

도로교통소음에 대한 주민들의 반응

고대하 · 염정호 · 권근상[†]
전북대학교 의과대학 예방의학교실

Specific Reaction to Road-traffic Noise

Dai Ha Koh · Jung Ho Youm · Keun Sang Kwon[†]

Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine Chonbuk National University

(Received June 2, 2004; Accepted September 30, 2004)

ABSTRACT

Valid evaluation of community reaction to road-traffic noise exposure is important for the policy making and quality of life. The purpose of this study is to evaluate the relationship between community reaction and nighttime road-traffic noise. The study measured nighttime roadside noise caused by high traffic which is greater than LAeq(22:00-07:00) 65dB(A) and lower than 65dB(A) at Chonju city, from March to April, 2003. Three hundred sixty seven subjects, aged from 20 to 65, were selected from those who are residing close to the major roads. They were asked to answer the questions regarding noise source, stress(PWI-SF), annoyance, disturbance of specific activity, disturbance of sleep, somatic symptom, and four suggested confounding factors. The relationship between annoyance, somatic symptom and noise exposure was not significant. Adjusted odds ratio(95% C.I.) for 'disturbance of communication' and 'disturbance of attention and rest' were 1.59(1.03-2.71), 1.64(1.06-2.81), respectively. On the other hand 'sleep disturbance' was indicated as 1.34(0.77-2.32). The results suggested that federal policy-making about road-traffic noise should consider community reaction evaluated by various perspective including annoyance, disturbance of specific activity, disturbance of sleep, and confounding factors.

Keywords: noise, community reaction, communication, annoyance, sleep

I. 서 론

환경소음(environmental noise)이란 작업환경에서 배출되는 소음을 제외한 모든 소음으로, 차량, 기차, 항공기 등에 의한 교통소음, 공장 또는 건설현장에서 배출되는 소음, 그리고 주변 이웃으로부터 발생하는 소음 등을 포함한다.¹⁾ 이러한 환경소음은 점차 증가추세로 미국 도심 주거지역의 주야평균소음도(day-night average sound level : LAdn)은 55-70dB(A)에 이르며, 유럽연합의 경우 주간에 전체인구의 40%가 55dB(A) 이상, 20%가 65dB(A) 이상의 교통소음에 노출되고 있다.²⁾ 또한 교통소음이 1dB(A) 증가함에 가혹 가격이 0.5~1% 하락하며, OECD 국가의 경우 교통소

음에 의한 경제적 손실이 GDP의 0.1~1.4%에 이르는 것으로 보고하고 있다.³⁾

한편 최근에 환경소음에 의한 응급실 내원⁴⁾ 및 고혈압 발생 증가^{5,7)}에 대하여 보고되고 있지만, 아직 환경소음에 의한 건강장애는 논란의 여지가 있다. 그러나 환경소음이 질병의 직접적인 원인으로 작용하지는 않지만 질병의 감수성을 높이고,^{8,9)} 특히 고령층에 있어서는 수면방해 등을 통하여 신체기능저하를 초래하며,¹⁰⁾ 또한 평균 소음도(dB)가 높진 않지만 그 수준이 지속적인 증가추세로^{11,12)} 불특정 다수가 장기간 지속적으로 노출된다는 점을 감안한다면 지속적인 평가 및 관리가 필요하다. 그리고 소음에 의한 비-청각적 반응은 청력 손실 내지는 심각한 건강장애를 초래하기 이전의 비교적 낮은 수준의 소음으로 시작될 수 있는 특성 때문에 조기경보체계의 일환으로 활용이 가능한 것으로 알려져 있으며,²⁾ 건강영향평가에 있어서 훌륭한 예측인자라고 보고되고 있다.¹³⁾ 이러한 비-청각적 변수로는 불쾌감(annoyance) 및 수면방해가 주로 인용되어 왔으나,

[†]Corresponding author : Department of Preventive Medicine and Public Health, School of Medicine Chonbuk National University
Tel: 82-63-270-3094,3137, Fax: 82-63-274-9881
E-mail : drkeunsang@chonbuk.ac.kr

최근에는 환경소음에 의해 초래된 특징적 행동(TV 시청, 독서, 대화 등의 방해정도를 통하여 주민들의 반응을 평가하고자 하고, 특히 최근에는 복합적 평가의 필요성이 제기되고 있다.^{8,14)} 그러나 이러한 반응들은 환경소음 외적인 변수, 즉 사회적, 심리적, 문화적 특성에 영향을 받는 것으로 보고되고 있어,¹⁵⁻¹⁸⁾ 각 국 실정에 적합한 평가방법, 특히 국내 특성에 맞는 설문문항의 개발 및 평가가 필요하다. 한편 교통소음 관련지표는 등가소음도(equivalent sound level : LAeq), 최대소음도(maximum sound level : LAmix), LAdn, 소음통계도(percentile noise level : Ln), 교통소음지수(traffic noise index : TNI) 등이 있으나 현재 국내에서는 LAeq에 의한 기준만이 적용되고 있다.¹⁹⁾ 그러나 지역사회 주민들의 반응은 LAeq, LAmix 및 음압의 시간대별 특성에 영향을 받으며, 특히 야간에 노출되는 환경소음은 수면을 방해, 정상적인 일상생활주기(circadian patterns)에 영향을 줄 수 있는 잠재적 인자로 작용할 수 있어,¹⁾ 국내에서도 이를 반영할 기준설정이 필요한 실정이다.

한편 환경소음에 관한 연구는 Kryter와 Poza²⁰⁾ Ohrstrom과 Rylander,²¹⁾ Eberhardt 등,²²⁾ Tamura 등²³⁾ Waye 등²⁴⁾ 등이 실험군에게 인위적으로 지정된 소음을 노출시켜 생체반응을 직접 관찰하였으며, 지역사회를 중심으로 항공기 소음,¹¹⁻¹³⁾ 철도소음²⁵⁻²⁷⁾ 및 고속도로나 간선도로 주변의 교통소음^{28,29)} 등을 대상으로 진행되었으나, 국내에서의 연구는 일부 공항주변에서의 건강영향평가³⁰⁾를 제외하고는 미진한 실정이다.

