

鋼鐵業勞工聽力損失評估

張淑如^{1,2} 宋鴻樟² 江宜庭² 陳秋蓉^{1,2,*}

SHU-JU CHANG^{1,2}, FUNG-CHANG SUNG², YI-TING CHIANG², CHIOU-JONG CHEN^{1,2,*}

¹ 行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所, 台北縣汐止市橫科路407巷99號
Institute of Occupational Safety and Health, Council of Labor Affairs, Executive Yuan.
No. 99, Lane 407, Hengke Rd., Shijr City, Taipei, Taiwan, R.O.C.

² 國立台灣大學公共衛生學院環境衛生研究所
Institute of Environment Health, National Taiwan University.

* 通訊作者 Correspondence author. E-mail: akichn@mail.iosh.gov.tw

目標：工作場所噪音造成的聽力損失，是重要的勞工安全衛生議題，鋼鐵業勞工噪音暴露特別高，但未曾有過系統的探討。本研究收集國內鋼鐵廠勞工聽力檢查資料，評估分析其聽力損失概況。**方法：**本研究調查獲得13家鋼鐵廠同意提供聽力健檢資料，其中12家依「勞工健康保護規則」規定保存了10年的資料，乃取其1997和1998年可供分析之員工資料，計有7160個案。利用我國勞工聽力常模值，校正年齡因素的影響後，分析由噪音所造成的聽力損失，特別是4kHz和6kHz之聽力損失，並比較其符合勞工噪音健康管理級別的程度。**結果：**從事噪音作業勞工較差的4kHz聽力損失達40分貝以上的有29%，6kHz的聽力損失更達31%，顯示鋼鐵業為噪音作業中較嚴重的行業之一。各年齡層的4kHz及6kHz的聽力損失均嚴重，由噪音和其他因素造成的聽力損失皆高達14分貝，年齡50歲以上甚至高達20分貝。依據醫院判定之健康管理級別區分，只有1人判為第三級管理。**結論：**鋼鐵業勞工聽力損失與職業噪音管理級別不具相關性實為嚴重低估，顯示噪音作業勞工聽力損失指標不宜使用三分法或四分法或六分法，鋼鐵業應確實實施「勞工聽力保護計畫」保護勞工聽力，以免聽力損失更形嚴重。(台灣衛誌 2001；20(6)：433-439)

關鍵詞：噪音、聽力損失、鋼鐵業。

Assessment of hearing loss among steel manufacturing workers

Objectives: Hearing loss in the workforce, due to noise exposure, has attracted attention for decades in Taiwan. However, studies on this issue remain scarce. This report describes hearing loss for steel factory workers. **Methods:** Steel factories in Taiwan are required to comply with "Workers Health Protection Regulation" by establishing records of routine hearing examinations for workers exposed to noise. We obtained, from 12 factories, 7160 workers' records of hearing examinations conducted in 1997 and 1998. Age-adjusted hearing acuity, particularly in the frequencies of 4kHz and 6kHz, was compared against "National Labors' Hearing Normal Distribution". This was used as a standard for estimating hearing impairment for each worker. **Results:** Hearing impairment was found for study subjects of all ages. Workers younger than 50 years had an average hearing loss of at least 14 decibels. Workers 50 years of age and above had an average loss of 20 decibels. Approximately 29% of workers had an average loss of 40 decibels or above in 4kHz and 31% workers had a similar level of hearing loss in 6kHz. Among all steel industrial workers in this study, almost none were classified for hearing protection management level 3. Analysis also revealed that using the three-, four- or six-distribution method for assessing hearing loss for steel manufacturing workers underestimates their hearing impairment. **Conclusions:** The steel industries fail to protect workers from hearing loss. This industry must be in compliance with the "Hearing Protection Project for Workers" act to halt the decline of hearing acuity for their employees. (*Taiwan J Public Health*. 2001;20(6):433-439)

Key words: noise, hearing loss, steel manufactories.

