The Noise Level Measurements of Children's Sound Books

Seok-Hee Joo¹, Eun-Yeong Shin²

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

²SEY Hearing Rehabilitation Center, Suncheon, Korea

Received: June 9, 2021

Revised: July 16, 2021

Accepted: July 16, 2021

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: It was intended to measure the sound intensity of children's sound books and to compare them with the standards of Korea and the International Standards Organization (ISO). **Methods:** The loudness of 15 children's sound books was measured at a distance of 25 cm (child's arm length), and 2.5 cm length of external auditory canal. Measurements taken three times with each book were performed, and the overall sound intensity of the sound books and the sound intensity of each button were measured and compared. **Results:** Compared with the Korean standard, all the buttons of all books exceeded the standard for the sound volume of the children's book measured at a distance of 2.5 cm. When comparing the maximum sound intensity measured at a distance of 25 cm with 85 LAmax, a total of 168 buttons of these, 25 (14.88%) were recorded as exceeding the maximum loudness. According to the standards of the ISO, all buttons in all books were below the standard 85 LAeq. **Conclusion:** Several children's books are loud enough to cause noise-induced hearing loss, especially when they are placed close to the ear. Strict standards for sound children's books are required, and it is important to put a warning on the cover of the book. It is expected that the sound intensity of the children's sound book presented in this study can be referenced when referring to the loudness during hearing rehabilitation in children.

Key Words: Toy, Sound book, Children, Noise, Intensity.

INTRODUCTION

아동은 놀이를 통하여 사회성을 배우고 운동능력을 증진시킬 뿐 아니라 정서를 발달시키게 된다. 아이들이 장난감을 가지고 노는 것은 정신적·육체적으로 아동의 발달에 중요한 역할을 한다(Lee et al., 2017). 영유아기에 사용하는 팔랑이부터 아동기에 사용할 수 있는 작동이 복잡한 장난감까지 장난감의 종류는 매우 다양하다. 장난감을 가지고 놀 때 아동에게 줄 수 있는 자극은 소리를 포함하여 여러 형태이다. 과거에는 사회적인 성공을 위한 능력으로 지능지수(intelligence quotient, IQ)만을 중요시하였다면, 현대 사회는 감정을 통제·조절하고 타인과 원만한 관계를 유지할 수 있는 능력인 감성지수(emotional quotient, EQ) 역시 중요하게 생각한다. 대화와 타협으로 조화를 이끄는 리더십, 상호협력력을 통해 공동의 이익을 추구하는 사회기술 등 개인과 집단의 발전이 감성지수와 연관되기 때문이다. 따라서 감성지수 향상을 위한 유·아동 학습지나 오감 자극에 필요한 교

육도구 및 장난감 등이 다양하게 개발·보급되고 있는 상황이다(Kang, 2019). 장난감에서 나오는 소리는 아이들에게 언어와 사고 과정의 발전을 가져올 수 있다. 이에 정보기술(information technology, IT)을 이용한 스마트기기를 새로운 놀이 활동으로 사용하고 청·시각적 효과를 줄 수 있는 전자기기 장난감, 버튼을 누르면 소리가 나는 책(sound book) 등이 개발되어 있다(Lee et al., 2017).

영유아기에서 청소년기의 소음성 난청(noise-induced hearing loss, NIHL) 출현 보고에 따르면, 아동 8명 중 1명이 소음성 난청을 보였고, 10대 청소년들 중 16%가 이에 해당하였다(Levey et al., 2012). 6세에서 11세 아동 중 8.5%가 소음으로 인한 일시적인 난청(temporary threshold shift, TTS)을 경험하기도 하였다(Niskar et al., 2001). 영유아기와 아동기 때 소음에 노출되는 위험요소 중 첫째는 장난감에 의한 소음으로 볼 수 있다. 여러 연구를 통하여 장난감의 소리 크기와 노출시간은 영유아와 아동에게 소음성 난청을 유발할 수 있다고 제안되었다(Axelsson & Jerson, 1985; Bittel et al., 2008; Segal et al., 2003; Smoorenburg, 1993; Yaremchuk et al., 1997).

또한 독립적이고 만성적인 장난감의 소음노출 후에 일시적 청력 역치 증가나 영구적인 청력손실(permanent threshold shift, PTS)을 가져올 수 있다는 보고가 있다(Marshall & Brandt, 1974; McMillan & Kileny, 1994). 그리고 장난감 무기와 폭죽으로 인하여 감각신경성 난청이나 어지럼증 혹은 이명을 호소하는 연구도 있다(Segal et al., 2003). 소음성 난청은 고주파수 청력손실로, 아동기에는 말-언어 발달과 사회성 습득에 영향을 미칠 수 있고 학령기에는 학습에 문제를 일으킬 수 있다. 일반적으로 소음성 난청은 예방이 가능하기 때문에 영유아와 아동기에는 소음원의 크기를 줄이거나 소음에 노출되는 시간을 줄여 소음노출을 줄이는 것이 좋다고 하였다(McLaren et al., 2014; Northern & Downs, 2002).