이에 본 연구에서는 교통소음 노출, 특히 야간소음과 이로 인한 지역사회 주민반응의 관련성을 알아보고자 전주시 2개 지역을 대상으로 도로교통의 소음수준을 파악하고 도로변에 위치한 아파트를 대상으로 설문조사를 시행하였다.

II. 연구내용 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2000년 도로교통소음에 의한 민원이 제기된 지역을 실험군 지역으로 선정하였다. 이 곳은 많은 차량통행으로 24시간 등가소음도(LAeq(24))가 환경기준¹⁹⁾ (주간 65dB(A); 야간 55dB(A))을 상회하고, 특히 야간에도 화물차량의 통행이 많은 특성이 있다. 대조군 지역은 전주시 도심지역 아파트 중에서 차량통행이 많은 도로변에 위치하고 실험군 지역 아파트와 건축시기, 가옥규모 및 주택가격이 비슷한 아파트를 선정하였

다. 이들 지역 및 주민들을 대상으로 2003년 3월 1일부터 4월 15일까지 45일간 소음측정 및 설문조사를 실시하였다.

2. 소음측정

소음의 측정은 소음·진동공정시험방법(環境部 告示 第2000-31 號(2000. 3. 14))을 참고하였다. 마이크로폰은 환경소음 측정기준에 적합하도록 바닥으로부터 1.5 m 떨어진 높이에 설치하였으며 측정자에 의한 반사음 오차를 없애기 위하여 마이크로폰은 소음계 본체에서 분리한 후 연장선을 이용하여 삼각대에 장치하였고, 소음계 본체와의 거리는 3 m 이상이였다. 측정하는 소음은 매 1분간의 LAeq 및 LAmix 값으로 기록하였으며, 요일에 따른 교통량 및 소음수준의 차이를 줄이기 위하여 평일(월요일부터 금요일까지)에 측정하였다. 측정에 사용된 소음계는 Larson & Davis #812 (S/N 1588171)로서 IEC 651-96과 ANSI S1.4-83의 "Precision integrating sound level meter" 조건을 모두 충족시키며, 내장된 소형 컴퓨터에 의하여 입력된 신호를 자체적으로 저장할 수 있다. 또한 도로에서 발생된 소음과 건물 내부의 소음의 동일성 여부를 확인하기 위하여 DAT(Digital Audio Tape recorder, SONY TCD-7 S/N 501954)를 사용, 측정신호를 저장한 후 표준과학연구원에서 주파수 분석을 수행하였다.

3. 측정소음의 평가

측정된 소음은 LAeq(24), LAmix, LAdn, Ln, TNI를 이용하여 평가하였다. LAeq는 변동하는 소음의 에너지 평균치를 의미하며, LAdn은 LAeq와 산출방식은 비슷하지만 야간(22:00-07:00)에 측정된 소음수준에 모두 10dB이 가산된다는 차이점이 있다. Ln은 전체 측정기간 중 임의의 소음수준을 초과하는 시간의 총합이 N%가 되는 소음수준을 말하며, TNI는 도로교통소음을 인간의 반응과 관련시켜 정량적으로 산출하고자 제안된 지수이며, 각 척도의 산출식은 다음과 같다. 한편 국내 환경기준¹⁹⁾에서는 주·야간의 기준이 오전 06:00시를 기점으로 하나 본 연구에서는 LAdn과의 비교를 위하여 오전 07:00를 기준으로 하였다.

$$LA_{eq} = 10 \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L/10} dt$$

$$L_{Adn} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} (15 \times 10^{L_d/10} + 9 \times 10^{(L_n + 10)/10})$$

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30$$

4. 설문조사

1) 조사방법

2001년 3월 4일부터 4월 15일까지 전주시에 거주하는 20-65세 성인 50명을 대상으로 예비조사를 실시하였다. 예비조사에서 나타난 설문면접의 문제점을 보완하여 연구자로부터 직접 교육을 받은 면접원들에 의해서 개별 면접방법으로 20-65세 사이의 대상지역주민에게 본 조사를 실시하여 총 367명의 자료를 얻었다. 이 중에서 무응답 항목이 5개 이상이거나 대답이 불충실한 경우, 거주기간이 1년 미만인 경우, 과거력 상 소음 노출 경력이 있는 경우 및 이비인후과질환을 비롯하여 전신질환이 있는 경우 및 현 거주지에서 소음을 느끼지 못한다는 경우를 제외한 264명(대조군 112명, 실험군 152명)의 자료를 최종적으로 분석하였다.

2) 설문지 구성

설문문항은 총 59문항으로 구성되어 있으며, 개인특성 5문항, 소음원에 대한 질문 12문항, 스트레스 관련 18문항, 불쾌감 및 환경소음에 의해 초래된 현상 19문항과 이에 영향을 미치는 요인으로 평가되는 혼란변수 4문항을 포함하고 있다(Table 1). 소음원은 승용차, 화물차, 오토바이 등 외부 환경소음 8가지 및 이웃집에서 들려오는 실내소음에 대하여 평가하였으며, 스트레스는 PWI(Psychological Well-being Index)를 기초로

장세진³¹⁾이 개발한 18문항의 단축형 PWI(PWI-SF)를 이용하였으며, 총점을 합하여 스트레스 수준을 평가하였고, 점수가 높을수록 스트레스 수준이 높은 것으로 평가하였다. 불쾌감,²⁶⁾ 일상행동의 방해정도,¹⁶⁾ 수면방해³²⁾ 및 신체증상은 점수화 하였으며, 혼란변수로 '주변환경에 대한 불만족도', '소음 민감도', '이차적 이득', '건강인지도' 등을 평가하였다.¹⁵⁾ 그리고 '건강인지도'는 1998년 국민건강영양조사³³⁾에서 사용했던 문항인 '스스로 생각하시기에 같은 연령의 다른 사람과 비교하여 자신의 건강이 어떻다고 생각하십니까?'를 인용하였다.

5. 분석방법

두 군간 비교에 있어서 설문결과는 t-검정 및 카이제곱 검정을, 소음지표 비교는 비모수적 검정인 Mann-Whitney U-test를 이용하였고, 환경소음에 의해 방해되는 일상적 행동 8가지는 요인분석(factor analysis)을 실시하여 단순화하였다. 또한 불쾌감, 신체증상, 수면방해 및 요인분석을 통하여 추출된 새로운 요인 각각에 대하여 혼란변수를 포함하는 모형을 구축하여 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 자료의 통계분석은 SPSS(V. 10.0)을 이용하였다.

