

# 치과 의료 환경에서 발생하는 소음에 대한 주관적 평가 및 노이즈 캔슬링 이어폰의 차음 효과 비교

이민아<sup>1</sup>, 김익환<sup>2</sup>, 이태양<sup>1</sup>, 박원서<sup>3</sup>, 송제선<sup>1</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 치과대학 소아치과학교실, <sup>2</sup>연세대학교 치과대학병원 소아치과,

<sup>3</sup>연세대학교 치과대학 통합치의학과

간추린 제목 : 치과 소음에 대한 주관적 평가 및 노이즈 캔슬링 이어폰의 효과 비교


## ORCID ID

Minah Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-9533-6361>

Ik-Hwan Kim,  <https://orcid.org/0000-0003-4444-532X>

Taeyang Lee,  <https://orcid.org/0000-0002-2189-7692>

Wonse Park,  <https://orcid.org/0000-0002-2081-1156>

Je Seon Song,  <https://orcid.org/0000-0001-8620-5629>

## ABSTRACT

### Subjective evaluation of noise generated in a dental environment and comparison of sound insulation effects of noise cancelling earphones

Minah Lee<sup>1</sup>, Ik-Hwan Kim<sup>2</sup>, Taeyang Lee<sup>1</sup>, Wonse Park<sup>3</sup>, Je Seon Song<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Department of Pediatric Dentistry, Yonsei University Dental Hospital, Seoul, Korea

<sup>3</sup>Department of Advanced General Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

Running title : Subjective evaluation of dental noise and comparison of effects of noise cancelling earphones

**Purpose:** Various devices such as dental handpieces, ultrasonic scalers, and aspirators exist in the dental clinic, and they generate noise with high decibel levels in a complex way. Through this study, we survey the discomfort and hearing changes on patients and dental staff, and compare and analyze the sound insulation effect of each noise cancelling product for various noises.

**Materials and Methods:** This study is a multi-faceted evaluation of noise generated in the dental treatment. First, patients and dental staffs were surveyed through the Gallup Korea Research Institute. Afterwards, subjective evaluations of various noise cancelling earphones for dental noises were conducted by VAS scales.

**Results:** In this study, more than 50% of patients, dentists, and dental hygienists feel uncomfortable about dental noise, and more than 70% of the respondents say that they had interrupted in communication due to noise. In both the dentist and non-dentist groups, when noise-cancelling earphones were used for high-speed and low-speed handpieces and suction noise, a decrease in VAS value was confirmed. Regarding the scaler noise, the increase or decrease of the VAS value was different depending on the products.

**Conclusion:** The results of this study indicate that noise generated in a dental treatment can cause emotional discomfort to both patients and dental staff, and both are aware of the possibility of hearing impairment. And it is necessary to consider the sound isolation device optimized for each noise.

**Key words :** Dental noise, survey, VAS, noise reduction, noise cancelling earphone

## Corresponding Author

Je Seon Song, DDS, MSD, PhD, Professor

Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul, 03722, Korea

Tel : +82-2-2228-3176 / Fax : +82-2-392-7420 / E-mail : songjs@yuhs.ac

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by a research program named "Verification of digital healthcare system for tele-oral hygiene management and dental care environment change" funded by the Ministry of Health and Welfare of the Republic of Korea with grant no.HI20C1055.

## I. 서론

소음은 '원하지 않는 소리'를 의미하며, 1999년 세계보건기구(World Health Organization, WHO)는 '장비 등에서 발생하는 원하지 않는 전파와 같은 유용한 주파수 대역 내의 부당한 방해'라고 정의하였다<sup>1)</sup>.

치과 진료실 내에는 치과용 핸드피스, 초음파 스케일러, 흡인기 등 여러 장비들이 존재하며 복합적으로 고주파의 소음을 발생시키게 된다. 치과 진료실 내의 이러한 독특한 소음은 환자로 하여금 불편감과 공포심을 유발시킬 수 있다. Mak 등(2017)<sup>2)</sup>은 홍콩에서 20-30대 대학생들을 대상으로 설문한 연구에서 치과 장비의 소리가 치과 공포감을 유발하는 가장 주요한 요소였다고 하였으며, Yousuf 등(2014)<sup>3)</sup>은 치과의 소음은 환자가 치과를 방문하는 것에 대한 두려움에 직접적인 영향을 미칠 수 있다고 평가하였으며, 환자가 치과 방문을 편안하게 생각하도록 하기 위해서는 치과 소음의 조절이 필요하다고 지적했다. 청력이 민감한 어린 연령의 환자일수록 이러한 경향성이 뚜렷하였는데, Muppa 등(2013)<sup>4)</sup>의 연구에서 12 - 15세에서 21%, 6 - 11세에서 38%가 치과 소음을 치과에 대한 불안을 야기하는 가장 큰 불편 요소로 꼽았다.

치과에서 발생하는 소음은 일상적으로 노출되는 치과 의료진에게도 영향을 미친다. WHO는 2004년 직업상의 소음 노출로 인한 청력 손실의 위험성에 대해 평가한 가이드를 발표한 바 있으며, 근무 공간에서 85dBA 이상의 소음이 일정 시간 이상 발생할 경우 직업상 소음에 노출되었다고 정의하였다<sup>5)</sup>. 선행연구에서 치과용 핸드피스의 평균 소음수준은 75 dB(6), 76.4 - 78.9 dB(7), 82-88 dB(8) 정도로 측정되었고, 치아 삭제 시에는 치질과 절삭 기구 간의 마찰력으로 인해 약 6 dB 정도 소음이 증가하는 양상을 보였다<sup>7)</sup>. 이러한 연구 결과들은 근무 중 치과의사 및 치과에서 근무하는 보조 인력들이 높은 데시벨의 소음에 일상적으로 노출됨을 의미한다.

직업성 소음(occupational noise)에 장시간 노출될 경우 개인의 건강에 영향을 미칠 수 있다. 수면 부족, 고혈압, 불편감 유발 및 사회심리학적 문제를 고려할 수 있으나, 가장 직접적인 영향을 받는 것은 청력으로 청력 손상의 가능성이 높아진다. 청력 저하는 청력 평가를 통해 나타난 청력 역치의 증가로, 양측 귀에서 2, 3 및 4kHz의 소음에 대해 평균 10 dB 이상의 청력 역치 변화가 나타났을 때를 의미한다. 1974년 미국 치과의사 협회 (ADA)는 고주파 핸드피스의 빈번한 사용이 청력 손상을 유발할 수 있음을 인정했으며, 이후로도 핸드피스 장비의 고강도 소음으로 인한 치과 의료진의 청력 손상 가능성에 대한 연구는 계속 이루어졌다. 치과의사와 의사 대조군 간 청력을 비교한 연구에서는 치과의사 군에서 청력이 약간 더 손상되어 있으며 3kHz 및 4 kHz 주파수에서 유의한 차이를 보였고<sup>9)</sup>, 치과의사들을 대상으로 소음성 난청을 평가한 연구에서는 실제 치과의사 중 7 - 16%가 소음성 난청의 증상을 보였다<sup>10)</sup>.

그러나 이러한 직업적 영향 이외에도 최근 소음성 난청에 대한 새로운 견해가 대두되고 있다. 소음은 '새로운 간접 흡연 (New secondhand smoke)'으로 불린다. 미국질병통제예방센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)가 2017년 발표한 비직업성 소음 노출의 영향에 대한 연구에 따르면, 20 - 69세의 미국 성인의 24%가 소음으로 인한 청력 저하를 경험하였으며, 소음으로 인해 청력 상실이 있는 사람들의 53%는 심각한 직업성 소음의 노출이 없었다고 보고했다<sup>11)</sup>. 간접흡연과 마찬가지로 일상 생활에서 원하지 않는 소음은 불편감을 유발할 뿐만 아니라 건강에 위협이 될 수 있다. 소음 노출 이후 희미한 소리(muffled sound) 혹은 이명의 모든 증상은 영구적인 청력 손상을 나타내며, 큰 소음은 유모 세포(cochlear hair cell)와 청신경(auditory nerve) 사이의 시냅스를 손상시켜 와우 시냅스 병증(cochlear synaptopathy)을 유발한다. 와우 시냅스 병증은 히든 난청

(hidden hearing loss, HHL)라고도 불리우며, 임상에서 실시하는 일반적인 청력 검사 방법으로는 발견하기 어렵다<sup>12,13</sup>. 중년의 성인들이 청력 검사 상으로는 정상 소견을 보이나 대화 중 상대방의 말을 잘 알아듣지 못할 때 HHL을 의심할 수 있다.