현재 어린이들이 사용하는 장난감의 소음에 대한 안전노출 한계의 구체적인 가이드라인은 없으나(Weinreich et al., 2013), 장난감이 내는 소음에 대한 여러 기준은 있다(McLaren et al., 2014). 미국직업안전위생국(Occupational Safety and Health Administration [OSHA]; OSHA, 1998)에서 제시하는 작업장에서의 소음노출 기준은 소음노출 강도를 A 가중 소리 에너지를 갖는 안정된 음압 레벨인 A-가중치 등가음압 레벨(A-weighted equivalent sound pressure level, LAeq)의 크기로 나타내고, 5 dB 교환율(exchange)을 적용한다. 일반 성인이 작업장에서 노출될 수 있는 소음의 기준을 8시간씩 85 dBA로 시간과 소음 강도에 대하여 규정하고 있는데 5 dB 교환율을 적용할 때 강도가 5 dBA 커짐에 따라 소음에 노출될 수 있는 시간은 절반으로 줄어든다. 이러한 기준을 장난감에 적용하여 비교해 본다면, 만약 100 dBA의 소음을 내는 장난감을 성인이 이용한다면 15분 이하의 사용이 가능할 것으로 예상할 수 있다. 장난감의 소음과 관련한 기준은 크게 세 가지로 볼 수 있다. 국제표준기구(International Standards Organization [ISO]; ISO, 2012)에서 제시한 ISO 8124-1 (part 1), 유럽표준위원회(European committee for standardization, 2013)에서 제시한 EN 71-1과 미국재료시험협회(American Society of Testing and Materials [ASTM]; ASTM International, 2003)의 F963이 있다. ISO(2012)는 호주, 뉴질랜드, 중국, 말레이시아, 싱가포르, 남아프리카 등 가장 많은 나라에서 장난감 소음 기준으로 채택하고 있고, EN 71-1과 ASTM F963의 기반이 된다. 이러한 기준은 새로운 장난감이 생산됨에 따라 빠르게 조사되고 적용된다. ISO(2012) 기준에 의하면, 귀 가까이에서 장난감 소리를 발생한다고 하였을 때 그 크기를 A 가중치 등가음압으로 65 LAeq 미만이거나 C 가중치 등가음압(C-weighted equivalent sound pressure level)으로 95 LCeq 미만이어야 한다. 만약 일반적인 공간에서 장난감의 소리를 발생한다고 한다면 소리 크기를 85 LAeq 미만 혹은 115 LCeq 미만으로 제시하고 있다. EN 71-1

은 ISO 8124-1과 달리 장난감을 작동하는 방법에 중요성을 두고 장난감의 정의를 새롭게 한 차이가 있고, 작동시간 8시간 80 dBA 미만을 적용한다. ASTM International(2003)은 장난감 소음의 최대 크기를 90 dBA로 제한하고, 장난감과 귀 사이의 거리 25 cm일 경우 70 dBA 미만, 2.5 cm일 때 90 dBA 미만을 요구한다. 세계보건기구(World Health Organization [WHO]; WHO, 2019)에 의하면 장난감 소음은 8시간 동안 노출될 경우, 노출소음 크기는 75 dBA 미만일 때 안전하다고 하고 있다. 하지만 장난감의 소리 크기는 이러한 기준을 초과하는 경우가 많아 소음성 난청을 유발할 수 있다고 여러 연구에서 경고하고 있다(Axelsson & Jerson, 1985; Bittel et al., 2008; Segal et al., 2003; Smoorenburg, 1993; Yaremchuk et al., 1997).

우리나라에서는 소리나는 장난감을 여러 가지로 분류하고 있다. 귀에 가까이 대고 사용하는 완구는 “소리를 내도록 설계되었고 귀에 가까이 대고 사용할 수 있도록 만든 완구”로 규정하고 어린이의 귀로부터 소리를 내는 부품의 가장 가까운 위치가 2.5 cm 정도인 완구로 분류한다. 손으로 쥐는 완구는 손으로 쥐도록 되어 있고 소리를 내도록 설계된 완구로 딸각 딸각 소리를 내는 완구, 완구도구, 음악이 나오는 완구, 화약 총 등으로 규정한다. 또한 딸랑이는 흔들면 소리를 내도록 설계된 완구로 도움이 없이는 일어설 수 없는 어린아이가 사용하도록 되어 있고 어린이나 다른 사람이 흔들어야 소리가 나는 완구로 분류하였다. 뽁뽁이 완구는 꼭 쥐었을 때 작은 틈으로 공기가 빠지면서 소리를 내도록 설계된 유연한 완구로 도움 없이 일어설 수 없는 어린 아이가 사용할 수 있다고 분류하고 있다. 소리를 내는 완구의 소리 강도의 규정은 제시하고 있는 음압 레벨 측정에 따른 결과로 나타난다. 귀에 가까이 대고 사용하는 완구의 소리 크기에 대하여 안정되게 지속되는 소리 혹은 지속시간이 1초를 초과하는 가변적인 소리인 연속적인 소리(continuous sound)의 A 가중 등가의 음압 레벨로 65 LAeq, 그 외 모든 완구의 연속적인 소리의 최대 A 가중 음압 레벨이 85 LAeq 미만이어야 한다. 보통 1초 미만 시간 동안 짧은 순간의 음압으로 주변 소음을 현저하게 초과하는 소리인 순간적인 소리(impulsive sound)에 대해서는 C 가중 등가음압 레벨을 적용하고, 귀에 가까이 대고 사용하는 완구에서 발생하는 순간적인 소리는 95 LCeq 미만, 격발 뇌관과 같은 폭발 현상을 이용하지 않는 완구 중 순간적인 소리를 내는 귀에 가까이 가져다 대는 완구는 115 LCeq 미만이어야 한다. 격발 뇌관 및 기타 폭발 현상을 이용하는 유형의 완구에서 발생하는 순간적인 소리는 125 LCeq 미만이어야 하고 115 LCeq가 넘을 경우에는 잠재적인 위험성에 대한 주의를 표시해야 한다. 어린이 스스로 또는 보호자에 의해 읽기용으로 의도된 책은 완구의 적용 범위에서 제외되지만 시각, 촉각, 청각적인 요소로 놀이기능을 추가한 책은 완구 범주에 포함이 되어 버튼을 눌러 소리를 발

생하는 동화책은 학습완구로 볼 수 있다. 하지만 학습완구에 대한 소리 발생 기준은 제시하고 있지 않다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2020).