III. 결 과

1. 소음측정 결과

1) 대상지역의 소음특성

소음측정기간의 기상조건은 평균풍속(m/s) 2.21±0.60, 평균온도(°C) 12.3±2.49이었다(data not shown).

연구대상지역의 LAeq(24h)는 두 지역 모두 환경기준인 65dB(A)를 초과하는 고소음지역이었으며, 군간 차이는 없었다(Table 2). 그리고 하루 중 시간변화에 따른 음압수준의 변화를 관찰한 결과 LAeq 및 LAmix 모두 주간(07:00-22:00)에는 지역 간 차이를 관찰할 수 없었으나, 야간(22:00-익일 07:00)에는 대조군 지역에 비하여 실험군 지역에서 높은 음압수준을 유지하였다(p<0.05)(Fig. 1, Table 2). 또한 야간 소음수준에 10dB이 가산되는 LAdn 역시 실험군 지역, 대조군 지역 각각 74.60±1.12, 71.62±0.94로 현저한 차이를 보였다(p<0.05).

LAmix를 비교하기 위하여 LAeq의 평균에 근접한 70dB(A)을 기준으로 구분하였다. 즉 1분 단위로 측정된 총 1440개 자료를 70dB(A)을 상회하는 시간과 미만이 시간의 비율을 비교한 결과 역시 야간에는 차이가 있는 반면에(p<0.01) 주간에는 비슷한 양상을 보

Table 1. Questionnaire of community reaction for road-traffic noise

Items	Scale
Noise source	0. never, 1. a little, 2. somewhat, 3. rather, 4. very
Stress	0. never, 1. sometimes, 2. frequently, 3. always
Annoyance	0. do not observe, 1. observe, but is not annoyed, 2. not very annoyed, 3. rather annoyed, 4. very annoyed
Sleep ^a	0. never, 1. a little, 2. somewhat, 3. rather, 4. very
Somatic symptom ^b	0. never, 1. a little, 2. somewhat, 3. rather, 4. very
Specific activity	0. never, 1. a little, 2. somewhat, 3. rather, 4. very
Confounders	0. never, 1. a little, 2. somewhat, 3. rather, 4. very

^a: 'feeling of sleeplessness one or more days a week', 'difficulty sleeping asleep', 'waking up during sleep', 'waking up too early', 'difficulty waking up at morning'

^b: 'tinnitus', 'GI symptom', 'palpitation', 'difficulty hearing', 'headache', 'dizziness'

Table 2. Average noise levels by time and areas

	Case area	Control area
L_{Aeq}		
24 hour	69.68 ± 1.08	68.32 ± 1.18
day [§]	70.52 ± 1.25	69.80 ± 1.24
night [§]	69.34 ± 1.23*	65.72 ± 0.72
L_{Amax}		
24 hour (1440 min)		
< 70 dB(A)	2 (0.1%)**	202 (14.0%)
≥ 70 dB(A)	1438 (99.9%)	1238 (86.0%)
day (900 min)		
< 70 dB(A)	1 (0.1%)	2 (0.2%)
≥ 70 dB(A)	899 (99.9%)	898 (99.8%)
night (540 min)		
< 70 dB(A)	1 (0.2%)**	200 (37.0%)
≥ 70 dB(A)	539 (99.8%)	340 (63.0%)
L_{A dn}	74.60 ± 1.12*	71.62 ± 0.97
L_n		
L10 24 hr	72.58 ± 1.51**	70.14 ± 0.50
L50 24 hr	68.95 ± 0.90*	67.26 ± 0.56
L90 24 hr	64.62 ± 0.98**	60.71 ± 0.81
L10 day	73.00 ± 1.49	70.76 ± 0.42
L50 day	69.80 ± 1.44	68.30 ± 0.56
L90 day	66.76 ± 0.94	66.44 ± 0.63
L10 night	70.98 ± 1.51**	67.10 ± 0.71
L50 night	67.00 ± 1.17**	62.68 ± 0.84
L90 night	62.90 ± 1.78**	59.24 ± 0.84
TNI	66.46 ± 7.24	68.48 ± 1.35

(**) : p<0.05(0.01) by Mann-Whitney U-test or chi-square test.

§ : day(07:00-22:00), night(22:00-07:00).

이고 있다.

소음수준이 상위 10%에 해당하는 L10의 경우 실험군 지역이 72.58±1.51로 대조군 지역 70.14±0.50에 비하여 높은 수준을 보이고 있으며(p<0.01), 특히 야간의 경우 실험군 지역이 70.98±1.51로 대조군 지역과 현저한 차이를 보이고 있었으나(p<0.01) 주간에는 지역간 차이를 관찰할 수 없었다. 또한 중앙값에 해당하는 L50 및 하위 10%에 해당하는 L90 역시 L10과 유사한 경향을 보이고 있었다. 그러나 TNI는 대조군 지역이 실험군 지역에 비하여 약간 높은 수준을 나타내었으나 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 2).

한편 DAT를 이용하여 저장한 음압신호를 주파수 분

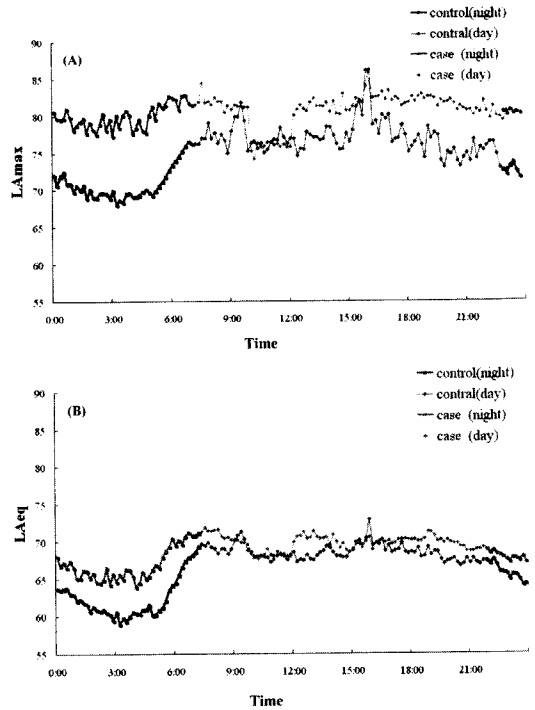


Fig. 1. Daily noise level pattern : (A) L_{Aeq}, (B) L_{Amax}.

