AUDIOLOGY • 청능재활 CLINICAL PAPER
2011;7:100-105

ISSN 1738-9399
Copyright ⓒ2011 Korean Academy of Audiology

압축역치의 조절을 통한 음질의 개선 사례보고

한림국제대학원대학교 청각학과

최 민 정 · 이 경 원

ABSTRACT

Case reports of improving sound quality by compression threshold control

Min Jung Choi, Kyoung Won Lee

Department of Audiology, Hallym University of Graduate Studies, Seoul, Korea

Listeners with sensorineural hearing loss (SNHL) have a relatively narrow dynamic range. Due to this reduced dynamic range of hearing, they are recommended to use hearing aids equipped with a special feature called wide dynamic range compression (WDRC). WDRC hearing instruments are configured with high compression ratio (CR) and low compression threshold (CT). However, sound quality can be affected by high CR and low CT in WDRC hearing aids. It is possible to control CT for improving sound quality. In this paper, three cases, including listeners who used ITC (In-The-Canal) type WDRC hearing aids, were reported . Three listeners were satisfied when CT was controlled between 60-70dB SPL.

KEY WORDS : Compression Ratio, Compression Threshold, Sound Quality

INTRODUCTION

내이의 유모세포의 손상으로 인해 발생하는 감각신경성 난청(Sensorineural Hearing Loss, SNHL)의 역동범위는 누가현상(recruitment)으로 인해 정상청각 또는 전음성난청에 비해서 좁은 편이다. SNHL의 좁은 역동범위는 비선형 보청기의 압축비율(Compression Ratio, CR) 그리고 압축역치(Compression Threshold, CT)의 조절을 통하여 개선할 수 있으며, 청력역치(Hearing Threshold Level, HTL)가 증가할수록 50 dB SPL 이하의 낮은 CT와 2:1 이상의 높은 CR을 가진 광역동범위압축(Wide Dynamic Range Compression) 방식의 보청기가 효과적이다. 그러나 지나치게 높은 CR과 낮은 CT는 증폭된 음질(sound quality), 단어인지도(Word Recognition Score, WRS), 주변 소음의 청취 등에 영향을 줄 수 있다. 낮은 CT 및 높은 CR을 가진 비선형 증폭기의 압축시간 및 해제시간을 10 msec 전후로 빠르게 설정하면 자음의 청취력을 높일 수 있으나 조용하게 발생하는 주변소음의 증폭되어 신호대잡음비(signal-to-noise ratio)의 개선에 어려움이 있다(이경원 & 김진숙, 2009; 이소예 & 이경원, 2010). 그러나 Barker & Dillon(1999), Barker et al.(2001)의 연구에서는 중도에서 심도의 SNHL은 50 dB SPL 이하의 낮은 CT 보다는 65 dB SPL 내외의 CT를 선호한다고 하였다. 그리고 Boike & Souza(2001), Souza & Kitch(2001), Hornsbya & Ricketts(2001)의 연구에서는 CR이 3:1 이상 증가할 경우는 단어인지도 및 음질에 나쁜 영향을 준다고 하여 현재까지 청력손실 정도에 따라 어느 정도의 CR과 CT가 음질 및 단어인지도의 개선에 효과적인지에 대해서는 논란이 있다.

본고에서는 SNHL이 CR이 2:1인 1-2채널의 외이도보청기(In-The-Canal, ITC) 보청기를 착용하였을 때 CT의 조절을 통하여 음질이 개선된 사례를 경험하고 이를 보고하고자 하였다.

논문접수일 : 2011년 04월 27일
논문수정일 : 2011년 05월 31일
게재확정일 : 2011년 06월 14일
교신저자 : 이경원, 135-841 서울 강남구 대치동 906-18
한림국제대학원대학교 청각학과
전화 : (02) 2051-4951, 전송 : (02) 3453-7833
E-mail : leekw@hallym.ac.kr

