

콜센터 근로자의 청력역치에 영향을 미치는 요인 Factors that Affect the Hearing Thresholds of Call Center Workers

유계목* · 김갑배 · 정광재 · 김규상

Kye Mook Yoo* · Kab Bae Kim · Kwang Jae Chung · Kyoo Sang Kim

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

Occupational Safety & Health Research Institute, Korea Occupational Safety & Health Agency

ABSTRACT

Objectives: Hundreds of thousands of call center workers are wearing an acoustic device for their businesses, such as telemarketing and customer counseling, and the number of the workers are increasing sharply. Because call center workers always talk to dozens of customers over the headset, they would be placed under the state of a higher risk with their hearing ability. The purpose of this study is to investigate factors that affect the hearing thresholds for the call center workers.

Methods: This study investigated hearing losses of 101 workers of 5 call centers in Korea by executing puretone audiometry and self-administered questionnaires. A cross table analysis was processed to compare gender differences between male and female. Male and female hearing thresholds were compared with the Students' t-test, and one-way ANOVA was conducted to observe the difference between non-occupational and occupational characteristics in 2, 3, 4, 6, and 8 kHz hearing thresholds for the female workers. Additionally, multiple regression analysis was conducted to find the factors that affect the 4 kHz hearing thresholds.

Results and Conclusions: Male hearing thresholds were higher than those of female except for 8 kHz. In the group having an ear related disease, hearing threshold of male left ear was highly affected rather than that of female in 4 kHz. There were significant differences in the variables of alcohol drinking (2 kHz) and headset volume (8 kHz) in both ears. While this study does not show any significant factors that affect the hearing thresholds in the occupational characteristics, the gender and the previous ear related diseases, non-occupational characteristics, were found as the factors in 4 kHz. It is suggested that the more detailed survey be performed to identify the occupational factors that affect the hearing thresholds in the call center workers based on the result derived from this study.

Key words : call center, hearing loss, headset, acoustic device

I. 서 론

최근 제품 및 서비스를 제공하는 기업이나 공공기관의 직무형태가 전문화됨에 따라 고객과의 통신상담을 수행하는 콜센터 근로자가 급격히 증가하고 있다. 국가통계포탈(2010)에 의하면 세부업종명이 “콜센터 및 텔레마케팅 서비스업”에 해당하는 사업장 수는 2007년도에 682개소에서 2008년도에 721개소로서 증가하였으며, 동기간에 근로자 수는 37,824명에서 55,872명으로 증가하여 연간 근로자 수 증가율이 47.7%에 달하여 콜센터에 종사하는 근로자 수가 급증하고 있음을 알 수 있다. 한편 정기주(2007)는 국내 콜센터 자체운영기업을 3,000개소, 아웃

소싱기업을 100개소로 추정하였고 콜센터 산업에 종사하는 근로자를 약 35만명으로 추정하였으며, 박성덕 등(2008)은 종사 근로자를 60만-80만명으로 추정하였다. Planeau(2005)는 유럽의 콜센터 근로자를 1백5십만명으로 추정하였고, Rosemary 등(2004)은 미국의 콜센터 산업이 지난 10년간 대폭 성장하였고 콜센터 종사자수가 미국내 근로자의 3%를 점유한다고 추정하였다. 이와 같이 조사 연구기관에 따라 차이가 나긴 하지만 국내외적으로 콜센터 산업에 종사하는 근로자 수가 급격히 증가하고 있음을 알 수 있다.

일반적으로 전화를 이용하여 마케팅을 펼치는 행위를 텔레마케팅이라 하며, 상담원과 관련 설비를 갖춘 공간을 콜센터라고 하는데 최근에는 전화뿐 아니라 이메일과 인터넷 등을 통해 상담한다는 차원에서 콜센터 대신 킥택센터라는 용어를 사용하기도 한다. 콜센터 근로자들은 근무시간 내내 헤드셋으로 대표되는 음향도구를 착용한 상태에서 1일 수십명 이상의 고객과 통화하면서 고객의 음성을 음향도구를 통하여 듣게 되는데 이 과정에서 음

*Corresponding author: Kye Mook Yoo
인천시 부평구 구산동 34-4
Tel: 032-510-0826, Fax: 032-518-0862
E-mail: radical@kosha.net
Received: 2011. 5. 30, Revised: 2011. 8. 23.
Accepted: 2011. 9. 24.

향도구의 소음에 지속적으로 노출되게 된다. Planeau (2005)는 프랑스의 24개 콜센터에 대한 소음측정 및 조사를 실시하였는데 73%의 콜센터는 헤드셋의 발생 음압 수준이 85 dB (A)를 초과하는 전화시스템을 사용하고 있었다. 상담원의 27%는 85 dB (A) 이상의 소음에 매일 노출되고 있었고, 상담원 36%는 잠재적인 난청 위험성에 대해서 인지하지 못하고 있었다. 국내에서는 전화번호 안내원 등 일부 콜센터 근로자의 근골격계질환에 대한 연구가 꾸준히 이루어져 왔다(박정일 등, 1989; 박정근, 1990; 임상혁 등, 1997; 김유창 등, 2004). 윤종완 등(2007)과 이수연 등(2008)은 콜센터 근로자의 근골격계 질환 및 직무만족에 대하여 각각 연구하였고, 국내 PC방 이용 학생의 좌우측 귀에 대한 소음노출 실태를 조사한 사례는 있으나(신재우 등, 2005) 콜센터 근로자의 헤드셋 착용으로 인한 소음노출 실태 또는 근로자 청력실태가 연구된 경우는 거의 없다. 이에 본 연구에서는 근무시간 내내 헤드셋을 착용하고 근무하는 콜센터 근로자에 대한 순음청력검사를 실시하여 기초자료를 확보하고, 청력에 영향을 미치는 직업적/비직업적 요인을 파악하여 소음노출로 인한 청력손실의 예방에 기여하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

국민건강보험공단의 2008년도 직장인 피보험자 건강진단 전산집계자료를 한국산업안전보건공단에서 접수하여 분석한 근로자 일반건강진단 실시결과 통계자료에 따르면 한국표준산업분류표 상의 업종명이 「콜센터 및 텔레마케팅 서비스업(업종코드 75991)」에 해당하는 사업장은 210개소이고 근로자 수는 12,964명이었다. 본 연구에서는 2008년도에 일반건강진단을 실시한 「콜센터 및 텔레마케팅 서비스업」 사업장 중에서 서울시 소재 사업장 3개소와 대전광역시 및 전라북도 전주시 소재 사업장 각 1개소 등 총 5개소의 콜센터에서 101명의 상담원(남성 14명, 여성 87명)을 연구대상으로 선정하였다.

