



Using Frequency Modulation System of Hearing-Impaired Students with Integrated Education

Woon-Shik Choi¹, Eun-Yeong Shin²

¹Department of Technology Education, Sehan University, Yeongam, Korea

²SEY Hearing Rehabilitation Center, Suncheon, Korea

Received: June 9, 2022

Revised: June 27, 2022

Accepted: June 27, 2022

Correspondence:

Eun-Yeong Shin, PhD
SEY Hearing Rehabilitation Center,
17-1 Isu-ro, Suncheon 57956,
Korea

Tel: +82-61-746-2585

Fax: +82-61-746-2586

E-mail: shiney1104@gmail.com

Purpose: The purpose of this study was to investigate and analyze the use of the frequency modulation (FM) systems. The degree of speech perception in various school environment and participation in the class using the FM systems for hearing-impaired students and teachers who use the FM systems in integrated education. **Methods:** Questions were composed of multiple-choice statements that can check for duplicate answers and short-answer for questions developed as a mobile app and implemented by sending individual text messages. The subjects were elementary, middle, and high school eight students receiving integrated education and their eight teachers. **Results:** The overall opinion of using the FM systems was 'very satisfied' for all students, and 75% of teachers showed more satisfaction. FM systems were used in various environments, curriculum activity, experiential learning, practice, group activities, and audiovisual education through media such as TV or computer. The FM system was helpful at any distance in quiet, noisy, or reverberant environments. Using the FM system, the hearing-impaired student felt positive effects when listening to the conversation of the teacher or other friends, but felt negative effects when the teacher and other friends did not understand the speech of the hearing-impaired student. **Conclusion:** FM systems provided a better classroom acoustic environment for hearing-impaired students. Understanding classroom acoustics such as noise situation, signal-to-noise ratio, and reverberation time expects effective physical integration for the integrated education of hearing-impaired students.

Key Words: FM systems, Hearing-impaired children, Classroom acoustics, Speech perception, Integrated education.

INTRODUCTION

2021년 우리나라의 전체 특수교육 대상자 98,154명 중 72.2%가 일반학교, 27.8%가 특수학교에 배치되어 있다. 전체 특수교육 대상자는 2020년보다 2,734명이 증가하였고, 일반학교 배치 학생 수 역시 2020년보다 2,061명이 증가하였다. 전체 특수교육 대상자 중 3,026명인 3.1%가 청각장애 학생으로 청각장애 학생 중 일반학교 특수학급에 배치된 학생은 689명, 일반학교 일반학급에 배치된 학생은 1,723명으로 일반학교에 배치된 청각장애 학생은 2,412명(80%), 특수학교에 배치된 청각장애 학생은 605명(20%), 특수교육지원센터에 배치된 청각장애 학생은 9명으로 전체 특수교육 대상자의 비율에 비해 청각장애 학생의

통합교육을 받는 비율은 높은 편이다(Ministry of Education, 2021). 보청기나 인공와우와 같은 청각보조기기의 발달과 함께 지속적인 청능·언어재활을 통하여 청각장애 학생들은 구화로 의사소통이 가능해졌기 때문이다. 청각장애 학생의 통합교육 증가로 교실 내 음향 환경은 더욱 중요해졌다고 하겠다.

음향 환경이 청각인지 기능에 미치는 영향은 다양하게 알려져 있는데 그중 교실에서의 음향 환경은 청각장애 학생이나 비장애 학생 모두의 청각인지에 영향을 미치고 있다. 음향 환경에 영향을 미치는 요인으로 배경소음(background noise), 배경소음에 대한 말소리 크기인 신호대잡음비(signal to noise ratio), 반향시간(reverberation time), 화자와 청자의 거리(speaker to listener distance), 기타 변수 간의 상호작용 등이 있다(Johnson & Seaton, 2012; Katz et al., 2015; Lim, 2009). 교실 내 배경소음은 학생들이 없는 교실에서 약 51 dBA, 학생들이 있는 교실에서 68 dBA 정도로 발생할 수 있다. 여기에는 컴퓨터

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

소음, 에어컨 필터, 친구들의 이야기 소리, 책상과 의자의 움직임으로 인한 소리 등으로 교실 내에서 발생할 수 있는 실내소음과 수업 중 창문 너머나 복도에서 발생하여 들릴 수 있는 실외소음이 있다(Crandell & Smaldino, 2000).

교실 내 배경소음은 이야기를 이해할 수 있는 음향적·언어적 요소를 가려 말소리인지를 어렵게 할 수 있다. 특히 모음보다 자음의 정보를 감소시켜 말소리인지를 어렵게 만든다. 정확한 말소리인지를 위한 가장 중요한 요소로 배경소음의 전체 수준보다는 주파수 함수로서의 신호와 배경소음 수준 간의 관계인 신호대잡음비를 들 수 있다. 신호대잡음비는 청자가 듣고자 하는 신호와 주변의 소음의 크기를 비교하는 것으로 소음이 클수록 신호대잡음비는 낮아지고, 신호의 강도가 클수록 신호대잡음비는 높아진다. 청각장애 학생에게 적합한 소음 환경은 교실 내 소음이 30~35 dBA 미만이고, 신호대잡음비는 15 dB이 적절하다(American National Standards Institute, 2010; American Speech-Language-Hearing Association, 1995; Park, 2005). 많은 경우에서 교실 내 과도한 배경소음으로 의사소통에 어려움을 호소하고 있어 원활한 의사소통의 향상을 위해서는 보청기나 인공와우만으로는 한계가 있다. 보청기나 인공와우와 함께 frequency modulation (FM) 시스템과 같은 청각보조장치, 의사소통전략, 청능재활이 함께 필요하다고 하였다. 적합한 신호대잡음비일 때 말소리인지는 최대도 이루어지게 되는데 대표적으로 FM 시스템을 사용하여 신호대잡음비를 높일 수 있다. FM 시스템은 마이크로폰이 포함된 송신기와 수신기로 구성된다. 송신기는 화자가 사용하고 클립의 형태로 옷깃에 착용하거나 목걸이의 형태로 목에 걸어 화자와 가까운 거리에서 사용한다. 두 개 혹은 그 이상의 마이크로폰으로 화자의 말소리가 들어가면 전기적인 신호로 코딩하고, 변조된 주파수 신호로 변환한다. 이 FM 신호는 청자가 착용하고 있는 수신기에 전달되어 음향적인 에너지로 변환되어 소리로 인지할 수 있다. FM 시스템은 말소리의 반향, 주변 소음의 영향을 감소시키고 화자와 청자와의 거리를 줄일 수 있다. FM 시스템은 송신기 하나와 수신기 하나를 연결하여 청각장애 한 명이 수신기를 통해 들을 수 있는 개인적인 FM 시스템(personal FM system)과 화자의 목소리가 교실 내 배치한 한 곳 혹은 여러 곳의 스피커를 통해 들리게 되는 음장 FM 시스템(sound field FM system)이 있다. 후자는 여러 명이 함께 소리를 들을 수 있어 교실 내 다른 학생들에게도 신호대잡음비의 혜택은 있으나 소음 상황과 반향이 있는 상황에서는 효과적이지 못할 수 있다. 그 외 교실 내 전자기장을 형성시켜 보청기 및 인공와우 등 청각보조장치에 기본으로 장착된 텔레코일(telecoil)을 이용하여 들을 수 있도록 무선통신기술 방식을 이용한 인덕션 루프 시스템(induction loop system), 적외선을 이용하여 대형 릉, 강당, 극장, 교회 등에서 사용 가능한 적외선 시

