

치과 의료장비의 소음 수준 평가

이정숙[†] · 한예슬 · 조영식

남서울대학교 일반대학원 치위생학과

The Noise Level Assessment of Dental Equipment

Jeong-Suk Lee[†], Ye-Seul Han, and Young-Sik Cho

Department of Dental Hygiene, General Graduate School, Namseoul University, Cheonan 31020, Korea

This research is aimed at cutting off hearing loss and other harmful factors due to noise and providing basic material for noise reduction plan. As the research method, this research assessed noise by measuring acoustic pressure level and frequency in various situation of non-treatment and treatment. As the measurement result, average noise degree of high speed handpiece of non-treatment, ultrasonic waves scaler, and low speed handpiece showed 58 ~ 66 dB(A). Average noise degree of scaling of treatment, tooth elimination, and denture adjust showed 73 ~ 81 dB(A). The result is inferior to recognized standards of noise induced hearing loss. But the result of assessing this with (noise rating) NR curve was NR-73 ~ 78, which exceeded general workplace noise standard. This level can cause hearing loss when exposed to a long time. Therefore, treatment office noise during dental treatment can cause psychological and physical damage in dental clinic employees, and it is urgently required to establish systematic and active noise reduction plan.

Key Words: Dental equipment, Noise, Workplace

서론

소음은 주관적인 입장에서 기계, 기구 등에서 발생하는 원하지 않는 소리라고 정의된다. 산업안전보건법에서는 작업장 내에서 발생하는 강렬한 소음으로부터 작업자의 청력을 보호하기 위해 소음 발생수준을 규제하고 있다¹⁾.

우리나라에서 소음성 난청은 1991년 이후 계속 증가하고 있다. 2013년도 근로자 건강진단 실시 결과에 따르면 소음성 난청이 전체 검진자의 94.7%로 가장 많았는데, 이는 전년 대비 10.5% 증가한 결과이다²⁾.

대한산업보건협회³⁾에 의하면 청력손실임을 알 수 있는 증상은 대화 중 몇 개의 낱말 및 문구를 잘 알아듣지 못하고 지나치는 경우, 귀속에서 종이 울리는 듯한 '귀울음' 소리가 나는 경우, 동료 근로자의 말을 알아듣지 못해 큰소리를 내

거나 목소리를 올리는 경우, TV 소리를 예전보다 크게 올리고 듣는 경우라고 하였는데, Yoon 등⁴⁾의 연구에서는 '업무상 발생하는 소음으로 인한 청력의 저하'에 대해서 그렇다고 인식하는 치과위생사가 44.7%였으며, Park과 Kim⁵⁾의 연구에서는 대상자 특성에 따른 청력 관련 특성에서 TV 시청 시 소리 크기를 다른 이들보다 크게 듣는다고 응답한 대상자는 31.6%였고, 건강검진 시 청력에 이상이 있다고 응답한 대상자는 3.0%였으며, 3.4%가 의사로부터 청력손실, 귀의 배액, 또는 균형문제에 이상이 있다는 진단을 받은 적이 있다고 응답하여 치과 내 소음은 치과위생사들의 청력 관련 특성 및 업무와도 관련이 있음을 알 수 있었다. 소음은 단순히 주관적이며 심리적인 것으로 개인의 성격적, 사회적, 경제적 요인에 의해 영향을 받는다⁶⁾. Hong 등⁷⁾의 연구에서는 주관적인 스트레스 지각이 높은 사람에게서는 실제 직무스

Received: August 27, 2015, Revised: September 21, 2015, Accepted: September 21, 2015

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

[†]Correspondence to: Jeong-Suk Lee

Department of Dental Hygiene, General Graduate School, Namseoul University, 91 Daehak-ro, Seonghwan-eup, Seobuk-gu, Cheonan 31020, Korea
Tel: +82-41-580-2560, Fax: +82-41-580-2927, E-mail: aekyoya@naver.com

Copyright © 2015 by the Korean Society of Dental Hygiene Science

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

트레스가 높았고 건강상태에도 부정적 영향을 미친다고 하였다. Choi와 Ji⁸⁾의 연구에서는 소음에 노출되어 기분 거슬림이나 피곤을 느끼게 되면 진료결과를 충분히 설명하지 못하게 되고 병원이 소란할수록 병원환경 만족도가 낮은 것으로 조사되었다.

치과 의료기관은 진료 특성상 소음이 발생하는 산업장이라고 볼 수 있다. 선행 연구에 따르면 치과 의료장비에서 발생하는 소음은 소음성 난청 인정기준에 미치지 못하는 70 dB(A) 이상의 높은 소음과 4 kHz 이상 고주파수의 특성이 있으므로 주의가 필요하다고 하였다⁹⁾. Garner 등¹⁰⁾은 소음성 난청이 전형적으로 높은 주파수에 먼저 영향을 받기 때문에 이런 종류의 청력 손상을 경험하는 사람들은 조용하게 대화할 때 어려움은 거의 없지만 여자나 어린이들 목소리를 듣기에는 어려움을 경험할 수 있다고 주장하였다. Letho 등¹¹⁾은 청력 손상에 보다 민감한 사람들은 치과용 드릴과 같은 저위험도의 소음에도 점진적 청력 손상이 발생할 수 있다고 보고하였다.