콜센터 업무를 기능적으로 분류하면 전화를 거는 주체에 따라 상담원이 외부에서 걸려오는 전화를 받아 상담하는 인바운드와 상담원이 고객에게 직접 전화를 걸어 마케팅과 영업활동을 전개하는 아웃바운드로 구분하는데 연구 대상 5개 사업장 중 3개소는 인바운드와 아웃바운드 업무를 모두 수행하고 있었고 2개소는 인바운드 업무만 수행하였다. 사업장별 소재지 및 주요 수행업무는 Table 1과 같다.

2. 연구 방법

5개의 콜센터 사업장을 각 1일씩 방문하여 사업장별로 무작위로 대상 근로자를 선정하여 총 101명 근로자에 대하여 설문조사와 순음청력검사를 실시하였다. 검사 장소는 청력검사에 방해되지 않은 사업장내 회의실 또는 휴게실 등 비어있는 공간에서 청력검사부스 없이 실시

Table 1. The characteristics and distribution of call centers in this study

Company No.	Location	Industry	Job type*	Workers for study
A	Seoul	Cable TV, Internet	Inbound, Outbound	20
B	Seoul	Credit card	Inbound, Outbound	20
C	Seoul	Food service	Inbound	24
D	Jeonju	Internet, Internet TV	Inbound	12
E	Daejeon	Cellular telecom	Inbound, Outbound	25

* Inbound: calls from the outside. Outbound: calls to the outside

하였으며 검사를 수행하는 동안 검사 대상자 외의 인원은 검사 장소로의 출입을 금지하여 검사공간의 정숙성을 확보하도록 하였다.

한국산업안전보건공단의 권고지침인 순음청력검사에 관한 지침(2006)과 미국의 산업안전보건법(OSHAct 29 CFR 1910.95)에서는 청력검사실의 주변환경 소음기준을 500-8,000 Hz의 범위에서 다음의 Table 2와 같이 규정하고 있다. 본 연구에서는 연구 대상인 상담원이 근무하는 장소에서의 배경소음을 측정하였는데 사업장 A, B, C, D, E의 작업장 배경소음은 각각 46.3, 49.4, 49.1, 43.7, 44.0 dB (A) 등이었다. 청력검사실로 사용한 회의실 및 휴게실의 배경소음은 각 사업장의 청력검사실 환경이 선별청력검사장소로서 적합할 뿐 아니라 이 연구에서 사용한 2 kHz 이상 청력역치의 정확도도 어느 정도 확보할 수 있었다.

Table 2. Maximum allowable octave-band sound pressure levels for audiometric test rooms

Octave-band center frequency (kHz)	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
Sound pressure level (dB)	40	40	47	-	57	-	62

설문조사는 청력검사 대상자에 대하여 검사 전에 실시하였는데 정해진 서식에 피검자들이 자기기입하는 방식이었으며, 근로자의 연령, 콜센터 근속년수, 업무형태(인바운드, 아웃바운드 등), 헤드셋 볼륨, 주로 사용하는 귀, MP3 플레이어 사용 여부, 환경소음 노출 여부, 청각관련 질환 여부, 질병치료 및 약 복용 여부, 흡연 경험, 음주 경험 등의 항목에 대해 조사하였다.

연구대상 사업장의 상담원들이 사용하는 헤드셋은 콜센터용 컴퓨터와 연결하여 사용하였는데 5개 사업장 중 A, C, D, E 등 4개 사업장에서 사용하는 헤드셋은 모두 동일 모델이었고, B 사업장에서 사용하는 헤드셋은 앞의 4개사에서 사용하는 것과는 다른 모델이었는데 5개 사업장의 헤드셋은 모두 이어폰이 한쪽에만 있는 단측 헤드셋이었다. 또한 A, C, D, E 등 4개사의 헤드셋은 볼륨 조절 스위치가 다이얼 방식이고 눈금이 매겨져 있어 상담원이 사용하는 볼륨의 크기를 확인할 수 있었다. B 사업장의 경우 볼륨조절 스위치가 연속버튼 방식이어서

볼륨 크기의 정확한 위치는 확인할 수 없었으나 상담원으로 하여금 볼륨의 상대적인 크기를 1-9의 범위에서 기입하도록 하여 볼륨을 설문조사하였다.

주관적 청력검사인 순음청력검사는 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz 등 7개 주파수 대역에서 기도전도 청력역치를 측정하였다.

3. 통계 분석

조사 대상 남성 근로자 14명과 여성 근로자 87명의 일반적 특성의 분포를 살펴보고, 성별에 따른 차이를 교차분석을 통해 비교하였다. 청력역치는 남성과 여성을 비교하고, 여성 근로자만을 대상으로 검사실 장소로 인해 정확한 역치값에 영향을 받을 수 있는 저음역인 0.5, 1 kHz를 제외한 2, 3, 4, 6, 8 kHz의 좌우 청력역치를 각각 비직업적인 사회인구학적 특성(연령, MP3 착용 여부, 귀 질환과 전신질환 과거력, 흡연, 음주)과 직업적 특성(헤드셋 착용 근속기간, 헤드셋 착용 귀, 헤드셋 볼륨, 업무 형태)에 따른 차이를 보기 위하여 t-검정과 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다. 또한 전체 조사 대상의 좌우 각각 4 kHz의 청력역치에 영향을 미치는 요인을 보기 위하여 다중회귀분석을 실시하였다. 모든 통계량의 유의수준은 0.05로 하였으며 유의확률 값이 유의수준 이하일 때 통계학적으로 의미가 있는 것으로 하였다. 이 통계 분석은 SPSS version 18.0K를 이용하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

