以來一直呼籲應落實的謹慎原則(precautional principles)[7-10]。

從目前WHO對於極低頻磁場健康效應的立場看來，15歲以下兒童的暴露是一個應被關切的公共衛生議題，但是過去與15歲以下兒童相關的流行病學研究多著重於兒童的居家暴露[2,11]，僅少數研究關心學齡兒童在學校的暴露情形及可能引起之健康問題[12]。1996年美國加州政府針對境內公立小學校園環境進行極低頻磁場量測，共計完成5403個測量點，教室佔其中的3193個測量點，結果發現：校園教室外，環境磁場強度高於1 mG者佔79.9%；高於2 mG者為6.9%；高於4 mG者則有1.5%。至於教室內的測量點，數值高於1、2、3、或4 mG者分別為83.1%、5.7%、2.1%、與1.2%，而鄰近高壓輸電線的校園，其環境中的極低頻磁場強度則有偏高的傾向[12]。在台灣方面，1989年台灣電力公司的調查測量結果發現：「台灣地區共有42所學校校區上空有高壓(69/161/345 kV)輸電線跨越，其中23所為國中小學或幼稚園，在這些校園中所量測到的磁場強度最大值介於2.5-170 mG之間」[13]。最近林氏的研究[14]，針對台北縣3所有高壓輸電線跨越校園的小學進行極低頻磁場的量測，另有3所校園內或周遭目視範圍無高壓輸電線或變電所的小學作為對照組針對校園環境進行極低頻磁場的量測對照組，結果顯示3所暴露組校園的平均磁場強度分別為3.90、4.21、與5.17 mG；而3所對照組學校的平均磁場強度則為0.67、0.57、與1.08 mG。同時，林氏等人的研究也已發現：居住在北台灣，國民小學校園遭高壓輸

電線(電壓高於或等於69 kV)跨越地區的15歲以下兒童罹患小兒白血病的相對危險性有偏高的趨勢[15]。綜觀上述研究，顯示校園上空若有高壓輸電線跨越，其校園中部分環境的極低頻磁場強度將會高於4 mG，故學童有可能因此暴露因素而導致健康方面的危害。

近年來，許多關於高壓電線、變電所等電力設備設置所引起的民眾抗爭事件一次比一次激烈，其中最主要的原因，是因為許多民眾不清楚極低頻磁場的生物效應具有其特定性，故而將所有疾病等不適症狀都認定與電力設施之電磁場有關。雖然有相關研究顯示職場中暴露於極低頻磁場作業環境工作者，其某些免疫功能參數會受到影響[16, 17]，另有研究證據亦顯示極低頻磁場與小兒白血病有其相關性[6]；但也有報告完全排除其他兒童疾病與極低頻磁場的相關性。由於國內外並未有高壓電線跨越校園對學童健康狀況之影響，故本研究利用橫斷性研究設計(cross-sectional design)，比較兩組校園(有高壓電線跨越校園之「暴露組」與無高壓電線跨越校園之「對照組」)15歲以下學童的一般健康狀態，期望藉此了解校園因為鄰近輸電線路對學童健康是否可能造成學童健康上的影響。

材料與方法

研究對象

根據市售地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)的圖層資料顯示[18]，台北縣市境內共有18所國民小學與9所國民中學其校園上空有高壓輸電線跨越，比率各約為5.2% (18/346)與5.3% (9/169)，研究人員據此資料經過實地訪查後發現，其中有1所國民小學的校園上空並未有高壓輸電線跨越。在確定校園的暴露條件後，研究人員透過電話與校方人員討論前往進行問卷調查的可能性，經過溝通後，共有14所學校同意參與本研究，其中國小10所，國中4所，這14所學校即成為本研究之暴露組校園，14所學校分布在台北市的內湖、士林、與萬華區，以及台北縣的板橋、三重、中和、新莊、樹林、鶯

