

선천성 심도 청각장애 성인의 공명 문제 평가:  
연인두 기능 검사에 기초하여

연세대학교 대학원  
언어병리학협동과정  
김 은 연

선천성 심도 청각장애 성인의 공명 문제 평가:  
연인두 기능 검사에 기초하여

지도 박은숙 교수

이 논문을 박사 학위논문으로 제출함

2009년 12월 일

연세대학교 대학원

언어병리학협동과정

김 은 연

# 김은연의 박사 학위논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 대학원

2009년 12월 일

## 감사의 글

마무리를 짓는다는 말을 이제와 생각하니 또 다른 시작을 의미한다는 생각이 듭니다. 학위 과정을 시작하고, 이제 과정의 마무리격인 이 글을 쓰게 되면서 끝맺었다는 홀가분함 보다 앞으로 나아가야 할 무게를 더 느끼게 됩니다. 아마도 처음부터 끝까지 격려해 주시고, 가르침을 주셨던 은사님들께 누가 되지 않아야겠다는 다짐 때문이지 싶습니다. 격려를 아끼지 않고 이 행보를 시작할 수 있게 용기를 주셨던 박은숙 교수님, 연구 디자인부터 피험자 모집이며 글 하나하나 엮엽하게 돌보아 주셨던 윤미선 교수님, 아버지 같은 사랑을 주신 홍성화 교수님, 바쁘신 중에도 꼼꼼히 살펴주셨던 남정모 교수님 그리고 늘 긴장을 늦추지 않고 앞으로 나갈 수 있도록 당금질 해주셨던 김향희 교수님께 어떤 말로 감사의 마음을 전할 수 있을지 모르겠습니다. 검사 결과 분석으로 고민할 때, 시간을 아끼지 않고 애써 주셨던 장승진 선생님과 최은희 선생님께도 큰 감사의 인사를 전합니다. 이 논문을 쓰면서 연구자로서 한발을 내딛는 것 같은 두려움에 앞서 저를 아끼고 마음을 나눌 수 있는 친지들로 부터 받은 사랑에서 부자가 된 느낌입니다. 논문 학기를 시작할 즈음 몸 상하지 말고 잘 해내라며 정성스레 밥상을 차려주었던 주경이, 국내에서 찾지 못했던 논문을 타국에서 찾아 직접 스캔까지 떠가며 보내주었던 경숙 부부, 함께 밤새워 꼼꼼히 글을 읽어 주었던 박혜원 선생님, 매번 통계며 자료들을 나르고 굵은 일이란 굵은 일은 도맡아 해주셨던 최예린 교수님, 마지막까지 교정과 일정 챙기며 고생해 주었던 박지은 선생님, 청각장애인들의 말소리를 들으며 함께 고심해 주었던 이은경, 박미경 선생님, 밤낮없이 기도해 주었던 성수진 선생님과 포콜라레 식구들 그리고 검사실 선생님께 큰 감사의 인사를 전합니다. 논문 학기를 보내면서 어느 한 순간 고군분투한다는 생각 보다는 함께 한다는 생각에 마음이 얼마나 든든했는지 모릅니다. 일하며 공부한다는 핑계로 집안일에 소홀한 통에 언니의 뉘까지 도맡아야했던 민지, 하루도 거르지 않고 새벽 미사를 바치며 저를 위해 헌신하셨던 어머니, 그리고 늘 마음으로 응원을 아끼지 않았던 오

빠... 저의 가족들 모두가 얼마나 소중한지 모르겠습니다. 엄두가 나지 않았던 학기 초를 생각해 보고 지금을 돌아보니, 정말 저 혼자 할 수 있는 일은 없었던 것 같습니다. 여전히 부족한 곳이 많지만, 이 글에서 혹여 쓸모 있는 것이 있다면 이는 모두 제게 가르침을 주셨던 교수님들의 덕이라 생각합니다. 오늘을 있게 해주신 교수님들과 늘 제 곁에 있어 주었던 가족과 친지, 포콜라레 식구들... 그리고 하늘에서 늘 저를 지켜보고 계신 아버지께 깊이 고개 숙여 감사드립니다.

저자 씀

# 차 례

그림 차례 .....	iv
표 차례 .....	v
국문 요약 .....	vii
<b>제1장 서론</b> .....	1
1.1. 연인두 기능과 공명 .....	2
1.2. 청각장애인의 공명 문제 .....	4
1.3. 공명 기능 평가 방법 .....	6
1.3.1. 기기를 이용한 연인두 기능 평가 .....	6
1.3.1.1. 비음 측정기 .....	6
1.3.1.2. 공기역학적 검사 .....	7
1.3.2. 청지각적 방법을 이용한 평가 .....	16
1.4. 청각장애인의 공명 문제 평가의 필요성 .....	18
1.5. 연구 문제 .....	20
<b>제2장 연구 방법 및 재료</b> .....	21
2.1. 연구 대상 .....	21
2.1.1. 피검 대상군 선정 기준 .....	21
2.1.2. 피검 대상군 표집 .....	22
2.1.3. 청지각적 평정자 선정 .....	23
2.2. 연구 방법 .....	23
2.2.1. 비음 측정기를 이용한 평가 .....	23
2.2.2. 공기 역학적 검사를 이용한 분석 .....	25
2.2.2.1. PAS를 이용한 분석 재료 .....	25

2.2.2.2. PAS를 이용한 분석 .....	27
2.2.3. 공명의 수직적 위치를 이용한 청지각적 평가 .....	32
2.2.4. 통계 분석 .....	33
<b>제3장 연구 결과</b> .....	<b>34</b>
3.1. 기기를 이용한 분석 결과 .....	34
3.1.1. 비음 측정기로 측정한 비음치 분석 결과 .....	34
3.1.1.1. 건청군과 청각장애군의 비음치 비교 .....	34
3.1.1.2. 음절 및 문단과제 별 비음치 비교 .....	35
3.1.2. PAS를 이용한 공기역학적 변수 분석 결과 .....	36
3.1.2.1. 건청군과 청각장애군의 압력 특성 비교 .....	36
3.1.2.2. 건청군과 청각장애군의 기류 특성 비교 .....	41
3.1.3. 공기 역학적 변수와 비음치 결과 비교 .....	47
3.1.3.1. 비음치 정상 유무에 따른 공기역학적 압력 특성 비교 .....	47
3.1.3.2. 비음치 정상 유무에 따른 공기역학적 기류 특성 비교 .....	54
3.1.3.3. 비음치 유형별 공기역학적 변수 결과 .....	62
3.2. 청지각적 공명 특성 분석 결과 .....	63
3.2.1. 공명의 수직적 위치 평정 결과 .....	63
3.2.1.1. 공명의 수직적 평정 결과와 일치도 .....	63
3.2.2. 공명의 수직적 평정과 기기분석 결과 비교 .....	64
3.2.2.1. 공명의 수직적 위치 평정과 비음치 유형 비교 .....	64
3.2.2.2. 공명의 수직적 위치 평정과 공기역학적 변수 비교 .....	67
<b>제4장 고찰</b> .....	<b>69</b>
4.1. 비음치와 연인두 기능 .....	69
4.1.1. 건청군과 청각장애군의 비음치 비교 .....	69
4.1.2. 음절과제에 따른 연인두 기능과 공기역학적 관계 .....	71
4.2. 공기역학적 측정치와 비음치 비교 분석 .....	74

4.2.1. 건청군과 청각장애군의 공기역학적 변수 비교 .....	74
4.2.2. 건청군과 정상 및 비정상 비음치 청각장애군 공기역학적 특성 비교 .....	76
4.2.3. 비음치 유형에 따른 공기역학적 변수 비교 .....	78
4.3. 공명의 수직적 위치 평정과 기기를 이용한 분석 .....	79
4.3.1. 공명의 수직적 위치 평정에 따른 비음치 유형 비교 .....	79
4.3.2. 공명의 수직적 위치 평정과 공기역학적 변수 비교 .....	81
4.4. 연구의 제한점 및 향후 과제 .....	83
<b>제5장 결론</b> .....	<b>85</b>
참고 문헌 .....	87
부록 .....	94
영문 요약 .....	104



## 그림 차례

그림 1. 공명 기관의 배치 .....	3
그림 2. /pi/ 산출 시 NVAI 측정 .....	10
그림 3. /fempi/를 발화하는 동안 측정된 도식 .....	12
그림 4. /hamper/를 발화하는 동안 측정된 도식 .....	14
그림 5. 공명 위치 설정과 잘못된 공명 양상 .....	17
그림 6. 건청군의 음절과제 PAS 파형의 Mat_lab 7.1 도식화 예 .....	27
그림 7. 건청군과 청각장애군 간 /암과/연속 음절과제의 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	41
그림 8. 건청군과 청각장애군 간 /암과/연속 음절과제의 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	46
그림 9. 건청군에 대한 정상 비음치 청각장애군과 비정상 비음치 청각장애군 간 /암과/연속 음절과제 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	52
그림 10. 건청군에 대한 정상 비음치 청각장애군과 비정상 비음치 청각장애군 간 /암과/연속 음절과제 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	60
그림 11. 비음치 유형별 /암과/ PAS 파형의 Mat_lab 7.1 도식화 예 .....	62
그림 12. 두개강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형 .....	65
그림 13. 후인두강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형 .....	66
그림 14. 비강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형 .....	66
그림 15. 인두강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형 .....	67

## 표 차례

표 1. 공기 역학적 평가를 통해 측정된 주요 변수들 .....	8
표 2. 연구 과제별 대상군 .....	22
표 3. 문단 자료 .....	23
표 4. 비정상 비음치군의 분류 .....	24
표 5. 무의미 음절 검사 자극 .....	26
표 6-1. 공기역학적 평가 압력 특성 변수 .....	29
표 6-2. 공기역학적 평가 기류 특성 변수 .....	30
표 7. 일탈된 공명 문제 유무 확인을 통한 공명의 수직적 위치 평정 .....	32
표 8. 건청군과 청각장애군의 음절 및 문단과제 비음치 차이 검정 .....	35
표 9. 건청군과 청각장애군의 과제별 비음치 상관관계 .....	36
표 10. /압파/, /암파/개별 음절과제에서 건청군과 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교 .....	37
표 11. 건청군과 청각장애군의 /암파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 기술 통계량 .....	39
표 12. /압파/, /암파/개별 음절과제에서 건청군과 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교 .....	43
표 13. 건청군과 청각장애군의 /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 기술 통계량 .....	44
표 14. /압파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교 .....	48
표 15. /암파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교 .....	49
표 16. 건청군에 대한 정상 비음치 청각장애군과 비정상 비음치 청각장애군 간 /암파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	53

표 17. /압파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교 .....	55
표 18. /암파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교 .....	57
표 19. 건청군에 대한 정상 비음치 청각장애군과 비정상 비음치 청각장애군 간 /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과 .....	61
표 20. 공명의 수직적 위치 평정 빈도 .....	63
표 21. 공명의 수직적 위치 평정의 평정자 간 일치도 .....	64
표 22. 공명의 수직적 위치 평정의 평정자 내 일치도 .....	64
표 23. 비음치 유형별 공명의 수직적 위치 빈도수와 피서의 정확도 검정 .....	65
표 24. 공명의 수직적 위치 평정 발생 유형 및 빈도 .....	68

## 국문 요약

### 선천성 심도 청각장애 성인의 공명 문제 평가: 연인두 기능 검사에 기초하여

본 연구는 청각장애인의 일탈적인 공명 문제를 밝히고자 기기를 이용한 객관적인 방법으로 청각장애인의 공명 문제를 확인하고, 일탈적인 공명 특성을 효과적으로 설명할 수 있는 청지각적 평정 방법을 제안하여 적용해 보고자 하였다.

이에 선천성 심도 청각장애인(n=32)과 건청 성인(n=32)을 대상으로 '비음 측정기(Nasometer II)'를 이용하여 '비음치'를 측정하고, 'PAS(Phonatory Aerodynamic System)'를 이용하여 공기역학적인 측면에서 시간 특성 및 압력 특성과 기류 특성을 측정하였다. 그리고 청지각적으로는 '공명의 수직적 위치(vertical focus)' 평정을 시행하였다. 각 검사에서 쓰인 과제는 다음과 같다. 첫째, 문단과제는 구강자음(비강자음 0%) 및 비강자음(구강자음 0%)문단과 비강(33%) - 구강자음 혼합 문단으로 구성되었으며, 이를 적용하여 비음치를 측정하였다. 둘째, 음절과제는 연인두 개폐의 '시간 특성', '기류 특성', '압력 특성'을 반영하는 음운 환경을 구성하고자 모음 /ㅏ/와 비강자음 /ㅓ/ 양순 파열음 /ㅍ/를 포함하는 음절 조합(VCCV)을 활용하였다. 이러한 개별 음절과제 및 /ㅓㅍ/ 5회 연속 음절과제를 이용하여 비음치 측정 및 공기역학적 분석이 이루어졌다.

연구 결과, 첫째, 연속 발화(connected speech) 형태의 문단과제는 비음치가 높고 낮음에 대한 정보를 제공해 주었으며, 연인두 개폐가 연달아 나타나는 음절과제를 통해서 연인두 기능을 살펴 볼 수 있었다. 각 과제 별 비음치와 공기역학적 측정 결과를 통해 청각장애군의 과다비성은 연인두 열림 경향, 과소비성은 연인두 닫힘 경향, 혼합 비성은 부적절한 협응으로 설명할 수 있었다. 이러한 청각장애인의 공명문제 평가에는 연속발화의 형태를 취하면서 연인두 개폐가 연달아 나

타나는 조건에 해당하는 /암파/연속 음절과제가 적합하다고 제안한다. 그리고 연구 결과는 청각장애인의 공명 문제가 기질적 결함 없이 연인두 기능에 제한을 나타내는 기능적 공명 장애임을 시사한다.

둘째, 청각장애군이 보이는 연인두 기능의 제한은 공기역학적 분석으로 설명할 수 있었다. 연구 대상자인 청각장애군에서, 성도를 통과하는 기류 및 공명 에너지가 연속적인 연인두 개폐가 요구되는 음운 환경에서 연인두 포트를 빠져나올 때, 공명 에너지를 부적절한 위치에 머무르게 했다. 그 결과 ‘기류 산출 시간’은 지연되고 집중된 에너지를 한꺼번에 방출하면서 ‘기류 최대 상승점’이 비정상적으로 커지는 결과를 초래했다. 이러한 공기역학적 분석 결과는 청각장애인이 연인두 포트의 순간적인 개폐 시간 지연으로 접촉 기회를 놓치게 되고, 이어서 열기를 시도하는 순간에 또 다시 닫혀야하는 순간을 직면하게 됨을 시사한다. 기류 산출 기회를 계속해서 놓치면서 기류를 어딘가에 머무르게 두었다가 부적절한 순간에 한꺼번에 급작스럽게 방출하면서 기류 산출의 균형이 깨지고, 결과적으로 연인두 개폐 속도와 기류 산출이 조화롭지 못함을 알 수 있다. 또한 시간과 기류 특성의 상호작용을 반영하는 ‘기류 파형 면적’ 및 ‘기류 파형 평균 진폭’과 함께 ‘최대 기류 상승점’이 건청군, 정상 비음치 청각장애군 그리고 비정상 비음치 청각장애군의 순으로 점점 더 커지는 것을 발견할 수 있었다. 이렇게 시간과 기류 특성 간의 상호작용을 반영하는 변수들은 연인두 기능의 부조화를 반영한다고 할 수 있다.

셋째, 공명의 수직적 위치 평정과 공기 역학적 측정치 간의 관련성은 다음과 같았다. 공기역학적 분석에서 기류가 방출되지 못하고 시간이 지연됨을 통해 공명 에너지가 공명강을 빠져나가지 못하고 부적절한 위치에 집중됨을 알 수 있었다. 이러한 증거는 ‘공명의 수직적 위치’ 평정에서도 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 공명 에너지가 집중되는 위치에 따라 ‘두개강 공명 위치(head focus)’, ‘후인두강 공명 위치(throaty focus)’, ‘비강 공명 위치(nasal focus)’, ‘인두강 공명 위치(pharyngeal focus)’로 평정할 것을 제안하고 적용해 보았다. 결과, ‘두개강 공명 위치’와 ‘후인두강 공명 위치’로 평정된 피검자 중에는 과다 비음치를 보인 경우가 없었다. 즉, 기류 및 공명 에너지를 밖으로 방출하지 못하고 어딘가에 집중시켜 두었음을 시사한다. ‘비강 공명 위치’는 과소비성의 변형된 형태인 맹관 공명과 유사

하게 비강에 공명 에너지가 막혀 있는 경우로 정의할 수 있었다. 마지막으로 ‘인두강 공명 위치’는 전형적인 청각장애인의 음성으로 알려진 구인두강 공명으로, 공명강의 어느 한쪽이 막혀 공명 에너지가 밖으로 빠져나가지 못하고 감싸 있는 듯 머물러 있게 되는(muffled) 경우로 정의할 수 있었다.

이상의 결과들을 종합하여 보면, 첫째, 청각장애인의 공명 문제는 연인두 개폐의 기능적 결함에 따라 야기되며, 공명 에너지를 부적절한 위치에 집중시키면서 조화롭지 못한 공명 양상을 발생시키는 기능적인 장애라 할 수 있다. 둘째, 본 연구에서 제안한 ‘공명의 수직적 위치’ 평정은 음운 환경에 제한 없이 말소리 패턴의 연속선상에서 공명 에너지가 집중되는 위치에 대한 특성을 평정할 수 있다. 이렇게 구체적으로 청각장애 화자의 일탈적인 공명 위치를 표현할 수 있으므로, 임상 현장에서 화자의 말 특성을 기술함에 있어 유용하리라 생각된다.