前 言

工作場所產生的噪音，會因防護不當導致嚴重聽力損失，導致人際溝通困難，甚至因嚴重聽力損失無法察覺各類危險警告聲，使得意外傷害機率增加。根據行政院勞委會勞工安全衛生研究所[1]於1999年一月到十二月之噪音作業勞工聽力值監視系統調查發現，有28.3%的勞工聽力損失介於30至40分貝，甚至有15.8%的勞工聽力損失達到45分貝以上，顯示我國噪音作業勞工聽力損失嚴重。由於鋼鐵業屬於職場高噪音作業場所，更值得我們研究其聽力損失概況。

作業場所噪音所造成的聽力損失因作業性質而異，如1991年義大利之研究[2]，針對41個木材加工廠的金屬作業工人做聽力測驗，其中45.9%的人有6kHz聽力損失。行政院勞委會勞工安全衛生研究所[3]在1998年調查汽車製造業勞工，其中36.3%的人有6kHz聽力損失，顯示職業噪音暴露對勞工高頻聽力有程度不等的影響。

Tanaka等[4]於1992年對日本一重金屬工廠，測量環境噪音量、對工廠工人們做問卷調查，以及用聽力計測量聽力。結果發現暴露於高分貝噪音環境下的勞工聽力損失嚴重，甚至會有耳鳴、頭暈目眩的情形，故建議應該給予工廠工人們更多的工業衛生教育，並進行例行性噪音測量，以及定期的醫療檢查。金屬工業中的鋼鐵業也是重要的噪音暴露源，我國尚未就金屬業勞工的聽力損失做系統性分析。

美國密西根州政府收集1992至1997年，有關噪音所引起的聽力損失個案共1378個案[5]，發現有噪音暴露的工廠，約有46%沒有按規定做聽力測試，建築工人也沒有給予足夠的聽力防護具，且在43個監測點有17個並沒有確實實施聽力保護計畫或實施不完全，顯示有許多因職業暴露所造成的聽力損失是可以避免的，故建議應確實實施聽力保護計畫，以降低勞工聽力損失的嚴重度，來保護勞工的健康。

投稿日期：90年10月29日

接受日期：91年4月10日

1998年國內一份有關噪音引起聽力損失的研究顯示[6]，於高噪音環境作業的勞工的確有較明顯聽力損失的情形，尤其是建築、鋼鐵、造船業等的勞工。

我國勞工健康保護規則[7]第二條規定：噪音在85分貝以上之作業為特別危害健康作業。第十二條規定：雇主僱用勞工從事特別危害健康作業，應於其受雇或變更其作業時，依規定實施指定項目之特殊體格檢查。對於在職勞工應依規定，於定期檢查期限內實施指定項目之特殊健康檢查，並建立健康管理資料。完整的聽力保護計畫要項應包括[8]：噪音作業場所調查與測定；噪音工程控制；勞工暴露時間管理；聽力檢查及其管理；防音防護具使用及選用；勞工教育訓練；資料建立與保存。

這些準則提供雇主、執行工程師、安全衛生人員及噪音暴露勞工推動、執行聽力保護計畫之參考。凡工作場所之日時量平均音壓階超過85分貝時，新進、調職員工均須在前三個月內接受聽力檢查，建立其聽力基準圖，以與後續定期檢查之聽力圖比較。為配合判讀之需要，某些資料如病歷、作業現場噪音測量、檢查室之背景噪音、聽力計之維修與校正，以及現場作業員工防音防護具之佩戴情形，也應一併記錄下來。聽力檢查結果之記錄，應至少保存十年。

本研究即利用這些依法建立之紀錄，針對在高噪音作業中的鋼鐵業勞工進行聽力損失分析，來瞭解鋼鐵廠勞工的聽力損失現況。

材料與方法

本研究首先在1997及1998年向國內33家鋼鐵工廠探詢提供員工例行聽力檢查資料的意願，有13家鋼鐵廠同意提供資料，其中一家資料不全，其餘12家確定依照「勞工健康保護規則」之規定，對作業人員聽力檢查健檢資料曾保存十年。勞工接受聽力檢查的醫院應為行政院勞工委員會暨衛生署指定之勞工健檢醫院，需符合國內聽力檢查室背景噪音之標準，聽力計之維修與校正亦符合規範。這