본 연구에서는 현재 시중에서 판매되고 있는 버튼을 누르면 소리가 나는 동화책 15종에 대하여 안전확인대상 어린이제품(완구, 학용품)의 안전기준 부속서 개정 고시(2020)에서 제시하는 방법과 Yaremchuk et al.(1997)의 측정 방법을 참고하여 소리 크기를 측정하고자 하였다. 귀에 가까이 대고 사용할 경우인 소음원과의 거리 2.5 cm와 아동이 가지고 놀 때 아동의 팔길이를 고려한 소음원과의 거리 25 cm에서 측정하여 소리나는 동화책의 소리 크기를 측정하고, 우리나라(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2020)와 ISO(2012) 기준과 비교하고자 하였다.

MATERIALS AND METHODS

소리 강도를 측정한 사운드북은 국내·외에서 출판되는 책으로 쉽게 접할 수 있으며 사운드북의 크기는 양손으로 펴서 들 수 있고($180 \times 180 \text{ mm}^2$ 에서 $280 \times 280 \text{ mm}^2$), 무게는 약 0.3~0.68 kg이며 12~24쪽으로 구성되어 있다. 한 쪽(오른쪽 혹은 아래쪽)에 일렬로 사운드 버튼이 있으며 그 옆에는 스피커가 있는 형식으로 겉면에 책표지와 버튼, 스피커가 있다. 사운드북의 소리 종류는 동물의 울음소리, 동요, 이야기로 0세 이상 혹은 3세 이상의 연령에서 사용할 수 있는 15권으로 선정하였다. 국내

출판사의 책은 13권으로 A 출판사 2권, C 출판사 8권, D 출판사 3권이었다. 국외 출판사의 책은 총 두 권으로 출판사는 동일한 곳이었다. 누를 수 있는 버튼의 수는 총 168개로 사운드북에 따라 6개에서 44개로 다양하게 버튼을 포함하고 있었으며 버튼 1개를 눌렀을 때 제시되는 소리의 시간은 평균 2.43초에서 53.17초로 다양하게 분포하였다(Table 1).

모든 책은 AA 혹은 AAA 건전지를 1개에서 3개까지 이용하여 소리를 낼 수 있었고, 사운드북의 소리 강도를 측정하기에 앞서 모든 책의 건전지를 새것으로 교체 후 시작하였다. 사운드북의 소리 측정은 주변 소음이 소리 강도 $29.00 \pm 6.52 \text{ dBA}$ 로 $354 \times 220 \times 250 \text{ cm}^3$ 크기의 조용한 방에서 시행하였다. 소음측정기(sound level meter)는 Brüel & Kjær사(Nærum, Denmark)의 Hand-held Analyzer Type 2250로 free-field microphone type 4189 마이크(Brüel & Kjær Cop.)를 사용하였다. 강도 측정은 느린 반응시간(slow response time)과 A-가중치로 측정하였고, 한 개의 버튼의 소리가 시작해서 끝날 때까지 연속음의 강도를 측정하여 고정된 기간 및 장소에서 시간에 따라 변화하는 소리로 동일한 A-가중 소리 에너지를 갖는 안정된 음압 레벨인 등가음압 레벨(LAeq)로 나타내었다. 사운드북의 소리나는 스피커의 위치와 소음측정기의 마이크를 동일한 높이로 지면에서 1 m 높이에 두고 아동의 팔 길이의 기준인 25 cm와 귀 수준 2.5 cm의 거리에서 각각 측정하였다(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2020; Yaremchuk et al., 1997). 한 개 버튼의 소리 강도는 세 번씩 측정하였으며 책의 버

Table 1. Features of 15 sound books used in the present study

No.	Book title	Age range	Publisher	Number of buttons	Duration (seconds)
1	English play sound book	+3	A	44	5.86 ± 4.67
2	Around the farm	+3	B	30	2.43 ± 0.94
3	Merry Christmas	+3	B	12	4.00 ± 1.54
4	Tiger and dried persimmon	+0	C	6	42.33 ± 4.46
5	Heungbu and Nolbu	+0	D	7	42.43 ± 10.18
6	Sun and moon	+0	C	6	44.33 ± 17.83
7	Patjug grandma and Tiger	+0	D	7	45.00 ± 10.86
8	Kongjiwi and Patjiwi	+0	C	6	44.83 ± 13.17
9	Aesop's allegory	+0	C	6	53.17 ± 8.52
10	The three little pigs	+0	D	6	46.33 ± 9.87
11	Cinderella	+0	C	6	37.83 ± 8.33
12	Lalala multiplication tables's bus	+0	C	8	22.00 ± 0.76
13	A sounding picture book	+0	A	8	6.50 ± 3.02
14	Ugly Duckling	+0	C	6	38.83 ± 8.73
15	Birds, puppies and animal friends	+0	C	10	4.10 ± 1.10

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation or number

튼을 누르고 소리가 나는 동안의 평균 소리 크기를 측정하였다.