---

핵심되는 말 : 연인두 기능, 비음치, 공기역학적 분석, 공명의 수직적 위치(vertical focus of resonance), 청각적 피드백

# 선천성 심도 청각장애 성인의 공명 문제 평가:

## 연인두 기능 검사에 기초하여

<지도교수 박은숙>

연세대학교 대학원 언어병리학협동과정

김은연

## 제1장 서론

공명의 사전적 의미는 발음체가 외부 음파에 자극되어 진동하면서 소리를 내는 현상으로 진동 에너지가 공명 기관에 흡수되어 함께 울리는 현상이다.<sup>1</sup> 사람의 발성 과정은 폐에서 올라온 기류가 성대를 지날 때 진동 에너지가 발생되면서 시작된다. 그리고 이 진동 에너지가 인두강, 구강, 비강으로 이어진 성도(vocal tract)를 지나 전파되면서 공명이 이루어진다. 성도는 일종의 공명기(resonator)로서 길이나 형태 등에 따라 저마다 다른 공명 특성을 보이게 된다. 이것은 현의 진동으로 생성된 에너지가 각기 다른 모양의 바이올린, 첼로, 기타 등의 공명통을 울리면서 고유의 음색과 음량을 갖게 되는 것과 같다. 결국 공명이라는 물리적 과정을 거침으로서 진동 에너지가 소음화되기도 하고 좋은 음질을 만들어 낼 수도 있다. 말소리 음질의 좋고 나쁨을 판단하는 것도 공명 상태에서 기인하는 경우가 많다.<sup>2</sup>

말소리의 공명은 크게 비강 공명과 구강-인두 공명으로 나누어 볼 수 있으며,<sup>3</sup> 연인두 포트(velopharyngeal port)는 공명 에너지 전달에 있어서 매우 중요한 역

할을 한다. 왜냐하면 성대 진동을 통한 음향 에너지 및 기류가 연인두 포트의 움직임에 따라 비강 또는 구강 - 인두강으로 이동하기 때문이다. 따라서 연인두 기능 부전이 있는 경우, 음향 에너지와 기류가 올바르게 않은 공명강으로 전달되어 부적절한 공명이 일어나게 된다. 부적절한 공명 문제는 구개열 같은 기질적인 문제로 인한 연인두 폐쇄 부전(velopharyngeal incompetence)에서 많이 관찰된다. 그런데 기질적인 문제를 동반하지 않은 청각장애인들도 일탈적인 공명 양상을 보이는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 청력 손실이 심할수록 목소리의 음도, 음량, 공명 등과 관련한 문제를 보이게 될 가능성이 높고, 건청인의 말소리와는 차이가 있다.<sup>3,4</sup> 본 연구는 일탈적인 청각장애인의 공명 문제를 밝히고자 하는 목적 하에 먼저 연인두 기능과 공명 관계를 알아보고, 공명 문제 평가 방법들을 살펴 보았다. 공명 평가 방법은 주로 기기를 이용한 객관적인 평가 방법과 주관적으로 이루어지는 청지각적 방법으로 나눌 수 있다. 본 연구에서는 기기를 이용한 평가 방법을 통해 객관적으로 청각장애인의 공명 특성을 확인하고, 이어서 청각장애인의 공명 특성을 효과적으로 설명할 수 있는 청지각적인 평정 방법을 제안하여 적용해 보고자 하였다.

## 1.1. 연인두 기능과 공명

발성 과정을 거친 진동 에너지 및 기류는 비강, 구강, 인두강과 같은 빈 공간인 성도(vocal tract)의 변형 과정에 따라 각기 다른 소리로 산출된다. 음질의 변화는 전체 공명강의 변형에 따라 영향을 받지만, 주로 인두강의 모양과 크기 변화를 가져오는 연인두의 상태에 좌우된다.<sup>5,6</sup>



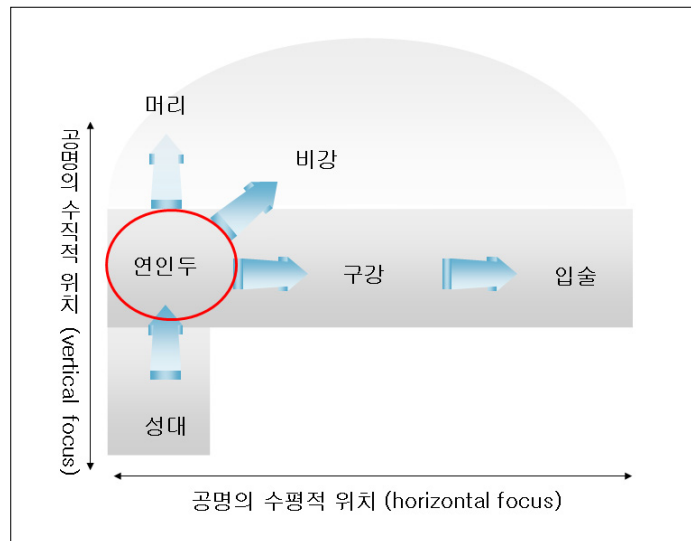


그림 1. 공명 기관의 배치.

(그림 1)에 제시된 것처럼 구강과 비강으로 나누어지는 지점에 연인두가 위치하며, 연구개가 후상방으로 거상되어 비강 통로를 막으면 연인두 밸브(velopharyngeal valve)는 닫히고, 성대를 통해 나오는 기류와 음향 에너지는 구강으로 나가게 되어 구강 공명을 이룬다. 반면, 연구개가 올라가지 않은 상태에서는 비강과 연인두 밸브가 열려 있게 되고, 기류와 음향 에너지는 구강과 비강 모두로 나와 비강 공명이 된다. 이처럼 비강과 구강의 공명강(resonance cavity)으로서 기능 여부는 연구개가 상승해 비강 통로를 막느냐 혹은 비강 통로를 열어 놓느냐에 달려 있다.<sup>7</sup> 이 때, 연인두 개폐가 적절하게 이루어지지 않으면 연인두 기능 부전으로 인한 다양한 공명 문제가 야기될 수 있다.<sup>8</sup> 연구개의 움직임과 더불어 연인두 괄약근(velopharyngeal sphincter)은 공명 시에 공명관 구조의 역할을 담당하며, 세 개의 공명강 즉, 인두강, 구강, 비강의 크기와 모양을 변화시킨다. 그러나 연인두 괄약근의 가장 중요한 기능은 구강과 비강의 분리 기능이다.<sup>3</sup>

## 1.2. 청각장애인의 공명 문제

성대에서 생성된 성대 원음이 공명 기관, 조음 기관 등의 움직임에 의해서 말소리로 이어지고, 이러한 음성음향 신호는 발성 측면에서는 발화 체계의 산물로, 청지각 측면에서는 인식 체계의 정보로 작용된다.<sup>9</sup> 그런데 청각장애인은 청각기계의 결함으로 음성음향학적 정보 인식에 어려움을 갖는다. 이로 인해 청각적 피드백이 부족하게 되며, 부족한 청각적 피드백을 극복하기 위해서 조음 기관이나 공명 기관을 비정상적으로 활용하게 된다. 이에 따라 부적절한 말소리를 산출하게 된 청각장애인은 올바르게 말소리 정보를 청지각적으로 받아들이게 된다. 결과적으로 부적절한 지각과 산출은 서로 영향을 미치면서 낮은 말 명료도, 부자연스러운 운율, 느린 발화 속도, 변이성이 큰 음도와 음량, 왜곡된 공명 양상과 같은 특성을 갖게 한다.<sup>3,4</sup>

청각장애인 특유의 공명 특성의 하나인 맹관 공명<sup>10</sup> 혹은 인두 공명(pharyngeal resonance)은 인두강에 공명 에너지가 집중되어(focus) 과도한 공명을 일으키며,<sup>11</sup> 비강 공명의 왜곡이나 음도의 일탈(aberration)로 지각된다.<sup>12</sup> 또 청각장애인은 비강에서 지나친 공명을 일으켜 과다비성을 보이기도 하고,<sup>13-16</sup> 때로는 불충분한 공명으로 인한 과소비성을 나타내기도 한다. 이와 같이 청각장애인들이 보이는 일탈된 공명 양상을 청지각적 측면에서는 청각적 피드백의 제한에 기인하는 것으로 설명하기도 하였고,<sup>17,18</sup> 구조적인 측면에서는 연인두 구조물들의 부적절한 위치와 움직임으로 인한 인두강 모양 변형<sup>11</sup> 및 불완전한 연인두 폐쇄,<sup>19</sup> 그리고 연인두 폐쇄의 시간적 오류(temporal error) 등과 관련지어 설명하기도 하였다. 이들을 하나씩 고찰해 보면 다음과 같은 설명이 가능하다.

첫째, 청각적 피드백의 제한과 관련지어 살펴보면 다음과 같다. 청각장애인은 발성 시 성문하압을 증가시켜 긴장된 호흡 기류를 형성하기도 한다. 그 결과 어린 아동 같은(childlike) 높은 음도를 띤 청각장애 특유의 말소리를 산출하게 되고, 이렇게 형성된 강한 기류와 긴장된 느낌은 부족한 청각적 피드백을 보상하려는 노력에 따른 것으로 보여진다.<sup>20,21</sup> 세차고 긴장된 호흡 기류는 후두 근육을

후두덮개(epiglottis) 쪽으로 상승시키면서 인두강을 포함한 각 공명강에 영향을 미치게 된다. 그리고 이런 감각을 활용하는 데 익숙해진 청각장애인은 점차 높은 음도의 말소리를 자신의 말소리로 인식하게 되고 말소리 왜곡은 더욱 심화된다.<sup>20</sup>

둘째, 공명 기관 내 구조물들의 부적절한 움직임이나 위치 설정과 관련지어 살펴보면, 청각장애인들은 발화 시 혀뿌리와 혀등(dorsum of tongue)의 수축으로 혀를 낮게 위치시키고 후두덮개를 인두벽(pharyngeal wall) 쪽으로 편향시키는 경향을 보인다. 그 결과 인두강의 형태는 변형되고 크기도 감소되어 일탈된 인두 공명을 일으키게 된다.<sup>5,11,22</sup> 또한 혀를 구강 뒤쪽에 위치시키면서 불완전한 연인두 폐쇄로<sup>19</sup> 왜곡된 비강 공명 특성을 보이게 된다. 이러한 공명 기관 구조물들의 움직임과 위치 설정은 특유의 공명 특성을 결정하게 된다.

셋째, 구조적인 측면뿐 아니라 시간적인 측면도 공명에 중요한 영향을 미친다. 일반적으로, 연인두 개방(비강자음)과 구강 폐쇄(정지음)가 순차적으로 이루어져야 하는 말소리의 음절 조합에서 연인두 개방과 폐쇄 시간차는 약 100ms이다.<sup>23</sup> 즉, 연인두 폐쇄는 순간적으로 일어나고 개방되어야 하는데, 폐쇄가 일어나야 하는 시점이 지연되거나 연인두가 개방되어야 하는 순간에도 여전히 폐쇄가 유지되고 있다면,<sup>24</sup> 과다비성이나 혹은 과소비성으로 지각된다.

이와 같이 후두에서 올라오는 기류가 인두강과 구강으로 이어지는 과정에서 연인두 폐쇄의 역동적인 기능과 시간적인 측면의 부조화, 그리고 공명 기관에 속하는 구조물들의 움직임과 위치 설정 상에 제한이 있다면, 공명 문제가 야기될 것이며,<sup>24</sup> 결과적으로 말소리의 질(quality)과 말 명료도에도 영향을 주게 된다. 그러므로 청각장애인의 말을 치료하고 평가함에 있어서 자음 정확도와 같은 분절적인(segmental) 측면만을 다루는 것으로는 충분하지 않고,<sup>25</sup> 운율, 억양, 공명 등과 같은 요소들이 함께 다루어져야 한다.

### 1.3. 공명 기능 평가 방법

공명 기능을 평가하고 수량화하고자 하는 노력으로 엑스선을 이용하여 공명강의 위치와 움직임을 직접 관찰하려는 방법이 제시되기도 했으며,<sup>12,22</sup> 공명관인 성도에서 구강과 비강으로 갈라지는 경계점에 위치한 연인두 기능 측정으로 공명 기능을 평가하기도 한다. 연인두 폐쇄와 같은 연인두 기능 측정을 통한 공명 평가 방법은 크게 직접적인 방법과 간접적인 방법으로 나뉜다. 직접적인 방법으로 투시조영검사와 비인두내시경검사가 있으며, 청지각적 평가, 음향학적 분석, 기류를 측정을 통한 간접적인 방법이 있다.<sup>26</sup>

#### 1.3.1. 기기를 이용한 연인두 기능 평가

##### 1.3.1.1. 비음 측정기(Nasometer)

비음 측정기인 Nasometer(Kay PENTAX Corp., NJ, USA)는<sup>27</sup> 연인두 기능을 간접적으로 평가할 수 있는 기기이다. 비음 측정기는 화자의 말소리에서 비성을 객관적으로 측정하는데, 비강에서 나오는 음향 에너지를 구강의 음향 에너지와 비강의 음향 에너지와의 합에 대한 비율로 계산한 수치인 비음치(nasalance score)를 제공한다.<sup>27</sup> 이렇게 측정된 비음치는 청지각적 판단에 의해 서열 척도로 평정하는 비음도와 상관이 높고 공명 장애 진단의 보조 자료로 유용하다.<sup>28,29</sup>

$$\text{비음치 (\%)} = \frac{\text{비강 음향 에너지}}{\text{구강 음향 에너지} + \text{비강 음향 에너지}} \times 100$$

일반적으로 비음치는 난청 집단이 건청 집단에 비해 유의하게 높고,<sup>30,31</sup> 그 수치는 청력손실의 정도, 연령, 보청기 사용 정도와 상관없이 높았다.<sup>31</sup> 비음치 측정을 통한 연구들은 연인두 폐쇄 부전을 주요 특성으로 보이는 구개파열 환자들이

을 대상으로 주로 연구되어 왔지만, 연인두 기능과 관련지어 비음치를 측정함으로써 청각장애인 특유의 말소리 특성을 밝히고자 하는 노력도 이어져 왔다. 선행 연구자들은 연인두 개폐 시 건청군과는 달리 열린 상태가 유지되는 경우를 발견하였으며, 이를 비음치와 관련지어 설명하려고 하였다. 그러나 비성 하나의 특징으로는 공명 문제를 전체적으로 설명할 수 없었다.<sup>32</sup> 또한, 문장 산출 시 연인두가 열린 상태(velopharyngeal opening)가 일어나는 것과 비성으로 지각되는 정도 간 관련성이 통계적으로 유의하지 않음을 밝히기도 하였다.<sup>32,33</sup>

### 1.3.1.2. 공기역학적 검사

말소리 산출은 호흡, 발성, 공명, 조음을 만들어내는 기관들의 유기적인 작용에 의해 이루어지며, 이 기관들과 기류, 압력 및 저항의 상호작용으로 공기역학적인 과정이 진행된다. 공기역학적 평가는 음성 산출시 기류와 압력에 대한 정보를 제공해 준다.<sup>34</sup> 호흡 및 발성 과정에서는 폐에서 올라온 기류가 얼마나 효율적으로 사용되는지를 파악하게 해주고, 공명 및 조음 과정에서는 연인두 개폐의 적절성을 추정하게 해준다. 따라서 연인두 기능을 살펴보기 위하여 공기역학적 검사를 적용해 왔으며, 그 대부분의 선행 연구들은 연인두 구조에 기질적 결함이 있는 구개열 환자들을 대상으로 행해졌다. 연인두 폐쇄 기능과 관련한 공기역학적인 분석 결과 과다비성은 연인두 개폐의 적절한 시간을 맞추지 못하고 시간 조절의 결함(timing deficit)을 보이는 것으로 설명되었다.<sup>35-38</sup>

연인두 폐쇄 기능 문제를 설명하기 위해서 기기를 이용하여 객관적으로 연인두 기능을 측정하고자 하는 노력들이 계속되어 왔다. 앞서 기술한 비음 측정기, 방사선을 이용한 방법, 음향학적 분석 등이 적용되어 왔으며, 일부 선행 연구자들은 nasal accelerometric vibrational index technique (NAVI),<sup>38-40</sup> continuous positive airway pressure(CPAP) mask pneumotachograph,<sup>41</sup> pressure-flow technique과<sup>35,42,43</sup> 같은 공기역학적 검사를 적용하여 연인두 개폐의 ‘시간 특성’과 ‘비강 기류(nasal air flow)’와 관련한 변수들을 측정하였다. 측정된 각 변수들에

대한 도식은 (그림 2), (그림 3), (그림 4)에 제시하였으며, 측정치들에 대한 내용을 (표 1)에 제시하였다.

**표 1.** 공기역학적 평가를 통해 측정된 주요 변수들<sup>39-41</sup>

평가 기법	평가 범주	평가 변수
NAVI <sup>1</sup>	시간 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 비강 기류 구간(nasal air flow duration)</li> <li>· 기류 상승 시간(rise time)</li> <li>· 기류 하강 시간(fall time)</li> </ul>
	기류 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 파형 면적(time integral of NAVI signal)</li> <li>· 평균 진폭(mean amplitude)</li> </ul> $\frac{\text{파형 면적} (time \int)}{\text{기류 기간} (duration of NAVI)}$
CPAP mask <sup>2</sup> & pneumotachograph	시간 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <math>\Delta t_{5\%}</math><sup>3</sup>: 정점에서부터 비강기류가 5%로 감소하는 시점까지 구간 (nasal air flow duration)</li> </ul>
	기류 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자음 산출시 기류(<math>V_C</math>)<sup>4</sup></li> <li>· 자음에서 모음으로 전이되는 순간(<math>V_{CV}</math>)<sup>5</sup></li> <li>· 비강 기류의 정점(<math>V_{PEAK}</math>)<sup>6</sup></li> <li>· 기류의 최대 하강 지점 및 비율 (Max, decrease of airflow &amp; rate)<sup>7</sup></li> </ul>

<sup>1</sup> NAVI: nasal accelerometric vibrational index technique.

<sup>2</sup> CPAP: continuous positive airway pressure.

<sup>3</sup>  $\Delta t_{5\%}$ : 비강 기류의 정점에서부터 기류가 5%로 감소하는 시점까지의 구간.

<sup>4</sup>  $V_C$ : 정지음 산출시 기류.

<sup>5</sup>  $V_{CV}$ : 정지음에서 모음으로 전이되는 순간의 성대 닫힘.

<sup>6</sup>  $V_{PEAK}$ : 비강 기류의 정점.

<sup>7</sup> Max, decrease of airflow & rate: 기류의 최대 하강 지점 및 비율.

(표 1)에 제시한 공기역학적 검사 방법인 NAVI와 CPAP mask & pneumotachograph를 이용한 방법들은 기존의 공기역학적 검사 기기나 비음 측정기들이 한 채널로만 분석할 수 있었던 것에 비해 공기역학적인 측면과 음향학적인 측면을 동시에 분석할 수 있다는 장점을 지닌다. 먼저 NAVI에 대해 살펴보면, NAVI는 산출된 말 자료 중 유성음 부분을 신호화하여 측정하게 해준다. 이 신호는 가속도 측정기(accelerometric measure)를 활용한 디지털 진동계(oscilloscope)로 측정되며, 그 결과치들을 도식화할 수 있다. 가속비율기법(accelerometric ratio technique)을 통해 측정된 이 측정치들은 비성에 대한 청지각적 평정과 높은 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다.<sup>40</sup> 즉, NAVI 방법은 청지각적으로 평정되는 주관적인 방법과 더불어 객관적인 자료를 제공해 줄 수 있는 유용한 공기역학적 측정법이라 할 수 있다.

