

Literature Review of Listening Effort Using Subjective Scaling

Jihyeon Lee, Seungwan Lee, Woojae Han, and Jinsook Kim

Department of Speech Pathology and Audiology, Graduate School, Hallym University, Chuncheon, Korea

주관적 측정을 이용한 청취 노력의 문헌 고찰

이지현 · 이승완 · 한우재 · 김진숙

한림대학교 일반대학원 언어병리청각학과

Received December 7, 2016

Revised February 23, 2017

Accepted March 1, 2017

Address for correspondence

Woojae Han, PhD

Department of Speech Pathology and Audiology, Graduate School, Hallym University,

8603, Natural Science Building, Hallym Daehakgil 1,

Chuncheon 24252, Korea

Tel +82-33-248-2216

Fax +82-33-256-3420

E-mail woojaehan@hallym.ac.kr

Listening effort is defined as a listener's mental exertion required to understand a speaker's auditory message, especially when distracting conditions are present. This review paper analyzed several subjective scaling tools used to measure the listening effort in order to suggest the best tool for use with hearing-impaired listeners who have to expend much effort even in everyday life. We first explained the importance of measuring listening effort and discussed various kinds of measurements. We then analyzed and categorized 15 recently published articles (i.e., from 2014 to 2016) into three topics: performance and listening effort, listening effort and fatigue, and clinical implication of listening effort. We compared the articles in terms of pros and cons and also identified 10 tools for use in the subjective scaling. Although none of these tools were unified or standardized easily, we concluded that 7-point scale would be the most reasonable as a less time-consuming measurement for compartmentalizing the degree of listening effort. If used with objective tools for measuring the listening effort, the subjective scaling could be a powerful tool for clinical use.

Korean J Otorhinolaryngol-Head Neck Surg 2017;60(3):99-106

Key Words Attention · Clinical implication · Fatigue · Listening effort · Subjective scaling.

서론

과거의 이과학·청각학적 연구들은 청력손실로 인해 난청인들의 어음인지 능력이 얼마나 저하되었는지 정확하게 평가하고 진단하는 데 초점을 맞춰왔다. 또한, 보청기 착용 및 인공와우 이식 후 난청인들의 어음인지 능력 향상을 위해 다양한 재활 방법들을 적용해 왔다.¹⁾ 특히, 인공와우 이식 수술의 건강의료보험 지원범위가 점차 확대되면서 선천적 혹은 유전적 난청을 가진 영·유아는 물론 후천적으로 청력손실을 진단 받은 장·노년기 난청인들의 인공와우 이식 건수가 점차 증가하였고, 이식 후 그들의 효율적인 청능 훈련에 대한 연구들이 많이 보고되고 있다.²⁾

보다 최근에는 어음인지 능력의 정확한 측정법 및 향상물에

대한 연구뿐 아니라, 어려운 듣기 환경에서 다양한 소리와 어음을 이해하기 위해 난청인들에게 요구되는 청취 노력 혹은 집중 여부에 대한 관심이 높아지고 있다. 청취 노력(listening effort)이란 청각적 메시지에 주의를 기울이고 이해하는 데 필요한 정신적 노력을 일컫는다.^{3,4)} 청취 노력을 측정하는 연구자들은 난청인들이 정상 청력을 지닌 사람과 유사한 어음인 지도를 갖기 위해 청취 노력을 너무 많이 기울이면 쉽게 피로감을 느끼게 되어, 어려운 듣기 환경에 대한 적응이 오히려 저해된다고 주장하였다.^{5,6)} 따라서 보청기 및 인공와우 적합 시 향상된 어음인지도도를 보이더라도 많은 청취 노력이 요구된다면 이는 적절한 적합이라고 보기 어려우며⁷⁾ 궁극적으로는 임상에서도 난청인을 대상으로 어음인지도 및 청취 노력의 균형을 적절히 맞추기 위한 노력이 필요하겠다.

최근 출간되고 있는 청취 노력에 관한 국외 문헌들은 측정 도구에 따라 크게 세 부분으로 구분할 수 있다: 1) 주관적인 척도 혹은 반응 시간을 이용한 행동적 측정,^{8,9)} 2) 전기생리적 측정법을 이용한 객관적 반응의 측정,^{10,11)} 3) 영상기법을 이용한 뇌에서의 관여 위치 측정.^{12,13)} 예를 들어, Dawes 등⁸⁾은 신규 보청기 착용자들의 보청기 적응 후 청취 노력의 변화를 주관적으로 측정하기 위해, 양이 청취 혜택을 평가할 수 있는 Speech, Spatial, and Quality of Hearing Scale(SSQ) 설문 문항들¹⁴⁾ 중 청취 노력과 연관된 문항만을 추출하여 새로이 척도를 제시하였다. Houben 등⁹⁾은 어음명료도와 동시에 어음을 듣고 반응하는 시간을 측정하였는데, 그 결과 신호대잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)가 낮아질수록 어음명료도가 100%로 동일하더라도 반응 시간이 길어져서, 건청인도 배경 소음이 높으면 더 높은 청취 노력이 요구되었음을 확인하였다. 이 외에도 보청기의 방향성 마이크 및 소음감소 기능 적용 시 청취 노력의 변화,¹⁵⁻¹⁷⁾ 또는 인공와우 착용 후 청취 노력의 변화¹⁸⁾에 관하여 주관적인 설문 기법이 연구에 적용되었다.^{14,19,20)} 전기생리적 반응의 측정 예로, Kramer 등¹⁰⁾은 높은 신호대잡음비 상황에서 어음인지 과제를 수행하는 중 청각적 처리능력이 증가하면 청자의 동공 확장(pupil dilation) 정도가 유의미하게 증가한다고 보고하였고, 다채널의 사건관련전위(event-related potential)를 활용한 연구²¹⁾에서는 중추청각기관이 청취 노력에 직접적으로 관여한다는 것을 확인하였다. 한편, 기능적 자기 공명영상(functional magnetic resonance imaging)을 적용한 Wild 등¹²⁾의 연구에서는 어음 청취 시 청자의 전두부가 활성화되지만 어음인지도가 저하되어도 이 영역의 활성화가 감소하지 않음을 확인하여 전두부를 청취 노력의 신경학적 지표라고 제안하였다.