2021년 WHO는 전세계 12 - 35세의 청소년 및 청년들 중 절반에 해당하는 11억 명이 소음성 난청 위험에 직면해 있다고 발표하였다. 이어폰 사용의 증가와 함께 소음성 난청의 발생 연령이 낮아졌으며, 직업적인 발생 이외에 생활 습관에서 기인한 질병의 유병률이 급진적으로 증가하였다. 난청은 비가역적인 청력의 변화로, 의료적인 치료 증상의 완화가 어려워 보다 적극적인 예방이 중요하다. 과거 80dB 이상의 소음에 장시간 노출되어 소음성 난청의 고위험군으로 지목되는 직업 중 대표적인 것은 항공기 승무원이었는데, 1989년 BOSE 사는 항공기 승무원들을 위해 액티브 노이즈 캔슬링(Active Noise Cancellation, ANC) 기술을 도입한 노이즈 캔슬링 헤드폰을 출시하였다. 이후 기술의 발달과 함께 헤드폰에서 현재의 무선 이어폰에 이르렀으며, 노이즈 캔슬링 기술도 점차 상용화되어 노이즈 캔슬링 이어폰이 현재처럼 대중화되었다. WHO는 소음성 난청의 주요한 원인으로 '높은 이어폰 볼륨'을 언급하며, 이어폰 사용시에는 낮은 볼륨을 유지할 것과, 일반 이어폰이나 헤드폰 사용보다는 노이즈 캔슬링 기능이 탑재된 이어폰이나 헤드폰을 사용할 것을 권장하였다.

치과 의료진과 환자 모두가 쾌적한 환경에서 의료 행위를 수행하고 제공하기 위해서는 진료실 내에서 발생하는 소음으로 불편감을 줄일 수 있는 방안을 모색하려는 노력이 필요하다. 치과에서 발생하는 소음 수준을 측정하거나 치과 의료진의 청력 손상 여부를 확인한 연구는 과거 여러 차례 이루어진 바 있으나, 치과 진료실에서 발생하는 소음에 대한 치과 의료진과 환자의 주관적인 인식에 대해 고찰한 연구는 드물었다. 이 연구를 통해 치과에서 발생하

는 소음이 환자 및 치과 의료진에게 미치는 불편감 및 청력 변화에 대해 설문하여 보았으며, 다양한 소음에 대해 시중에 판매되는 노이즈 캔슬링 제품들을 사용하여 각각의 차음 효과를 비교 분석해보고자 한다.

## II. 대상 및 방법

이 연구는 치과 의료 환경 내에서 발생하는 소음에 대한 다면 평가로, 먼저 한국궐립조사연구소를 통하여 환자와 의료진에게 미치는 영향에 대한 조사를 시행하였으며, 이후 모집된 연구 대상자들에 대해 치과 진료 환경에서 빈번하게 발생하는 소음들에 대한 여러 차음 기기들의 주관적 비교 평가를 시행하였다. 이 연구는 연세대학교 치과대학병원 임상 연구 윤리 위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인 하에 시행되었다(IRB No: 2-2020-0058, 2-2020-0107)

### 1. 연구 대상

한국궐립조사연구소를 통하여 치과 소음이 환자와 의료진에 미치는 영향에 대해 조사하였으며, 조사는 2020년 11월 구조화된 질문지를 이용하여 시행하였다. 연구 대상자는 랜덤 추출 방식을 통해 선정한 치과 의사 75명, 치과 보조인력 75명 성인 환자 75명을 대상으로 하였다. 치과 의사 및 치과 보조 인력은 현재 치과 의료에 종사하고 있는 자만 포함하였고, 성인 환자 75명은 지난 1년간 치과 의원 또는 치과 병원을 방문한 환자 중 수복, 치주, 보철, 스케일링, 임플란트, 발치 치료 중 한 개 이상의 치료 경험이 있는 성인 남녀를 포함하였다.

치과 소음에 대한 차음 기기의 주관적 비교 평가는 격리된 진료실을 활용하여 2021년 5월부터 2021년 9월까지 구조화된 질문지를 이용하여 시행하였다. 연구 대상자는

연구 참여에 동의한 치과의사 25명, 일반 대조군 25명을 대상으로 하였으며, 치과의사는 현재 치과 의료에 종사하고 있으며, 하루 6시간 이상 소음에 노출되는 자, 청력과 관련된 전신질환이 없는 자를 대상으로 하였다.

## 2. 연구 방법

### 1) 진료실 내 소음과 치과 의료진과 환자의 청력에 대한 설문조사

조사 및 수집은 한국궤립조사연구소에 의뢰하여 2020년 11월 시행하였으며, 사전에 훈련받은 조사원이 구조화된 질문지를 온라인을 통해 발송 및 취합하였다. 연구대상자의 일반적 특징과 사회경제적 요인은 연령, 성별, 전신질환의 유무, 직업적인 소음 노출 빈도 및 시간을 조사하였다. 설문지는 치과 진료시 느끼는 소음에 대한 불쾌감

및 공포감, 청력 이상에 관련된 주관적인 증상 경험 유무, 치과 진료 후 난청 혹은 이명 증상 경험의 주관적인 평가를 위한 항목으로 구성되었다. 답변들은 5점 리커트 척도 (Likert Scale)를 이용하여 표시하였으며, 설문 답변을 바탕으로 환자와 의료진 사이 비교를 시행하였다.

### 2) 진료실 내 소음에 대한 차음 장비의 주관적 비교 평가

#### (1) 치과용 의료기기의 소리 녹음

설문 응답자 각각에게 일정한 치과 소음 환경을 조성하기 위해 녹음된 치과 소음을 활용하였다. 녹음기는 사람의 양쪽 귀의 모양과 위치를 구현한 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 압축 방식을 사용하여 저

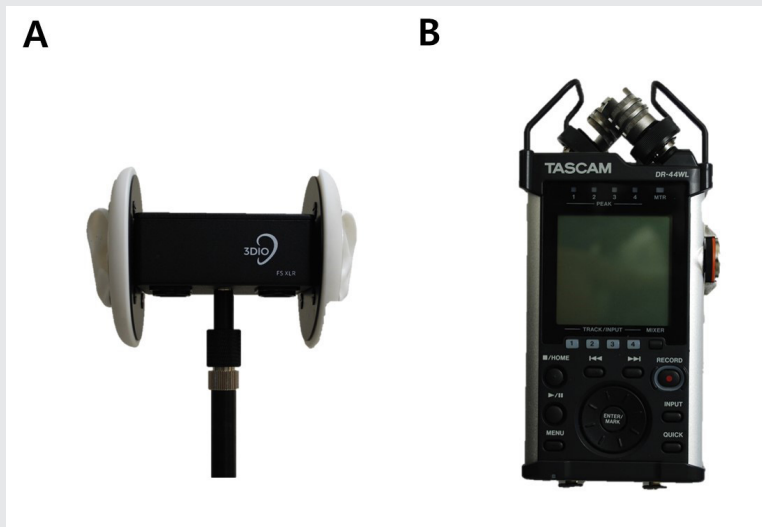


Figure 1. Equipment for recording noise in the dental clinic (A) The 3-DIO free space binaural microphone (3DIO, Vancouver, Canada), (B) Tascam DR44WL (Tascam, Santa Fe springs, USA)

장하였다.