다음으로, CPAP mask & pneumotachograph는 CPAP 마스크를 코에 밀착시켜서 산출된 기류를 pneumotachograph에 표시하게 한다. 이렇게 얻어진 기류 파형은 디지털화된 컴퓨터 프로그램(Quadra 650)으로 분석된다. 이 측정 도구는 실시간으로 기류와 음향 자료가 측정되고 저장된다는 장점을 지닌다.

위의 두 가지 장치들을 이용하여 측정된 변수들을 (표 1)에 시간 특성과 기류 특성으로 나누어 제시하였다. 각 특성에 따른 변수들을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, NAVI 방법에서는 시간 특성 면에서 비강 기류 기간(nasal air flow duration), 기류 상승 시간(rise time), 기류 하강 시간(fall time)을 측정하였으며, (그림 2)에 각각 'E-F', 'B', 'C'로 도식화된 그래프를 제시하였다.

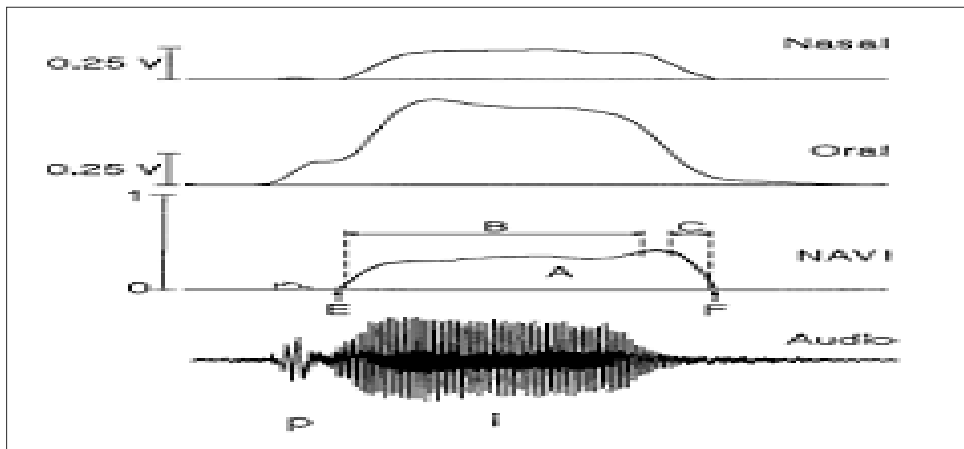


그림 2. /pi/ 산출시 NAVI 측정.<sup>39,40</sup> A: 파형 면적(time integral), B: 기류 상승 시간(rise time), C: 기류 하강 시간(fall time), E~F: 기류 기간(duration).

위에 제시한 (그림 2)가 자음을 산출하는 동안 비강으로 방출된 기류가 상승하였다가 모음 부분에 이르면서 다시 하강하는 현상을 NAVI 신호를 이용하여 도식화한 것이다. 제시된 측정치들을 살펴보면, 연인두 폐쇄 부진 환자가 구강 자음 /p/를 산출하는 동안 비강 기류 기간이 증가하면서, 기류 하강 시간도 지연되는 결과를 보였다.<sup>39-41</sup> 반면, 기류 상승 시간은 오히려 짧게 관찰되었다.<sup>39,40</sup> 이러한 양상은 연인두 개폐가 조화롭게 이루어지지 못함을 말해준다. 즉, 급작스럽게 연인두 폐쇄가 나타남에 따라 기류 상승 시간은 짧아지고, 이어서 순차적으로 이루어져야 할 개방 시기가 길어지면서 기류 하강 시간도 지연된다. 결국, 기류 상승 및 하강 시간 정보는 연인두 개폐의 조화를 대변해 줄 수 있었다.

기류 특성 변수에서는 NAVI 신호의 시간을 적분하여 (그림 2)에 'A'로 표시된 파형 면적(time integral of NAVI signal)을 구한다. 이렇게 구해진 파형 면적을 다시 기류가 방출되는 기간(duration of NAVI signal)으로 나누어 줌으로써 평균 진폭(mean amplitude)을 구할 수 있다. (그림 2)에 제시된 바와 같이 (표 1)의 '기류 특성' 측정치 중 시간적 측면과 진폭 간의 상호작용을 반영하고 있는 파형 면적을 통해서 기류의 양을 예측할 수 있다. 이렇게 측정된 파형 면적은 연인두 폐쇄 부진 정도가 심할수록 크게 나타났다. 그리고 과다비성으로 지각될수록 더 큰



평균 진폭을 보여서 왜곡된 비강 공명 정도를 반영하는 객관적 자료를 얻을 수 있었다.<sup>40</sup> 결과적으로 NAVI 측정치들은 연인두 개폐의 적절성을 시사하고, 이에 따른 공명 문제를 설명할 수 있는 결과를 제시해 준다고 할 수 있다.

두 번째로 CPAP mask & pneumotachograph를<sup>41</sup> 이용한 공기역학적 측정을 통해 연인두 기능을 도식화한 (그림 3)을 얻을 수 있었다. 제시된 (그림 3)의 좌측에는 비강 - 구강 자음 조합에서 연인두 개폐가 정상적으로 이루어진 도식과 우측에는 연인두 폐쇄 부전을 보이는 경우가 함께 제시되어 있다. 그리고 두 그래프 하단에 연인두 개폐 시점의 기류와 압력 변화에 대한 시간 특성을 반영한 도식을 제시하였다. 많은 선행 연구자들 역시 기류와 압력 변화의 시간적 특성이 연인두 기능을 이해하는 데 중요한 요소임을 강조해 왔으며,<sup>35,36,42,43</sup> (그림 3)에 제시된 연구에서도 이와 같은 기존의 연구 결과들을 지지하였다. 또한 연인두 폐쇄 부전 특성을 가장 잘 설명해 줄 수 있는 변수로 시간 특성에서는 '정점에서부터 비강 기류가 5%로 감소하는 시점(nasal air flow:  $\Delta t_{5\%}$ )' 그리고 '기류 특성'을 반영한 변수에서는 '기류의 최대 하강 지점 및 비율(Max, decrease of air flow & rate, MFDR)'을 제시하였다.

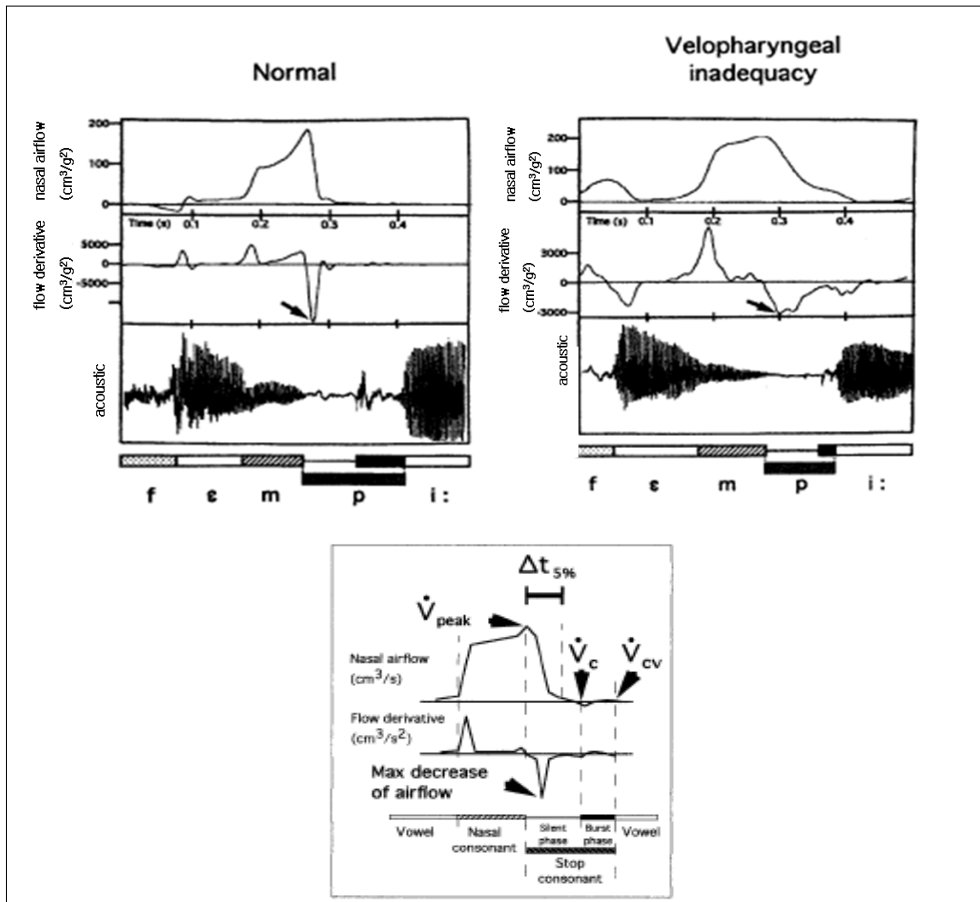


그림 3. /fempi/를 발화하는 동안 측정된 도식.<sup>41</sup>  $\Delta t_{5\%}$ : 비강 기류의 정점에서 부터 기류가 5%로 감소하는 시점까지의 구간(duration),  $V_{PEAK}$ : 비강 기류의 정점, Max, decrease of air flow: 기류의 최대 하강 지점 및 비율.  $V_c$ : 정지음 산출시 기류,  $V_{cv}$ : 정지음에서 모음으로 전이되는 순간의 상대 단합.

위의 (그림 3)에 제시된 시간 특성과 관련한 측정치를 살펴보면, NAVI 결과 (그림 2)와 마찬가지로 연인두 폐쇄 부전 환자군의 비강 기류 구간이 더 길고, 비강 공명의 지연으로 기류 하강 시간도 지연되는 결과를 보여 준다.<sup>39-41</sup> 또한, 기류 변화에 따른 시간 특성에서도 이와 일치하는 결과를 보여주고 있는데, 이런 양상은 (그림 3)의 화살표로 표시되어 기류의 기울기와 최대 하강 지점에 잘 나

타나 있다.<sup>41</sup> 정상군에서는 짧은 시간 안에 급한 기울기를 보이면서 기류가 급상승하였다가 제자리로 돌아오는 반면, 연인두 폐쇄 부진 환자군에서는 완만한 기울기에 최대 하강 지점도 깊지 못한 것을 볼 수 있다. 이러한 결과는 비강-구강 자음 조합에서 연인두 개폐가 지연되면서 기류의 양도 충분히 유지하지 못하고 있음을 시사한다.<sup>41</sup> 기류의 순간적인 변화는 (그림 3)의 그래프에서 제공되는 기울기인 ‘최대 기류 하강 비율(MFDR)’를 통해서도 관찰할 수 있다. 이 기울기의 가파른 경사는 연인두 폐쇄 뿐 아니라 연인두 개방 운동의 속도 및 정확도와도 관련이 있으며,  $\Delta t_{5\%}$  와도 높은 상관관계를 보인다.<sup>41</sup> 결론적으로 연인두 기능의 시간적인 측면과 역동적인 측면을 동시에 확인할 수 있는 중요한 변수가 된다고 할 수 있다.

세 번째, 연인두 기능을 살펴보기 위한 음운 환경과 관련하여 (그림 3)에는 /-mp-/환경이 제시되어 있다. 이 연구자들은 /-mp-/ 음운 환경을 제시하기에 앞서서 비강 자음 /m/, /n/, /ŋ/ 각각에 양순 파열음 /p/, 치조 파열음 /t/, 구개 파열음 /k/를 조합시킨 음운 환경을 구성하였다. 그리고 각각의 음운 환경 모두에서 (표 1)과 (그림 3)에 제시한 연인두 기능과 관련된 변수들을 측정하였다. 그 결과 비강 자음 /m/과 양순 파열음 /p/ 조합의 음운 환경에서 ‘최대 기류 하강 비율(MFDR)’이 가장 빨랐고, 양순 파열음에서 모음으로 전이되는 기류 비율의 변화를 가장 두드러지게 관찰할 수 있었다.<sup>41</sup> 결과적으로, 연인두 기능의 역동성과 조화로우음을 살펴보기 위해서는 /-mp-/와 같은 비강-구강 자음 조합으로 이루어진 음운 환경에서 MFDR과  $\Delta t_{5\%}$  와 같은 측정 변수들이 조사되어야 함을 시사한다.

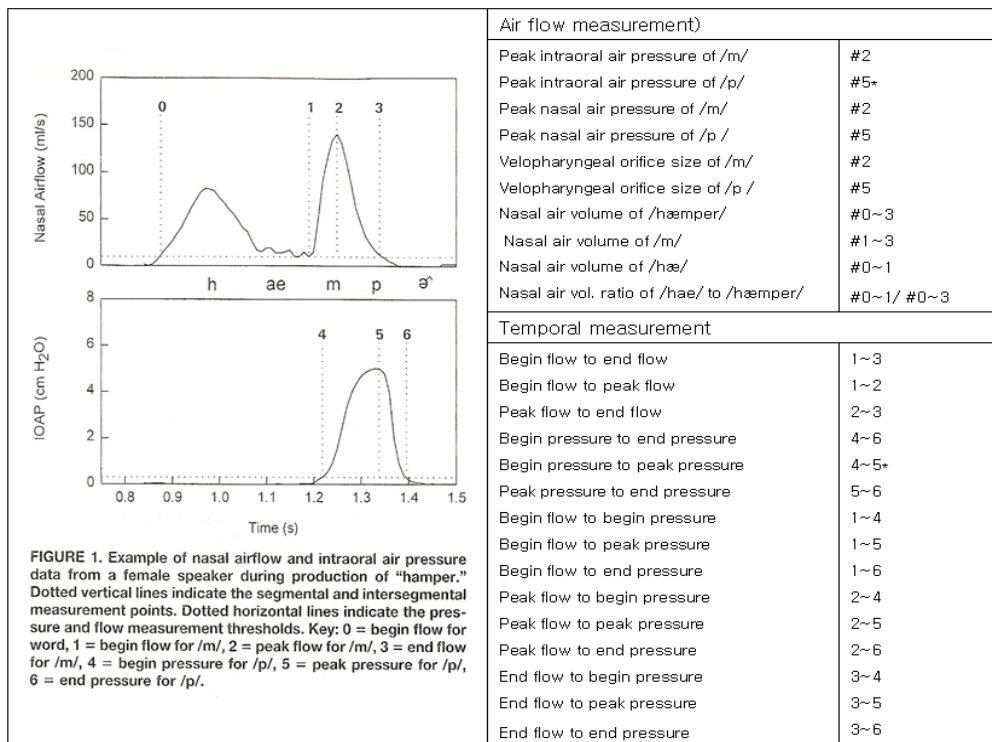


그림 4. /hamper/를 발화하는 동안 측정된 도식.<sup>42</sup> 0=단어 산출을 위한 기류 시작점, 1=/m/ 산출을 위한 기류 시작점, 2=/m/의 기류 정점, 3=/m/ 기류 끝점, 4=/p/ 산출을 위한 압력 시작점, 5=/p/ 산출시 압력의 정점, 6=/p/의 압력 끝점.

네 번째, (그림 4)에 제시한 pressure-flow technique 역시 연인두 폐쇄와 관련하여 압력과 기류 그리고 시간(timing) 변수 측정에 활용되어 왔다.<sup>35,42,43</sup> 앞의 NAVI 및 CPAP mask & pneumotachograph 공기역학적 검사가 비강 기류만을 중점적으로 다루었다면, pressure-flow technique은 구강 기류와 비강 기류 모두를 측정하고 다루었다. Pressure-flow technique은 구강 및 비강 기류 관련 변수들의 측정을 위해서 입과 비공에 관(catheter)을 위치시켰다. 그리고 구강압에서 비강압을 감하여 연인두의 압력을 측정하였다. 이렇게 얻어진 기류와 압력은 pneumotachograph로 전달되어 위의 (그림 4)에 제시된 그래프로 기록되었다. 측정 변수 중 ‘구강 내압의 정점’, ‘평균 압력’ 등은 ‘시간 특성’을 반영하지 않고

있기 때문에 압력을 적분하여 압력 커브 아래 영역을 계산하고 압력 파동 (pulse) 구간 및 면적을 측정하였다. (그림 4)에는 /hamper/를 산출하는 동안 측정된 도식과 이를 통해 측정된 시간 특성 변수와 기류 특성 변수들의 값을 제시하였다. 그리고 성별에 따라 기록된 연인두 개폐 시 기류 및 시간 특성 측정치들의 차이 유무를 살펴보았다. 그 결과 (그림 4)에 ‘\*’로 표시되어 있는 /p/산출 시 ‘구강 내압의 정점(peak intraoral air pressure, #5)’과 ‘구강압이 시작되어서 정점에 이르는 구간(begin pressure to peak pressure: 4~5)’에서 차이를 보이는 것으로 관찰되었다. 이러한 결과를 남녀의 호흡 및 생리학적인 차이로 인해 발생하는 음압의 영향으로 추론하였다. 그리고 pressure - flow technique이 연인두 기능의 공기역학적인 측면과 시간 특성 측면을 가시적으로 설명해 주는 데 유용한 방법임을 지지하였다. 그리고 측정 변수들에 있어서, 성차(gender difference) 등을 보이는 기류 흐름에 따른 압력 측면의 변수들 보다는 시간 특성 변수들이 연인두의 운동 조절을 설명해 주는 데 유용할 것임을 주장하였다.<sup>43</sup> 동일한 연구자들이 시행한 구강 자음 조합 /papa/음절을 이용한 연구에서도 연인두 폐쇄 부전을 동반한 집단이 정상 대조군에 비해서 구강내압의 정점이 다소 감소하는 경향을 보이기는 했지만 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 반면, 시간 특성이 반영된 압력 곡선 아래 면적에서는 연인두 폐쇄 부전 집단이 통계적으로도 더 감소된 양상을 보이는 것으로 증명되었다.<sup>42</sup> 이러한 결과에서 말해 주듯이 시간 특성 변수가 연인두 기능에 대한 설명력이 높고, 검사 자료에 있어서도 /mp/와 같은 음소 조합이 대화 상황과 더 유사한 환경을 제공해 주므로 연인두 메커니즘을 강조하는 데 활용될 수 있음을 역설하였다.<sup>36,37,38,42</sup> 따라서, 위의 결과들을 종합해 볼 때, 기류 변화에 따른 시간 특성을 모두 반영해 줄 수 있는 변수들을 측정하고 분석하는 것이 연인두 기능의 특성을 살펴보는 데 있어서 유용할 것이다. 그리고 연인두 개폐의 역동적인 측면을 보기 위해서는 연인두 개방을 요하는 비강 자음과 연인두 폐쇄를 요하는 구강 자음이 조합된 음절을 사용하는 것이 타당함을 알 수 있다. 위의 선행 연구 결과에서 제시하는 바와 같이 연인두 기능과 공명 문제를 살펴보기 위해서는 비강-구강 자음 조합으로 이루어진 음운 환경(VCCV)에서 기류 특성과 시간 특성을 측정하고 기류 변화에 따라

시간 특성을 반영해 주는 결과치들을 얻어서 청각장애인의 공명 문제를 설명할 수 있다.