RESULTS

아동의 귀 수준 2.5 cm 거리에서 측정한 모든 버튼의 평균 소리 강도는 80 LAeq를 넘었고, 그중 소리 강도가 가장 큰 책은 '탈탈라 구구단버스'였다. 그 뒤를 '미운 아기 오리', '신데렐라', '아기돼지 삼형제', '홍부와 놀부'가 각각 90.58 ± 1.30 LAeq, 90.42 ± 1.30 LAeq, 90.23 ± 0.56 LAeq, 90.09 ± 1.38 LAeq로 90 LAeq를 넘었다. 그 다음으로 '콩쥐팍쥐'의 평균 소리 강도가 89.26 ± 0.72 LAeq, '소리 나는 그림책'은 88.28 ± 3.26 LAeq였고, '이솝우화'는 86.99 ± 1.13 LAeq, '호랑이와 꽃감'은 86.68 ± 1.42 LAeq로 나타났다. '팔죽할머니와 호랑이'가 85.71 ± 0.79 LAeq, '해님달님'이 85.44 ± 1.55 LAeq, '메리크리스마스'가 85.04 ± 2.86 LAeq로 유사하게 나왔고, 'around the farm'과 '영어놀이 사운드북'이 각각 84.15 ± 4.57 LAeq, 84.14 ± 4.71 LAeq의 평균 소리 강도를 보였다. 가장 작은 평균 소리 강도는 '명명, 강아지와 친구들'이 80.09 ± 4.20 LAeq로 나타났다. 또한 모든 소리 나는 동화책의 버튼 중 가장 크게 기록된 LAFmax는 '홍부와 놀부'였고, 가장 작게 기록된 LAFmin는 '명명, 강아지와 친구들'이었다(Figure 1).

아동의 팔 길이 수준 25 cm 거리에서 측정한 모든 버튼의 평균 소리 강도 대부분 70 LAeq를 넘었고, 그중 소리 강도가 가장 큰 책은 '미운 아기 오리'로 77.51 ± 0.71 LAeq였다. 75.82 ± 1.31 LAeq의 '신데렐라', 75.63 ± 0.39 LAeq의 '아기돼지 삼형제', 75.34 ± 0.82 LAeq의 '콩쥐팍쥐', 75.05 ± 1.57 LAeq의 '홍부와 놀부'가 75 LAeq를 넘었다. 그 다음으로 '탈탈라 구구단 버스'가 74.68 ± 0.94 LAeq로 나타났고, '메리크리스마스', '소리 나는 그림책', '이솝우화', '호랑이와 꽃감', '영어놀이 사운드북', '팔죽할머니와 호랑이', '해님달님'의 순으로 각각 73.70 ± 2.21 LAeq, 73.68 ± 3.70 LAeq, 72.34 ± 1.04 LAeq, 72.32 ± 1.50 LAeq, 72.25 ± 6.00 LAeq, 70.84 ± 0.55 LAeq, 70.12 ± 1.36 LAeq의 평균 소리 강도를 보였다. 68.18 ± 3.26 LAeq로 '명명, 강아지와 친구들'과 65.43 ± 4.34 LAeq로 'around the farm'이 평균 소리 강도 70 LAeq 미만이었다. 또한 모든 소리 나는 동화책의 버튼 중 가장 크게 기록된 LAFmax는 '홍부와 놀부'였고, 가장 작게 기록된 LAFmin는 '명명, 강아지와 친구들'이었다(Figure 2).

아동의 귀 수준 2.5 cm 거리에서 측정한 사운드북의 각 버튼 소리 강도 중 가장 크게 측정된 소리 강도와 가장 작게 측정된 소리 강도를 Table 2에 나타내었다. 2.5 cm 거리에서 측정한 모든 사운드북 버튼의 최대 소리 강도는 83.87 ± 1.65 LAeq

Figure 1. Comparison of intensity measured at 2.5 cm apart for 15 sound books.

Figure 2. Comparison of intensity measured at 25 cm apart for 15 sound books.

Table 2. LAeq measures of sound book's buttons at 2.5 cm

No.	Book title	Maximum	Minimum
1	English play sound book	89.50 ± 2.00	67.60 ± 21.13
2	Around the farm	92.30 ± 1.39	75.17 ± 1.53
3	Merry Christmas	87.57 ± 1.29	79.60 ± 6.63
4	Tiger and dried persimmon	88.50 ± 0.30	84.17 ± 0.42
5	Heungbu and Nolbu	92.70 ± 0.52	88.53 ± 0.29
6	Sun and moon	86.90 ± 0.53	83.00 ± 1.13
7	Patjug grandma and Tiger	86.17 ± 0.15	84.90 ± 0.44
8	Kongjiwi and Patjiwi	90.60 ± 0.10	88.40 ± 0.20
9	Aesop's allegory	90.53 ± 0.65	85.57 ± 0.47
10	The three little pigs	90.73 ± 0.91	89.77 ± 0.06
11	Cinderella	91.93 ± 0.32	89.30 ± 0.76
12	Lalala multiplication tables's bus	95.10 ± 0.85	91.97 ± 0.64
13	A sounding picture book	93.63 ± 0.90	83.47 ± 0.84
14	Ugly Duckling	91.83 ± 2.27	90.03 ± 1.63
15	Birds, puppies and animal friends	83.87 ± 1.65	74.63 ± 3.37

Values are presented as mean ± standard deviation. LAeq: A-weighted equivalent sound pressure level

부터 95.10 ± 0.85 LAeq로 최대 소리 강도를 보인 버튼이 있는 사운드북은 '랄랄라 구구단 버스'였고, 버튼의 최대 소리 강도가

90 LAeq가 넘는 사운드북은 15개 중 9개였다. 또한 '멍멍, 강아지와 친구들' 사운드북을 제외하고 최대 소리 강도를 보인 버튼은 85 LAeq를 초과하는 수치였다. 최소 소리 강도의 버튼을 가진 사운드북은 '영어놀이 사운드북'으로 67.60 ± 21.13 LAeq였고, 버튼의 최소 소리 강도는 67.60 ± 21.13 LAeq부터 91.97 ± 0.64 LAeq로 나타났다. '랄랄라 구구단 버스'는 최소로 기록된 소리 강도 버튼이 90 LAeq를 초과하는 수치를 보였다.