진료에 사용된 치과용 핸드피스 는 GENTLEmini LUX 5000B (Kavo, Algan, Germany) 및 INTRAmatic 20CN (Kavo, Algan, Germany)를 사용하였으며 유니트 체어는 A-dec 300 (A-dec, Newberg, USA)을 사용하였다. 치과 진료실에서 빈번하게 발생하는 저속 핸드피스, 고속 핸드피스, 석션, 스케일러 총 4가지 소음을 녹음하였다. 술자의 귀와 환자의 구강까지의 직선 거리를 측정하였을 때 평균적으로 40 cm였으며, 이를 고려하여 녹음기는 지면에서 1m 높이, 핸드피스 등 소음 발생 치과 기구로부터 40 cm거리에서 녹음을 시행하였다.

동일한 진료실에서 각 소음에 대해 원음 및 시판되고 있는 4가지 노이즈 캔슬링 이어폰(Noise cancelling earphone)를 이용하여 차음한 소음을 순서대로 녹음하였으며, 녹음 행위는 연세대학교 치과대학병원 소아치과의 격리된 외래 진료실을 활용하여 시행하였다. 노이즈 캔슬

링 이어폰은 All talk (all talk ANC, Suhyuntech, Korea) (Fig. 2A), Airpod (AirPods Pro, Apple, USA) (Fig. 2B), QC30 (QuietControl 30, Bose, USA) (Fig. 2C), Quiet on (QuietOn dental, QuietOn, Finland) (Fig. 2D) 로 총 네 가지를 사용하였다. 노이즈 캔슬링 이어폰 중 가장 보편적으로 알려져 있는 회사(Apple, Bose)의 제품 두 가지와 치과 진료 환경에서의 소음 저감을 위해 전용으로 개발된 제품 두 가지(All talk, Quiet on)를 실험군으로 선정하였다. 각 이어폰. 각 이어폰은 NC1(All talk), NC2(Airpod), NC3(QC30), NC4(Quiet on)으로 지칭하였다. 사람의 귀 모양을 재현한 녹음기를 활용하여 치과용 장비들의 소리를 환자와 술자의 위치에서 녹음한 후, 네 종류의 노이즈 캔슬링 이어폰을 사람의 귀와 같은 방식으로 장착하여 차음된 상태의 소리를 녹음하였다.



Figure 2. Noise Cancelling Earphones (A) All talk (all talk ANC, Suhyuntech, Korea), (B) Airpod (AirPods Pro, Apple, USA), (C) QC30 (QuietControl 30, Bose, USA), (D) Quiet on (QuietOn dental, QuietOn, Finland)



## (2) 녹음된 파일의 청음 및 Visual analogue scale (VAS) 평가

질문지는 장당 저속 핸드피스, 고속 핸드피스, 석션, 스케일러 중 한 가지 소리에 해당하는 원음 및 4가지 차음된 소리를 순서대로 듣고 VAS 값을 표시할 수 있도록 구성하였다. 소음의 청음은 독립된 공간에서 MP3 파일을 노이즈 캔슬링 헤드폰(Noise cancelling headphone) 중 ATH-M40X (Audio-Technica, Korea)를 사용하여 청음하도록 하였다. 모든 연구 참가자는 동일한 공간에서 동일한 음량 하에 소리를 청음하였다.

소음에 대해 시끄럽거나 불편하게 느껴지는 정도를 visual analogue scale (VAS) 을 이용하여 표시하도록 하였고, 소음에 대한 예민함 (sensitivity)로 정의하였다. 예민한 정도를 조사하는 척도에서 양 극단을 “매우 조용하다” / “매우 시끄럽다”로 표기하였다. 연구 참가자는 10 cm 거리의 직선 상에 수직선을 그어 소리에 대해 느끼는 정도를 나타내었다.

## 3. 통계 분석

대상자의 특성을 확인하고 각 질문에 대한 응답 분포를 살펴보았다. 빈도 분석과 기술 통계를 시행하였으며, 치과 소음에 대한 불편감과 청력 이상 증상 및 청력 보호 경험에 관한 질문들의 응답에 대한 군별의 비교는 피셔 검정 (Fisher's exact test) 및 카이 제곱 검정 (Chi-square test) 을 통해 이루어졌다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics ver. 26.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 을 이용하였다. VAS 평가를 이용한 고속 핸드피스, 저속 핸드피스, 석션, 스케일러 소음의 분석 및 노이즈 캔슬링 이어폰을 활용한 연구에서 각 군별 평균 VAS 값의 비교는 비모수적 검정 방식인 Kruskal-Wallis test로 시행하였으며, Mann-Whitney test로 사후 검정을 시행하였다.

## III. 결과

### 1. 진료실 내 소음과 치과 의료진과 환자의 청력에 대한 설문조사

#### 1) 응답자들의 일반적 특성

치과 진료실에 내원한 환자 군, 치과의사 군, 치과 보조인력 군 세 군을 비교하였을 때, 성별, 연령, 전신 병력 유무를 비교하였다 (Table 1). 환자 군에서 남, 녀 비율은 각각 44명(58.7%), 31명(41.3%)로 큰 차이를 보이지 않았으나, 치과의사 군에서는 남성의 비율이 56명(74.7%)으로 높게 나타났고, 보조인력 군에서는 여성의 비율이 69명(92.0%)으로 여성의 높게 나타났다. 환자 군에서는 30대(30.7%) 환자의 비율이 가장 높게 나타났고, 치과의사 군에서는 40대(48.0%), 치과 보조인력 군에서는 20대(41.3%), 30대(41.3%)의 비율이 가장 높았다. 세 군 중 전신질환이 있다고 응답한 비율은 22명(29.3%)으로 환자 군에서 가장 높게 나타났다.

근무 환경 중 일반적인 소음 노출 시간을 비교했을 때, 환자 군에서는 5시간 이상 노출되는 비율이 18명(24.0%)로 과반수 이하였으나, 치과 진료실 내에서 근무하는 치과의사 군, 보조인력 군에서는 5시간 이상 노출되는 비율이 51명(68.0%), 50명(66.7%)로 다수를 차지하였다.

#### 2) 치과 소음에 대한 주관적 평가

치과 진료 시 발생하는 소음으로 인한 불편감에 대해 각 군은 Table 2와 같이 응답하였다. 치과에서 발생하는 소음이 불편감을 유발하는 지에 대해 환자 군은 33명(44%), 11명(14.6%)이 각각 그렇다, 매우 그렇다라고 응답하였다. 같은 질문에 대하여 치과의사 군은 29명(38.7%), 9명(12.0%), 보조인력 군에서는 26명(34.7%), 10명(13.3%)이 그렇다, 매우 그렇다라고 답하였으며, 치과 의료진의 전체 응답자 중 절반 정도가 불편감을 느끼고 있는 것으로

Table 1. General characteristics according to gender, age, systemic disease, noise exposure time by occupation

		Patient (N=75)	Dentist (N=75)	Assistant (N=75)
		N (%)	N (%)	N (%)
Gender	Male	44 (58.7)	56 (74.7)	6 (8.0)
	Female	31 (41.3)	19 (25.3)	69 (92.0)
Age	20-29	15 (20.0)	13 (17.3)	31 (41.3)
	30-39	23 (30.7)	15 (20.0)	31 (41.3)
	40-49	19 (25.3)	36 (48.0)	13 (17.3)
	50-59	8 (10.7)	11 (14.7)	0 (0.0)
	≥60	10 (13.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
Systemic disease	Yes	22 (29.3)	13 (17.3)	3 (4.0)
	No	53 (70.7)	62 (82.7)	72 (96.0)
Noise exposure time	0-5	57 (76.0)	24 (32.0)	25 (33.3)
	>5	18 (24.0)	51 (68.0)	50 (66.7)

나타났다. 또한 환자, 치과의사, 보조인력 각 군에서 58명(77.3%), 58명(77.3%), 64명(85.4%)이 치과 소음으로 인해 의사 소통에 방해를 받은 경험이 있다고 응답하였다. 반면, 치과 진료실 내에서 소음으로 인해 어지러움이나 귀에서 통증을 느꼈던 경험에 대해서는 각 군에서 10명(13.3%), 26명(34.7%), 25명(33.3%)만 경험이 있다고 응답하였다. 각 군의 응답 비율 간 통계적으로 유의할 만한 차이를 보이지는 않았다.