### 1.3.2. 청지각적인 방법을 이용한 평가

공명 문제의 청지각적 평가를 위해서 비음도(nasality) 평정이 일반적으로 활용되어 왔으며,<sup>28,31</sup> 이를 이용하여 청각장애의 말 특성을 설명하고자 하였다.<sup>31</sup> 전통적인 공명 문제의 청지각적 평정에서는 주로 비성 정도를 측정하는 과다 혹은 과소비성 평정 방식을 채택하고 있다. 이 때 과다비성이란, 비음을 제외한 모음과 유성자음 산출 시 비강 공명이 지나치게 많은 것을 의미하며, 과소비성이란, 비강자음을 산출할 때 감소된 비강 공명의 상태를 말한다.<sup>7,17</sup>

선행 연구들에서 사용되었던 청지각적 공명 평정 방법을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 비강 공명의 과다 혹은 과소 여부는 Bzoch 방법이<sup>44</sup> 활용되기도 하였으며, 시행 방법은 다음과 같다. 압력 자음인 양순 유성 파열음으로 시작하는 낱말을 반복 산출하거나, 모음을 연장 발성하면서 코를 막거나 열 때 동일한 소리를 내는지 평가한다. 이 때 소리의 변화가 있다면 과다비성을 의미한다. 과소비성 평가는 /m/으로 시작하는 단어를 반복 산출하면서 코를 막았다가 열었다 하면서 비강 자음이 동일한 소리를 내는지 평가한다. 이 때, 비강자음 소리의 변화가 없다면 과소비성으로 판단한다. 이런 방법으로 과다 - 과소비성을 평정할 수 있다.

둘째, 비강 공명 증증도를 ‘정상 - 경도 과다비성 - 심도 과다 비성’으로 평정하기도 하였다. 청지각적 평정 결과와 연인두 폐쇄 패턴을 비교한 연구에서 연구대상 청각장애인들은 모두 근전도(electromyography) 상에서 연인두 근육 기능이 정상 범주에 속했다. 그러나 심도 과다 비성으로 평정된 집단에서는 연인두 폐쇄 기능에 문제를 보였다.<sup>45</sup> 즉, 청력 손실 정도가 심한 경우 음향학적 그리고 청각적인 조절(auditory regulation) 능력의 제한으로 기능적인 연인두 폐쇄 부전이 야기되고 이로 인해 부적절한 비강 공명을 보인다고 해석할 수 있었다.

셋째, 공명 에너지가 집중되는 위치에 대한 평정을 예로 들 수 있다. 공명 위치는 성대에서부터 출발한 에너지가 공명강을 지나 산출되기까지의 경로 모두를 포함한다. 이러한 공명 위치와 관련하여 성악에서는 발성 및 공명에서 부적절한 위치 설정에 따라 야기되는 잘못된 방법을 네 가지로 제시하였다.<sup>46</sup> 혀를 뒤로 당겨 수축 긴장시키는 잘못된 방법을 ‘목을 조여서 노래하는 것(throaty)’, 앞이마 뼈에는 진동한다는 느낌으로 부엉이 울음 소리 같이 내는 것은 ‘앞이마를 울려서 노래하는 것(frontal)’으로 표현하였다. 그리고 편안하고 자연스럽게 내는 비음과는 달리 연구개나 비강을 수축시켜 ‘콧소리로 노래하는 경우(nasal)’와 입술의 양끝이 뒤쪽 아래로 당겨지고, 아랫입술, 혀, 턱이 경직된 상태로 부적절하게 공명시키는 ‘백색 음성(white voice)’을 언급하면서, 청지각적 평정의 가능성을 시사하였다.

부적절한 청각장애인의 공명 문제 역시 부적절한 공명 위치로 설명할 수 있다. 왜냐하면, 발화 시에 보이는 혀의 중립화, 혀뿌리 부위의 수축 그리고 혀를 낮게 위치하는 것들이 인두강의 변형을 초래하고,<sup>12,45</sup> 역동적인 말소리 산출을 방해하여 청각장애인 특유의 인두 공명을 형성하기<sup>22</sup> 때문이다. 이러한 공명 위치에 대한 개념은 청각장애인의 공명 문제 중재에도 이미 적용되고 있다. 정상적인 공명 확립을 위해 혀 위치 변경과 같은 방법이 제안되기도 하였으며, 구강 공명과 인두 공명의 차이 구분을 통해 자가 수정하도록 권고한다.<sup>3</sup> 즉, 혀와 인두강의 위치 설정과 형태 역시 공명 형성에 중요한 역할을 한다는 것이다. 따라서 청각장애인의 일탈적인 공명 문제는 비강, 구강, 인두강 등 공명강 전체 범위에서 다루어져야 한다.

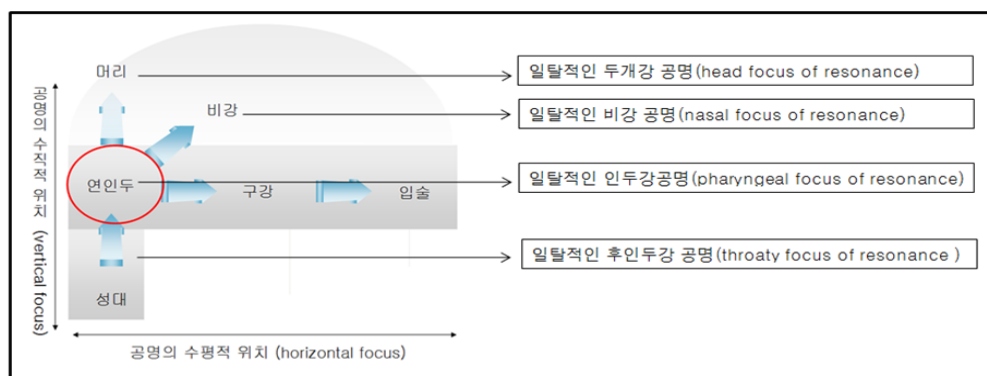


그림 5. 공명 위치 설정과 잘못된 공명 양상.

(그림 5)에서는 성대에서부터 출발한 음향 에너지가 공명장을 통과하면서, 부적절하게 집중되는 공명 에너지의 수직적 위치를 도식화하여 표현하였다. 제시된 공명 위치에 따라 ‘일탈적인 두개강 공명’, ‘일탈적인 비강 공명’, ‘일탈적인 인두강 공명’, ‘일탈적인 후인두강 공명’로 평정 할 수 있다. 이러한 공명의 수직적 위치 평정은 청각장애인의 일탈적인 공명 특성을 반영할 수 있다. 또한 기기를 통해 특정 영역에 국한된 측정치만을 수량화하는 제한을 넘어 소리의 전체적인 공명 특성을 평정할 수 있다는 장점을 지닌다.

#### 1.4. 청각장애인 공명 문제 평가의 필요성

일반적으로 공명 문제는 대부분 비강 공명의 문제로 다루어져 왔으며,<sup>3</sup> 청각장애인의 공명 문제도 비강 공명을 통해 설명하려는 노력들이 이어졌다. 비강 공명 정도는 비음 측정기(Nasometer)를 이용한 비음치(nasalance)로 측정할 수 있다.<sup>27</sup> 비음치는 구강자음과 비강자음 비율이 서로 다른 문단 자료를 산출하는 동안 측정되며, 과다비성(hypernasality), 과소비성(hyponasality) 여부를 판단하게 해 준다. 선행 연구자들은 인공와우 이식을 통해 청력 손실을 극복함으로써 청각적 피드백이 향상되고, 일탈적인 비강 공명 양상도 건청군에 가까워짐을 보고하였다.<sup>47-49</sup> 한편, 청각장애인들은 음운 환경에 따라 과다 비성을 보였다가도 때때로 과소 비성을 보이기도 하는 등 비일관적임을 밝히기도 하였다.<sup>50</sup> 이렇게 일탈적인 비강 공명은 청각장애인의 말 특징으로 흔히 지각되어 왔지만, 비강 공명만으로는 청각장애인의 공명 문제를 설명하는 데에는 한계가 있으며, 비강 공명을 제외한 다른 공명기의 평가에 대한 연구는 부족한 실정이다. 예를 들어 공명기 중의 하나인 구강은 공명 문제와의 관련성이 강조되기보다는 조음 기관으로서의 기능이 더 주요하게 다루어져 왔다. 연인두 개폐와 함께 인두 공명에 영향을 미치는 연구개와 혀는 구강으로 연결되는 구조물로서 그 움직임과 위치가 일탈적인 공명 형성에 영향을 준다. 청각장애인의 말소리 특성을 다룬 연구에서는 인공와우 이식을 통해 청력을 회복한 후 점차 정상적인 연인두 폐쇄가 가능해졌음을 보고



하였다.<sup>51</sup> 이러한 공명 기능은 공기역학적인 방법을 활용하여 연인두 포트에서 비강 및 구강-인두강으로 분리되어 전달되는 기류의 속도 및 시간 특성, 압력 특성 등을 측정함으로써 설명할 수 있다.<sup>52-54</sup>

청지각적인 평가의 요구와 관련하여 살펴보면 다음과 같다. 청각장애인이 전형적으로 보이는 맹관공명 패턴은 하인두 깊숙이 기류가 감싸 안겨(muffled) 공명강 어딘가가 막힌 형태로 나타난다.<sup>3,10</sup> 말소리의 효과적이고 올바른 공명은 성대에서 비강과 구강에 이르는 공명강 각 구조들의 조절 기능에 따라 적절한 위치에서 공명 에너지가 형성되어야 한다. 그런데 청각장애인들은 성대 수준에서부터 큰 변이성을 보이면서<sup>10,55,56</sup> 기류 및 공명 에너지를 공명강의 어느 한 부분에 집중시켜 부적절한 공명을 야기한다. 앞서 언급한 대로 청각장애인의 일탈적인 공명 양상은 하인두강에 공명 에너지가 집중됨(focus)에 따라 나타나기도 하고, 부적절한 비강 혹은 구강 공명으로 인해 나타나기도 한다. 따라서 성도 전체를 포함한 공명 위치에 대한 평가는 청각장애인의 공명 특성을 표현 가능하게 해 줄 것이라 생각된다.

이에 본 연구를 통해서 청각장애인의 비강 공명을 비롯한 구강-인두강 공명 특성을 함께 살펴보고자 연인두 기능의 직간접적인 정보를 반영하는 기기들을 이용한 측정과 더불어 청지각적 평정을 시행하였다. 따라서 기기를 이용하여 순간적인 연인두 개폐의 시간 측면을 포함한 기류 및 압력 특성의 협응 관계를 밝히고, 공명 에너지가 집중되는 수직적 위치의 청지각적 평정을 통해 청각장애 개인이 보이는 공명 특성을 기술하는데 기여하고자 하였다.

## 1.5. 연구 문제

### 1. 청각장애군과 건청군은 기기를 이용한 평가 중

#### 1) 비음 측정기를 통해 측정된

(1) 비음치에서 집단 간 차이를 보이는가?

(2) 음절 및 문단 과제 별 비음치에서 상관관계를 보이는가?

#### 2) PAS를 이용한 공기역학적 평가 결과에서

(1) 압력 특성에 차이가 있는가?

(압력 곡선의 증가 및 감소 기울기와 면적, 어중 종성자음 및 초성 자음의 최대 압력 상승점)

(2) 기류 특성에 차이가 있는가?

(기류 파형의 증가 및 감소 기울기와 면적, 어중 종성 자음 및 초성 자음의 최대 기류 상승점)

### 2. 공명의 수직적 위치를 이용한 청지각적 공명 위치 평정은

1) 평정자 내, 평가자 간 일치도에서 유의성을 보이는가?

2) 비음 측정기를 통해 측정된 비음치와 관련성을 보이는가?

3) 공기역학적 평가 측정치들과 관련성을 보이는가?

## 제2장 연구 방법 및 재료

### 2.1. 연구 대상

#### 2.1.1. 피검 대상군 선정 기준

언어습득 이전의 선천성 청각장애 성인과 건청 성인을 대상으로 하였다. 청각장애 성인 피험자들은 1)양쪽 귀가 모두 감각 신경성 난청이고, 더 좋은 쪽 귀의 순음 청력검사 평균이 71dB HL 이상인 심도(ANSI, 1989)의 청력 손실을 나타내며, 2)한쪽 혹은 양쪽에 보청기나 인공와우를 착용하고 있어야 한다. 3)신경학적 질환이나 구개열 같은 기질적인 결함 및 조음 기관의 기질적, 기능적 장애, 감각 장애, 인지 장애, 행동 장애를 동반하지 않아야 하며, 4)성대 결절, 성대 마비, 성대 부종과 같은 음성 관련 질환을 동반하지 않아야 한다. 또한 5)실험과제 시행에 앞서 /파/를 반복적으로 산출할 때 파열 성분이 관찰되지 않거나, 6)본 연구의 실험과제로 시행되는 /암마/ 음절 5회 반복과 /압파/ 음절 5회 반복에서 그 파형에 차이가 없이 동일한 결과치를 보이는 경우, 비강 자음 /ㄱ/과 구강 자음 /ㅋ/을 구분하여 조음하지 못하는 것으로 간주하여 피검자에서 제외시켰다. 건청군은 1)양쪽 귀 청력이 정상 범주를 벗어나지 않으며, 2)신경학적 질환이나 구개열 같은 기질적 결함이나 조음 기관의 기질적, 기능적 장애, 감각, 인지, 행동 장애를 동반하지 않으면서, 3)성대 결절, 성대 마비, 성대 부종 같은 음성 관련 질환을 동반하지 않은 성인을 대상으로 청각장애 성인과 나이 분포 및 성별을 빈도 대응 (frequency matching) 시켰다.

### 2.1.2. 피검 대상군 표집

피검자 표집은 2009년 3월 26일 삼성서울병원 임상시험심사위원회 IRB (No. 2009-03-056) 승인을 받고 이루어졌다. 먼저 천안소재 N대학교 재학 중인 청각장애 학생들을 대상으로 청각장애군을 표집 하였다. 그리고 건청군도 N대학교 언어청각학부 학생들을 대상으로 표집 하였다. 대상 청각장애군은 구어와 수화를 모두 상용하며, 언어발달 이전에 심도 청력손실이 발생한 경우였다. 대상자에게 시행한 청력검사 결과를 (부록 1)에 제시하였다. 위의 표집된 건청군과 청각장애 대상군에게는 비음 측정기를 이용한 비음치 측정 및 Phonatory Aerodynamic System(PAS, model. 6600, KayPENTAX Corp., NJ, USA)를<sup>57</sup> 통한 공기역학적 평가와 더불어 청지각적 평정을 모두 시행하였다. 한편, 청지각적 평정에는 삼성서울병원 이비인후과에서 인공와우 이식술을 받은 청각장애 성인을 포함시켰다. 이들 역시 언어발달 이전의 심도 청력손실이 발생한 경우였다. 그러나 삼성서울병원 이비인후과에서 표집된 청각장애군은 PAS를 통한 공기역학적 검사가 시행되지 않았다. 각 연구과제 수행을 위해 표집된 대상군과 적용된 검사에 대해 (표 2)에 요약 제시하였다.

**표 2.** 연구 과제별 대상군

시행 검사	분석 방법	대상군	
		건청군 (평균연령: 22.4세)	청각장애군 (평균연령: 23.2세)
비음치 측정	Nasometer II(model 6400)	32명 (남:15명,여:17명)	32명 (남:14명,여:18명)
공기역학적 변수 측정	PAS(model 6600)	32명 (남:15명,여:17명)	32명 (남:14명,여:18명)
청지각적 평정	공명의 수직적 위치 평정	32명 (남:15명,여:17명)	46명 (남:21명,여:25명)

### 2.1.3 청지각적 평정자 선정

청지각적 평정을 위하여 연인두 폐쇄 부전 있는 구개열 환자를 전문으로 치료하는 언어치료사 3인을 선정하였다. 해당 평정자들은 모두 1급 언어치료사로서 구개열 환자의 연인두 폐쇄 부전 평가 및 치료 경력이 10년 이상이었다.

## 2.2. 연구 방법

### 2.2.1. 비음 측정기를 이용한 평가

객관적인 비강 공명 평가를 위해 비음 측정기를 이용하여 비음치를 측정하였다. 비음치 측정을 위한 자료는 정상 성인 비음치 기준이 제공되는 (표 3)의 문단 자료를<sup>58</sup> 이용하였다.

표 3. 문단 자료

문단 형태	기준치	문단 내용
구강자음 (비강자음 포함 비율 0%)	11.94% (±4.2)	수희 가족이 바다에 갔다. 배도 타고 튜브도 탔다. 갑자기 비가 와서 집으로 돌아왔다.
비강자음 (구강자음 포함 비율 0%)	62.02% (±5.67)	엄마 안녕 엄마 안녕 매미 안녕 매미 안녕 나무 안녕 나무 안녕
비강-구강자음 (비강자음 포함 비율 33%)	34.73% (±4.79)	오늘은 대공원에 소풍 가는 날이다. 엄마가 김밥도 만드셨다. 과자랑 스케치북도 가져갔다.