스템(infrared light wave system) 등이 있다. 특히 개인적인 FM 시스템은 수업 환경에서 교사와의 거리, 소음, 반향 등의 영향을 제거하고 교사의 말소리를 명확하게 들을 수 있는 가장 효과적인 방법이다(Jacob et al., 2014; Katz et al., 2015). 반향은 모음의 주파수적 에너지를 지연시켜 특히 중성 자음의 인지를 어렵게 만든다. 공간 내의 크기가 크고 흡음되는 물체가 적은 곳에서는 반향시간이 증가한다. 여기서 반향시간이란 특정 주파수의 신호가 제시된 후 60 dB 정도의 소리 감소가 일어나는 데 걸리는 시간을 말한다. 반향시간이 증가하면 말소리인지가 줄어들게 되는데 정상청력의 성인에게 말소리인지를 위한 반향시간은 대략 1초 이내, 감각신경성 청각장애의 경우에는 이보다 짧은 0.4-0.5초 이내이며 청각장애 학생에게 적합한 반향시간은 0.6초 이내로 제시하고 있다(American National Standards Institute, 2010). 성인에 비해 학령기 아동의 말소리인지는 배경소음과 반향에 따라 영향을 많이 받고 학령기 아동의 청각의 의사소통 기술 능력의 발달과정에서 중요한 역할을 한다. 특히, 청각장애 학생은 소음상황에서 말소리를 인지하는 능력이 부족하기 때문에(Katz et al., 2015; Kim & Lee, 2012; Lim, 2009) 음향학적으로 열악한 교실 환경에서는 말소리에 의한 청각 정보를 받아들이는 데 어려움이 있다. 따라서, 교실의 음향 환경에 더욱 주의가 필요하다. 화자인 교사와 청자인 청각장애 학생과의 거리 역시 교실 내 음향 환경의 요소 중 하나이다. 거리가 증가함에 따라 직접적인 소리 감소는 약 6 dB sound pressure level 씩 일어난다. 주요한 거리 내의 직접적인 소리 자극이 중요한데 교실 내 음향 환경에서는 수업을 진행하는 도중 일어날 수 있는 교사의 교실 내 움직임과 판서를 위하여 청각장애 학생과 등을 진 상황에서 직접적인 소리 전달이 일어나지 않을 수도 있다(Johnson & Seaton, 2012; Katz et al., 2015).

FM 시스템의 교실 내 사용 효과와 관련한 선행 연구는 많지 않다. 교실 내 음장 FM 시스템(Arnold & Canning, 1999)과 개인적인 FM 시스템의 사용(Anderson & Goldstein, 2004; Boothroyd & Iglehart, 1998)은 화자와의 거리, 배경소음 등과 상관없이 말소리 이해를 높이는 데 중요하게 작용한다. 교실 내 소음 환경에서 뿐만 아니라 가정에서도 개인적인 FM 시스템을 사용할 때 말소리 이해를 높일 수 있다(Flynn et al., 2005). 하지만 FM 시스템 사용의 불편함, FM 장치의 크기와 연결의 복잡성 등의 이유로 보청기 혹은 인공와우만 사용하고 FM 시스템을 사용하지 않는 경우도 있다(Fitzpatrick et al., 2010).

현재 FM 시스템의 사용에 대한 국내 연구는 매우 드물다. 본 연구는 통합교육을 받고 있고 FM 시스템을 사용하는 청각장애 학생과 담당 교사를 대상으로 다양한 수업 환경에서 FM 시스템의 사용, 말소리인지 정도, 수업 참여 정도를 조사·분석하고, 효과적인 통합교육을 위한 FM 시스템의 적용 가능성에 대하여 알

아보고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

연구 대상

광주광역시교육청 특수교육지원센터 시청각거점센터 보조공학기기 관련 사업으로 FM 시스템을 대여한(2019~2021년) 학생 10명과 각 학생의 일반학급이나 특수학급 교사를 대상으로 온라인 설문조사를 진행하였다. 그동안 대여한 전체 학생 10명에게 일괄적으로 온라인 조사를 시행하였고, 답변은 학생이 할 수 있으나 온라인 조사를 어려워하는 경우 부모가 도와줄 수 있도록 하였다. FM 시스템을 대여한 10명은 모두 통합교육을 받는 학생으로 학생들은 학교 내에서만 FM 시스템을 사용할 수 있었다. 본 연구의 내용 및 절차는 세한대학교 생명윤리위원회로부터 승인받았다(IRB # SH-IRB 2021-101).

청력손실을 발견한 시기는 신생아청각선별검사를 통해 알게 된 선천성 청력손실(prelingual hearing loss) 학생이 4명, 언어를 완전히 습득하기 전에 청력손실이 발견(perilingual hearing loss)된 학생이 4명이었다. 초등생 1명은 혼합성 난청(mixed hearing loss)이었으나 나머지는 감각신경성 난청(sensorineural hearing loss)이었다. 모든 대상자는 구화를 사용하였고, 국립특수교육원 말지각발달검사(Korean National Institute for Special Education-Developmental Assessment of Speech Perception; Song et al., 2010)를 실시하여 말지각 수준을 파악하였다. 학생의 말지각 수준은 청시각적 단서(audition-plus-vision)가 제공될 때 폐쇄형(closed set)의 단어를 확인(identification)할 수 있는 수준에서 청각적 단서(audition-only)만 제공될 때 개방형(open set)의 완벽한 문장을 이해(comprehension)할 수 있는 단계로 다양하였다. 인공와우나 보청기를 양쪽에 동일한 장치를 착용한 학생은 7명 이었고, 이 중 한 학생은 인공와우를 양쪽 귀에 착용하였으나 외부장치가 다른 경우도 있었다. 한쪽 귀에는 보청기, 다른 쪽 귀에는 인공와우를 착용한 학생은 두 명이었고, 한 명의 학생만이 한쪽 귀에 인공와우를 착용하고 있었다. 만약 양쪽 귀의 착용 시기가 다를 경우, 먼저 착용한 쪽 귀를 기준으로 착용 기간을 조사하였으며, 장치를 착용하고 있는 기간은 적게는 6~10년에서 많게는 15년 이상이었다. 양쪽 귀의 장치가 동일한 학생 7명 중 5명은 FM 시스템을 사용하여 양쪽 귀로 청취하고 있었고, 2명은 양쪽 귀에 인공와우를 착용하였으나 한쪽 귀로만 FM 시스템 연결을 하고 있었다. 양쪽 위의 장치가 다를 경우에는 인공와우 쪽으로 듣고 있었으며, 양쪽 귀에 보청기를 착용한 학생 중 한 명은 왼쪽으로만 FM 시스템을 연결하고 있었다. FM 시스템을 사용하기 전에 과거에 FM 시스템을 사용했던 적이 있거나 미니마이크

와 같은 청각보조장치를 사용하고 있었던 경우는 3명이었고, 나머지는 FM 시스템을 처음 착용하는 경우였다. 대상자 10명 중 한 명은 로저펜, 9명은 로저터치스크린마이크를 대여하였으며 적게는 1년 미만, 많게는 2~3년 사용 중이었다(Table 1).