청취 노력의 다양한 측정법 중에서도 척도를 이용한 주관적인 측정법은 피검자의 주관성이 반영되어 자기보고 편향 혹은 문항 정의 차이에 의한 왜곡이 나타날 수 있다는 단점이 있다. 하지만 이는 객관적 측정법과 함께 실행되면 보완이 가능하고, 쉽고 빠르게 청취 노력의 정도를 측정할 수 있으며 결과 해석이 용이하다는 장점을 가지고 있기 때문에 연구자 및 임상가들에게 큰 호응을 얻고 있다. 따라서 본 논문에서는 청취 노력에 관하여 국외에서 최근 2년간(2014~2016년) 출간된 선행 논문 15편을 중심으로 주관적인 척도 측정법에 관하여 장·단점을 비교 및 분석하여, 난청인들의 청취 노력을 잘 반영할 수 있는 측정법을 제안하고자 한다.

본 론

본 종설에서 언급한 선행 논문들은 주제에 따라 '수행력과

청취 노력의 관계', '청취 노력과 피로의 관계', '청취 노력의 임상적 적용'으로 분류하고, 각 주제 내에서 논문들을 비교·분석하였다.

수행력과 청취 노력의 관계

집중, 기억, 또는 동기 부여 상황 아래에서의 수행력과 청취 노력 사이의 관계에 대한 연구가 이루어졌다. 먼저 청취 방법에 따른 능동적 혹은 수동적 청취 노력의 영향을 사건관련전위로 분석한 Erlbeck 등²²⁾의 연구는 18명의 건청인들에게 '자극을 집중하여 듣기', '자극을 수동적으로 듣기', '자극을 무시하기'의 세 가지 지시 사항을 제시한 후, 청각 인지를 객관적으로 검사하는 부정합음성도(mismatch negativity)와 N400 반응을 측정하였다. 또한 각 조건별 자극 제시 이후, 연구대상자들이 기여한 청취 노력의 정도를 주관적으로 표시하도록 요구하였다. 청취 노력 정도를 0~220까지 척도화하고 7개의 간격으로 구분하였다. 20단계는 '거의 노력하지 않음'을 뜻하고, 205단계에서는 '비범한 노력을 기울임'으로 청취 노력을 표기하였다. 분석 결과, 사건관련전위의 객관적인 결과와 청취 노력의 주관적 측정 간 높은 양의 상관관계를 보여주었다. 즉, 자극을 집중하여 듣거나 수동적으로 들을 시 부정합음성도와 N400 모두에서 큰 진폭을 나타내었고, 이 조건에서 연구대상자들은 높은 청취 노력이 필요하다고 표기하였다. 반면, '자극을 무시하기' 조건 시 사건관련전위에서의 진폭과 청취 노력 측정 수치가 모두 낮게 나타났다. 그러나 사용된 척도는 220단계로 표기된 척도와 7개의 척도 구분을 왜 따로 기재하였는지에 관한 명확한 설명이 없었으며, 0~220까지의 표기가 연구대상자가 기울인 청취 노력의 정도를 선택할 때 오히려 혼란을 줄 가능성이 높아 보였다.

한편, 동기의 변화가 청취 노력의 주관적 평가 및 대처 전략 사용 가능성에 미치는 영향을 확인한 연구에서도 주관적 척도 평가를 사용하였다.²³⁾ 연구자들은 60명의 건청인들을 대상으로 청각만 자극하는 조건과 청각과 시각을 동시에 자극하는 조건에서 소음하 문장검사를 시행하였다. 문장 제시 후, 연구대상자들은 각 조건에서 요구된 청취 노력의 정도를 표기하였다. 주관적 척도 평가 문항은 기존의 SSQ 설문지에서¹⁴⁾ 청취 노력과 관련된 4개의 문항만을 추출하여 사용하였다. 즉, 문항의 특성은 청취 노력, 청취 피로, 회피, 통제로 구분하였고, 각 문항에 대한 질문 제시 후 해당 정도를 0~10 척도로 표기하도록 요구하였다. 척도에서 0은 'very~'(매우~)를 의미하고 10은 'not at all~'(전혀~않다)를 의미하였다. 이 연구에서 사용한 주관적 척도 평가지는 각 실험 조건당 청취와 관련된 노력, 피로, 회피, 통제로 세분화하여 연구대상자의 청취 노력의 기여 여부를 다양하게 분석한 점은 좋으나, 척도가 10점으로

구분이 너무 많고 척도 중간중간에 척도가 의미하는 정도를 표기하지 않아 정확한 측정 및 분석에 다소 저해될 것으로 생각된다. 이에 반해, 명료도 지표의 하나인 음성전송지수 (speech transmission index)의 예측을 위해 청취 노력과 어음 인지도에 대한 소음과 반향의 결합 효과를 비교한 Rennies 등²⁴⁾의 연구에서는 2010년 Luts 등²⁵⁾의 연구에서 사용한 주관적 측정법과 동일한 주관적인 청취 노력의 척도를 적용하였지만 청취 노력을 13단계로 척도화하고 중간에 7개의 표시를 설정하여 연구대상자에게 정도화에 대한 제시를 명확하게 하였다 (Fig. 1). 연구자들은 음성전송지수가 증가할수록 청취 노력이 감소하고 동일한 음성전송지수를 갖더라도 소음만 있는 조건보다는 반향만 있는 조건에서 청취 노력이 더 낮아짐을 확인하였다.