### 3) 치과 소음으로 인한 청력 손상 유병률 및 청력 보호의 필요성

치과 진료 이후 청력 이상 경험에 대해 환자 군에서는 그렇지 않다고 응답한 비율이 32명(42.7%)으로 가장 높았으며, 치과의사 군과 보조인력 군에서는 보통이라고 응답한 응답자가 각 26명(34.7%), 26명(34.7%)로 가장 높게 나타났다. 치과 진료 이후 이명이나 난청 경험에 대해서는 세 군 모두 33명(44.0%), 31명(41.3%), 34명(46.7%)으로

그렇지 않다고 응답한 비율이 가장 높았다. 그러나 청력 보호의 필요성에 대해서는 환자, 치과의사 군에서 그렇다고 응답한 비율이 41명(54.7%), 29명(38.7%)로 가장 높게 나타났다(Table 3).

### 4) 치과 의료진에서 소음성 난청, 이명의 유병률 및 관련성 평가

환자 군을 제외하고 치과의사 및 치과 보조 인력을 포함한 치과 의료진만을 대상으로 소음성 난청, 이명의 유병률과 치과 소음의 관련성 및 청력 보호 장치 사용 유무를 조사하였다(Table 4). 업무 후 귀 피로감을 느끼는지에 대해서는 치과의사 군과 보조인력 군 모두 그렇지 않다고 응답한 군이 30명(40.0%), 32명(42.7%)로 가장 높게 나타났으나, 소음성 난청, 이명과 치과 소음과의 관련성에 대해서는 치과의사 군, 보조인력 군 모두 그렇다라고 응답한 비율이 46명(61.3%), 29명(38.7%)로 가장 높았다. 치과 진료실 내에서 청력 보호 기구를 사용한다고 응답한 비율은

Table 2. Noise-induced discomfort in dental clinic

	Patients n (%)	Dentist n (%)	Assistant n (%)	<i>p</i> -value
Dental noise is uncomfortable <sup>†</sup>				
Strongly disagree	5 (6.7)	1 (1.3)	2 (2.7)	0.220
Disagree	5 (6.7)	5 (6.7)	8 (10.7)	
Neutral	21 (28.0)	31 (41.3)	29 (38.7)	
Agree	33 (44.0)	29 (38.7)	26 (34.7)	
Strongly Agree	11 (14.6)	9 (12.0)	10 (13.3)	
Experience of communication interference due to dental noise <sup>†</sup>				
Yes	58 (77.3)	58 (77.3)	64 (85.4)	0.157
No	17 (22.7)	17 (22.7)	11 (14.6)	
Experience of noise-induced dizziness and ear pain in dental clinic <sup>†</sup>				
Yes	10 (13.3)	26 (34.7)	25 (33.3)	0.241
No	65 (86.7)	49 (65.3)	50 (66.7)	
Total	75 (100)	75 (100)	75 (100)	

<sup>†</sup> : Fisher's exact test

Table 3. Experience of hearing impairment after dental treatment and need for hearing protection

	Patients n (%)	Dentist n (%)	Assistant n (%)	<i>p</i> -value
Listening problem after dental treatment <sup>†</sup>				
Strongly disagree	28 (37.3)	15 (20.0)	2 (2.7)	0.269
Disagree	32 (42.7)	21 (28.0)	20 (26.7)	
Neutral	11 (14.7)	26 (34.7)	26 (34.7)	
Agree	4 (5.3)	12 (16.0)	25 (33.3)	
Strongly Agree	0 (0.0)	1 (1.3)	2 (2.7)	
Experience of hearing loss or ringing in ears after dental treatment <sup>†</sup>				
Strongly disagree	31 (41.3)	23 (30.7)	12 (16.0)	0.190
Disagree	33 (44.0)	31 (41.3)	34 (46.7)	
Neutral	7 (9.3)	12 (16.0)	11 (14.7)	
Agree	3 (4.0)	9 (12.0)	17 (22.7)	
Strongly Agree	1 (1.3)	0 (0.0)	1 (1.3)	
Need for consideration of hearing protection <sup>†</sup>				
Strongly disagree	2 (2.7)	6 (8.0)	2 (2.7)	0.283
Disagree	1 (1.3)	16 (21.3)	20 (26.7)	
Neutral	21 (28.0)	19 (25.3)	26 (34.7)	
Agree	41 (54.7)	29 (38.7)	25 (33.3)	
Strongly Agree	10 (13.3)	5 (6.7)	2 (2.7)	
Total	75 (100)	75 (100)	75 (100)	

<sup>†</sup> : Fisher's exact test



Table 4. Discomfort due to noise and symptoms related to hearing impairment for dentists

	Dentist n (%)	Assistant n (%)	<i>p</i> -value
Discomfort due to listening fatigue after work <sup>†</sup>			
Strongly disagree	21 (28.0)	11 (14.7)	0.173
Disagree	30 (40.0)	32 (42.7)	
Neutral	17 (22.7)	22 (29.3)	
Agree	6 (8.0)	10 (13.3)	
Strongly Agree	1 (1.3)	0 (0.0)	
Relationship between noise-induced hearing loss/tinnitus and dental noise <sup>‡</sup>			
Strongly disagree	3 (4.0)	1 (1.3)	0.206
Disagree	7 (9.3)	10 (13.3)	
Neutral	10 (13.3)	23 (30.7)	
Agree	46 (61.3)	29 (38.7)	
Strongly Agree	9 (12.0)	12 (16.0)	
Experience with equipment for protecting ears from noise <sup>†</sup>			
Yes	7 (9.3)	7 (9.3)	0.243
No	68 (90.7)	68 (90.7)	
Total	75 (100)	75 (100)	

<sup>†</sup> : Chi-squared test, <sup>‡</sup> : Fisher's exact test

각 군 당 7명(9.3%)로 유사하게 나타났다.

## 2. 진료실 내 소음에 대한 차음 장비의 주관적 비교 평가

### 1) 응답자들의 일반적 특성 및 직업 종사 기간

치과 진료실에 내원한 치과의사 군과 일반 대조군의 성별, 연령, 전신 병력 유무를 비교하였다(Table 5). 두 군에서 모두 남성의 비율이 더 높았으며, 40 - 49세의 비율이 가장 높게 나타났다. 전신질환이 있다고 응답한 비율은 각각 5명(20.0%), 4명(16.0%)이었다. 치과의사 군을 대상으로 직업 종사 기간을 추가적으로 확인하였다. 먼저 근속

기간에 대해서는 15년 이상 근속한 비율이 16명(64.0%)로 가장 높게 나타났다. 현재 근무 환경에 대한 질문에서는 일주일에 5일 근무하는 응답자가 가장 많았으며, 일당 근무 시간에 대해서는 하루에 5시간 이상 근무한다고 응답한 비율이 가장 높게 나타났다.

### 2) 노이즈 캔슬링 이어폰 활용 시 치과 소음의 주관적 차음 효과 비교

치과의사들을 대상으로 저속 핸드피스, 고속 핸드피스, 석션, 스케일러 총 네 가지의 치과 소음에 대한 노이즈 캔슬링 이어폰의 차음 효과를 비교한 값은 Table 6에 정리

Table 5. General characteristics according to gender, age, systemic disease, working years, days in a week and hours in a day of dentist group and general group

		Dentist (N=25)	General (N=25)
		N (%)	N (%)
Gender	Male	17 (68.0)	14 (56.0)
	Female	8 (32.0)	11 (44.0)
Age	30-39	7 (28.0)	6 (24.0)
	40-49	13 (52.0)	13 (52.0)
	50-59	5 (20.0)	6 (24.0)
Systemic disease	Yes	5 (20.0)	4 (16.0)
	No	20 (80.0)	21 (84.0)
Period of work years	5-10	4 (16.0)	
	10-15	5 (20.0)	
	>15	16 (64.0)	
Days in a week	4 days	1 (4.0)	
	5 days	19 (76.0)	
	6 days	5 (20.0)	
Hours in a day	3-4 hr	4 (16.0)	
	hr	5 (20.0)	
	>5 hr	16 (64.0)	

한 바와 같다. 저속 핸드피스와 석션 소리에서는 원음과 모든 노이즈 캔슬링 이어폰 사용 군에서 VAS 값이 유의미한 차이를 나타냈다. 고속 핸드피스의 소음을 비교한 값에서는 NC1군을 제외한 나머지 군들과 원음 사이에 유의미한 차이를 보였으며, NC2, NC3, NC4 군 간 통계학적 유의성은 검증되지 않았다. 동일한 분석을 스케일러 소음에 대해 적용하였을 때, 원음과 NC1, NC4 군 사이 VAS 값이 유의미한 차이를 보였으며, NC1과 NC4 군 간에는 통계학적 유의성이 없었다.

