

## Assessment of Dental Noise Environment of a Pediatric Dentist

Hyeonmin Cho<sup>1</sup>, Ik-Hwan Kim<sup>1</sup>, Seunghyun Cho<sup>2</sup>, Je Seon Song<sup>1</sup>, Jaeho Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

<sup>2</sup>School of Dentistry, Pusan National University

### Abstract

The noise is defined as unwanted sound that causes discomfort and physical changes. This study was conducted to evaluate intensity of noise in the pediatric dental clinic and to investigate noise environment of a pediatric dentist. Human ear shaped microphone and mobile noise level meter were used for recording noise and calculating intensity of noise.

By recording according to the method specified by Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA) of Korea Ministry of labor and employment, the following results were obtained. For 16 experimental days, 8 hour time weighted average (8hr-TWA) was 49.33 dBA (A-weighted deci-Bell) on daily average with maximum 58.54 dBA and minimum 33.97 dBA. And Dose was 0.49% on daily average with maximum 1.28%, minimum 0.04%. These values are less than criteria of KOSHA standard (85 dBA, 100%). Comparing the highest noise level for each patient, pulp therapy group and Frankel grade I group were the highest.

The intensity of dental noise of pediatric dental clinic didn't meet standard of KOSHA. It is necessary to re-evaluate noise environment by establishing new standards considering environment of pediatric dental clinic.

**Key words :** Noise, Noise induced hearing loss, Korea occupational safety and health agency, 8hour time weighted average, Dose

### I. 서 론

소음은 사전적으로는 '불쾌함을 유발하는 모든 불필요한 소리'라는 주관적 의미로 정의되며[1], 물리학적으로는 50 decibel (dB) 이상의 음파로 정의된다. 이와 별개로 의학적으로는 생리적인 장애를 일으키거나 능력을 저하시키고 청취를 방해하는 소리를 소음으로 규정한다[2].

미국 산업안전보건공단(Occupational Safety and Health Administration, OSHA)은 소음을 직업 관련 10대 상해로 규정한 바 있으며[3], 미국질병통제예방센터의 2011 - 2012년의 자료

에 따르면 미국 전체 인구 중 20 - 69세의 약 15%가 소음성 난청(Noise Induced Hearing Loss, NIHL)을 겪고 있으며 이 수치는 꾸준히 증가되고 있다[4]. 이를 방지하고자 미국 OSHA와 미국 국립직업안전위생연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH)는 작업장 내 소음의 기준을 마련하여 이를 제도화하였다[5,6].

치과진료실 내에서는 여러가지 기구들로 인해 고주파 영역의 소음이 발생한다. 특히 소아치과 진료실에서는 술식의 종류가 수복, 교정치료, 소수술까지 다양하므로 이에 따라 여러 종류의 기구가 사용되어 여러 종류의 소음을 유발한다. 치과기구의 사

Corresponding author : Jaeho Lee

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Republic of Korea

Tel: +82-2-2228-3173 / Fax: +82-2-392-7420 / E-mail: leejh@yuhs.ac

Received January 26, 2021 / Revised April 19, 2021 / Accepted April 13, 2021

※This study was supported by Korea ministry of health and welfare (HI20C1055).

용으로 인한 소음 이외에도 특히 소아치과 진료실 내에서는 겁에 질린 환자들이 생성하는 비명, 울음소리 등과 같은 소음도 발생하므로 소음의 크기와 특징이 타 치과진료실과 다르다. Kwon 등[7]과 Jadid 등[8]에 의하면 환아가 비명을 지를 때 140 dB 이상으로 측정되어 이는 치과기구만 사용하였을 때보다 통계적으로 유의미하게 높은 수준의 소음을 나타낸다고 보고한 바 있다.

소음의 강도, 지속적인 노출, 소음에 대한 청각기전의 감수성 중 한가지 조건만 충족되어도 청력에 영향이 미친다[9]. 따라서 치과의사는 진료실에서 생성되는 고강도의 소음을 가장 가까운 거리에서 접하기 때문에 지속적인 치과 소음으로 인한 소음성 난청을 겪을 위험성이 높으며, 실제로 치과의사 중 7 - 16%는 소음성 난청을 겪고 있다[10].

Muppa 등[11]은 6 - 11세에서 38%, 12 - 15세에서 21%가 치과소음이 가장 큰 불편감이라고 말할 정도로 환자들의 치과 진료를 망설이게 하는 요인이라 하였고 Elmehdi[12]는 치과 소음이 주삿바늘에 대한 공포, 치과재료 냄새, 치과기구의 형태 등과 함께 치과 내원을 망설이게 하는 요인이라고 하였다. 치과소음은 의료진 간의 의사소통 및 환자와의 의사소통도 방해하여 치과의사가 음성조절을 통한 행동조절을 시도하는 데 방해하는 요인으로 작용하고, 결과적으로는 의료진의 업무 수행능력의 저하로 인한 치과치료의 질적 저하가 일어난다[13].

기존 다수의 선행연구에서는 실험실 환경에서 소음계와 녹음기로 치과기구의 일시적인 소음만 측정했는데 이러한 방법은 치과기구 개별적인 소음의 특성을 파악하기에는 용이했으나 진료실 내의 다양한 원인에서 발생하는 소음을 반영하기에는 어려움이 있었다. 이 연구에서는 이를 보완하고자 실제 소아치과 진료실에서 실제 진료중의 소리를 모두 채집하여 한국산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편, 제4장[14]과 작업환경측정 및 정도관리

등에 관한 고시[15]의 작업장 내 소음 측정 기준에 따라 분석하였다. 이를 통해 소아치과 진료실의 종합적인 소음환경을 파악하고 한국산업안전보건공단(KOSHA)의 기준에 부합하는지 여부를 확인하고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

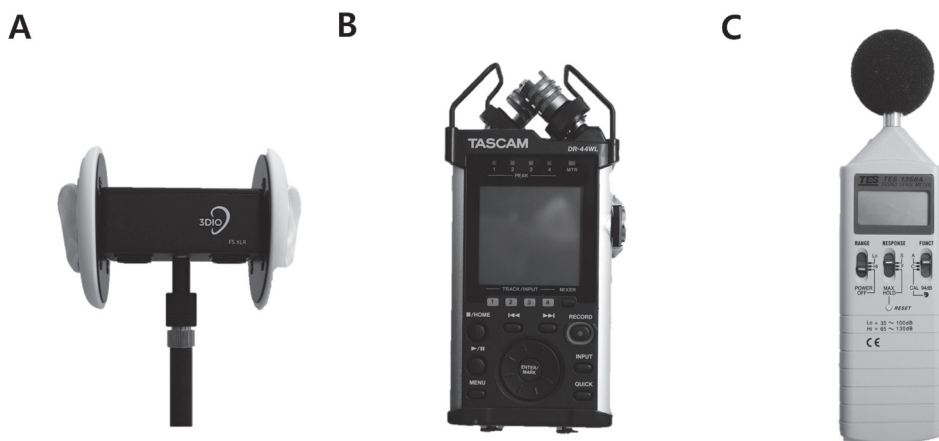
### 1. 연구 장비

녹음에 사용한 장비는 녹음기와 녹음 제어장치가 있는데 녹음기는 인간의 양측 귀의 모양과 위치를 모방한 The 3-DIO free space binaural microphone (3DIO, Vancouver, Canada)(Fig. 1A)를 사용하였고 녹음 제어장치는 Tascam DR44WL (Tascam, Santa Fe springs, USA)(Fig. 1B)을 사용하였다. 녹음파일은 MP3 압축방식을 사용하여 저장하였다.