METHODS

배경정보

방문 당시 대상자 S1-S4의 나이와 성별은 S1이 60세의 여성, S2가 61세의 여성, S3는 70세의 여성 그리고 S4는 58세의 남성이었다. 대상자 S1은 오래전부터 난청을 인지하였으며, 고막을 육안으로 관찰했을 때 정상소견 보였다. 이명은 없었으며, 좌측에 ITC 형의 보청기를 착용하고 있었다. 대상자 S2는 10년 전에 난청을 인지하였으며, 교통사고 후 난청이 심해졌다고 하였다. 매미 또는 귀뚜라미 소리와 같은 이명을 호소하였다. 대상자 S3는 4년 전 자궁암 수술 후 귀뚜라미 소리와 같은 이명의 발생과 함께 난청을 인지하였다. 대상자 S4의 경우 난청의 인지 시기는 기억하지 못하였다. 대상자 S2-S4는 보청기 착용경험이 없었다. 대부분의 대상자는 전화의 사용, 라디오 시청 또는 텔레비전 시청, 작은 말소리, 친지와의 모임, 절, 교회 또는 성당에서 말소리 청취에 어려움을 호소하였다. 대상자 S1-S3는 양측 귀 모두 SNHL, S4는 양측 모두 전음성난청의 형태를 나타냈다. 기도청력과 WRS 검사는 TDH-39 헤드폰을 사용하였으며, 대상자의 기도 및 골도 HTL과 WRS는 <Table 1>에 나타내었다.

보청기

대상자는 모두 ITC 형태의 보청기를 오른 쪽에 착용하였으며, 대상자 S3는 프로그램식(programmable)의 1 채널로 환기구(vent)의 크기는 1.0 mm이었다. 그리고 나머지 대상자는 모두 비프로그램식(non-programmable)의 2 채널로 환기구의 크기는 1.2 mm이었다. 비프로그램식 보청기의 조절기(trimmer)는 저음역조절기(low cut)와 CT이었으며, 압축비율은 2:1로 고정하였다(Table 2).

보청기적합 확인 및 성능분석

대상자는 보청기의 적합을 위해서 최초 보청기적합 후 적어도 2회 이상 방문하게 하였으며, 보청기의 적합은 <부록>의 표를 이용하여 대상자의 주관적인 판단에 따라 대화음의 음량(volume), 음질(sound quality) 등을 조절하였다. 보청기 적합 시 확인 사항은 대화음의 크기, 음향피드백(acoustic feedback) 또는 소리의 날카로움, 본인 또는 타인 목소리의 울려서 들리는 폐쇄효과(occlusion effect) 등이었다. 그리고 최초 보청기 적합 시 보청기를 통해서 들리는 소리에 대해서 어느 정도 견딜 수 있으면 2주 후에 다시 방문하여 보청기의 재적합을 실시할 것을 권유하였다. 최초 보청기 적합은 프로그램식 보청기의 경우 보청기 적합 소프트웨어 내의 최적적합(auto fit)으로 실시하였으며, 보청기적합공식(hearing aid fitting formula)은 모두 DSL I/O (Desired Sensation Level Input/Output)이었다. 수동식 보청기의 경우는 CR을 2:1로 고정한 상태에서 각주파수 별 2-cc 커플러 이득을 NAL-NL1 (National Acoustic Laboratories' hearing aid prescription pro-

Table 1. 대상자의 기도 및 골도 HTL과 WRS

Subject		AC (dB HL)					BC (dB HL)				WRS
		.25	.5	1	2	4	.5	1	2	4	(%)
S1	R	50	60	60	75	70	60	60	75	60	16
	L	65	70	70	85	70	60	60	70	55	24
S2	R	60	60	60	45	60	60	60	55	55	80
	L	75	75	70	60	70	Do not test				50
S3	R	35	50	65	60	50	45	50	50	40	100
	L	20	35	55	50	55	35	55	50	55	100
S4	R	55	60	75	55	55	25	30	40	20	100
	L	55	50	45	50	65	20	15	35	20	100

Table 2. 보청기의 착용 귀 및 대상자가 착용한 보청기의 특성

Subject	Side	Characteristics of hearing aid				
		HA Type	N. of channel	Adjusting type	Vent size	Trimmer options
S1	R	ITC	2	Non-program*	1.2	LC, CT
S2	R	ITC	2	Non-program*	1.2	LC, CT
S3	R	ITC	1	Programmable	1.0	-
S4	R	ITC	2	Non-program*	1.2	LC, CT

* 비선형 보청기의 경우 압축비율은 2:1로 고정

cedure for Non-Linear hearing aids)(version 0.9)에 의해 계산한 다음 음량조절기와 CT를 이용하여 각 입력음압 별 주파수반응곡선을 조절하였다. 보청기의 적합 후 보청기의 전기음향적인 특성은 Frye 사의 Fonix 6500 CX에서 2-cc 커플러를 이용하여 ANSI S3.42-1992 기준으로 분석하여 기록하였다.

