

만성적 소음노출과 혈압의 상관성에 관한 메타분석

김춘배, 고상백¹⁾, 김재용²⁾, 차봉석, 최홍렬¹⁾, 이종태³⁾, 남정모³⁾,
이상윤⁴⁾, 왕승준, 박기호, 김대열⁵⁾

연세대학교 원주의과대학 예방의학교실 및 직업의학연구소, 아주대의료원 거제병원 산업의학연구소¹⁾,
한국보건사회연구원 보건의료연구소²⁾, 연세대학교 의과대학 예방의학교실³⁾,
서울대학교 의과대학 예방의학교실⁴⁾, 연세대학교 대학원 환경공학과⁵⁾

A Meta-analysis on the Association between Chronic Noise Exposure and Blood Pressure

Chun-Bae Kim, Sang Baek Koh¹⁾, Jai Young Kim²⁾, Bong Suk Cha, Hong Ryul Choi¹⁾,
Jong-Tae Lee³⁾, Chung Mo Nam³⁾, Sang Yun Lee⁴⁾, Seung-jun Wang, Keeho Park, Dae-Youl Kim⁵⁾

Department of Preventive Medicine and Institute of Occupational Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine;
Institute of Occupational Medicine, Koje Hospital, Ajou University Medical Center²⁾;
Department of Health Research, Korea Institute for Health and Social Affairs²⁾;
Department of Preventive Medicine and Public Health, College of Medicine, Yonsei University³⁾;
Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine⁴⁾;
Department of Environmental Engineering, The Graduate School, Yonsei University⁵⁾

Objectives : This study was conducted to integrate the results of studies assessing the association between chronic noise exposure and blood pressure.

Methods : Using a MEDLINE search with noise exposure, blood pressure and hypertension as key words, we retrieved articles from the literature that were published from 1980 to December 1999. The criteria for quality evaluation were as follows: 1) the study subjects must have been workers employed at a high noise level area 2) The paper should use average and cumulative noise exposure as method for exposure evaluation. 3) Blood pressure in each article should be reported in a continuous scale Among the 77 retrieved articles, six studies were selected for quantitative meta-analysis. Before the integration of the regression coefficients for the association between blood pressure and noise level, homogeneity tests were conducted.

Results : All studies were a cross-sectional design and the study

subjects were industrial workers. Five papers used a time-weighted average for noise exposure and only one paper calculated the cumulative noise exposure level. The measurement of blood pressure in the majority of studies were accomplished in a resting state, and used an average of two or more readings. The homogeneity of studies was rejected in a fixed effect model, so we used the results in a random effect model. The results of the quantitative meta-analysis, the weighted regression coefficient of noise associated with systolic blood pressure and diastolic blood pressure were 0.05 (95% confidence interval [CI]: -0.03, 0.13) and 0.06 (95% CI: -0.01, 0.13), respectively.

Conclusions : Our results suggested that chronic exposure to industrial noise does not cause elevated blood pressure.

Korean J Prev Med 2000;33(3):343-348

Key Words: Chronic noise exposure, Blood pressure, Meta-analysis

서 론

미국산업보건연구원(NIOSH)의 추산에 의하면, 생산직 근로자의 50% 이상이 80dB 이상의 소음 속에서 근무하고 있고(Lercher 등, 1993), 전체 근로자 중 약 14%가 허용기준 이상의 소음에 노출되어 있다(Niland와 Zenz, 1994). 우리나라

도 대다수 근로자가 소음에 노출되어 있는데, 최근 노동부의 보고(1998)에 따르면, 전체 제조업체 52,522개 중 24,384개 사업장(46.4%)이 소음발생 작업공정을 보유하고 있다. 또한, 전체 직업병 유소견자 2,497명 중 소음성 난청자가 1,389명으로 55.6%를 차지하여 유해인자 중 가장 많은 직업병 유소견율을 보이고 있다.

따라서 소음 노출 수준에 따른 근로자들의 건강상태는 산업보건 영역에서 현재까지도 계속 중요한 문제로 대두되어 왔다.