歌、三峽、淡水、汐止、土城、泰山等鄉鎮市。不同意接受調查之學校其拒絕的理由大多為擔心引起家長恐慌或擔心成為新聞事件而影響招生，少數則是擔心家長會有異議。

對照組校園(條件為GIS顯示與高壓輸電線或變電所距離至少100公尺者)同為一立意取樣的樣本。針對每一所暴露組校園，研究人員從GIS中匹配學校特性(國小或國中)，選定距離最為鄰近的學校2所，並同樣以電話告知學校人員本研究之目的，並請求其參與本研究後，共獲得18所學校的同意參與(國中、小學分別有4所與14所)，每所暴露組校園至少均配有1所對照組校園。

學童樣本的選取係採班級集束抽樣法，原先預定的做法是針對每所參與學校，請校方協助設法從每個年級中選出一個班級的學童作為本研究之研究對象，但由於問卷必須透過級任導師協助發收，故立意選取有意願的導師班級參與。有些學校導師配合意願低，無法按預定目標在每個年級找出參與的班級，因此，所有參與研究學校選出的班級數目並不完全相等，小學介於3-6班之間，國中則介於1-3班不等。根據學校所提供的93學年度參與班級的人數，暴露組共1,785人(國小1,575人，國中420人)，而對照組則有2,620人(國小2,205人，國中415人)。最後，本研究實際回收的樣本暴露組有1,117人，而對照組則有2,204人，回收率各有62.6%(1,117/1,575)與84.0%(2,205/2,625)，國中與國小的回收率並沒有明顯的差異。

學童健康狀況評量工具與施測方法

本研究使用之學童健康評估工具為「健康狀況自評表」，內容包括：家長基本資料與學童過去一個月內的就醫情形與自訴症狀。除了健康狀況自評表外，本研究也蒐集了參與研究學校的一些屬性資料，如表一所示。

研究實施過程，首先由研究人員向參與研究之級任老師說明研究目的及問卷內容，並委請級任老師協助，將研究說明書以及自評表交由學童帶回給家長審閱填答，同時在連絡簿上提醒自評表應由學童家長或主要照顧者填答，一併要求在隔日將自評表帶回學

校繳交，由研究人員前往學校取回。由於說明書與問卷內容並未向家長提及高壓輸電線的議題，因此受訪家長並不會知道自己所屬的組別，如此可避免系統性訊息偏差(systematic information bias)的問題。整個研究調查進行的時間在2004年4月至11月間。

統計分析

首先針對暴露組與對照組學童家長的特徵差異性進行 χ^2 檢定，並利用Multivariate Multinomial Logisitc Regression Model計算調整年齡與社經指標後之勝算比(adjusted odds ratio, OR)與信賴區間(confidence interval, CI)，估計暴露組學童過去一個月內就醫與罹患疾病症狀的相對危險性。本研究進行檢定之顯著水準設定為 $\alpha=0.05$ ，統計分析則是利用SPSS 12.0版統計軟體(SPSS Taiwan Corp., 2004)執行。

結 果

表一為參與研究調查學校之基本特徵比較，相較於對照組學校，暴露組學校的平均班級數與人數均較少，建校時間較晚，平均每名學童能夠分配到校地或建築物室內面積較多；此外，暴露組學校的用電量約僅有對照組學校的一半，這可能與暴露組學校班級數與學童人數較少有關。

無論是暴露組或對照組，回答問卷者絕大多數為學童的父母親，且以母親居多數。回答者年齡多在30-49歲之間，職業以家管居多，教育程度則是以國高中(職)畢業者居多。兩組樣本在最高教育程度與學童年級別的分佈上均有顯著的差異性，其中暴露組學童家長或主要照顧者之教育程度較高(專科(含)以上的比率為31.9%，對照組為27.7%)，且暴露組中國中生所佔的比率也明顯高於對照組學童(26.1% vs 12.3%)。(表二)

表三為暴露組與對照組學童過去一個月間之就醫行為比較數據，暴露組學童在整體就醫的比率顯著低於對照組學童(43.5% vs 48.1%)，控制家長教育程度學童年齡後，暴露組學童一個月內曾經就醫的勝算比為0.84，其中暴露