치과 의료기관에서 소음은 대부분 진료 시에 발생하며⁹⁾, 주요 소음원은 치과치료 중에 발생하는 치료에 따른 소음원과 치료에 활용되는 치과 의료장비의 소음원으로 구분할 수 있다¹²⁾. 치과 치료 중에 발생하는 치료 소음원은 치석제거, 치아절삭, 크라운 조정, 틀니조정, 외과치료 등이 있고, 치과 의료장비 소음원은 초음파 스케일러, 고속핸드피스, 저속핸드피스, 구강내 흡입기(suction) 등이다. Kwon 등¹³⁾은 치과 종사자들이 노출되는 소음은 간헐적인 특성을 가지며, 소음의 양은 치료 유형과 사용된 기구에 따라 달라진다고 하였다. 이 때 오래된 기구는 소음 노출을 증가시킬 수 있다고 보고한 바 있다.

이와 같이 소음으로 인한 청력 손실 및 기타 위해한 요인을 차단하기 위해서는 소음의 실태를 파악하고, 적절한 소음 저감 대책을 수립하여 질적 향상을 위한 작업환경 관리가 필요하다. 또한 최근 국내외 학계에서 치과 치료 시 소음에 대한 문제제기와 연구는 꾸준히 증가하고 있으나 소음의

실태에 대한 기초적인 논문은 많지 않으며, 의료계를 비롯한 치과 진료실 환경에서의 소음 연구가 부족하다.

따라서 본 연구는 치과 의료기관 종사자에게 영향을 미칠 수 있는 소음 환경에 대해 조사하고, 이에 따른 소음 저감 대책의 기초자료를 제공하고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 치과 의료장비의 제원

측정대상 치과 진료실은 경기도 부천시에 위치한 A치과이며 제원은 Table 1과 같다.

2. 측정방법

소음측정은 소음·진동 규제법 제3조에 의거하여 측정하였으며, 측정 시 소음계의 위치는 지면으로부터 1.2 m의 높이에 삼각대로 고정하여 설치하였고, 측정대상 기기로부터 1 m 떨어진 지점에서 10초간 2회 측정한 평균값을 이용하였다. 측정방법은 진료실 내에 설치되어 있는 기기로부터 소음계 CR-172B (CIRRUS Co., York, UK)를 통해 들어오는 신호를 현장에서 녹음하였으며, 녹음된 신호를 시험실에서 분석용 프로그램 NoiseTools (CIRRUS Co.)를 이용하여 소음의 특성을 분석하였다(Fig. 1).

소음측정 결과는 음압레벨(dB)과 주파수(Hz)를 통해 분석하였다. 여기에서 음압레벨은 청감보정 곡선에 의해 보정된 음압레벨로서 청감보정곡선 “A”에 의해 보정된 소음레벨은 dB(A)로 표시하며, 인간의 귀에 대한 소음의 영향으로 더 나은 주관적 평가를 위해 사용되므로 치과 의료기관 종사자들이 진료 시 느끼는 시끄러움의 크기를 나타내는 값으로 사용되었다. 주파수는 음원의 힘과 압력, 속도의 변화, 반복속도 등에 의해 결정되는데 변화의 시간간격이 짧을수록 주파수는 높게 나오며, 주파수가 높으면 파장이 짧아 멀리까지 소리가 전달되지 않는다. 따라서 주파수 성분 분석은

Table 1. Measured Equipment

Equipment	Manufacturer	Model
Dental unit chair	Skydental Co.	KAISER
Ultrasonic scaler	DIT Co.	SONIC BUFF 300
	Dmetec Co.	Dmetec
High-speed handpiece	NSK Co.	MACH-QD S
Low-speed handpiece	Shinhung Co.	E(S)
	NSK Co.	EC

Skydental Co.: Seoul, Korea; DIT Co.: Hwasung, Korea; Dmetec Co.: Bucheon, Korea; NSK Co.: Osaka, Japan; Shinhung: Seoul, Korea.



Fig. 1. Sound level meter placed in the office.

치과 진료 시 소음의 전달 속도와 압력 정도의 파악이 가능하다.

본 연구에서 소음측정 시 배경소음(background noise)은 40 dB 이하로 가능한 한 배경소음이 최소인 조건에서 측정하였으며, 사용된 주파수 범위는 허용소음 폭로 기준인 3.63 ~ 16 kHz까지의 1/1 옥타브밴드로 진료 시의 의료기기 및 치료방법에 따라 구분하여 측정하였다. 측정된 소음의 평가는 noise rating curves (NR 곡선)를 이용하였다. NR 곡선은 1961년 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)가 정한 소음평가 곡선으로 1,000 Hz의 옥타브밴드 레벨이 평가곡선의 noise rating number (NRN)와 일치하고 있으며, 소음계를 통해 측정된 옥타브밴드의 음압레벨을 연결한 선과 NRN 곡선 중 가장 높은 값과 근접한 NRN을 취한다. NR 곡선은 소음을 청력장애, 회화 방해, 시끄러움의 3가지 관점에서 평가하며 NRN에 의한 소음 기준치는 실내에 있어서의 소음의 기준과 비교하여 치과 진료 시 소음 수준을 파악하고자 하였다(Table 2).

