

境噪音暴露對於健康成年人動態血壓之影響

Effects of Environmental Noise Exposure on Ambulatory Blood Pressure in Healthy Adults

賴昱安¹、張大元²

¹ 中國醫藥大學職業安全與衛生學系專題生

² 中國醫藥大學職業安全與衛生學系助理教授

摘要

許多流行病學研究已經證實環境噪音暴露與中年人的高血壓有關，但是對於年輕健康成年人之動態血壓影響仍不清楚。本研究透過重覆測量之研究設計來探討環境噪音對於年輕健康成年人在 24 小時之動態血壓影響。我們徵求國內某所大學內的 28 名男性與 20 名女性自願者參與本研究，並且利用噪音劑量計(Logging Noise Dose Meter Type 4443)與動態心脈儀(DynaPulse 5000A)分別紀錄受試者 24 小時的環境噪音及動態收縮壓與舒張壓；同時以自填式問卷來收集可能的干擾因子。本研究以混合效應線性迴歸模式來比較不同時段的環境噪音暴露對動態血壓之影響，並且評估環境噪音對於不同性別在動態血壓之影響差異。我們發現不論男性或女性，在白天期間的環境噪音、收縮壓及舒張壓都顯著的高於睡眠期間所量測之結果。而環境噪音每增加 10dB，男性的收縮壓會顯著地增加 0.97mmHg；而女性的收縮壓與舒張壓則分別會顯著地增加 2.69mmHg 及 1.81 mmHg。整體來看，環境噪音每增加 10dB，會造成健康成年人收縮壓顯著的增加 1.73 mmHg，舒張壓顯著的增加 1.13 mmHg。環境噪音暴露的增加皆會造成男性與女性動態血壓的升高，但對女性的影響較男性大。未來進行環境噪音對於動態血壓之健康效應的相關研究，應考量性別上的差異。

關鍵字：動態血壓、環境噪音暴露、重覆測量研究、年輕健康成人

Abstract

Epidemiological studies have demonstrated that environmental noise exposure is associated with hypertension in the middle-age population, but such effect in the young subpopulation is unclear. This panel study aimed to investigate effects of environmental noise exposure on 24-hour ambulatory blood pressure in healthy adults. We recruited 48 volunteers (28 male and 20 female) from a university in Taiwan. We simultaneously measured individual noise exposure and personal ambulatory blood pressure during the 24-hour period. Linear mixed-effects regression models were used to estimate effects of noise exposure on ambulatory systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) during different periods by adjusting some confounders collected from self-administrated questionnaires. The total subjects (56.69 ± 16.59 dBA; mean \pm standard deviation) had significantly higher mean values of SBP, DBP and noise exposure during the daytime than those measured during the nighttime. The male group (56.54 ± 16.30 dBA) had significant increases in daytime SBP and nighttime SBP than the female group (56.88 ± 16.96 dBA). There were no significant gender-specific differences in the mean values of DBP and noise exposure during different periods. For 24-hour environmental noise, a 10-dBA increase in exposure was significantly associated with an elevation of 1.73

± 0.32 mmHg in SBP and 1.13 ± 0.28 mmHg in DBP among total subjects, as well as 2.69 ± 0.46 mmHg in SBP and 1.81 ± 0.40 mmHg in DBP among females, and 0.97 ± 0.43 mmHg in SBP among males over a 24-hour period. Our findings suggest that environmental noise exposure may have elevated effects on young adults' ambulatory blood pressure. In addition, females are more susceptible to noise exposure than males; therefore, the gender-specific effect should be considered for future noise exposure and hypertension studies.

Keywords : Ambulatory blood pressure, environmental noise exposure, panel study, healthy young

壹、前言

許多研究探討環境噪音暴露對人類所造成的不良健康效應，包括聽力損失^[1-2]、腦血管^[3]與心血管疾病^[4-6]的發生。一些環境流行病學研究也顯示一般民眾的交通噪音暴露(道路或機場附近)與高血壓有關。在環境噪音與高血壓的影響方面，Eriksson^[7]等人發現居住在機場附近暴露於平均音壓級 50 分貝以上的男性其高血壓相對危險性為暴露於平均音壓級 50 分貝以下的人之 1.19 倍(95% CI = 1.03-1.37)。Leon Bluhm^[8]等人進行道路噪音暴露與高血壓的研究發現噪音每增加 5 分貝，高血壓的危險性增加 1.38 倍；且居住於較高噪音(>65 分貝)暴露 10 年以上的人其危險性增為 1.93 倍。Van^[9]等人分析 1970 到 1999 年之間 43 篇流行病學研究發現，交通噪音暴露每增加 5 分貝則高血壓的相對危險性增加為 1.26 倍。

