

全身振動職業暴露之健康危害分析 ～以火車駕駛人員為例

魯文印* 蕭景祥** 何先聰*** 賴俊雄****

本研究目的在評估火車乘務人員（機車長、司機員、行車助理、駕駛助理）暴露於工作場所全身振動量之大小及其對乘務人員健康之影響。研究對象包括兩部份，第一部份係選取台灣省西部山線的各式鐵路列車（包括自強號、莒光號、復興號、平快車），以 PV-62 檢波器置於火車駕駛座上，配合 TEAC-R61 紀錄駕駛者全身振動訊號，並利用 RION SA-27 分析評估各式列車駕駛者全身振動之暴露。第二部份係立意選取彰化機務段乘務人員及非乘務人員，以結構式問卷調查其工作現況及健康狀況。

研究結果發現：

一、全身振動監測評估部份：全身振動在 X 軸之加權加速度最大值為 0.23m/s^2 ，容許暴露時間為 7 小時 30 分；Y 軸之加權加速度最大值為 0.57m/s^2 ，容許暴露時間為 1 小時 56 分；Z 軸之加權加速度最大值為 0.52m/s^2 ，容許暴露時間為 4 小時 20 分。總加權加速度(WAS)最大值為 0.89m/s^2 ，容許暴露時間為 1 小時 40 分。

二、問卷評估部份：乘務組下班時感到疲勞的情形、乘務組工作時感受到壓力、噪音較嚴重，乘務組與非乘務組間的差異達統計顯著水準。乘務組認為駕駛火車時，因擔心路況不佳（79.1%）、火車故障（62.7%）及旅客安全（41.8%）等，而自覺工作壓力大。受訪者近一年來，自覺身體各部酸痛現象盛行率，均以乘務組較高，各組間在頸部、腰部、薦部、下背部的酸痛現象，以卡方檢定達顯著差異。

前述各項研究結果，可作為釐訂職業駕駛者（鐵路司機），工作場所健康促進計畫之重要參考。

關鍵字：全身振動、下背酸痛、鐵路司機、工作場所、盛行率

* 魯文印	中國醫藥學院環境醫學研究所	講師
** 蕭景祥	嘉南藥理學院工業安全衛生系	講師
*** 何先聰	嘉南藥理學院工業安全衛生系	教授
**** 賴俊雄	中國醫藥學院環境醫學研究所	教授

壹、緒 論

一、研究動機

隨著國內交通運輸業的發達，不僅駕駛族群日益增多，即使一般民衆也極易暴露於振動的環境中而不自知。全身振動是指整個身體暴露於振動環境中，但因人們對振動的感覺未如其他環境中有害因子強烈，因此常令人忽視。國外對全身振動的測定評估已建立完整的標準方法，且將振動引起的疾病列為職業病（何先聰,民 76）。雖國內勞工意識高漲，但對此相關主題的研究尚不多見，因此有必要針對暴露於全身振動的工作者，建立基本的暴露資料，以做為本土職業病預防及勞工安全衛生教育的參考。

二、文獻探討：

在可忍受的振動強度下，全身振動可使人產生不適感、肌肉緊張疼痛及便意、尿意急切等（何先聰,民 76），日本（JIS）指出當全身振動強度位準超過 110 分貝時，振動會對生理造成顯著影響（公害防止技術法規編輯委員會,民 67）。另有研究指出暴露於全身振動環境下，會有厭煩、不適、易怒等情緒反應（黃榮村,民 78;Kjellberg ,A., &Wickstron, B.O.,1985; Griffin ,M.J., &Whitham, E.M.,1980），依學者何先聰等人的研究指出 50%的厭惡振動量為 112.8dB ,且在低頻振動（1Hz~5Hz）時，受試者較易產生頭暈症狀（何先聰,民 78）。急性振動會使血壓升高、脈搏加速（ Edwards,R.G., McCutcheon ,E.P. ,& Knapp, C.F. ,1972； Hood ,W.B.,& Higgins, L.S. ,1965; Gri,T.,& Soe ,J. ,1967; Gati1,T., Kszler, P, Soe ,J.,& Zelies ,T. ,1968），但也有研究提出相反說法（ Clark,J.G., Willams ,J.D., .Hood ,W.B.,& Murray, R.H. ,1967; Seidel,H, & Heide ,R. ,1988），事實上，許多有關急性振動的研究均在實驗室中進行（Clark,J.G., Willams ,J.D., .Hood ,W.B.,& Murray, R.H.,1967; Edwards,R.G., McCutcheon ,E.P. ,& Knapp, C.F. ,1972; Hood ,W.B.,& Higgins, L.S.,1965;Gri,T.,& Soe ,J.,1967; Gati1,T., Kszler, P, Soe ,J.,& Zelies ,T. ,1968; Hoover ,G.N., Ashe, W.F., Dines ,J.H., &Fraser, T.L.,1961; Hood,W.B. , Murray ,R.H., Urshel, C.W., Bowers1J.A., &Clark, J.G.,1966; Teuclirnaim, J K.,1962; Kjellberg ,A.,1987; Schmitz,M. A., &Boettcher, C.A.,1980）故其暴露實況與實際工作環境的暴露間仍有差異。此外，許多研究指出長時間暴露於全身振動對脊椎及末梢神經系統危害最大，其次是消化系統、末梢靜脈、前庭系統與女性生殖系統的傷害（ Hulshof ,C. T., &Veldhuijzen ,V. Z.,1987;Seidel,H, & Heide ,R.,1988;Johanning, K., Wilder, D., Landrigan ,P.J.,& Pope M.H. ,1991; Hulshof,C. ,&Veldhuijzen, B.,1987; Troup, J. D. G., 1978; Kjelleberg, A. B. ,& Wikstrom ,O. ,1985），甚至是循環系統的傷害（ Oupetring,&Nolsen,1980; Goff ,G.D.,& Rosner, B.S. ,1965;Martin ,B.,& Gauthier, G.M. ,1980; Ho,S.T.,& YU ,H.S. ,1986），如末梢神經血管的病變等。為能預防前述全身振動造成人們健康的危害，正確掌握工作場