表一 參與本研究調查學校之基本特徵比較

基本特徵 ^a	暴露組(n=14)		對照組(n=18)	
	平均值	標準差	平均值	標準差
班級數	52	26	80	35
學童人數	1,797	912	2,694	1,228
建校歷史(年)	53	33	61	20
校地總面積(m ²)	26,560	7,472	26,992	7,055
建築物室內總面積(m ²)	28,973	8,257	24,290	8,801
6-10月每月電費支出	221,561	205,770	474,672	422,772
非6-10月每月電費支出	202,595	200,873	437,972	484,774

註：^a：92學年度資料

組學童看過西醫門診(OR=0.68)與牙醫門診(OR=0.76)的勝算比也都顯著較低，但兩者在中醫門診、西藥房買藥、以及民俗醫療使用的比率上則無顯著的差異。此外，兩組樣本學童在各種家長自訴學童健康症狀(包括拉肚子或便秘、白天覺得疲倦想睡覺、容易頭痛頭暈、失眠睡不著、眼睛感覺不舒服疼痛腫脹、皮膚過敏、不明原因之發燒、連續咳嗽二週以上、牙齦浮腫出血、沒有特別原因的流鼻血、骨頭痠痛、與淋巴腺腫大)的頻率上並沒有顯著差異。(表四)

討 論

本研究發現，暴露組學童在受訪前一個月期間的就醫比率顯著低於對照組學童，看過西醫與牙醫的比率也顯著較低，由於分析中已考慮個案年齡以及家長之社經指標(教育程度)，同時，對照組學校位處與暴露組學校鄰近的地區，因此，造成此差異的原因應可排除是兒童年齡、家庭社經地位(醫療資源可獲得性)、或醫療資源可近性。針對本研究的發現，可能的闡釋有二：(1)過去文獻並未發現極低頻磁場對於兒童的一般健康狀況有保護作用，因此吾人推測，暴露組兒童就醫頻率較低的原因可能是其他未控制的潛在干擾因子所造成，例如：對照組兒童在學齡前的疾病頻率本來就較高，或對照組兒童家中兄弟姊妹人數較多，以致有較多疾病交叉感染的機會等。(2)過去研究顯示：居住在極低頻磁場強度較高地區的腦瘤病人反而有較晚的平均發病年齡，而推測此現象可能反應出極

低頻磁場具有激活效應(hormetic effect)[19]，本研究發現暴露組學童的某些健康指標反而較佳，是否也同樣反映出此激活效應值得進一步的研究探討。

本橫斷性研究利用受訪前一個月的就醫情形作為健康評量指標的做法，並未清楚考慮暴露與疾病間的潛伏期問題，如此的作法，除了限制了暴露與疾病間因果關係的推論之外，也可能有疾病錯誤分組(disease misclassification)的問題，而此種疾病錯誤分組的問題將傾向是無差性的(non-differential)，因而可能低估了實際的相對危險性。此外，因為受限於可行性的問題，本研究選擇利用家長自行填寫問卷的方式來蒐集學童的健康訊息，也可能影響所蒐集訊息的正確性，由於訊息不正確性可能同樣程度地發生於暴露組與對照組中(因為問卷填答者並不知道研究假設)，因此疾病錯誤分組也將可能是無差異性的，這也將使實際的相對危險性被低估。

極低頻磁場在環境中的主要暴露來源是現代電力系統與相關之電力設備。舉凡戶外的輸配電線路、變電所、變電箱等、以及戶內的電器設備與屋內配電線路等均為極低頻磁場的可能發生源。國內目前對於極低頻磁場管制的相關法令與規範有二：一為根據我國「環境影響評估法」第五條第二項規定訂定之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」[20]，其中對於輸電線路架設應實施環境影響評估之法定條件為「輸電線路工程，其三百四十五千伏輸電線路鋪設一百公里以上者」。另一相關規範(並非法令)則是行