소음으로 인한 주된 건강장애는 청력 저하이며, 그 동안의 연구는 대부분 소음성 난청에 집중되어 왔다. 그 결과 직업병에 대한 관심도를 높게 되어 유소견자 사후관리에 많은 기여를 하였다. 그러나 소음은 이외에도 전신피로, 수면장애, 고혈압, 위장관 운동장애 등 다양한 건강장애를 일으키는 것으로 알려져 있다. 이 중

접수 : 2000년 3월 23일, 채택 : 2000년 7월 27일

이 연구는 보건복지부 '98 보건의료기술연구개발사업 지원(과제번호 : HMP-98-I-4-0014)에 의한 연구결과의 일부임

교신저자 : 고상백 (아주대의료원 거제병원 산업의학연구소, 전화번호 : 055-680-1178, 팩스번호 : 055-682-1137, e-mail : kohhj@chollian.net)

고혈압은 만성질환의 위험요인으로 작용하기 때문에 소음노출 근로자에서 다른 위험인자와 함께 근로자 건강관리를 위해 소음성 난청 못지 않게 반드시 고려해야 할 사항이다. 즉, 혈압은 높아질수록 허혈성 심질환, 뇌혈관질환, 신부전증, 기타 질병의 발생 위험도를 높이고, 단일원인으로도 혈압이 증가할수록 사망률을 증가시키기 때문이다.

따라서 근로자 집단에 노출되는 위해 인자를 종합적으로 관리하고 건강증진을 도모할 수 있는 계기를 마련하기 위해 고혈압의 관련성이 높고 혈압에 영향을 줄 수 있는 소음 노출군을 대상으로 한 소음-혈압 연구는 중요하다고 볼 수 있다. 특히 외국문헌의 고찰에 의하면, 그 동안 다수의 연구자들이 소음과 혈압과의 관련성을 규명하기 위해 노력해 왔다. 그러나 아직까지 이런 각 연구결과들이 서로 일치하지 않는 즉, 관련성이 높았다(Green 등, 1991; Lang 등, 1992; Fogari 등, 1994; Sokas 등, 1995; Talbott 등, 1999)와 상관성이 없었다(Takala 등, 1977; Hedstrand 등, 1977; Hirai 등, 1991; Hessel과 Sluis-Cremer, 1994; Kristal-Boneh 등, 1995)의 상호 등 상반되게 보고되고 있어 실제로 그 방향의 일관성이 결여된 상태이다. 또한 이런 기존 연구들은 소음 노출기준에 대한 정의, 혈압의 측정 방법과 시기, 혈압에 영향을 줄 수 있는 요인들의 부적절한 통제 등 인과성을 밝히는데 여러 한계가 있기 때문에 결론적으로 의미있는 연구결과들의 통합에 이르지 못하고 있다. 국내에서도 만성적 소음노출이 혈압에 영향을 미치는 영향에 대해 여러 연구자에 의해 보고되고 있으나, 여전히 일치되지 못하고 있다(김종화와 이충렬, 1987; 하명화와 김두희, 1991; 김복연 등, 1996; 차봉석 등, 1997). 하지만 소음과 혈압의 상관성을 보고한 기존 연구들이 산업역학적 측면에서 다양한 연구방법에 의해 시행되어 그 결과가 누적되어 온 점을 감안하면, 최근 국내외 의학계에서 활발히 모색되고 있는 메타분석의 방법을 이용한 소음-혈압 관련 논문들의 질 평가와 함께 이 연구결과들을 통합하려는 시도

가 필요하다고 판단된다.

메타분석과 관련하여 국내에서는 뇌혈관 질환의 위험요인(박종구 등, 1998), UVB 조사량에 따른 피부암 발생위험도의 예측(신동천 등, 1998) 및 방광암과 Glutathion S Transferase 유전적 다형성(고상백 등, 1999) 등 다양한 영역에서 시도된 바 있다.

따라서 이 연구는 근로자를 대상으로 만성적 소음노출이 혈압과 어떠한 관련성이 있는가를 알아보기 위해 기존의 연구결과들을 토대로 메타분석을 시행하고자 하였다. 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, MEDLINE을 중심으로 국제 학술지에 발표된 소음노출과 혈압의 관련성에 대한 기존의 연구 결과들을 수집하여 질적 평가를 시행하였다.

둘째, 논문의 질 평가를 통해 선정된 논문을 대상으로 계량적 메타분석 기법을 적용하여 만성적 소음노출과 혈압의 연관성을 규명하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상 및 자료 수집 방법

이 연구에서는 소음 노출 수준에 따른 혈압 변화의 양-반응 관계를 보고한 논문을 대상으로 메타분석을 시행하고자 하였으며, 이를 위해 MEDLINE의 주제별 색인(핵심 주제어: Blood Pressure, Noise Exposure, Hypertension)을 이용하여 1980년 1월부터 1999년 12월까지 영문으로 발표된 연구논문을 검색하였다. 또한 메타분석에서 게재될 수 있는 출판편의를 최소화하기 위해 선정된 논문의 본문에 인용된 문헌을 이용하여 검색을 추가하였다.

2. 질적 메타분석방법

검색된 총 77개의 논문은 연구자 2인이 교차 평가하되, 계량적 메타분석을 시행하기 앞서 Jenicek(1995)이 제안한 연구과정에 따라 다음과 같은 기준으로 질적 메타분석을 시행하였다. 이 기준에 해당되지 않는 논문은 분석에서 제외하였다.