학생용 조사의 대상자 10명 중 회수된 응답은 총 8명(여아: 1명, 남아: 7명, 나이: 11.50 ± 2.88 세)의 답변으로 초등생 6명, 중등생 1명, 고등생 1명이었고, 교사용 설문 역시 8명의 응답이 회수되었다. 학생 중 부모가 응답을 위해 도와준 경우는 4명이었다. FM 시스템을 사용해 본 경험이 있는 통합학급 교사, 특수학급 교사, 교과담임 교사 중 한 명 이상을 대상으로 진행하였는데 응답한 교사는 모두 일반학급의 담임 교사였다. 설문에 참여한 모든 학생은 구화로 의사소통을 하고 있었고 학생들 대부분은 주 1회 이상 사설기관을 이용한 언어재활 서비스를 받고 있었다. 보청기 혹은 인공와우의 최근 마지막 점검은 모두 1~2년 이내라고 답하였다. 학생과 교사가 대화할 때 입술 모양을 보며 시각적인 자극을 받고 있는지에 대하여 '매우 그렇다, 그렇다, 보통이다, 그렇지 않다, 매우 그렇지 않다'의 5지선다형으로 답변을 확인한 결과 '매우 그렇다'에 대한 응답이 학생은 12%, 교사는 37%였고 '그렇다'에 대한 응답이 학생은 50%, 교사는 37%였으며 '보통이다'라고 답한 학생은 25%, 교사는 13%였다.

연구 절차

모든 대상자는 설문 참여에 동의한 후 진행하였다. FM 시스템의 사용과 관련한 선행 연구들을 참고하여 제작한 질문에 대한 응답을 분석하였다. 학생용과 교사용으로 나누어 조사하였고, 동의서와 설문 사항은 모바일 앱으로 제작하여 개별 문자 발송으로 시행하였다. 설문의 내용은 공통적으로 학생에 대한 기본 정보와 FM 시스템의 듣기 상황, FM 시스템을 사용한 수업 참여 정도에 대하여 중복 답을 체크할 수 있는 객관식이나 5지선다형(매우 그렇다, 그렇다, 보통이다, 그렇지 않다, 전혀 그렇지 않다)의 객관식, 주관식으로 서술할 수 있도록 구성하였다. FM 시스템의 기본 정보와 관련한 문항은 14문항, FM 시스템과 말소리인지와 관련한 문항은 7문항, 학생에게만 조사한 수업 참여와 관련한 문항이 15문항이었다.

Park(2005)와 Yang et al.(2006)의 특수학교 내의 FM 시스템 사용과 효과에 관련한 연구 결과를 바탕으로 14문항의 질문을 작성하였으며, FM 시스템 사용과 미사용의 차이점과 FM 시스템 사용 시 불편한 점 등을 조사하였다. 일반적인 교실 환경에서 보청기만 사용하는 경우보다 FM 시스템을 함께 사용하는 청각장애 학생들이 얻을 수 있는 장점(Boothroyd, 2004; Flynn et al., 2005)을 분석하기 위하여 듣기 상황의 7문항으로 청각장애 학생들이 조용한 환경이나 소음 환경에서 거리에 따른 말소리 인지 정도를 조사하였다. 청각장애 학생을 이해하고 교실 내 수

Table 1. The current state of FM systems

No.	Basic information			Speech perception				Listening devices information			FM system information		
	Gender	Age (yr)	Level of school	Hearing loss onset	Condition	Stimulus unit	Response set	Auditory skill level	Type		Ear	Period (yr)	Roger
									R	L			
1	Male	8	E	19 months	AO	Word	Closed	Identification	CI	CI	B	Under 1	TM
2	Male	9	E	25 months	AV	Sentence	Closed	Comprehension	CI	CI	B	1~2	TM
3	Male	9	E	Congenital	AV	Word	Closed	Identification	CI	HA	R	1~2	TM
4	Female	10	E	Congenital	AO	Sentence	Open	Comprehension	CI	CI	B	1~2	TM
5	Male	10	E	12 months	AO	Sentence	Open	Comprehension	CI	HA	R	2~3	TM
6	Male	12	E	48 months	AO	Sentence	Open	Comprehension	HA	HA	L	1~2	TM
7	Male	12	E	40 months	AO	Sentence	Open	Comprehension	CI	CI	R	1~2	TM
8	Male	13	E	Congenital	AV	Sentence	Open	Comprehension	HA	HA	B	2~3	P
9	Female	15	M	Congenital	AV	Sentence	Open	Comprehension	CI	-	L	1~2	TM
10	Male	17	H	84 months	AO	Sentence	Open	Comprehension	CI	CI	R	1~2	TM

FM: frequency modulation, R: right, L: left, E: elementary school, AO: audition-only, CI: cochlear implant, B: binaural listening, TM: touchscreen microphone, AV: audition-plus-vision, HA: hearing aid, P: pen, M: middle school, H: high school

업 참여에 대한 긍정적·부정적 영향을 알 수 있는 설문(Antia et al., 2007; Jacob et al., 2014) 중 유의수준 0.05 미만에서 크론 바흐 알파값이 0.78에서 0.82인 단축형을 수정하여 수업 참여 정도를 질문하는 15문항으로 FM 시스템을 사용한 청각장애 학생의 수업 참여에 대하여 살펴보았다.

자료 분석

객관식 문항은 중복한 응답을 포함하여 응답의 분포를 알아 보고, 주관식 답변에 대하여 살펴보았다. FM 시스템을 사용하는 듣기 상황의 말소리인지 정도와 수업 참여 정도에 대한 문항의 신뢰도 분석은 유의수준 0.05 미만에서 크론바흐 알파값으로 조사하였고, 자료 분석을 위해 SPSS version 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)의 소프트웨어를 사용하였다.

RESULTS

FM 시스템 사용의 기본 정보

수신기를 착용하는 학생과 송신기를 착용하는 교사에게 FM 시스템의 사용에 대하여 학교생활 동안 사용시간, 사용 방법, 도움이 되는 수업시간, FM 시스템을 사용하는 데 도움이 되는 상황, 불편한 점, 지속적인 사용 여부, 타인에게 추천, 사후관리, FM 시스템의 사용과 관련한 교사 교육의 필요성 등을 5지선다형, 중복 응답 가능한 객관식, 주관식의 형태로 질문하였다.