각 문단 자료는 구강자음 문단, 비강자음 문단, 비강-구강자음 혼합 문단으로 구분된다. 비강자음이 제외된 구강자음 문단에서는 과다비성을 확인하고,<sup>59</sup> 구강자음이 제외된 비강자음 문단을 통해서는 과소비성을 확인하였다. 본 연구에서는

(표 4)에 제시한 기준치에서  $\pm 2SD$ 를 벗어나는 경우, 비정상 비음치로 간주하였다. 그리고 전체 피검자군을 크게 정상 비음치군과 비정상 비음치군으로 나누어 비교하고, 비정상 비음치군을 다시 유형별 하위 집단으로 나누었다. 하위 집단 구분과 관련한 내용을 아래 (표 4)에 제시하였으며, 각 집단은 다음과 같이 구분되었다. 구강자음 문단에서  $2SD$ 를 벗어나는 과다 비음치를 보이면 과다비성군으로 분류하고, 비강자음 문단에서  $2SD$ 를 벗어나는 과소 비음치를 보이면 과소비성군으로 분류하였다. 그리고 구강자음 문단에서는 과다 비음치를 보이면서 동시에 비강자음 문단에서 과소 비음치를 보이는 경우 혼합비성군으로 분류하였다.

**표 4.** 비정상 비음치군의 분류

문단 과제의 비음치 기준 ( $\pm 2SD$ )	비음치 유형
구강자음 문단의 비음치 $\geq 20.36\%$	$\Rightarrow$ 과다비성군
비강자음 문단의 비음치 $\leq 50.68\%$	$\Rightarrow$ 과소비성군
구강자음 문단의 비음치 $\geq 20.36\%$ 비강자음 문단의 비음치 $\leq 50.68\%$	$\Rightarrow$ 혼합비성군

(표 4)의 비음치 기준을 정하기 위한 절단 점수(cut-off score) 선정에 관한 선행 연구들에서는 과다비성의 기준을 구강자음 문단 비음치 20% 이상으로 정하기도 하고,<sup>60</sup> 20~30% 을 경계선급, 30% 이상을 과다비성으로 평가하기도 하였다.<sup>61</sup> 구개열 환자의 인두피판술 유무 결정을 위한 비음치의 절단점 관련 연구에서는 비강자음 문단에서의 비음치 50%, 구강자음 문단에서의 비음치 26%를 과소비성과 과다비성의 기준으로 삼았다. 이 기준을 통해 인두피판술이 요구되는 경우와 그렇지 않은 집단에 대한 민감도와 특이도를 제공하였는데, 인두피판술이 요구되지 않는 집단에서 민감도가 낮고 특이도가 높게 측정되어 있었다. 이와 더불어  $2SD$ 를 기준으로 한 경우 민감도 0.75, 특이도 0.91을 기록하였다.<sup>62</sup> 이에 본 연구에서는 비음치의 정상유무 기준을  $2SD$ 로 정하였다.

## 2.2.2. 공기역학적 검사를 이용한 분석

서론에서 기술한 바와 같이 호흡 기관에서 생성된 공기가 성도를 거쳐 산출되는 동안, 공기역학적 검사를 통해 공명 기관의 움직임은 간접적으로 관찰할 수 있다. PAS는<sup>57</sup> 음도(pitch), 음압(sound pressure), 기압(air pressure), 기류(air flow)를 그래프로 제시해주고, 수량화된 수치도 측정할 수 있는 공기역학적 검사 소프트웨어이다. 본 연구에서 공기역학적 검사 도구로 상용되는 PAS를 이용하여 공기역학적 변수들을 측정하였다.

### 2.2.2.1. PAS (model. 6600, KayPENTAX)를 이용한 분석 재료

피검자들에게 PAS의<sup>57</sup> 구강내관(intraoral tube)을 입에 물고 연속해서 /파/ 음절을 산출하도록 연습시켰다. 그리고 이어서 모음자음자음모음(VCCV) 형태로 이루어진 ‘구강-구강자음 조합’, ‘비강-비강자음 조합’, ‘비강-구강자음 조합’을 포함한 음절을 5회 산출하도록 하였다. ‘구강-비강자음 조합’ 음절은 우리말에서 구강자음 뒤에 비강자음이 연이어 올 때 선행 구강자음이 비음 동화되므로 ‘구강-비강자음 조합’으로 이루어진 발음이 실현될 수 없다. 따라서 ‘구강-비강자음 조합’은 연구 재료에서 제외시켰다.

자극어에 포함될 음소 선정에 있어서 고려된 사항은 아래와 같다. 비강자음과 인접한 모음은 비음화 되는 경향을 갖는다.<sup>23</sup> 일반적으로 고모음이 저모음 환경에서보다 과다비성으로 판단될 소지가 높다.<sup>63</sup> 그리고 비강-구강자음 조합에서 비강자음은 인접한 모음의 비음화에 영향을 주기도 하지만, 모음에 영향을 받기도 한다. 고모음 /i/와 /u/, 저모음 /æ/와 /a/의 비음화된 스펙트라(nasalized spectra) 변화를 관찰한 연구에서 비강-구강자음 조합은 고모음과 저모음 간에 다소 차이를 보이기는 하지만, 모음 스펙트럼에서는 에너지가 모두 전반적으로 감소된다는 것을 발견했다.<sup>64</sup> 저모음 /a/의 경우, 비음화된 스펙트럼이 저주파수에서부터 고주파수로 가면서 점점 더 약해지는 반면, 고모음 /i/는 정상적인 스펙트럼 모양

(spectral envelope)을 비록 벗어나지는 않지만, 비음화된 스펙트럼이 여러 지점에서 과도한 에너지를 보였다. 따라서 /a/가 /i/ 보다 비강-구강자음 조합을 더 잘 나타내주며 안정적임을 시사한다.<sup>63,64</sup>

우리나라 5~7세 아동을 대상으로 시행된 모음에 따른 비음치 비교 연구에서도 /l/모음 환경에서의 비음치가 /r/모음 환경에서보다 높았다. 그리고 양순 파열음, 치조 파열음, 연구개 파열음을 모음 /r/, /l/와 각각 조합시켰을 때 모음 환경에 따라 비음치의 차이를 보였다. 양순 파열음의 비음치가 /r/ 모음 환경에서 치조와 연구개 파열음보다 낮았고, /l/ 모음 환경에서는 연구개 파열음의 비음치가 양순과 치조 파열음의 비음치보다 높았다.<sup>65</sup> 또한 CPAP mask & pneumotachograph를 활용한 공기역학적 연구에서도 기류 변화에 따른 시간 특성을 가장 잘 드러내 주는 음절 조합이 비강자음과 양순 파열음 조합임이 이미 보고되었다.<sup>41</sup> 그러므로 본 연구에서는 비음치 상승에 덜 영향 받으면서, 연인두 개폐의 '시간 특성', '기류 특성', '압력 특성'을 잘 반영해 줄 수 있는 음운 환경을 구성하고자 모음 /r/와 비강자음 /r/ 양순 파열음 /p/를 포함하는 음절 조합 (VCCV)을 검사 자극어로 활용하였다.

**표 5.** 무의미 음절 검사 자극

무의미 음절	무의미 음절 5회 반복
V <sup>1</sup> C <sup>2</sup> <sub>1</sub> (구강자음)-C <sub>2</sub> V(구강자음)	압파 압파 압파 압파 압파
VC <sub>1</sub> (비강자음)-C <sub>2</sub> V(비강자음)	암마 암마 암마 암마 암마
VC <sub>1</sub> (비강자음)-C <sub>2</sub> V(구강자음)	암파 암파 암파 암파 암파
VC <sub>1</sub> (비강자음)-C <sub>2</sub> V(구강자음) 연속	암파암파암파암파암파

<sup>1</sup> V: vowel

<sup>2</sup> C: consonant.

(표 5)의 /압파/, /암마/, /암파/개별 음절과제는 각각 5회씩 반복하되, 첫 음절 산출 후 검사자가 소리 없이 손가락을 제시하여 들을 세는 동안 잠시 멈추었다



가 다시 해당 음절을 산출하는 형식으로 5회 반복 하였다. 이어서 비강 - 구강자음 조합으로 이루어진 /압과/를 한 번의 호기로 5회 연이어 반복 산출하도록 하여 /압과/연속 음절과제를 시행하였다.

#### 2.2.2.2. PAS (model. 6600, KayPENTAX)를 이용한 분석

PAS를<sup>57</sup> 이용하여 (표 2)에 제시한 대로 ‘구강 - 구강자음 조합’, ‘비강 - 구강자음 조합’ 음절에 대한 ‘시간 특성’과 ‘기류 특성’, ‘압력 특성’을 측정하였다.

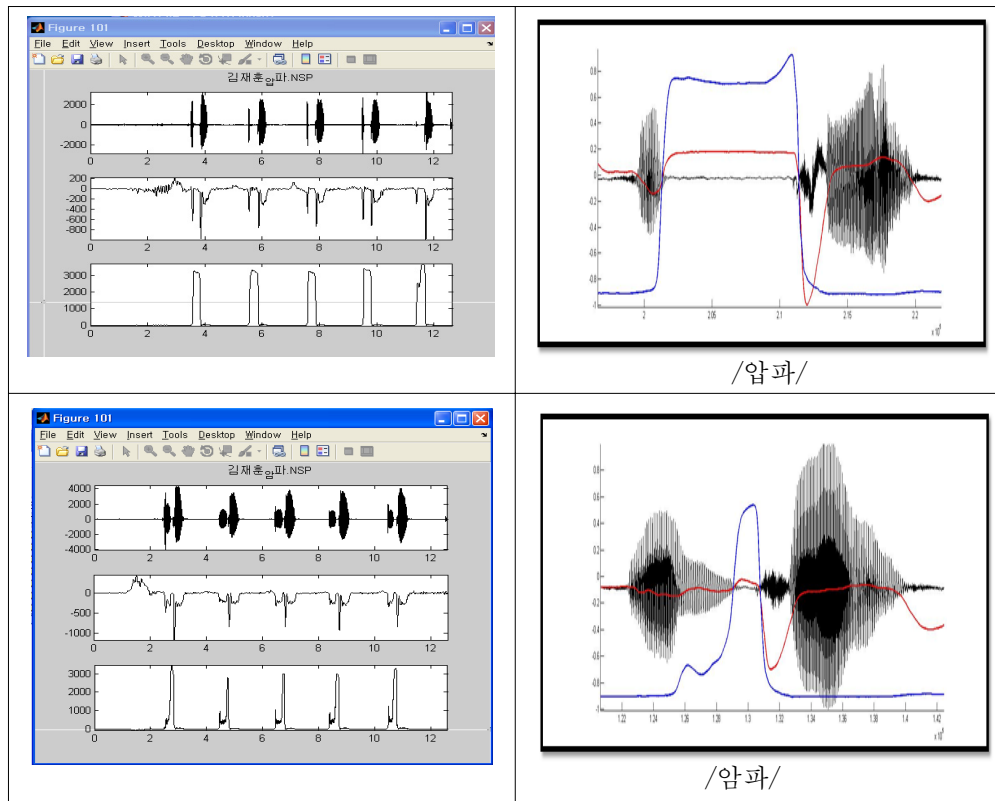


그림 6. 건청군의 음절과제 PAS 파형의 Mat\_lab7.1 도식화 예.

음절과제 중 /암마/개별 음절과제는 비음 측정기에서는 측정치로 사용하였으나, PAS를 이용한 공기역학적 분석에서는 제외시켰다. 왜냐하면, 비강자음인 /암마/를 이용하여 구강 압력을 측정하는 것은 타당하지 않기 때문이다. /암마/를 제외한 음절과제 분석을 위해서 PAS를 통해 얻어진 그래프를 MatLab 7.1 프로그램을 이용하여 디지털화하여 도식화하였다. 측정치를 도식화한 예를 (그림 6)에 제시하였다. 측정치를 위한 말 산출 자료의 첫 번째와 마지막 음절은 불안정할 수 있으므로 안정되게 산출하였다고 간주할 수 있는 가운데 3회만을 분석 대상으로 삼았다. 측정 자료에 대한 공기역학적 분석 변수의 조작적 정의는 (표 6-1)과 (표 6-2)에 제시하였다.

표 6-1. 공기 역학적 평가 압력 특성 변수

평가 변수	평가 변수의 조작적 정의
IDp (msec)	어중 종성 자음에서 어중 초성 자음에 이르는 압력 증가 기간 (increasing duration of air pressure from consonant1 to consonant 2)
DDp (msec)	어중 초성에서 모음 시작 지점에 이르는 압력 감소 기간 (decreasing duration of air pressure from consonant1 to vowel)
TIp (m)	어중 종성 자음과 어중 초성 자음 간 압력 곡선 면적 (time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal)
MAp (msec*m/msec)	압력 곡선의 평균 진폭(mean amplitude of air pressure) = 압력곡선 면적(TIp)/어중 종성과 어중 초성자음 산출 기간(D)
APIR (mmHg/msec)	어중 종성에서 어중 초성에 이르는 압력 증가 기울기 (increasing air pressure rate)
APDR (mmHg/msec)	어중 초성에서 모음 시작에 지점에 이르는 압력 감소 기울기 (decreasing air pressure rate)
APr	압력 기울기 비율(ratio of air pressure slope) = $\frac{\text{어중 종성에서 어중 초성에 이르는 압력 증가 기울기}}{\text{어중 초성에서 모음 시작에 지점에 이르는 압력 감소 기울기}}$
MIAP C1 (mmHg)	어중 종성에서의 최대 압력 상승점 (maximum increasing point of air pressure at consonant1)
MIAP C2 (mmHg)	어중 초성에서의 최대 압력 상승점 (maximum increase point of air pressure at consonant2)

표 6-2. 공기 역학적 평가 기류 특성 변수

평가 변수	평가 변수의 조작적 정의
Df (msec)	어중 종성자음부터 어중 초성자음까지 기류 산출 기간 (duration of airflow from consonant1 to consonant 2)
IDf (msec)	어중 종성자음에서 어중 초성자음에 이르는 기류 파형 증가 기간 (increasing duration of airflow from consonant1 to consonant 2)
DDf (msec)	어중 초성에서 모음 시작 지점에 이르는 기류 파형 감소 기간 (decreasing duration of airflow from consonant1 to vowel)
TIf (msec*m/msec)	어중 종성자음과 어중 초성자음 간 기류 파형 면적 (time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal)
MAf (m/msec)	기류 파형 평균 진폭(mean amplitude of airflow) = 기류 파형 면적(TIp)/어중 종성과 어중 초성자음 산출 기간(Df)
AFIR (m/msec)	어중 종성에서 어중 초성에 이르는 기류 증가 기울기 (airflow increasing rate)
AFDR (m/msec)	어중 초성에서 모음 시작에 지점에 이르는 기류 감소 기울기 (airflow decreasing rate)
AFr	기류 기울기 비율(ratio of airflow slope) = $\frac{\text{어중 종성에서 어중 초성에 이르는 기류 증가 기울기}}{\text{어중 초성에서 모음 시작에 지점에 이르는 기류 감소 기울기}}$
MIAF C1 (m/msec)	어중 종성에서의 최대 기류 상승점 (maximum increasing point of airflow at consonant 1)
MIAF C2 (m/msec)	어중 초성에서의 최대 기류 상승점 (maximum increasing point of airflow at consonant 2)

(표 6-1)과 (표 6-2)에 시간 특성을 포함하는 압력 특성 및 기류 특성 변수를 제시하였다. 첫째, 연인두 개폐 시간의 차이를 확인하고자 시간 특성 면에서는 압력 기반으로 'IDp, DDp' 와 기류 기반으로 'Df, IDf, DDf' 를 구하였다. 압력 그래프는 압력이 최대에 이르는 지점과 압력이 하강하기 시작하는 지점이 동일하므

로 어중 종성에서 어중 초성에 이르는 전체 압력 기간을 따로 측정하지 않았다. 둘째, 순간적으로 일어나는 연인두 개폐 특성을 확인할 수 있는 변수를 구하였다. 선행 연구에 따르면 구강자음 산출 시 연인두가  $0.2\text{cm}^2$  이상 열려 있으면 비정상적인 공명으로 지각된다고 하였다.<sup>36-38</sup> 이러한 비정상적인 공명 양상이 보일 때, 구강내압은 떨어지면서,<sup>36-38</sup> 호기를 위한 노력은 증가되고, 청각각적으로는 과다비성으로 인식된다.<sup>38</sup> 정상적인 공기역학적 패턴에서는  $0.05\text{cm}^2$ 에서  $0.1\text{cm}^2$  개방 정도가 관찰되지만, 경우에 따라 과다비성으로 지각되기도 한다.<sup>38</sup> 즉, 연인두의 개방 정도와 구조물들의 순간적인 협응이 함께 이루어져야 함을 의미한다. 청각장애인을 대상으로 한 연구에서 연인두 폐쇄가 요구되는 구강자음 음절(CV)을 반복할 때 연인두 열림(velopharyngeal opening)이 관찰되었다.<sup>33</sup> 그리고 비강자음 산출 시 구인두 압력(oropharyngeal pressure)과 최대 비강 기류 상승점(peak nasal air flow)은 연인두 열림 영역과 일치하였다.<sup>66</sup> 또한 연인두 개폐를 요구하는 음운 환경에서 연인두 기능 부전 환자군의 기류 하강 지점이 충분히 깊지 못하였음이 보고되었다.<sup>38</sup> 따라서 본 연구에서도 기류 상승점 'MIAF C1 & C2'와 압력 상승점 'MIAP C1 & C2'를 구하여 건청군과 청각장애군을 비교한 후, 다시 정상 비음치군과 비정상 비음치군 간의 차이 여부를 살펴보았다. 셋째, 이미 언급된 바와 같이 짧은 시간에 급한 기울기를 보이면서 기류가 빠르게 하강하였다가 다시 돌아오는<sup>41</sup> 연인두 개폐 순간의 민첩성과 정확한 역동성을 알아보기 위해서 기류가 상승하고 감소하는 순간적인 변화의 기울기 'AFIR, AFDR'와 압력의 순간적인 변화 관찰을 위해서 'APIR, APDR'을 구하였다. 그리고 상승과 감소 기울기 변화 비율을 확인하고자 기류와 압력 각각의 기울기 비율 'AFr'과 'APr'을 구하였다. 마지막으로 (그림 2)에<sup>39,40</sup> 제시한 기류 특성과 시간 특성 간의 상호작용을 반영하는 것으로 알려진 '기류 파형 면적(TIf)'을 구하였다. 그리고 (표 4)에 제시된 수식을 적용하여 '평균 진폭(mean amplitude, MAf)'을 구하였다. 추가적으로 압력 특성 측면에서도 시간 특성 간의 상호작용을 반영하는 '압력 곡선 면적(TIp)'과 '평균 진폭(mean amplitude, MAp)'을 구하였다. 이렇게 측정된 압력 특성 및 기류 특성 변수들에 대한 피검자 집단 비교를 통해 청각장애인의 연인두 기능을 간접적으로 규명해 보고자 하였다.