在環境噪音暴露與動態血壓的研究方面，Ni^[10]等人在 618 名紡織工廠的女性工作者中發現，高頻率聽力損失的族群其收縮壓以及舒張壓均顯著高於聽力正常的族群。Haralabidis^[11]等人針對 140 名居住在機場附近年齡介於 45 到 70 歲的居民的研究發現，夜間噪音暴會使收縮壓顯著地增加 6.2mmHg 而舒張壓會顯著地增加 7.4 mmHg。環境噪音暴露會造成高血壓與心血管疾病之風險提高，就是因為長時間在噪音暴露下容易導致血管硬化^[12]所導致。

然而，過去研究大多是探討環境噪音暴露對於中老年人動態血壓或高血壓發生率之影響，對於年輕健康族群動態血壓之影響仍不清楚，特別是在性別上的差異。因此本研究目的在探討環境噪音暴露對年輕健康成人在動態血壓之影響。

貳、材料與方法

研究對象

本研究於國內一所大學內進行個案之選取，在排除自述個人有高血壓的個案後，一共有 28 名男性與 20 名女性總計 48 名自願者參與本研究。在研究過程中，每位受測者同時進行噪音暴露及動態血壓的量測，並且搭配活動紀錄表及生活習慣問卷，收集受試者在佩戴儀器期間可能受到的干擾活動及會影響到動態血壓的干擾因子。

個人噪音暴露及動態血壓量測

本研究將使用 Logging Noise Dose Meter Type 4443(Brüel& Kjaer)之噪音劑量計，記錄受測者個人即時的環境噪音暴露，並且計算 24 小時的噪音劑量。儀器設定每 5 分鐘記錄一筆噪音平均值，噪音量測範圍為 50dB~120dB；若噪音量測值低於 50dB，則以最低極限值乘上 $\sqrt{2}/2(35.4\text{dB})$ ^[13]作為調整，而個人噪音劑量是依據 OSHA 之規範來做計算。在受試者佩戴噪

音劑量計時，也同時佩帶心脈儀(DynaPulse 5000A)，以進行 24 小時動態收縮壓與舒張壓之量測。儀器設定為，早上 8 點至晚上 11 點以前，每 30 分鐘量測一筆，晚上 11 點到隔天 8 點，每 60 分鐘量測一筆。

資料統計與分析

本研究使用 SAS 9.1 版統計套裝軟體進行分析。我們使用混合式線性回歸模式(Linear mixed-effects models)來控制可能干擾之因子，如年齡、身體質量指數、抽煙、喝酒、運動及家族疾病史，再比較不同時段收縮壓、舒張壓與環境噪音之差異。混合式模型的線性分析數學模式如下：

$$Y = \mu + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + \dots + b_q Z_q + \varepsilon$$

上述模式當中 p 代表固定效應(fixed effect)的參數個數； q 代表隨機效應(random effect)的參數個數； X 及 β 分別為固定效應的常數矩陣與參數向量， Z 及 b 則為隨機效應的常數矩陣與參數向量， ε 為隨機誤差。在平均動脈壓方面，隨機效應為受試者個案參數，固定效應方面則為年齡、身體質量指數、抽煙習慣、喝酒、高血壓家族史及規律運動。

參、結果

表一顯示研究族群之概述。在 48 名研究個案中，男性與女性分別為 28 名及 20 名，平均年齡為 22.67 歲與 21.85 歲。而在其他生活習慣與特性上，只有身體質量指數與抽煙行為，達到統計上顯著之差異($p < 0.05$)。

Table 1. Brief description of study subjects.

Characteristics	Male	Female	Total	P Value
No. of subjects	28	20	48	
Age [(years(mean±SD))] *	22.67(2.76)	21.85(1.72)	22.33(2.39)	0.20
BMI [Kg/m ² (mean±SD)] *	24.50(3.51)	19.92(3.54)	23.28(3.77)	<0.01
Smoking [no.(%)] †				
Yes (%)	6(21.43%)	0(0%)	6(12.5%)	0.03
Regular exercise [no.(%)] ‡				
Yes (%)	22(78.57%)	12(60%)	34(70.83%)	0.16
Family history of hypertension [no.(%)] ‡				
Yes (%)	9(32.14%)	12(60%)	21(43.75%)	0.06

*使用 t-test 分析不同組間的差異；†使用費雪檢定分析兩組不同暴露組的差異；‡使用卡方檢定分析兩組不同暴露組的差異。

表二說明研究族群在白天期間(上午 8 時至下午 10 時 55 分)與睡眠期間(下午 11 時至上午 7 時 55 分)在收縮壓、舒張壓及噪音之測量結果。我們發現不論是整體研究族群或者依男女性別來看，在白天期間的收縮壓與舒張壓皆顯著地高於睡眠期間。相樣地，在環境噪音的部分也是白天期間的測量值顯著地高於睡眠期間。

Table 2. Values (mean±SD) for ambulatory blood pressure and noise over 24-hr, work time, off-duty time, and sleep time by study groups.