1) 치과용 의료기기의 소음측정

기기는 ultrasonic scaler, high-speed handpiece, low-speed handpiece, high volume aspirator, saliva ejector로 분류하였으며 단독측정과 복합측정으로 소음의 크기를 측정하여 비교 분석하였다. 소음측정은 비진료 시(기기만 작동했을 때) 기기 각각의 단독 소음측정 후 치료종류에 따른 진료 시 상황과 같은 기기의 조합으로 ultrasonic scaler, high-speed handpiece, low-speed handpiece와 high volume aspirator, saliva ejector를 조합하여 각각 복합소음을 측정하였다.

2) 진료실 형태에 따른 소음측정

진료실 형태에 따른 소음측정은 개방형(open type)과 개실형(section type)에서 측정하여 비교 분석하였다. 단위 진료공간 사이가 모두 개방되어 있는 개방형 진료실에서는 유닛체어 3대 중 정중앙 체어에서 소음을 측정하였으며, 밀폐된 개별실의 형태로 단위 진료공간의 독립성을 높인 개실형 진료실은 유닛체어 1대에서 소음의 크기를 측정하였다.

Table 2. Noise Criteria by the Noise Rating Number (NRN)

NRN	Type of room
30 ~ 40	Large offices, shops, department stores, restaurants
40 ~ 50	A fairly large restaurant, type in the secretariat, gym
50 ~ 60	A fairly large type room, 60: limits of the normal average office
60 ~ 70	Workplace

3) 비진료 조건과 진료 조건에 따른 소음측정

비진료 조건에서의 소음측정은 ultrasonic scaler, high-speed handpiece, low-speed handpiece, high volume aspirator, saliva ejector에 대해 의료기기만 가동했을 때의 소음을 각각 측정하였으며, 진료 조건에서의 소음측정은 진료 상황을 재현하기 위해 40개의 발거한 치아를 석고로 움직이지 않게 고정시키고 치석제거와 치아 절삭, 골드크라운 조정, 틀니 조정을 시행하면서 소음의 크기를 측정하여 비진료 조건과 진료 조건에서의 소음을 측정하여 비교 분석하였다.

4) 측정 거리에 따른 소음측정

거리에 따라 진료 시 발생하는 소음의 크기를 파악하기 위하여 개실형 진료실에서 일반적인 작업환경소음 측정거리 100 cm와 주 작업 근로자의 귀와 근접한 30 cm의 거리로 분류하였다. 소음 · 진동법 제3조에 의거하여 기기로부터 100 cm 떨어진 위치에서 측정을 실시하였으며, 노동부 고시 2013-39호 제 27조에 따라 개인시료 채취방법으로 작업환경측정 소음측정기의 센서 부분을 주 작업 근로자의 귀 위치(귀를 중심으로 반경 30 cm인 반구)에 장착한다는 기준에 근거하여 기기로부터 30 cm 거리에서 추가로 측정하여 진료 시 치과의료기관 종사자의 귀와 가장 근접한 소음의 크기를 측정하였다.

3. 자료 분석 방법

수집된 자료는 IBM SPSS Statistics ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다. 측정 변수에 대해 Kolmogorov-Smirnov one sample test 정규성 검정을 시행하였으며, 비진료 조건에서의 소음 측정 결과(단독 측정 통계량=0.241, p=0.200/복합 측정 통계량=0.232, p=0.200/개방형 진료실 통계량=0.205, p=0.200/개실형 진료실 통계량=0.193, p=0.200), 진료 조건에서의 소음측정 결과(30 cm 통계량=0.212, p=0.200/100 cm 통계량=0.176, p=0.200)는 정규분포를 하였다. 각각의 변수는 비진료 조건에서 의료기기의 단독측정과 복합측정에 따른 소음의 차이 검증을 위해 일원배치분산분석(one way ANOVA)을 이용하였고, 진료실 형태에 따른 소음 차이, 비진료 시와 진료 시의 소음 차이, 거리에 따른 소음 차이 검증을 위해 대응표본 t-test 분석을 실시하였다.

결 과

1. 각 실험군의 단독 측정과 복합 측정의 소음 차이

각 실험군의 단독측정과 복합측정의 소음의 평균차이 검

증 결과 초음파 스케일러, 고속 핸드피스, 저속 핸드피스에 대한 단독측정소음, 복합측정소음은 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 초음파 스케일러는 high volume aspirator와 함께 측정한 결과가 70.5 dB(A)로 가장 높게 나타났으며, saliva ejector와 함께 측정한 결과는 63.4 dB(A), 단독으로 측정하였을 때가 58.0 dB(A) 순서로 낮게 나타났다. 고속 핸드피스는 high volume aspirator와 함께 측정한 결과가 70.1 dB(A)로 가장 높게 나타났으며, saliva ejector와 함께 측정한 결과는 66.4 dB(A), 단독으로 측정하였을 때가 66.1 dB(A) 순서로 낮게 나타났다. 저속 핸드피스는 high volume aspirator와 함께 측정한 결과가 63.9 dB(A)로 높게 나타났으며, saliva ejector와 함께 측정한 결과는 63.6 dB(A), 단독으로 측정하였을 때가 62.6 dB(A) 순서로 낮게 나타났다.