'모든 수업시간에 사용'한다고 응답한 학생은 7명, 교사는 4명이었고, '절반 이상의 수업시간에 사용'이라고 응답한 학생은 1명, 교사는 2명이었으며, '수업시간과 상관없이 종일 사용'이라고 응답한 교사는 2명이었다. 4명의 학생은 FM 시스템을 학교생활 동안 자발적으로 착용하고 있었고, 나머지 4명의 학생 역시 모든 수업시간에 자발적으로 사용하고 있었다. 교사가 생각하기에 학생이 FM 시스템을 자발적으로 학교생활 동안 착용한 경우는 2명, 모든 수업시간에 자발적으로 사용한 경우는 6명으로 조사되었다. 학교에서 하루 중 몇 시간 동안 FM 시스템을 착용하는 지에 대한 질문에는 6명은 6시간 이상 착용하고 있었고, 2명은 4~5시간이라고 답하였으며, 교사 중 4명은 4~5시간 사용, 2명은 3~4시간, 나머지 2명은 6시간 이상 착용하고 있다고 답하였다. 본 설문에 응답한 응답자는 모두 FM 시스템을 잘 착용하고 있는 것으로 조사되었다.

FM 시스템을 사용한 과목을 중복 응답을 허용하여 조사한 결과 학생과 교사 모두 교과활동뿐만 아니라 체험학습이나 실습, 그룹활동, TV나 컴퓨터와 같은 미디어를 통한 시청각 교육에서 사용하여 다양한 환경에서 사용한 경험이 있었다. 그중 가장 효과적이었다고 생각되는 수업이나 수업활동을 주관식 응답으로 조사한 결과, 학생의 경우 '모든 수업'이라고 답한 경우가 4명,

‘대부분의 수업’이라고 답한 경우가 1명, ‘육성 수업’이라고 답한 경우가 1명, ‘영어수업’ 1명, ‘그룹활동보다는 강의식 수업’이라고 답한 경우가 1명이었다. 반면에 교사는 ‘없음이나 모르겠음’이라고 답한 경우가 3명, ‘대부분의 수업’이라고 답한 경우가 1명, ‘교실 내 모든 수업활동과 학급 안내 사항 전달 시’라고 답한 경우가 1명, ‘모든 수업’이라고 답한 경우가 2명, ‘국어와 수학’이라고 답한 경우가 1명이었다.

교사가 FM 송신기를 어디에 두고 사용하는지에 대한 주관식 응답 질문에 모든 학생은 ‘목에 걸고 사용’한다고 답하였고, 그 외 ‘교탁 위, 책상 위’나 ‘핸드마이크를 사용하는 경우에는 스피커 쪽에 두고 사용’한다고 답하였다. 교사 역시 모든 교사가 ‘목에 걸고 사용’한다고 하였고, ‘미디어 시청 시에는 스피커 쪽에 두고 사용’과 ‘교사 책상’이라고 응답한 경우가 각각 1명씩 있었다.

FM 시스템을 착용했을 때와 하지 않았을 때의 차이점을 묻는 질문에 ‘교사 혹은 친구들 말소리가 선명하게 들림’과 ‘수업을 진행할 때 집중력이 향상됨’으로 대부분의 학생이 복수 응답 혹은 단일 응답하였다. 반면 ‘소리가 작게 들려 소리에 집중을 해야 함’과 ‘주변 소음 등으로 시끄러웠음’에 복수 응답 혹은 단일 응답을 한 학생도 있었다. 교사는 한 명을 제외하고 모두 복수 응답이나 단일 응답으로 ‘교사 혹은 친구들 말소리가 선명하게 들림’과 ‘수업을 진행할 때 집중력이 향상됨’으로 답하였다. 한 명의 교사는 FM 시스템을 착용했을 때와 착용하지 않았을 때 ‘차이 없음’으로 답하였다.

복수 응답이 가능한 FM 시스템의 사용 시 불편한 점을 묻는 질문에 학생은 ‘분실의 우려’와 ‘학교에서만 사용’으로 4명이 응답하였다. 다음으로 ‘착용의 불편함’, ‘기기 작동 여부를 알 수 없음’, ‘보관 및 충전의 불편함’, ‘잡은 고장’에 대한 답변이 2명이 응답하였고, 1명은 ‘한쪽으로만 소리가 잘 들려 불편함’을 호소하였다. 교사는 가장 많이 불편했던 부분이 ‘착용의 불편함’과 ‘보

관과 충전의 불편함’으로 5명이 응답하였고, 다음으로 ‘학교에서만 사용’이 3명, ‘기기 작동 여부를 알 수 없음’과 ‘분실의 우려’가 각각 1명의 응답을 보였다.

객관식 설문 외의 FM 시스템에 관한 의견으로 학생은 ‘양쪽 귀에 FM 시스템을 연결하여 사용하고 싶다’, ‘FM 시스템이 필요한 모든 학령기 청각장애 학생에게 혜택이 가면 좋겠다’는 의견이 있었고, ‘교사들에게 사용 방법에 대한 교육’과 ‘잡은 고장에 따른 수리의 불편함’, ‘수업 외 사용으로 시끄러울 때가 있다’와 같은 의견이 있었다. 교사들은 ‘교사와 학생 간의 정서적 유대감 및 안정감 도모’, ‘학교에서 뿐만 아니라 하교 후 학업활동에 도움이 될 수 있도록 가정에서의 사용’, ‘사용을 하고 보니 청각장애 학생에게는 도움이 된다’는 의견이 있었다. 그 외 ‘기기가 너무 무겁다’와 ‘학기 초부터 사용하면 좋겠다’는 의견이 있었다.

모든 학생이 FM 시스템에 대하여 전반적으로 ‘매우 만족’하고 있었고, ‘지속적으로 사용하고 싶다’고 하였다(Figure 1). 또한 주변 청각장애 학생들에게도 ‘매우 추천’하고 싶다고 답하였다. 교사는 FM 시스템에 대한 전반적인 의견으로 ‘매우 만족’은 5명, ‘만족’은 1명, ‘보통’은 1명, ‘매우 불만족’은 1명으로 답하였다. FM 시스템의 지속적인 사용에 대하여 ‘매우 만족’은 6명, ‘그렇다’는 1명, ‘보통’은 1명이었고, 주변 청각장애 학생에게 FM 시스템의 추천 여부에 대하여 ‘매우 그렇다’는 5명, ‘그렇다’는 1명, ‘보통’은 1명, ‘매우 그렇지 않다’는 1명으로 조사되었다. FM 시스템의 사후관리(수리 혹은 기기 점검)의 적합성에 대하여 ‘매우 그렇다’로 응답한 학생은 6명, ‘보통’으로 응답한 학생은 2명이었고, ‘매우 그렇다’로 응답한 교사는 4명, ‘그렇다’로 응답한 교사는 1명, ‘보통’으로 응답한 교사는 2명, ‘그렇지 않다’로 응답한 교사는 1명이었다. FM 시스템 사용과 관련하여 교사 교육의 필요성에 대하여 학생은 모두 ‘매우 필요하다’로 답하였고, 교사는 ‘매우 그렇다’ 3명, ‘그렇다’ 1명, ‘보통’ 4명으로 조사되었다.