幾廠在1997及1998年的聽力檢查資料可供分析者計有7160個案，所收集的資料內容包括：出生日期、年齡、性別、工作類別、管理級別、噪音作業年資、左、右耳各分頻聽力分貝值(500Hz、1kHz、2kHz、3kHz、4kHz、6kHz)和左、右耳三分法、四分法、六分法聽力分貝值。不過，其中只有三分之一個案具有噪音作業年資資料。

以SAS(statistical analytic system)6.12版套裝軟體進行統計分析。由於女性作業員人數不多，不予分析。資料分析首先統計各鋼鐵廠高音頻(4kHz和6kHz)較差耳聽力損失之盛行率，進而計算聽力值和年齡、管理級別和工作年資的關係。由於年齡為影響聽力之因素，因此聽力損失經年齡校正，以觀察噪音和其他因子對鋼鐵工作造成的聽力損失。利用行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所的勞工聽力常模值資料[9]，校正年齡因素的影響後，為和噪音(環境暴露)有關之修正值並排除其他因素(先天遺傳因素，藥物使用等)所造成的聽力損失，特別是4kHz及6kHz之聽力損失，結果並與「勞工聽力保護計畫」的噪音健康管理級別比較。

結 果

資料可供分析的12家鋼鐵廠共有7160人，平均年齡40.2歲，其中男性勞工佔多數(7127人，99.5%)。各廠勞工的聽力依管理級別判定屬於一級管理者1269人，二級管理者117人，屬第三級管理者1人。只有三分之一的勞工具具有工作年資的紀錄，其中3年以內

者有23.4%，4-6年佔22.5%，7-10年佔33.4%，10年以上佔20.7%。工作類別以軋鋼課(30.9%)、煉鋼課(27.6%)及工務課(25.8%)佔了大多數，其餘如機電課(9.1%)、品管課(3.5%)、精煉課(1.7%)、行政課(0.8%)、鑄造課(0.7%)則佔少數。

勞工各聽力指標的較差耳聽力值盛行率比較，以三分法、六分法，及4kHz、6kHz做為勞工較差耳聽力值的聽力指標評估。結果發現以三分法及六分法為右耳或左耳聽力損失指標時，聽力損失小於40分貝的勞工約有94.4%及94.3%(表一)；以4kHz及6kHz之暴露評估聽力指標時，聽力損失小於40分貝約為71.9%及69.8%。以三分法、六分法和4kHz、6kHz作為聽力指標之評估，差異約達24%。

根據受測工廠所有樣本聽力值，分別以左、右耳，4kHz、6kHz及較差耳的聽力值對年齡、及年資及各廠醫師判定之管理級別做單變量迴歸分析，結果發現無論是右耳或是左耳的聽力值均與納入的變項有顯著的相關(表二)。由表列六個迴歸分析看出二級管理級別較一級管理級別聽力值相差達33.2分貝到39.7分貝，年資愈高聽力值愈差的趨勢。

由劣耳聽力損失值的頻率、年齡和工作年資的分布觀察，鋼鐵作業勞工各頻率劣耳損失以大於40分貝的盛行率介於7.3%到31.0%，大略和表一所見相近。4kHz及6kHz的聽力損失最嚴重，損失70分貝以上的分別有5.6%及8.3%。聽力損失從50-59歲階層急速增加，60歲以上這組有28.6%的員工損失40分貝以上，工作三年就開始顯示有4.2%的人聽力損失40分貝以上，年資超過10