적용된 질 평가의 기준은 첫째, 근로자를 대상으로 한 경우를 분석 대상으로 삼았다. 소음노출 수준이 낮은 일반인이나 동물실험의 경우 제외하였다. 둘째, 소음노출의 평가 방법으로 지시소음계를 통해 연속변수로 평가한 논문을 대상으로 하였다. 예컨대 소음노출의 지표로서 소음에 의한 청력손실 정도를 사용하거나, 근무부서의 소음 측정치에 따라 고소음 노출군과 저소음 노출군으로 분류하거나, 소음 노출기간으로 대체한 경우는 제외하였다. 셋째, 결과변수인 혈압이 연속변수로 측정된 경우로 하였고, 소음 노출 수준에 따라 고혈압 유병률로 산출하여 비교한 논문은 제외하였다. 이런 과정을 거쳐 최종적으로 선정된 6편의 논문을 대상으로 저자, 출판년도, 연구설계 방법, 표본 수, 연구 대상자의 사업장 특성, 소음 노출평가방법, 혈압 평가방법 등을 조사하였다.

3. 계량적 메타분석방법

소음 노출 수준과 혈압의 관계를 계량적 메타분석하기 위하여 개별 논문에서 회귀계수, 표준오차, 유의확률이나 95% 신뢰구간등의 정보를 추출하였다. 이어 SAS 프로그램(송혜향, 1998)을 이용하여 가중평균치와 표준오차를 산정하였다. 이어 유효크기의 통합 전에 동질성 검정을 시행하여 각 연구논문의 자료가 동질적인 경우 모수효과모형(fixed effect model)을, 그렇지 않은 경우 랜덤효과모형(random effect model)을 선택하여 적용하였다. 동질성 검정은 아래와 같은 방법에 의해 시행하였다.

$$Q = \sum_i w_i (\beta_i - \beta)^2 \sim \chi^2_{(df=k-1)}, \quad df \text{ (자유도)} = \text{인용 논문수} - 1$$

모수효과모형 및 랜덤효과모형에 의한 각 논문의 회귀계수에 대한 가중평균치(β)와 표준오차($SE(\beta)$)는 다음과 같은 방법에 의해 평가하였다.

모수효과모형에서의 가중평균치(β)와 표준오차($SE(\beta)$)는

$$1) \text{가중치 } (W_i) = \frac{1}{SE(\beta_i)^2} \quad i \text{는 각각의 인용 연구논문}(i=1,2,3,\dots,k)$$

2) 가중평균치 $(\beta) = \frac{\sum w_i \cdot \beta_i}{\sum w_i}$ i 는 각각의 인용 연구논문($i=1,2,3,\dots,k$)

3) 표준오차($SE(\beta)$) = $\frac{\sum w_i \cdot \beta_i}{\sqrt{(\sum w_i)}}$ i 는 각각의 인용 연구논문($i=1,2,3,\dots,k$)

4) 95% 신뢰구간: $\beta \pm 1.96 \times SE(\beta)$ 이며,

랜덤효과모형에서의 가중평균치(β^*)와 표준오차($SE(\beta^*)$)는

$$1) r^2 = \frac{Q-(k-1)}{\sum w_i + \sqrt{(\sum w_i^2)}/\sum w_i} \quad Q = \sum w_i (\beta_i - \beta)^2$$

2) 가중치(W_i^*) = $(W_i + r^2)^{-1}$, i 는 각각의 인용 연구논문($i=1,2,3,\dots,k$)

3) 가중평균치(β^*) = $\frac{\sum W_i^* \cdot \beta_i}{\sum W_i^*}$ i 는 각각의 인용 연구논문 ($i=1,2,3,\dots,k$)

4) 가중평균치의 표준오차($SE(\beta^*)$) = $\frac{1}{\sqrt{(\sum W_i^*)}}$ i 는 각각의 인용 연구논문 ($i=1,2,3,\dots,k$)

5) 가중평균치의 95% 신뢰구간: $\beta^* \pm 1.96 \times SE(\beta^*)$ 이다.