거리차에 의한 소리의 크기 보정을 위하여 2대의 휴대용 소음계 TES-1350A (TES, Taipei, Taiwan)(Fig. 1C)와 스마트폰용 소음 발생 어플리케이션 Tone generator (TMsoft, Tavernier, USA)를 사용하였다.

진료에 사용된 치과용 핸드피스는 GENTLEmini LUX 5000B (Kavo, Algan, Germany) 및 INTRAmatic 20CN (Kavo, Algan, Germany)를 사용하였으며 유닛 제어는 A-dec 300 (A-dec, Newberg, USA)을 사용하였다.

녹음된 파일에서 소음의 크기에 따른 노출시간을 측정하기 위하여 AcroEdit (Acrosoft, Seoul, Korea) 상에서 Fortran 언어로 알고리즘을 코딩하고 해당 결과물을 Intel Fortran Compiler (Intel, Santa Clara, USA)를 활용하여 실행파일(.exe)을 형성하였다.



**Fig. 1.** Equipment for recording and correction. (A) The 3-DIO free space binaural microphone (3DIO, Vancouver, Canada), (B) Tascam DR44WL (Tascam, Santa Fe springs, USA), (C) TES-1350A (TES, Taipei, Taiwan).

## 2. 연구 방법

이 연구는 한국산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편, 제4장 [14]과 작업환경측정 및 정도관리 등에 관한 고시[15]의 작업장 내 소음 측정 기준에 따라 시행되었다.

### 1) 진료실 구조 및 배치

녹음을 시행하는 장소로 연세대학교 치과대학병원 소아치과의 격리된 외래 진료실을 선정하였다. 유니트 চে어가 1대 설치된 사방이 격리된 진료실로 부속 회복실이 구비되어 있다. 진료실은 가로 3.52 m, 세로 3.61 m로 12.16 m<sup>2</sup>의 넓이이며 부속 회복실은 가로 1.41 m, 세로 2.95 m로 4.16 m<sup>2</sup>의 넓이로 두개의 직사각형이 접한 형태이다. 진료실의 층고는 2.86 m로 지면에서 1.47 m의 높이까지는 파티션으로 구분되어 있고 상부는 파티션 위로 천장까지 전체가 유리창으로 되어 있다. 진료실의 출입문 쪽으로는 통로가 위치하고 출입문의 반대측으로는 건물 밖으로 통하는 유리창이 있다. 부속 회복실의 반대편에는 또다른 격리된 진료실을 접하는 구조이다. 녹음기는 환자의 구강을 중심으로 술자의 반대측에 고정하였으며, 지면에서 1 m 높이, 환자의 구강에서 120 cm 거리에서 녹음을 시행하였다. 녹음제어장치는 연결선을 통하여 회복실에서 진료에 지장을 주지 않는 위치에 고정하였다(Fig. 2).

### 2) 진료실 내의 소리 녹음

작업환경 측정 및 정도관리 등에 관한 고시[15]의 작업장 내

소음 측정 방법에 따르면 6시간 이상 연속적으로 측정이 가능한 날을 선정하여 1일 간 측정해야 하며 연속적으로 측정이 어려운 경우 1시간씩 나누어 최소 6회 이상 같은 날에 측정하여야 한다. 같은 공간 내에 다수가 동시작업을 하는 경우 가장 큰 소음에 노출되는 1명을 선정해야 하므로 주치의인 치과의사 1명을 대상으로 녹음을 진행한다.

녹음은 2020년 9월 7일부터 2020년 10월 30일까지 7주간 계획하였으며 일일 6시간 이상 녹음을 위해 이 중 오전, 오후 모두 외래진료가 있는 16일을 선정하여 시행하였다. 오전 4시간(08:30 - 12:30), 오후 4시간(13:30 - 17:30) 총 8시간을 녹음하였다. 진료실에서는 의도적으로 음악을 틀거나 행동조절을 위한 영상 시청을 유도하지 않았고 보호자가 지참한 스마트폰을 통한 영상시청은 보호자가 원할 경우 허용하였다. 녹음 중에는 환자, 보호자, 의료진이 평상시와 동일하게 진료 및 대화를 시행하였으며 어떠한 제한도 두지 않았다. 오전 또는 오후 중 진정치료가 계획된 경우 날에는 녹음을 시행하지 않았으며, 일일 예약 환자 수가 5명 미만인 경우에도 녹음을 시행하지 않았다. 기록자 1명이 부속 회복실에 상주하여 내원환자의 Frankel grade와 술식의 종류를 기록하였다.

### 3) 녹음된 파일의 거리 보정

술자의 귀와 환자의 구강의 거리를 측정하였을 때 40 cm으로, 120 cm 거리에서 녹음된 정보를 40 cm 거리의 값으로 변환하기 위해 동일 실험장소에서 치과의사의 귀 위치(40 cm) 및 녹음기 위치(120 cm)에 각각 소음계를 고정하고 환자의 구강 위치에



Fig. 2. Room where the recording took place. (A) View from recording assistant, (B) View from pediatric dentist.

서 소음 발생 어플리케이션으로 소음을 발생하여 각각의 소음계에서 표시되는 decibel 값의 비율을 통해 거리차이로 인한 데이터 차이를 보정하였다.

4) A-가중 청감 보정(A-weighting)

인간은 같은 dB의 소리도 주파수에 따라 다르게 느끼는데 이러한 주관적인 소음의 크기를 나타내는 단위가 phon이다. 1 kHz 주파수에서의 dB값을 phon으로 정의하며 다른 주파수에서 동일한 크기로 느껴지는 dB값을 같은 phon으로 간주한다. 이렇게 다양한 주파수에서 동일한 크기로 느껴지는 dB값을 연결한 것이 등청감곡선(Equal loudness contours)이다. 이때 1 kHz에서 40 dB (40 phon)에 해당하는 곡선을 기준으로 청감보정을 시행하는 것이 A-가중 청감 보정이다. A-가중 청감 보정을 시행한 경우 dBA의 단위를 사용한다.