表一 依不同聽力指標估計較差耳聽力損失值盛行率

聽力指標 損失值	RT3或LT3		RT6或LT6		RT4k或LT4k		RT6k或LT6k	
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	n	(%)
< 40分貝	6494	(94.4)	6486	(94.3)	4947	(71.9)	4799	(69.8)
40-54分貝	251	(3.6)	262	(3.8)	980	(14.2)	993	(14.4)
55-69分貝	85	(1.2)	84	(1.2)	613	(8.9)	564	(8.2)
70分貝	49	(0.8)	47	(0.7)	339	(5.0)	520	(7.6)

註：RT3或LT3：三分法右或左耳聽力損失；RT6或LT6：六分法右或左耳聽力損失；
RT4k或LT4k：4kHz右或左耳聽力損失；RT6k或LT6k：6kHz右或左耳聽力損失。

表二 所有樣本聽力值(分貝)之單變項迴歸分析

	年齡(歲)		管理級別(級別)		年資(年)	
	迴歸係數	標準誤	迴歸係數	標準誤	迴歸係數	標準誤
RT4k	0.79*	0.02	33.2*	1.32	0.72*	0.06
LT4k	0.82*	0.02	35.2*	1.27	0.75*	0.06
RT6k	0.89*	0.02	36.4*	1.48	0.71*	0.06
LT6k	0.88*	0.03	38.1*	1.39	0.74*	0.06
較差耳4k	0.90*	0.03	36.2*	1.39	0.76*	0.06
較差耳6k	1.0*	0.03	39.7*	1.53	0.73*	0.06

註：* p<0.001。

表三 劣耳聽力損失值盛行率的分佈—依頻率、年齡和工作年資分

	< 40分貝		40 54分貝		55 69分貝		70分貝		總和	
	人	%	人	%	人	%	人	%	人	%
頻率										
500Hz	5962	85.9	767	11.1	128	1.8	81	1.2	6938	100
1kHz	6433	92.7	347	5.0	97	1.4	61	0.9	6938	100
2kHz	6407	92.3	327	4.7	30	1.9	74	1.1	6938	100
3kHz	5766	83.1	621	9.0	550	7.9	0	0.0	6937	100
4kHz	4934	71.1	981	14.1	633	9.1	390	5.6	6938	100
6kHz	4788	69.0	95	14.3	580	8.4	574	8.3	6937	100
年齡										
20 29歲	889	95.9	32	3.4	4	0.4	3	0.3	927	100
30 39歲	2080	95.7	74	3.4	10	0.5	10	0.5	2174	100
40 49歲	2895	92.5	160	5.1	48	1.5	26	0.8	3129	100
50 59歲	564	84.6	57	8.5	29	4.3	17	2.6	667	100
60歲	18	64.3	8	28.6	2	7.1	0	0.0	28	100
年資										
3年	600	93.8	32	5.0	5	0.8	3	0.5	640	100
4 6年	913	95.6	35	3.7	4	0.4	3	0.3	955	100
7 10年	501	90.7	44	8.0	2	0.4	5	0.9	552	100
> 10年	430	79.6	90	16.7	16	3.0	4	0.7	540	100

註：各頻率劣耳聽力損失值資料完整可供分析者共938人其中3kHz及6kHz遺漏1人。

各年齡別最大聽力損失值資料完整可供分析者共926人，年資別為2687人。

年以上的，有16.7%最大聽力損失為40-50分貝，3.0%最大聽力損失為50-69分貝。

扣除年齡因素的影響後，可得到由噪音及其他因素所引起的聽力損失。表四說明全部男性樣本原始值減去年齡影響之後各音頻的聽力修正值，仍顯示500Hz、4kHz及6kHz的聽力損失較為嚴重，均為15分貝。其中在20至39歲員工中，500Hz的聽力損失高達17分貝甚至20分貝之多，而40歲以上的男性勞工則4kHz及6kHz聽力損失較高，14分貝到17分貝。