일반 대조군을 대상으로 저속 핸드피스, 고속 핸드피스, 석션, 스케일러 총 네 가지의 치과 소음에 대해 노이즈

캔슬링 이어폰의 차음 효과를 비교하였다. 치과 의사 군과 동일한 분석을 적용한 결과는 Table 7과 같다. 저속 핸드피스와 고속 핸드피스 소리에서 원음과 NC2, NC3, NC4 군을 각자 비교하였을 때 VAS 값이 유의미한 차이를 보였으며, NC2, NC3, NC4 사이에서 군 간 통계학적 유의성은 없었다. 석션 소리에 대해서는 원음과 NC1, NC2, NC3 군 각각에 대해서 군 간의 유의미한 차이가 확인되었으며, 스케일러 소리에 대해서는 NC4 군이 NC2, NC3 각 값에 대해 유의미한 차이를 나타내었으나, 다른 군 간 통계학적 유의성은 나타나지 않았다.

치과 의사 군을 대상으로 평가했을 때(Table 6), 고속 핸

Table 6. VAS scale for low speed, high speed handpiece, suction, scaling noise in the dentist group

	Low speed	High speed	Suction	Scaling
	VAS scale	VAS scale	VAS scale	VAS scale
	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation
Original	71.5 $\pm$ 13.0 <sup>a</sup>	74.8 $\pm$ 14.1 <sup>a</sup>	77.5 $\pm$ 14.0 <sup>a</sup>	70.2 $\pm$ 18.0 <sup>a</sup>
NC1	62.9 $\pm$ 14.8 <sup>a</sup>	69.1 $\pm$ 16.9 <sup>b</sup>	60.3 $\pm$ 11.4 <sup>b</sup>	57.9 $\pm$ 21.4 <sup>ab</sup>
NC2	49.4 $\pm$ 10.9 <sup>a</sup>	49.3 $\pm$ 15.5 <sup>ab</sup>	51.6 $\pm$ 11.6 <sup>a</sup>	70.8 $\pm$ 14.9 <sup>b</sup>
NC3	39.5 $\pm$ 16.7 <sup>b</sup>	56.5 $\pm$ 16.6 <sup>c</sup>	37.8 $\pm$ 15.6 <sup>c</sup>	74.4 $\pm$ 18.0 <sup>c</sup>
NC4	54.0 $\pm$ 17.9 <sup>c</sup>	55.0 $\pm$ 22.9 <sup>d</sup>	58.0 $\pm$ 16.7 <sup>a</sup>	54.3 $\pm$ 21.0 <sup>c</sup>
<i>p</i> value	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.001

NC1: All talk (all talk ANC, Suhyuntech, Korea), NC2: Airpod (AirPods Pro, Apple, USA), NC3: QC30 (QuietControl 30, Bose, USA), NC4: Quiet on (QuietOn dental, QuietOn, Finland)

*p* value from Kruskal-Wallis test

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

드피스, 저속 핸드피스, 석션 소음에 대해서 노이즈 캔슬링 이어폰 적용 시에 확인한 VAS 값의 감소가 확인되었으며, 보다 소음을 편안하게 느끼고 있었다. 하지만 스케일러 소리에 대해서는 NC1, NC4 기기에서만 VAS 값의 감소를 보였으며, NC3 군에서는 오히려 평균값이 증가하였다. 또한 일반 대조군에서도(Table 7) 앞쪽 세 가지 소음에 대해서는 모든 노이즈 캔슬링 이어폰 군에서 VAS 값이 낮아졌으나, 스케일러 소리에 대해서는 NC1, NC4 군에서 VAS 값의 감소, NC2, NC3 군에서는 증가하는 결과를 나타냈다.

치과의사와 일반 대조군에서 같은 소음에 대한 VAS 값 차이를 Table 8과 같이 비교하였다. 저속 핸드피스 소음과 고속 핸드피스 소음에 대해 치과의사와 일반 대조군 모두 원음에 비해 노이즈 캔슬링 이어폰을 활용한 NC1, NC2, NC3, NC4 군에서 낮은 VAS 값을 보였다. NC1군에서 원음과 차이가 가장 적게 나타났으며, 저속 핸드피스 소음에 대해서는 NC2, NC3군에서, 고속 핸드피스 소음

에 대해서는 NC3군이 원음과 가장 큰 차이를 보였다. 석션 소음에서는 치과의사와 일반 대조군 모두 NC1, NC4 군에서 원음과의 차이가 가장 적었고, NC3 군에서 원음과 가장 큰 차이를 보였다. 스케일링 소음에서는 NC2, NC3 군에서 원음보다 VAS 값이 더 높게 나타났으며, NC3 군에서 치과의사 군과 일반 대조군은 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

#### IV. 고찰 및 결론

청력은 소리를 감지해내는 능력을 지칭하며 청력검사 상 주파수 평균값으로 평가하게 된다. 난청(Hearing loss)은 듣기 능력이 저하된 상태를 지칭하며, 고막과 뼈의 이상으로 중이가 막히거나 변형되어 발생하는 전음성 난청과 달팽이관과 청신경 내의 감각세포(유모세포)의 손실 또는 손상으로 인하여 발생하는 감각신경성 난청, 그리고 두 가

Table 7. VAS scale for low speed, high speed handpiece, suction, scaling noise in the general group

	Low speed	High speed	Suction	Scaling
	VAS scale	VAS scale	VAS scale	VAS scale
	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation
Original	69.6 $\pm$ 13.3a	64.7 $\pm$ 11.6a	75.6 $\pm$ 12.3a	60.8 $\pm$ 20.4a
NC1	63.2 $\pm$ 15.2b	63.6 $\pm$ 10.0b	64.0 $\pm$ 14.8b	55.2 $\pm$ 23.6b
NC2	46.2 $\pm$ 15.0bc	48.4 $\pm$ 13.8bc	55.0 $\pm$ 13.6c	65.7 $\pm$ 17.0c
NC3	46.5 $\pm$ 14.7d	54.4 $\pm$ 12.9d	45.4 $\pm$ 14.9a	64.0 $\pm$ 16.1d
NC4	46.3 $\pm$ 13.2e	53.8 $\pm$ 14.7e	61.3 $\pm$ 14.7a	52.6 $\pm$ 17.1cd
p value	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.078

NC1: All talk (all talk ANC, Suhyuntech, Korea), NC2: Airpod (AirPods Pro, Apple, USA),

NC3: QC30 (QuietControl 30, Bose, USA), NC4: Quiet on (QuietOn dental, QuietOn, Finland)

p value from Kruskal-Wallis test

a,b,c,d,e : The same character means no statistical difference by Mann-Whitney test (p>0.05)

지가 혼재된 혼합성 난청으로 분류할 수 있다. 또한 난청은 원인에 따라 노인성 난청(Age-related hearing loss), 소음성 난청(Noise-induced hearing loss), 유전성 난청(Genetic sensorineural hearing loss), 돌발성 난청(idiopathic sudden sensorineural hearing loss) 등으로 지칭할 수 있다. 이 중 소음성 난청은 청각기관이 85dBA 이상의 강한 소리에 노출될 경우 발생하며, 수년에 걸쳐 서서히 진행되기 때문에 초기에 인지하기가 어렵다.