석한 결과 실험군 지역, 대조군 지역 공회 아파트 복도 또는 베란다(indoor)에서 측정한 소음은 도로변에서 측정된 소음(outdoor)에 비하여 음압수준이 낮고 주간에 비하여 야간에 낮은 수준을 유지하였으나 곡선은 유사한 형태를 유지하는 것으로 보아, 도로교통소음이 음압감소는 있지만 주거환경 내에서의 주된 소음원임을 추정할 수 있었다(Fig. 2).

2. 설문조사 결과

1) 일반적 특성

연구대상자의 평균연령은 43.12세이며, 실험군(45.88 ± 11.92)에 비하여 대조군(41.09 ± 13.36)이 낮은 수준이었다(p<0.05). 그러나 성별 분포 및 가옥의 보유형태에 있어서는 차이가 없었으며, 현재 아파트에 거주한 평균 기간 역시 비슷한 수준이었다(Table 3).

2) 추정되는 혼란변수

본 연구에서는 환경소음에 의한 반응에 영향을 미칠 수 있는 혼란변수로 '주변환경에 대한 불만족도', '소음 민감도', '이차적 이득', '건강 인지도' 등을 평가하였다. 이 중 '주변환경에 대한 불만족도', '이차적 이득'은 두 군간 현저한 차이를 보였으나(p<0.05), '소음 민감도', '건강 인지도'는 두 군간 비슷한 양상을 보여 혼

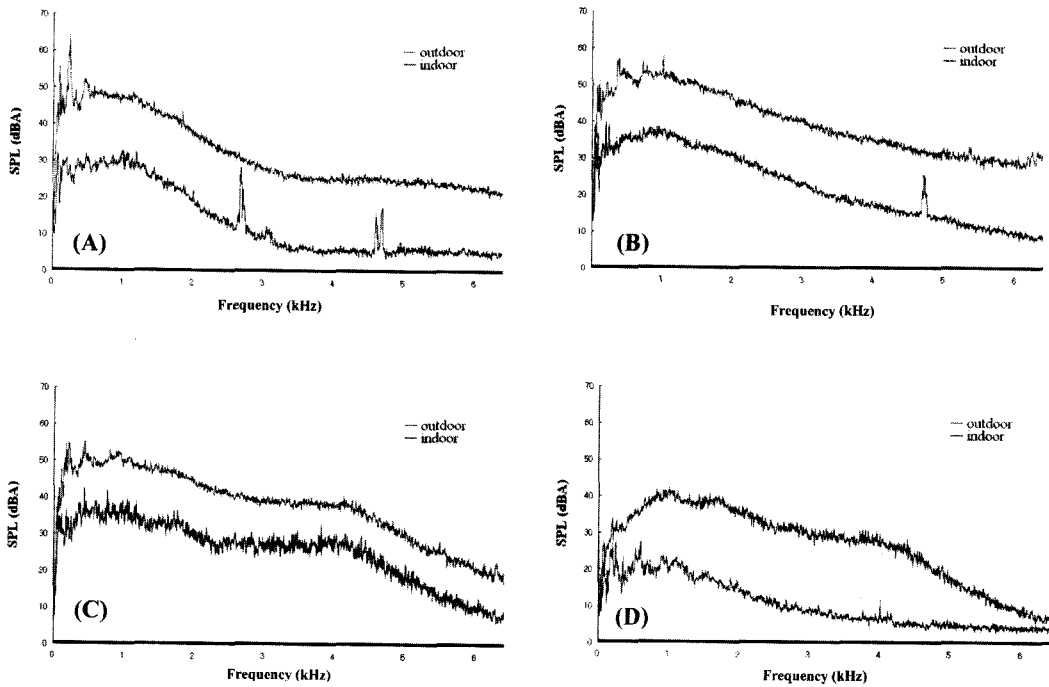


Fig. 2. Community noise exposure from road traffic noise as a function of frequency: (A) case area - daytime, (B) control area - daytime, (C) case area - nighttime, (D) control area - nighttime.

Table 3. General characteristics and suggested confounding factors of study populations

	Case (n=152)	Control (n=112)
Age	41.09 ± 13.36*	45.88 ± 11.92
Sex		
Male	64 (42.4%)	53 (47.3%)
Female	87 (57.6%)	59 (52.7%)
House		
Own	135 (88.8%)	99 (88.4%)
Rent	17 (11.2%)	13 (11.6%)
Duration of residence(month)	82.74 ± 48.20	87.16 ± 40.72
Dissatisfaction of neighborhood	1.67 ± 0.81*	1.48 ± 0.79
Secondary gain	1.78 ± 0.91*	2.04 ± 0.93
Perceived health status	1.87 ± 1.03	1.91 ± 1.03
Noise sensitivity	1.24 ± 0.77	1.17 ± 0.76

*: p<0.05 by t-test.

란변수에서 제외시켰다(Table 3).

3) 소음원(noise source)에 대한 인식

대조군에 있어서 주된 소음원은 '오토바이 > 화물트럭 > 승용차' 등의 순인 반면에 실험군의 경우는 '화물

Table 4. Perceived noise source of study populations

	Case(n=152)	Control(n=112)
Heavy truck	1.94 ± 1.19	1.83 ± 1.07
Motorcycles	1.72 ± 1.11*	2.03 ± 1.23
Passenger cars	1.56 ± 1.01	1.50 ± 0.82
Bus	1.47 ± 1.21*	1.13 ± 1.04
Neighborhood noise	1.22 ± 0.67	1.13 ± 0.74

*: p<0.05 by t-test.

트럭 > 오토바이 > 승용차'의 순이었으며, 두 군 모두 교통소음을 주 소음원으로 인식하고 있었다. 그리고 버스는 두 군 모두 낮은 순위를 보였으나 군간 비교에 있어서는 현저한 차이를 보였으며(p<0.05), 오토바이 역시 두 군간 현저한 차이를 보였었다(p<0.05). 또한 실내 소음은 소음에 의한 영향 평가에 있어서 혼란변수로 작용될 수 있으나 두 군 모두 가장 낮은 소음으로 인식되었고 군간 차이를 보이지 않아 본 연구에서는 혼란변수에서 배제하였다(Table 4).