### 2.2.3. 공명의 수직적 위치(vertical focus)를 이용한 청지각적 평가

앞서 언급한 바와 같이 대부분의 많은 선행 연구들에서는 비성 평가를 이용하여 공명 문제를 확인하고자 하였다. 그러나 후두에서 생성된 소리 진동은 비강 뿐 아니라 공명체인 성도에서 연인두 밸브를 지나 구강도 울린다. 구강으로 전달되는 과정에서 진동은 경구개와 치아에 의해 음향 에너지가 반사되기도 하고, 증폭되거나 풍부한 음량을 형성하게 되므로 이러한 구강 구조물까지도 공명관 혹은 공명관의 기능을 갖는다고 할 수 있다.<sup>41</sup> 성대에서 연인두를 지날 때 구강으로 연결되는 연구개와 혀의 뒷부분은 비강으로 향하는 공명 에너지를 막기도 하고 비강으로 산출되게 하기도 한다. 이때 공명강에 포함된 구조물들의 움직임과 위치가 잘못 설정될 때 일탈적인 공명이 형성될 수 있다. 이에 공명 에너지가 전체 공명기를 지나는 동안 특정 위치에 집중되면서 발생하게 되는 일탈적인 공명 양상 평정 기준을 (그림 5)에 제시하고, (표 7)에 Shakespear(1921)의<sup>46</sup> 발성 위치 설정 구분 방법을 차용 수정하여 ‘공명의 수직적 위치(vertical focus)’ 평정을 제시하였다. (표 7)과 (그림 5)에 제시한 바대로 공명기를 지나는 동안 잘못된 위치 설정으로 공명 에너지가 부적절하게 집중됨에 따라 발생하게 되는 공명 문제 유무를 ‘공명의 수직적 위치’에 따라 청지각적으로 평정하였다.

**표 7.** 일탈된 공명 문제 유무 확인을 통한 공명의 수직적 위치 평정

공명 위치	두개강 (head focus)	비강 (nasal focus)	인두강 (pharyngeal focus)	후인두강 (throaty focus)
유무	없음(0) / 있음(1)	없음(0) / 있음(1)	없음(0) / 있음(1)	없음(0) / 있음(1)

청지각적 평정 시행에 앞서 기준이 되는 청각장애인의 말 샘플을 듣고, 공명의 수직적 위치에 대해 의견을 나누었다. 그리고 1주일 후 본 연구자가 정한 각 수직적 위치에 대한 말 샘플 기준을 듣고, 1차 공명의 수직적 위치 평정을 시행하였다. 1차 평정일로부터 2주 후에 다시 2차 평정을 실시하였다. 평정자들에게는

심도 청각장애 성인이 산출한 (표 3)의 비강자음과 구강자음이 혼합된 ‘대공원’ 문단 말 샘플을 3회 반복하여 제공하였다. 성대로부터 출발한 에너지가 부적절한 공명 위치에서 집중됨으로 인해 일탈된 공명 문제가 지각되는 경우, (표 7)에 제시된 대로 ‘있음’에 표시하도록 하였으며, 동일한 피검자에게서 부적절한 공명의 여러 위치가 지각될 수 있으므로 하나의 말 샘플에서 여러 가지 공명의 수직적 위치가 지각되는 것을 허용하였다. 이렇게 얻어진 청지각적 평정과 비음 측정기를 통해 측정된 비음치와의 상관관계를 밝힘으로써 기기를 이용한 평가와 청지각적인 평가 간에 일치도를 파악하고자 하였다. 그리고 청지각적 평정 결과가 공기역학적인 평가를 얼마나 설명해 줄 수 있는지 통계적인 기법을 통해 확인하고자 하였다.

#### 2.2.4. 통계 분석

자료에 대한 통계 분석을 위하여 Statistical product and service solution (version 15.0, SPSS Inc., 2006)을 이용하였다. 건청군과 청각장애군 간의 과제별 비음치 차이 비교를 위하여 독립 표본  $t$ -검정을 실시하였고, 비음치 결과와 과제 간의 상관관계 파악을 위해 상관 분석을 실시하였다. 그리고 비음치와 청지각적 평정 결과와의 관련성을 밝히기 위해 피셔의 정확도 검정(Fisher's exact test)을 실시하였다. 공기역학적 평가를 통해 측정된 변수 중 개별 음절과제에서의 집단 간 차이는 맨-휘트니  $U$ 검정과 크루스칼-윌리스 검정을 시행하였으며, 통계적인 유의수준은 0.05에서 검정하였다. 공기역학적 평가를 통해 측정된 변수 중 연속 음절과제를 통해 측정된 측정치는 피검자 내 효과를 고려하기 위해서 Statistical Analysis System (version 9.1, SAS Inc. North Carolina)의 혼합 모형을 적용하여 검정하였으며, 이 때 공분산 행렬의 구조는 복합 대칭을 이용하였다.

## 제3장 연구 결과

### 3.1. 기기를 이용한 분석 결과

#### 3.1.1. 비음 측정기로 측정한 비음치 분석 결과

##### 3.1.1.1. 건청군과 청각장애군의 비음치 비교

건청군과 청각장애군 피검자가 ‘구강 - 구강자음’, ‘비강 - 비강자음’, ‘비강 - 구강자음’ 조합 음절과제를 산출하는 동안, 비음 측정기로 측정한 비음치의 평균 및 표준편차는 (표 8)에 제시하였으며, 독립 두 표본  $t$ -검정 결과는 다음과 같다. 먼저 음절과제의 두 집단 간 통계적 차이를 살펴보면 다음과 같다. 건청군은 청각장애군보다 구강자음 음절과제에서 통계적으로 유의하게 평균 6.16% 더 낮은 비음치를 보였다( $t = -3.298, p = .002$ ). 한편 비강자음 음절과제와 구강 - 비강자음 혼합 음절과제에서는 통계적으로 유의하게 각각 평균 2.25%( $t = 2.329, p = .024$ ), 5.6%( $t = 4.272, p < .001$ ) 더 높은 비음치를 보였다. 다음으로 문단과제에 대한 독립 두 표본  $t$ -검정 결과를 살펴보면 다음과 같다. 구강자음 문단에서는 건청군이 청각장애군보다 통계적으로 유의하게 평균 3.81%( $t = -2.116, p = .040$ ) 낮은 비음치를 보였다. 그리고 비강자음 문단과 비강 - 구강자음 혼합 문단에서는 건청군이 청각장애군보다 통계적으로 유의하게 평균 비음치 각각이 16.84%( $t = 5.377, p < .001$ ), 11.54%( $t = 4.177, p < .001$ ) 더 높았다.



표 8. 건청군과 청각장애군의 음절 및 문단과제 비음치 차이 검정

과제	대상군	건청군	청각장애군	t	p-값
음절 과제	구강자음 조합 /압과/	12.51(±5.02)	18.67(± 9.73)	-3.298	.002
	비강자음 조합 /암마/	64.97(±6.32)	62.72(±15.53)	4.272	.000
	비강-구강자음 조합 /압과/	44.82(±7.37)	39.22(±12.02)	2.392	.024
문단 과제	구강자음 ‘바다’ 기준치:11.94(±4.20)	12.47(±4.40)	16.28(± 9.60)	-2.116	.040
	비강자음 ‘안녕’ 기준치:62.02(±5.67)	65.38(±5.61)	48.54(±17.42)	5.377	.000
	구강-비강자음 혼합 ‘대공원’ 기준치:34.73(±4.79)	36.76(±6.53)	25.22(±11.77)	4.177	.000

단위는 %

기준치는 Park MK. Lee EK. et al.(2008)에<sup>45</sup> 제시된 비음치 평균을 인용.

### 3.1.1.2. 음절 및 문단과제 별 비음치 비교

음절 및 문단과제 별 비음치 상관 분석 결과를 (표 9)에 제시하였다. 첫째, 건청군을 대상으로 한 상관 분석 결과는 대각선 위에 제시하였고, 청각장애군을 대상으로 한 상관 분석 결과는 대각선 아래에 제시하였다. 먼저 건청군을 대상으로 한 결과는 다음과 같다. 음절과제에서, 비강자음 음절과 비강-구강자음 조합 음절 간에 통계적으로 유의한 상관을 보였지만, 구강자음 음절과 비강자음 음절 간에는 유의한 상관을 보이지 않았다. 또한 구강자음 문단과 비강자음 문단 각각이 이와 대비되는 비강자음 음절과 구강자음 음절에 대해 유의한 상관을 보이지 않았다. 문단과제에서는, 음절과제와 달리 구강자음 문단, 비강자음 문단, 비강-구강자음 혼합 문단 모두에서 서로 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다.

청각장애군을 대상으로 한 상관 분석 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 청각장애군은 건청군과는 달리 음절과제에서 비강자음 음절, 구강자음 음절, 비강-구강자음 혼합 음절 간에 모두 유의한 상관을 보였다. 둘째, 문단과제에서는 건청군과 유사하게 구강자음 문단, 비강자음 문단, 비강-구강자음 문단 모두에서 통계적으로 유의한 상관을 보였다.

표 9. 건청군과 청각장애군의 과제별 비음치 상관관계

		음절			문단		
		압과	암마	암과	바닷가	안녕	대공원
음 절	압과		.195	.324	.456**	.085	.652*
	암마	.495*		.618**	.149	.757**	.518*
	암과	.359*	.682**		.365*	.336*	.467*
문 단	바닷가	.414*	.278	.206		.567*	.798**
	안녕	.229	.664*	.471**	.351*		.598*
	대공원	.474**	.612**	.462*	.858**	.740**	

\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ .

주 대각선 위는 건청군, 아래는 청각장애군의 상관 분석 결과임.

### 3.1.2. PAS를 이용한 공기역학적 변수 분석 결과

#### 3.1.2.1. 건청군과 청각장애군의 압력 특성 비교

/압과/개별 음절과제와 /압과/개별 음절과제를 통해 측정된 공기역학적 압력 특성에 대한 두 집단의 중위수와 사분위수를 (표 10)에 제시하였다. 맨-휘트니  $U$  검정 결과 /압과/와 /압과/개별 음절과제의 압력 특성은 두 집단 간에 통계적으로 차이가 없었다.

표 10. /압파/, /압파/개별 음절과제에서 건청군(n=32)과 청각장애군(n=32) 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교

압력 특성		과제		/압파/		
		대상군	건청군	청각장애군	건청군	청각장애군
IDp (msec)	중위수		40.41	42.73	33.21	42.68
	사분위수 범위		20.40	29.91	27.01	26.37
DDp (msec)	중위수		64.14	59.47	63.49	60.89
	사분위수 범위		20.98	49.22	41.82	55.14
TIp (m)	중위수		42505.77	26066.07	42685.81	28312.15
	사분위수 범위		27335.33	50397.55	39631.90	53285.31
MAp (msec*m/msec)	중위수		354.25	257.69	303.96	244.40
	사분위수 범위		201.69	252.46	430.76	383.61
APIR (mmgHg/msec)	중위수		13717.87	15495.62	13617.50	9089.00
	사분위수 범위		9795.83	13882.45	18479.27	13584.73
APDR (mmgHg/msec)	중위수		8080.17	8337.28	7573.25	56434.64
	사분위수 범위		6907.26	8174.68	7988.04	6852.92
APr	중위수		0.06	0.47	0.14	0.40
	사분위수 범위		1.24	1.27	2.57	1.00
MIAP C1 (mmgHg)	중위수		13.12	11.66	4.92	4.12
	사분위수 범위		38.54	15.09	33.96	23.79
MIAP C2 (mmgHg)	중위수		5.96	5.54	5.28	11.06
	사분위수 범위		34.16	26.44	49.04	31.85

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 2 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of air pressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

/암파/를 씬 없이 5회 반복 산출한 /암파/연속 음절과제의 경우, (표 11)에 제시한 대로 자료 분포를 토대로 변수 특성에 따라 분석 기법을 달리 시행하였다. 이에 ‘압력 증가 기울기(APIR)’, ‘압력 감소 기울기(APDR)’, ‘어중 종성에서의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’은 원자료를 이용하였으며, ‘압력 증가 기간(IDp)’, ‘압력 감소 기간(DDp)’, ‘어중 초성에서의 최대 압력 상승점(MIAP C2)’, ‘압력 기울기 비율(APr)’은 log 값을 취하여 분석 시행하였다. 그리고 ‘압력 곡선 면적(TIP)’과 ‘압력 곡선의 평균 진폭(MAp)’은 절대값을 취하여 log 변환 후 분석 시행하였다. 위의 변수들에 대한 건청군과 청각장애군의 최소값과 최대값 및 사분위수, 평균을 포함한 기술 통계량을 (표 11)에 제시하였다. 건청군과 청각장애군이 /암파/음절을 연속 5회 반복하는 동안 측정된 압력 특성 변수 측정치의 중위수는 각각 (부록 2)와 (부록 3)에 제시하였으며, 혼합 모형 분석 결과는 (그림 7)에 제시하였다. /암파/연속 음절과제에서는 ‘어중 종성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’에서 청각장애군이 건청군에 비해 반복 횟수에 따라 통계적으로 유의하게 2.10 mmHg( $p = .0217$ ) 감소된 중위수 측정값을 보였다.

**표 11.** 건청군(n=32)와 청각장애군(n=32)의 /압파/연속 음절과제의 압력 특성에 대한 기술 통계량

기술 통계량 압력 특성	기술 통계량					
	평균	최소값	25%ile	50%ile	75%ile	최대값
IDp(msec)	232.06	5.53	16.78	28.29	47.84	6679.44
DDp(msec)	76.18	13.46	44.89	58.86	97.18	412.06
TIp(m)	-31738.10	-168259.00	-53665.10	-18301.10	-8453.68	-12.35
MAp(msec*m/msec)	-241.57	-724.83	-359.83	-189.31	-112.98	-40.67
APIR(mmHg/msec)	9819.31	-26500.00	4920.00	7836.64	16700.00	41800.00
ARDR(mmHg/msec)	140.31	-90600.00	1970.00	4491.12	8630.00	23800.00
APr	0.00	-2.12	-0.76	-0.46	0.41	5.19
MIAP C1(mmHg)	3.59	-169.00	-70.00	3.00	9.00	176.00
MIAP C2(mmHg)	52.19	-104.13	-25.40	-7.54	56.25	1833.50

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant2 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

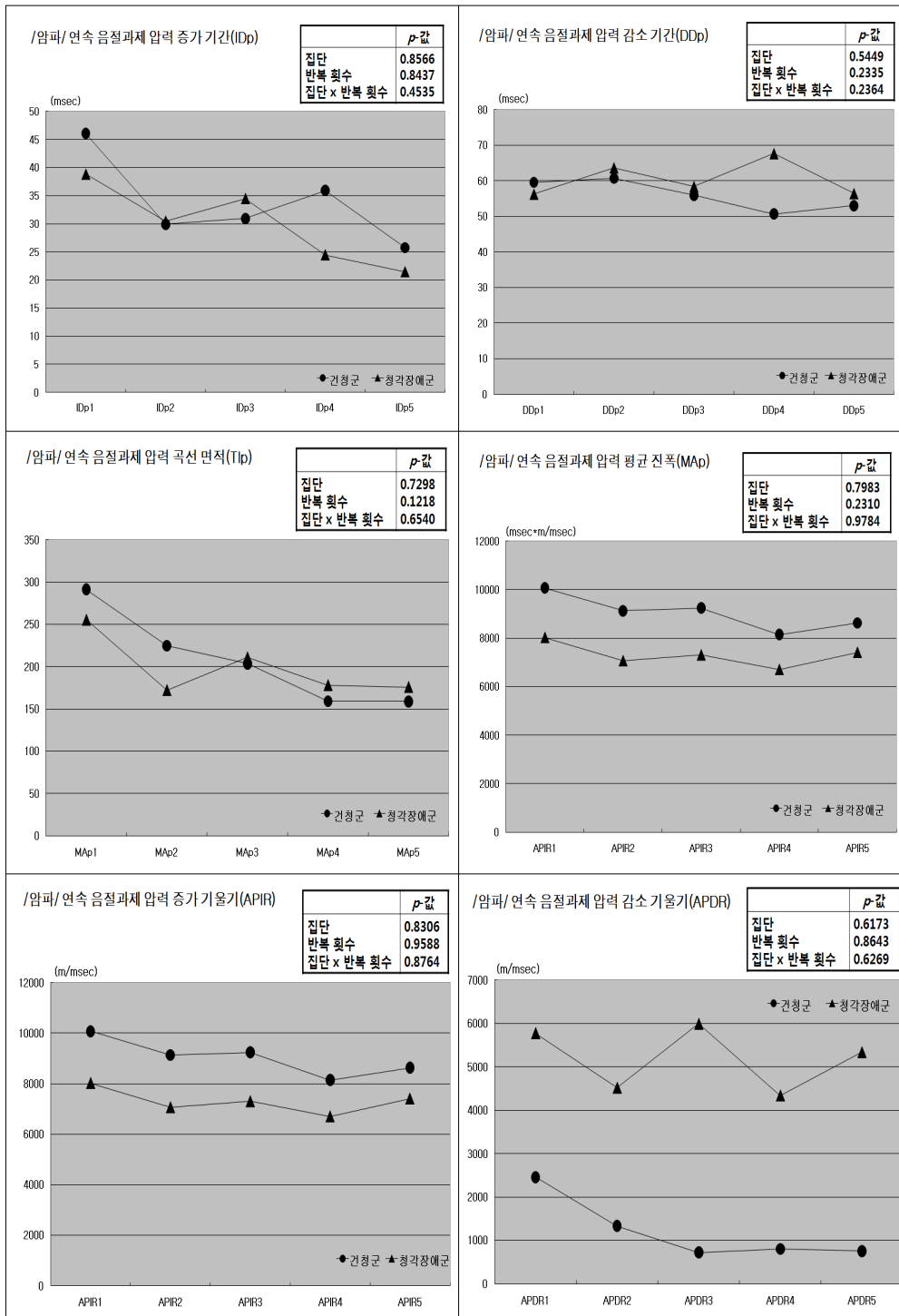
APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of air pressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2