所及生活環境中的振動實況，是衛生工作者從事職業病預防時，不可或缺的資訊。

貳、研究目的

目前對全身振動的測定評估均以 ISO 2631/1 為規範(黃榮村,民 78)，雖國外已有研究論及職業性駕駛者的全身振動量暴露的測定與評估(Johanning, K., Wilder, D., Landrigan, P.J., & Pope M.H., 1991; Village, J., Morrison, J.B., & Leong D.K., 1989; Bovenzi, M., & Zadini A., 1992)，但國內相關的研究較偏重環境公害振動的監測(黃榮村,民 78;胡金鳴,民 78)，以職業病預防角度出發，將人視為測定主體的全身振動測量仍不多見(何先聰,民 81)。基於此，本研究的目的訂定如下：

- (一)評估乘務人員（機車長、司機員、行車助理、駕駛助理）的全身振動量。
- (二)評估乘務人員全身振動容許暴露時間。
- (三)比較乘務人員及非乘務人員對自我健康狀況評估的差異。

參、材料與方法

一、全身振動測量與評估：

(一) 全身振動測量

立意選取台灣西部山線自強、莒光、復興、平快四種列車之司機為對象，行車時將 RION PV-62 致於駕駛座上，將振動訊號輸入 RION VM51，再經由 RION VM51 分析後輸入 TEAC R61 儲存。分析時將 TEAC R61 的訊號再生後，以 RION SA-27 1/3 OCTAVE BAND REAL TIME ANALYZER 進行各項分析。

(二) 全身振動的評估

振動的強度 (Intensity of Vibration) 大小在 ISO 中規定以加速度來表示，單位為公尺/秒平方 (m/s^2)，且加速度應以實效值 (R.M.S. root mean square) 來表示。但當處理振動對人體的影響時，卻習慣以分貝表示，依 ISO 規定振動加速度值與分貝轉換的參考值為 $1 \times 10^{-6} m/s^2$ ，其轉換式如下：

$$a_{eq} (indb) = 20 \log_{10} \left[\frac{a_{eq} (m/s^2)}{a_{ref} (m/s^2)} \right]$$

$$RMS = a_{eq} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

.RMS value for whole measurement time. T.

依 ISO 規定在實際評估振動對人體的影響時，有三個基準值須加以區別：

- 1.維持工作效率的基準稱為「疲勞--降低界限」(Fatigue decreased proficiency boundary)、
- 2.暴露限值 (Exposure limit)、
- 3.減低舒適界限 (Reduce comfort boundary)。

以劑量暴露評估的觀點，基於人體對不同方向的振動抵抗力有所不同，故將水平軸之加速度加權，求得總加權加速度 (Weighted Acceleration Sum ,簡稱 WAS) ,其計算公式如下：

$$WAS = \sqrt{(1.4ax)^2 + (1.4ax)^2 + az)^2}$$

本研究除依國際標準組織(ISO)2631 對振動之評估規範，評估各軸 (X.Y.Z) 振動量大小外，另求算總加權加速度 (Weighted Acceleration Sum , WAS) 及相對應之各容許暴露時間，作為評估之參考。

二、職業駕駛者之自述性健康評估：

參照先前對客運車司機的調查問卷(Goff ,G.D.,& Rosner, B.S. ,1965)，以自述性健康評估方式，調查受訪者之基本資料、工作現況及健康狀況。立意選取台鐵彰化機務段之乘務人員為受訪對象(包括機車長、司機員、機車助理和駕駛助理)，另調查該機務段之所有男性職員，分為非乘務組 A (從未擔任火車駕駛者)、非乘務組 B (曾擔任火車駕駛者之非乘務人員) 做為本調查之對照組。問卷經受試者自填，共回收 353 份有效問卷，並以 SAS 統計軟體進行資料分析。