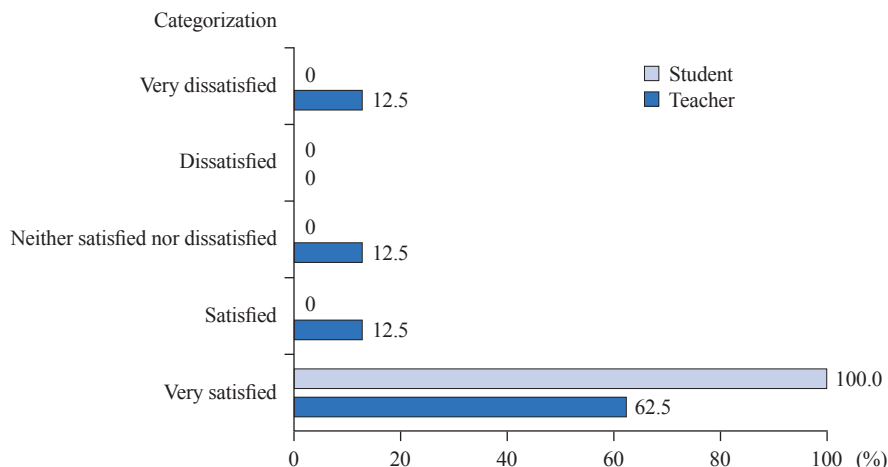


Figure 1. Responses of overall opinion on the frequency modulation (FM) system (n = 8).

FM 시스템과 말소리인지 정도

FM 시스템을 사용하며 전반적인 학교생활에서의 듣기 상황, 조용한 상황에서 가까운 거리와 먼 거리에서의 말소리인지 정도, 소음 상황에서 거리에 따른 말소리인지 정도, 강당이나 체육관과 같은 반향이 있는 상황에서 거리에 따른 말소리인지 정도를 조사하였다. FM 시스템과 말소리인지 정도 문항에 대한 크론바흐 알파값은 유의수준 0.05 미만에서 0.94로 검사의 신뢰도는 매우 높았다. FM 시스템이 전반적인 학교생활에서 듣기 환경에 도움이 되는지에 대한 질문에 학생은 ‘매우 그렇다’ 7명, ‘그렇다’ 1명으로 조사되었고, 교사는 ‘매우 그렇다’ 6명, ‘그렇다’ 1명, ‘보통’ 1명으로 조사되었다. 조용한 상황에서 가까운 거리의 듣기 환경과 먼 거리의 듣기 환경에서 FM 시스템이 도움 여부에 대한 질문에 학생은 각각 ‘매우 그렇다’ 7명, ‘그렇다’ 1명으로 나타났다. 교사는 각각 ‘매우 그렇다’ 5명, ‘그렇다’ 2명, ‘보통’ 1명으로 조사되었다. 시끄러운 상황에서 가까운 거리의 듣기 환경과 먼 거리의 듣기 환경에서 FM 시스템의 도움 여부에 대한 질문에 학생은 각각 ‘매우 그렇다’ 6명, ‘그렇다’ 2명으로 나타났고, 교사는 각각 ‘매우 그렇다’ 4명, ‘그렇다’ 2명, ‘보통’ 2명으로 나타났다. 강당이나 체육관에서 가까운 거리의 듣기 환경과 먼 거리의 듣기 환경에서 FM 시스템의 도움 여부에 대한 질문에 학생은 가까운 거리일 경우 ‘매우 그렇다’ 6명, ‘그렇다’ 2명이었고, 먼 거리일 경우 ‘매우 그렇다’ 5명, ‘그렇다’ 2명, ‘보통’ 1명으로 조사되었다. 교사는 가까운 거리일 경우 ‘매우 그렇다’ 4명, ‘그렇다’ 2명, ‘보통’ 1명, ‘그렇지 않다’ 1명이었고, 먼 거리일 경우 ‘매우 그렇다’ 4명, ‘그렇다’ 1명, ‘보통’ 2명, ‘그렇지 않다’ 1명이었다(Table 2).

FM 시스템을 사용한 수업 참여 정도

학생에게 FM 시스템을 사용한 수업 참여 정도와 영향, 수업 상황에서 나타날 수 있는 다양한 상황에 대하여 5지선다형 답변을 하였다. 수업 참여 정도 설문에 대한 크론바흐 알파값은 유의수준 0.05 미만에서 0.77로 검사의 신뢰도가 비교적 높았다. 응답을 한 모든 학생은 교사의 수업 내용, 숙제 내용, 시험과 관련한 교사의 말을 이해할 때 대체로 FM 시스템의 도움을 많이 받은 것으로 조사되었다. 교실에서 친구들과 대화할 때, 토론 수업과 그룹 수업에서 친구들의 말을 이해할 때 FM 시스템은 ‘매우 많은 도움’은 6명, ‘보통’은 2명으로 나타났고 교사의 질문에 친구들이 답할 때 친구들의 말을 듣는 데 FM 시스템이 ‘매우 많은 도움’은 6명, ‘보통’은 1명, ‘도움이 되지 않음’으로 답한 학생은 1명이었다. FM 시스템을 사용하며 학생이 다른 친구들과 교사로부터 느낄 수 있는 감정에 대하여 살펴본 결과, 5명에서 8명의 학생이 긍정적인 감정을 느끼고 있었다. 대화나 발표를 할 때 학생의 말을 다른 친구들이 이해하지 못했을 때 7명이 부정적인 감

Table 2. Responses of how helpful was the FM system in various situations (n = 8)

Situation	Answer (%)	
	Student	Teacher
Listening to speech in overall school life		
Extremely	87.5	75.0
Very much	12.5	12.5
A moderate amount	-	12.5
Listening to speech in quiet at near distance		
Extremely	87.5	62.5
Very much	12.5	25.0
A moderate amount	-	12.5
Listening to speech in quiet at far distance		
Extremely	87.5	62.5
Very much	12.5	25.0
A moderate amount	-	12.5
Listening to speech in noise at near distance		
Extremely	75.0	50.0
Very much	25.0	25.0
A moderate amount	-	25.0
Listening to speech in noise at far distance		
Extremely	75.0	50.0
Very much	25.0	25.0
A moderate amount	-	25.0
Listening to speech in quiet at auditorium or gym		
Extremely	75.0	50.0
Very much	25.0	25.0
A moderate amount	-	12.5
A little	-	12.5
Listening to speech in noise at auditorium or gym		
Extremely	62.5	50.0
Very much	25.0	12.5
A moderate amount	12.5	25.0
A little	-	12.5

FM: frequency modulation

정을 느끼고 있었고, 교사가 이해하지 못했을 때 5명이 부정적인 감정을 느끼고 있었다(Table 3).