表二 暴露組與對照組學童家長填答健康問卷者與學童之特性比較

	暴露組學校學童		對照組學校學童		p ^a
	n	%	n	%	
學童性別					
男	367	33.2	759	34.6	0.420
女	740	66.8	1437	65.4	
學童年級別					
小學一年級	118	11.0	252	11.5	0.001
小學二年級	121	11.3	287	13.1	
小學三年級	153	14.3	343	15.7	
小學四年級	141	13.1	373	17.1	
小學五年級	149	13.9	515	23.5	
小學六年級	111	10.3	148	6.8	
國中一年級	220	20.5	98	4.5	
國中二年級	28	2.6	169	7.7	
國中三年級	32	3.0	2	0.1	
填答者年齡(歲)					
20-29	21	1.9	45	2.1	0.513
30-39	498	46.2	1017	47.0	
40-49	507	47.1	1025	47.4	
50-59	46	4.3	69	3.2	
60歲(含)以上	5	0.5	6	0.3	
填答者目前所從事職業					
民意代表/行政主管/企業主管及經理人員	79	7.5	143	6.9	0.062
專業人員	119	11.3	213	10.2	
技術員及助理專業人員	37	3.5	74	3.6	
事務工作人員	114	10.8	244	11.7	
服務工作人員及售貨員	177	16.8	309	14.9	
農/林/漁/牧工作人員	27	2.6	22	1.1	
技術工及有關工作人員	90	8.6	208	10.0	
機械設備操作工及組裝工	33	3.1	92	4.4	
非技術工及體力工	39	3.7	90	4.3	
現役軍人	3	0.3	6	0.3	
家管	309	29.4	625	30.1	
待業中	24	2.3	53	2.5	
填答者之最高教育程度					
小學以下(含小學)	55	5.1	153	7.2	0.016
國高中(職)畢業	674	62.9	1389	65.1	
專科(二專三專或五專)畢業	204	19.0	334	15.7	
大學(含)畢業或以上	138	12.9	257	12.0	
填答者為學童之					
父親	349	31.7	722	33.2	0.261
母親	723	65.6	1408	64.8	
其他親人(主要照顧者)	30	2.7	42	1.9	
合計	1,117	100.0	2,204	100.0	

註：各別變項分層樣本數總和未等於研究樣本總數乃因問卷填答遺漏值所致

^a： χ^2 test相對應之p-value

表三 暴露組與對照組學童家長接受健康問卷評估學童過去一個月內之就醫行為比較

就醫行為	對照組		暴露組		Adjusted OR ^a (95%CI)
	n	%	n	%	
是否曾就醫					
沒有	1121	51.9	616	56.5	0.84 (0.72-0.98)
有	1039	48.1	474	43.5	
是否看過西醫門診					
沒有	1336	62.0	722	66.4	0.68 (0.56-0.81)
有	819	38.0	365	33.6	
牙醫門診					
沒有	1890	87.7	971	89.5	0.76 (0.59-0.98)
有	264	12.3	114	10.5	
中醫門診					
沒有	2027	94.1	1024	94.2	0.98 (0.71-1.35)
有	127	5.9	63	5.8	
西藥房買成藥					
沒有	2083	96.6	1048	96.3	1.13 (0.75-1.70)
有	73	3.4	40	3.7	
其他(包括自行買中藥接骨民俗療法)					
沒有	2100	97.4	1058	97.2	1.13 (0.71-1.78)
有	56	2.6	30	2.8	
合計 ^b	2,204	100.0	1,107	100.0	

註：^a：控制家長教育程度與學童年齡後之勝算比(odds ratio)。

^b：個別變項分層樣本數總和未等於研究樣本總數乃因問卷填答遺漏值所致。

政院環保署在民國90年1月依據國際非游離輻射防護協會(International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, ICNIRP)之建議規範[21]訂定了我國目前對於一般環境中極低頻磁場暴露之規範值為833毫高斯[22]。除了法規之外，國內也有許多針對特定區域或族群所進行之暴露評估研究。例如，在近年針對一般環境進行暴露評估的研究中，楊氏曾針對台北市變電所周圍之民宅內部進行極低頻磁場的量測[23]，林氏則是針對全國的變電所周遭環境進行抽測並建立非游離輻射之全國地理資訊系統[24]。職場環境之暴露評估方面，張氏曾針對國內各行業類別之作業環境進行極低頻磁場之量測[25]，李氏則是曾針對醫院藥師個人及其工作環境進行極低頻磁場的暴露評估[26]，雖然這些研究提供了台灣地區一般環境與特定職場極低頻磁場暴露強度之基本資料，但國內目前有關15歲以下學童在校園內暴露狀況探討之研究則極為有限[14,27]，國內外目前尚未有研究針