肆、結果與討論

一、全身振動部份：

本研究共測量八個車次，測定時間從 2 小時 31 分 (平快 203 次) 至 6 小時 27 分 (復興 109 次)，共測定時數為 38 小時 34 分。

高雄至彰化路段測定結果 (表 1)。X 軸平均加速度以莒光 14 次的 $1.07 m/s^2$ 最高，而以自強 1004 次的 $0.31 m/s^2$ 最低；加權加速度則以莒光 14 次的 $0.23 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 7 小時 30 分，而以自強 1005 次的 $0.10 m/s^2$ 最低，容許暴露時間為 22 小時 30 分。Y 軸平均加速度以莒光 17 次的 $0.89 m/s^2$ 最高，以自強 1004 次的 $0.25 m/s^2$ 最低；加權加速度則以復興 106 次的 $0.57 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 1 小時 56 分，而以自強 1004 次的 $0.27 m/s^2$ 為最低，容許暴露時間為 6 小時。Z 軸平均加速度以復興

106 次的 $0.72 m/s^2$ 最高，以自強 1004 次的 $0.15 m/s^2$ 最低；加權加速度則以莒光 17 次的 $0.52 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 4 小時 20 分，而以自強 1004 次的 $0.09 m/s^2$ 最低，容許暴露時間大於 24 小時。總加權加速度以復興 106 次的 $0.89 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 1 小時 40 分；以自強 1004 次的 $0.42 m/s^2$ ，容許暴露時間為 6 小時 05 分。

彰化至台北路段測定結果（表 2）。X 軸平均加速度以復興 106 次的 $0.83 m/s^2$ 最高，而以自強 1005 次的 $0.32 m/s^2$ 最低；加權加速度則以莒光 14 次及復興 106 次的 $0.17 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 11 小時 40 分，而以自強 1005 次的 $0.09 m/s^2$ 最低，容許暴露時間大於 24 小時。Y 軸平均加速度以復興 106 次及莒光 17 次的 $0.61 m/s^2$ 最高，以自強 1005 次的 $0.27 m/s^2$ 最低；加權加速度則以復興 106 次的 $0.56 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 2 小時，而以自強 1004 次的 $0.27 m/s^2$ 為最低，容許暴露時間為 6 小時。Z 軸平均加速度以莒光 17 次的 $0.74 m/s^2$ 最高，以自強 1004 次的 $0.16 m/s^2$ 最低；加權加速度則以莒光 17 次的 $0.50 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 4 小時 25 分，而以自強 1004 次的 $0.10 m/s^2$ 最低，容許暴露時間為 24 小時。總加權加速度以復興 106 次的 $0.86 m/s^2$ 最高，容許暴露時間為 1 小時 48 分；以自強 1004 次的 $0.42 m/s^2$ 最低，容許暴露時間為 6 小時 10 分。

二、問卷訪視結果：

(一)受訪者基本資料：

受訪者各基本資料參見表 3，以變異數分析各組受訪者在年齡、身高、體重方面並無顯著差異。在受訪者工作經歷方面（參見表 4），乘務組（火車駕駛平均年資 16 年）與非乘務組 B（火車駕駛平均年資 8.3 年）的火車駕駛年資彼此間有顯著差異（T-test $p < 0.01$ ）。

(二)受訪者工作狀況：

乘務組下班時感到疲勞的情形、乘務組工作時感受到壓力、噪音較嚴重，乘務組與非乘務組間的差異達統計顯著水準（參見表 5）。乘務組認為駕駛火車時，因擔心路況不佳（79.1%）、火車故障（62.7%）及旅客安全（41.8%）等，而自覺壓力大（參見表 6）。此點，據筆者多次與受試者訪談時，許多受試者均曾提及火車駕駛工作的特殊性（全天候輪班制、單人駕駛、載客量大、平交道多等）是他們相當關切的焦點中可證實。能發現火車職業駕駛者，在全身振動之外，其他可能的健康危害因子，是相當意外的，當然，真正的機制，有待進一步的研究深入探討釐清。

乘務組中仍有 68.8% 受訪者覺得駕駛座不舒適；且不管是從前（剛擔任駕駛工作時）抑或是現在，超過半數以上的乘務組人員，對火車車體的振動感受仍是不舒服，甚至是極不舒服。此種長時間的不適感，其導因究竟是來自座椅設計不當抑或是駕駛時姿勢的限制性或是駕駛時間過長，則有待進一步研究證實。不過由前述對全身振動的測量可知，雖各式列車各軸振動值，均未超過 8 小時容許暴露量，但以 ISO2631/1~疲勞降低效率境界標準而言，各列車中僅自強號容許時間為六小時，其餘皆小於四小

時。因乘務人員工作時間至少八小時，再加上其他工作環境中的不利因子，無怪乎不舒適感、疲勞等現象普遍存在。

(三)受訪者自覺健康狀況方面：

受訪者近一年來，自覺身體各部酸痛現象盛行率，均以乘務組較高，各組間在頸部、腰部、薦部、下背部的酸痛現象，以卡方檢定達顯著差異（參見表 7）。相較於 1991 年 Johanning, K.D.等（Johanning, K.D., Wilder, D.P., Landrigan, P.J., & Pope M.H., 1991）對紐約地下鐵駕駛者所作調查，本研究，除下背部酸痛的盛行率與其相同外（73%），其餘各部酸痛發生率均較該研究高；本研究結果，亦較 1992 年何先聰（何先聰, 民 81）對客運車司機的調查結果高。