DISCUSSIONS

요즘 청각장애 학생들은 특수학교보다는 인공와우 혹은 보청

Table 3. The effects of FM system in class situations (n = 8)

Situation	Answer (%)				
	Extremely	Very much	A moderate amount	A little	Not at all
Did you enjoy talking with your friends in the classroom?	75.0	-	25.0	-	-
Did you feel comfortable when you talked to your teacher?	75.0	25.0	-	-	-
Did you satisfy the group discussion in the classroom?	75.0	-	12.5	12.5	-
Did you feel uncomfortable when you discussed with the group in the classroom?	12.5	12.5	12.5	25.0	37.5
Did you have a hard time talking to other friends?	12.5	12.5	12.5	37.5	25.0
Did you feel bad when friends didn't understand what you said?	37.5	50.0	12.5	-	-
Did you feel bad when a teacher didn't understand what you said?	37.5	25.0	37.5	-	-

FM: frequency modulation

기 착용과 청능-언어재활로 일반학교 진학 비율이 높아지고 있다. 이와 더불어 멀티미디어를 활용한 외국어 및 시청각 학습의 중요성이 대두되고 있어 청각장애 학생의 적합한 통합교육 학습 환경을 위한 음향학적 고려 사항이 중요해졌다. FM 보청기의 사용은 교사와의 거리, 소음 상황, 반향과 관계없이 신호대잡음비를 높일 수 있는 방법 중 하나이다. 본 연구는 보조공학기기 지원으로 지급된 FM 시스템을 사용한 청각장애 학생과 교사를 대상으로 FM 시스템의 듣기 상황, FM 시스템과 말소리인지, FM 시스템을 사용한 수업 참여 정도 등에 대하여 조사하였다.

청각장애 학생의 청력손실 정도, 청력손실 기간, 말지각 능력, 보청기 혹은 인공와우와 관련한 사항 등을 교사들에게 동일하게 질문하였다. 대상자의 수가 적어 일반화하기 어려우나 본 연구에 참여한 교사들은 청각장애 학생의 상황을 정확하게 파악하지 못하고 있는 것으로 조사되었다. 매년 학기 초에 진행되는 장애 학생의 개별화 교육 계획(individualized educational plan)을 할 때 청각장애 학생의 실태에 대해 일반학급의 교사에게 바르게 전달되어야 하고, 청각장애 학생을 위한 음향적·학습적 환경이 바르게 제공되어야 할 것으로 보인다. 조사에 참여한 학생은 대부분 통합교육을 받는 학생으로 구화를 사용하고 있었지만 독화를 병행하여 사용하는 것으로 조사되었다. 코로나19로 인한 마스크 사용으로 독화가 힘든 환경에서 청각장애 학생들의 수업 참여가 어려웠을 것으로 예상할 수 있다. 또한 코로나19로 인한 집합 금지 등의 이유로 조사에 참여한 학생들의 FM 시스템 사용 기간이 대여 기간에 비해 짧아 본 연구 결과에 영향을 미쳤을 것으로 생각한다.

최근 학교 현장에서는 디지털 교과서와 멀티미디어의 사용 등으로 청각장애 학생들에게 다양한 듣기 환경이 요구되고 있다. 특히 코로나19로 인한 마스크 사용과 온라인 비대면 교육이 활성화되고 있어 일반학교에서 통합교육을 받는 청각장애 학생에게 또 다른 결핍을 가져올 수 있다는 우려가 크다. 본 연구 결과

학생은 학교 수업시간뿐 아니라 학교생활 전반에 걸쳐 FM 시스템을 사용하였고, 교과활동과 체험학습, 실습, 그룹활동, 미디어를 통한 시청각 교육활동, 학급 안내 사항 전달 시 등 다양한 환경에서 사용하였다. 청각장애 학생들에게 청·시각적 자극을 위하여 FM 시스템 보급과 같은 보조공학기기 지원과 수어·자막 등의 학습 지원이 절대적으로 필요한 상황이라고 보이나 현실적으로 지원이 미흡한 실정이다. 발달장애 학생에게 온라인 비대면 학습 시 필요한 지원으로 학습보조인력 파견, 가정 내 학습, 온라인 교육 플랫폼에 대한 정보 제공, 학습보조기기 지원 등으로 나타나 장애의 특성에 맞는 다양한 콘텐츠를 활용한 교육이 필요하다(Kim, 2021). 청각장애 학생을 위한 보조공학기기 지원과 학습 지원이 보편화되어야 할 것으로 생각한다. 본 연구 결과, FM 시스템과 관련하여 '모든 학령기 청각장애 학생에게 FM 시스템의 혜택'과 '학교뿐만 아니라 학교 후 학업활동에 도움이 될 수 있도록 가정에서 사용'의 의견이 조사되었다. 이 역시 보조공학기기 지원과 학습 지원의 보편화에 뒷받침할 수 있는 의견이라 보인다.

FM 시스템 사용의 전반적인 의견은 학생의 경우 모두 '매우 만족'이었고, 교사의 경우 '만족' 이상의 만족도를 보이는 경우가 6명, '보통' 1명, '매우 불만족' 1명으로 대체로 만족하는 것으로 나타났다. 학생과 교사는 모두 FM 시스템의 사용으로 듣기 환경이 개선되었다고 느끼고 있었으나 교사는 FM 시스템 사용에 불편함을 느끼고 있었다. 학생의 응답과 교사의 응답에 차이는 있었으나 대체로 4시간 이상 FM 시스템을 사용하고 있었다. 모든 학생이 지속적으로 사용하고 싶다고 하였고, 주변 청각장애 학생들에게 '매우 추천'하고 싶다고 하였다. Flynn et al.(2005)의 연구에서는 FM 시스템과 보청기 사용자 11명의 학생을 대상으로 교실과 가정에서의 조용한 상황, 소음 상황, 조용한 상황에서 그룹 대화, 소음 상황에서 그룹 대화, 교실 내 교사의 말소리와 친구들의 말소리, 가정, 차, 화자와의 거리에 따른 말소리 듣기 상

황에 대하여 분석한 결과 학생, 부모와 교사 모두 보청기만 착용했을 때보다 보청기와 FM 시스템을 함께 착용했을 때 다양한 상황에서 말소리인지 정도가 높게 나타났다. 수업 상황에서 FM 시스템의 사용시간은 4시간 이상으로 본 연구와 유사하였다. 본 연구에서는 대상자의 말지각 능력이 다양하였고 학교급별 대상자의 수가 적어 정확한 말소리인지 정도를 객관적으로 측정하지 못하였으나 추후 FM 시스템의 착용과 다양한 환경에 따른 말소리인지 정도를 측정하여 FM 시스템의 착용과 미착용에 따른 말소리인지 정도에 대한 연구가 진행되기를 기대한다.