조사 대상 5개 콜센터 101명 근로자의 성별은 남자가 14명(13.9%), 여자가 87명(86.1%)이었다. 나이는 20대 이하가 59.4%, 30대가 34.7%, 40대가 5.9%이었다. 전체 평균 연령은 28.5세이었다. 현재와 과거 콜센터 전체 근속년수는 1년 미만이 36%, 1-5년 미만이 42%, 5년 이상이 22%로 3/4 이상이 5년 미만으로 대체적으로 짧았다. 전체 평균 근속년수는 3.11년이었다. 업무 형태는 Inbound가 60.4%, 기타(Outbound, 녹음된 통화내용 청취 및 검수 등)가 39.6%이었다. 헤드셋 선호 볼륨은 1-3의 범위의 저강도가 14.1%, 4-6의 범위의 중강도가 32.6%, 7-9의 범위의 고강도가 53.3%로 볼륨을 높게 조절하여 사용하는 근로자의 비율이 다른 위치의 볼륨 사용보다 높았다. 헤드셋 주요 착용 귀는 우측이 28.9%, 좌측이 56.7%, 양측이 14.4%로 주로 좌측을 선호하는 것으로 나타났다. 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 사용 여부는 비슷한 분포를 보이고 있었다. 직업 외 환경 소음 노출률은 7.9%, 귀 관련 증상률은 28.7%, 귀 질병률은 7.9%, 일반 질병률은 6.9%에서 과거력상 보이고 있었다. 흡연률은 20.8%, 음주률은 45.5%에서 보이고 있었다. 비직업적 사회인구학적 요인과 음향도구 착용의 직업적 요인에서 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 착용, 환경소음 노출률, 흡연력에 있어 음향도구 착용 조사대상 남성이 여성에 비해 높은 비율로 통계적으로 유의한 차

이를 보였다. 반면에 연령과 근속년수는 여성이 남성에 비해 통계적으로 더 많은 연령과 더 긴 근속기간을 나타내고 있었다(Table 3).

Table 3. General characteristics of the surveyed call center workers

Variables		Total (N=101)		Male (N=14, 13.9%)		Female (N=87, 86.1%)		p-value
		No	%	No	%	No	%	
Age(years)	<30	60	59.4	12	85.7	48	55.2	.091
	≥30-<40	35	34.7	2	14.3	33	37.9	
	≥40	6	5.9			6	6.9	
	mean(SD)	28.54		23.86		29.30		
	(6.37)		(5.05)		(6.26)			
Work duration(years)	<1	36	36.0	8	57.1	28	32.6	.061
	≥1~<5	42	42.0	6	42.9	36	41.9	
	≥5	22	22.0			22	25.6	
	mean(SD)	3.11(3.31)		1.33(1.54)		3.40(3.43)		
Job type	Inbound	61	60.4	7	50.0	54	62.1	.039
	Others	40	39.6	7	50.0	33	37.9	
Headset volume	Low(1-3)	13	14.1			13	16.7	.233
	Medium(4-6)	30	32.6	6	42.9	24	30.8	
	High(7-9)	49	53.3	8	57.1	41	52.6	
Headset direction	Right	28	28.9	3	21.4	25	30.1	.787
	Left	55	56.7	9	64.3	46	55.4	
	Both	14	14.4	2	14.3	12	14.5	
Using mp3	No	46	45.5	2	14.3	44	50.6	.018
	Yes	55	54.5	12	85.7	43	49.4	
Environmental noise exposure	No	93	92.1	9	64.3	84	96.6	.001
	Yes	8	7.9	5	35.7	3	3.4	
Subjective symptoms of ear	No	72	71.3	12	85.7	60	69.0	.339
	Yes	29	28.7	2	14.3	27	31.0	
Ear diseases	No	93	92.1			79	90.8	.595
	Yes	8	7.9	14	100	8	9.2	
Other disease	No	94	93.1	14	100	80	92.0	.589
	Yes	7	6.9			7	8.0	
Smoking	No	80	79.2	7	50.0	73	83.9	.009
	Yes	21	20.8	7	50.0	14	16.1	
Alcohol drinking	No	55	54.5	6	42.9	49	56.3	.396
	Yes	46	45.5	8	57.1	38	43.7	

2. 음향도구 착용 근로자의 청력

음향도구 착용 근로자의 2, 3, 4, 6, 8 kHz의 순음청력역치는 좌측 8 kHz를 제외하고 남성 근로자의 청력역치가 여성 근로자 보다 높게 나타났다. 좌측의 4 kHz 청력역치를 제외하고는 통계적으로 유의하지는 않았다(Table 4).

Table 4. Hearing thresholds of the surveyed workers

Frequency	Right ear(mean(SD))		p-value	Left ear(mean(SD))		p-value
	Male	Female		Male	Female	
	2 kHz	16.43 (4.97)		16.26 (6.79)	.931	
3 kHz	15.00 (7.34)	12.70 (6.81)	.249	17.86 (13.83)	12.41 (10.42)	.087
4 kHz	15.36 (8.43)	11.44 (8.89)	.126	18.93 (10.95)	11.72 (11.36)	.029
6 kHz	16.07 (10.95)	14.60 (10.21)	.621	17.86 (12.51)	14.31 (10.57)	.259
8 kHz	8.57 (11.34)	8.45 (11.70)	.970	6.79 (14.22)	8.33 (13.35)	.691

여성 근로자의 연령, 총 근속년수, 업무형태, 선호 헤드셋 볼륨, 헤드셋 착용귀, 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 착용, 소음 노출력, 귀 질병력, 기타 일반 질병력, 흡연과

음주 여부에 따른 2, 3, 4, 6 kHz의 청력역치의 차이를 우측과 좌측으로 구분하여 살펴본 결과, 우측 귀의 청력역치는 2 kHz의 음주 여부 및 8 kHz의 선호볼륨 크기를 제외하고 모든 비직업적 인구사회학적 특성과 직업적 특성에 따른 차이를 보이지 않았다. 음주자가 비음주자에 비해 2 kHz의 청력역치가 낮았으며, 선호볼륨이 높을수록 8 kHz의 청력역치가 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다(Table 5). 좌측 귀의 경우에는 연령이 많을수록 8 kHz의 청력역치가 유의하게 높게 나타났다. 그리고 4, 8 kHz에서 선호볼륨이 높을수록, 2 kHz와 6 kHz에서 헤드폰을 착용하는 우측 귀에 비해 착용하지 않는 좌측 귀의 청력역치가 유의하게 낮게 나타났다. 또 우측 귀와 비슷하게 음주자가 비음주자에 비해 2 kHz의 청력역치가 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다(Table 6).