세부적인 차이를 알아보기 위해 사후검정 Sheffe test로 검정한 결과, 스케일러 단독측정소음과 high volume aspirator와 함께 측정한 복합측정소음, saliva ejector와 함께 측정한 복합측정소음 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 고속 핸드피스는 단독측정소음과 high volume aspirator와 함께 측정한 복합측정소음에 차이가 나타났으며 저속 핸드피스는 단독측정소음과 high volume aspirator와 함께 측정한 경우와 saliva ejector와 함께 측정한 각각의 복합측정소음과 유의한 차이를 보였다. 복합측정소음이 대체로 단독측정소음보다 데시벨이 더 크게 나타났으며 복합측정소음 중에서도 high volume aspirator와 함께 측정한 경

우의 소음이 더 큰 것으로 나타났다(Table 3).

2. 진료실 형태에 따른 소음 차이

비진료 시 진료실 형태에 따른 소음 평균 차이 검증 결과 저속 핸드피스 단독, 저속 핸드피스와 high volume aspirator의 복합, 저속 핸드피스와 saliva ejector의 복합측정은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 단독측정과 복합측정 모두 개실형 진료실보다 개방형 진료실에서의 소음이 평균 1.9~3.2 dB(A)가 더 높게 나타났다(Table 4).

3. 비진료 시와 진료 시의 소음차이

비진료 시와 진료 시에 따른 소음의 차이 검증 결과 비진료 시와 진료 시 초음파 스케일러와 고속 핸드피스의 소음에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 초음파 스케일러와 high volume aspirator를 함께 사용하였을 때 비진료 시, 진료 시에 모두 가장 높은 소음도를 보였으며, 진료 시 75.5 dB(A)로 비진료 시와 3.5 dB(A)의 소음차를 보이며 더 높게 나타났다. 고속 핸드피스의 경우도 high volume aspirator를 함께 사용하였을 때 비진료 시, 진료 시에 모두 높게 나타났으며, 진료 시 73 dB(A)로 비진료 시와 4.5 dB(A)의 소음차를 보이며 더 높게 나타났다(Table 5).

4. NR 곡선에 의한 소음평가

진료 시 소음측정 결과 가장 높은 소음도를 보인 스케일링 시의 주파수를 1/1 옥타브밴드로 하여 NR 곡선으로 평가

Table 3. Noise Difference of Single Measurement and Composite Measurement in the Non-Treatment

Classification	Data	F	p-value
Ultrasonic scaler	6 (58.0±3.36) ^a	52.71	<0.001
Ultrasonic scaler + high volume aspirator	6 (70.5±0.98) ^b		
Ultrasonic scaler + saliva ejector	6 (63.4±1.12) ^c		
High-speed handpiece	10 (66.1±3.03) ^a	9.83	0.001
High-speed handpiece + high volume aspirator	10 (70.1±1.43) ^b		
High-speed handpiece + saliva ejector	10 (66.4±1.94) ^a		
Low-speed handpiece	10 (62.6±0.39) ^a	7.09	0.003
Low-speed handpiece + high volume aspirator	10 (63.9±0.96) ^b		
Low-speed handpiece + saliva ejector	10 (63.6±0.93) ^{b,c}		

Values are presented as number (mean±standard deviation).

^{a~c}The same characters was not significant by Scheffe's test at $\alpha=0.05$.

Table 4. Noise Difference according to Office Type

Classification	Open type	Section type	t	p-value
Low-speed handpiece	65.8±0.70	62.6±0.39	14.51	<0.001
Low-speed handpiece + high volume aspirator	65.8±0.51	63.9±0.96	4.52	0.001
Low-speed handpiece + saliva ejector	66.8±1.11	63.6±0.93	6.30	<0.001

Table 5. Noise Difference between the Treatment and Non-Treatment Time

Classification	Non-treatment	Treatment	t	p-value
Ultrasonic scaler				
Ultrasonic scaler + high volume aspirator	72.0±0.98	75.5±1.00	-6.45	0.001
Ultrasonic scaler + saliva ejector	63.4±1.12	67.9±1.98	-3.85	0.012
High-speed handpiece				
High-speed handpiece + high volume aspirator	70.1±1.43	73.0±1.85	-10.60	<0.001
High-speed handpiece + saliva ejector	66.4±1.94	68.3±2.51	-3.80	0.004

Values are presented as mean±standard deviation.

Table 6. Noise Rating (NR) and Dominant Frequency in accordance with Time Scaling

Classification	NR	Dominant frequency (kHz)
Ultrasonic scaler (idling)	NR-61	8
Scaling + saliva ejector	NR-73	8
Scaling + high volume aspirator	NR-78	8