4) 요인분석

환경소음에 의해 방해되는 일상적 행동 8가지에 대하여 common factor extraction method를 이용하여 요

Table 5. Factor analysis of disturbed specific activity

Items	Factor 1	Factor 2
Factor 1 : Disturbance of attention and rest		
Startled	0.553	0.392
Interrupted or bothered	0.889	0.052
Disturbance of rest	0.878	0.188
Disturbance of attention	0.900	0.203
Disturbance of reading or study	0.773	0.368
Factor 2 : Disturbance of communication		
Disturbance of watching TV	0.226	0.865
Disturbance of telephone	0.161	0.873
Disturbance of conversation	0.184	0.798

인분석을 실시한 결과 2개 요인이 추출되었다. 첫 번째 요인은 '집중 및 휴식방해(disturbance of attention and rest)'로, 두 번째 요인은 '대화방해(disturbance of communication)'로 명명하였다(Table 5). 각 요인별 구성항목들의 신뢰도는 요인 1이 $\alpha=0.89$, 요인 2가 $\alpha=0.84$ 로 나타났으며, 요인 총문항은 $\alpha=0.88$ 의 신뢰도를 나타냈다(data not shown).

5) 환경소음수준에 따른 지역사회 주민들의 반응 비교
단축형 PWI에 의해 조사된 스트레스 수준은 31.04 ± 5.24 이었으며, 두 군간(실험군 30.88 ± 5.35 , 대조군 31.25 ± 5.09) 차이는 없었다.

Table 6. Comparison of community reactions for road-traffic noise

	Case (n=152)	Control (n=112)	OR (95% C.I.)	aOR [‡] (95% C.I.)
Stress	30.88 ± 5.35	31.25 ± 5.09	$t = 0.56$	$p = 0.573$
Annoyance				
Not annoyed	84 (55.3%)	64 (57.1%)	1.08	0.93
Not very \leq	68 (44.7%)	48 (42.9%)	(0.66-1.77)	(0.53-1.62)
Somatic symptom				
Never	57 (37.5%)	52 (46.4%)	1.44	1.46
A little \leq	95 (62.5%)	60 (53.6%)	(0.88-2.37)	(0.85-2.51)
Sleep disturbance				
Never	45 (29.6%)	45 (40.2%)	1.59	1.34
A little \leq	107(70.4%)	67 (59.8%)	(1.06-2.67)	(0.77-2.32)
Communication				
Never	71 (46.7%)	69 (61.6%)	1.83	1.59
A little \leq	81 (53.3%)	43 (38.4%)	(1.11-3.01)	(1.03-2.71)
Attention and rest				
Never	52 (34.2%)	56 (50.0%)	1.92	1.64
A little \leq	100 (65.8%)	56 (50.0%)	(1.17-3.18)	(1.06-2.81)

[‡]: Odds ratio were adjusted for all covariates listed as follows ; age, dissatisfaction of neighborhood, secondary gain.

소음수준과 '불쾌감'과의 관련성을 단변량 분석을 통하여 알아본 결과 비차비(95% 유의수준) = $1.08(0.66 - 1.77)$ 이었다. 혼란변수에 의한 영향을 배제하기 위하여 불쾌감을 종속변수로 소음수준 및 본 조사에서 혼란변수로 평가된 '연령', '주변환경에 대한 불만족도', '이차적 이득'을 독립변수로 하여 로지스틱 회귀분석을 실시한 결과 비차비 및 유의성의 변화는 관찰하지 못하였다. 또한 '신체증상' 역시 불쾌감과 비슷한 양상을 보였다. 수면방해는 실험군에서는 70% 이상이 답변하여 가장 심한 불편함이며, 단변량 분석에서도 역시 1.59배 심한 것으로 나타났으나 혼란변수를 보정한 후에는 비차비의 감소 및 유의성의 소실이 관찰되었다. 그러나 요인분석에 의하여 추출된 두가지 요인인 '대화방해' 및 '집중 및 휴식 방해'는 단변량 분석 결과 비차비(95% 유의수준)가 각각 1.83(1.11-3.01), 1.92(1.17-3.18)이었으며, 혼란변수를 보정한 후에도 1.59(1.03-2.71), 1.64(1.06-2.81)로 대조군에 비하여 실험군이 대화 또는 휴식 등의 방해정도가 1.59배, 1.64배 심함을 알 수 있었다(Table 6).

IV. 고 찰

인구증가 및 도시화와 함께 수반되는 운송수단의 발달은 생활의 편리를 제공하는 긍정적인 면도 있지만 부

가적으로 발생하는 교통소음에 의하여 광범위한 지역의 불특정 다수에게 영향을 줄 수 있는 양면성을 갖고 있다. 특히 개발도상국의 경우 교통밀집지역의 LAeq (24h)가 75-80dB(A)에 이르는 것으로 보고되고 있으며,¹⁾ 항공산업의 발달로 인하여 환경소음의 가속화와 동시에 지역사회의 관심 및 대립 또한 증가될 것이며,⁸⁾ 향후 고속전철 등 운송수단의 급속한 발달이 예상됨에 따라 환경정책의 계획 및 실행에 있어 어떠한 형태로든 이에 대한 예방대책이 필요한 실정이다.¹⁾ 결국 환경소음을 건강장애 뿐만 아니라, 주거, 사회, 교육환경의 훼손 및 경제적 손실을 초래하는 포괄적 문제로 인식하고^{16,34,35)} 피해를 줄이고자 노력하고 있으며, 이를 위해서는 지역사회 주민들 반응의 정확한 평가를 토대로 수립된 환경정책^{8,14)}이 선행되어야 할 것이다.