음향도구 착용 조사 대상 근로자의 비직업적인 인구

Table 5. Hearing thresholds of right ear of female workers

Variables		2,000 Hz		3,000 Hz		4,000 Hz		6,000 Hz		8,000 Hz	
		Mean	SD								
Age (years)	<30	15.94	6.74	12.29	7.92	11.35	9.77	14.90	11.23	7.40	11.71
	≥30-<40	16.97	6.24	13.64	4.55	11.21	7.40	14.09	8.79	8.94	9.33
	≥40	15.00	10.49	10.83	8.01	13.33	10.33	15.00	10.49	14.17	21.31
Work duration(years)	<1	16.07	6.58	12.32	6.16	11.07	7.86	17.14	10.13	8.57	11.62
	≥1~<5	17.50	6.27	13.06	7.68	11.25	10.17	13.75	10.17	6.53	9.70
	≥5	14.55	7.85	12.50	6.50	12.27	8.41	12.27	10.09	11.82	14.44
Job type	Inbound	16.20	6.29	12.41	6.05	10.00	7.77	14.54	9.63	6.85	9.78
	Others	16.36	7.63	13.18	7.99	13.79	10.16	14.70	11.25	11.06	14.07
Headset volume	Low(1-3)	14.62	7.76	12.69	9.27	13.85	8.20	18.08	11.46	11.15*	14.31
	Medium(4-6)	17.71	7.07	14.58	7.06	12.29	11.79	13.13	13.09	11.04	13.51
	High(7-9)	15.61	6.04	11.22	5.57	9.15	6.79	14.76	8.14	4.88	6.47
Headset direction	Right	17.00	7.07	13.60	4.90	12.80	7.92	14.80	10.26	8.60	9.85
	Left	15.00	6.24	11.52	5.95	9.67	6.94	13.80	9.08	7.93	12.00
	Both	19.17	7.93	15.00	11.48	13.75	15.54	18.75	14.32	10.00	15.23
Using mp3	No	16.36	6.59	12.16	5.54	11.02	7.89	13.98	8.53	7.16	9.85
	Yes	16.16	7.06	13.26	7.94	11.86	9.88	15.23	11.75	9.77	13.32
Environmental noise exposure	No	16.25	6.89	12.68	6.92	11.49	9.01	14.52	10.34	8.57	11.89
	Yes	16.67	2.89	13.33	2.89	10.00	5.00	16.67	5.77	5.00	0.00
Ear diseases	No	16.39	6.93	12.72	7.11	11.27	9.15	14.68	10.57	8.48	12.15
	Yes	15.00	5.35	12.50	2.67	13.13	5.94	13.75	5.83	8.13	5.94
Other disease	No	16.38	6.93	12.56	6.94	11.56	9.02	14.88	10.28	8.25	11.75
	Yes	15.00	5.00	14.29	5.35	10.00	7.64	11.43	9.45	10.71	11.70
Smoking	No	16.37	7.08	12.53	6.98	11.58	9.05	14.11	9.80	8.63	11.56
	Yes	15.71	5.14	13.57	6.02	10.71	8.29	17.14	12.20	7.50	12.82
Alcohol drinking	No	18.42*	6.59	13.55	7.25	12.24	10.57	13.55	10.90	10.53	12.29
	Yes	14.59	6.52	12.04	6.45	10.82	7.38	15.41	9.67	6.84	11.07

*: p<0.05

Table 6. Hearing thresholds of left ear of female workers

Variables		2,000 Hz		3,000 Hz		4,000 Hz		6,000 Hz		8,000 Hz	
		Mean	SD								
Age(years)	<30	13.54	8.12	11.46	9.89	10.73	9.45	13.23	9.20	6.46*	11.80
	≥30-<40	15.91	7.12	12.42	5.17	11.21	6.74	14.24	8.11	8.79	7.81
	≥40	21.67	23.17	20.00	26.46	22.50	30.62	23.33	24.43	20.83	33.83
Work duration(years)	<1	13.75	6.61	10.89	8.28	11.79	8.41	14.82	9.48	8.39	13.06
	≥1~<5	15.56	8.09	12.50	9.22	10.83	9.45	13.75	8.73	7.50	9.14
	≥5	15.91	14.20	14.32	14.42	13.41	16.79	14.55	14.63	9.77	19.18
Job type	Inbound	14.91	9.79	12.22	10.58	11.48	12.31	14.17	10.94	8.61	14.42
	Others	15.15	9.23	12.73	10.32	12.12	9.77	14.55	10.11	7.88	11.59
Headset volume	Low(1-3)	18.08	15.62	16.15	18.39	18.46*	20.14	20.00	18.03	17.69*	21.57
	Medium(4-6)	14.38	9.70	13.33	10.90	12.29	10.83	14.58	10.31	10.42	12.06
	High(7-9)	13.78	7.14	10.49	6.10	9.15	6.88	12.80	6.99	4.76	9.15
Headset direction	Right	16.60*	12.64	14.80	13.50	14.40	15.83	16.80*	14.64	11.40	17.65
	Left	12.93	6.11	10.54	6.35	9.78	6.83	12.17	6.88	7.17	10.63
	Both	19.58	11.96	15.42	14.22	15.00	14.14	17.92	12.33	9.17	13.62
Using mp3	No	15.34	10.53	12.50	11.44	13.30	13.03	14.66	11.73	8.30	15.13
	Yes	14.65	8.48	12.33	9.41	10.12	9.23	13.95	9.36	8.37	11.43
Environmental noise exposure	No	15.06	9.68	12.56	10.57	11.73	11.42	14.29	10.73	8.63	13.41
	Yes	13.33	2.89	8.33	2.89	11.67	11.55	15.00	5.00	0.00	10.00
Ear diseases	No	14.43	8.16	11.71	8.73	10.63	8.89	13.80	8.96	7.41	11.23
	Yes	20.63	18.21	19.38	20.61	22.50	23.60	19.38	21.12	17.50	26.05
Other disease	No	15.38	9.80	12.69	10.79	12.06	11.68	14.63	10.84	8.31	13.76
	Yes	10.71	3.45	9.29	3.45	7.86	5.67	10.71	6.08	8.57	8.02
Smoking	No	14.86	9.86	12.47	10.81	12.26	11.87	14.45	11.20	8.77	13.28
	Yes	15.71	7.81	12.14	8.48	8.93	7.89	13.57	6.63	6.07	14.03
Alcohol drinking	No	17.50*	11.55	14.08	13.30	12.76	14.60	15.00	12.84	9.47	15.37
	Yes	13.06	7.13	11.12	7.38	10.92	8.08	13.78	8.51	7.45	11.64