5) 일일 소음 노출 시간 분석

한국산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편, 제4장에 의하여 한국 산업안전보건공단(Korea Occupational Safety and Health Agency, KOSHA)의 기준인 소음역치(threshold) 80 dB, 소음기준(criteria) 85 dB, 교환율(exchange rate) 5 dB를 적용하였다[14]. 소음기준은 일일 8시간까지 노출이 허용되는 가장 큰 소리의 크기를 의미하며 소음역치는 유해한 소음으로 간주되기 시작하는 소리의 크기를 의미한다. 교환율은 일일 노출 허용 시간을 2배 또는 절반으로 변화시키는 dB의 차이이다. 예를 들면, 소음 기준인 85 dB의 소음은 하루 8시간까지 노출이 허용되며 교환율만큼 증가한 90 dB의 경우 절반인 4시간 노출 허용, 95 dB은 2시간 노출이 허용된다. 80 dB은 교환율만큼 감소한 소음이므로 2배인 16시간까지 노출이 허용되나 75 dB은 소음역치인 80 dB 미만이므로 소음으로 간주하지 않아 노출 허용 시간의 제한이 없다. 따라서 총 녹음 시간 중 KOSHA의 기준에 따른 일일 소음의 크기별 노출시간을 알고리즘을 활용하여 산출하였다. 누적 소음노출량(Dose, %)은  $Dose = (C1/T1 + C2/T2 + \dots + Cn/Tn) \times 100 = 100 \sum_{k=1}^n (Cn/Tn)$ 의 공식을 활용하였고(단, Cn은 해당 강도의 소음에 실제로 노출된 시간, Tn은 해당 강도의 소음에 노출이 허용되는 시간을 의미한다) 8시간-가중평균 소음수준(8-hour Time-Weighted Average, 8hr-TWA, dBA)은  $8hr-TWA = 16.61 \times \log(Dose/12.5 \times 8) + 90$ 와 같다. 누적소음노출량은 일일 허용 한도에 대한 노출된 누적된 소음의 비율을 백분율로 나타낸 것이며 8시간-가중평균소음수준은 노출된 소음의 수준을 일일 근로시간인 8시간을 기준으로 평균화한 값이다. 시간이 흐름에 따라 소음의 크기가 지속적으로 변하는 상황에서는 소음의 노출시간만으로는 정확한 누적 노출량을 산출하기 어려우므로 누적소

음노출량과 8시간-가중평균소음수준을 활용한다. KOSHA가 제시한 일일 허용한도를 초과하는 경우 누적소음노출량은 100%를 초과하고 8시간-가중평균소음수준은 85 dBA를 초과한다.

소음의 크기별 노출 시간은 소수점 둘째 자리에서 반올림하였다. 녹음기의 좌우 귀에 해당하는 각각의 녹음파일의 소음수준이 다를 경우 KOSHA 기준에 따라 소음수준이 더 높은 음성파일을 분석하는 데 사용하였다.

6) Frankel grade 및 술식의 종류별 소음 크기 분석

각 환자별 해당 내원시 Frankel grade와 술식의 종류를 기록자가 기입하였다. Frankel grade는 주치의의 판단 하에 일괄적으로 평가되었고 술식의 종류는 구강검진, 교정치료, 수복치료, 치수치료, 구강소수술로 구분하였다. 각 환자의 종속변수로는 환자의 진료실 입장과 퇴장 사이의 Maximum noise level (dB)을 사용하였다. 각각의 환자를 Frankel grade로 분류하고 술식의 종류별로도 분류하여 각 그룹별 환자들의 종속변수의 평균을 통계적으로 비교하였다(Fig. 3).

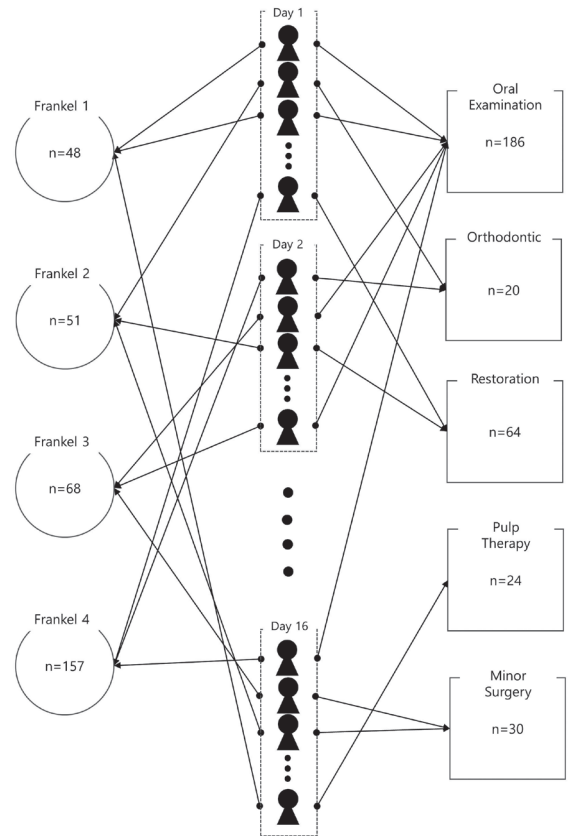


Fig. 3. Schematic flow of grouping patients. Each patient was classified by Frankel grade as well as by type of treatments.

### 3. 통계 분석

환자별로 정리된 데이터는 SPSS (version 23.0.0, SPSS, Chicago, IL, USA)와 Excel 2010 (Microsoft Inc., Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다. Frankel grade 별, 술식의 종류 별 환자당 평균 Maximum noise level의 비교는 비모수적 검정 방식인 Kruskal-Wallis test로 시행하였고, Bonferroni's method에 의해 보정된 유의수준을 이용하여 Mann-Whitney test로 사후 검정을 시행하였다.

## Ⅲ. 연구 성적

### 1. 진료실 내 소음의 크기

실험이 이루어진 진료실의 외래시간 외의 주간 배경소음은 40 dBA 미만, 외래시간 중의 주간 배경소음은 43 - 54 dBA이었으며 해당 진료실 밖의 상황에 따라 다른 값이 측정되었다. 문진을 시행하는 중에는 50 - 60 dBA, 하이스피드 핸드피스와 메탈 석션을 사용할 때는 최고 70 - 80 dBA으로 측정되었으며 환아가 체어에 누운 채로 소리지르고 비명을 지르는 경우에는 105 - 121 dBA로 측정되었다.

### 2. 일일 소음 노출 시간

총 16일의 측정일이 있었고 모두 8시간씩 측정하였다. 측정치 중에서 가장 높은 소음의 크기는 125.6 dBA이며 가장 낮은 값은 43 dBA이었다. 전체 녹음값의 소리의 평균 크기는 60.4 dBA이다.

KOSHA의 기준으로 평가하였을 때, 소음역치인 80 dBA 이상은 일평균 184.3초, 소음기준인 85 dBA은 일평균 59.3초. 90 dBA 이상은 일평균 14.4초로 관찰되며, 16일 중 7일은 소음기준인 85 dBA 이상의 소음에 1분 이상 노출되었으며 나머지 9일 모두 1분 미만이었다. 16일 중 7일에서는 100 dBA 이상의 소음이 0.05초 미만으로 측정되었으며, 단 2일에서만 100dBA 이상의 소음이 1.0초 이상 측정되었다(Table 1).

8시간-가중평균소음수준은 최고 58.54 dBA 최저 33.97 dBA로 측정되었고 16일 중 7일은 50 dBA 이상이었다. 8일은 40 dBA 이상 50 dBA미만이었으며, 1일은 40 dBA 미만이었다. 16일 간의 8시간-가중평균소음수준의 일일 평균은 49.33 dBA로 측정되었다. 누적소음노출량을 계산하였을 때 측정일 중 2일을 제외하고 모두 1% 미만으로 측정되었으며 이 중 1일은 0.1% 미만이었다. 평균 0.49%로 이는 허용한계에 크게 밀도는 수치이다(Table 2).