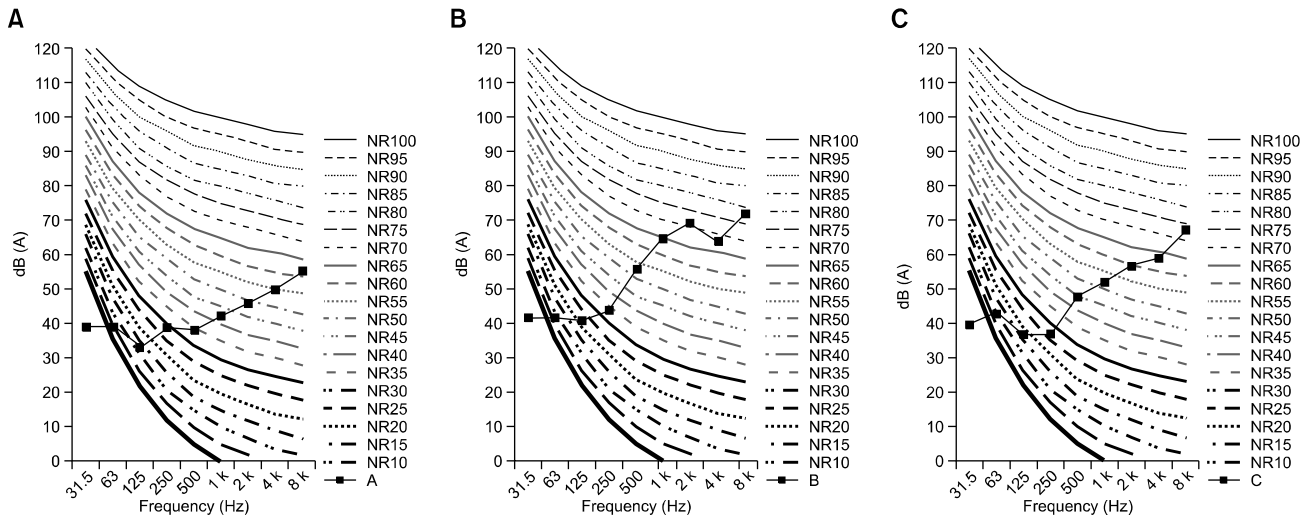


Fig. 2. Noise rating-curve during scaling. (A) Ultrasonic scaler (idling). (B) Scaling + saliva ejector. (C) Scaling + high volume aspirator.

해 본 결과 스케일링 시 high volume aspirator와 함께 했을 때 NR-78로 가장 높았으며, saliva ejector와 함께 했을 때 NR-73, 기기만 단독으로 가동했을 때 NR-61의 순서로 낮게 나타났다. 작업자의 경우 스케일링 시 소음에 노출되었을 경우 8 kHz 대역의 고주파수에 가장 많은 영향을 받는 것으로 나타났다(Table 6, Fig. 2).

NRN에 의한 각 실 소음 기준에 NR값을 적용한 결과, 스케일링 시 high volume aspirator와 함께 했을 때 NR-78, saliva ejector와 함께 했을 때 NR-73으로서 모두 작업장의 소음기준을 초과함을 알 수 있다.

5. 거리에 따른 소음의 차이

진료 시 거리에 따른 소음의 평균차이 검증결과 거리에 따른 스케일링, 치아절삭, 틀니 조정은 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 스케일링 시 소음이 30 cm, 100 cm 거리에서 모두 가장 높게 나타났으며, 틀니조정, 치아절삭의 순서로 소음이 낮게 나타났다. 측정값은 30 cm 거리에서 더 높게 나타났으며, 거리에 따른 소음차는 5.1~7.3 dB(A)로 작업자와 가까운 거리일수록 모두 더 높은 소음도 패턴을 보였다(Table 7).

치료 종류에 따라 발생하는 30 cm 거리에서의 주파수 특성을 살펴보면 31.5~125 Hz의 저주파수 대역에서는 음압 레벨이 40~45 dB(A)로 낮게 나타났으며, 1~8 kHz 고주

Table 7. Noise Difference according to Distance

Classification	30 cm, dB(A)	100 cm, dB(A)	t	p-value
Scaling ^a	80 ~ 82 (80.6±0.74)	74 ~ 77 (75.5±0.96)	17.01	<0.001
Tooth elimination ^b	78 ~ 88 (80.3±2.69)	70 ~ 77 (73.0±1.80)	12.35	<0.001
Denture adjust ^c	79 ~ 81 (79.8±0.52)	72 ~ 74 (73.5±0.45)	30.90	<0.001

Values are presented as minimum ~ maximum (mean±standard deviation).

^aUltrasonic scaler + high volume aspirator, ^bhigh-speed handpiece + high volume aspirator, ^clow-speed handpiece + 3-way syringe.

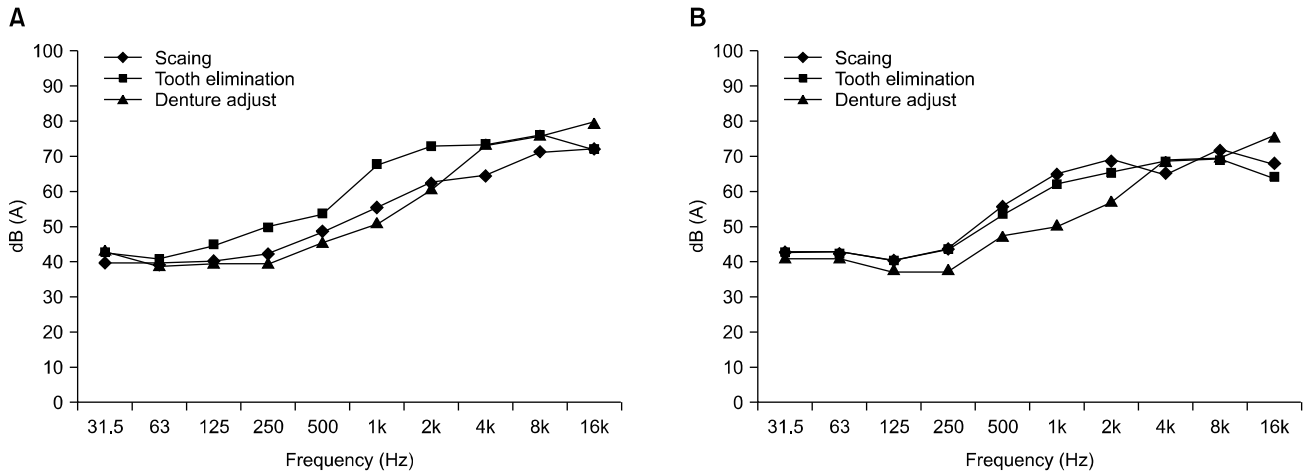


Fig. 3. Characteristics of the frequency according to treatment. (A) Distance of 30 cm. (B) Distance of 100 cm.