RESULTS

보청기 적합 및 대상자의 반응

보청기적합 시마다 대화음의 크기, 소리의 울림 또는 날카로움, 울림의 정도 등을 확인하여 대상자의 반응에 따라 음량조절기, 저음역조절기, CT 조절기 등을 사용하여 조절하였다. 최초 보청기적합 시 CT는 S1은 50 dB SPL 이하, S2와 S4는 60 dB SPL, S3는 70 dB SPL이었다. 최초 보청기적합 2주 후 대상자의 반응은 대상자 S3을 제외한 나머지 대상들이 주변잡음(쏴~ 하는 소리)이 크고 상대방의 대화음이 너무 부드럽거나 답답하게 들린다고 호소하였다. 이에 따라 대상자 S1, S2 및 S4는 CT를 10 dB 정도 올려주었으며, 이때의 반응은 잡음이 줄어들었으며, 대화음이 더 명료하고 소리가 자연스러우며 시원하다고 하

Table 3. 최초 보청기 적합 2주 후의 불만족 사항과 재적합 후의 대상자의 반응

Sub	최초 보청기적합 2주 후 주요 불만족 사항	재적합 후 대상자의 반응
S1	'쏴~'하는 소리가 너무 큼 소리가 시원하지 않음	잡음의 크기가 줄어 듬 소리가 자연스러움
S2	'쏴~'하는 소리가 너무 큼 음식물 씹는 소리가 크게 들림 소리가 답답하게 들림 이명(매미, 귀뚜라미소리)	잡음의 크기가 줄어 듬 음식물 씹는 소리가 견딜만함 소리가 똑똑하게 잘 들림 착용 및 반대 측 귀의 이명 감소
S3	먼곳의 대화음 잘 들리지 않음 이명(매미소리)	소리가 더 명료함 보청기 착용 시 이명을 느끼지 못함
S4	주변잡음이 너무 큼 소리가 너무 부드러움	주변의 잡음이 줄어 듬 소리가 더 명료하고 자연스러움