택되었다. 이 논문들의 설계방법은 모두 단면연구였으며, 1개의 논문은 전향적 연구와 병행하고 있었다. 연구대상자들의 사업장 특성은 대부분 소음이 많이 발생하는 제조업 근로자들로 금속조립업, 납 축전지 제조업, 광산업, 소음공정 제조업체 등이었다. 5편의 논문에서는 지시소음계를 이용하여 연속 측정하였고 이를 8시간 가중 평균값으로 환산한 소음노출 수준을, 나머지 1개의 논문에서는 평균소음노출값과 각 근로자의 근무기간을 이용하여 가중치를 둔 누적 소음 노출값을 각각 이용하였다. 혈압은 대부분 안정상태에서 측정되었고, 1편의 논문을 제외한 다른 연구논문에서는 2번 이상 측정된 평균값을 이용하였다. 연구대상자 중 고혈압자가 있는 경우 2개의 논문에서 제외되었고, 2개의 논문에서는 연구대상자에 포함시켰다. 그 외의 논문에서는 이에 대한 자세한 언급을 하지 않았다(표 1).

어진 정보인 유의확률로는 표준정규분포에서 Z_p 값(p -value에 상응하는 Z 통계량)을 산정한 후 $se(b) = b/Z_p$ 의 공식으로, 95% 신뢰구간으로는 $se(b) = (\text{upper CI} - \text{lower CI})/3.92$ 의 공식을 각각 이용하여 표준오차를 산출하여 연구결과 통합에 활용하였다. 또한 Kristal-Boneh 등(1995)의 논문의 경우 성별로 나누어 회귀계수를 제시하고 있고, Green 등(1991)의 경우 저연령층과 고연령층을 나누어 회귀계수를 보고하고 있어 최종 분석시에는 이들을 각각 독립적으로 처리하여 통합하였다(표 2).

먼저 각 논문의 연구결과에 대한 동질성 검정을 시행한 결과, 수축기 혈압과 이완기 혈압의 Q 값이 각각 23.58($p < 0.005$), 24.94($p < 0.001$)으로 이질적이었다(표 3). 따라서 각 논문별 연구결과의 통합에는 모수효과모형보다 랜덤효과모형이 적합하였다. 랜덤효과모형에 따라 가중평균치와 가중평균치의 95% 신뢰구간을 구한 결과, 수축기 혈압의 경우 가중평균치 0.05(95% 신뢰구간: -0.04, 0.14)로 유의하지 않았고, 이완기 혈압의 경우도 가중평균치 0.06(95% 신뢰구간: -0.01, 0.13)으로 유의하지 않았다(표 4).

연구결과

1. 만성적 소음노출과 혈압의 상관성에 관한 질적 메타분석 결과

계량적 메타분석에 앞서 소음노출 수준과 혈압의 상관성을 분석한 논문 중 질적 평가 기준을 적용한 결과 총 77개의 논문 중 최종 분석 대상으로 6편의 논문이 채

2. 만성적 소음노출과 혈압의 상관성에 관한 계량적 메타분석 결과

각 논문별 연구결과에 대한 유효크기의 통합을 위해 선정된 6편 논문의 회귀계수와 표준오차를 조사하였다. 그러나 표준오차의 제시가 두 편의 논문에서만 보고되었고, 나머지 논문에서는 누락되어 있었다. 따라서 추가로 개별 논문에서 얻

Table 1. Characteristics of 6 epidemiologic studies of relationship between chronic noise exposure and blood pressure

Author(year)	Sample size	Design	Occupation	Measure of noise	Blood pressure(BP)	Average of 2 or more (BP)	Excluded treated hypertension	Finding results
Talbott (1999)	634	Cross-sectional	Fabrication & assembly of metal	Cumulative exposure	Resting BP	Yes	-	Positive
Wu (1996)	222	Cross-sectional	Lead battery manufacture	Time weight average	Resting BP	Yes	-	Negative
Kristal-Boneh (1995)	3,106	Cross-sectional	Metal, textile, light electronic, foodstuffs, plywood	Time weight average	Resting BP	Yes	Exclude	Negative
Hessel (1994)	973	Cross-sectional, longitudinal	Mine worker	Time weight average	Medical file	Yes	Include	Negative
Fogari (1994)	733	Cross-sectional	Metallurgical	Time weight average	Resting BP	-	Include	Negative
Green (1991)	162	Cross-sectional	Industrial workers	Time weight average	Resting & ambulatory BP	Yes	Exclude	Positive

Table 2. Estimate of regression coefficient and se(b) found from 6 epidemiologic studies

Author (year)	Sample size	Systolic Blood Pressure					Diastolic Blood Pressure				
		B	SeB	Z	p-value	95%CI	B	SeB	Z	p-value	95%CI
Talbott (1999)	634	0.164	0.082		.045		0.157	0.056		.005	
Wu (1996)	222	0.11	0.20		.60		0.01	0.15		.96	
Kristal M-Bonch (1995) F	2,202 904	-0.06	-0.0351	1.71	.088		-0.03	-0.0236	1.27	.205	
Hessel (1994)	973	-0.06	-0.0896	0.67	.501		0.02	0.0571	0.35	.725	
Fogari (1994)	733	0.140	0.2168	0.646	.516	-0.285; +0.565	0.034	0.1592	0.214	.834	-0.278; +0.346
Green (1991)	85	0.18	0.0417	3.27-4.32	<0.001		0.14	0.0324	3.27- 4.32	<0.001	
	77	0.01	0.0526	0.19	.85		0.05	0.0347	1.44	.15	

Bold number : Value estimated by formula.