과수 대역으로 갈수록 51 ~ 76 dB(A)의 음압레벨값이 나타났다(Fig. 3A). 100 cm 거리에서의 주파수로 31.5 ~ 125 Hz의 저주파수 대역에서는 음압레벨이 37 ~ 43 dB(A)로 낮게 나타났으며, 1 ~ 8 kHz 고주파수 대역으로 갈수록 50 ~ 72 dB(A)의 음압레벨값이 나타났다(Fig. 3B).

고 찰

치과 의료기관은 지속적인 소음에 노출되어 있으며, 소음에 노출된 사람이라면 누구나 청력 손상의 위험이 있다. 소음에 의한 청력 손상 정도는 충분한 소음 크기, 충분한 노출 시간, 노출된 사람 청각기전의 충분한 민감성이라는 세 요소 중 하나만 충족되면 발생할 수 있다¹⁴⁾. 그러므로 치과용 드릴이 지속적인 청력 소실을 유발할 만큼 커다란 소음을 내지 않는다는 보고에도 불구하고¹¹⁾, 치과의사와 함께 치과 위생사에게는 직업적 청력 손상의 가능성이 존재하는 것이다. 소음의 지속적 노출은 일상생활에서 이명, 불쾌감, 수면 장애 등이 되어 스트레스를 유발할 수 있으며, 업무의 집중도를 떨어뜨려 직업적 불만족의 결과를 초래할 수 있다¹⁵⁾. 소음의 지속적인 노출은 직업적 불만족은 물론 치과 의료기관 구성원들의 스트레스 증가, 에너지 소비 증가, 작업능률

저하를 초래하며, 이는 불만족스러운 진료 결과로 이어질 수 있다. 따라서 직장생활의 질적 환경개선과 환자의 치료 만족도를 높이기 위해서는 치과 치료 시 발생하는 소음원의 특성을 파악하여 소음을 감소시킬 대안을 모색할 필요가 있다.

본 연구에서는 치과 의료기관에서의 진료실 소음의 실태를 파악하기 위해 소음원인 치료에 따른 소음과 치료에 활용되는 의료기기로부터 발생하는 비진료 시의 소음에 대한 음압레벨과 주파수를 각각 측정하였으며, 진료 시와 비진료 시, 개방형 진료실과 개실형 진료실, 치료 시 거리에 따른 소음 차이를 비교하고 NR 곡선을 이용한 소음 평가를 통하여 치과 진료실의 소음 특성을 파악하였다.

이번 조사를 통해, 비진료 시 의료장비의 소음은 단독 측정에서는 고속 핸드피스 가 가장 높았고, 복합 측정에서는 초음파 스케일러와 high volume aspirator를 함께 사용했을 때 가장 높게 조사되었으며, 그 다음으로 고속 핸드피스와 high volume aspirator를 함께 사용했을 때가 유사하게 낮게 나타났다. 이는 공기관으로 압축된 공기가 들어와서 압력차가 커지면 회전속도(revolution pre minute)가 빨라지며 높은 토크가 발생하게 되는데, 외기로 빠져나가면서 주유관을 통해서 들어온 물과 함께 분사되는 고속 핸드피스¹⁶⁾가 치아

에 직접적인 작용 없이도 높은 소음을 유발할 수 있기 때문이라고 생각된다. 복합소음에서는 saliva ejector보다 흡입력이 강한 high volume aspirator와 함께 측정하였을 때 높게 나타난 것으로 생각되며, 이는 소음이 적게 발생하는 핸드피스는 물론 가급적 high volume aspirator보다 소음이 낮은 saliva ejector를 사용한다면 치과 치료 시 소음을 감소시키는 데 효과적일 것이라고 생각된다.

진료실 형태에 따른 비진료 시 소음의 차이는 개방형과 개실형으로 분류하였으며, 개실형 진료실에서의 소음보다 개방형 진료실에서의 소음이 단독, 복합측정 요인 모두 평균이 더 높게 나타났다. 실내의 음압레벨을 결정하는 요소는 실내의 용적, 실내 마감재의 흡음률, 음원의 세기, 수음자와 음원 간의 거리 등이 있다¹⁷⁾. 이에 개방형 진료실은 폐쇄형 진료실에 비해 면적이 넓고 외부의 인접 소음이 전달될 수 있으므로 소음이 더 크게 전달된다고 생각된다. 또한 음원을 정지시키면 음이 점차 감소하게 되고 음의 강도가 60 dB 감소할 때까지의 시간을 잔향시간이라고 하는데, 이러한 잔향시간은 고주파로 갈수록 짧아진다. 비진료 시 의료기기를 가동했을 때 4 kHz 이상의 고주파에서 피크치를 보인 경우 음에너지가 약하기 때문에 벽, 바닥, 천장 면에 여러 번 부딪히면 쉽게 에너지가 손실되어 잔향시간이 짧다. 이에 개방형 진료실의 경우 개실형 진료실에 비해 잔향시간이 길어 동시에 여러 유닛체어에서 진료를 했을 경우 복합소음은 더욱 클 것을 예측할 수 있다. 따라서 치과 치료 시 소음 감소를 위한 구조적 대책으로 개방형 진료실 보다는 개실형 진료실 형태가 적절하며 4 kHz 이상의 고주파수를 제어할 수 있는 실내 흡음 대책 수립이 치과 진료실 구조에 적용되도록 해야 할 것이다.