국민건강보험공단에 따르면 난청 질환으로 진료를 받은 환자는 2015년도 29만 3620명에서 2019년 41만 8092명으로 4년 사이 42% 정도 증가하였으며, 30대 이하 젊은 환자의 비율도 약 20% 정도를 차지한다. 과거 노인성 난청이 다수를 차지했던 것과 달리 이어폰의 사용이 많은 청소년 및 20 - 30대의 난청도 증가하고 있으며, 소음 노출로 인한 업무상 질병자, 즉 직업성 난청으로 진단 받은 환자의 수도 매년 증가하는 추세이다. 한국산업안전보건공단의 발표에 따르면 매년 1000명 이상이 직업 환

경으로 인한 소음성 난청으로 산업재해 보상을 받고 있다. 난청을 방지할 경우 의사소통이나 학업 및 직업 활동에 제약이 생길 수 있으며, 청년기에서부터 난청 증상이 발생할 경우 직장에서의 생산성 저하 및 치료비 등의 제반 비용이 발생하여 사회경제적으로도 막대한 손실이 따를 수 있다.

소음은 정서적 불쾌감, 대화 방해, 수면 장애, 청력 장애 등 개인의 전신 건강에 영향을 미칠 수 있다. 특히 정신적인 부분에 있어서 피로, 초조, 집중력 감소, 스트레스 증가 등 다양한 증상을 보일 수 있다. 본 연구에서 환자, 치과 의사, 보조인력 군 모두 50% 이상이 치과 소음에 대해 불편함을 느끼고 있었으며, 소음으로 인해 의사소통에 방해를 받은 경험이 있다고 응답한 비율도 70% 이상으로 다수를 차지했다. 또한 치과 소음에 일상적으로 노출되어 있는 치과 의료진과 달리 환자들은 진료 시에만 일시적으로 소음에 노출된다는 점에서 소음 노출 시간에 차이가 있었지만, 이 연구에서 실시한 설문조사에서 치과 소음을 불편하게 느낀다고 응답한 비율은 비슷했으며 차이를 보

지 않았다. 치과 소음이 개인의 정서적 느낌에 미치는 영향에 대해 조사한 연구는 많지 않다. 일본에서 치과 장비로 인한 소음과 환자들의 불안 수준 사이의 관계를 조사한 연구에서 치과 소음은 불안 정도에 강한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 소음에 불쾌감을 느끼는 환자들은 다른 환자들에 비해 치과 치료에 대한 두려움을 더 강하게 느끼고 있었다<sup>14)</sup>.

소음에 직업적으로 노출되는 치과 의료진의 청각 장애에 대한 논의는 여러 나라에서 이루어진 바 있다. 아랍에미리트에서 이뤄진 연구에서 치과 종사자들의 직업 종사 기간과 청력 감소 사이에서 유의한 상관관계를 확인할 수 있었으며<sup>15)</sup>, 이탈리아에서 치과의사와 일반 의사를 비교한 연구에서 치과의사는 청각 장애 위험률이 상대적으로 높게 나타났다<sup>16)</sup>. 또한 최근 Salah 등(2020)<sup>17)</sup>이 치과 의사, 치과 위생사, 치과 기공사, 학생 등을 포함한 치과 의료 종사자들의 청각 장애를 평가한 연구에서는 치과 의료 종사자 중 소음 공해의 영향을 가장 많이 받는 직군은 치과 위생사와 치과기공사로 나타났다. 흥미롭게도, 치과위생사의 좌측 청력이 저하되어 있었으며, 좌우 청력의 유의한 편차도 확인되었다. 치과위생사는 치과의사에 비해 진료 전후 장비의 관리의 점검 등 다른 업무에서 추가적인 소음 노출의 가능성이 있으며, 진료 시 환자와 장비의 좌측에 위치하게 되기 때문에 위와 같은 결과가 나타날 수 있다. 치과 소음은 청각 장애 중 소음성 난청뿐만 아니라 이명의 유병률에도 연관성을 보인다. Myers 등(2016)<sup>18)</sup>이 치과의사의 이명 유병률과 이명의 중증도를 조사한 연구에서 응답자 중 31%에서 이명이 있었으며, 이 중 33%의 응답자가 이명 때문에 피로움을 느끼고 있었다. 본 연구에서 치과 진료 이후 난청이나 이명의 증상이 있었다고 응답한 응답자는 환자, 치과의사, 보조인력 각각 5.3%, 12.0%, 18%로, 많은 비율을 차지하지 않았으나(Table 3), 치과에서 발생하는 소음과 소음성 난청 혹은 이명의 연관성에 대해서는 치과의사와 보조인력 군 각각 73.3%, 54.7%가 연

관성이 있다고 생각한다고 응답하였다. 소음성 난청이나 이명은 증상을 환자가 인지하기까지 시간이 소요되어 증상의 유무와 실제 난청 혹은 이명 질환의 존재 유무가 완전히 일치하지 않을 수 있다. 따라서 장기적인 추적 관찰 및 이비인후과적 평가를 통해 면밀히 난청 혹은 이명의 증상 발현 여부를 확인해 볼 필요가 있다.

안전하고 건강한 직업 환경을 구축하기 위한 노력의 일환으로 홍콩대학교 소아치과 연구진은 치과 환경 소음 평가 및 건강 위험 모델링을 주제로 한 연구 결과를 발표한 바 있다<sup>19)</sup>. 연구진은 치과의 날카롭고 높은 소음이 단기적으로는 두통, 오심, 피로, 이명 등의 증상을 발생시킬 수 있다고 평가하였으며, 장기적으로 노출될 경우에는 기억력, 수면의 질, 집중력 저하 등으로 이어질 수 있다고 주장하였다. 다른 연구들에서도 치과 소음은 환자의 불안, 짜증 및 기타 부정적인 심리적 반응을 일으킬 수 있는 것으로 나타났다<sup>20,21)</sup>. 본 연구에서는 VAS 평가를 이용하여 소음에 대한 주관적 평가를 시행하였다. 의료 영역에서 VAS 평가는 증상 정도의 완화 혹은 악화를 객관적으로 수치화하는 방법으로써 통증 평가 척도로 많이 활용되고 있다. 치과 영역에서 VAS 평가는 치료 방법에 따른 통증의 경감을 평가하고자 할 때나 환자의 불안 정도를 평가하고자 할 때 사용된다. 한 소음에 대해 여러 가지 기기를 활용해 보고자 할 때, 이러한 자료는 소음에 대한 반응을 지각적, 시각적으로 평가할 수 있는 장점이 있다.

치과의사 군과 일반 대조군을 비교한 Table 8에서 원음과 노이즈 캔슬링 이어폰을 사용한 고속 핸드피스, 저속 핸드피스, 석션 소음에 대해서 VAS 값은 확연한 차이를 보였다. 노이즈 캔슬링 이어폰을 통해 녹음한 소음에서 VAS 값이 더 낮게 나타났으며, NC1을 사용하였을 때 원음과 가장 적은 차이를 보였다. 이를 통해 노이즈 캔슬링 이어폰을 사용하였을 때 소음 경감의 효과를 확인할 수 있었다. 치과의사 군과 일반 대조군 사이에서 주목할 점은 저속 핸드피스와 고속 핸드피스의 소음에서 치과의사



Table 8. Comparison of VAS scale for low speed, high speed handpiece, suction, scaling noise in dentist and general group