對學童因就讀鄰近高壓輸電線校園所可能引起健康效應問題進行探討。因此，本研究之結果可視為此研究領域之初步發現，提供後續研究之參考。

根據李氏最近的文獻回顧報告[27]指出，目前並未有國家特別針對15歲以下兒童經常活動的場所(如幼稚園、小學校園等)訂定特別的極低頻磁場管制規範，且國際間多數國家(包括台灣)均仍沿用1998年ICNIRP針對電磁場所作之管制規範建議值。若依ICNIRP之建議值以及本研究的初步發現，目前校園因為鄰近高壓輸電線而產生局部環境有較高磁場的問題，在現階段似乎沒有立即修法的迫切性來管制國民中小學校園因鄰近電力設施所產生的磁場暴露強度問題[27]，但這並不意謂吾人可以忽視校園鄰近高壓輸電線潛在的危害健康風險問題。李氏近期利用地理資訊系統的數據發現，台灣地區共有114所國民中小學(49所國中，95所國小)其校園之部分面積位處於高壓輸電線兩側20公尺以

表四 暴露組與對照組學童家長接受健康問卷自訴過去一個月內學童健康狀況之比較

自訴症狀 ^a	對照組		暴露組		Adjusted OR ^b (95%CI)
	n	%	n	%	
拉肚子或便秘					
沒有	1395	68.2	685	66.5	
偶而	547	26.8	286	27.8	1.1 (0.9-1.3)
經常	102	5.0	59	5.7	1.2 (0.8-1.7)
白天覺得疲倦想睡覺					
沒有	1358	66.6	673	65.5	
偶而	511	25.0	251	24.4	1.0 (0.8-1.2)
經常	171	8.4	104	10.1	1.3 (1.0-1.7)
容易頭痛頭暈					
沒有	1611	79.3	804	78.0	
偶而	343	16.9	183	17.7	1.1 (0.9-1.3)
經常	77	3.8	44	4.3	1.2 (0.8-1.8)
失眠睡不著					
沒有	1744	86.1	883	86.2	
偶而	229	11.3	114	11.1	1.0 (0.8-1.3)
經常	53	2.6	27	2.6	1.1 (0.7-1.8)
眼睛感覺不舒服疼痛腫脹					
沒有	1624	79.3	829	80.3	
偶而	348	17.0	157	15.2	0.9 (0.7-1.1)
經常	75	3.7	47	4.5	1.2 (0.9-1.8)
皮膚過敏					
沒有	1665	81.0	836	80.8	
偶而	276	13.4	148	14.3	1.0 (0.8-1.3)
經常	114	5.5	51	4.9	0.9 (0.6-1.3)
不明原因之發燒					
沒有	1959	97.0	982	96.5	
偶而	57	2.8	33	3.2	1.2 (0.8-1.9)
經常	3	0.1	3	0.3	3.4(0.5-20.8)
牙齦浮腫出血					
沒有	1933	95.6	958	94.0	
偶而	73	3.6	53	5.2	1.5 (1.0-2.1)
經常	16	0.8	8	0.8	1.1 (0.4-2.5)
沒有特別原因的流鼻血					
沒有	1819	89.3	918	89.3	
偶而	196	9.6	97	9.4	1.0 (0.8-1.3)
經常	23	1.1	13	1.3	1.2 (0.6-2.3)
骨頭痠痛					
沒有	1708	84.1	869	84.6	
偶而	274	13.5	131	12.8	1.0 (0.8-1.2)
經常	48	2.4	27	2.6	1.2 (0.7-2.0)
淋巴腺腫大					
沒有	1992	98.7	1008	99.1	
偶而	24	1.2	8	0.8	0.7 (0.3-1.5)
經常	3	0.1	1	0.1	0.7 (0.1-6.4)
合計 ^c	2,204	100.0	1,117	100.0	