**Table 1.** Daily exposure time (sec) according to KOSHA

	Threshold	Criteria			
	80 dB <	85 dB <	90 dB <	95 dB <	100 dB <
Day 1	331.8	65.4	9.4	0.8	0.1
Day 2	61.7	18.7	6.8	1.8	0.3
Day 3	121.3	10.4	1.5	0.3	0.0
Day 4	20.5	2.3	0.6	0.1	0.0
Day 5	237.5	65.3	17.7	4.3	0.8
Day 6	373.8	102.0	34.6	8.2	1.0
Day 7	133.5	28.8	4.9	0.6	0.0
Day 8	129.9	16.8	1.2	0.0	0.0
Day 9	129.8	9.0	1.2	0.1	0.0
Day 10	394.2	75.1	17.5	0.7	0.1
Day 11	310.7	190.1	40.5	6.7	0.4
Day 12	99.8	79.4	21.0	5.3	0.2
Day 13	57.7	17.3	3.6	0.5	0.0
Day 14	97.9	26.3	5.4	0.9	0.1
Day 15	361.1	207.2	60.2	9.5	1.1
Day 16	87.1	34.6	4.9	0.2	0.0
Mean (SD)	184.3 (124.0)	59.3 (60.0)	14.4 (16.6)	2.5 (3.1)	0.3 (0.4)

Threshold : Minimum sound level that is considered harmful noise.

Criteria : Maximum sound level possible exposure up to 8 hours per day



**Table 2.** Daily results of Dose and Time-Weighted Average by OSHA AL

	Dose (%)	8hr-TWA (dBA)
Day 1	0.73	54.50
Day 2	0.18	44.40
Day 3	0.24	46.36
Day 4	0.04	33.97
Day 5	0.63	53.43
Day 6	1.02	56.90
Day 7	0.30	48.17
Day 8	0.26	47.03
Day 9	0.25	46.66
Day 10	0.88	55.88
Day 11	1.06	57.21
Day 12	0.42	50.58
Day 13	0.15	42.86
Day 14	0.24	46.55
Day 15	1.28	58.54
Day 16	0.23	46.17
Mean (SD)	0.49 (0.37)	49.33 (6.30)

Dose : Percentage of accumulated noise exposed to daily allowance  
 8hr-TWA : The noise level on average based on 8 hours worked per day

3. Frankel grade 및 술식의 종류별 소음의 크기

모든 환자를 술식의 종류와 Frankel grade로 분류하였을 때 Table 3과 같다.

1) 술식에 따른 소음수준

술식에 따른 소음의 크기는 Table 4에 정리된 바와 같다. 구강검진 군은 타 모든 군과 유의미한 차이를 보였으며, 교정치료 군은 구강소수술 군을 제외한 모든 군과 유의미한 차이를 나타냈다. 구강소수술 군과 수복 군 및 치수치료 군 간의 통계적인 유의성은 검증되지 않았다.

동일한 분석을 Frankel grade 3, 4인 환자들에게만 적용하였을 때 결과는 Table 5와 같다. 구강검진 군은 타 모든 군과 유의미한 차이를 보인다는 점에는 동일하였으나 Table 6과 달리 구강소수술 군이 수복치료 군과 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

2) Frankel grade에 따른 소음수준

Table 6에 정리된 바와 같이 각 Maximum noise level의 평균은 1등급 군 90.47 dBA, 2등급 군 77.01 dBA, 3등급 군 72.89

**Table 3.** Numbers of patients sorted by individual data

		Type of Treatment					Sum
		Oral Exam	Ortho dontic	Minor surgery	Resto ration	Pulp Therapy	
Frankel Grade	1	19	0	7	9	13	48
	2	27	1	3	18	2	51
	3	36	3	6	18	5	68
	4	104	16	14	19	4	157
	Sum	186	20	30	64	24	324

**Table 4.** Noise level depending on the type of treatment

	n	Maximum noise level (dBA)	p value
		Mean ± Standard deviation	
Oral exam	186	69.62 ± 8.81 <sup>a</sup>	< 0.001
Orthodontic	20	73.25 ± 6.71 <sup>b</sup>	
Minor surgery	30	80.25 ± 16.45 <sup>bc</sup>	
Restoration	64	82.22 ± 12.37 <sup>c</sup>	
Pulp therapy	24	88.09 ± 16.72 <sup>c</sup>	

p value from Kruskal-Wallis test.  
 a,b,c : The same character means no statistical difference by Mann-Whitney test.

**Table 5.** Noise level depending on the type of treatment (only Frankel 3 and 4)

	n	Maximum noise level (dBA)	p value
		Mean ± Standard deviation	
Oral exam	140	67.96 ± 6.10 <sup>a</sup>	< 0.001
Orthodontic	19	73.66 ± 6.63 <sup>bc</sup>	
Minor surgery	20	73.15 ± 9.17 <sup>b</sup>	
Restoration	37	77.64 ± 6.09 <sup>c</sup>	
Pulp therapy	9	75.32 ± 6.94 <sup>bc</sup>	

p value from Kruskal-Wallis test.  
 a,b,c : The same character means no statistical difference by Mann-Whitney test.

**Table 6.** Noise level depending on Frankel grade

	n	Maximum noise level (dBA)	<i>p</i> value
		Mean ± Standard deviation	
1	48	90.47 ± 18.71 <sup>a</sup>	< 0.001
2	51	77.01 ± 12.76 <sup>b</sup>	
3	68	72.89 ± 8.03 <sup>b</sup>	
4	157	69.88 ± 7.09 <sup>c</sup>	

*p* value from Kruskal-Wallis test.

a,b,c : The same character means no statistical difference by Mann-Whitney test.

**Table 7.** Noise level depending on Frankel grade (only restoration, pulp therapy, minor surgery)

	n	Maximum noise level (dBA)	<i>p</i> value
		Mean ± Standard deviation	
1	29	99.33 ± 14.78 <sup>a</sup>	< 0.001
2	23	82.17 ± 13.63 <sup>b</sup>	
3	29	77.41 ± 8.03 <sup>b</sup>	
4	37	74.83 ± 6.81 <sup>b</sup>	

*p* value from Kruskal-Wallis test.

a,b,c : The same character means no statistical difference by Mann-Whitney test.

dBA, 4등급 군 69.88 dBA 순이었다. 1등급 군은 2,3등급 군과 비교하여 통계적으로 유의미하게 높은 평균 값이 측정되었으나 2,3등급 군 간의 통계적 유의성은 없었고, 2,3등급 군이 4등급 군보다 통계적으로 유의성 있게 높게 측정되었다.