아동의 팔 길이 수준 25 cm 거리에서 측정한 사운드북의 각 버튼의 소리 강도 중 가장 크게 측정된 버튼은 '해님달님' 중 71.50 ± 0.26 LAeq의 버튼, '소리 나는 그림책' 중 79.97 ± 0.81 LAeq의 버튼으로 나타났다. 가장 작게 측정된 버튼은 52.20 ± 17.16 LAeq로 '영어놀이 사운드북'이었고, 팔 길이 수준에서 측정한 사운드북 각 버튼의 최대, 최소 소리 크기는 Table 3과 같다.

우리나라(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2020)의 기준은 완구의 귀에 가까이 대는 거리인 2.5 cm에서 측정한 평균 소리 강도는 65 LAeq 미만, 25 cm의 거리에서 측정한 최대 소리 강도는 85 LAeq 미만으로 되어 있다. 연구 결과, 25 cm 거리에서 측정한 소리나는 동화책의 소리 크기는 전체 책의 모든 버튼이 기준을 초과하였고, 25 cm 거리에서 측정한 최대 소리 강도와 85 LAeq를 비교하였을 때 총 168개의 버튼

중 25개(14.88%)가 최대 소리 강도를 초과하는 것으로 기록되었다. ISO(2012)의 2.5 cm에서 소리 크기 기준은 우리나라와 동일하나 25 cm의 소리 크기 기준은 평균 소리 강도가 85 LAeq 미만이다. 본 연구 결과를 기준과 비교해 보았을 때 25 cm 거리에서 측정한 평균 소리 강도는 전체 책의 모든 버튼이 기준인 85

LAeq 미만으로 나타났다(Table 4).

DISCUSSIONS

학습완구로 분류할 수 있는 소리나는 동화책의 소음노출 기준에 대하여 생각해보고자 하였다. 소음노출 측정은 아동이 소음원을 귀에 가까이 대고 사용할 경우인 소음원과의 거리 2.5 cm와 완구를 가지고 놀 때 아동의 팔길이를 고려한 소음원과의 거리 25 cm에서 하였다.

장난감의 소리로 유발할 수 있는 소음성 난청에 대하여 일찍이 외국에서는 여러 연구가 진행되었고 위험성에 대하여 경고하고 있었다. 하지만 우리나라에서 아동이 가지고 노는 소음이 나는 동화책이나 장난감의 안전한 소음노출 가이드라인은 없었다. 소음성 난청에 영향을 미치는 요인으로 소리의 강도와 크기(intensity or loudness of noise), 주파수(spectrum or frequency of noise), 매일 노출되는 시간(period of exposure each day), 총 노출시간(total duration), 개인적 감수성(individual susceptibility) 등을 고려해 볼 수 있다(Kim, 2016).

소리의 강도가 크거나 노출시간이 길수록 소음성 난청 유발 가능성이 크다. 본 연구에서 측정한 소리 나는 동화책으로 소음노출 정도와 위험성에 대하여 생각해 볼 수 있다. 측정한 소리나는 동화책의 버튼 중 가장 길게 소리를 내는 책은 '팔죽할머니와 호랑이'로 45.00 ± 10.86초의 평균 지속시간을 보였다. 해당 책의 전체 버튼 수는 7개로 전체 버튼을 쉬지 않고 차례로 놀

Table 3. LAeq measures of sound book's buttons at 25 cm

No.	Book title	Maximum	Minimum
1	English play sound book	77.60 ± 0.52	52.50 ± 17.16
2	Around the farm	73.63 ± 2.02	55.93 ± 1.70
3	Merry Christmas	76.03 ± 2.05	71.60 ± 1.30
4	Tiger and dried persimmon	74.30 ± 0.35	69.83 ± 0.12
5	Heungbu and Nolbu	77.43 ± 0.99	72.73 ± 0.72
6	Sun and moon	71.50 ± 0.26	67.77 ± 0.58
7	Patjug grandma and Tiger	71.60 ± 0.26	70.17 ± 0.23
8	Kongjiwi and Patjiwi	76.53 ± 0.15	74.50 ± 0.36
9	Aesop's allegory	76.30 ± 0.00	71.30 ± 0.62
10	The three little pigs	75.90 ± 0.17	75.07 ± 0.26
11	Cinderella	77.67 ± 0.06	74.38 ± 0.12
12	Lalala multiplication tables's bus	75.80 ± 0.87	73.43 ± 0.40
13	A sounding picture book	79.97 ± 0.81	67.33 ± 0.25
14	Ugly Duckling	78.20 ± 0.36	76.50 ± 0.30
15	Birds, puppies and animal friends	72.20 ± 0.53	63.20 ± 0.20

Values are presented as mean ± standard deviation. LAeq: A-weighted equivalent sound pressure level

Table 4. Number of sound book's buttons over Korea standards

No.	Book title	> 65 LAeq @ 2.5 cm	> 85 LfMax @ 25 cm	Number of buttons
1	English play sound book	44	2	44
2	Around the farm	30	0	30
3	Merry Christmas	12	0	12
4	Tiger and dried persimmon	6	1	6
5	Heungbu and Nolbu	7	6	7
6	Sun and moon	6	0	6
7	Patjug grandma and Tiger	7	1	7
8	Kongjiwi and Patjiwi	6	3	6
9	Aesop's allegory	6	1	6
10	The three little pigs	6	1	6
11	Cinderella	6	4	6
12	Lalala multiplication tables's bus	8	1	8
13	A sounding picture book	8	0	8
14	Ugly Duckling	6	5	6
15	Birds, puppies and animal friends	10	0	10
Sum of the number of buttons		168	25	168