FM 시스템의 사용에 있어 '분실의 우려', '보관 및 충전의 불편함', '잡은 고장'을 FM 시스템의 불편한 점으로 조사되었다. 교사는 송신기를 교탁 위나 책상 위, 미디어 시청 시 스피커 쪽 등에 두고 사용하는 경우가 있어 교사가 전달하고자 하는 말소리가 청각장애 학생에게 제대로 전달되지 못할 때가 있는 것으로 조사되었다. 송신기를 사용한 교사의 답변 중 '기기가 너무 무겁다'와 같은 의견이 있었던 것으로 미루어 보아 목에 착용하더라도 시간이 지나면 기기가 무거워 교탁 위나 책상 위에 두는 경우가 있을 것으로 유추할 수 있다. 수업시간 외에도 송신기를 켜 두고 착용하고 있어 청각장애 학생이 '시끄러울 때도 있다'라고 답하였다. 또한 조사에 참여한 대상자의 FM 시스템은 포낙의 로저터치스크린마이크와 로저펜으로 이는 TV 및 멀티미디어에 연결이 가능함에도 FM 시스템의 송신기를 스피커 방향으로 두고 사용하고 있어 잘못 사용하고 있었다고 볼 수 있다. 본 연구 결과로 FM 시스템을 사용하고 있는 학생과 교사 모두 FM 시스템 사용과 관련한 체계적인 교육이 필요하다고 생각된다. 본 연구 결과에서도 모든 학생들이 FM 시스템의 사용에 대한 교사 교육이 필요하다고 하였다. 따라서 청각장애 학생, 청능사, 특수교육지원청, 특수교사, 통합학급의 교사, 교과담당 교사 등의 협력과 지속적인 논의로 FM 시스템의 올바른 사용을 위한 교육을 학기 초와 중간에 반복적으로 시행할 필요가 있으며, 아울러 청각장애 학생에게 적합한 교육적·음향학적 교실 특성에 대해서도 학기 초에 논의해야 할 것으로 제안한다.

FM 시스템은 조용한 환경과 소음이 있는 환경에서도 거리와 무관하게 도움이 되었다고 답하였다. 강당이나 체육관에서 FM 시스템의 도움 여부에 대한 응답은 조용한 환경뿐만 아니라 시끄러운 환경에서도 도움이 된다고 하였으나 소음이 있을 때에는 '보통' 혹은 '그렇지 않다'에도 응답을 하였다. 추후 청각장애 학생이 통합교육을 받고 있는 교실 내외의 다양한 음향 환경을 직접 측정해 보고, FM 시스템을 사용한 경험이 있는 더 많은 수의 대상자의 결과를 도출한다면 청각장애 학생을 위하여 우리나라 실정에 적합한 교실의 음향학적 환경을 제시할 수 있을 것으로 생각한다. 그 외 학교 환경에서 FM 시스템은 교사의 강의수업, 그룹수업, 토론수업에도 도움이 된다고 하였고, 특히 학생은 FM

시스템 사용에 만족도가 매우 높았다.

FM 시스템을 이용하여 청각장애 학생이 교사나 다른 친구들의 대화를 듣는 데 긍정적인 감정을 느끼고 있었으나 교사나 다른 친구들이 청각장애 학생의 말을 이해하지 못할 때 부정적인 감정을 느끼고 있었다. 본 연구에서는 5지선다형의 질문을 하여 FM 시스템 착용과 미착용에 따른 4지선다형의 만족을 조사한 선행 연구(Jacob et al., 2014)와 직접적인 비교는 어려우나 선행 연구에서는 FM 시스템을 사용할 때, 교사의 말과 친구들의 말을 더 잘 이해할 수 있었고, 긍정적인 영향이 높았으며 부정적인 영향은 낮았다. FM 시스템의 사용은 청각장애 학생에게 심리적으로 긍정적인 영향을 준 것이라 하겠다. 본 연구에서는 대상자의 수가 너무 적어 평균 비교를 할 수 없었고, FM 시스템을 착용했을 때만 조사를 하여 FM 시스템 착용과 미착용에 따른 영향을 여러 방면으로 분석하지 못하였다. 추후 이점을 보완하여 FM 시스템의 착용에 따른 청각장애 학생에게 미치는 심리적 영향을 살펴볼 필요가 있다고 생각한다. 통합교육을 위한 주목적 중 하나는 청각장애 학생의 사회성 발달로 청각장애 학생은 특히 일반학급 통합교육에서 학습, 또래 학생과의 관계, 학교생활 만족도가 높다는 것이다(Jeon & Jeong, 2015). 이를 위하여 원활한 의사소통이 우선이나 의사소통의 문제는 또래 학생과의 사회성 발달에 부정적으로 작용할 수 있는데 실제로 청각장애 학생이 통합교육 환경에서 부적응 원인으로 '또래 학생과의 의사소통 한계', '수업의 어려움', '일반 교사의 전문성 결여', '청각장애 학생의 지적 수준', '부모의 무관심', '청각장애 학생을 위한 사교육 기관의 부재', '형제 자매 간의 의사소통 결여', '수화 통역사의 미비', '일반학교 교사의 무관심', '보청기 등과 같은 기자재 미비' 등이 있다(Choi & Kim, 2004). 완전 통합교실에서 청각장애 학생의 수업 참여를 또래 학생 수준에 달할 수 있도록 하려면 다양한 서비스와 지원이 제공되어야 하는데 크게 세 가지로 제안하기도 한다. 즉, 보청기나 인공와우를 통한 구화 의사소통 능력을 최적화시키는 방법, 수화 통역사나 필기 통역사를 활용하는 방법, 청각장애교육 전문가를 순회 교사로 활용하는 방법이다. 순회 교사는 청각장애교육 전문가로 일반학교에 대하는 청각장애 학생을 위하여 직접 지도하거나 학교 관계자를 상담 및 교수하기도 하는데 현재 우리나라에서는 이는 실시하지 않고 있고, 교육 지원이 필요한 경우 교육청이나 특수교육지원센터에서 청각보조장치나 수화통역 서비스를 요구하고 있는 실정이다(Choi, 2012; Jeon & Jeong, 2015). 청능사는 청각장애 학생이 청각적 단서만으로 학습에 부족함이 염려될 경우에는 수화 혹은 대체의사소통 수단의 필요성 여부를 객관적인 자료를 바탕으로 상담과 권고를 한다면 청각장애 학생의 교육적 환경이 도움이 될 수 있을 것으로 생각한다. 또한 학습 지원과 더불어 청각장애 학생의 심리적인 측면도 고려(Jeon & Jeong, 2015)를 해야 하므로 가족

지원과 함께 청각장애 학생에 대한 이해를 할 수 있는 교육과 체험 등의 다양한 프로그램을 개발하여 교사와 또래 학생을 대상으로 시행할 것을 제안한다. 청각장애 학생들에게도 수업시간에 부족했던 학습과 의사소통 향상을 위한 보조 교사, 수화 통역사, 필기 통역사와 같은 학습지원 체계의 보편화뿐만 아니라 청각장애 학생들 본인의 적극적인 태도 변화를 위한 방과 후 프로그램 개발과 시행도 중요하다고 생각한다.