비진료 시와 진료 시의 소음의 차이는 치료 시의 소음이 더 높게 나타났으며, high volume aspirator 함께 사용했을 때의 복합소음 차이가 더 크게 나타났다. 이는 치과 진료 시 의료기기에서 발생하는 소음도의 범위는 67.7~78.3 dB(A)라는 Ji와 Choi⁹⁾의 선행연구 결과와 유사했다. 치과 치료를 하는 과정에서 치과 치료 시 구동하는 초음파 스케일러에 의한 치석제거, 전동모터와 드릴에 의한 치아 절삭, 치과 보철 조정 시 마찰력과 고인 물을 빨아들이는 흡입 장치로 인한 복합소음으로 인해 더 크게 나타난 것으로 생각된다. 미국환경보호청은 90 dB(A)를 초과하는 연속소음에 노출되면 작업능률이 현저하게 저하하며, 1~2 kHz 이상의 고주파수 소음이 저주파수 소음에 비해 훨씬 작업 방해가 크다고 하였다. 이 연구에서의 측정결과는 소음노출 기준치에 미치지 않지만 8~16 kHz에서 피크치를 보여 소음에 의한 작업 방해가 예상되므로, 치료 시 집중력을 요하는 치과 진

료 시 의료진으로 하여금 소음으로 인한 피해를 최소화하기 위해 고주파를 제어할 수 있는 청력보호구 착용 대책이 시급하다고 생각된다.

진료 시 소음측정 결과 가장 높은 소음도를 보인 스케일링 시의 주파수 분석 결과를 1/1 옥타브밴드로 하여 NR 곡선으로 평가해본 결과 스케일링 시 NR-78, 4 kHz 이상의 고주파수에 노출된 수준으로 일반 작업장 기준인 NR-60~70을 훨씬 초과한다는 Ji와 Choi⁹⁾의 선행연구 결과와 유사하였다. 초당 수만번 이상의 진동을 반복하는 초음파는 물 분자의 응집력을 약화시켜 치아에 붙어 있는 단단한 치석을 제거할 수 있으며, 이때 입안에 고인 물을 빨아들이는 흡입기에 따라서도 소음의 크기가 다르다는 것을 알 수 있다. 일반적으로 1~4 kHz의 주파수는 인간의 귀에 가장 민감하게 반응하는 주파수로 장시간 폭로되었을 경우 청력손실(hearing loss)을 일으키기 때문에 치과 진료 시 가장 높은 소음도와 고주파수로 측정된 치석제거는 치과위생사에게 가장 큰 영향을 미칠 것으로 생각된다.

치과 진료 시 거리에 따른 소음의 차이는 작업자의 귀와 가까운 30 cm 거리에서의 소음이 100 cm 거리에서의 소음보다 높은 패턴을 보였다. 30 cm 거리에서 대상 치과 의료기기에서 발생하는 소음레벨은 Kwon 등¹³⁾의 연구에서 California Rheumatology Alliance newsletter의 청력 손상 기준과 비교한 결과 저속 핸드피스에 의한 소음은 80 dB(A) 이하이므로 청력 손상의 위험이 없는 것으로 나타났고, 고속 핸드피스와 초음파 스케일러를 이용한 치료 소음은 지속적 노출 시 소음레벨의 증가에 따라 청력 손상의 위험이 있다는 결과와 일치했다. 주파수 특성을 살펴보면 두 거리 모두 고주파수인 8~16 kHz에서 가장 높은 음압레벨값을 나타내고 있으나 해당 주파수의 음압레벨은 거리가 가까울수록 더 낮게 나타났다. 이는 두 거리의 차이로 5 dB(A) 이상의 소음 감소 효과가 가능하다고 볼 수 있으나, 치과 진료 시 치과의사와 치과위생사의 위치는 고정적인 경우가 대부분이기 때문에 거리에 대한 소음 감쇠는 현실적으로 어렵다. 그러나 측정된 진료 시 소음레벨의 결과 지속적인 노출 시 소음레벨의 증가에 따라 청력 손상의 위험이 잠재되어 있으므로¹³⁾, 작업자에게 미치는 영향을 최소화하기 위한 대책이 시급하다고 생각된다.

본 연구는 부천지역에 소재한 한 치과병원에서 사용했던 의료기기와 진료실을 대상으로 진행하였기 때문에, 이 연구 결과를 전체 치과 진료실의 소음측정 결과로 일반화하기에는 한계가 있다. 다만 지금까지 치과계에서 다양하게 연구된 분야가 아니었으며 소음으로 인한 치과 의료기관 종사자의 청력 손상 가능성과 작업환경의 질을 높이기 위해 치과

비진료 시와 진료 시의 소음의 환경을 다양하게 파악하였다는 데 의의가 있다. 따라서 후속연구를 통해 측정 대상 병원의 다양화, 의료장비의 다양화, 치료 종류의 세분화, 치과 의료기관 구성원들의 청력변화 측정 등 치과 치료 시 소음 감소 대책에 영향을 미칠 것으로 예측되는 요인을 다각적으로 찾는다면 치과 의료기관 종사자의 건강은 물론 진료 집중도가 높아져 환자의 진료 만족도를 증진시키는 데 도움이 될 것이라고 생각된다.