한편 지금까지의 환경소음에 의한 반응평가는 주로 불쾌감에 의해 이루어져 왔다. 그러나 비록 불쾌감이 '개체나 집단에 위해성이 있는 물질, 조건 등에 의한 유쾌하지 않은 감정(a feeling of displeasure associated with any agent or condition, known or believed by an individual or group to adversely affect them)'³⁶⁾이라는 정의가 있으나 그 한계가 명확하지 않으며,³⁷⁾ 불쾌감으로만 이루어진 평가는 환경소음에 의한 다양한 부정적인 반응³⁸⁾을 간과하기 쉬운 점과, 정확성(validity) 및 재현성(reliability)에 대한 문제점이 제기되어 이에 대한 보완이 필요한 실정이다.¹³⁾

Miedema와 Vos³⁹⁾는 항공, 철도 및 도로 교통소음에 따른 불쾌감은 37dB(A) 이상에서 중등도의, 42dB(A) 이상에서 고도의 불쾌감을 보이는 것으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 대상지역의 평균 소음수준은 약 69dB(A)로서 고도 이상의 불쾌감을 보일 것으로 예상되었으나, 11.8%만이 고도, 32.2%가 중등도의 반응을 보여(data not shown) Miedema와 Vos³⁹⁾의 결과와 차이를 보였으며, 혼란변수를 보정한 결과 역시 군간 차이를 보이지 않았다. 그러나 메타분석 결과 불쾌감의 정도는 지역 및 국가 간 차이가 있으며,⁴⁰⁾ 경로분석 결과 역시 차량 배기가스 및 생활습관의 차이가 주된 영향요인인 것으로 보고하고 있다.¹⁸⁾ 본 결과 역시 생활습관 등의 차이에 기인한 것으로 생각되나, 추가 조사를 통한 검증이 필요하며 특히 배기가스에 의한 영향을 평가해야 할 것으로 생각된다.

한편 환경소음은 불쾌감 이외에도 지역주민들의 사회적 행동에 영향을 주어 일상생활에서 특이적 행동의 변화가 있거나 이주율 등 사회지표(social indicators)의 부정적 변화를 초래하는 것으로 보고되고 있다.¹⁶⁾ 본 연구에서도 특이적 행동은 연관성을 보였으며, 혼란변

수를 보정한 결과 역시 연관성을 유지하였다. 그리고 비록 이주율에 있어서는 연구대상자의 평균거주기간이 80개월 이상 장기간 거주하고 있었으며 군 간 차이를 보이지 않았으나, 입원율, 약물복용 등 기타 사회지표에 대해서는 추가 조사가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

인체는 규칙적인 생활주기(circadian patterns)에 의해 조절되며 이러한 주기는 정상적인 활동 및 수면 등의 휴식과 관련이 있고²⁴⁾ 특히 방해받지 않은 상태로 유지되는 수면은 건강의 선행요건인 반면에, 도로교통소음은 정상적인 수면을 저해하는 원인으로 도로교통소음의 주된 효과는 수면방해라고 보고하고 있다.¹⁶⁾ 본 연구에서도 두 지역 모두 야간소음이 65dB(A) 이상의 고소음에 노출되었으며, 조사대상자의 60% 이상이 수면방해가 있음을 호소하여 다른 반응에 비하여 가장 주된 효과임을 확인할 수 있었다. 또한 수면방해에 따른 이차적 영향으로 창문을 닫고 생활하는 경향이 증가하게 되는데,¹⁶⁾ 본 연구에서도 대상자의 52%가 여름철에도 창문을 닫고 수면을 이루는 것으로 답변하였으며, 그 주된 이유는 소음에 의한 것으로(90.4%, 복수응답 포함) 조사되어(data not shown), 일치된 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 야간소음에 차이가 있음에도 불구하고 두 군간 차이는 관찰되지 않았는데 메타분석 결과에 따르면 실험조건과 역학조사 결과는 차이가 있어 소음에 의한 수면방해효과가 실생활에서는 낮으며,^{41,42)} Reyner와 Home⁴³⁾는 소음환경에서도 수면방해를 초래하는 이유의 80% 이상이 외부로부터의 소음 이외의 이유 즉 생리적인 욕구(대소변), 다른 동거자에 의한 소음, 걱정, 질병, 기상조건 등에 의한 것으로 보고하였는데, 본 연구에서도 이러한 점에 영향을 받았을 것으로 사료된다. 더불어 소음에 의하여 잠에서 깨는 현상(awakening)은 거주기간이 오래될수록 감소하는 즉, 습관화(habituation)가 가능한 것으로 보고⁴²⁾되었는데, 본 결과에서도 대상자의 평균 거주기간이 80개월 이상인 점을 감안하면 습관화에 의한 결과를 배제할 수 없었다. 그렇지만 소음에 민감한 사람일수록 더욱 정교한 설문이 필요하며, 특히 본 논문에서는 잠이 들기까지의 시간(time needed to fall asleep), 총 수면시간 및 취침시간 등의 변수^{24,44)} 등을 측정하지 않은 제한점이 있으며, 향후 상기의 변수들을 고려하여 수면방해효과를 더욱 정확히 평가해야 할 것으로 생각된다.

이러한 환경소음에 의한 지역주민의 반응은 여러 혼란변수에 영향을 받는데 특히 개인의 민감도 차이는 불쾌감뿐만 아니라 건강에 미치는 영향에 있어서 다양성을 설명하게 해주는 요인이다.¹⁷⁾ 본 연구에서는 민감도

를 평가하기 위하여 두 가지 방법, 즉 단일문항 및 18 항목에 의한 평가^{24,45)}를 실시하여 비교하였으나 결과의 차이는 없었다(data not shown). 또한 설문조사에 있어서 소요시간 및 응답자의 반응을 고려하면 18항목에 의한 평가는 불필요한 것으로 생각된다.

환경소음지표 중 LAdn은 야간소음에 가중치를 부여하는 것으로 불쾌감 및 수면방해와 밀접한 관련^{16,39)}이 있는 반면에 LAeq(24h)는 불쾌감에 직접적인 영향이 없다는 주장¹⁸⁾이 제기되고, LAdn⁸⁾ 또는 L50¹⁴⁾을 이용한 기준설정 노력이 이루어지고 있어, 향후 지표의 유용성에 대한 검토가 필요한 실정이다. 본 연구에서는 대상지역의 평균소음수준은 환경기준¹⁹⁾을 초과하였으며, 특히 야간소음수준을 반영하는 LAdn 및 LAeq, LAmax, Ln 등에서 야간소음지표가 현저한 차이를 보였다. 또한 두 지역은 비슷한 수준의 LAeq이었지만 주민들의 반응에 차이가 있었던 것은 야간소음수준에 의한 것으로 사료되며, 향후 다양한 소음수준을 보이는 지역을 대상으로 주민반응을 조사하여 국내실정에 맞는 환경기준설정이 필요하리라 생각된다.