Table 3. Weighted regression coefficient and standard error on the association of chronic noise exposure and blood pressure(Fixed Effect Model)

Blood Pressure	Weighted Regression Coefficient	Weighted Standard Error	95% Confidence Interval	Test for Homogeneity	
				Q	P*
Systolic	0.0390	0.0207	(-0.0015, 0.0796)	23.5803	p<0.005
Diastolic	0.0419	0.0153	(0.0120, 0.0718)	24.9368	p<0.001

* estimated range of p-value in * table (degree of freedom=7)

Table 4. Weighted regression coefficient and standard error on the association of chronic noise exposure and blood pressure(Random Effect Model)

Blood Pressure	Weighted Regression Coefficient	Weighted Standard Error	95% Confidence Interval	Test for Homogeneity	
				τ^2	P*
Systolic	0.0513	0.0443	(-0.0357, 0.1383)	0.0092	p>0.05
Diastolic	0.0609	0.0368	(-0.0112, 0.1329)	0.0058	p>0.05

* estimated range of p-value in * table (degree of freedom=7)

고찰

이 연구는 메타분석 방법론을 적용하여 만성적인 소음노출과 혈압간의 연관성에 관한 기존의 연구결과를 종합하여 그 상관관계를 알고자 하였다. 그러나 메타분석의 적용과 관련하여 무엇보다 중요한 점은 메타분석이 가지는 한계를 직시하고 엄격하게 이를 적용해야 한다는 점이다. 왜냐하면 많은 역학적 연구들이 보고되었으나, 노출 기준에 대한 정의, 혈압의 측정방법 및 시기, 고혈압에 대한 다른 환경적 요인 및 위험인자에 대한 통제

등이 일치하지 않으며, 방법론적인 문제가 내포되어 있기 때문이다. 따라서 이 연구에서는 질 평가를 통해 선정된 논문에 한정하여 분석을 시도하였다.

소음과 혈압의 관련성을 보기 위해 가장 중요한 점은 개인별 소음노출 수준의 파악과 혈압 측정상의 정확성이다. 먼저 소음노출 지표의 경우 양-반응 관계를 보기 위해서는 지시소음계를 이용하여 연속된 측정값을 파악하여야만 가능하다. 그러나 일부 연구에서는 소음노출 지표로서 소음에 의한 청력손실 정도를 사용하여 대체하였다(Talbott 등, 1990; Hirai

등, 1991; Sokas 등, 1995). 청력손실을 소음노출 지표로 활용할 경우 소음노출에 의한 생물학적 지표로 유용한 측면이 있지만, 개인별 감수성에 따라 차이가 있으며, 대상자 선정에 어려움이 있을 수 있다. 뿐만 아니라 청력 손실이라는 결과변수를 사용함으로써 소음노출 수준이 혈압에 미치는 직접적인 효과를 보기 어려우며, 고혈압성 혈관질환이 소음노출 후 와우(cochlear) 손상을 유발할 가능성이 있어 결과 해석에 제한점이 있다(Araki 등, 1992; Sidman 등, 1992). 또한 소음노출의 지표로서 근무부서의 소음 측정치에 따라 고소음 노출군과 저소음 노출군으로 나누어 분석(Van Dijk 등, 1987)하거나 소음노출 기간을 사용하기도 하였는데(Verbeek 등, 1987; Tarter 등, 1990; Lang 등, 1992), 이 경우 노출 지표로서의 타당성의 문제가 제기될 뿐만 아니라 부서별 노출 평균의 이용에 따라 오분류 오류(misclassification bias)의 발생 여지가 높다. 예컨대 Fogari 등(1994)의 경우 80dB를 기준으로 저소음 노출군에 비해 고소음 노출군에서 유의한 혈압 차이를 보고하였지만, 회귀분석에서 유의성이 없었던 점은 분류오류의 전형적인 예라 할 수 있다. 따라서 소음노출 수준이 상대적으로 정확하고 타당한 노출 평가를 위해서는 객관적인 소음노출 평가가 전제되어야 한다. 최근에는 시간가중 평균소음

노출값에 근무기간 가중치를 둔 누적소음 노출값을 제시하고 있어 고무적이다 (Talbot 등, 1999).