동일한 분석을 구강검진 및 교정치료를 제외하고 구강수술, 수복치료, 치수치료인 경우에만 적용하였을 때(Table 7)는 2, 3, 4등급 군이 모두 통계적 유의성이 관찰되지 않았고 1등급 군만 나머지 군들과 비교하여 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

#### IV. 총괄 및 고찰

진행성 난청의 한 종류인 소음성 난청 (NIHL)은 직업성 소음성 난청(occupational hearing loss)과 비직업성 소음성 난청(non-occupational hearing loss)으로 양분된다[2]. 개인이 사용하는 음향기구나 여가활동 및 주변환경에 의해 발생하는 소음성 난청을 비직업성 소음성 난청이라고 규정한다면 이 외에 총기류, 공장에서의 기계소리 등 직업적으로 처해 있는 환경에 의해 발생하는 소음성 난청을 직업성 난청이라고 규정할 수 있다[2]. 증상에 따라서는 일시여치변동, 영구여치변동, 음향외상으로 분

류된다[16].

전 인구의 약 1.7%가 소음성 난청이 있고 노동인구는 25%가 유해한 작업장 내 소음에 노출되어 있다고 보고되었다[17]. 유럽의 연구에서는 근로자 중 28%는 업무시간 중 최소 1/4은 85 - 90 dB의 소음에 노출되어 있다고 보았으며[18] 미국 내 20 - 69세 중 15%가 소음성 난청으로 진단되었다는 보고가 있었다[4]. 국내에서도 소음성 난청이 1991년 이후 특수건강진단에 의해 발견되는 직업성 질환 유소견자 중 가장 많은 비율을 차지하며 2014년 기준 연간 278명의 소음성 난청이 발병하여 매년 평균 200 - 300건 정도 발생하고 있다[19].

소음성 난청은 초기에는 높은 주파수에서 먼저 영향을 받으므로 조용히 대화하는 상황에서는 쉽게 인지하기 어렵다[20]. 따라서 청력의 28%가 감소하거나 청력역치가 30 dB이상 차이를 보일 때 일상생활에서 처음 불편함을 느끼게 되어 진단받는 경우가 많으므로[21] 조사된 유병률이 과소평가되었을 가능성이 있다. 또한 청각의 손실은 한번 진행되면 비가역적이고 노화 역시 난청을 가속화시키므로[22] 청력손실을 적극적으로 예방하고자 하는 노력이 필요하다.

선행연구에서 치과용 핸드피스 75 dB[8], 70 - 92 dB[22], 76.4 - 78.9 dB[23], 80 - 90 dB[24]로 측정되어 이는 이번 연구와 유사하거나 다소 높은 수준이었다. 특히 초음파 스케일러는 문헌에 따라 88 dB[8], 86 dB[22], 68 - 75 dB[25]까지 측정되어 치과용 핸드피스에서의 소음을 상회하는 수준으로 일상생활에서는 사격(87 dB), 모터스포츠(90 dB)에 버금가는 수준이다[26]. 이 연구에서 측정된 수치와 같이 소아의 비명소리는 120 dB을 초과하는 수준으로 이는 록 음악 콘서트의 103.4 dB보다도 높은 수치임을 알 수 있다. 특히 치아 삭제시에는 약 6 dB가량 소음이 증가되는데[23] 이는 절삭기구와 치질 간의 마찰력에 의한 것으로, 치과 장비의 철저한 유지관리를 통해 소음을 방지해야 한다[27]. 85 dB 이상의 지속적인 소음 또는 120 dB 이상의 수 초간의 소음에 의해 급성 청력 손상이 발생할 수 있는데 치과 기구의 소음이 비슷한 수준으로 측정되어, 일시적인 청력의 변화를 가져올 만큼 고강도임을 알 수 있다[28].

환자별 소음 수준을 알아보기 위해서 Average noise level 이 아닌 Maximum noise level 값을 사용하였다. Average noise level을 측정할 경우 상담, 기구 교체 등의 진료 외적인 시간소요에 의해 영향을 받을 수 있고 술식의 종류와 협조도에 따라 진료 시간이 변화함에 따라 값이 크게 변하므로 일시적인 소음의 강도를 파악하기에는 신뢰성이 낮다고 판단하였다. 그래서 해당 내원에서 측정된 최고수준의 decibel을 활용함으로써 진료 소요 시간과 무관하게 일시적인 소음의 강도를 측정해보고자 하였다. 이 연구에서 각 환자별 Maximum noise level을 술식에 따라 분

류하여 각 그룹 간의 평균을 비교한 결과 Frankel grade를 고려하지 않았을 때는 구강소수술, 수복치료, 치수치료 군의 통계적인 차이가 없었지만 Frankel grade 3,4로 한정하였을 때는 구강소수술 군이 수복치료 군보다 통계적으로 유의미하게 낮은 평균을 나타냈다. Frankel grade 1, 2 환자의 음성소리나 행동조절을 위한 주치의, 보호자의 음성이 배제되었을 때는 치과용 핸드피스를 사용하는 수복치료 군에서 소음 수준이 더 높음을 미루어 짐작할 수 있다. 그리고 각 환자별 Maximum noise level을 협조도에 따라 분류하여 각 그룹 간 평균을 비교한 결과 술식을 고려하지 않았을 때는 Frankel grade 2, 3군이 4군에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 평균값을 보였지만 침습적 처치(구강소수술, 수복치료, 치수치료)로 한정하면 2, 3, 4군 간의 통계적 차이는 없다. 환자의 협조도가 좋지 않은 경우 상대적으로 덜 침습적인 구강검진과 교정치료를 시행하더라도 일정 수준 이상의 소음이 발생한다고 해석할 수 있다.

일일 소음 노출에 대한 누적 영향을 알아보려고 한다면 8hr-TWA와 Dose를 평가해야 한다. 이 연구에서의 결과에 의하면 KOSHA 기준의 8시간-가중평균소음수준은 일평균 49.33 dBA, 누적소음노출량은 일평균 0.49%로 Jadid 등[8]의 연구에서의 64.3 dBA와 4%에 크게 밑도는 결과이다. 비록 유사한 실험 설계이지만 다른 결과를 보인 것이다. 이에 대한 이유로는 실험 디자인의 차이로 추측해볼 수 있는데, 이 연구에서는 격리된 소아치과 진료실을 중심으로 진행했기 때문에 소아치과 레지던트를 중심으로 진행한 Jadid 등[8]의 연구와 진료장소의 차이 또는 환자군의 특성이나 업무 시간 등이 상이한 점을 그 이유로 추측해볼 수 있다. 이를 고려하더라도 두 결과 모두 기준인 100%에 크게 못 미치는 수준이다. Bahannan 등[29], Willershausen 등[28]의 연구에서도 치과진료실의 소음수준이 작업장 내 기준을 충족하는 정도가 아니라고 결론지었으며 Rahko 등[30]은 치과기공소에서 발생하는 소음은 통상적인 대화나 고주파 영역의 청력을 줄 정도가 아니므로 이를 방지하기 위한 청력 보호조치는 불필요하다고 하였다.

치과기공으로부터 발생하는 소음이나 환자의 비명소리는 소음 기준인 85 dB를 초과하는 충분히 고강도의 소음임에도 불구하고 위와 같은 결과를 보인 것은 소음에 노출되는 시간의 총합이 매우 적기 때문이다. 이 연구 결과와 같이 일일 평균 85 dB 이상 노출시간은 약 1분 남짓으로, 이는 하루 8시간 근무일 때 1%도 되지 않는 수치이다. 치과의사가 고속 핸드피스를 사용하는 시간은 하루에 약 15분이며 85 dB를 초과하는 소음의 노출시간은 진료시간의 1%도 되지 않는다는 선행연구는 이를 뒷받침한다 [31,32].