본 연구는 도로교통소음에 따른 주민들의 반응을 조사하기 위하여 소음측정을 도로변에서 실시하였고, 설문은 주거환경 내에서의 반응을 조사하였다. 따라서 주거환경 내의 기타 소음, 즉 이웃으로부터의 소음을 직접 측정하지 못한 제한점이 있다. 그러나 이러한 제한점을 최소화하기 위하여 DAT를 이용하여 실내·외의 소음의 주파수분포를 비교하였으며, 설문조사를 통하여 주민들의 소음원에 대한 인지도를 조사하였다. 주파수 분석 결과 실내에서 측정된 소음의 주파수 양상이 도로변에서 측정된 것과 동일하였으며, 주민들의 인지도 역시 가장 낮게 측정된 것으로 보아 이웃으로부터의 소음은 본 연구에서는 배제할 수 있었다. 그러나 향후 연구에 있어서는 실내측정을 병행해야 하며, 주파수 분석을 통하여 다양한 소음원에 대한 감별이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

이 연구는 지방 중소도시인 전주시의 2개 지역을 대상으로 소음수준을 측정하고 주민들의 반응을 조사한 결과로, 향후 환경소음에 의한 영향평가 시 기초자료로 활용될 수 있으리라 사료된다. 또한 이러한 영향평가 시에는 수면방해 및 특징적 행동의 방해정도가 포함되어야 하며, 이를 토대로 LAdn, LAmax, Ln 등의 지표에 대한 기준치 설정이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 본 조사는 단면조사로 소음노출에 따른 주민들의 반응에 대한 명확한 인과관계를 제시하지 못하였으며, 입원율 등의 사회지표, 수면방해, 배기가스 등에 대한 설문이 누락된 제한점을 가지고 있다.

V. 요 약

교통소음 노출과 이로 인한 지역사회 주민들의 다양한 반응과의 관련성을 알아보고자 전주시 2개 지역을 대상으로 도로교통의 소음수준을 파악하고 도로변에 위치한 아파트를 대상으로 설문조사를 시행한 결과는 다음과 같았다.

연구대상지역의 평균소음수준은 두 지역 모두 환경기준을 초과하였으며, 특히 야간소음지표가 현저한 차이를 보였다. 또한 비슷한 수준의 LAeq일지라도 야간소음수준에 의해 반응의 차이를 초래하는 것으로 사료되며, 환경소음의 규제 등 정책결정에 있어 LAdn, LAmax, Ln 등의 지표가 보다 유용할 것으로 판단되었다. 환경소음수준에 따른 지역사회 주민들의 반응을 비교한 결과 '불쾌감', '신체증상'은 단변량 및 혼란요인을 통제할 상태 모두 유의성을 관찰하지 못하였고, '수면방해'는 두 군 모두 가장 높은 불만을 호소하였고 단변량 분석에서 유의성을 관찰할 수 있었으나, 혼란요인을 통제할 결과 유의성이 소실되었다. 그러나 요인분석에 의하여 추출된 두 가지 요인인 '대화방해' 및 '집중 및 휴식 방해'는 혼란변수를 보정한 후에도 비차비(95% C.I.)가 1.59(1.03-2.71), 1.64(1.06-2.81)로 대조군에 비하여 실험군이 대화 또는 휴식 등의 방해정도가 1.59배, 1.64배 심함을 알 수 있었다.

이상의 결과로 보아 도로교통소음에 의한 영향평가는 해당지역 주민들에게서 보여지는 다양한 반응들의 복합적인 측정으로 이루어져야 하며, 이를 통하여 정책결정이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 그리고 이러한 반응 중 수면방해가 가장 높은 호소율을 보였으며, 특징적 행동의 방해정도는 두 군간 현저한 차이를 보였다.

참고문헌

1. WHO : Guidelines for Community Noise. The 1999 Document Can be Addressed on the Internet Address www.who.int/pehl/.
2. Evans, G. W., Peter Lercher, Markus Meis, Hartmut Ising and Kofler W. W. : Community noise exposure and stress in children. *J. Acoust. Soc. Am.*, **109**(3), 1023-1027, 2001.
3. Lambert, J. : Valuing transportation noise annoyance : Overview of the methods, the results and their applications. *Inter-noise 97 1997, August (25-27)*, 1191-1194.
4. Tobias, A., Diaz, J., Saez, M. and Alberdi, J. C. : Use of poisson regression and Box-Jenkins models to evaluate the short-term effects of environmental noise