요 약

치과 진료실에서 발생하는 소음원에 대한 소음의 특성을 파악하고 그에 따른 피해 가능성을 알아보기 위해 휴대용 소음기로 측정하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

치과용 의료기기 소음측정 결과 단독측정에서는 고속 핸드피스 가 가장 높았으며, 초음파 스케일러, 저속 핸드피스 순서로 낮게 나타났다.

단독측정 시 평균 소음도는 58~66 dB(A)를 보였으며, 복합측정 시 평균 소음도는 62~71 dB(A)를 보였다. 진료실 형태에 따른 개방형과 개실형의 소음측정 결과 개방형 진료실에서 소음이 평균 1.9~3.2 dB(A) 더 높게 나타났다.

비진료 시와 진료 시의 소음측정 결과 초음파 스케일러와 고속 핸드피스의 소음에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 초음파 스케일러와 high volume aspirator를 함께 사용하였을 때 가장 높은 소음도를 보였으며, 진료 시 75.5 dB(A)로 비진료 시와 3.5 dB(A)의 소음차를 보이며 더 높게 나타났다.

NR 곡선으로 진료 시 가장 높은 소음도를 보인 치석제거를 평가해본 결과 치석제거 시 NR-73~78로 ISO 소음기준 중 일반작업장의 소음기준을 초과하는 수준이며 8 kHz의 고주파에서 피크치를 나타냈다.

진료 시 거리에 따른 소음을 측정한 결과 작업자와 가까운 30 cm 거리에서의 소음이 100 cm 거리에서의 소음보다 높은 패턴을 보였으며, 30 cm 거리에서 대상 치과 의료기기에서 발생하는 소음레벨은 79.8~80.6 dB(A)으로 장시간 폭로 시 청력 손실을 초래할 수 있는 수준이다. 두 거리의 차이로 5 dB(A) 이상의 소음 감소 효과를 확인하였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 치과 치료 시 진료실 소음은 치과 의료기관 종사자에게 정신적, 육체적 피해를 줄 수 있는 정도이며, 본 연구결과를 통하여 얻어진 자료들이 기초가 되어 더 많은 치과 진료 시의 소음에 대한 특성이 파악된다면 직장환경의 질을 높이기 위한 체계적인 소음 감소 대책 수립이 가능할 것으로 생각된다.

References

1. Lee GT: Study on the trends and problems of noise measuring and rating method. J Adv Mater 8: 225-255, 1997.
2. Ministry of Employment and Labor: Workers' medical examinations conducted results. Ministry of Employment and Labor, Sejong, pp.12-13, 2014.
3. Medical Association of Industrial: 18th ed. Safety and health training sheet. KIHA, Seoul, pp.2-3, 2012.
4. Yoon MS, Song GS, Ko MH: A study on the investigation into dental hygienists' awareness of health impairment factors by occupational diseases. J Dent Hyg Sci 3: 59-66, 2003.
5. Park KH, Kim HJ: The relationship between noise awareness, hearing ability, and dental hygiene performance in dental hygienists. J Korean Soc of Dent Hyg 15: 11-17, 2015.
6. Loeb M, Holding DH, Baker MA: Noise stress and circadian arousal in self-paced computation. Motiv Emot 6: 43-48, 1982.
7. Hong SM, Kim HK, Ahn YS: A study on the occupational stress, health status and somatization for dental hygienist. J Dent Hyg Sci 9: 295-302, 2009.
8. Choi MS, Ji DH: A study on the dental hygienists' reactions to noise when occurred in dental clinic. J Dent Hyg Sci 9: 453-459, 2009.
9. Ji DH, Choi MS: Characteristics of noise radiated at dental clinic. J Korean Soc Environl Eng 31: 1123-1128, 2009.
10. Garner GG, Federman J, Johnson A: Noise induced hearing loss in the dental environment: An audiologist's perspective. J Georgia Dent Assoc 15: 9-17, 2002.
11. Letho TU, Laurikainen ET, Aitasalo KJ, Pietilä TJ, Helenius HY, Johansson R: Hearing of dentists in the long run: a 15-year follow-up study. Community Dent Oral Epidemiol 17: 207-211, 1989.
12. Kim BS, Park JY, Lee YU: A working environment noise at manufacturing process of metal material products. J Korean Soc Mech Technol 16: 1167-1171, 2014.
13. Kwon BM, Lee JH, Kim S, Jeong TS, TS Jeong: The assessment of noise in the pediatric dental clinics. J Korean Acad Pediatr Dent 39: 267-272, 2012.
14. Merrell HB, Claggett K: Noise pollution and hearing loss in the dental office. Dent Assist 61: 6-9, 1992.
15. Hong MH: Effect of indoor environmental factors on the physical symptoms of dental hygienist. J Korean Soc Dent Hyg 14: 197-204, 2014.

16. Nam SK: The study performance factors of vane type air motor. Unpublished master's thesis, Korea Polytechnic University, Siheung, 2005.
17. Kim DH: Interior noise reduction technology building. Air Clean Technol 9: 71-85, 1996.