討 論

雖然國內的勞工健檢醫院設有符合規定的聽力檢查設施，但實際執行檢查作業時，依照行政院勞委會勞工安全衛生研究所「噪音作業勞工聽力閾值監視系統」調查指出，實測場所包括(1)工廠內一處安靜場所，大多數是會議室，(佔75.94%) (2)健檢巡迴車(佔13.21%) (3)醫院聽力檢查室(佔10.34%) (4)其他(指工廠附設之聽力檢查室或醫院非聽力檢查室，佔0.51%)，環境中背景噪音多為低頻音，噪音作業場所多為高頻音，因此檢查結果可能於低頻部分(500Hz)造成較多高估，而高頻部分(4k, 6k)，造成較少的高估。雖然聽力異常值估計可能有些偏差，但仍為國內這方面最實際現況的表達，反應現狀，因此是最具參

考價值的資料。

鋼鐵廠勞工聽力檢查資料分析結果，顯示較差耳4kHz及6kHz之聽力損失大於40分貝之盛行率分別為28.9%及30.9%比例甚高，高估的可能性不大。但各廠依勞工健康保護規則所判定管理級別[7]，與較差耳在4kHz及6kHz音頻的聽力損失大於40分貝的結果差異頗大；屬於第一級管理卻佔91.5%，第二級管理佔8.5%，第三管理級則別只有1人，亦即表示由鋼鐵業勞工聽力損失管理級別三，判定可能與職業原因有關者，只有一人，應為嚴重低估，加上迴歸分析顯示第一和第二管理級別間的聽力損失差達33分貝以上，使我國管理級別之規定如同虛設，無法正確指出勞工聽力損失現況。

依「勞工保險殘廢給付標準」[7]，六分法耳聽力損失達70分貝即可申請殘廢給付，若以本研究結果顯示4kHz或6kHz較差耳大於等於70分貝結果來看，4kHz有391人(5.6%)，6kHz有575人(8.3%)聽力損失已到嚴重階段。但以六分法較差耳聽力損失大於等於70分貝的結果為47人(0.68%)，其結果與4kHz或6kHz所測得的結果相差太多，而我國是以六分法來作為申請殘障給付的標準，結果顯示以六分法作為標準可能會導致我們低估許多聽力損失嚴重的勞工，誤導勞工聽力損失的維護措施，因而無法確實實施聽力保護計畫，故值得我們進一步檢討改進。

表四 經年齡校正後之聽力損失修正值

	500Hz	1kHz	2kHz	3kHz	4kHz	6kHz
全部男性						
原始聽力值	26	21	19	21	26	28
年齡引起之聽力損失	11	12	10	12	11	13
修正值	15	9	9	9	15	15
各年齡層男性						
20-29歲	20	13	10	8	1	10
30-39歲	17	9	9	7	12	12
40-49歲	13	7	9	9	16	15
50-59歲	13	6	9	12	17	17
60歲	12	5	9	11	15	14

註：單位為分貝。

為避免年齡因素干擾，此次研究利用勞工聽力常模值來校正[9]，可由原始聽力損失值扣除年齡因子影響後，得到噪音與其他因子造成聽力損失值。結果發現年輕人低頻損失較為嚴重，而且年齡層越低損失情形越嚴重。一般噪音作業勞工因長期處於高噪音作業環境，聽力損失有先從高頻損失的特性，因此對於一般年輕人應多注意其對低頻的保護[8]，而對於噪音作業勞工應注意其高頻聽力的保護，以免損失越形嚴重。

將鋼鐵業與一般噪音作業勞工聽力值監視通報系統[1]比較，發現鋼鐵業勞工的高頻聽力損失值如大於40分貝的，在4kHz為28.9%、6kHz為30.9%，較一般噪音作業勞工在4kHz(19.6%)、6kHz(22.6%)的聽力損失值多。顯示鋼鐵業的高頻聽力損失比一般噪音作業較為嚴重，應受到重視並加以保護。