- levels on daily emergency admissions in Madrid, Spain. *Euro J. Epidemiol.*, **17**, 765-771, 2001.
5. Babish, W. : Traffic noise and cardiovascular disease: epidemiological review and synthesis. *Noise and Health*, **8**, 9-32, 2000.
 6. Rosenlunds, M., Berglund, N., Pershagen, G., Jarup, L. and Bluhm, G. : Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occup Environ Med.*, **58**, 769-773, 2001.
 7. van Kempen E. E. M. M., Kruize, H., Boshuizen, H. C., Ameling, C. B., Staatsen, B. A. M. and de Hollander, A. E. M. : The association between noise exposure and blood pressure and ischemic heart disease : A meta analysis. *Environ Health Perspect*, **110**(3), 307-317, 2002.
 8. Staples, S. L. : Public health policy forum - Public policy and environmental noise : Modeling exposure or understanding effects. *AJPH*, **87**(12), 2063-2067, 1997.
 9. Evans, G. W. and Kantrowitz, E. : Socioeconomic status and health : The potential role of environmental risk exposure. *Ann. Rev. Public Health*, **23**, 303-331, 2002.
 10. Balfour, J. L. and Kaplan, G. A. : Neighborhood Environment and loss of physical function in older adults : Evidence from Alameda County Study. *Am. J. Epidemiol.*, **155**(6), 507-515, 2002.
 11. Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Job, R. F. S., Berglund, B. and Head, J. : Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. *Psychol Med.*, **31**, 265-277, 2001.
 12. Haines, M. M., Stansfeld, S. A., Job, R. F. S., Berglund, B. and Head, J. : A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition. *Int. J. Epidemiol.*, **30**, 839-845, 2001.
 13. Job, R. F. S., Hatfield, J., Carter, N. L., Peoploe, P., Taylor, R. and Morell, S. : General scales of community reaction to noise(dissatisfaction and perceived affectedness) are more reliable than scales of annoyance. *J. Acoust. Soc. Am.*, **110**(2), 939-946, 2001.
 14. Omiya, M., Kuno, K., Mishina, Y., Oishi, Y. and Hatashi, A. : Comparison of community noise ratings by L50 and LAeq. *J. Sound Vibration*, **205**(4), 545-554, 1997.
 15. Fields, J. M. : Effects of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *J. Acoust. Soc. Am.*, **93**, 2753-2763, 1993.
 16. Berglund, B. and Lindvall, T. : 1995 Community noise. The 1995 document can be addressed on the internet address www.who.int/pehl/.
 17. Vallet, M. : Noise as a human stressor. *Inter noise 97 1997*, August (25-27), 17-26.
 18. Murase, S., Sato, T., Yano, T., Bjorkman, M., Rylander, R. and Dankittikul, W. : Comparison of path models of road traffic noise annoyance in Sweden, Japan and Thailand. The seventh Western Pacific Regional Acoustics Conference. Kumamoto, Japan, 3-5 Oct 2000.
 19. 環境政策基本法施行令(2002.12.26).
 20. Kryter, K. D. and Poza, F. : Effects of noise on some autonomic system activities. *J. Acoust. Soc. Am.*, **67**(6), 2036-2044, 1980.
 21. Ohrstrom, E. and Rylander, R. : Sleep disturbance effects of traffic noise - A laboratory study on after effects. *J. Sound Vibration*, **84**(1), 87-103, 1982.
 22. Eberhardt, J. L., Strale, L. O. and Berlin, M. H. : The influence of continuous and intermittent traffic noise on sleep. *J. Sound Vibration*, **116**(3), 445-464, 1987.
 23. Tamura, Y., Kawada, T. and Sasazawa, T. : Effect of ship noise on sleep. *J. Sound Vibration*, **205**(4), 417-425, 1997.
 24. Wayne, K. P., Clow, A., Edwards, S., Hucklebridge, F. and Rylanda, R. : Effects of night time low frequency noise on the cortisol response to awakening and subjective sleep quality. *Life Science*, **72**, 863-875, 2003.
 25. Ohrstrom, E. and Skanberg, A. B. : A field survey on effects of exposure to noise and vibration from railway traffic, Part I : Annoyance and activity disturbance effects. *J. Sound Vibration*, **193**(1), 39-47, 1996.
 26. Ohrstrom, E. : Effects of exposure to railway noise - A comparison between areas with and without vibration. *J. Sound Vibration*, **205**(4), 555-560, 1997.
 27. Yano, T., Yamashita, T. and Izumi, K. : Comparison of community annoyance from railway noise evaluated by different category scales. *J. Sound Vibration*, **205**(4), 505-511, 1997.
 28. Brown, A. L. : Exposure of the Australian Population to road traffic noise. *Appl. Acoust.*, **43**, 169-176, 1994.
 29. Yoshida, T. and Osada, T. : Effects of road traffic noise on inhabitants of Tokyo. *J. Sound Vibration*, **205**(4), 517-522, 1997.
 30. 아주대학교 의과대학 산업의학교실 : 수원비행장의 항공기 소음에 의한 지역주민들의 건강영향 평가. 1998.
 31. 장세진 : 스트레스, 건강통계자료 수집 및 측정의 표준화 연구. 대한예방의학회, 121-159, 1993.
 32. Kageyama, T., Kabuto, M., Nitta, H., Kurokawa, Y., Taira, K., Suzuki, S. and Takemoto, T. : A populations study on risk factors for insomnia among adult Japanese women : A possible effect of road traffic volume. *Sleep* **20**, 963-971, 1997.
 33. 보건복지부 : 1998년도 국민건강·영양조사. 1999.
 34. Lang, W. W. : Is Noise Policy a Global Issue, or is it a Local Issue? *Inter-noise 99 1999*, Dec(6-8), 1939-1943.
 35. Sandberg, U. : Abatement of traffic, vehical and tire/road noise - the global perspective. *Inter-noise 99 1999*, Dec(6-8), 37-42.
 36. Lindvall, T. and Radford, E. P. : Measurement of annoyance due to exposure to environmental factors. *Environ Res.*, **6**, 1-36, 1973.

37. Job, R. F. S. : Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction. *J. Acoust. Soc. Am.*, **83**, 991-1001, 1988.
38. Fields, J. M., De Jong, R. G., Brown, A. L., Flindell, I. H., Gjestland, T., Job, R. F. S., Kurra, S., Lercher, P., Schuemer-Kohrs, A., Vallet, M. and Yano, T. : Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys. *J. Sound Vibration*, **206**(5), 685-695, 1997.
39. Miedema, H. M. E. and Vos, H. : Exposure response functions for transportation noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, **104**, 3432-3445, 1998.
40. Bradely, J. S. : Determining acceptable limits for aviation noise. *Inter Noise 96*, 2541-2546, 1996.
41. Pearsons, K. S. : Awakening and motility effects of aircraft noise. *Noise Effect '98*, **2**, 427-432, 1998.
42. Pearsons, K. S., Barber, D. S., Tabachnick, B. G. and Fidell, S. : Predicting noise-induced sleep disturbance. *J. Acous. Soc. Am.*, **97**, 331-338, 1995.
43. Reyner, L. A. and Horne, J. A. : Gender- and age-related difference in sleep determined by home-recorded sleep logs and actimetry from 400 adults. *Sleep*, **18**, 127-134, 1995.
44. Garbarino, S., Manolo Beelke, L. N., Balestra, V., Cordelli, A. and Ferrillo, F. : Sleep disorders and daytime sleepiness in State Police Shiftworkers. *Arch Environ Health*, **57**(2), 167-173, 2002.
45. Weinstein, N. D. : Community noise problems: evidence against adaptation. *J. Environ Psychol.*, **2**, 87-97, 1982.