자기보고 방식과 단어 기억 검사를 임상적 청력검사 절차에 포함하는 것이 적합한지 평가하고자 30명의 건청인을 대상으로 실험한 Johnson 등²⁶⁾의 연구 역시, 어음인지도 측정을 위해 소음하 문장검사를 실시하였고, 문장 제시 후 청취 노력에 대한 주관적인 평가로 7점 척도를 사용하였다. Fig. 2는 Schulte 등²⁷⁾의 연구에서 기존에 사용했던 13점 척도를 7점으로 재설정하여 적용하였다. 이는 Rennies 등²⁴⁾의 연구에서 사용한 주관적 척도 평가지와 매우 유사하였으며 어음인지도 점수가 청취 노력의 반영 여부, 청취 노력의 자기보고와 단어 회상법이 유사한 정보를 제공하는지, 두 측정법이 청취 노력 측정에 유효한지, 어떤 방법이 청취 노력의 변화에 더 민감한지 등에 대하여 연구하였다. 연구 결과, 더 어려운 신호대잡음 비와 예측도가 낮은 문장 조건에서 높은 자기보고 평가와 낮은 단어 회상이 나타나 일반적으로 더 어렵다고 생각되는 상

황에서 실제로 더 많은 노력이 필요함을 확인하였다. 또한 7점 척도를 활용하는 것이 주관적인 청취 노력을 검사하는 데 용이하며 수집된 정보를 분석하는 것에서도 신뢰적임을 시사하였다.

청취 노력과 피로의 관계

많은 청취 노력으로 인해 청자가 피로를 느낀다는 것은 당연한 인과관계이다. 여러 연구자들은 청력손실과 관련된 청취 노력은 물론, 피로에 대한 정의와 다양한 평가 방법들을 기술하였다.⁴⁾ 사전적 의미로 ‘듣는다’라는 동사는 ‘소리에 집중하는 것’이고, ‘노력’은 신체적 또는 정신적 활동’으로 명명할 수 있다. 이러한 사전적 정의에 기초하여, 청취 노력은 청각적 메시지에 집중하고 이해하는 데 요구되는 정신적 노력으로 정의될 수 있다. 따라서 청취 노력은 1) 저하된 신호 상황이나 2) 배경 소음, 반향, 보청기 신호 처리와 같은 소리 전달의 방해가 있을 시, 혹은 3) 청각 장애, 비원어민과 같은 청취자의 내적 한계가 있을 때 더욱 많이 요구된다.²⁸⁾ 그러나 이러한 방해는 지속적인 배경 소음이 있어도 화자의 얼굴을 보는 시각적 단서로 어느 정도 줄일 수 있다.²⁹⁾ 한편, 피로는 ‘정신적 또는 신체적 노력으로 야기되는 극심한 피곤’으로 정의된다. 앞서 정의한 청취 노력의 정의에 따라 피로는 정신적 노력인 청취 노력과 연결될 수 있고, 난청인들이 증가된 청취 노력으로 인한 높은 피로를 보고하는 것은 당연하다. 이러한 이유로 McGarrigle 등⁴⁾은 청취 노력과 피로 모두 자기보고와 행동 및 생리적 측정으로 평가할 수 있다고 서술하였다. 청취 노력과 마찬가지로 피로 역시 척도 또는 설문지의 형태로 자기보고 될 수 있다.^{30,31)} 예를 들어, 난청과 건청 근로자들을 대상

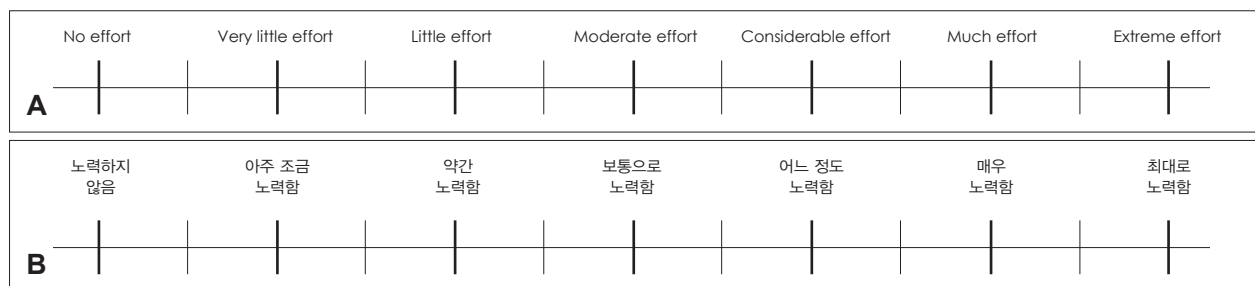


Fig. 1. 13-point scale for listening effort used by Rennies, et al.²⁴⁾ Inferred English version (A) and its translation in Korean (B).

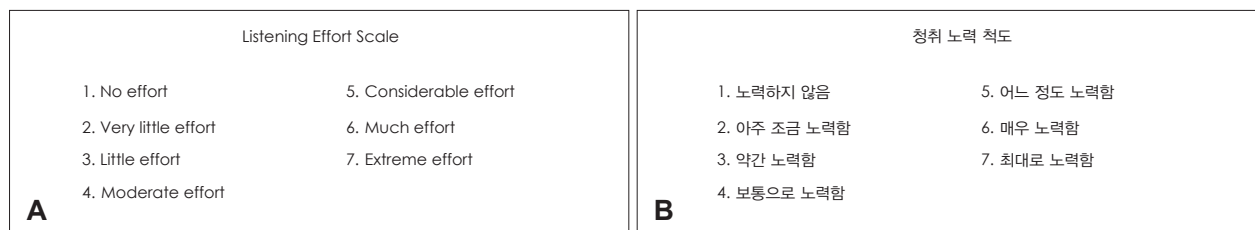


Fig. 2. 7-point scale of listening effort used by Johnson, et al.²⁶⁾ Original version in English (A) and its translation by Korean (B).