(四)受訪者基本資料、工作經歷、工作狀況等與各部酸痛發生之對數迴歸分析

以受訪者的年齡、身體質量比（BMI）、職業史中全身振動暴露年資、工作疲勞情形、工作方式（工作中是否常須身體前彎、側彎、或轉動腰部才能完成作業）、工作時壓力、對工作場所聲音的感受，對受訪者頸部、腰部、薦部、下背部酸痛的現象進行對數迴歸分析，結果發現職業史中全身振動暴露年資與各部酸痛發生現象無顯著相關。因乘務人員駕駛火車的班次並非固定，故評估振動暴露量與各部酸痛間關係時，無法以實際測得的振動暴露量為依據，而改採擔任乘務之年資作為振動暴露量的推估，是否因此影響結果，有待進一步研究分析。

此外，對數迴歸分析中疲勞情形、工作方式、身體質量比與上背部酸痛現象的發生，其間達顯著相關，尤其疲勞情形的 OR 值 2.05 值得注意。此外工作方式此變項，在預測身體各部酸痛發生現象時均達顯著，以此而言，受訪者的工作方式，是預測其身體各部酸痛發生現象的有利因子（參見表 8~表 11）。

伍、結論與建議

一、透過工程改善（機械維修、路基維護等），降低振動值，並設計符合人體工學的駕駛座椅：

雖各式列車各軸（X.Y.Z）振動值，均未超過 8 小時容許暴露量，但以 ISO2631/1~疲勞降低效率境界標準而言，各列車中除自強號容許時間為六小時外，其餘皆小於四小時。因乘務人員工作時間至少八小時，明顯超過 ISO2631/1~疲勞降低效率境界標準，且現實工作環境中的不利健康的因子眾多，無怪乎不舒適感、疲勞等現象普遍存在。乘務組中仍有 68.8% 覺得駕駛座不舒適，其原因與長時間駕駛、振動暴露有關外，與駕駛室中座椅大多是固定式、腳部活動的限制性亦是重要影響因數。因此，如何透過工程改善（機械維修、路基維護等），降低振動值，並設計符合人體工學的駕駛座椅，是維護駕駛者健康，不容忽視的課題。

二、推動衛生教育策略，紓解工作壓力，達成工作場所健康促進的目標：

乘務組認為駕駛火車時，因擔心路況不佳（79.1%）、火車故障（62.7%）及旅客安全（41.8%）等，而自覺工作壓力大。許多受試者均曾與筆者提及火車駕駛工作的特殊性（全天候輪班制、單人駕駛、載客量大、平交道多等），尤其是不可控的交通意外事故，是他們相當關切的議題。但受訪者普遍認為更換工作不易，且大多年資已久（平均年資 16 年），因此如何透過教育策略，紓解其工作壓力，達成工作場所健康促進的目標，是衛生教育者不容忽視的課題。

三、實際進行個案健康檢查，以釐清全身振動暴露量與健康危害間機制：

以自我報告方式評估受試者健康狀態，在效度上受許多限制。因此，若經費許可，應對乘務組中人員進行實際詳細健康檢查，以釐清全身振動暴露量與健康危害間機制。

四、擴大樣本數，突破研究限制：因乘務組人員係二十四小時混合排班，追蹤個案不易，故立意選取彰化機務段，於乘務組人員在職訓練時進行調查，所得結果在推論上，須注意有其限制。所測得的全身振動值也會因機械條件、駕駛習慣、路基條件等不同而有所差異。

表 1：高雄 = 彰化段 機車振動測定結果

車種 車次	X 軸			Y 軸			Z 軸			WAS	
	a	a _W	Time	a	a _W	Time	a	a _W	Time	a _W	Time
自強 1004	0.31	0.12	18:30	0.25	0.27	6:00	0.15	0.09	24:00	0.42	6:05
莒光 14	1.07	0.23	7:30	0.60	0.30	5:00	0.63	0.48	4:40	0.72	2:25
復興 106	0.81	0.17	8:40	0.65	0.57	1:56	0.72	0.31	8:05	0.89	1:40
自強 1005	0.38	0.10	22:30	0.32	0.35	4:20	0.25	0.15	21:40	0.53	4:00
莒光 17	0.85	0.19	9:40	0.89	0.46	2:45	0.68	0.52	4:20	0.87	1:53
復興 109	0.75	0.17	8:40	0.68	0.35	4:20	0.59	0.42	5:20	0.68	2:45
平快 203*	0.67	0.15	12:30	0.62	0.30	5:00	0.49	0.35	7:30	0.59	3:30
平快 334*	0.72	0.20	9:30	0.81	0.29	6:50	0.47	0.33	7:45	0.59	3:30

a：平均加速度（m/s²）

a_W：加權加速度（m/s²）

Time：ISO 2631/1－疲勞－降低效率境界容許暴露時間
（小時：分鐘）

*203 車次為嘉義至高雄段，334 車次為高雄至嘉義段

總加權加速度

$$(WAS) = \sqrt{(1.4ax)^2 + (1.4ax)^2 + (az)^2}$$

表 2 : 彰化 = 台北段 機車振動測定結果

車種 車次	X 軸			Y 軸			Z 軸			WAS	
	a	a _W	Time	a	a _W	Time	a	a _W	Time	a _W	Time
自強 1004	0.37	0.10	24:00	0.28	0.27	6:00	0.16	0.10	24:00	0.42	6:10
莒光 14	0.48	0.17	11:40	0.43	0.36	3:50	0.58	0.44	5:05	0.71	2:30
復興 106	0.83	0.17	11:40	0.61	0.56	2:00	0.60	0.27	11:00	0.86	1:48
自強 1005	0.32	0.09	24:00	0.27	0.29	5:30	0.25	0.14	24:00	0.45	5:00
莒光 17	0.62	0.16	12:40	0.61	0.35	4:10	0.74	0.50	4:25	0.74	2:10
復興 109	0.73	0.16	12:40	0.60	0.34	4:30	0.55	0.42	6:00	0.67	2:50

a : 平均加速度 (m/s²)

a_W : 加權加速度 (m/s²)