		Dentist VAS scale	General VAS scale	<i>p</i> -value
		Mean $\pm$ Standard deviation	Mean $\pm$ Standard deviation	
Low speed	Original	71.5 $\pm$ 13.0	69.6 $\pm$ 13.3	0.615
	NC1	62.9 $\pm$ 14.8	63.2 $\pm$ 15.2	0.948
	NC2	49.4 $\pm$ 10.9	46.2 $\pm$ 15.0	0.405
	NC3	39.5 $\pm$ 16.7	46.5 $\pm$ 14.7	0.968
	NC4	54.0 $\pm$ 17.9	46.3 $\pm$ 13.2	0.118
High speed	Original	74.8 $\pm$ 14.1	64.7 $\pm$ 11.6	0.008*
	NC1	69.1 $\pm$ 16.9	63.6 $\pm$ 10.0	0.174
	NC2	49.3 $\pm$ 15.5	48.4 $\pm$ 13.8	0.840
	NC3	56.5 $\pm$ 16.6	54.4 $\pm$ 12.9	0.629
	NC4	55.0 $\pm$ 22.9	53.8 $\pm$ 14.7	0.821
Suction	Original	77.5 $\pm$ 14.0	75.6 $\pm$ 12.3	0.624
	NC1	60.3 $\pm$ 11.4	64.0 $\pm$ 14.8	0.336
	NC2	51.6 $\pm$ 11.6	55.0 $\pm$ 13.6	0.348
	NC3	37.8 $\pm$ 15.6	45.4 $\pm$ 14.9	0.085
	NC4	58.0 $\pm$ 16.7	61.3 $\pm$ 14.7	0.464
Scaling	Original	70.2 $\pm$ 18.0	60.8 $\pm$ 20.4	0.238
	NC1	57.9 $\pm$ 21.4	55.2 $\pm$ 23.6	0.672
	NC2	70.8 $\pm$ 14.9	65.7 $\pm$ 17.0	0.264
	NC3	74.4 $\pm$ 18.0	64.0 $\pm$ 16.1	0.036*
	NC4	54.3 $\pm$ 21.0	52.6 $\pm$ 17.1	0.758

NC1: All talk (all talk ANC, Suhyuntech, Korea), NC2: Airpod (AirPods Pro, Apple, USA),  
 NC3: QC30 (QuietControl 30, Bose, USA), NC4: Quiet on (QuietOn dental, QuietOn, Finland)

*p* value from Student's *t*-test

\*: Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

군은 사용하는 노이즈 캔슬링 이어폰의 종류에 따라 VAS 값의 차이를 보였던 반면에, 일반 대조군은 NC2, NC3, NC4 세 군에 대해 거의 차이를 보이지 않았다는 점이였다. 핸드피스 등 치과 장비의 소음에 대해 더 익숙한 치과 의사 군에서 노이즈 캔슬링 이어폰 종류에 따른 소음의

경감 차이를 더 뚜렷하게 느꼈다고 할 수 있다. 스케일링 소음은 다른 소음들과 다르게 VAS 값의 차이가 뚜렷하지 않았으며, 오히려 NC2, NC3군에서는 VAS 값이 증가하였다. 저속 핸드피스, 고속 핸드피스, 석션 소음에 대해서는 NC3 군에서 소음의 경감이 가장 뚜렷하게 나타났다.

하지만 모든 소음에 대해 VAS 이 낮아지는 결과를 보인 노이즈 캔슬링 이어폰은 NC4군이 유일하였다. 장비의 종류에 따라 소음의 양상은 다르게 나타날 수 있다. Choosong 등(2011)<sup>22)</sup>의 연구에 따르면 치과 장비들의 피크 노이즈 주파수를 조사하였을 때, 핸드피스와 스캐일러와 석션은 8kHz에서 가장 높은 피크를 보였고, 스케일러와 석션은 1kHz에서 가장 높은 피크를 보였다. 이처럼 치과 기구의 종류에 따라 소리 파형의 차이가 존재하며, 방향이 반대로 흐르는 파동을 발생시켜 상쇄 간섭을 일으키는 노이즈 캔슬링 이어폰의 원리를 고려할 때 소리 특성에 따른 차이가 발생할 수 있다. 또한 시판되고 있는 노이즈 캔슬링 이어폰들은 소음을 상쇄하는 방식에 약간의 차이를 보이며, 최적화된 파장이나 주파수도 다르다. Kim 등(2022)<sup>23)</sup>의 연구에서는 치과 진료실 내에서 노이즈 캔슬링 이어폰을 사용했을 때 음압 레벨(sound pressure level)의 차이를 실시간으로 평가했는데, 4-6kHz 범위에서 효과적으로 소음을 경감시키는 것을 확인할 수 있었다. 종합해보면, 소음에 따라 차음 효과가 다르게 나타날 수 있으며, 발생하는 소음에 최적화된 노이즈 캔슬링 기기의 선택이 중요하다.

그러나 이 연구는 각 치과 기구의 소음을 개별로 평가한 것으로 실제 치과 환경에서는 핸드피스와 구강내 흡인기, 주변 체어의 소음, 아이 울음소리 등 복합적인 소음으로 인해 소음의 크기와 질이 달라지기 때문에 임상에서는 연구 결과와 차이가 발생할 수 있다. 또한 치과 진료실 내에서는 치료가 진행되는 과정에 있어 환자와 의료진 사이의 의사소통이 필수적이다. 구두 대화의 일반적인 주파수 영역대는 500Hz에서 2kHz 사이에 분포하며, 일부 치과 장비의 피크 노이즈와 중첩될 수 있다. 이러한 현상은 의사소통의 방해로 이어지는데, 이 주파수 영역대의 소음을 경감시키는 제품을 임상에서 사용하게 될 경우에는 보호받아야 할 환자와 의료진 간 원활한 의사소통까지 차단될 가능성이 있다. 과거에 비해 노이즈 캔슬링 환경에서 음성 인식이 향상되고, 항공기의 운항 중 노이즈 캔슬링 헤

드폰을 사용하였을 때 항공 통신의 인식 정도가 개선되는 등<sup>24,25)</sup>, 기술의 발전이 있었지만, 현재로서는 치과 진료 상황에서 소음과 노화로 인한 청력 손실을 방지하면서 의사소통 과정을 보호할 수 있는 두 가지 기능을 모두 기대하기는 어려운 상황이다.

소음 환경을 평가할 때 소리와 크기와 더불어 주요하게 확인하는 항목은 소음이 발생한 후 지속되는 시간이다. 미국 냉난방 공조 기술자 협회 (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE)에서 발표한 실별 용도에 따른 실내 소음기준을 살펴보면, 개인주택에서는 35 dB(A), 병원의 수술실 및 검사실에서는 40-45 dB(A), 병원 대합실의 경우는 45 dB(A) 이하의 소음 노출을 권장하고 있다. 평균적으로 75 dB<sup>6)</sup>, 76.4 - 78.9 dB<sup>7)</sup>, 82-88 dB<sup>8)</sup> 정도의 소음 수준을 보이는 치과용 핸드피스는 일반적인 실내 소음기준을 상회한다고 볼 수 있다. 그러나 청력 손상에 영향을 미치는 요인에는 소음의 강도와 유형뿐만 아니라 노출 시간, 발생원과의 거리, 개인의 연령 등도 포함된다<sup>26)</sup>. 치과 장비가 하루 동안 진료실 내에서 작동되는 시간은 진료실마다 다르며, Salah 등(2020)<sup>17)</sup>의 연구에서는 치과 의료 종사자의 청력 손상 정도와 치과 소음의 일일 노출 시간 사이의 유의한 관계를 보고한 바 있다. 또한 Khaimook 등(2014)<sup>27)</sup>의 연구에 의하면 치과의사들의 주당 근무 시간 및 근무년수가 청력에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 40세 이상이며 15년 이상 치과의사로 근무한 경우 유의한 청력 손상을 보였다. 따라서 청력 보호 및 치과 진료실 내의 소음 환경 개선을 위해서는 치과 진료실 각각의 개별적인 소음 수준 평가가 선행되어야 한다. 치과 의료진은 스스로의 소음 노출 강도 및 시간에 대해 파악하여 소음 노출 수준에 대해 인지하여야 하며, 본인의 직업 환경에 맞는 청력 보호 방안을 강구해야 한다. 또한 치과 전문 분야, 근무 시간 등 다른 관련 위험 요소 등을 평가하기 위한 향후 추가 연구가 권장된다.