으로 직업적 수행도에 대한 난청의 영향을 평가한 연구에서 청취 노력과 피로도를 간단한 설문과 4점 척도를 사용하여 조사하였을 때, 난청 근로자들이 건청 근로자보다 피로나 정신적 피로움의 이유로 더 자주/많이 병가를 내는 것으로 분석되었다.³¹⁾ 또한 Nachtegaal 등³⁰⁾의 연구에서는 직장의 전반적인 평가와 경험을 기초로 한 설문지로부터 11개 항목을 추출하여 제작한 척도로 난청인들이 직장에서 경험하는 피로를 평가하였다. 이 연구에서는 예상했던 대로 난청 근로자들이 건청 근로자보다 회복에 더 많은 시간이 필요하다고 보고하였다.

청취 피로는 성인은 물론 학령기 아동의 수행력에도 부정적인 영향을 줄 수 있다.³²⁾ 예를 들어, 난청 성인이 정상 성인보다 직장에서 더 많은 스트레스와 피로를 경험하며, 이로 인해 업무 수행뿐 아니라 삶의 질에도 영향을 받을 수 있다. 동일하게 아동의 경우에도 수업 중 내용에 대한 과도한 집중으로 인해 육체적, 정신적 스트레스를 받고 쉽게 피로해지며, 교실에 존재하는 과도한 소음 수준은 아동의 청취를 방해하고 더욱 피로감을 느끼게 한다. 따라서 학업 능력 감소, 학교 결석 증가, 일상생활에서 의욕 부족, 수면 부족, 사회적 관계 변화, 삶의 질에 대한 부정적 변화 등이 일어날 수 있다고 관련 연구자들은 지적하였다. 이러한 성인과 아동이 일상생활에서 경험하는 정신적 노력을 평가할 수 있는 방법으로는 시각적 아날로그 척도와 설문지가 있다. Mackersie 등¹¹⁾은 주관적 청취 노력을 측정하기 위해 National Aeronautic and Space Administration(NASA)에서 개발한 NASA-TLX(Task Load Index)¹⁹⁾를 수정하여 사용하였다. 또한 Rudner 등³³⁾은 Visual Analog Scale을 소개하고, 이를 보청기 착용 후 소음하 어음인지도 검사 시 청취 노력에 영향을 줄 수 있는 작업기억 용량에 대한 연구에 적용하였다. 이와 같은 주관적인 측정법은 앞서 설명했듯이 개인적 인지를 평가하는 것이 쉽고 빠르며 타당도가 높은 측정법이다.

청취 노력의 임상적 적용

난청인들의 청취 노력 정도를 측정하여 난청의 영향을 확인

하고 보청기 또는 인공와우 기술을 평가하는 것을 목적으로 하는 논문들이 최근 다수 발표되고 있다. Brons 등¹⁵⁾은 보청기의 단일 마이크 소음감소 기능의 시각적 효과를 평가하기 위해 어음인지도뿐 아니라 청취 노력을 9점 척도를 적용하여 분석하였다(Fig. 3). 대상자는 20명의 중도 감각신경성 난청인들로, 건청인 대상의 이전 연구¹⁶⁾ 데이터와의 비교를 통해 청취 노력에 대한 난청의 영향을 확인하였다. 연구 결과, -4~+4 dB 신호대잡음비의 배경 소음 상황에서 난청인들의 어음인지도는 건청인에 비해 더 낮고 청취 노력 또한 더 많이 요구되었다. 이는 소음 상황에서 난청인이 청력손실로 인해 저하된 어음인지 능력을 보상하기 위해 청취에 더 많은 노력을 기울인다는 것을 시사한다. Desjardins⁶⁾는 상업적으로 사용되고 있는 보청기의 방향성 마이크와 소음감소 알고리즘의 독립적 또는 결합된 영향을 소음하 어음인지 상황에서 난청 노인들의 청취 노력을 객관적 및 주관적으로 평가하였다. 연구에 사용된 듣기 상황은 조용한 상황과 SNR이 서로 다른 4가지 소음 상황이었으며, 각 조건 제시 후 Johnson 등²⁶⁾과 동일한 7점 척도 평가를 적용하여 어음인지 시 얼마나 힘들었는지 표시하도록 하였다(Fig. 2). 연구 결과, 주관적 청취 노력과 청취 조건에는 유의미한 관계가 있었다. 즉, 조용한 상황에서 인지된 청취 노력이 다양한 소음 조건하에서 요구된 청취 노력보다 더 낮았다.

Schnabl 등¹⁸⁾은 양이 인공와우 착용자 34명과 단이 인공와우 착용자 38명에게 조용한 상황, TV 배경 소음 정도의 적은 소음 상황, 시끄러운 레스토랑의 소음 상황에서 자기보고된 청취 노력의 정도를 비교하였다. 각 상황에서 짧은 질문 및 5분 정도의 텍스트와 10분 정도의 긴 이야기를 제시한 후, 연구대상자들은 설문에 대한 간단한 설명을 듣고 6점 척도로 개발된 설문지를 작성하였다(Fig. 4). 연구 결과, 청취 노력 정도는 배경 소음의 강도와 청취 시간에서는 유의미한 차이를 보였지만, 양이와 단이 착용자 그룹 간 차이는 유의미하지 않았다. 즉, 양이에 인공와우를 착용할 경우 청취 노력을 약간 감소시킬 수 있지만, 단이 인공와우 착용 시 감소되는 정도