LAeq: A-weighted equivalent sound pressure level

렸을 때 최대 약 397초(6분 37초) 동안 소리에 노출된다고 할 수 있다. 소리를 들을 수 있는 내이의 기관은 매우 민감하여 소리의 강도와 시간에 따라 손상을 입는데 손상을 입을 수 있는 시간은 0.000025초로 매우 짧을 수 있다(Axelsson et al., 1991). 본 연구를 통해 살펴 본 2.5 cm 거리에서 측정된 그림책의 소리 강도는 모든 책의 버튼 소리 강도가 기준인 65 LAeq를 초과하여 매우 고강도의 소리 크기라는 것을 알 수 있었다. 25 cm 거리에서 측정된 소리 강도에 대하여 우리나라(Ministry of Trade, Industry and Energy, 2020) 기준은 최대 소리 강도가 85 LAeq 미만이어야 하고, 외국의 기준(ISO, 2012)은 평균 소리 강도가 85 LAeq 미만이어야 한다. 우리나라의 기준은 최대 소리 크기이나 ISO(2012)는 평균 소리 크기로 제시하여 외국의 기준이 엄격하다고 생각할 수 있다. 측정한 결과, 우리나라 기준으로 168개의 전체 책 버튼 중 25개가 기준을 초과하였다. 따라서 소리 강도와 노출시간에 따라 소리나는 동화책 역시 소음성 난청의 위험성을 가지고 있다고 볼 수 있다. 소리나는 동화책의 평균 소리 강도가 귀와 가까운 거리에서는 매우 크기 때문에 소음성 난청을 유발하지 않기 위해서는 소리나는 동화책과 아동과의 사이를 멀리하거나 노출시간을 줄이는 것이 중요하다.

아동의 외이도는 성인에 비해 매우 짧으며 3세가 되어야 성인과 유사하게 된다. 또한 아동의 청각시스템은 10~12세가 될 때까지 완벽하게 성숙(maturation)하지 않는다. 6세 이전 아동의 소음노출은 성숙한 성인에게 영향을 미치지 않는 수준의 소음강도와 노출시간이라 할지라도 급성 달팽이관 손상을 유발할 수 있다. 청각시스템이 성숙하게 될 때까지 모든 정보를 수행하고 이해하는 과정에 있어 상대적으로 조용한 환경이 필요하다(McLaren et al., 2014). Hellstrom et al.(1992)에 의하면 영유아 장난감의 최대 강도를 보이는 주파수 영역은 6~8 kHz였다. 이는 영유아 외이도 공명주파수인 5.3~7.2 kHz와 유사하여 공명주파수에서는 수신된 소리 자극을 10~20 dB까지 향상시킬 수 있기 때문에 장난감 소음이 영유아에게 미치는 영향은 예상보다 더 위험할 수 있다. 성인의 귀에서 나타나는 공명주파수와 유사한 영역의 공명주파수를 갖기 위해서는 생후 20개월 이상이 되어야 한다. 소리나는 동화책의 소리를 측정할 때 최대 소리 강도를 보이는 주파수 영역을 조사하지 않아 공명주파수와 소리 크기를 비교할 수는 없으나 2.5 cm 거리에서 측정된 소리 강도 중 최대 103.43 LAFMax를 보였고, 15권 모두 최대 85 LAFMax가 넘는 소리 강도를 보였다. 소리나는 동화책을 사용할 가능한 연령대의 영유아 혹은 아동의 공명주파수 및 소리 강도를 고려해야 할 것으로 생각한다. WHO(2019)는 소리를 들을 수 있는 장치와 시스템을 안전하게 듣기 위한 소음노출 기준을 성인과 아동으로 구분하여 다르게 제시하고 있다. 성인은 80 dBA에서 일주일에 40시간 노출 기준이지만 소음에 민감할 수

있는 아동은 75 dBA에서 일주일에 40시간 노출을 허용한다. 동일한 소음에 노출된다면 아동에게 영향을 더욱 크게 줄 수 있기 때문이다. 본 연구에서 살펴 본 소리나는 동화책에 명시된 사용 가능 연령은 소음에 민감한 0세 이상이거나 3세 이상으로 제시되어 있어 난청의 위험성이 더욱 크게 나타날 수 있는 것으로 보인다.