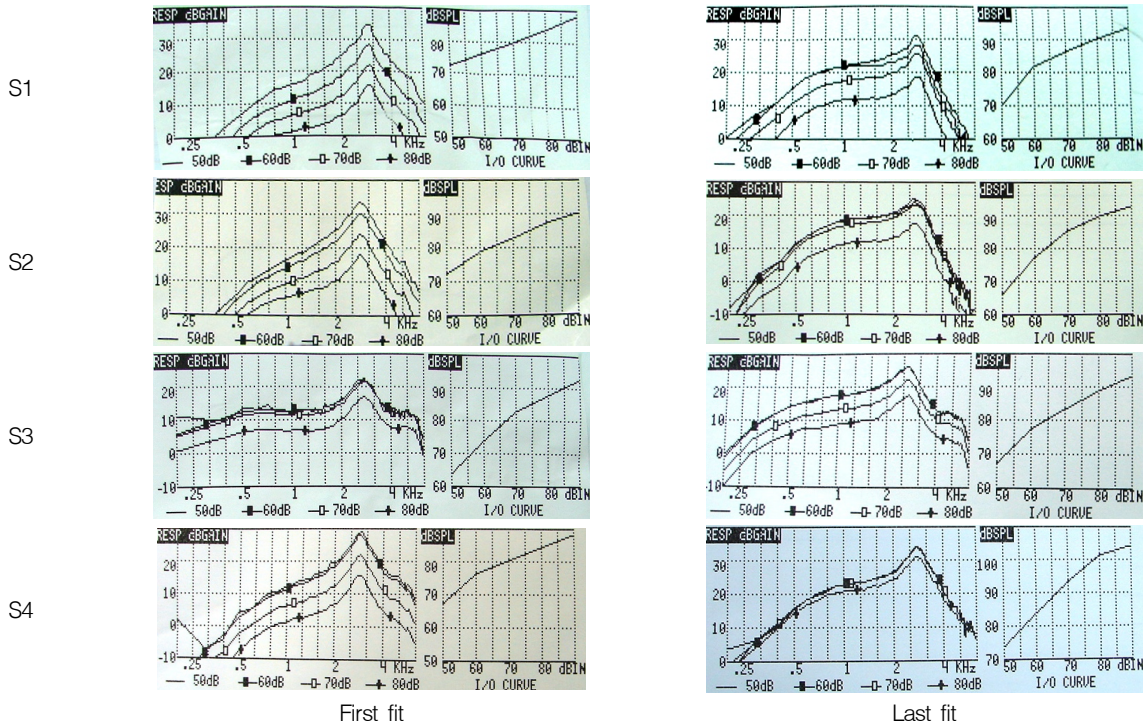


Fig 1. 최초 및 최종 보청기적합 시 ANSI S3.42-1992로 분석한 입력음압 별 2-cc 커플러이득

였다. 그러나 대상자 S2의 경우 보청기 적합 2주 후 주변의 잡음보다는 먼 곳에서 들리는 대화음이 작게 들린다는 불만족감을 나타냈다 이에 따라 CT를 10 dB 정도 낮추었으며 그 결과 처음에 비해서 말소리가 더 잘 들린다고 하였다. 이명이 있었던 대상자 S2, S3는 보청기 착용 후 이명이 줄어들었거나 느끼지 못하였다고 하였다. 최초 보청기 적합 2주 후의 불만족 사항과 재적합 후의 대상자의 반응은 <Table 3>에 정리하였다.

최초 및 최종 보청기적합 시 이득 및 CT의 변화

대상자 별로 대화음의 강도와 비슷한 강도의 입력음압 60, 70 dB SPL에 대한 이득 및 CT를 2,000 Hz를 기준으로 살펴보면, 대상자 S1은 60 및 70 dB SPL의 이득이 5 dB 정도 증가하였으며, CT는 50 dB SPL 이하에서 60 dB SPL로 상승하였다. 대상자 S2는 60 dB SPL의 이득이 3 dB 정도가 감소, 70 dB SPL의 이득이 3 dB 정도 증가하였으며, CT는 50 dB SPL 근처에서 70 dB SPL 근처로 상승하였다. 대상자 S3는 60 dB SPL의 이득이 7 dB 정도가 증가하였으나 70 dB SPL의 이득은 비슷하였으며, CT는 70 dB SPL 근처에서 60 dB SPL 근처로 감소하였다. 대상자 S4는 60 dB SPL의 이득이 6 dB, 70 dB SPL의 이득은 13 dB 정도 증가하였으며, CT는 60 dB SPL에서 80 dB SPL로 상승하였다. 모든 대상자가 착용한 보청기에서 압축범위 내의 CR에는 변화가 없었다. 최초 및 최종 보청기 적합 시 각각의 대상자가 착용한 보청기의 성능을 ANSI S3.42-1992로 분석한 내용은 <Fig. 1>에 나타내었다.

DISCUSSIONS & CONCLUSIONS

본 사례에서는 1-2 채널의 ITC 보청기를 착용한 중고도 난청 중 SNHL 3명 그리고 전음성난청 1명을 대상으로 최초 및 최종 보청기 적합 시 CT의 변화를 살펴보았다.

본 사례에서는 보청기적합공식 DSL I/O 및 NAL-NL1에 의한 보청기 적합을 실시하였을 때 대상자는 모두 모든 대상자가 폐쇄효과를 호소하였다. 그 이유로 von Hapsburg & Bahng(2006), 이경원 외(2008)의 연구에서 영어와 한국어의 장기평균어음스펙트럼(long-term average speech spectrum)을 보고하였는데, 한국어의 저주파수 영역은 영어에 비해서 높게 나타남으로 인해서 출력음압이 DSL I/O 및 NAL-NL1에서 설정한 목표음압보다 증가하였기 때문인 것으로 생각한다.

대상자가 착용한 보청기의 특성을 ANSI S3.42-1992로 분석하여 2,000 Hz에 대한 이득을 대화음 강도와 비슷한 60 및 70 dB SPL의 입력음압 별로 살펴보면, S2를 제외한 모든 대상자가 최종적합에서 입력음압 60, 70 dB SPL에 대한 이득이 모두 상승하였는데 이는 소리 크기에 대한 순응(acclimatization) 과정이라고 볼 수 있다. 그리고 CT는 S3를 제외하고 10-20 dB 정도 상승하였으며, CT가 상승한 이유는 대부분의 대상자가 60 dB SPL 이하의 낮은 CT에서 소리가 너무 부드럽거나, 압축된 느낌, 주변 소음이 너무 큰 것이 주원인이었다. 그러나 대상자 S3의 경우는 입력음압 80 dB SPL에 대한 이득은 변화가 없었고 CT가 70 dB SPL에서 60 dB SPL로 하강하였는데 그 이유로 대상자 S3는 잡음에 대해 둔감한 편이었으며 멀리서 들리는 작은 말소리 좀 더 잘 듣기를 원했기 때문이다. 일반적으로 광역동범위압축식 보청기는 HTL의 개선, 모음에 비해서 에너지가 적은 자음의 청취에 효과적인 것으로 알려져 있지만 신호대잡음비의 개선에는 비효율적이다(이경원 & 김진숙, 2009). Barker & Dillon(1999), 이경원 외(2008), 이상연(2008)의 연구에서는 보청기를 착용했을 때 난청인이 선호하는 이득을 음질, 실생활 등을 통하여 평가하였을 때 본 사례와 일치성을 나타냈는데 이는 보청기를 통해 소리를 청취할 때 어음의 명료도보다는 증폭음의 음질 또는 주변소음의 크기 등에 더 많은 영향을 받는 것으로 생각한다.