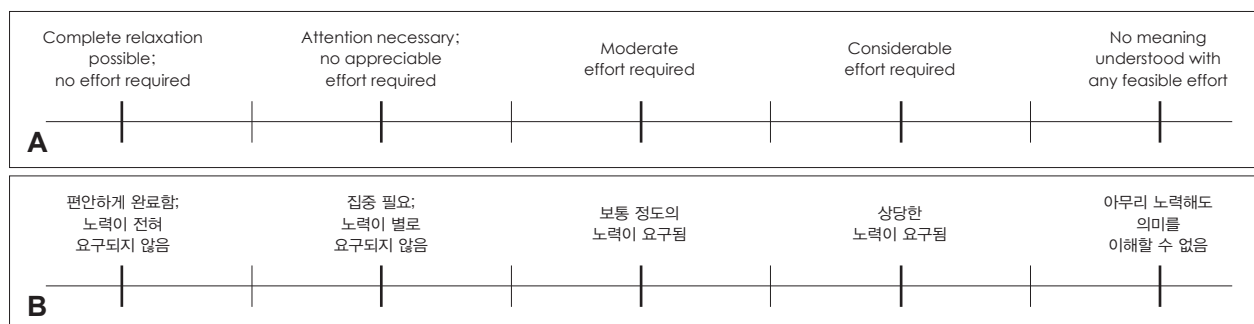


Fig. 3. 9-point scale used by Brons, et al.¹⁵⁾ Inferred English version (A) and its translation by Korean (B).

Antwortmöglichkeiten zu jeder Frage	각 질문에 가능한 답변
1. Keine Anstrengung erforderlich	1. 노력이 필요하지 않음
2. Minimale Anstrengung	2. 약간의 노력이 요구됨
3. Mäßige Anstrengung	3. 보통의 노력이 요구됨
4. Erhebliche Anstrengung	4. 어느 정도의 노력이 요구됨
5. Sehr große Anstrengung	5. 매우 많은 노력이 요구됨
6. Ich kann trotz großer Anstrengung Nicht so lange zuhören	6. 최선의 노력에도 불구하고 듣지 못함

Fig. 4. Original version by German (A) and its translation by Korean (B) applied for Schnabl, et al.¹⁸⁾

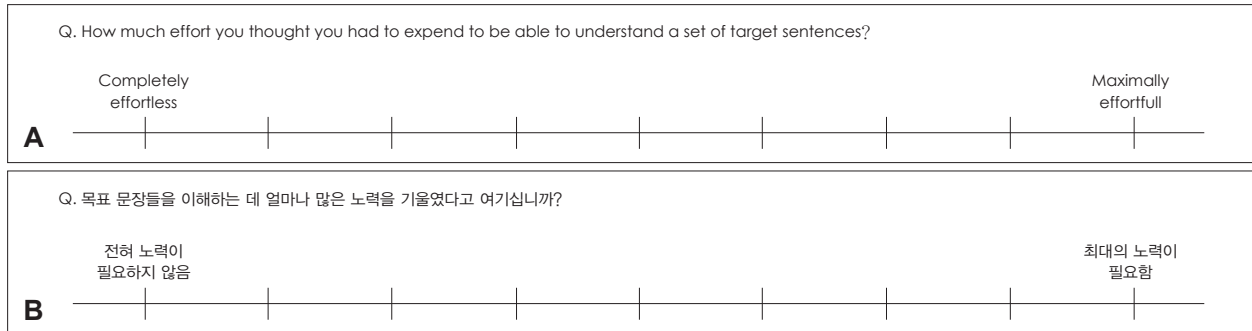


Fig. 5. Subjective 9-point scale for listening effort applied for Neher, et al.³⁵⁾ Inferred English version (A) and its translation by Korean (B).

와 크게 다르지 않았다. 이러한 인공와우 착용자 간의 연구 뿐만 아니라, 인공와우 착용자와 보청기 착용자 간의 주관적인 청취 노력을 비교한 연구 또한 진행되었다. Dwyer 등³⁴⁾은 일측성 난청을 가진 사람이 좋은 쪽 귀로 듣는 방법을 평가하고자 66명의 연구대상자(정상 청력 30명, 인공와우 착용자 20명, 보청기 착용자 16명)에게 일상적인 듣기 상황 내 난청의 영향과 관련된 49개 문항을 10점 척도로 평가하는 SSQ 설문지를 적용하였다. 그 결과, 건청인과 비교 시 일측성 난청을 가진 난청인은 모든 영역에서 더 많은 청취 노력이 필요하였고, 더 나은 귀로 듣는 방법(정상, 인공와우, 보청기)과 상관없이 한 쪽 귀에 의존하는 성인은 일상생활에서 듣기와 의사소통의 모든 측면에서 불리하였다.

한편, Neher 등³⁵⁾은 건청 및 난청 노인들을 대상으로 순음 청력검사상 청력손실 정도와 작업기억 용량이 양이소음감소(binaural noise reduction) 적용 시 얻는 이익을 얼마나 변화시키는 지 주관적 평가를 이용하여 분석하였다. 청력손실의 유무와 작업기억 용량의 크고 작음에 따라 나뉜 4개의 하위 그룹에는 10명씩 참여하였으며, 세 개의 신호대잡음비 조건(-4, 0, 4 dB)과 5개의 양이소음감소 조건을 사용하였다. 그리고 Luts 등²⁵⁾의 2010년 연구에서 사용한 것과 동일한 프로토콜을 적용하여, 각 조건 제시 후 청취 노력의 정도를 9점 척도로 측정하였다(Fig. 5). 또한, 이 주관적 척도 평가 결과를 자극에 대한 응시 시간을 측정하는 객관적 방법인 시각 반응 시간(visual reaction time)과 비교하였다. 그러나 주관적 청취 노력의 결과는 시각 반응 시간의 측정 결과와 일치하지

않았고, 난청 그룹이 건청 그룹보다 더 많은 노력을 보고한 이전의 다른 연구들의 결과와는 다르게 청취 그룹 간 차이가 존재하지 않았다. 그럼에도 청취 노력의 주관적 평가 결과는 양이소음감소와 청취 그룹 간 유의미한 상관관계를 보였다. 따라서 양이소음감소가 적용된 조건에서는 청취 노력이 감소하고, 신호대잡음비가 감소할수록 청취 노력이 증가함을 확인하였다.