산업안전보건기준에 관한 규칙(Ministry of Employment and Labor, 2021)에 따르는 우리나라의 소음노출 기준은 연속적인 음에 대하여 소음강도 90 dBA의 8시간 노출로 규정하고 있으며 8시간 기준으로 하여 5 dBA 증가할 때 노출시간을 1/2로 감소해야 하는 소위 5 dBA 교환율 법칙이 적용되고 있다. 또한 소음노출 기준이 115 dBA를 초과해서는 안 된다고 규정하고 있다. 국제적으로 많은 나라에서 채택하고 있는 소음노출 기준은 A-가중 소리 에너지를 갖는 등가음압 레벨인 85 LAeq의 8시간 노출로 3 dBA의 교환율 법칙을 적용한다(McLaren et al., 2014). 이러한 소음노출 기준과 교환율은 장난감의 기준이 아닌 작업장에서의 소음노출 기준이기는 하나 소음노출 기준의 값과 교환율을 비교할 때 우리나라에 비해 외국은 소음이 인체에 미치는 영향에 대하여 더욱 엄격하게 적용된다고 할 수 있다. ASTM International(2003)에서 제시하는 장난감 소음 기준은 귀와 장난감 사이의 거리를 25 cm 기준으로 매일 1.5 시간 이내 사용하도록 제시하고 있다. 만약 아동이 장난감을 가지고 노는 시간이 1.5시간 이상이거나 귀와 장난감 사이의 거리를 25 cm 이내로 할 경우 소음노출로 인한 위험 가능성을 제시하여, 장난감 사용시간에 제한을 두고 장난감과 귀 사이의 거리를 수시로 체크하도록 권하고 있다. 하지만 현재 우리나라에서는 장난감 소리의 종류에 따라 소리 측정 방법을 달리하고 소리의 특성에 맞는 소음 크기, 연령 제한 등의 기준이 적용되지 않고 있다. 특히 소리나는 동화책은 학습완구로 분류되기는 하나 소리 크기에 대해 제시된 기준이 없다. 본 연구 조사에 사용된 15권의 동화책은 네 가지 출판사의 책으로 소리 강도를 측정하였다. 특정 출판사의 소리가 크거나 작지 않아 출판사별 차이를 보이지 않았고, 한 동화책 내에서도 버튼마다 소리의 크기가 다양하게 나타났다. 소리 크기를 조절하는 볼륨 스위치가 없었고, 동화책의 효과음이 제시될 때에는 순간적으로 소리 크기가 증가하는 것을 쉽게 볼 수 있었다. 이에 대한 대책 마련도 필요할 것으로 생각한다. 소음노출 기준을 제시하기 위해서는 소리나는 동화책의 소음의 크기, 소음 크기를 제시하는 방법, 소음원과의 거리, 소음원에 노출되는 시간, 영유아 혹은 아동의 공명주파수를 고려한 소음노출 기준이 필요하다.

장난감의 소음으로 인한 아동의 소음성 난청 발생은 매우 높은 비율로 회복되고 난청 정도가 미미할 수 있기 때문에 발생 빈도가 정확하게 파악되지는 않지만 난청 현상 자체는 빈번하게 발

생된다고 할 수 있다(Segal et al., 2003). 아동의 소음성 난청 대부분은 성인의 경우처럼 4~6 kHz에서 가장 많이 떨어지는 소음성 난청의 청력도 형태를 보인다(Smoorenburg, 1993). 아동의 소음성 난청의 가장 좋은 치료는 예방이다(McLaren et al., 2014). 소리나는 장난감의 스피커 입구를 테이프나 접착제(glue)로 얇게 한 겹으로 막기만 하여도 소리 강도가 현저하게 작아진다(Ghavami et al., 2015; Weinreich et al., 2013). 소리 크기를 조절하고 싶을 때 테이프나 접착제의 사용이 소리 크기를 줄이는 하나의 방법이 될 수 있다. 아동은 지속적으로 강한 소리에 노출되지 않기 때문에 부모에게 소음성 난청과 관련한 교육을 한다면 큰 소리의 소음에 노출될 수 있는 것을 줄일 수 있을 것이다. 또한 영유아나 아동이 가지고 노는 장난감이 내는 소리의 크기를 정확히 알고 올바르게 사용하는 경우는 드물 것이라 생각한다. 실제로 소리가 나는 장난감이라고 하더라도 설명서나 제품의 포장지에 소리 크기가 적혀있는 경우는 대부분 없기 때문이다. 본 연구에서 살펴 본 소리나는 동화책 15권 어느 책에도 소리의 크기나 가까이에서 소리를 듣거나 장시간 소리를 들을 경우, 있을 수 있는 위험성에 대하여 경고를 하지 않았다. 소리나는 동화책은 특히 영유아의 경우 부모님이 버튼을 눌러 영유아가 소리를 듣기 때문에 소리나는 동화책의 정확한 소리 강도를 알고 사용시간을 조절하며 적절한 거리를 둔 상태에서 올바르게 사용할 수 있도록 사용법을 제시해야 할 것이라 보인다. 소리나는 동화책의 소리 강도를 책 겉면에 적고, 가까이에서 듣거나 오랜 시간 들을 경우 소음성 난청을 일으킬 수 있다는 경고 문구를 삽입하는 것을 정부차원에서 규정화하여 부모님께 알린다면 소리로 인하여 아동에게 미칠 수 있는 부정적인 영향을 예방할 수 있을 것이라 생각한다. 또한 모든 출판사의 소리나는 동화책을 종류별로 소리 크기를 제시하고 누구나 손쉽게 살펴 볼 수 있도록 하는 것도 좋은 방법으로 보인다. 마지막으로 WHO(2019)에서 제시한 바와 같이 성인과 아동의 소음노출 기준을 다르게 제시하는 것도 아동의 소음성 난청을 예방하는 방법으로 적합할 것으로 생각한다.

본 연구에서 제시한 소리나는 동화책의 소리 강도는 청능재활을 진행할 때 소리 크기를 참고하거나 일상에서 아이들에게 소리를 제시할 때 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

중심 단어 : 장난감, 소리나는 책, 아동, 소음, 강도.

Ethical Statement

N/A

Acknowledgments

Thanks to Sehan University CASS (Corea Audiology Students)

members for helping with data collection.

Declaration of Conflicting Interests

There is no conflict of interests.

Funding

This paper was supported by the Sehan University Research Fund in 2021.