본 사례에서는 SNHL이 CR이 2:1이며 채널의 수가 1-2개인 ITC 보청기를 착용하였을 때 CT를 조절하여 음질을 개선하고자 하였으며, 결과적으로 모든 대상자는 CT가 60-70 dB SPL일 때 증폭음에 대하여 만족하였다. 그러나 본 사례에서는 난청인이 선호하는 음질을 평가하기 위하여 <부록>과 같은 설문을 통하여 대화음의 크기 및 음질을 평가하였다. 그러나 실생활에서의 난청인에게 필요한 음량 및 음질을 효과적으로 평가하기 위해서는 체계적인 평가용 설문지가 필요하며, 객관적인 보청기의 수행능력을 평가하기 위해서는 WRS, 문장인지도(sentence recognition score) 등의 검사가 필수적이다.

중심단어 : 압축비율, 압축역치, 음질.

REFERENCES

1. 이경원, 김진숙. 보청기적합공식과 한국의 연구 고찰. 청능재활. 2009;5(1):6-12.
2. 이경원, 이재희, 이정학. 단측보청기 착용시 한국 감각신경성 난청 성인의 2-cc 커플러이득과 NAL-NL1의 비교. 청능재활.

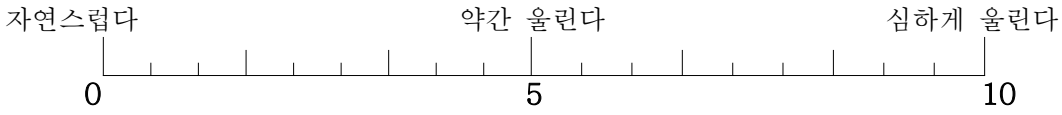
2008;4(1):69-73.
3. 이경원, 이재희, 이정학. 한국어음을 이용한 다화자잡음의 개발 시안. 청능재활. 2008;4(1):24-27.
4. 이상연. 비프로그램식 보청기에서 압축역치의 조절을 농한 배경소음 감소에 대한 사례보고. 청능재활. 2008;4(2):199-203.
5. 이소예, 이경원. 한국어 자모음비(CVR)에 따른 무의미음절의 단어인지도 변화. 청능재활. 2010;6(1):25-29.
6. Barker C, Dillon H. Client preferences for compression threshold in single-channel wide dynamic range compression hearing aids. Ear Hear. 1999;20(2):127-139.
7. Barker C, Dillon H, Newall P. Fitting low ratio compression to people with severe and profound hearing losses. Ear Hear. 2001;22(2):130-141.
8. Boike KT, Souza PE. Effect of compression ratio on speech recognition and speech-quality ratings with wide dynamic range compression amplification. J Speech Lang Hear Res. 2001; 43(2):456-468.
9. Hornsby BW, Ricketts TA. The effects of compression ratio, signal-to-noise ratio, and level on speech recognition in normal-hearing listeners. J Acoust Soc Am. 2001;109(6):2964-2973.
10. Souza PE, Kitch V. The contribution of amplitude envelope cues to sentence identification in young and aged listeners. Ear Hear. 2001;22(2):112-119.
11. von Hapsburg D, Bahng J. Acceptance of Background Noise Levels in Bilingual (Korean-English) Listeners. J Am Acad Audiol. 2006;17(9):649-658.

Appendix

보청기 평가 시 사용한 음량 및 음질 평가지

◐ 보청기 착용 시 대화음의 크기가....

◐ 보청기 착용 시 소리가....



◐ 보청기 착용 시 소리가....