치과 소음에 관련된 논쟁은 수십 년 전부터 지속되어 오고 있다. 이제는 환경을 평가하고 문제를 조사하는 것에서 더 나아가 원인을 면밀히 분석하고 문제 상황을 예방하기 위한 방안을 모색해야 한다. 청력은 기능의 회복이 어려운 신체 기능 중 하나이다. 청력 저하는 균형 감각 감퇴로 이어져 낙상으로 인한 골절 가능성을 높일 수 있으며<sup>28)</sup>, 인지기능 저하로 인해 치매의 위험성도 높아진다<sup>29)</sup>. WHO는 2017년 세계보건총회에서 해결해야 할 주요 과제 중 하나로 난청 문제를 선정하고, 회원국들에게 각 국가의 주도 하에 난청의 예방, 조기 발견, 치료 혹은 재활을 추진할 수 있도록 요청하였다. 초고령사회로 진입하고 있는 우리나라의 경우 청력 감소 및 난청 유병률의 증가는 피할 수 없는 문제이다. 특히 큰 소음에 반복적으로 수년간 장기간 노출되는 치과 종사자들의 경우 청력 보호를 위한 예방 방법에 대해 관심을 가지고 적극적으로 나서는 태도가 필요하다.

이 연구는 치과 진료 환경에서 발생하는 소음이 환자와 의료진 모두에게 정서적인 불편감을 줄 수 있으며, 이로

인한 청력 손상 가능성에 대해 환자와 의료진 모두 인지하고 있음을 나타낸다. 치과 진료실 내에서 발생하는 소음들에 대해 노이즈 캔슬링 이어폰들의 효과를 평가하여 소음이 경감되는 것을 확인하였으나, 소리의 경감 정도에는 차이가 있었고, 스케일러 소음에는 크게 효과적이지 않았다. 치과의사 군과 일반 대조군을 비교하였을 때, 치과의사 군에서 치과 장비 종류에 따른 소음의 차이를 보다 분명히 느끼는 것을 확인할 수 있었다. 향후 치과 진료 환경의 본질적인 개선을 위해 소음 발생 환경에 관심을 기울여야 하며, 청력 손실을 적극적으로 예방하고자 하는 노력이 필요하다.

## V. 이해상충(Conflicts of Interest)의 유무

연구 관련 이해상충이 존재하지 않습니다.

## 참 고 문 헌

- Berglund B, Lindvall T, Schwela DH, Organization WH. Guidelines for community noise. 1999.
- Mak C, Wong H, Chu Y. Effect of the sound of dental equipment on dental anxiety and noise control techniques. Proceedings of the 12th IC BEN Congress on Noise as a Public Health Problem. Swiss Federal Institute of Technology. 2017.
- Yousuf A, Ganta S, Nagaraj A, Pareek S, Atri M, Singh K, et al. Acoustic noise levels of dental equipments and its association with fear and annoyance levels among patients attending different dental clinic setups in Jaipur, India. J Clin Diagn Res: JCDDR 2014;8(4):ZC29.
- Muppa R, Bhupatiraju P, Duddu M, Penumatsa NV, Dandem-pally A, Panthula P. Comparison of anxiety levels associated with noise in the dental clinic among children of age group 6-15 years. Noise Health 2013;15(64):190.
- Concha-Barrientos M, Steenland K, Prüss-Üstün A, Campbell-Lendrum DH, Corvalán CF, Woodward A, Organization WH. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization. 2004.
- Jadid K, Klein U, Meinke D. Assessment of noise exposures in a pediatric dentistry residency clinic. Pediatr Dent 2011;33(4):342-347.
- Mo S, Kang J, Kim I-H, Choi H-J, Song JS, Shin Y. Effect of

## 참 고 문 헌

- Noise Cancelling Devices on Dental Handpieces Using Ear Model. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2020;47(1):62-69.
8. Cho H, Kim I-H, Cho S, Song JS, Lee J. Assessment of Dental Noise Environment of a Pediatric Dentist. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2021;48(2):209-220.
9. Willershausen B, Callaway A, Wolf TG, Ehlers V, Scholz L, Wolf D, et al. Hearing assessment in dental practitioners and other academic professionals from an urban setting. *Head Face Med* 2014;10(1):1-7.
10. Alabdulwahhab BM, Alduraiby RI, Ahmed MA, Albatli LI, Alhumaian MS, Softah NA, et al. Hearing loss and its association with occupational noise exposure among Saudi dentists: a cross-sectional study. *BDJ open* 2016;2(1):1-5.
11. Carroll YI, Eichwald J, Scinicariello F, Hoffman HJ, Deitchman S, Radke MS, et al. Vital signs: Noise-induced hearing loss among adults—United States 2011–2012. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 2017;66(5):139.
12. 김세아, 유성화, 김여주, 한우재. 백색소음하 청성뇌간반응의 정상 결과의 분포. *대한이비인후과학회지-두경부외과학* 2020;63(1):14-20.
13. Liberman MC. Hidden hearing loss. *Scientific American* 2015;313(2):48-53.
14. Yamada T, Ebisu S, Kuvano S. A questionnaire survey on the effect of the sound of dental drills on the feeling of patients in dental clinics. *Acoust Sci Technol* 2006;27(5):305-308.
15. Al-Rawi NH, Al Nuaimi AS, Sadiqi A, Azaiah E, Ezzeddine D, Ghunaim Q, et al. Occupational noise-induced hearing loss among dental professionals. *Quintessence Int* 2019;50(3):245-250.
16. Messano GA, Petti S. General dental practitioners and hearing impairment. *J Dent* 2012;40(10):821-828.
17. Al-Omoush SA, Abdul-Baqi KJ, Zuriekat M, Alsoleihat F, Elmanaseer WR, Jamani KD. Assessment of occupational noise-related hearing impairment among dental health personnel. *J Occup Health* 2020;62(1):e12093.
18. Myers J, John AB, Kimball S, Fruits T. Prevalence of tinnitus and noise-induced hearing loss in dentists. *Noise health* 2016;18(85):347.
19. Ma KW, Wong HM, Mak CM. Dental environmental noise evaluation and health risk model construction to dental professionals. *Int J Environ Res Public Health* 2017;14(9):1084.
20. Elmehdi HM. Assessing acoustic noise levels in dental clinics and its link to dental anxiety and fear among UAE population. *Compress. Air* 2010;87:14.
21. Wong HM, Mak CM, To WM. Development of a dental anxiety provoking scale: a pilot study in Hong Kong. *J Dent Sci* 2015;10(3):240-247.
22. Choosong T, Kaimook W, Tantisarasart R, Sooksamear P, Chayaphum S, Kongkamol C, et al. Noise exposure assessment in a dental school. *Saf Health Work* 2011;2(4):348-354.
23. Kim IH, Cho H, Song JS, Park W, Shin Y, Lee KE. Assessment of Real-Time Active Noise Control Devices in Dental Treatment Conditions. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(15):9417.
24. Jang R, Molesworth BR, Burgess M, Estival D. Improving communication in general aviation through the use of noise cancelling headphones. *Safety science* 2014;62:499-504.
25. Molesworth BR, Burgess M, Kwon D. The use of noise cancelling headphones to improve concurrent task performance in a noisy environment. *Appl Acoust* 2013;74(1):110-115.
26. Bahannan S, El-Hamid AA, Bahnassy A. Noise level of dental handpieces and laboratory engines. *J Prosthet Dent* 1993;70(4):356-360.
27. Khaimook W, Suksamae P, Choosong T, Chayaphum S, Tantisarasart R. The prevalence of noise-induced occupational hearing loss in dentistry personnel. *Workplace health Saf* 2014;62(9):357-360.
28. Martinez-Amezcu P, Kuo PL, Reed NS, Simonsick EM, Agrawal Y, Lin FR, et al. Association of hearing impairment with higher-level physical functioning and walking endurance: results from the Baltimore longitudinal study of aging. *J Gerontol: Series A* 2021;76(10):e290-e298.
29. Griffiths TD, Lad M, Kumar S, Holmes E, McMurray B, Maguire EA, Billig AJ, Sedley W. How can hearing loss cause dementia? *Neuron* 2020;108(3):401-412.