주관적 및 정신생리학적 반응 모두 소음하 어음인지 검사를 수행하는 동안 난청 그룹에서 더 높은 청취 노력이 있을 것이라고 가설을 세운 Mackersie 등¹¹⁾은 청취 노력의 정도를 분석하기 위해 the modified version of NASA-TLX를 사용하였다. 난청인들은 건청인들보다 소음하 어음인지 시, 피부전도도 반응으로 입증된 교감 신경계의 높은 각성 상태와 부교감 신경계의 높은 억제 상태를 보였다. 그러나 정신 생리학적 결과와 대조적으로, 주관적 평가에서는 난청의 영향이 없었다. 즉, 건청 그룹과 난청 그룹 모두 인지된 노력과 정신적 수요, 스트레스는 과제가 어려워질수록 증가하였고 인지된 수행력은 과제가 어려워질수록 감소하였다.

Bamiou 등³⁶⁾의 연구에서는 정상 범주의 청력도를 갖지만 듣기의 어려움을 경험한 성인 환자들 19명과 청각 처리 장애(auditory processing disorder, APD)를 가진 39명의 환자들에게 SSQ, the modified Amsterdam Inventory for auditory disability, the hyperacusis questionnaire을 실시하고 각 설문지의 타당성을 확인하였다. 청각 처리 장애란 대뇌 수준에서 청각 처리에 어려움을 가지는 기능적 결함을 말한다. 연구 결

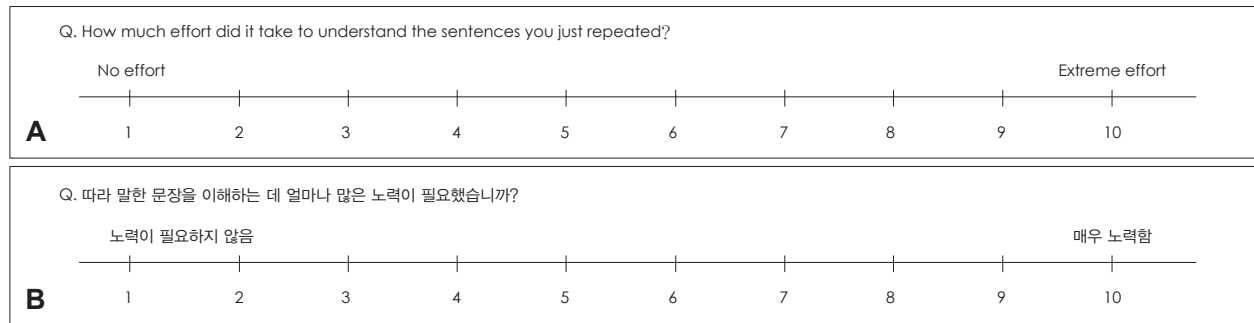


Fig. 6. 10-point scale for listening effort used by Krause, et al.³⁷⁾ Original version by English (A) and its translation by Korean (B).

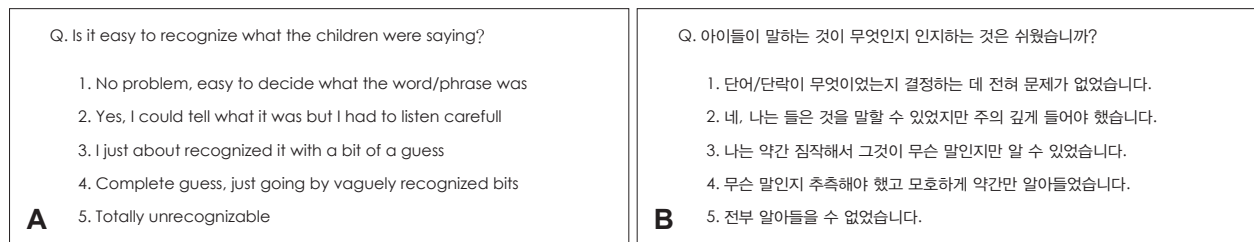


Fig. 7. Subjective scale of ease of listening applied for Landa, et al.³⁸⁾ Inferred English version (A) and its translation in Korean (B).

과, APD를 가진 성인들의 듣기 어려움과 요구들은 난청을 가진 청취자들의 것들과 어느 정도 중첩되었으나 상당한 차이가 있었다. 따라서 APD를 가진 성인들의 증상을 평가하는 데 이러한 청취 노력 설문지는 임상적으로 유용하였다.

뇌병변이 있는 환자들을 대상으로 진행한 몇몇 연구에서도 주관적인 청취 노력의 척도를 활용하여 노력 정도를 측정하였다. Krause 등³⁷⁾은 외상성 뇌 손상을 가진 9명의 성인과 뇌 손상이 없는 6명의 성인을 대상으로 6가지 듣기 상황에서 문장을 듣고 따라 말하게 한 뒤 청취 노력의 정도를 평가하였다. ‘따라 말한 문장을 이해하는 데 얼마나 많은 노력이 필요했습니까?’라는 질문에 청취 노력의 정도를 10점 척도를 이용하여 구두로 답하였다(Fig. 6). 각 청취 상황에서 반복의 정확성은 유사하였으나, 반응 속도와 노력 정도에서는 두 그룹 간 차이가 유의미하였다. 이는 뇌 손상의 영향을 탐지할 수 있는 복잡한 듣기 상황에서 청취 노력을 측정할 수 있음을 시사하였다. 또 다른 연구에서는 뇌성마비를 가진 사람들의 어음을 이해하는 데 필요한 청취 노력 정도와 함께 청자들의 척도 표기와 실제로 이해한 단어 비율 사이의 상관관계를 연구하였다.³⁸⁾ 각각의 듣기 상황에서 주어진 어음이 얼마나 이해하기 어려웠는지는 5점 척도를 사용하여 평가하였다(Fig. 7). 그 결과, 정도와 심도 장애를 가진 뇌성마비 환자의 어음에 대한 주관적 청취 노력의 척도와 어음명료도 간의 강한 상관관계가 관찰되었다. 즉, 어음 이해를 위한 주관적 노력의 정도는 청자의 친숙성, 음성 과제 수행, 음성 장애의 심각성과 관련이 있었고, 따라서 연구자들은 의사소통 행동의 측정 방법으로써 이러한 주관적 청취 노력의 척도가 임상에서 사용

하기에 적합하다고 결론을 내렸다.