Time : ISO 2631/1-疲勞-降低效率境界容許暴露時間 (小時 : 分鐘)

總加權加速度

$$(WAS) = \sqrt{(1.4ax)^2 + (1.4ax)^2 + (az)^2}$$

全身振動職業暴露之健康危害分析～以火車駕駛人員為例

表 3：受訪者基本資料

變項	乘務組		非乘務組 (A)		非乘務組 (B)		P 值
	人數	百分比%	人數	百分比%	人數	百分比%	
年 齡 (歲)	N=116 A#		N=48 A		N=28 A		0.170
MEAN=43.9 ± 8.5	MEAN=43.6 ± 7.6		MEAN=43.6 ± 7.6		MEAN=43.6 ± 7.6		
≤ 30	4	5.4	2	4.2	0	0.0	
31-40	47	40.5	20	41.7	9	32.1	
41-50	40	34.2	16	33.3	10	35.7	
51-60	25	21.6	6	12.5	6	21.4	
>60	0	0.0	4	8.0	3	10.7	
教育程度	N=114 A		N=47 B		N=25 B		0.007**
大專以上	12	10.5	14	29.8	9	36.0	
高中 (職)	74	64.9	26	55.3	12	48.0	
國中國小	28	24.6	7	14.9	4	16.0	
身 高 (公分)	N=116 A#		N=48 A		N=28 A		0.429
MEAN=167.8 ± 5.2	MEAN=167.5 ± 5.3		MEAN=168.1 ± 5.36		MEAN=168.9 ± 4.5		
≤ 150	1	0.9	0	0.0	0	0.0	
151-160	12	10.3	4	8.3	0	0.0	
161-170	72	62.1	31	64.6	21	75.0	
171-180	30	25.9	13	27.1	7	25.0	
>180	1	0.9	0	0.0	0	0.0	
體 重 (公斤)	N=116 A#		N=48 A		N=28 A		0.975
MEAN=67.8 ± 7.9	MEAN=67.8 ± 8.2		MEAN=68.0 ± 7.6		MEAN=67.6 ± 7.4		
≤ 50	1	0.9	0	0.0	0	0.0	
51-60	22	19.0	11	22.9	5	17.9	
61-70	62	53.4	16	33.3	15	53.6	
71-80	20	17.2	19	39.6	7	25.0	
>80	11	9.5	2	4.2	1	3.6	
身體質量比 (BMI)	N=117 A		N=50 A		N=29 A		0.784
MEAN=24.1 ± 2.6	MEAN=24.2 ± 2.6		MEAN=24.1 ± 2.8		MEAN=23.7 ± 2.3		
≤ 27	97	83.6	41	85.4	25	89.3	
>27	19	16.4	7	14.6	3	10.7	

*P<0.05,表中 P 值即為檢定顯著機率之 α 值。

** P<0.01

各組字母相同者表該二組間無顯著差異，不同者表該二組間有顯著差異

MEAN=平均值 ± 標準差

N=回答該題之有效人數

非乘務組 (A)：從未擔任過火車駕駛工作者

非乘務組 (B)：曾經擔任過火車駕駛工作者

BMI= (體重 Kg) / (身高 m)²

表 4：受訪者工作經歷

變項 值	乘務組		非乘務組 (A)		非乘務組 (B)		P
	人數	百分比%	人數	百分比%	人數	百分比%	
工作年資 (年)	N=116 A#		N=48 A		N=28 B		0.170
MEAN=19.3 ± 11.3	MEAN=19.5 ± 10.0		MEAN=16.4 ± 13.1		MEAN=24.4 ± 11.2		
≤ 5	10	8.6	13	27.1	2	7.1	
5-10	19	16.4	9	18.8	1	3.6	
10-15	11	9.5	4	8.3	2	7.1	
15-20	24	20.7	11	20.8	9	32.1	
>20	52	44.8	12	25.0	14	50.0	
駕駛火車年資 (年)	N=116				N=26		0.000
MEAN=11.0 ± 9.8	MEAN=167.5 ± 5.3				MEAN=8.3 ± 8.2		
≤ 5	17	14.7			15	53.6	
5-10	20	17.2			3	10.7	
10-15	15	12.9			6	21.4	
15-20	35	30.2			2	7.1	
>20	29	25.0			2	7.1	