*: p<0.05

Table 7. Factors that affect 4 kHz hearing thresholds of surveyed workers

	4 kHz in right ear				4 kHz in left ear			
	B	S.E	β	p-value	B	S.E	β	p-value
Constant	14.45	7.93		0.07	11.95	9.66		0.22
Gender (0:female, 1:male)	4.74	3.34	0.19	0.16	11.18	4.04	0.35	0.01
Age (years)	0.02	0.23	0.01	0.94	0.24	0.27	0.11	0.38
MP3 (0:no, 1:yes)	0.27	2.09	0.02	0.90	-3.19	2.53	-0.14	0.21
Environmental noise exposure (0:no, 1:yes)	-2.78	4.01	-0.08	0.49	0.89	4.90	0.02	0.86
Ear diseases (0:no, 1:yes)	-0.94	4.13	-0.03	0.82	14.37	4.96	0.31	0.01
Other disease (0:no, 1:yes)	-2.99	4.47	-0.08	0.51	-7.80	5.23	-0.17	0.14
Smoking (0:no, 1:yes)	1.68	2.78	0.08	0.55	1.14	3.36	0.04	0.74
Alcohol drinking (0:no, 1:yes)	-0.54	2.16	-0.03	0.80	1.53	2.61	0.07	0.61
Work duration(years)	-0.16	0.42	-0.05	0.71	1.08	2.11	0.07	0.61
Headset direction (0: not wearing, 1: wearing)	3.63	1.97	0.20	0.07	-2.35	2.63	-0.09	0.37
Headset volume (≥1, ≤10)	-0.90	0.52	-0.22	0.09	-0.98	0.63	-0.18	0.12
Job type (0: inbound, 1: others)	1.88	2.36	0.10	0.43	-1.22	2.97	-0.05	0.68
F-value		1.04				2.32		
Adjusted R2		0.05				0.15		
P-value		0.43				0.01		

사회학적 특성과 음향도구 착용 관련 직업적 특성에 따라 4 kHz 청력역치에 미치는 영향을 보기 위하여 다변량

회귀분석을 실시한 결과, 우측 귀는 설명력이 5%로 모형의 적합성이 유의하지 않았으나, 좌측 귀의 경우는 15%

의 설명력으로 성 요인과 귀 질환의 과거력이 유의한 영향을 미치는 변수로서 남성이 여성에 비해, 귀 질환 과거력이 있었던 경우에 4 kHz 청력역치에 높게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다(Table 7).

IV. 고 찰

본 조사연구에서는 콜센터 상담원의 청력과 관련하여 5개 사업장 101명의 근로자에 대하여 설문조사와 주관적 청력검사인 순음청력검사를 실시하였다. 문헌을 검토한 결과 국내에서는 콜센터 근로자의 직무 스트레스와 근골격계 증상, 감정소진 등에 대한 연구는 많이 수행되어 왔다. 그러나 상담원의 청력에 대한 연구를 찾을 수 없었는데 이는 본 연구의 대상으로 선정된 콜센터의 관리자 및 근로자를 통해서도 확인할 수 있었다. Halford(2003)는 콜센터 근로자 67명에 대하여 조사한 결과 콜센터 근로자의 근골격계 질환은 컴퓨터의 사용으로 인한 것보다 사회심리적인 요소의 영향이 더 중요하다고 하였다. Jacqueline (2002)는 콜센터 상담원은 헤드셋과 전화장비의 사용에 대하여 정기적인 교육을 받아야 하며 교육에는 헤드셋과 볼륨 조절장치의 정확한 사용법 및 헤드셋의 세척·유지방법에 대한 내용이 포함되어야 한다고 하였다. Fisk (2000)는 콜센터 작업장과 외부의 공기 중 이산화탄소 농도의 차이가 75 ppm 미만으로 유지되도록 환기를 실시할 경우 업무실적은 2% 개선된다고 하였다. Mujgan (2009)은 콜센터의 소음 환경은 근로자에게 육체적으로 사회심리적으로 악영향을 미치고 있으며, 배경소음을 감소시키기 위해서는 작업장소의 천장과 벽, 워크스테이션의 파티션 등에 흡음재를 사용하는 것 외에 공간 내에서 일하는 스태프직원의 수를 줄이는 것이 효율적인 방법이라고 하였다. 이상의 문헌조사 결과에서 보듯이 콜센터 근로자의 소음노출 실태나 근골격계 질환, 감정소진 등에 대한 연구는 다수 이루어져왔으나 상담원의 청력에 대한 조사연구는 거의 수행되지 않았다.

본 연구에서는 콜센터 상담원들의 청력검사를 위한 이석이 매우 곤란한 현실을 감안하여 사업장내 회의실 또는 휴게실에서 청력검사를 실시하였다. 검사장소가 회의실 및 휴게실이지만 사업장내 타 공간과는 격리되어 있어 OSHA에서 정한 선별 청력검사시의 주변 환경소음 기준을 만족하는 수준이었으나, 청력검사용 방음부스에서 실시하는 정밀 청력검사시의 결과와 비교하는데는 제한이 있다. 따라서 이러한 배경소음의 영향을 받지 않고 정확한 역치를 비교할 수 있는 2, 3, 4, 6, 8 kHz의 청력역치 결과만을 대상으로 분석에 이용하였다.