결론

본 논문에서는 청취 노력의 주관적 척도를 다룬 최신 선행 논문 15편을 중심으로 비교·분석하여 난청인의 청취 노력을 측정하는 데 가장 적합한 측정법을 제안하고자 하였다. 많은 연구에서 다양한 척도 크기를 적용하여 대상자의 청취 노력 정도를 평가하였지만, 아직 국·내외적으로 특히 임상에서 표준화된 검사지를 사용하기에는 세부 사용 목적이 다르고, 장·단점이 존재하기에 하나의 획일적인 척도를 주장하기에는 어려움이 있다. 또한 임상적으로 다수의 연구자들은 기존에 개발된 SSQ 설문지를 적용하여 청취 노력을 측정하였으나 질문 항목이 49개로 너무 많고, 질문당 척도가 10단계로 너무 세분화되어 있어서, 환자가 직접 읽고 설문을 답하기에는 시간적으로 경제적이지 못하였다. 따라서 본 중설 논문에서 제안하고 싶은 주관적인 청취 노력 자기보고 설문지는 Johnson 등²⁶⁾의 연구에서 사용한 7점 척도이다(Fig. 2). 이 척도는 Schulte 등²⁷⁾의 13점 척도의 7개 카테고리의 이름을 척도로 사용하여 척도가 의미하는 정도를 정확히 표기하였고, 해당 논문 내에서 청취 노력 측정 프로토콜에 추가하기 위한 타당성 및 민감도가 증명되었다. 또한 척도점 개수가 응답의 난이도와 변별의 정밀성에 영향을 줄 수 있다는 여러 연구^{39,40)}와 관용적으로 5점 또는 7점 척도를 주로 사용한다는 점에 비추어 볼 때, 청취 노력의 기여 정도를 선택할 수 있는 폭이 적절하다고 볼 수 있다.

그러나 일부 연구자들이 지적하였듯이, 주관적인 청취 노력의 측정만으로는 개인의 나이, 성격 등의 내재적 성향에 따라 과소 혹은 과대 평가될 수 있으므로 추후 연구에서 주관적인 측정법과 객관적인 측정법 간의 상호관계를 분석하여 주관적 측정법의 한계를 보완하는 것이 중요하겠다. 궁극적으로는 난청인들의 청취 노력에 대한 민감도와 특이도를 반영할 수 있는 대표적인 측정 프로토콜을 정립하고 이를 임상적 적용이 가능하도록 표준화하여, 재활 시 어음인지도와 청취 노력 정도가 적절하게 균형을 이루고 있는지 확인하는 것이 필요할 것이다.

Acknowledgments

This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2015S1A3A2046760).