치과의사의 청력 평가에 관한 선행연구에서는 연구에 따라 다

른 결과를 보였는데 Alabdulwahhab 등[10], Forman-Franco 등 [33], Coles와 Hoare[27], Wilson 등[25]의 연구에서는 치과의사의 청력역치가 통계적으로 차이를 보일 정도로 상승한 것은 아니라 하였다. 일시적인 청력 변화는 있을 수 있으나 이는 치과기공실을 비롯한 타 작업환경에 비교하여 미미한 수준이며 보호장비가 필요한 수준은 아니라고 평하였다. 반면에 치과의사에게서 청력손상의 경향이 나타난다고 보고한 연구결과도 있었다. 치과소음과 청력 간의 명백한 연관성을 찾을 수는 없으나 치과 종사자들에게 청력손상의 경향이 나타났다고 하였으며 특히 4, 6, 8 kHz 등의 고주파 영역에서 청력역치가 증가되는 양상을 보인다 하였다. 치과의사와 의사를 비교하였을 때는 오른손잡이 치과의사의 왼쪽 귀에서 통계적으로 유의하여 낮은 청력 검사 결과를 보인다고 보고하였다[9,34,35].

치과기공의 소음은 단편적으로는 일시적인 청력변화를 일으킬 수 있는 수준이며, 환자의 비명소리는 음향외상을 유발할 수 있는 수준이지만[36] 치과 종사로 인해 비 치과종사자에 비해 영구적인 청력변화가 두드러진다고 보기는 어렵다. 더욱이 누적 효과로는 KOSHA가 제시한 기준에 미치지 못한다는 점을 확인하였다. 그러나 치과기공으로 인한 소음이 KOSHA가 제시한 기준에 충족되지 않더라도 소음은 그 자체로도 치과진료에 영향을 준다. 의료진 간의 대화를 방해하고, 혈압과 심박수의 증가, 부신피질 호르몬의 감소, 뇨량의 증가 등의 생리적인 변화를 일으키며[37], 면역체계를 변화시키기도 한다[38]. 의료진이 받는 영향으로 인해 결과적으로는 치과치료의 질의 하락을 초래하므로 소음이 KOSHA의 기준에 미치지 못하더라도 진료실 내 소음의 관리가 필요하다.

이번 연구는 치과소음을 유해물질로 간주하여 측정 방법 및 측정 기준을 한국산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편, 제4장 [14]과 작업환경측정 및 정도관리 등에 관한 고시[15]에 따라 진행했다는 데에 의의가 있다. 기존 방식인 소음선량계가 아닌 원음 녹음파일을 통해 실제 상황을 최대한 근사하게 반영하였다는 점에서도 의미가 있다. 이 법률에 따르면, 유해물질의 노출 측정 방식을 제조사에서 지정한 경우에는 각각의 방식으로 측정이 진행될 수 있으나 치과소음은 유해물질로 지정이 되어있지 않기 때문에 일일 6시간 미만으로 노출되는 유해물질로 간주, 8시간-가중평균소음수준으로 측정하였다. 해당 고시에 따르면 단일 작업장 내에서는 동일 작업을 하는 근로자 중 최고 노출자 2명 이상에 대해서 측정할 것을 권고하고 있으나 작업장 내 측정 대상이 되는 동일 작업의 근로자가 1명일 경우에는 1명에 대해서만 시료채취가 가능하도록 되어있기에 단일 진료실 내에서 활동하는 치과의사는 1명이라는 가정 하에 1명의 치과의사만을 대상으로 진행하였다. 이는 소음에 대한 영향을 치과의사에 맞추고



치과위생사, 치과기공사, 간호조무사 등의 치과의료진의 노출에 대해서는 배제하는 실험 디자인이므로 차후 타 직군에 대한 연구도 필요함을 시사한다. 측정 위치는 실제 양쪽 귀의 바로 옆에서 측정하여 더 소음 수준이 높은 쪽을 분석하는 것이 권장되나 불가한 경우에는 시료채취 대상자의 귀 높이와 동일한 위치에서 고정된 채로 측정하는 것도 가능하다. 이번 연구에서는 좌우 측 귀의 모양과 귀를 재현한 녹음기를 사용하여 더 높은 소음 수준이 녹음된 쪽의 음성파일을 사용하였다. 이를 통해 최대한 치과의사의 소음 수준과 유사한 환경의 시료채취를 하려 노력하였다.

기존 연구에서는 단일 소음 원인에 대한 단일 상황을 중심으로 치과 소음의 특성을 분석하고 이를 토대로 진료실 내의 환경을 예측하는 방식이 주로 사용되었다. 그러나 소음의 원인이 아닌 소음의 피노출자를 중심으로 소음 환경을 파악하기 위해서는 진료실의 소음환경을 녹음으로 재현하는 것이 중요하므로 실제 진료환경과 동일한 상태에서 진료가 진행되는 과정을 데이터로 담아내야 하는 것이다. 이 점에서 이번 연구가 한국의 소아치과 의사의 작업환경에 대한 소음 특성을 분석하는 데 밑거름이 될 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

이번 연구에서는 피실험자와 실험장소 및 녹음 위치를 일정하게 유지하여 측정데이터의 일관성을 유지하는 데에는 성공하였으나 오히려 다양한 소아치과 진료실의 특성을 대변할 수 없기에 낮은 대표성을 갖는다. 대다수의 소아치과 진료실이 격리된 공간의 모습이지만, 개방된 공간에서 다수의 유니트 체어를 사용하는 진료실에서부터 방음설계된 격리된 공간까지 다양한 소아치과 진료실의 형태가 있을 수 있으므로 데이터의 객관성을 위해서는 여러 형태의 실험 장소를 포함하는 실험설계가 추후 연구에서는 고려되어야 한다. 또한 녹음 장소와 시간에 대한 통제만 이루어져 Frankel grade와 치료술식의 각 군의 표본 수의 통제가 이루어지지 않았는데 이로 인해 군 간 비교의 한계가 있다고 판단할 수 있다. 향후 추가적인 연구에서는 실험 장소의 다양성을 반영하고 환자의 변수가 통제된 실험설계로 보완이 되어야 할 것이다.

소아치과 진료 특성 상 학령기 아동의 학사일정에 따라 주된 내원 시기가 달라지는데, 방학기간 중에는 오전에 내원이 용이할 것이며 학기중에 비해 일일 환자수가 증가될 것으로 추측할 수 있다. 이 연구에서는 방학기간에 해당하는 1, 2, 8월이 아닌 9, 10월에 진행했기 때문에 모든 경우의 진료 환경을 반영했다고 보기 어렵다. 그러나 1년 중, 학기중에 해당하는 기간이 방학기간보다 길기 때문에 가장 높은 빈도로 마주하는 환경을 조사하기 위하여 학기중의 환경을 선택하였다. 또한 추후 연구에서는 연령에 따른 소음 수준을 평가하여 학령기전 아동과 학령기

아동 간의 소음수준의 차이를 알아봄으로써 방학기간과 학기중의 소음환경의 차이를 유추할 수 있을 것으로 기대한다. 또한 실험 진행 중 보호자의 스마트폰을 통해 영상을 시청하는 것을 허용하였는데 주로 화면이 소아치과의사의 전면에 환아의 시야 안에 존재하게 되어 이로 인해 발생하는 소음도 상당부분 차지했다고 생각한다. 이에 대한 영향을 알아보기 위해 영상시청에 대한 부분도 통제하거나 시청 유무에 따른 차이를 보완한다면 더 객관적인 지표가 될 수 있을 것이다.