난청은 연령(노화), 건강행태, 귀 질환, 두부 손상, 유전적 요인, 약물, 메니에르병 등 여러 원인에 의해 발생한다. 나이와 난청과는 밀접한 상관관계가 있는데, 20-29세 연령은 3.1%, 30-39세 5.4%, 40-49세 15.0%, 50-59세 29%, 60-69세 49%로 연령 증가에 따른 난청 유병율은 크게 증가한다. 20-29세의 양측성 난청 기준으로 비차비(odds

ratios, ORs)가 30대는 3.3(95% CI, 0.9-12.0), 40대는 9.5(3.3-28.0), 50대는 33(10-112), 60대는 101(29-344)을 보였다. 성별로는 여성에 비해 남성이 양측성 난청 기준으로 OR이 2.4(1.7-3.5), 고음역 난청은 5.5(4.0-7.5)이었다. 취미와 화기소음, 직업적 소음 노출과 고혈압, 당뇨 및 흡연(20갑년 이상)과 관련하여 난청의 유병률은 높게 나타났다(Agrawal 등, 2008). 이과적 질환만이 아닌 감염성 질환, 심혈관계 질환, 신장질환, 면역 매개 질환, 내분비/대사 이상 질환 등 일반 전신성 질환이나 다른 신체 부위의 장기 질환도 난청의 선행 원인이 될 수 있다. 노년층에서 유병률이 높은 순환기계 질환은 난청과 관련될 수 있다.

음향도구 착용 근로자의 성, 연령, 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 착용, 소음 노출력, 귀 질병력, 기타 일반 질병력, 흡연과 음주 등의 비직업적인 인구사회학적 특성과 총 근속년수, 헤드셋 착용귀, 선호 헤드셋 볼륨, 업무형태 등의 음향도구 착용 관련 직업적 특성에 따라 청력역치에 미치는 영향을 보기 위한 이 연구에서 다변량 회귀분석을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 모형 적합성을 보인 좌측 4 kHz 청력역치에 유의한 영향을 미치는 변수는 성별과 과거 이(귀)질환 과거력이었다. 음향도구 착용 근로자의 2, 3, 4, 6, 8 kHz의 순음청력역치는 좌측 8 kHz를 제외하고 남성 근로자의 청력역치가 여성 근로자 보다 높게 나타났으며, 좌측의 4 kHz 청력역치는 통계적 유의하게 남성이 여성보다 다른 요인을 통제하더라도 11 dBHL 높게 나타났다. 오히려 남성 근로자가 여성 근로자에 비해 연령이나 근속기간은 짧았으나 근무시간 외 MP3 등 헤드폰 사용, 기타 환경소음 노출력, 흡연 등에 있어서 여성보다 높은 빈도의 노출과 과거력이 있어 이로 인한 영향으로 보인다.

남성과 여성이 일하는 사업장에서의 청력 연구는 변함없이 평균적으로 여성이 유의하게 남성보다 좋은 청력을 가지고 있음을 보여준다. Garstecki와 Eler(1995)의 노인들에 대한 연구에서는 남성의 청력 역치가 여성보다 연령에 따라 높게 나타났는데, 남성은 여성보다 1,000 Hz 이상의 주파수역에서 보다 점진적으로 청력손실을 크게 보이나 1,000 Hz 이하 주파수역에서는 여성이 더 역치가 높게 나타났다. 이는 남성의 소음 노출 등의 환경적 요인과 여성의 높은 혈관성 질환(stria vascularis의 위축 등)의 생리적 요인으로 설명하고 있다. 연령의 증가에 따라 청력 역치는 증가하며, 고주파수역의 역치손실이 저주파역보다 더 크게 나타난다.

다변량 회귀분석에서는 흡연과 음주는 유의하게 청력에 영향을 미치지 않았다. 주파수별 청력역치는 흡연 여부에 따른 뚜렷한 경향이 없었으나, 음주는 좌우측 대부분의 주파수역에서 비음주자에 비해 청력이 좋았으며, 좌우측 2 kHz의 청력역치는 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

흡연의 청력영향에 대한 연구는 흡연자와 비흡연자의 청력 비교, 흡연량에 따른 청력역치의 용량-반응 관계, 흡연이 청력손실에 미치는 영향에 있어서의 나이와 소음과의 부가적인 또는 상승작용 등을 들 수 있다. 그러나

흡연의 청력에 대한 영향은 모든 연구에서 일관된 결과를 보이고 있지는 않다. 1966-2003년 기간 동안 흡연(smoking)과 청력(hearing)을 주제어(key words)로 하여 MEDLINE을 검색하여 166개의 논문 중 15개 연구(10개의 단면연구, 4개의 코호트연구, 1개의 환자대조군 연구)를 대상으로 질적평가 및 메타분석 결과 9개의 유의한 관련성을 보이는 연구(positive association)와 6개의 관련성이 유의하지 않은 연구(negative association)로 분류 보고하였다(Nomura 등, 2005).

알코올 남용과 청력영향의 관계에 대한 연구는 불일치하며 또는 대립적으로 나타나 아직은 그 영향에 대한 결과가 뚜렷하지 않다. 흡연은 성과 연령, 그리고 기타 요인의 보정후의 교차비가 흡연여부와 현재 흡연 여부 및 흡연량에 따라 청력손실의 교차비는 증가함을 보여주고 있다. 반면에 만성알코올 남용이 청력저하와 관계가 있다고 하였으나, 다량의 음주에서도 청력손실의 위험을 보여주지 않았으며, 때때로 음주를 하거나 가벼운 음주의 경우에는 오히려 위험을 낮추는 U자형 관계를 보여주고 있으며(Itoh 등, 2001), 청력의 위험요인에 대한 유럽의 대규모 일반인구집단 연구(European population-based multicenter study)에서도 중등도의 알콜 음주는 오히려 청력을 개선하는 효과를 보여주었다(Fransen 등, 2008).

이 연구 대상자의 흡연율이 낮고 주 1회 이상의 음주율은 높으나 흡연자 중 흡연량이 하루에 한 갑 이상인 상담원이 24%로서 낮고, 주 3-4회 이상 음주를 하는 상담원이 전체의 10%로서 연관관계와 용량-반응관계를 보는 데는 제한점으로 작용하였을 것으로 판단된다. 우리나라 근로자의 청력손실과 관련한 연구에서도 정상재 등(2000)은 소음특수건강진단 수진 근로자를 상대로 연구 결과 근로자의 흡연과 청력손실은 유의한 관계를 보이지 않는다고 하였으며, 정종도 등(2009)은 비행장 인근 주민에 대한 조사 결과 음주와 청력손실은 유의한 상관관계를 보이지 않았다고 하였다.