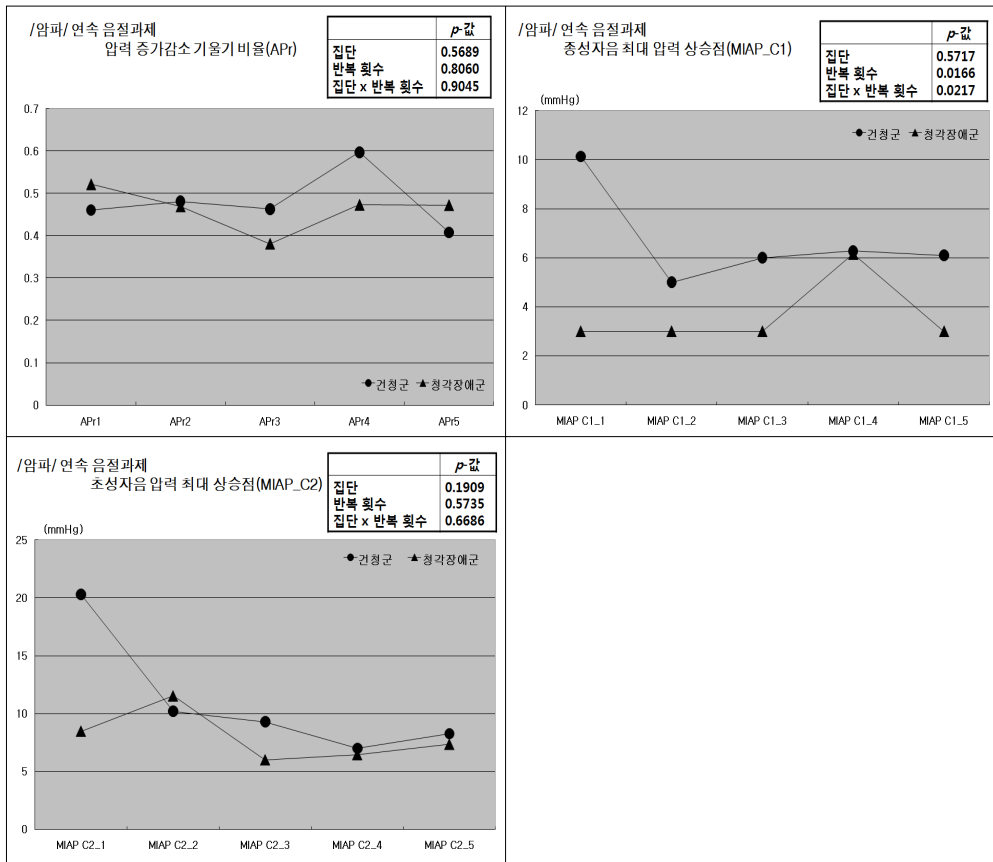


그림 7. 건강군(n=32)와 청각장애군(n=32) 간 /암파/연속 음절과제의 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과

### 3.1.2.2. 건강군과 청각장애군의 기류 특성 비교

/암파/, /압파/개별 음절과제를 통해 측정된 공기역학적 기류 특성에 대한 건강군과 청각장애군의 중위수와 사분위수를 (표 12)에 제시하였으며, 맨-휘트니 U 검정 결과를 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 구강자음 개별 음절과제인 /압파/개별 음절과제의 ‘어중 중성자음 기류 최대 상승점(MIAP C1)’에서 건강군은 중위수

2348.60, 사분위수 범위 1023.90, 청각장애군은 중위수 3154.00, 사분위수 범위 1023.90으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .001$ ). ‘어중 초성자음 기류 최대 상승점(MIAF C2)’에서 건청군의 중위수는 2807.70이고 사분위수 범위는 949.10이었으며, 청각장애군의 중위수는 3594.30, 사분위수 범위는 1124.00으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p = .001$ ). 둘째, /암과/개별 음절과제에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 변수들을 살펴보면 다음과 같다. ‘전체 기류 산출 기간(Df)’의 경우 건청군의 중위수는 189.68, 사분위수 범위는 54.72였으며, 청각장애군의 중위수는 212.27, 사분위수 범위는 143.56로 통계적으로 유의한 차이를 보였는데( $p = .025$ ), 청각장애군이 건청군보다 전체 기류 산출 기간이 통계적으로 유의하게 길었다. ‘어중 종성자음에서 어중 초성자음에 이르는 기류 증가 기간(IDf)’에서 건청군의 중위수는 135.79, 사분위수 범위는 61.58이었으며, 청각장애군은 183.29의 중위수와 124.46의 사분위수 범위를 보여서 청각장애군이 건청군보다 더 길어진 기류 증가 기간을 보였다( $p = .009$ ). ‘어중 종성자음과 어중 초성자음 간 기류 파형 면적(TIf)’에서 건청군의 중위수는 356276.00, 사분위수 범위는 156638.40이었으며, 청각장애군의 중위수는 470706.69, 사분위수 범위는 357004.30으로 청각장애군이 건청군보다 증가된 기류 파형 면적을 보였다( $p = .002$ ). ‘기류 파형 평균 진폭(MAf)’에서 건청군의 중위수는 1712.18, 사분위수 범위는 709.60, 청각장애군의 중위수는 2026.70, 사분위수 범위는 776.88로 청각장애군이 건청군보다 증가된 기류 파형 평균 진폭을 보였다( $p = .028$ ). ‘어중 종성자음 기류 최대 상승점(MIAF C1)’에서 건청군의 중위수는 2348.60, 사분위수 범위는 1023.90, 청각장애군의 중위수는 3154.00, 사분위수 범위는 1023.90이었다( $p = .001$ ). 그리고 ‘어중 초성자음의 기류 최대 상승점(MIAF C2)’에서 건청군의 중위수는 2611.50, 사분위수 범위는 1107.30, 청각장애군의 중위수는 3197.50, 사분위수 범위는 969.50이었다( $p = .015$ ). 결과적으로 청각장애군의 ‘어중 종성 및 초성자음의 기류 최대 상승점’이 건청군보다 통계적으로 유의하게 컸다.



표 12. /압과/, /압과/개별 음절과제에서 건청군(n=32)과 청각장애군(n=32) 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교

기류 특성	과제 대상군	/압과/		/압과/	
		건청군	청각장애군	건청군	청각장애군
Df	중위수	349.75	337.75	189.68*	212.27
(msec)	사분위수 범위	79.64	162.71	54.72	143.56
IDf	중위수	310.25	308.10	135.79**	183.29
(msec)	사분위수 범위	79.34	126.34	61.58	124.46
DDf	중위수	40.78	41.89	46.01	41.52
(msec)	사분위수 범위	28.89	33.10	43.86	41.55
TIf	중위수	813634.42	903603.52	356276.00**	470706.69
(m)	사분위수 범위	300669.50	320872.90	156638.40	357004.30
MAf	중위수	2289.86	2689.22	1712.18**	2026.70
(msec*m/msec)	사분위수 범위	764.67	1152.90	709.60	776.88
AFIR	중위수	9892.86	10570.65	13736.05	13148.05
(m/msec)	사분위수 범위	5273.38	5864.80	7911.69	9710.24
AFDR	중위수	38700.36	3154.60	51002.88	43801.06
(m/msec)	사분위수 범위	22849.75	24868.40	20153.97	33913.60
AFr	중위수	4.50	4.68	3.11	4.34
	사분위수 범위	2.81	1.87	2.69	3.14
MIAF C1	중위수	2348.60**	3154.60	2389.30**	2976.70
(m/msec)	사분위수 범위	1023.90	1023.90	988.80	692.50
MIAF C2	중위수	2807.70**	3594.30	2611.50*	3197.50
(m/msec)	사분위수 범위	949.10	1124.00	1107.30	969.50

\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ .

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

APr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

**표 13.** 건청군(n=32)와 청각장애군(n=32)의 /압파/연속 음절과제의 기류 특성에 대한 기술 통계량

기술 통계량 압력 특성	기술 통계량					
	평균	최소값	25%ile	50%ile	75%ile	최대값
Df(msec)	229.31	14.82	136.87	199.31	291.11	606.62
IDf(msec)	192.59	7.52	99.77	171.06	246.43	597.00
DDf(msec)	36.52	6.43	19.22	34.46	49.88	111.60
TIf(m)	521446.60	2728.42	236634.20	487734.50	751079.03	1459387.65
MAf(msec*m/msec)	2175.81	94.29	1718.67	2168.34	2529.30	4651.31
AFIR(m/msec)	16854.41	4361.22	10392.53	15647.20	21389.26	50750.25
AFDR(m/msec)	42165.39	-65948.10	30424.60	41745.10	60258.50	131465.50
AFr	-3.83	-19.95	-4.81	-3.65	-2.22	-0.70
MIAF C1(m/msec)	2861.41	236.00	2248.00	2621.00	3424.00	6028.00
MIAF C2(m/msec)	3074.19	237.00	2481.00	2881.00	3533.00	6048.00

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

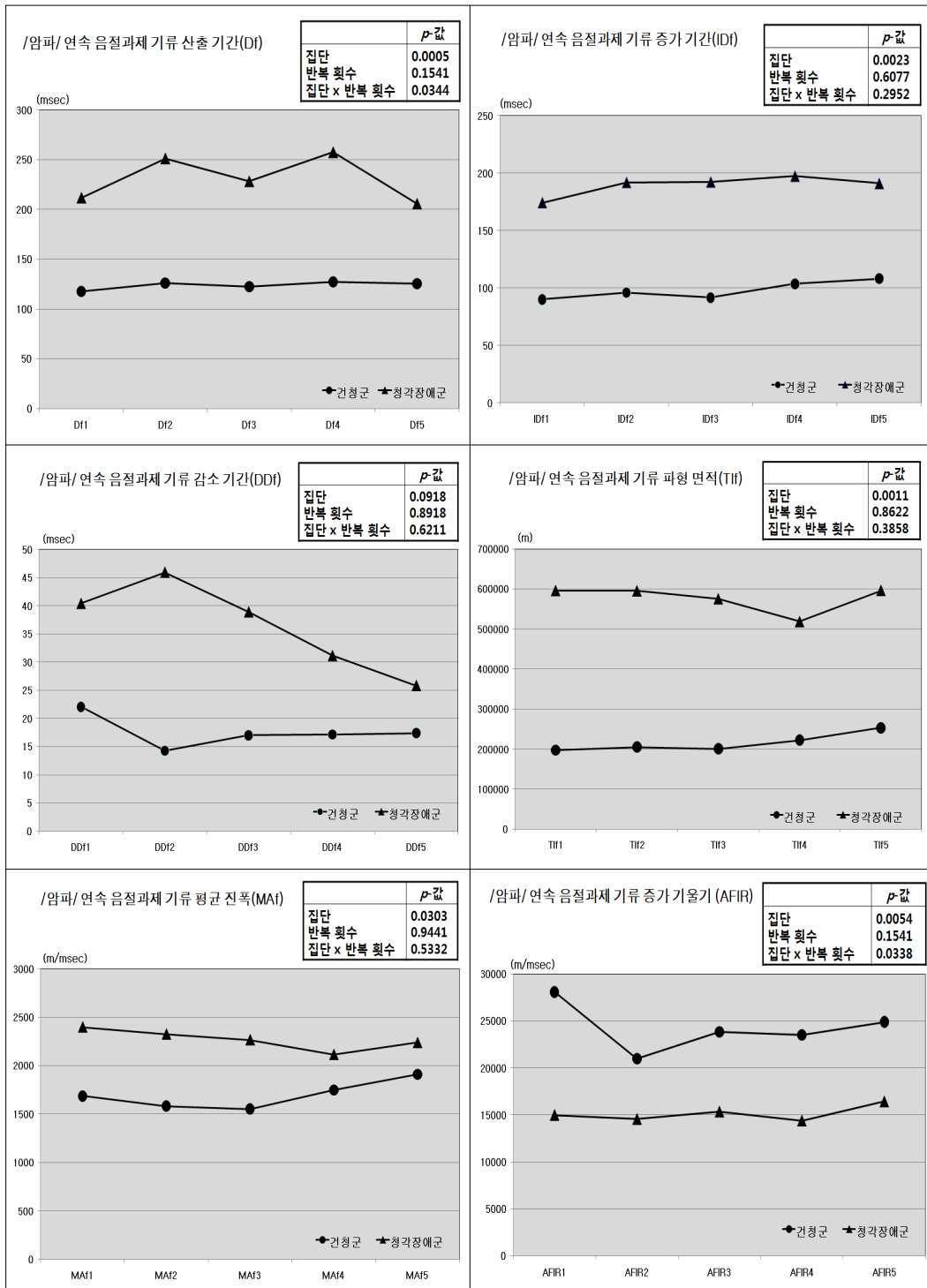
AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2



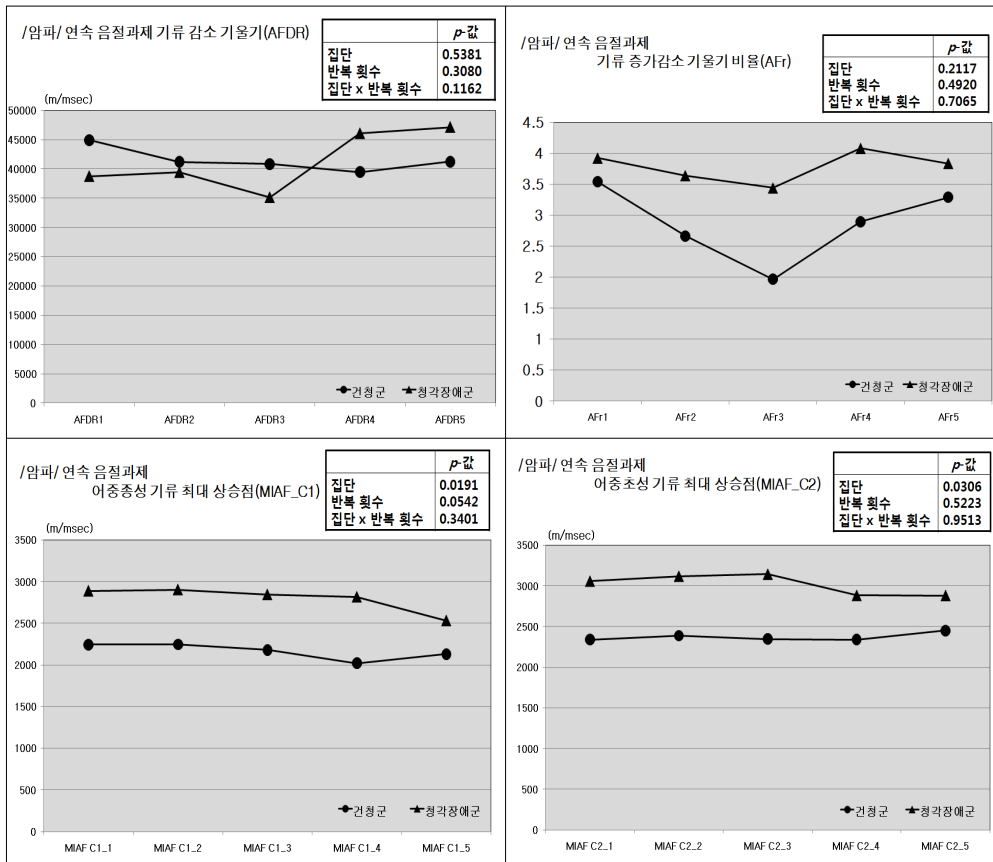


그림 8. 건청군(n=32)과 청각장애군(n=32) 간 /암파/연속 음절과제의 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과. (\*  $p < .05$ . \*\*  $p < .01$ )

/암파/연속 음절과제는 (표 13)에 제시한 대로 자료 분포를 확인하고, 변수 특성에 따라 분석 기법을 달리 시행하였다. 따라서 ‘기류 파형 평균 진폭(MAf)’, ‘기류 감소 기울기(AFDR)’, ‘어중 초성에서의 최대 압력 상승점(MIAF C2)’은 원자료를 이용하였으며, ‘기류 산출 기간(Df)’, ‘기류 증가 기간(IDf)’, ‘기류 감소 기간(DDf)’, ‘기류 파형 면적(Tif)’, ‘기류 증가 기울기(AFr)’, ‘어중 초성에서의 최대 압력 상승점(MIAF C1)’은 log 값을 취하여 분석하였다. 그리고 ‘기류 증가 감소 기울기 비율(AFr)’은 모두 음수값에 해당하여서 절대값을 취한 뒤 log 변환하여 분석하였다. 각 변수에 대한 건청군과 청각장애군의 최소값과 최대값 및 사분위수,

평균을 포함한 기술 통계량을 (표 13)에 제시하였다. 그리고 건청군과 청각장애군이 /압파/ 음절을 연속 5회 반복하는 동안 측정된 기류 특성 변수 측정치의 중위수는 각각 (부록 6)과 (부록 7)에 제시하였으며, 혼합 모형 분석 결과를 (그림 8)에 제시하였다. 건청군과 청각장애군이 /압파/연속 음절과제 기류 특성에서 통계적으로 유의한 차이를 보인 변수들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저 기류 산출의 시간 특성에 해당하는 변수인 ‘기류 산출 기간(Df)’, ‘어중 종성자음에서 어중 초성자음에 이르는 기류 증가 기간(IDf)’ 각각에서 청각장애군이 건청군보다 통계적으로 유의하게 102.09 msec( $p = .0145$ ), 93.99 msec( $p = .0258$ ) 더 지연된 중위수를 보였다. ‘어중 종성자음과 어중 초성자음 간 기류 파형 면적(TIf)’과 ‘기류 파형의 평균 진폭(MAf)’은 청각장애군이 건청군에 비해서 각각 363910.4m/msec( $p = .0082$ ), 561.4m/msec( $p = .0334$ ) 더 큰 중위수 값을 보였다. 그리고 ‘기류 증가 기울기(AFIR)’에서는 청각장애군이 건청군보다 통계적으로 유의하게 중위수 값이 2755.26( $p = .0004$ ) 더 완만한 기울기를 보였다. 또한 ‘어중 종성자음과 어중 초성자음의 기류 최대 상승점(MIAF C1과 C2)’ 각각에서 청각장애군이 건청군에 비해서 639.51m/msec( $p = .0375$ ), 603.5m/msec( $p = .0339$ ) 더 높은 기류 상승점의 중위수 값을 기록하였다.

### 3.1.3 공기역학적 변수와 비음치 결과 비교

#### 3.1.3.1. 비음치 정상 유무에 따른 공기역학적 압력 특성 비교

문단과제에서 건청군은 기준 비음치 2SD를 벗어나는 경우가 없었다. 반면, 청각장애군 중 10명은 정상 비음치를 기록하였고, 22명은 비정상 비음치를 기록하였다. 크루스칼-윌리스 검정 결과, 세 집단 간 /압파/ 및 /압파/개별 음절과제의 압력 특성 변수에서는 통계적으로 모두 유의한 차이를 보이지 않았으며, 아래 (표 14)와 (표 15)에 건청군, 정상 비음치 청각장애군, 비정상 비음치 청각장애군의 개별 음절과제에 대한 압력 특성의 중위수 및 사분위수 범위를 제시하였다.