소음이 혈압에 미치는 영향 또는 고혈압의 위험요인으로서 소음에 대한 연구에서 간과하기 쉬운 것은 측정오차이다. 따라서 단기간 소음노출에 의한 일시적 혈압 상승을 배제하기 위해 휴식 시의 혈압 측정이 중요하다. 즉, 혈압을 측정하는 방법이나 측정시기에 의해 얻어진 결과가 소음과 혈압의 관련성에 영향을 주어서는 안되기 때문이다. 특히 급성 노출에 의해 혈압이 상승한다는 보고가 있으므로 (Lehman 등, 1976; Andren 등, 1982), 중요하게 고려해야 할 사항이다. 또 일부 연구에서는 고혈압 유병률을 가지고 평가하거나 혈압을 범주형으로 분석하기도 한다 (Hirai 등, 1991). 이 경우 오분류 편의가 있을 수 있고, 혈압이 일반적으로 정규분포를 하고 고정상혈압(high normal)에서 만성질환의 위험도가 증가할 수 있는 자의적인 개념을 감안할 필요가 있다.

또한 소음노출 수준과 혈압과의 관련성을 보는데 무엇보다 중요한 것은 노출기간에 대한 반영이다. 여러 연구자에 의하면 소음노출 기간과 혈압의 관계는 최소한 20년이고, 확실한 관련성을 보이려면 25년 이상이 필요하다 (Parvizpoor, 1976; Verbeek 등, 1987; Lang 등, 1992)는 지적은 시사하는 바가 크다. 따라서 본 연구의 메타분석 결과 만성적 소음노출과 혈압의 상관성이 없다는 해석에 유의할 필요가 있다. 분석대상 논문 중 상관성을 보인 Talbot 등(1999)의 논문의 경우 노출기간이 다른 논문에 비해 충분한 점은 이를 반영하고 있다고 볼 수 있다.

마지막으로 위험인자에 대한 보정이다. 지속적인 소음노출과 혈압 사이의 역학적 연구에서 두 변수간에 관계에 대해 알아보기 위해서 무엇보다 중요한 사항은 소음이 노출되는 기간동안 고려할 수 있는 모든 혼란요인(confounding factors)을 고려하는 것이다. 그러나 각 논문마다 통제하는 변수의 내용과 수준이 다르다. Talbot 등(1999)은 연령, 비만도, 음주, 인종 등의 혼란요인을 통제하였고, Kristal-

Bohen 등(1995)은 혼란요인으로 일반적 특성 뿐만 아니라 작업장내 온도 등을 포함시키기도 하였다. 따라서 다른 수준에서 위험요인을 보정한 후 보고된 회귀계수의 통합은 두 변수의 관련성을 약화시키는 쪽으로 작용할 수 있다.

이와 같이 노출 평가, 측정오차 및 모든 방법론적인 문제들은 두 변수 사이의 관련성을 약화시키는 쪽으로 작용하고 있다. 따라서 메타분석의 기법을 관찰연구에 적용하는데 따르는 문제점 (Shapiro, 1994)이 이 연구에서도 제기될 수 있다. 그러나 관찰연구가 가지는 장점과 가능성이 폐기되지 않는다면 집적되는 관찰연구의 종합과 정리가 필요하게 된다. 이를 위해 엄밀한 적용기준을 마련하여 메타분석을 도입한다면 종설에 의한 기존연구의 종합방법과 함께 중요한 방법론으로 인정받을 수 있다 (Greenland, 1994; Petitti, 1994; 박종구 등, 1998).

이 연구에서는 논문의 질 평가를 한 후 계량적 메타분석을 이용하여 소음노출 수준과 혈압의 관련성을 알아보고자 하였다. 이를 위해 먼저 동질성 검정을 시행하였고, 그 결과 각 논문은 이질적이었다. 따라서 보고된 회귀계수를 이용하여 자료를 통합하기 위해 랜덤효과모형으로 결과를 해석하였다. 분석결과, 소음노출 수준에 따른 수축기 혈압의 경우 가중평균치가 0.044(표준오차 0.04)였고, 가중평균치의 95% 신뢰구간이 -0.04~0.14로 유의한 관련성이 없었고, 이완기혈압의 경우도 가중평균치 0.06(표준오차 0.04)으로 95% 신뢰구간이 -0.01~0.13으로 유의하지 않았다. 따라서 만성적 소음노출과 혈압은 상관성이 없었다.