註：^a：「偶而」指每週少於一次，「經常」指每週至少一次以上。^b：控制家長教育程度與學童年齡後之勝算比(odds ratio)。^c：個別變項分層樣本數總和未等於研究樣本總數乃因問卷填答遺漏值所致。

內的範圍內，而這些校園內部分區域的極低頻磁場之暴露強度將因此會高於4 mG，這些學校的學童人數估計共有168,254人(國中58,812人，國小109,442人)[28]，從風險評估的角度來看，國民中小學校園因為鄰近電力設施所引發的潛在危害學童健康問題也應該是一個值得公共衛生、環境保護及教育單位應投注關心的議題。

誌 謝

本研究承蒙行政院環境保護署(EPA-93-F105-02-106)與國家科學委員會(NSC-92-2320-B-030-010)之經費補助，特此致謝；作者同時也感謝參與此次調查所有學校之行政協助。

參考文獻

1. Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 1979;**109**: 273-84.
2. Ahlbom A, Day N, Feychting M, et al. A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukemia. *Br J Cancer* 2000;**83**:692-8.
3. Li CY, Sung FC. Association of occupational exposure to power frequency electromagnetic fields and amyotrophic lateral sclerosis - A review. *Am J Ind Med* 2003;**43**:212-20.
4. WHO. The International EMF project. 1996 (cited 2005 June 30). Available from: URL: <http://www.who.int/peh-emf/en/>
5. WHO. Framework to Develop Precautionary Measures in Areas of Scientific Uncertainty (draft called for review). Geneva: WHO, 2005.
6. WHO. Electromagnetic fields and public health: cautionary policies. 2000 (cited 2005 June 30). Available from: URL: http://www.who.int/docstore/peh-emf/publications/facts_press/EMF-Precaution.htm
7. WHO. Precautionary framework for public health protection. 2003 (cited 2005 June 30). Available from: URL: http://www.who.int/peh-emf/meetings/archive/Precaution_Draft_2May.pdf
8. Commission of the European Communities. European Commission Communication on "The Precautionary Principle", 2000. (cited 2005 June 30) Available from: URL: http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2000/com2000_0001en01.pdf
9. Foster K, Vecchia P, Repacholi M. Science and the precautionary principle. *Science* 2000;**288**:979-81.
10. International Agency for Research on Cancer. Static and Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans; Vol 80, Lyon: IARC, 2001.
11. Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh M. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology* 2001;**11**:624-34.
12. California Department of Health Services and the Public Health Institute. Electric and magnetic fields in California Public Schools. Oakland, CA: California Electric and Magnetic Fields Program, 2000.
13. 台灣電力公司供電處輸電課：345/161/69 kV輸電線下全省各校區電磁場強度及靜電感應測試報告。台北：台灣電力公司，1989。
14. 林意凡：極低頻磁場暴露之健康風險評估－以台北縣之國小為例。台北：國立台灣大學職業醫學與工業衛生研究所碩士論文，2003。
15. Lin RS, Lee WC. Risk of childhood leukemia in areas passed by high power lines. *Rev Environ Health* 1994;**10**:97-103.
16. Tuschl H, Neubauer G, Schmid G, Weber E, Winker N. Occupational exposure to static, ELF, VF and VLF magnetic fields and immune parameters. *Int J Occup Med Environ Health* 2000;**13**:39-50.
17. Ichinose TY, Burch JB, Noonan CW, et al. Immune markers and ornithine decarboxylase activity among electric utility workers. *J Occup Environ Med* 2004;**46**: 104-12.
18. 勤崴科技：全島22縣市1/5000雙線Release 3.0標準版。台北：勤崴科技，2005。
19. Li CY, Lin RS, Sung FC. Elevated residential exposure to power frequency magnetic field associated with greater average age at diagnosis for patients with brain tumors. *Bioelectromagnetics* 2003;**24**:218-21.
20. 行政院環境保護署：開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準，1998。(引用2005/7/16)。URL: <http://ecomuseum.org.tw/AntiCableCar/Laws-EIA-003.htm>
21. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 1998;**74**:494-522.
22. 行政院環境保護署：公告「非游離輻射環境建議值」。行政院環境保護署公報 2001；**14**：78-81。
23. 楊成發：變電所電力頻率磁場強度監測調查計畫。經濟部國營事業委員會委託研究計畫(計畫編號：PG9108-0699)，2002。
24. 林峰輝：非屬原子能游離輻射－全國地理資訊系統之