REFERENCES

- 1) Park MH. The effects of FM system on speech perception of children with hearing impairment. *J Speech Hear Disord* 2005;14(1):43-54.
- 2) Hong HN. Case study of auditory training for the acquired hearing loss adult with cochlear implant. *J Rehabil Res* 2013;17(4):371-82.
- 3) Hick CB, Tharpe AM. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. *J Speech Lang Hear Res* 2002;45(3):573-84.
- 4) McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: what exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group 'white paper'. *Int J Audiol* 2014;53(7):433-40.
- 5) Littmann Y, Beilin J, Froehlich M, Branda E, Schäfer PJ. Clinical studies show advanced hearing aid technology reduces listening effort. *Hear Rev* 2016;23(4):36.
- 6) Desjardins JL. The effects of hearing aid directional microphone and noise reduction processing on listening effort in older adults with hearing loss. *J Am Acad Audiol* 2016;27(1):29-41.
- 7) Pals C, Sarampalis A, Baskent D. Listening effort with cochlear implant simulations. *J Speech Lang Hear Res* 2013;56(4):1075-84.
- 8) Dawes P, Munro KJ, Kalluri S, Edwards B. Acclimatization to hearing aids. *Ear Hear* 2014;35(2):203-12.
- 9) Houben R, van Doorn-Bierman M, Dreschler WA. Using response time to speech as a measure for listening effort. *Int J Audiol* 2013;52(11):753-61.
- 10) Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kuik DJ. Assessing aspects of auditory handicap by means of pupil dilatation. *Audiology* 1997;36(3):155-64.
- 11) Mackersie CL, MacPhee IX, Heldt EW. Effects of hearing loss on heart rate variability and skin conductance measured during sentence recognition in noise. *Ear Hear* 2015;36(1):145-54.
- 12) Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *J Neurosci* 2012;32(40):14010-21.
- 13) Peelle JE, Eason RJ, Schmitter S, Schwarzbauer C, Davis MH. Evaluating an acoustically quiet EPI sequence for use in fMRI studies of speech and auditory processing. *Neuroimage* 2010;52(4):1410-9.
- 14) Gatehouse S, Noble W. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *Int J Audiol* 2004;43(2):85-99.
- 15) Brons I, Houben R, Dreschler WA. Effects of noise reduction on speech intelligibility, perceived listening effort, and personal preference in hearing-impaired listeners. *Trends Hear* 2014;18:2331216514553924.
- 16) Brons I, Houben R, Dreschler WA. Perceptual effects of noise reduction with respect to personal preference, speech intelligibility, and listening effort. *Ear Hear* 2013;34(1):29-41.
- 17) Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear Hear* 2014;35(3):339-52.
- 18) Schnabl J, Bumann B, Rehbein M, Müller O, Seidler H, Wolf-Magele A, et al. [Listening effort with cochlear implants: unilateral versus bilateral use]. *HNO* 2015;63(8):546-51.
- 19) Hart SG, Staveland LE. Development of NASA-TLX (task load index): Results of empirical and theoretical research. In: Meshkati N, Hancock PA, editors. *Human mental workload*. Amsterdam: North Holland Press;1988. p.139-83.
- 20) Meijer AG, Wit HP, TenVergert EM, Albers FW, Muller Kobold JE. Reliability and validity of the (modified) Amsterdam inventory for auditory disability and handicap. *Int J Audiol* 2003;42(4):220-6.
- 21) Strauss DJ, Corona-Strauss FI, Trenado C, Bernarding C, Reith W, Latzel M, et al. Electrophysiological correlates of listening effort: neurodynamical modeling and measurement. *Cogn Neurodyn* 2010;4(2):119-31.
- 22) Erlbeck H, Kübler A, Kotchoubey B, Veser S. Task instructions modulate the attentional mode affecting the auditory MMN and the semantic N400. *Front Hum Neurosci* 2014;8:654.
- 23) Picou EM, Ricketts TA. Increasing motivation changes subjective reports of listening effort and choice of coping strategy. *Int J Audiol* 2014;53(6):418-26.
- 24) Rennies J, Schepker H, Holube I, Kollmeier B. Listening effort and speech intelligibility in listening situations affected by noise and reverberation. *J Acoust Soc Am* 2014;136(5):2642-53.
- 25) Luts H, Eneman K, Wouters J, Schulte M, Vormann M, Buechler M, et al. Multicenter evaluation of signal enhancement algorithms for hearing aids. *J Acoust Soc Am* 2010;127(3):1491-505.
- 26) Johnson J, Xu J, Cox R, Pendergraft P. A comparison of two methods for measuring listening effort as part of an audiologic test battery. *Am J Audiol* 2015;24(3):419-31.
- 27) Schulte M, Vormann M, Wagener K, Büchler M, Dillier N, Dreschler W, et al. Listening effort scaling and preference rating for hearing aid evaluation [cited 2016 Oct 16]. Available from: URL: http://hearcom.eu/lenya/earcom/authoring/about/DisseminationandExploitation/Workshop/S2B-3_Michael-Schulte_Hearing-Aid-Scaling-Rating.pdf.
- 28) Mattys SL, Davis MH, Bradlow AR, Scott SK. Speech recognition in adverse conditions: a review. *Lang Cogn Process* 2012;27(7-8):953-78.
- 29) Mishra S, Lunner T, Stenfelt S, Rönnberg J, Rudner M. Seeing the talker's face supports executive processing of speech in steady state noise. *Front Syst Neurosci* 2013;7:96.
- 30) Nachtegaal J, Kuik DJ, Anema JR, Goverts ST, Festen JM, Kramer SE. Hearing status, need for recovery after work, and psychosocial work characteristics: results from an internet-based national survey on hearing. *Int J Audiol* 2009;48(10):684-91.
- 31) Kramer SE, Kapteyn TS, Houtgast T. Occupational performance: comparing normally-hearing and hearing-impaired employees using the Amsterdam checklist for hearing and work. *Int J Audiol* 2006;45(9):503-12.
- 32) Bess FH, Hornsby BW. Commentary: listening can be exhausting--fatigue in children and adults with hearing loss. *Ear Hear* 2014;35(6):592-9.
- 33) Rudner M, Lunner T, Behrens T, Thorén ES, Rönnberg J. Working memory capacity may influence perceived effort during aided speech recognition in noise. *J Am Acad Audiol* 2012;23(8):577-89.
- 34) Dwyer NY, Firszt JB, Reeder RM. Effects of unilateral input and mode of hearing in the better ear: self-reported performance using the speech, spatial and qualities of hearing scale. *Ear Hear* 2014;35

- (1):126-36.
- 35) Neher T, Grimm G, Hohmann V. Perceptual consequences of different signal changes due to binaural noise reduction: do hearing loss and working memory capacity play a role? *Ear Hear* 2014;35(5):e213-27.
 - 36) Bamio DE, Iliadou VV, Zanchetta S, Spyridakou C. What can we learn about auditory processing from adult hearing questionnaires? *J Am Acad Audiol* 2015;26(10):824-37.
 - 37) Krause MO, Kennedy MR, Nelson PB. Masking release, processing speed and listening effort in adults with traumatic brain injury. *Brain Inj* 2014;28(11):1473-84.
 - 38) Landa S, Pennington L, Miller N, Robson S, Thompson V, Steen N. Association between objective measurement of the speech intelligibility of young people with dysarthria and listener ratings of ease of understanding. *Int J Speech Lang Pathol* 2014;16(4):408-16.
 - 39) Cox EP III. The optimal number of response alternatives for a scales: a review. *J Mark Res* 1980;17(4):407-22.
 - 40) Kim NK. An comparative analysis of item selection methods for the development of the Likert scale [dissertation]. Seoul: Yonsei Univ.; 2001.

정답 및 해설

답 ③

해설 비중격 농양은 CT를 통해 진단할 수 있어 조직검사가 필요하지 않으며, 치료는 절개배농으로 대부분 잘 치유된다. 비중격 혈종의 화농과 외상에 의해서 발생하는 경우가 대부분이고, 드물게 외상 없이도 비전정염, 치성감염과 같은 주위 조직의 감염이나 면적이 저하된 경우에도 발생할 수 있다(대한이비인후과학회. 이비인후과학 두경부외과학 교과서. 서울: 일조각; 2009. p.1081-5).