이 연구의 제한점은 대상논문의 질적 수준의 한계에 의해서 여전히 규정된다고 할 수 있다. 이 연구의 대상이 대부분 단면 연구이고, 혈압에 영향을 미치는 소음노출 수준의 가중평균치의 신뢰도와 타당도에 문제가 있을 수 있다. 소음-혈압의 상관성에서 중요한 인자로 작용하는 노출기간에 대한 정보가 불충분하여 결과 도출에 제한점이 있음을 밝혀둔다. 또한 소음부서에 근무하는 근로자 중 고혈

압자가 작업 전환되거나 퇴직할 가능성을 배제하지 않아 건강근로자 효과가 결과에 영향을 줄 수 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 향후 잘 설계된 전향적 연구와 함께 정확한 노출 평가와 혈압 측정이 병행되어야 하겠다.

요약 및 결론

이 연구는 근로자를 대상으로 만성적 소음노출이 혈압과 어떠한 관련성이 있는가를 알아보기 위해 기존의 연구결과들을 토대로 메타분석을 시행하고자 하였다. 이를 위해 MEDLINE의 주제별 색인(핵심 주제어: Blood Pressure, Noise Exposure, Hypertension)을 이용하여 1980년 1월부터 1999년 12월까지 영문으로 발표된 연구논문을 검색하여 77편의 논문을 수집하였다. 계량적 메타분석을 시행하기 앞서 질적 메타분석을 시행하였다. 적용된 질 평가의 기준은 첫째, 근로자를 대상으로 한 경우를 분석 대상으로 삼았다. 둘째, 소음노출의 평가 방법으로 지시소음계를 통해 연속변수로 평가한 논문을 대상으로 하였다. 셋째, 결과 변수인 혈압이 연속변수로 측정된 경우로 하였다. 소음노출 수준과 혈압의 관계를 계량적 메타분석하기 위하여 개별 논문에서 회귀계수, 표준오차, 유의확률이나 95% 신뢰구간 등의 정보를 추출하였다. 유효크기의 통합 전에 동질성 검정을 시행한 후, SAS 프로그램을 이용하여 가중평균치와 표준오차를 산정하였다.

각 논문의 연구결과에 대한 동질성 검정을 시행한 결과, 수축기 혈압과 이완기 혈압의 Q값이 각각 23.58($p < 0.005$), 24.94($p < 0.001$)으로 이질적이었다. 따라서 랜덤효과모형에 따라 가중평균치와 가중평균치의 95% 신뢰구간을 구한 결과, 수축기 혈압의 경우 가중평균치 0.05(95% 신뢰구간: -0.04, 0.14)로 유의하지 않았고, 이완기 혈압의 경우도 가중평균치 0.06(95% 신뢰구간: -0.01, 0.13)으로 유의하지 않았다.

결론적으로 산업장에서의 만성적 소음노출과 근로자의 혈압은 상관성이 없었

다. 하지만, 이 연구의 대상논문이 대부분 단면 연구였고, 소음노출 기준에 대한 정의, 노출 기간에 대한 정보의 불충분, 혈압의 측정 방법과 시기, 혈압에 영향을 줄 수 있는 요인들의 부적절한 통제 등 인과성을 밝히는데 여러 한계점이 있기 때문에 메타분석 시의 혈압에 영향을 미치는 소음노출 수준의 가중평균치의 신뢰도와 타당도에도 다양한 제한점이 내포되어 있을 수 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 향후 잘 설계된 전향적 연구와 함께 정확한 소음노출 평가와 혈압 측정이 병행되어야 하겠다.