- 建立及發生源抽測專案工作。環保署委託研究計畫(計畫編號：EPA-92-F105-02-106)，2003。
25. 張振平：職場環境電磁場暴露現況調查。勞委會勞工安全衛生研究所研究計畫(計畫編號：IOSH-90-H325)，2001。
26. Li CY, Lin RS, Wu CH, Sung FC. Occupational exposure of pharmacists and pharmaceutical assistants to 60 Hz magnetic fields. *Ind Health* 2000;**38**:413-9.
27. 李中一：執行非屬原子能游離輻射—高壓輸電線、變電所或行動電話基地台鄰近學校產生電磁場之量測及其對學童健康評估。環保署委託研究計畫(計畫編號：EPA-93-F105-02-106)，2004。
28. 李中一：國民中小學校園因鄰近變電所或高壓輸電線所造成之環境極低頻磁場暴露—現況調查與管制建議。教育部環保小組委託工作計畫(計畫編號：0920141625)，2004。

Assessment of general health status amongst children students who attend schools with high-tension power lines hovering over the campuses

CHUNG-YI LI^{1,*}, FUNG-CHANG SUNG², FU-LI CHEN¹

Objectives: To assess the health of children attending elementary and junior high schools with high tension power lines hovering over the campuses. **Methods:** Between April and November, 2004, we carried out a cross-sectional study that administered a self-assessed health questionnaire survey to the parents of 1,117 children from 14 elementary and junior high schools with high tension power lines hovering over the campuses (exposed group). The control group was consisted of 2,204 children from 18 control schools. Multivariate multinomial logistic regression model was used to calculate the age and socioeconomic indicators adjusted odds ratios (ORs) and the corresponding confidence intervals (CIs) of clinical visits and health conditions within a one-month period prior to questionnaire survey in relation to the putatively hazardous exposure to magnetic fields. **Results:** After adjustment for potential confounders, children of the exposed group experienced significantly reduced OR of clinic visit at a value of 0.84 (95% CI: 0.72-0.98). The ORs for both ambulatory and dental care were also significantly reduced at estimates of 0.68 (95% CI: 0.56-0.81) and 0.76 (95% CI: 0.59-0.98), respectively. There were no significant differences between the two groups in Chinese medicine care, drugstore visits, and taking herbal medicine. There were also no significant differences in the self-reported adverse health outcomes by parents. **Conclusions:** This study discloses that children attending elementary and junior high schools with high-tension power lines hovering over the campuses tended to experience a lower frequency of certain health indicators. Whether such results were due to unadjusted confounders or electromagnetic fields induced hormetic effects warrant further investigation. (*Taiwan J Public Health*. 2006; 25(2):83-92)

Key Words: *Cross-sectional studies, Electromagnetic fields, School health, Power sources*

¹ Department of Public Health, College of Medicine, Fu Jen Catholic University, No. 510, Chung-Cheng Rd., Hsinchuang, Taipei County 24205, Taiwan, R.O.C.

² Institution of Environmental Health, China Medical University College of Public Health, Taichung, Taiwan.

* Correspondence author. E-mail: chungyi@mails.fju.edu.tw

Received: Jul 27, 2005 Accepted: Jan 21, 2006