一般管理級別的判定易因醫療院所及醫師判斷的不一，而易忽略許多噪音作業勞工聽力損失的嚴重性。故建議訂定明確聽力損失指標值之管理級別，使醫師在判定時有所依據；也使勞工能得知明確資訊避免忽略自身健康狀況而造成惡化。但僅以4kHz或6kHz來當評估聽力損失並不完整，因此建議聽力指標值以(4kHz分貝值 + 6kHz分貝值)除以二，似乎較能代表噪音作業勞工之暴露指標，然而非噪音作業勞工或一般民眾仍可參考原有的三、四、六分法當指標值。

由所探討的12家依法保存資料鋼鐵業工人的聽力損失判斷，這種職業噪音暴露造成的聽力損失不僅是國內普遍的現象，其他地區也是仍有報導，顯示防護做的不好[10-12]。本研究的各家工廠有安全衛生教育訓練和安全防護具使用的比例算是高的，但所測得聽力檢查聽力損失仍相當嚴重。顯示在安全衛生教育訓練方面仍不足，建議應確實落實且嚴格執行聽力保護計畫，避免忽略導致聽力損失嚴重。當扣除年齡因子後，將各個頻率分別比較，各年齡層年齡越大在高音頻的聽力損失也明顯偏高，顯示噪音確實對勞工的高頻聽力造成傷害。此次研究更發現扣除年齡因素的影響後，年輕人的低頻聽力損失嚴重，可能是日常生活中的噪音，例如娛

樂場所過度暴露所導致。建議年輕人應特別注意，以避免在日常生活中因過度暴露於噪音環境下，導致低頻聽力損失嚴重，影響一般對話造成不便。將鋼鐵業勞工的聽力結果與一般噪音作業勞工聽力通報系統中的資料比較，顯示鋼鐵業勞工的聽力損失較為嚴重，應建議加強對鋼鐵業噪音勞工的聽力保護，避免情況持續惡化，來確保勞工安全健康。

致 謝

本研究計畫在行政院勞工委員會安全衛生研究所八十九年度研究計畫(IOSH89-M342)經費贊助下完成，謹此敬表謝忱。

參考文獻

1. 勞研所：台灣地區噪音作業勞工聽力值監視系統年報。台北：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1999。
2. Lucchini R, Apostoli P, Peretti A, Bernardini I, Alessio L. Effects on hearing in exposure to impulsive and high frequency noise in Italy. *Med del Lavoro* 1991;**82**:547-53. [Abstract]
3. 勞研所：汽車製造業勞工聽力損失。台北：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1998。
4. Tanaka M, Shimai S, Nakamura K, Takahashi H, Tanaka K. Investigation of noise in a factory in Japan. *Ann Physiol Anthropol* 1992;**11**:21-7.
5. Reilly MJ, Rosenman KD, Kalinowski DJ. Occupational noise-induced hearing loss surveillance in Michigan. *Occup Environ Med* 1998;**40**:667-74.
6. Wu TN, Liou SH, Shen CY et al. Surveillance of noise-induced hearing loss in Taiwan, ROC, a report of the PRESS-NIHL results. *Prevent Med* 1998;**27**:65-9.
7. 勞委會：勞工安全衛生法規彙編。台北：行政院勞工委員會，1997。
8. 勞研所：聽力保護計畫指引。台北：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所，1997。

9. 張淑如、陳秋蓉、趙寶強、潘致弘、邱士剛：勞工聽力常模值之研究。勞工安全衛生研究季刊 2001；**9**：199-210。
10. Ahmed HO, Dennis JH, Badran O, Ismail H. Occupational noise exposure and hearing loss of workers in two plants in Eastern Saudi Arabia. Ann Occup Hyg 2001;**45**: 371-80.
11. McBride DI, Williams S. Air blast circuit breaker noise and hearing loss: a multifactorial model for risk assessment. Occup Med 2000;**50**:173-81.
12. Neitzel R, Seixas NS, Camp J, Yosr M. An assessment of occupational noise exposure in four construction trades. AIHA J 1999;**60**:807-17.