	Daytime (0800-2255 hours)	Nighttime (2300-0755 hours)	24-hr average
	Mean±SD(no.) ^a	Mean±SD(no.) ^a	Mean±SD(no.) ^a
Male			
SBP(mmHg)	130.31±18.68(716)*†	120.04±17.28(213)†	127.96±18.86(929)†
DBP(mmHg)	80.57±16.61 (716)*	71.61±15.85(213)	78.51±16.86(929)
Noise(dB)	60.41±16.57(4507)*	50.39±13.80(2839)	56.54±16.30(7346)
Female			
SBP(mmHg)	113.95±17.12(505)*	102.29±14.43(145)	111.35±17.25(650)
DBP(mmHg)	77.68±15.37(505)*	68.42±15.05(145)	75.61±15.77(650)
Noise(dB)	62.36±16.14 (3549)*	47.43±13.90(2059)	56.88±16.96(5608)
Total			
SBP(mmHg)	123.55±19.76(1221)*	112.85±18.37(358)	121.12±19.96(1579)
DBP(mmHg)	79.37±16.17(1221)*	70.32±15.59(358)	77.32±16.48(1579)
Noise(dB)	61.27±16.41(8056)*	49.14±13.91(4898)	56.69±16.59(12954)

^a量測筆數; *The significant within-group differences of the mean values compared with those during the nighttime (reference) by study groups (p<0.05); †The significant sex differences of the SBP, DBP and noise mean values.

表三為利用混合線性模式探討環境噪音暴露對 24 小時動態血壓影響之結果。我們發現環境噪音每增加 10 分貝，會對男性收縮壓造成顯著增加 0.97 mmHg；而對女性的收縮壓與舒張壓則分別會顯著增加 2.69 mmHg 及 1.81 mmHg。整體來看，每增加 10 分貝的環境噪音會造成收縮壓顯著地增加 1.73mmHg，舒張壓顯著地增加 1.13 mmHg；而且男性的 24 小時平均收縮壓顯著高於女性。此外，本研究也發現，身體質量指數較高的人有顯著較高的收縮壓與舒張壓，而規律運動及抽煙則會使舒張壓顯著的降低(p<0.05)；且有家族高血壓疾病史的女性有顯著較高的收縮壓 (p<0.05)。

Table 3. The association between noise exposure and 24-hr ambulatory blood pressure.

Model		SBP(mmHg)	DBP(mmHg)
Categories	Variables	β(SE)	β(SE)
Male^a	Per 10-dB increase in noise	0.97(0.43)*	0.63(0.40)
	BMI(kg/m ²)	1.91(0.22)*	1.11(0.26)*
	Family history of hypertension(yes/no)	0.55(1.64)	-2.04(1.89)
	Regular exercise(yes/no)	-1.46(1.95)	-9.52(2.21)*
	Smoking(yes/no)	0.72(1.90)	-5.16(2.19)*
Female^b	Per 10-dB increase in noise	2.69(0.46)*	1.81(0.40)*
	BMI(kg/m ²)	1.32(0.26)*	0.86(0.29)*
	Family history of hypertension(yes/no)	4.45(1.93)*	3.29(2.10)
	Regular exercise(yes/no)	-1.27(1.92)	-10.40(2.07)*
	Smoking(yes/no)	0.72(1.90)	-5.16(2.19)*
Total^a	Per 10-dB increase in noise	1.73(0.32)*	1.13(0.28)*
	Sex(male/female)	12.24(1.41)*	3.03(1.58)
	BMI(kg/m ²)	1.67(0.17)*	1.05(0.19)*
	Family history of hypertension(yes/no)	1.48(1.23)	-0.12(1.39)
	Regular exercise(yes/no)	-1.41(1.38)	-10.23(1.53)*
	Smoking(yes/no)	0.83(1.87)	-5.24(2.10)*

^aThe linear mixed-effects regression model is adjusted for BMI,smoking,regular exercise,and family history of hypertension; ^bThe linear mixed-effects regression model is adjusted for BMI,regular exercise,and family history of hypertension; *p<0.05.