본 연구의 대상자의 수가 너무 적어 일반화하기에는 무리가 있으나 본 연구 결과를 통하여 FM 시스템은 교사와 청각장애 학생 모두에게 만족이 큰 것으로 이해할 수 있었다. 다만 ‘보관 및 충전의 불편함’과 ‘학교에서만 사용’이라는 공통적인 불편함과 교사 입장에서는 ‘착용의 불편함’, 학생 입장에서는 ‘잡은 고장’ 등의 불편함이 있었다. 추후 보다 많은 대상자를 대상으로 하여 학교급, 말지각의 특성, 보장구의 종류 등에 따른 FM 시스템의 효과에 대한 다양한 연구를 진행하기를 기대한다. 또한 청능사는 청각장애 학생의 개별화 교육 계획을 시행하기 위한 전문분야 협력팀의 일원으로 활동을 하며, 청각장애 학생의 청력과 말지각 등을 평가·상담하고 적합한 보청기, 인공와우, FM 시스템의 선택과 피팅, 교실 내 음향학적 환경, 청각장애 학생들의 말소리 인지 향상을 위한 역할을 할 수 있다(Tye-Murray, 2015). 이러한 역할이 잘 수행된다면 청각장애 학생들의 통합교육을 위한 효과적인 물리적 통합이 이루어질 수 있을 것이라 생각한다.

중심 단어: FM 시스템, 청각장애 학생, 교실음향, 말지각, 통합교육.

Ethical Statement

The study was approved by the Institutional Review Board of Sehan University (SH-IRB 2021-101).

Acknowledgments

Thanks to Huijeong Kim as special education teacher and all participants.

Declaration of Conflicting Interests

There is no conflict of interests.

Funding

N/A

Author Contributions

Conceptualization: Eun-Yeong Shin. Data curation: Eun-Yeong Shin, Woon-Shik Choi. Formal analysis: Woon-Shik

Choi. Investigation: Eun-Yeong Shin. Methodology: Eun-Yeong Shin, Woon-Shik Choi. Writing—original draft: Eun-Yeong Shin. Writing—review & editing: Eun-Yeong Shin, Woon-Shik Cho. Approval of final manuscript: Eun-Yeong Shin, Woon-Shik Choi.

ORCID iDs

Woon-Shik Choi <https://orcid.org/0000-0002-7496-6356>

Eun-Yeong Shin <https://orcid.org/0000-0002-7464-1420>

REFERENCES

- American National Standards Institute. (2010). *ANSI/ASA S12.60-2010/Part 1: American National Standard Acoustical Performance criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools, Part 1: Permanent Schools*. Melville, NY: American National Standards Institute.
- American Speech-Language-Hearing Association. (1995). Acoustics in educational settings. Subcommittee on acoustics in educational settings of the bioacoustics standards and noise standards committee American Speech-Language-Hearing Association. *American Speech-Language-Hearing Association, 37(3 Suppl. 14)*, 15-19.
- Anderson, K. L. & Goldstein, H. (2004). Speech perception benefits of FM and infrared devices to children with hearing aids in a typical classroom. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 35(2)*, 169-184.
- Antia, S. D., Sabers, D. L., & Stinson, M. S. (2007). Validity and reliability of the classroom participation questionnaire with deaf and hard of hearing students in public schools. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 12(2)*, 158-171.
- Arnold, P. & Canning, D. (1999). Does classroom amplification aid comprehension? *British Journal of Audiology, 33(3)*, 171-178.
- Boothroyd, A. (2004). Hearing aid accessories for adults: The remote FM microphone. *Ear and Hearing, 25(1)*, 22-33.
- Boothroyd, A. & Iglehart, F. (1998). Experiments with classroom FM amplification. *Ear and Hearing, 19(3)*, 202-217.
- Choi, S. B. (2012). The qualitative research on reality and future direction of inclusion for students with hearing impairment. *The Journal of Special Children Education, 14(3)*, 55-77.
- Choi, S. K. & Kim, K. S. (2004). The study on attitudes and needs of teachers for special school with the hearing impaired toward inclusion. *The Journal of Special Education: Theory and Practice, 5(2)*, 71-92.
- Crandell, C. C. & Smaldino, J. J. (2000). Classroom acoustics for children with normal hearing and with hearing impairment. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools, 31(4)*, 362-370.
- Fitzpatrick, E. M., Fournier, P., Séguin, C., Armstrong, S., Chénier, J., & Schramm, D. (2010). Users' perspectives on the benefits of FM systems with cochlear implants. *International Journal of Audiology, 49(1)*, 44-53.
- Flynn, T. S., Flynn, M. C., & Gregory, M. (2005). The FM advantage in the real classroom. *Journal of Educational Audiology, 12*, 37-44.
- Jacob, R. T., Alves, T. K., Moret, A. L., Moret, M., Santos, L. G.,

- & Mondelli, M. F. (2014). Participation in regular classroom of student with hearing loss: Frequency modulation system use. *CoDAS*, 26(4), 308-314.
- Jeon, E. & Jeong, E. (2015). Survey on satisfaction of students with hearing impairment, parents, and teachers to inclusive education. *The Korean Society of Education for Hearing-Language Impairments*, 6(1), 167-190.
- Johnson, C. D. & Seaton, J. B. (2012). *Educational Audiology Handbook*. (2nd ed.), (pp.243-280). San Diego, CA: Cengage Learning.
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J., & Tillery, K. L. (2015). *Handbook of Clinical Audiology*. (7th ed.), (pp.675-702). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kim, H. J. (2021). A study on the current status and improvement online classes for students with developmental disabilities during the COVID-19 pandemic -in Chungbuk-. *The Journal of the Korea Contents*, 21(6), 350-358.
- Kim, Y. J. & Lee, J. H. (2012). A study of the speech and environmental sound recognition in the classroom noise for school-aged children with hearing loss. *Audiology*, 8(1), 101-110.
- Lim, D. (2009). Parameters of classroom acoustics in auditory perception. *Audiology*, 5(1), 1-5.
- Ministry of Education. (2021). *2021 Special Education Annual Report*. Ministry of Education. Retrieved from <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=316&boardSeq=88962&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=3&s=moe&m=0302&opType=N>.
- Tye-Murray, N. (2015). *Foundation of Aural Rehabilitation Children, Adults, and Their Family Members*. (4th ed.), (pp.563-610). San Diego, CA: Cengage Learning.
- Park, M. H. (2005). The study about use of FM system in special school for deaf children. *Journal of Speech & Hearing Disorders*, 14(3), 29-42.
- Song, Y. J., Lee, H. J., & Jang, H. S. (2010). *A Study on the Development of KNISE-DASP (KNISE-Developmental Assessment of Speech Perception) for Auditory Training*. Asan: National Institute of Special Education.
- Yang, H. S., Ki, Y. J., & Lee, Y. H. (2006). Usage of frequency modulation system in Incheon Seongdong school for the deaf. *Audiology*, 2(2), 165-168.