참고문헌

- 고상백, 차봉석, 박종구, 김춘배, 강명근, 김기웅, 이원진, 장성훈. 방광암과 Glutathione S transferase mu 유전적 다형성에 관한 메타분석. *대한산업의학회지* 1999; 11(1): 13-23
- 김복연, 김천태, 이종정, 박홍진, 김창윤, 강복수. 만성적 소음폭로가 근로자의 혈압에 미치는 영향. *대한산업의학회지* 1996; 8(1): 43-58
- 김종화, 이종렬. 소음성 청력손실이 혈압에 미치는 영향에 관한 조사연구. *예방의학회지* 1987; 20(2): 205-213
- 노동부. '98 근로자건강진단 실시결과분석, 노동부. 1998
- 박종구, 강명근, 김춘배, 김기순, 지선하. 한국인 뇌혈관 질환의 위험요인에 관한 메타분석. *예방의학회지* 1998; 31(1): 27-48
- 송혜향. 의학, 간호학, 사회과학 연구의 메타분석법. 청문각, 1998
- 신동천, 이종태, 양지연. Meta analysis를 이용한 UVB 조사량에 따른 피부암 발생 위험도의 예측 연구. *예방의학회지* 1998; 31(1): 91-103
- 차봉석, 고상백, 장세진, 박종구, 강명근, 고상렬. 일부 생산직 근로자의 소음과 사회심리적 요인이 혈압에 미치는 영향. *대한산업의학회지* 1997; 9(2): 244-257
- 하명화, 김두희. 제강소 장기근로자의 소음노출 및 청력손실과 혈압과의 관계에 관한 연구. *예방의학회지* 1991; 24(4): 496-505
- Andren L, Lindstedt G, Bjorkman M, Borg KO, Hansson L. Effect of noise on blood pressure and stress hormone. *Clin Sci* 1982; 62: 137-141
- Araki S, Murata K, Yokoyama K, Uchida E. Auditory event-related potential (p300) in relation to peripheral nerve conduction in workers exposed to lead, zinc and copper; Effects of lead on cognitive function and central nervous system. *Am J Ind Med* 1992; 21: 539-547
- Fogari R, Zoppi A, Vanasia A, Marasi G, Villa G. Occupational noise exposure and blood pressure. *J Hypertension* 1994; 12: 475-479
- Greenland S. Can meta-analysis be salvaged? *Am J Epidemiol* 1994; 140(9): 783-787
- Green MS, Schwartz K, Harari G, Najenson T. Industrial noise exposure and ambulatory blood pressure and heart rate. *J Occup Med* 1991; 33(8): 879-883
- Hedstrand H, Drettner B, Klockhoff I, Svedberg A. Noise and blood pressure. *Lancet* 1977; 1; 86-87
- Hessel PA, Sluis-Cremer G. Occupational noise exposure and blood pressure: Longitudinal and cross-sectional observations in a group of underground miners. *Arch Environ Health* 1994; 49(2): 128-134
- Hirai A, Takata M, Milkawa M, Yasumoto K, Lida H, Sasayama S, Kagamimori S. Prolonged exposure to industrial noise causes hearing loss but not high blood pressure: a study of 2124 factory laborers in Japan. *J Hypertension* 1991; 9: 1069-1073
- Jenicek M. Meta-analysis in medicine. in *Epidemiology- The Logic of Modern Medicine*, Montreal, Canada Epimed, 1995
- Kristal-Boneh E, Melamed S, Harari G, Green MS. *Arch Environ Health* 1995; 50(4): 298-304
- Lang T, Fouriaud C, Jacquinet-Salord M. Length of occupation noise exposure and blood pressure. *Int Arch Occup Environ Health* 1992; 63: 369-372
- Lercher P, Hortnagl J, Kofler WW. Work noise annoyance and blood pressure: combined effects with stressful working conditions. *Int Arch Occup Environ Health* 1993; 65: 23-28
- Niland J, Zenz C. Occupational hearing loss, noise, and hearing conservation. In: Zenz C, Dickerson OB, Horvath EP.(eds), *Occupational medicine*. St. Louise; Mosby, 1994; 258-296
- Parvizpoor. Noise exposure and prevalence of high blood pressure among weavers in Iran. *JOM* 1976; 18: 730-731
- Petitti DB. Of babies and bathwater. *Am J Epidemiol* 1994; 140(9): 779-782
- Sidman JD, Pulver SH, Prazma J, Pillsbury HC. Cochlea and heart as end-organs in small vessel disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1988; 97: 7-9
- Sokas RK, Monassa MAA, Gomes J, Anderson JAD, Achuthan KK, Thain AB, Rishah ZA. Noise-induced hearing loss, nationality, and blood pressure. *Am J Ind Med* 1995; 28: 281-288
- Takala J, Varke S, Vaheri E, Sievers K. Noise and blood pressure. *Lancet* 1977; 2: 974-975
- Talbott EO, Findlay RC, Kuller LH, Lenker LA, Matthews KA, Day RD, Ishii EK. Noise induced hearing loss: A possible marker for high blood pressure in older noise-exposed populations. *J Occup Med* 1990; 32(8): 690-697
- Talbott EO, Gibson LB, Burks A, Engberg R, McHugh KP. Evidence for a dose-response relationship between occupational noise and blood pressure. *Arch Environ Health* 1999; 54(2): 71-78
- Tarter SK, Robins TG. Chronic noise exposure, high frequency hearing loss, and hypertension among automotive assembly workers. *J Occup Med* 1990; 32(8): 685-689
- Van Dijk FJH Souman AM, de Vries FF. Non-auditory effects of noise in industry. VI. A final field study in industry. *Int Arch Occup Environ Health* 1987; 59: 133-145
- Verbeek JHAM, van Dijk FGH, Vries FF. Non-auditory effects of noise in industry IV. A field study on industrial noise and blood pressure. *Int Arch Environ Health* 1987; 59: 51-54
- Wu TN, Shen CY, Ko KN, Guu CF, Gau HJ, Lai JS, Chen CJ, Chang PY. Occupational lead exposure and blood pressure. *Int J Epidemiol* 1996; 25: 791-796