콜센터 근로자들의 좌우측 귀의 청력에는 의미있는 차이가 관찰되지 않았다. 한국산업안전보건공단의 연구 보고서(유계목 등, 2010)에 의하면 국내 7개 콜센터의 17명의 상담원에 대한 통화시 헤드셋 소음을 측정할 결과 15명은 80 dB(A) 미만이었으며, 2명의 근로자는 실통화시간의 헤드셋 소음이 각각 82 dB(A)와 86 dB(A)이었다. 그런데 상담원은 근무시간 중 실 통화시간은 2~3시간이고 나머지 시간은 휴식시간 및 통화대기시간이므로 실 통화시 헤드셋 소음이 80 dB(A)를 초과한 2명의 상담원도 1일 8시간 시간가중평균소음수준은 80 dB(A) 미만일 것으로 판단할 수 있다. 따라서 콜센터 상담원은 청력에 영향을 미치는 1일 평균 80 dB(A) 이상의 소음에 노출되지 않아 헤드셋 착용과 관련한 직업적 요인의 유의한 영향을 볼 수 없었다. 또한 헤드셋 착용 귀에 따른 좌우측 각각의 청력역치에서 통계적으로 유의한 2 kHz와 6 kHz 좌측 귀의 청력역치에서는 오히려 동측이 아닌 반대측(우측)이나 양측 착용자에서 높은 청력역치를 보이거나, 선히름음이

높을수록 보다 낮은 청력역치를 보였다.

이 연구에서 음향도구 착용 근로자의 청력이 비직업적인 성(남녀), 과거 이질환력 이외에 직업적인 헤드셋 착용 직업적 요인과 유의한 관련이 없게 나타난 것은 1일 소음의 실 노출수준이 청력에 미칠만한 수준에 미치지 못하고 있었으며, 또 대상 연구집단의 평균 연령이 28세, 헤드셋 착용 총 평균 근속년수가 3년밖에 이르지 못했다고 판단된다.

그러나 국내외의 헤드셋 착용 근로자의 소음 노출은 평균 또는 최대치에서 청력에 영향을 미칠만한 수준에 노출될 가능성이 있는만큼 연구 대상자의 확대와 청력에 영향을 미치는 직업적/비직업적 요인에 대한 정량적인 평가, 더불어 코호트연구로써 그 영향의 정도가 정확하게 규명되어야 할 것이다.

직업적으로 헤드셋을 사용하는 근로자의 소음 노출에 대해 Glorig 등(1969)은 헤드셋에서 최고음압수준이 130 dB (0.15초당)을 초과한다고 하였으며, Alexander 등(1979)은 최고음압수준이 94-109 dB 정도라고 보고하였다. 이러한 수준의 헤드셋 소음은 옆사람에게도 들릴 정도의 높은 음압수준으로 하루 한 시간 이상 노출될 때 청력손실이 야기될 수 있으며, 일시적 청력손실과 영구적인 청력손실의 위험이 증가한다. 미국 국방부에서 일 최대 6시간 30분 헤드셋 착용을 하면서 작업을 하는 37명의 근로자에 대한 Stephen 등(1995)의 노출 소음 평가 결과를 보면, 79.9-103.8 dB(A)를 나타냈으며 전체 집단의 기하평균은 87.0 dB(A)이었다. 개인별 최대치는 119.2-148.8 dB로 평균값은 140.8 dB이었다. 미 국방부의 8시간 소음 노출기준인 85 dB(A)를 37명 중 21명이 초과하였다. 헤드셋 착용 근로자의 노출 소음에 대한 기하평균값은 연속음 형태이든 또는 충격음 형태이든 실제적으로 노출기준과 비교하면 초과노출되고 있음을 보여준다.

우리나라의 조진아 등(2000)의 단측 헤드셋 사용 여성 통신근로자에 대한 연구에서도 측정된 실내환경소음수준은 평균 63.1 dB(A)이었으나 볼륨 강도별(약, 중, 대) 헤드셋 개인 평균노출소음은 각각 90.8 dB(A), 94.6 dB(A), 97.8 dB(A)로 범위는 86.2-103.3 dB(A), 최대평균 소음수준은 109.1-128.6 dB(A)로 노출기준인 90 dB(A)를 초과하는 것으로 나타났다. 헤드셋 사용습관(편측 사용자, 교대 사용자)에 따른 청력역치의 차이는 보이지 않았으나, 건강에 유해한 소음에 노출될 가능성은 있었다.

V. 결 론

제품 및 서비스를 제공하는 기업이나 공공기관의 직무형태가 전문화됨에 따라 고객과의 통신상담을 수행하는 콜센터 근로자가 급격히 증가하고 있다. 콜센터 근로자들은 근무시간 내내 헤드셋으로 대표되는 음향도구를 착용한 상태에서 1일 수십명 이상의 고객과 통화하면서 고객의 음성을 음향도구를 통하여 듣게 되는데 이 과정에서 음향도구의 소음에 지속적으로 노출되게 된다. 그

래서 근무시간 내내 헤드셋을 착용하고 근무하는 콜센터 근로자에 대한 순음청력검사를 실시하여 기초자료를 확보하고 소음노출로 인한 청력손실의 예방에 기여하고자 본 연구를 실시하였다. 「콜센터 및 텔레마케팅 서비스업」 사업장 중에서 서울시 소재 사업장 3개소와 대전광역시 및 전라북도 전주시 소재 사업장 각 1개소 등 총 5개소의 콜센터에서 101명의 상담원(남성 14명, 여성 87명)을 연구대상으로 선정하였다. 조사 대상 남성 근로자 14명과 여성 근로자 87명의 일반적 특성의 분포를 살펴보고, 성별에 따른 차이를 교차분석을 통해 비교하였다. 청력역치는 남성과 여성을 비교하고, 여성 근로자만을 대상으로 검사실 장소로 인해 정확한 역치값에 영향을 받을 수 있는 저음역인 0.5, 1 kHz를 제외한 2, 3, 4, 6, 8 kHz의 좌우 청력역치를 각각 비직업적인 사회인구학적 특성(연령, MP3 착용 여부, 귀질환과 전신질환 과거력, 흡연, 음주)과 직업적 특성(헤드셋 착용 근무기간, 헤드셋 착용 귀, 헤드셋 볼륨, 업무형태)에 따른 차이를 보고, 또한 전체 조사 대상의 좌우 각각 4 kHz의 청력역치에 영향을 미치는 요인을 보기 위하여 다중회귀분석을 실시하였다.