肆、討論

在本研究中發現，男性與女性成年人收縮壓、舒張壓及環境噪音的平均值，在非工作期間(下午 5 點到 10 點 55 分)皆較其他時段來的高。而睡眠時間的收縮壓、舒張壓與環境噪音都顯著的低於其他時段，除了在不同時段活動量的影響外，也可由此看出，在較高的環境噪音下，收縮壓與舒張壓皆會有顯著上升的情形。而男性與女性 24 小時之平均環境噪音值，分別為 $56.54 \pm 16.30 \text{dB}$ 及 $56.88 \pm 16.96 \text{dB}$ ，並無太大差異。

本研究也發現環境噪音每增加 10 分貝，24 小時的男性收縮壓會顯著增加 0.97 mmHg，而女性收縮壓與舒張壓則分別會顯著增加 2.69 mmHg 及 1.81 mmHg。由此可推論得知，環境噪音對於女性動態血壓改變之影響，可能較男性要來的大。整體來看，每增加 10 分貝環境噪音，收縮壓與舒張壓均會分別顯著增加 1.73 mmHg 及 1.13 mmHg。相較於 Haralabidis^[11] 等人發現每增加 5 分貝的航空噪音，會分別提高夜間收縮壓與舒張壓 0.82 mmHg 與 0.62 mmHg，與本研究推估出環境噪音每增加 5 分貝，會分別提高 24 小時收縮壓與舒張壓 0.87 mmHg 與 0.57 mmHg 的結果相似。

過去許多研究探討職業噪音暴露對動態血壓之影響^[14-17]。Manfred^[14] 等人，針對 85 名 25 到 44 歲的勞工所進行的研究發現，暴露於 85 分貝以上的族群，動態收縮壓與舒張壓，皆顯著的升高 3.2 mmHg 與 2.3 mmHg。Fogari^[16] 等人發現 8811 名煉金場的工作者，暴露組 (>80dB) 的收縮壓與舒張壓都顯著的高於對照組 ($\leq 80 \text{dB}$)。張氏^[17] 等人發現 20 名男性汽車工廠的勞工，在睡眠時間暴露組(平均音壓級為 85 分貝)的收縮壓較非暴露組(平均音壓級為 59 分貝)顯著的高 $16 \pm 6 \text{mmHg}$ ；且每增加 1 分貝，收縮壓就會增加 1mmHg。在本研究中，雖然環境噪音遠低於職業場所，但仍可看出一般的環境噪音也會對年輕健康之男性與女性的動態血壓造成影響。

本研究也觀察到生活型態因子對於動態血壓之影響。在身體質量指數方面，每增加一單位(kg/m^2)，男性的收縮壓與舒張壓會顯著的增加 1.91mmHg 及 1.11mmHg，而女性的收縮壓與舒張壓會顯著的增加 1.32mmHg 及 0.86mmHg。這與 BMI 越高，得到心血管疾病^[18]之風險越大的結果一致。在抽煙方面，一些流行病學研究發現^[19-20]在控制體重、飲酒、咖啡攝取與運動後，不抽煙者的血壓仍然顯著的較抽煙者來的高；與本研究中男性有抽煙的個案有顯著較低的舒張壓相符($p < 0.05$)。在規律運動的部分，Munir^[21] 等人的研究中發現運動會使肌肉的動脈擴張，造成血壓降低，與本研究中每週有維持至少一次規律運動的男性與女性有顯著較低的舒張壓 (< 0.05) 有一致的結果。在家族高血壓疾病史方面，Goldstein^[22] 等人針對 220 名 22 到 50 歲健康的男性與女性之研究發現，有家族疾病史的女性有較高的收縮壓與舒張壓，與本研究有家族疾病史的女性收縮壓會顯著的增加 4.45 mmHg 有一致的結果。

本研究之限制為個案之平均年齡為 22 歲(範圍 18~32 歲)，較無法外推至所有不同年齡層的健康成年人，特別是 18 歲以下的族群；而且在噪音暴露評估方面，儀器所設定範圍為 50dB~120dB，若在個案活動期間，環境噪音低於 50dB，就會造成遺漏值之產生。

綜合本研究之結果，我們可以知道，除了在職業場所的高噪音暴露下，對於動態血壓會有影響以外，在一般環境之中，噪音的暴露仍然會造成動態收縮壓與舒張壓的上升。而過去許多探討環境噪音暴露對於高血壓影響之研究，都是以男性族群作為觀察對象，但本研究中發現女性動態血壓對於噪音暴露較男性敏感，因此，未來若進行相關的研究，應考慮性別上之差異。