소아치과의사는 진료의 주체로서 진료실에서의 소음환경 개선을 위해 노력해야 한다. 철저한 기구관리를 통해 치아 삭제시에 치면과 기구 내부에서 마찰력에 의해 발생하는 소음을 최소화해야 하며 진료 중 연조직 흡인으로 인한 소음 발생을 막고자 러버덤을 이용한 격리를 해야 한다. 환아로부터 발생하는 소음을 줄이기 위해서는 행동조절과 국소마취를 통해 공포심과 통증 유발을 최소화할 필요가 있다. 소음의 원인을 조절하는 것과 더불어 소음의 발생 후 진료실의 구조물에 반사되는 소음의 통제도 필요하다. 흡음이 잘되는 재료를 활용하여 격리된 진료실을 구비할 경우 소리가 울리는 현상을 줄일 수 있다. 진료에 심각한 방해가 일어나는 수준의 소음이라면 의료진 또는 환자가 차음을 위한 장비를 장착하는 것을 고려할 수 있으나 이는 서로의 의사소통에 방해가 될 수 있어 사용에 신중해야 한다.

세계보건기구는 중환자실의 야간 배경소음을 평균 30 - 40 dBA으로[39] 미국 OSHA는 병원 내 배경소음을 45 dB으로[32] 규정하고 있다. 또한 미국 OSHA는 근로자의 청력손상을 방지하기 위해 작업장 내 소음수준 감시, 노동자의 정기적 청력검사, 노동자의 청력 예방 교육, 노동자의 청력 보호기구 사용, 소음측정 장비 검사의 다섯가지를 시행하도록 요구하며 미국 NIOSH에서는 성공적인 직업적 청력 손상 예방 프로그램을 위해 소음 노출 정도 감시, 장비 관리, 청력 평가, 청력 보호장치의 사용, 교육 및 동기화, 기록 보관, 프로그램 평가, 프로그램 감시의 여덟개 요소를 제시하였다[7]. 그러나 치과진료실은 작업장, 주거지, 학교, 병원 모두와 구분되는 특성이 있고 작업장 내 소음 기준, 환경 소음 기준 모두 치과진료실의 적절한 기준이 되기 어려워 실제로 소음에 대한 규제가 행해지기 어려운 실정이다. 또한 현재 다수의 치과 소음 연구에 활용되는 미국 OSHA, 미국 NIOSH, KOSHA의 기준은 건설현장 등의 작업장의 근로자에게 주로 적용되는 사항으로 병원 내의 상황에 맞게 제시된 기준이 아니다. 이를 바탕으로 치과진료실을 평가하게 되면 실제 치과 종사자에 대한 보호의 당위성이 저평가될 수 있으므로 하루빨리 의료진을 대상으로 하는 기준이 수립되어야 할 것이다.

## V. 결 론

소아치과 전문의의 진료환경에서 발생하는 소음의 수준 및 특성을 알아보고자 이 연구에서는 KOSHA의 작업장 내 소음수준 측정 기준에 따라 16일 간 녹음을 진행하였다. 환아가 지르는 비명소리는 120 dBA 이상, 치과용 핸드피스 소리는 85 dBA 이상으로 미국 OSHA, 미국 NIOSH가 제시한 소음기준을 상회하는 수준이었으나 노출빈도에 비해 총 노출시간은 일일 1시간이 넘지 않았기 때문에 8시간-가중평균소음수준과 누적소음노출량은 평균 49.33 dBA, 0.49%으로 허용 한계인 85 dBA, 100%에 미치지 못했다. 술식 별 환자 당 최대 소음 수준을 비교하였을 때는 치수치료 군에서 가장 높고 구강검진 군에서 가장 낮은 값을 보였다. Frankel grade를 비교하였을 때는 1군에서 가장 높고 4군에서 가장 낮았다. 술식별 비교시 Frankel grade를 3, 4로 제한하고 Frankel grade 비교시 술식을 수복치료, 치수치료, 구강소수술로 한정하였을 때의 결과에 따르면, 환아 협조도가 양호하여도 치과용 핸드피스 소리나 침습적인 과정으로 인해 일정 수준 이상의 소음이 발생하는 것으로 조사되었다.

KOSHA가 제시한 청력 보호 기준에 미치지 않는 소음수준이라 하더라도 단시간의 고강도의 소음은 일시적인 청력변화 및 의료진의 대화를 방해하여 결과적으로는 치료의 질이 하락하게 된다. 진료실 내의 소음환경 개선을 통해 치과치료의 질을 향상시키기 위해 의료진은 의료장비의 충분한 세척, 소독을 통해 윤활작용이 원활하게 일어나도록 해야 하며 리버댐의 적극적인 사용을 통해 연조직 흡인으로 인한 소음 발생을 방지해야 한다. 또한 소아치과 진료실에 걸맞은 기준을 수립하여 이를 바탕으로 청력 보호 프로그램이 개발되어야 한다.

## Authors' Information

Hyeonmin Cho <https://orcid.org/0000-0002-8743-7138>  
 Ik-Hwan Kim <https://orcid.org/0000-0003-4444-532X>  
 Seunghyun Cho <https://orcid.org/0000-0001-7341-8940>  
 Je Seon Song <https://orcid.org/0000-0001-8620-5629>  
 Jaeho Lee <https://orcid.org/0000-0002-1556-3485>

## References

1. Doopedia : noise. Available from URL: [https://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?\\_method=view&MAS\\_IDX=101013000711046](https://www.doopedia.co.kr/doopedia/master/master.do?_method=view&MAS_IDX=101013000711046) (Accessed on January 14, 2021).
2. Otorhinolaryngology-head and neck surgery : Korean