연구 결과, 우측 귀는 설명력이 5%로 모형의 적합성이 유의하지 않았으나, 좌측 귀의 경우는 15%의 설명력으로 성별 요인과 귀 질환의 과거력이 유의한 영향을 미치는 변수로서 남성이 여성에 비해, 귀 질환 과거력이 있었던 경우에 4 kHz 청력역치에 높게 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 이 연구에서 음향도구 착용 근로자의 청력이 비직업적인 성, 과거 이질환력 이외에 직업적인 헤드셋 착용 직업적 요인과 유의한 관련이 없게 나타난 것은 1일 소음의 실 노출수준이 청력에 미칠만한 수준에 미치지 못하고 있었으며, 또 대상 연구집단의 평균 연령이 28세, 헤드셋 착용 총 근속년수가 3년 정도밖에 이르지 못한데 있다고 판단된다.

그러나 국내외의 헤드셋 착용 근로자의 소음 노출은 평균 또는 최대치에서 청력에 영향을 미칠만한 수준에 노출될 가능성이 있는만큼 연구 대상자의 확대와 청력에 영향을 미치는 직업적/비직업적 요인에 대한 정량적인 평가, 더불어 코호트연구로써 그 영향의 정도를 정확하게 규명되어야 할 것이다.

참고문헌

국가통계포털. 시도·산업·사업체구분별 사업체수·종사자수. <http://kosis.kr/nsportal/index/index.jsp>; 2008.

박성덕. 컨택센터의 지역유치 활성화를 위한 중장기 전략. 대구경북연구원; 2008:12-16.

박정근. 일부 영상단말기(VDT) 작업자의 작업자세에 관한 조사연구. 서울대학교 보건대학원 보건학 석사학위 논문; 1990.

박정일, 조경환, 이승환. 여성 국제전화 교환원들에 있어서의 경견완장애, I. 자각적 증상. 대한산업의학회지 1989;1(2):141-150.

신재우, 김현욱. PC방(게이방)에서 헤드셋을 착용한 중·고등학생의 소음 노출수준. 한국산업위생학회지 2005; 15(2):135-143.

유계목, 김갑배, 정광재. 음향도구 착용 근로자의 소음 노출 실태 및 관리대책에 관한 연구. 한국산업안전보건공단; 2010:100, 138-139.

윤종완, 이경진, 김수영, 오장균, 이정탁. 콜센터 여성 근로자의 직무스트레스와 근골격계 증상과의 상관성. 대한산업의학회지 2007;19(4):293-303.

이수연, 양해술. 콜센터 근로자의 감정노동과 감정소진 및 이직의도의 관계에 대한 연구. 한국콘텐츠학회 논문지 2008;8(4):197-210.

임상혁, 이운근. 서울신탁은행 근무자들의 VDT 증후군에 관한 조사연구 보고서. 구로의원 산업보건연구소; 1994.

정기주. 한국 콜센터 산업의 현황과 과제. 콜센터기술경영저널 2007;10:34-4.

정상재, 우극현, 박완섭, 유재영, 최태성 등. 소음 노출 남성 근로자의 고음역 청력손실과 관련 요인. 대한산업의학회지 2000;12(2):187-197.

정종도, 김현주, 정재운, 노상철, 권호장. 평택시 미군기지 주변 주민의 비행기 소음과 청각학적 평가결과의 관련성. 대한산업의학회지 2009;21(2):154-164.

조진아, 권영준, 송재철, 최석주, 김경래, 김현욱. 단측 헤드셋 사용 여성통신근로자의 청력역치에 관한 연구. 항공우주의학 2000;10(2):120-128.

한국산업안전공단. 2000년도 직업병 예방을 위한 연구용역 최종보고서: 근로자의 표준역치이동과 연령보정의 근거 및 적용을 위한 기초연구; 2001.

한국산업안전보건공단. 근로자건강진단 실무지침; 2009: 235-236.

한국산업안전보건공단. KOSHA Code H-13-2006: 순음청력검사에 관한 지침; 2006:5

Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults. Arch Intern Med. 2008;168(14): 1522-1530.

Alexander RW, Koenig AH, Cohen HS, Lebo CP. The effects of noise on telephone operators. J Occup Med 1979;21(1):21-25.

Fransen E, Topsakal V, Hendrickx J, Laer LV, Huyghe JR et al. Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: a European population-based multicenter study. JARO 2008;9:264-276.

Garstecki DC, Erler SF. Older Women and Hearing. Am J Audiol 1995;4(2):41-46.

Glorig A, Whitney LH, Flanagan JL, Guttman N. Hearing studies of telephone operating personnel. J Speech Hear Res 1969;12(1):169-78.

Itoh A, Nakashima T, Arao H, Wakai K, Tamakoshi A et al. Smoking and drinking habits as risk factors for hearing loss in the elderly: epidemiological study of subjects undergoing routine health checks in Aichi, Japan. Public Health 2001;115:192-196.

Jacqueline AP, Keith B. Assessment of the noise exposure of call centre operators. Ann Occup Hyg 2002; 46(8):653-661.

Mujgan SS, Nese YA, Nuri I. Noise problems in a call centre-a case study. Building acoustics. 2009;16(4): 329-342.

Nomura K, Nakao M, Morimoto T. Effect of smoking on hearing loss: quality assessment and meta-analysis. Preventive Medicine 2005;40:138-144.

Occupational Safety & Health Administration. OSHAct 29CFR 1910.95 App D: Audiometric test rooms; 2011

Planeau V. Noise hazards associated with the call centre

- industry. INRS; 2005.
- Rosemary B, Virginia D, Hyunji K. The U.S. call center industry 2004: National benchmarking report. Cornell Univeesity; 2004.p1.
- Halford V, Cohen HH. J Safety Res. 2003;34:167-173.
- Yanish R. The role exposure, age, body mass and smoking on the development of occupational hypoacusis. Noise and vibration bullet; 1987. p.86-87.
- Fisk WJ, Price PN, Faulkner D, Sullivan DP, Dibartolomeo DL, et al. Worker performance and ventilation: analyses of time-series data for a group of call-center workers. Indoor Air 2004;14:41-52.