*P<0.05,表中 P 值即為檢定顯著機率之 α 值。

** P<0.01

#各組字母相同者表該二組間無顯著差異，不同者表該二組間有顯著差異

MEAN=平均值±標準差

N=回答該題之有效人數

非乘務組 (A):從未擔任過火車駕駛工作者

非乘務組 (B):曾經擔任過火車駕駛工作者

表 5：受訪者工作狀況

變項	乘務組		非乘務組 (A)		非乘務組 (B)		P 值
	人數	百分比%	人數	百分比%	人數	百分比%	
下班時疲勞情形	N=108 A		N=41 B		N=25 B		0.000**
極嚴重.嚴重	45	41.7	4	9.8	1	4.0	
還好	53	49.1	29	70.7	22	88.0	
不嚴重.沒感覺	10	9.3	8	19.5	2	8.0	
工作時主要姿勢	N=114 A		N=40 B		N=26 B		0.000**
坐姿	110	96.5	10	25.0	13	50.0	
立姿	1	0.9	12	30.0	4	15.4	
彎腰	2	1.8	8	20.4	1	3.9	
抬舉物品	0	0.0	3	7.5	1	3.9	
其他	1	0.9	7	17.5	7	26.9	
工作須轉動腰部	N=115 A		N=41 B		N=26 A		0.035**
是	53	49.1	29	72.5	13	50.0	
否	55	55.9	11	27.5	13	50.0	
工作時的壓力感受	N=115 A		N=41 B		N=25 B		0.000**
極大.蠻大	81	71.1	5	12.2	5	20.2	
還好	32	28.1	31	75.6	16	64.5	
很小.沒有壓力	1	0.9	5	12.2	4	16.0	
工作場所聲音的感受	N=112 A		N=40 B		N=25 B		0.007**
極大.蠻大	101	90.2	29	72.5	16	64.0	
還好	10	9.0	9	22.5	7	28.0	
很小.沒有聲音	1	0.9	2	5.0	2	8.0	

*P<0.05,表中 P 值即為檢定顯著機率之 α 值。

** P<0.01

＃各組字母相同者表該二組間無顯著差異，不同者表該二組間有顯著差異

N=回答該題之有效人數

非乘務組 (A):從未擔任過火車駕駛工作者

非乘務組 (B):曾經擔任過火車駕駛工作者

表 6 :乘務組駕駛火車時的感受

變 項	人 數	百分比%	變 項	人 數	百分比%
壓力感受	N=111		駕駛座舒適性	N=112	
極大.蠻大	88	79.3	極舒適.蠻舒適	1	0.9
還 好	22	19.8	還 好	34	30.4
很小.沒有壓力	1	0.9	不舒適.極不舒適	77	68.8
壓力主要來源	N=110		火車車體振動的感受	N=114	
			(剛從事駕駛工作時)		
感 準 點	33	30.0	極不舒適.不舒服	79	69.3
火車故障	69	62.7	還 好	35	30.7
路況不佳	87	79.1	舒服.很舒服	0	0.0
自身健康	28	25.5			
旅客安全	46	41.8			
其 他	28	25.5			
聲音感受	N=112		現在	N=110	
極大.蠻大	100	89.3	極不舒服. 不舒服	63	57.3
還 好	12	10.7	還 好	47	42.7
很小.沒有聲音	0	0.0	舒服、很舒服	0	0.0

N= 回答該題之有效人數

表 7：受訪者最近一年自覺頸、背部健康狀況

變項值	乘務組		非乘務組 (A)		非乘務組 (B)		P 值
	人數	百分比%	人數	百分比%	人數	百分比%	
頸部酸痛	N=106 69	A# 65.1	N=39 18	B 46.2	N=21 7	B 33.3	0.009**
肩部酸痛	N=100 50	B 50.0	N=39 13	A 33.3	N=20 6	A 30.0	0.089
上背部酸痛	N=100 35	A 35.0	N=37 9	A 24.3	N=21 7	A 33.3	0.492
腰部酸痛	N=106 59	A 55.7	N=38 21	A 55.3	N=25 7	B 28.0	0.039*
薦部酸痛	N=101 25	A 24.8	N=35 7	A 20.0	N=23 0	B 0.0	0.028*
下背部酸痛	N=108 61	A 56.5	N=39 22	A 56.4	N=25 7	B 28.0	0.031*

*P<0.05,表中 P 值即為檢定顯著機率之 α 值。

** P<0.01

各組字母相同者表該二組間無顯著差異，不同者表該二組間有顯著差異

N=回答該題之有效人數

非乘務組 (A):從未擔任過火車駕駛工作者

非乘務組 (B):曾經擔任過火車駕駛工作者

表 8：基本資料、工作經歷、工作狀況對頸部酸痛之對數迴歸分析

變項	β^{\wedge}	O.R. [^]	95% C.I. of O.R. [^] .
年齡	0.0015	1.0015	0.9640----1.0405
身體質量比	-0.1705	0.8432	0.7505----0.9474*
振動年資	-0.0032	0.9968	0.9646----1.0302
疲勞情形	0.3844	1.4687	0.9654----2.2345
工作方式#	-0.5377	0.5841	0.3413-----0.9995
工作時壓力	0.4524	1.5721	1.0200----2.4231
工作場所聲音	0.2653	1.3038	0.8416----2.0199