伍、參考文獻

1. Hong O, Samo D, Hulea R, Eakin B. Perception and attitudes of firefighters on noise exposure and hearing loss. *J Occup Environ Hyg.* 5:210-5(2008)
2. Omokhodion FO, Adeosun AA, Fajola AA. Hearing impairment among mill workers in small scale enterprises in southwest Nigeria. *Noise Health.* 36:75-7(2007)
3. Fujino Y, Iso H, Tamakoshi A; JACC study group. A prospective cohort study of perceived noise exposure at work and cerebrovascular diseases among male workers in Japan. *J Occup Health.* 49:382-8(2007)
4. Belojević G, Jakovljević B, Stojanov V, Paunović K, Ilić J. Urban noise and myocardial infarction in the population. *Srp Arh Celok Lek.* 135:367-70(2007). Review. Serbian.
5. Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk: updated review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise Health.* 30:1-29 (2006)Review.
6. Narlawar UW, Surjuse BG, Thakre SS. Hypertension and hearing impairment in workers of iron and steel industry. *Indian J Physiol Pharmacol.* 50:60-6(2006)
7. Eriksson C, Rosenlund M, Pershagen G, Hilding A, Ostenson CG, Bluhm G. Aircraft noise and incidence of hypertension. *Epidemiology.* 18:716-21(2007)
8. Leon Bluhm G, Berglind N, Nordling E, Rosenlund M. Road traffic noise and hypertension. *Occup Environ Med.* 64:122-6(2007)
9. Van Kempen EE, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BA, de Hollander AE. The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environ Health Perspect.* 110:307-17(2002)
10. Ni CH, Chen ZY, Zhou Y, Zhou JW, Pan JJ, Liu N, Wang J, Liang CK, Zhang ZZ, Zhang YJ. Associations of blood pressure and arterial compliance with occupational noise exposure in female workers of textile mill. *Chin Med J (Engl).* 120:1309-13(2007)
11. Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Vigna-Taglianti F, et al. Acute effects of night-time noise exposure on blood pressure in populations living near airports. *Eur Heart J* 2008; DOI:10.1093/eurheartj/ehn013.
12. Chang TY, Su TC, Lin SY, Jain RM, Chan CC. Effects of Occupational Noise Exposure on 24-Hour Ambulatory Vascular Properties in Male Workers. *Environ Health Perspect.* 115:1660-1664(2007)
13. Helse DR. Less than obvious-statistical treatment of data below the detection limit. *Environ Sci Technol.* 24:1766-1774(1990)
14. Manfred S, Green MD, PhD, Kalman Schwartz, Gil Harari, BSc, Theodore Najenson, MD. Industrial Noise Exposure and Ambulatory Blood pressure and Heart Rate. *Journal of Occupational Medicine.* 33:879-883(1991)
15. Fogari R, Zoppi A, Poletti L, Marasi G, Mugellini A, Corradi L. Sexual activity in hypertensive men treated with valsartan or carvedilol: a crossover study. *Am J Hypertens.* 14:27-31(2001)
16. Fogari R Zoppi A Vanasia A Marasi G Villa G Occupational noise exposure and blood pressure. *J Hypertens* 12: 475-479(1994)
17. Chang TY, Jain RM, Wang CS, Chan CC. Effects of occupational noise exposure on blood pressure. *J Occup Environ Med.* 45:1289-96(2003)
18. Richey PA, Disessa TG, Hastings MC, Somes GW, Alpert BS, Jones DP. Ambulatory

blood pressure and increased left ventricular mass in children at risk for hypertension. *J Pediatr.* 152:343-8(2008)

19. Green MS, Jucha E, Luz Y. Blood pressure in smokers and nonsmokers: epidemiologic findings. *Am Heart J.* 111:932-940(1986)
20. Lee M.; Park M.; Meng M.; Bush P.; Lee M.; Lee M.; Koo M.; Chung M. The association of cigarette smoking and alcohol consumption with other cardiovascular risk factors in men from Seoul, Korea. *Annals of Epidemiology.* 8:31-38(1998)
21. Munir SM, Jiang B, Guilcher A, Brett S, Redwood S, Marber MS, Chowienczyk P. Exercise reduces arterial pressure augmentation through vasodilation of muscular arteries in man. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2008 Feb 22; [Epub ahead of print]
22. Goldstein IB, Shapiro D, Weiss RE. How family history and risk factors for hypertension relate to ambulatory blood pressure in healthy adults. *J Hypertens.* 26:276-83(2008)