Author Contributions

Conceptualization: Eun-Yeong Shin. Data curation: Eun-Yeong Shin, Seok-Hee Joo. Formal analysis: Seok-Hee Joo. Funding acquisition: Seok-Hee Joo. Investigation: Eun-Yeong Shin. Methodology: Eun-Yeong Shin, Seok-Hee Joo. Writing—original draft: Eun-Yeong Shin, Seok-Hee Joo. Writing—review & editing: Eun-Yeong Shin, Seok-Hee Joo. Approval of final manuscript: Eun-Yeong Shin, Seok-Hee Joo.

ORCID iD

Seok-Hee Joo <https://orcid.org/0000-0003-0529-5103>

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

REFERENCES

- American Society of Testing and Materials (ASTM) International. (2003). *Standard Consumer Safety Specification for Toy Safety*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Axelsson, A., Hellström, P. A., Altschuler, R., & Miller, J. M. (1991). Inner ear damage from toy cap pistols and fire-crackers. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 21(2), 143-148.
- Axelsson, A. & Jerson, T. (1985). Noisy toys: A possible source of sensorineural hearing loss. *Pediatrics*, 76(4), 574-578.
- Bittel, S. N., Freeman, B. A., & Kemker, B. E. (2008). Investigation of toy-noise exposure in children. *Seminars in Hearing*, 29(1), 10-18.
- European Committee for Standardization. (2013). *Technical Body CEN/TC 52—Safety of Toys. EN 71-1:2011+A2:2013 Safety of Toys-Part 1: Mechanical and Physical Properties*. iTec, Inc. Retrieved from <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/a4901630-58ec-41be-9a56-81c024dd40e8/en-71-1-2011-fpra2>.
- Ghavami, Y., Bhatt, J., Maducdoc, M., Yau, A., Mahboubi, H., Ziai, K., et al. (2015). Loudness and acoustic parameters of popular children's toys. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 79(12), 2086-2089.
- Hellstrom, P. A., Dengerink, H. A., & Axelsson, A. (1992). Noise levels from toys and recreational articles for children and teenagers. *British Journal of Audiology*, 26(5), 267-270.
- International Standards Organization (ISO). (2012). *Safety of Toys Part 1: Safety Aspects Related to Mechanical and Physical Properties. ISO 8124-1*. Geneva: ISO.

- Kang, S. Y. (2019). Development of a Korean traditional dance education program for the growth of children's emotional quotient (Unpublished master's thesis). Seoul: Hanyang University.
- Kim, K. S. (2016). Noise induced hearing loss in Korea. *Audiology and Speech Research*, 12(sup. 1), S17-S20.
- Lee, A., Oh, M. A., Park, J. C., Jin, S. Y., Hwangbo, R., Cho, S. W., et al. (2017). Is it time to adopt information technology in play therapy? *Psychoanalysis*, 28(2), 28-37.
- Levey, S., Fligor, B. J., & Kagimbi, C. G. L. (2012). The effects of noise-induced hearing loss on children and young adults. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*, 39, 76-83.
- Marshall, L. & Brandt, J. F. (1974). Temporary threshold shift from a toy cap gun. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 39(2), 163-168.
- McLaren, S. J., Page, W. H., Parker, L., & Rushton, M. (2014). Noise producing toys and the efficacy of product standard criteria to protect health and education outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(1), 47-66.
- McMillan, P. M. & Kileny, P. R. (1994). Hearing loss from a bicycle horn. *Journal of the American Academy of Audiology*, 5(1), 7-9.
- Ministry of Employment and Labor. (2021, May 18). *Rules on Occupational Safety and Health Standards*. Ministry of Employment and Labor. Retrieved from <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=20210528&lsiSeq=232373#0000>.
- Ministry of Trade, Industry and Energy. (2020, December 30). *Notice of Amendment to the Safety Standards Annex of Children's Products (Toys, School Supplies) Subject to Safety Confirmation*. Ministry of Trade, Industry and Energy. Retrieved from https://www.motie.go.kr/motie/ms/nt/gosi/bbs/bbsView.do?bbs_seq_n=63813&bbs_cd_n=5&currentPage=1&search_key_n=title_v&cate_n=&dept_v=&search_val_v=안전기준.
- Niskar, A. S., Kieszak, S. M., Holmes, A. E., Esteban, E., Rubin, C., & Brody, D. J. (2001). Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: The third national health and nutrition examination survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics*, 108(1), 40-43.
- Northern, J. L. & Downs, M. P. (2002). *Hearing in Children*. (5th ed.), (pp.99-101). Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Occupational Safety and Health Administration. (1998, June). *Occupational Noise Exposure*. Centers for Disease Control and Prevention. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/default.html>.
- Segal, S., Eviatar, E., Lapinsky, J., Shlamkovitch, N., & Kessler, A. (2003). Inner ear damage in children due to noise exposure from toy cap pistols and firecrackers: A retrospective review of 53 cases. *Noise and Health*, 5(18), 13-18.
- Smooenburg, G. F. (1993). Risk of noise-induced hearing loss following exposure to Chinese firecrackers. *Audiology*, 32(6), 333-343.
- Weinreich, H. M., Jabbour, N., Levine, S., & Yueh, B. (2013). Limiting hazardous noise exposure from noisy toys: Simple, sticky solutions. *The Laryngoscope*, 123(9), 2240-2244.
- World Health Organization (WHO). (2019). *Safe Listening Devices and Systems a WHO-ITU Standard*. WHO. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/280085/9789241515276-eng.pdf>.
- Yaremchuk, K., Dickson, L., Burk, K., & Shivapuja, B. G. (1997). Noise level analysis of commercially available toys. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 41(2), 187-197.