*P<0.05, β^{\wedge} 值係各變項對數迴歸分析之迴歸係數，O.R.[^]即為 Odds ratio。
#工作方式：工作時是否常須身體前彎、側彎或轉動身體才能將工作完成。

表 9：基本資料、工作經歷、工作狀況對肩部酸痛之對數迴歸分析

變項	β^{\wedge}	O.R. [^]	95% C.I. of O.R. [^] .
年齡	-0.0104	0.9897	0.9504----1.0305
身體質量比	-0.2026	0.8166	0.7227----0.9228*
振動年資	0.0013	1.0013	0.9672----1.0365
疲勞情形	0.7618	2.1421	1.3616----3.3702*
工作方式#	-0.8417	0.4310	0.2446----0.7593
工作時壓力	0.6311	1.8797	1.1777----3.0000
工作場所聲音	-0.1799	0.8354	0.5216----1.3378

*P<0.05, β^{\wedge} 值係各變項對數迴歸分析之迴歸係數，O.R.[^]即為 Odds ratio。
#工作方式：工作時是否常須身體前彎、側彎或轉動身體才能將工作完成。

表 10：基本資料、工作經歷、工作狀況對頸部酸痛之對數迴歸分析

變項	β^{\wedge}	O.R. [^]	95% C.I. of O.R. [^]
年齡	-0.0208	0.9794	0.9393——1.0213
身體質量比	-0.1753	0.8392	0.7434——0.9473*
振動年資	-0.0009	0.9991	0.9636——1.0358
疲勞情形	0.7183	2.0509	1.2940——3.2507*
工作方式#	-0.8881	0.4114	0.2301——0.7357
工作時壓力	0.1828	1.2006	0.7500——1.9218
工作場所聲音	0.1240	1.1320	0.6841——1.8732

* $P < 0.05$, β^{\wedge} 值係各變項對數迴歸分析之迴歸係數，O.R.[^]即為 Odds ratio。

#工作方式：工作時是否常須身體前彎、側彎或轉動身體才能將工作完成。

表 11 基本資料、工作經歷、工作狀況對肩部酸痛之對數迴歸分析

變項	β^{\wedge}	O.R. [^]	95% C.I. of O.R. [^]
年齡	-0.0364	0.9643	0.9278——1.0022
身體質量比	-0.0871	0.9166	0.8203——1.0241
振動年資	0.0121	1.0122	0.9790——1.0465
疲勞情形	0.3795	1.4616	0.9713——2.1992
工作方式#	-1.0676	0.3438	0.2004——0.5899**
工作時壓力	0.5121	1.6688	1.0906——2.5534
工作場所聲音	-0.1575	1.1706	0.7493——1.8287

** $P < 0.01$, β^{\wedge} 值係各變項對數迴歸分析之迴歸係數，O.R.[^]即為 Odds ratio。

#工作方式：工作時是否常須身體前彎、側彎或轉動身體才能將工作完成。

參考文獻

一、中文部份：

- 公害防止技術法規編輯委員會（民 67）。公害防止技術法規-振動篇。東京，日本。
- 何先聰（民 76）。振動的危險。行政院勞工委員會七十六年全國勞工安全衛生研討會。
- 何先聰（民 78）。人體全身振動閾值即厭惡感境界研究，EPA-78-002-06。行政院環

保署。

何先聰 (民 81) 。全身振動的測量評估及對職業危害之探討。行政院衛生署。

胡金鳴 (民 78) 。公害振動的預測技術。建宏出版社。

黃榮村 (民 78) 。環境振動測量與評估系統的建立，EPA-77-002-03-004。行政院環保署。

二、英文部份：

Bovenzi ,M. ,& Zadini A. (1992).Self-reported low-back symptoms in urban bus drivers exposed to whole-body vibration. *Spine* ,17(9).

Clark,J.G., Willams ,J.D., .Hood ,W.B.,& Murray, R.H. (1967). Initial cardiovascular response to low frequency whole body vibration in humans and animals1.*Aero-space Med.*,38,454-467.

Dupuis, H., Hartung ,E.,& Haverkamp M. (1991). Acute effects of transient vertical whole-body vibration. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.*,63, 261-265.

Edwards,R.G., McCutcheon ,E.P. ,& Knapp, C.F. (1972). Cardiovascular changes produced by brief whole body vibration of animals. *J. Appl. Physiol* ,32 (3),386-390.

Gati1,T., Kszler, P, Soe ,J.,& Zelies ,T. (1968). Vibration effects on the blood pressure, *Inst. for Pathophysica Med*, 13(4),135~137.

Goff ,G.D.,& Rosner, B.S. (1965). Vibration perception in normal man and medical patients. *J Neural Neural-surg. Psychiatry* , 28,503-50.

Gri,T.,& Soe ,J. (1967). The effect of vibration on regulation of blood pressure in rats. *Int Orvostad Budapest, Kiserl Orvostad.*,19(2),212-216.

Griffin ,M.J., &Whitham, E.M.(1980). Discomfort produced by impulsive whole body vibration . *Acoust Soc.Amer.*, 45,415-419.

Ho,S.T.,& YU ,H.S. (1986). A study of neural-physiological measurements and various function tests on workers occupationally exposed to vibration. *Int. Arch. Occup. Environmental Health.*, 58,259-268.