- Society of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery. Koonja publications, Seoul, 617-619, 2018.
3. Millar JD : Screening and monitoring: tools for prevention. *J Occup Med*, 28:544-546, 1986.
4. National Institute on Deafness and other Communication Disorder : Noise-Induced Hearing Loss. Available from URL: <http://www.nidcd.nih.gov/health/hearing/pages/noise.aspx> (Accessed on January 14, 2021).
5. Occupational Safety and Health Agency : Occupational noise exposure. Available from URL: <https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95> (Accessed on January 14, 2021).
6. National Institute of Occupational Safety and Health : Occupational Noise Exposure. Available from URL: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/default.html> (Accessed on January 14, 2021).
7. Kwon B, Lee Jh, Kim S, Jeong TS : The assessment of noise in the pediatric dental clinics. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 39:267-272, 2012.
8. Jadid K, Klein U, Meinke D : Assessment of noise exposures in a pediatric dentistry residency clinic. *Pediatr Dent*, 33: 343-348, 2011.
9. Merrell HB, Claggett K : Noise pollution and hearing loss in the dental office. *Dent Assist J*, 61:6-9, 1992.
10. Alabdulwahhab BM, Alduraiby RI, Saleh S, et al. : Hearing loss and its association with occupational noise exposure among Saudi dentists: a cross-sectional study. *BDJ Open*, 2:16006, 2016.
11. Muppa R, Bhupatiraju P, Panthul P, et al. : Comparison of anxiety levels associated with noise in the dental clinic among children of age group 6-15 years. *Noise Health*, 15: 190-193, 2013.
12. Elmehdi HM : Assessing acoustic noise levels in dental clinics and its link to dental anxiety and fear among UAE population. *Compress Air*, 87:14, 2010.
13. Konkani A, Oakley B : Noise in hospital intensive care units-a critical review of a critical topic. *J Crit Care*, 27:522. e521-529, 2012.
14. Korea Ministry of Labor and Employment : Rules on Occupational Safety and Health Standards. Available from URL: <https://law.go.kr/LSW/lsSc.do?section=&menuld=1&subMenuld=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%EC%82%B0%EC%97%85%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EC%A4%80%EC%97%90+%EA%B4%80%ED%95%9C+%EA%B7%9C%EC%B9%99#und>

- efined (Accessed on January 14, 2021).
15. Korea Ministry of Labor and Employment : Notification on work environment measurement and quality control, etc. Available from URL: <https://law.go.kr/admRulSc.do?menuId=5&subMenuId=41&tabMenuId=183&query=%EC%9E%91%EC%97%85%ED%99%98%EA%B2%BD#liBgcolor1> (Accessed on January 14, 2021).
  16. Shim H : Noise-Induced Hearing Loss. *Hanyang Med Rev*, 35:84-91, 2015.
  17. Phaneuf R, Hetu R : An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *J Otolaryngol*, 19:31-40, 1990.
  18. Eurofound : Sixth European working conditions survey: 2015. Available from URL: <https://www.eurofound.europa.eu/surveys/european-working-conditions-surveys/sixth-european-working-conditions-survey-2015> (Accessed on January 14, 2021).
  19. Kim K : Noise induced hearing loss in Korea. *Audiol Speech Res*, 12:S17-S20, 2016.
  20. Garner G, Federman J, Johnson A : Noise induced hearing loss in the dental environment: An audiologist's perspective. *J Georgia Dent Assoc*, 15:9-17, 2002.
  21. Von Krammer R : High speed equipment and dentists' health. *J Prosthet Dent*, 19:46-50, 1968.
  22. Kilpatrick HC : Decibel ratings of dental office sounds. *J Prosthet Dent*, 45:175-178, 1981.
  23. Mo S, Kang J, Shin Y, et al. : Effect of Noise Cancelling Devices on Dental Handpieces Using Ear Model. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 47:62-69, 2020.
  24. Lehto TU, Laurikainen ET, Johansson R, et al. : Hearing of dentists in the long run: a 15-year follow-up study. *Community Dent Oral Epidemiol*, 17:207-211, 1989.
  25. Wilson JD, Darby ML, Tolle SL, Sever JC Jr : Effects of occupational ultrasonic noise exposure on hearing of dental hygienists: a pilot study. *J Dent Hyg*, 76:262-269, 2002.
  26. Jokitulppo J : Estimated leisure-time noise exposure and hearing symptoms in a finish urban adult population. *Noise Health*, 5:53-62, 2003.
  27. Coles RR, Hoare NW : Noise-induced hearing loss and the dentist. *Br Dent J*, 159:209-218, 1985.
  28. Willershausen B, Callaway A, Letzel S, et al. : Hearing assessment in dental practitioners and other academic professionals from an urban setting. *Head Face Med*, 10:1, 2014.
  29. Bahannan S, el-Hamid AA, Bahnassy A : Noise level of dental handpieces and laboratory engines. *J Prosthet Dent*, 70:356-360, 1993.
  30. Rahko AA, Karma PH, Rahko KT, Kataja MJ : High-frequency hearing of dental personnel. *Community Dent Oral Epidemiol*, 16:268-270, 1988.
  31. Man A, Neuman H, Assif D : Effect of turbine dental drill noise on dentists' hearing. *Isr J Med Sci*, 18:475-477, 1982.
  32. Prabhakar M, Abdallah Y, Hanseman D, Krishnan D : Is Noise From Suctioning Harmful to Surgeons' Hearing? *J Oral Maxillofac Surg*, 77:1346-1350, 2019.
  33. Forman-Franco B, Abramson AL, Stein T : High-speed drill noise and hearing: audiometric survey of 70 dentists. *J Am Dent Assoc*, 97:479-482, 1978.
  34. Szymanska J : Work-related noise hazards in the dental surgery. *Ann Agric Environ Med*, 7:67-70, 2000.
  35. Zubick HH, Tolentino AT, Boffa J : Hearing loss and the high speed dental handpiece. *Am J Public Health*, 70:633-635, 1980.
  36. Lee D, Yu J, Han W : Evaluation and analysis of awareness in noise-induced hearing loss using survey. *J Acoust Soc Korea*, 34:274-281, 2015.
  37. Rapp GW : Some physiologic responses to high-speed handpiece noises. *Dent Dig*, 77:136-140, 1971.
  38. Recio A, Linares C, Banegas JR, Díaz J : Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: An integrative model of biological mechanisms. *Environ Res*, 146:359-370, 2016.
  39. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH, World Health Organization : Guidelines for community noise. 1999.

국문초록

## 소아치과의사의 치과 소음 환경에 대한 평가

조현민<sup>1</sup> · 김익환<sup>1</sup> · 조승현<sup>2</sup> · 송제선<sup>1</sup> · 이제호<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 연세대학교 치과대학 소아치과학교실

<sup>2</sup> 부산대학교 치의학전문대학원

소음은 불쾌감과 신체적 변화를 일으키는 원치 않는 소리로 정의된다. 이 연구는 진료실 환경에서 발생하는 소음의 강도를 평가하고 소아치과의사의 소음환경을 조사하기 위해 시행되었다. 사람의 양측 귀 형태를 재현한 마이크와 휴대용 소음계를 활용하여 소음을 녹음하고 소음의 강도를 계산하였다.

한국 고용노동부 산하 안전보건공단의 소음 측정 규정에 따라 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 16일 간 시행한 결과 8시간-가 중평균소음수준은 최고 58.54 dBA, 최저 33.97 dBA, 평균 49.33 dBA로 측정되었으며 누적소음노출량은 최고 1.28%, 최저 0.04%, 평균 0.49%로 측정되었다. 이는 한국 안전보건공단의 기준치인 85 dBA에 미치지 못하는 값이다. 협조도와 술식에 따른 환자별 최고 소음수준을 비교하였을 때 치수치료 군과 Frankel grade 1등급 군이 가장 높았다.

소아치과의사의 소음환경은 한국 안전보건공단이 제시한 근로자의 작업환경 기준에는 미치지 못했지만 소아치과 진료실의 환경을 고려한 새로운 기준을 마련하여 소음 환경을 재평가할 필요가 있다.