Hood ,W.B.,& Higgins, L.S. (1965). Circulatory and respiratory effects of whole body vibration in anesthetized dogs. *J. Appl. Physiol.*,20(6),1157-1162 .

Hood,W.B. , Murray ,R.H., Ursehel, C.W., Bowers1J.A., &Clark, J.G. (1966). Cardiopulmonary effects of whole body vibration. in man, *J. Appl. Physiol.*, 21(6), 1725-1731.

Hoover ,G.N., Ashe, W.F., Dines ,J.H., &Fraser, T.L. (1961).Vibration studies, Ill bold pressure response to whole body vibration in anesthetized dogs.*Arch. Environ. Health.*,3,82 -88.

Hulshof ,C. T., &Veldhuijzen ,V. Z. (1987). Whole-body vibration and low back pain- a review of epidemiological studies . *Int. Arch. Occup. Environ. Health*,59, 205-220.

- Hulshof, C., & Veldhuijzen, B. (1987): Whole-body vibration and low-back pain. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 59, 205-220.
- ISO 2631/1(1985). Evaluation of human exposure to whole-body vibration-Part 1: General requirement. International Standards Organization
- Johanning, K., Wilder, D., Landrigan, P.J., & Pope M.H. (1991). Whole-body vibration exposure in subway cars and review of adverse health effects. *Journal of Occupational Medicine*, 33(5).
- Kjellberg, A. (1987). Acute effect of whole-body vibration. *Scand J Work Environmental Health*, 13, 243-246.
- Kjellberg, A., & Wickstrom, B.O. (1985). Whole body vibration exposure time and acute effect experimental assessment of discomfort. *Ergonomic*, 28(3), 545-554.
- Kjelleberg, A. B., & Wikstrom, O. (1985). Whole-body vibration: exposure time and effect - a review, *Ergonomic*, 28, 535-544.
- Martin, B., & Gauthier, G.M. (1980). Effect of whole-body vibration on standing posture in man. *Aviation Space and Environmental Medical*, 51, 778-787.
- Oupetring, & Nolsen, (1980). Vibration elicited vasoconstrictor reflex in Raynaud's phenomenon. *British Journal of Industrial Medicine*, 45, 415-419.
- Schmitz, M. A., & Boettcher, C.A. (1980). The effect of low frequency high amplitude whole-body vertical on human performance. *Am. Soc. Mech Enf. No 60, Prod 17*.
- Seidel, H., & Heide, R. (1988). Long-term effects of whole-body vibration a critical survey of the literature. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*, 58, 1-26
- Teuclirnam, J K (1962). The Influence of vibration on certain body function on the blood circulation and the blood itself. *Centralengo Institute Ochrony Pracy. Ochrona Pracy*, 35, 3-24.
- Troup, J.D.G. (1978). Driver's back pain and its prevention- a review of the postural, vibratory and muscular factors together with the problem of transmitted road-shock. *Apply Ergonomic*, 9, 207-214.
- Village, J., Morrison, J.B., & Leong D.K. (1989). Whole-body vibration in underground load-haul-dump vehicles. *Ergonomic*, 32, 1167-1183.

The Hazard Analysis of the Train Drivers' Occupational Whole-Body Vibration exposure

Luu, W. I. Shiau, J. S. Her, S. T. Lay, J. S.

Abstract

In this research we focus on the train drivers who serve for the western mountain route. The route is between Taipei and Kaohsiung. The purpose of this research is to investigate the whole-body vibration of these train drivers. In the moving trains a PV-62 pick-up installed on the train's seat was used to measure the train's vibration. The signals were recorded by the TEAC-R61 recorder and analyzed by the R10N SA-27. The subjects were classified into study group or control

group according to whether the subject was a trainman or not. A questionnaire survey was conducted to study the neck-back health problems for the past one year.

The results appear that the maximum weight acceleration in X-axis is $0.23 m/s^2$ or 7-hours 30-minutes Fatigue-decreased proficiency (FDP) exposure limit; The minimum weight acceleration is $0.09 m/s^2$ or over 24-hour FDP exposure limit. The maximum weight acceleration in Y-axis is $0.57 m/s^2$ or 1-hour 56-minutes FDP exposure limit. The minimum weight acceleration is $0.27 m/s^2$ or 6-hours FDP exposure limit. The maximum weight acceleration in Z-axis is $0.52 m/s^2$ or 4-hours 20-minutes FDP exposure limit. The minimum weight acceleration is $0.09 m/s^2$ or over 24-hours FDP exposure limit. The maximum of Weight Acceleration Sum (WAS) is $0.89 m/s^2$ or 1-hour 40-minutes FDP exposure limit; The minimum is $0.42 m/s^2$ or 6-hours 10-minutes FDP exposure limit. The results of the questionnaire survey show that the prevalence of neck, shoulder, upper back, lumbar, sacrum and low back pain on the

study group in the past one year are 65.1%、50.0%、35.0%、55.7%、24.8%, and 56.5% respectively. Especially, there is a significant difference between study group and control group ($p < 0.05$) for the neck, lumbar, sacrum and low back pain, The subjects who have operated the train have the best healthy condition.

Key term : whole-body vibration low back pain railroad trainman prevalence