**표 14.** /압파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교

압력 특성	대상군	건청군 (n=32)	청각장애군	
			정상 비음치 (n=10)	비정상 비음치 (n=22)
IDp (msec)	중위수	40.41	40.16	42.73
	사분위수 범위	20.40	22.13	34.51
DDp (msec)	중위수	64.14	64.14	54.20
	사분위수 범위	20.98	51.54	50.73
TIp (m)	중위수	42505.77	19145.05	27113.26
	사분위수 범위	27335.33	57065.81	47022.05
MAp (msec*m/msec)	중위수	354.25	223.87	261.91
	사분위수 범위	201.69	274.40	252.46
APIR (mmgHg/msec)	중위수	13717.87	18307.21	14466.32
	사분위수 범위	9795.83	14630.75	12016.70
APDR (mmgHg/msec)	중위수	8080.17	9230.29	8169.98
	사분위수 범위	6907.26	3994.83	8570.77
APr	중위수	0.06	0.70	0.70
	사분위수 범위	1.24	1.32	0.51
MIAP C1 (mmgHg)	중위수	13.12	13.77	10.87
	사분위수 범위	38.54	14.60	16.01
MIAP C2 (mmgHg)	중위수	5.96	6.17	4.75
	사분위수 범위	34.16	23.96	18.18

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of air pressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant2

**표 15.** /압파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 압력 특성 비교

압력 특성	대상군	건청군 (n=32)	청각장애군	
			정상 비음치 (n=10)	비정상 비음치 (n=22)
IDp (msec)	중위수	33.21	37.49	44.48
	사분위수 범위	27.01	17.20	23.79
DDp (msec)	중위수	63.49	54.30	62.26
	사분위수 범위	41.82	51.22	60.34
TIp (m)	중위수	42685.81	34796.60	27586.69
	사분위수 범위	39631.90	54723.78	62381.57
MAp (msec*m/msec)	중위수	303.96	316.09	236.44
	사분위수 범위	430.76	367.46	386.58
APIR (mmHg/msec)	중위수	13617.50	12606.40	7207.40
	사분위수 범위	18479.27	2229.68	14275.19
APDR (mmHg/msec)	중위수	7573.25	8328.89	6390.23
	사분위수 범위	7988.04	9497.88	5862.44
APr	중위수	0.14	0.44	0.43
	사분위수 범위	2.57	1.18	0.56
MIAP C1 (mmHg)	중위수	4.92	2.88	4.69
	사분위수 범위	33.96	19.14	17.45
MIAP C2 (mmHg)	중위수	5.28	11.06	11.18
	사분위수 범위	49.04	29.25	33.11

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

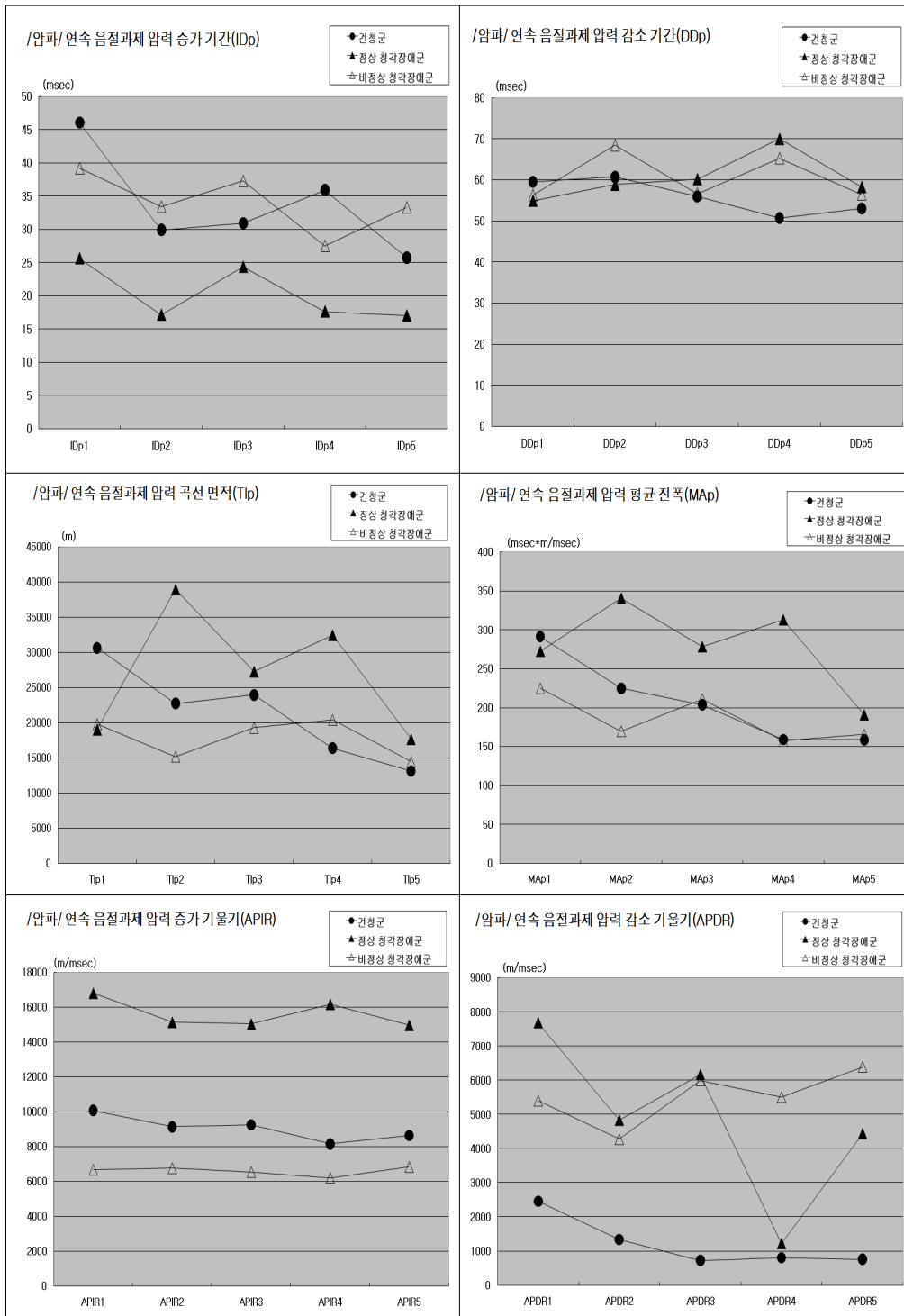
APr: ratio of air pressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

/암파/연속 음절과제에 대해서는 앞서 제시한 (표 11) 자료 분포에 따라 변수 특성을 고려하여 분석 기법을 달리 시행하였다. ‘압력 증가 기울기(APIR)’, ‘압력 감소 기울기(APDR)’, ‘어중 중성에서의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’은 원자료를 이용하였다. 그리고 ‘압력 증가 기간(IDp)’, ‘압력 감소 기간(DDp)’, ‘어중 초성에서의 최대 압력 상승점(MIAP C2)’, ‘압력 기울기 비율(APr)’은 log 값을 취하여 분석 시행하였으며, 음수값으로 측정된 ‘압력 곡선 면적(TIP)’과 ‘압력 곡선의 평균 진폭(MAp)’은 절대값을 취해 log 변환하여 분석하였다. 건청군에 대한 정상 비음치 청각장애군과 비정상 비음치 청각장애군의 공기역학적 압력 특성 변수 차이 검정을 시행 결과를 (그림 9)와 (표 16)에 제시하였다. 그리고 건청군, 정상 비음치 및 비정상 비음치 청각장애군이 /암파/ 음절을 연속 5회 반복하는 동안 측정된 압력 특성 변수 측정치의 중위수는 각각 (부록 2), (부록 4)와 (부록 5)에 제시하였다. /암파/연속 음절과제의 압력 특성 검정 결과, ‘어중 중성자음 최대 압력 상승점(MIAP C1)’이 반복 횟수에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였는데, 건청군에 비해서 정상 비음치 청각장애군은 0.8984mmHg ( $p = .0176$ ), 비정상 비음치 장애군은 2.1016mmHg ( $p = .0415$ ) 더 감소된 중위수 측정값을 보였다.





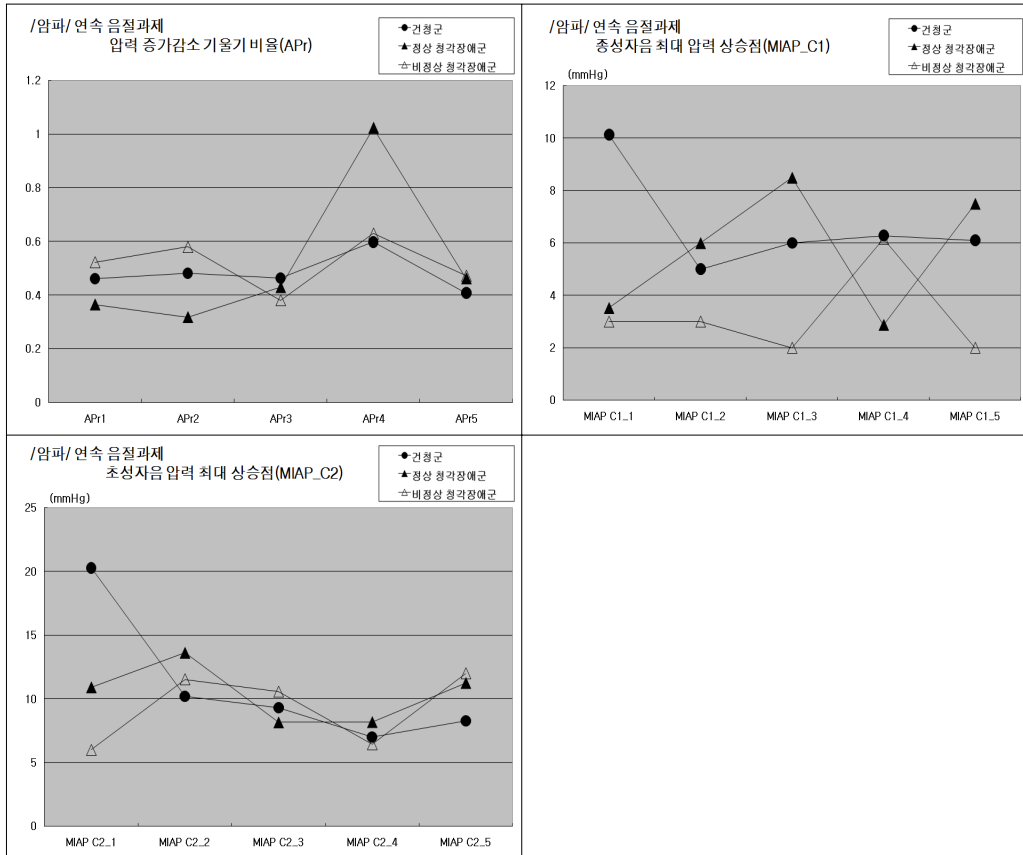


그림 9. 건청군(n=32)에 대한 정상 비음치 청각장애군(n=10)과 비정상 비음치 청각장애군(n=22) 간 /압파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과.

**표 16.** 건청군(n=32)에 대한 정상 비음치 청각장애군(n=10)과 비정상 비음치 청각장애군(n=22) 간 /압과/연속 음절과제 압력 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과

압력 특성	p-값	주효과		반복 횟수	반복 횟수와 집단 간 상호작용	
		정상 비음치 청각장애군	비정상 비음치 청각장애군		정상 비음치 청각장애군	비정상 비음치 청각장애군
IDp(msec)		.9214	.7480	.8420	.1287	.7022
DDp(msec)		.4196	.6558	.2349	.3472	.2347
TIp(m)		.9988	.6369	.1196	.7550	.4600
MAp(msec*m/msec)		.8584	.6622	.2310	.8571	.6129
APIR(mmHg/msec)		.1970	.7651	.9589	.8440	.7607
APDR(mmHg/msec)		.7071	.5946	.8642	.3336	.8482
APr		.7294	.5115	.8064	.5277	.9245
MIAP C1(mmHg)		.8296	.8296	.0168	.0176	.4125
MIAP C2(mmHg)		.3279	.1840	.5733	.3787	.8781

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of air pressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

### 3.1.3.2. 비음치 정상 유무에 따른 공기역학적 기류 특성 비교

/압파/개별 음절과제에 대한 건청군, 정상 비음치 청각장애군, 비정상 비음치 청각장애군 각각의 기류 특성 변수의 중위수 및 사분위수 범위를 (표 17)에 제시하였다. 크루스칼-윌리스 검정 결과, 세 집단 간에 /압파/개별 음절과제의 기류 특성 변수에서는 통계적으로 유의한 차이를 보인 변수들을 살펴보면 다음과 같다. ‘어중 종성자음 기류 최대 상승점(MIAF C1)’의 건청군 중위수는 2348.60, 사분위수 범위는 1023.90, 정상 비음치 청각장애군의 중위수는 2750.00 사분위수 범위는 853.20, 비정상 비음치 청각장애군의 중위수는 3401.00, 사분위수 범위는 997.60으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .001$ ). 또한 ‘어중 초성자음 기류 최대 상승점(MIAF C2)’에서도 건청군의 중위수는 2807.70, 사분위수 범위는 949.10, 정상 비음치 청각장애군의 중위수는 3319.90, 사분위수 범위는 969.60이었으며, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 3690.20, 사분위수 범위 958.80으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .001$ )

표 17. /압파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교

기류 특성	대상군	건청군 (n=32)	청각장애군	
			정상 비음치 (n=10)	비정상 비음치 (n=22)
Df	중위수	349.75	344.99	334.98
(msec)	사분위수 범위	79.64	71.83	208.84
IDf	중위수	310.25	308.10	310.68
(msec)	사분위수 범위	79.34	36.33	208.12
DDf	중위수	40.78	42.42	41.89
(msec)	사분위수 범위	28.89	37.19	34.54
TIf	중위수	813634.42	814469.74	923220.55
(msec*m/msec)	사분위수 범위	300669.50	181779.80	837174.70
MAf	중위수	2289.86	2358.04	2784.40
(msec*m/msec)	사분위수 범위	764.67	800.85	1206.85
AFIR	중위수	9892.86	10417.46	10647.25
(m/msec)	사분위수 범위	5273.38	4763.81	6838.66
AFDR	중위수	38700.36	47740.64	50500.04
(m/msec)	사분위수 범위	22849.75	21474.61	26944.50
AFr	중위수	4.50	5.19	4.44
	사분위수 범위	2.81	3.62	2.50
MIAF C1	중위수	2348.60**	2750.00	3401.00
(m/msec)	사분위수 범위	1023.90	853.20	997.60
MIAF C2	중위수	2807.70**	3319.90	3690.20
(m/msec)	사분위수 범위	949.10	969.60	958.80

(\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ )

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 to vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

APr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

/암과/개별 음절과제의 기류 특성 변수에 대한 세 집단 간 크루스칼-윌리스 검정 결과와 중위수 및 사분위수 범위는 (표 18)에 제시하였으며, 통계적으로 유의한 차이를 보인 변수들을 살펴보면 다음과 같다. 시간 특성에 해당하는 ‘기류 산출 기간(Df)’에서 건청군은 중위수 189.68, 사분위수 범위 54.72, 정상 비음치 청각장애군은 중위수 197.10, 사분위수 범위 58.08, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 239.21, 사분위수 범위 170.74로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .012$ ). 또한 ‘어중 종성자음에서 어중 초성자음에 이르는 기류 증가 기간(IDf)’에서도 건청군은 중위수 135.79, 사분위수 범위 61.58, 정상 비음치 청각장애군은 중위수 154.12, 사분위수 범위 89.77, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 188.98, 사분위수 범위 146.08로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .011$ ). ‘기류 파형 면적(TIf)’에서도 건청군은 중위수 356276.00, 사분위수 범위 156638.40, 정상 비음치 청각장애군은 중위수 377401.14, 사분위수 범위 365176.90, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 594365.92, 사분위수 범위 330754.20으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .003$ ). ‘어중 종성자음 기류 최대 상승점(MIAF C1)’에서는 건청군이 중위수 2389.30, 사분위수 범위 988.80, 정상 비음치 청각장애군은 중위수 2961.10, 사분위수 범위 601.40, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 3029.10, 사분위수 범위 688.40으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .005$ ). 또한 ‘어중 초성자음 기류 최대 상승점(MIAF C2)’에서도 건청군은 중위수 2611.50, 사분위수 범위 1107.30, 정상 비음치 청각장애군은 중위수 3165.45, 사분위수 범위 907.20, 비정상 비음치 청각장애군은 중위수 3197.50, 사분위수 범위 1025.60으로 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p = .046$ ).

표 18. /암파/개별 음절과제에서 건청군과 정상 비음치 청각장애군 및 비정상 비음치 청각장애군 간 공기역학적 측정치의 기류 특성 비교

기류 특성	대상군	건청군 (n=32)	청각장애군	
			정상 비음치 (n=10)	비정상 비음치 (n=22)
Df	중위수	189.68*	197.10	239.21
(msec)	사분위수 범위	54.72	58.08	170.74
IDf	중위수	135.79*	154.12	188.98
(msec)	사분위수 범위	61.58	89.77	146.08
DDf	중위수	46.01	31.92	42.92
(msec)	사분위수 범위	43.86	39.05	39.66
TIf	중위수	356276.00**	377401.14	594365.92
(msec*m/msec)	사분위수 범위	156638.40	365176.90	330754.20
MAf	중위수	1712.18	1969.29	2046.50
(msec*m/msec)	사분위수 범위	709.60	931.70	770.38
AFIR	중위수	13736.05	14246.47	12946.52
(m/msec)	사분위수 범위	7911.69	5719.11	10556.53
AFDR	중위수	51002.88	49682.19	36760.25
(m/msec)	사분위수 범위	20153.97	15453.33	40883.33
AFr	중위수	3.11	4.18	4.34
	사분위수 범위	2.69	4.88	2.94
MIAF C1	중위수	2389.30**	2961.10	3029.10
(m/msec)	사분위수 범위	988.80	601.40	688.40
MIAF C2	중위수	2611.50*	3165.45	3197.50
(m/msec)	사분위수 범위	1107.30	907.20	1025.60

(\* $p < .05$ . \*\* $p < .01$ )

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 to vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

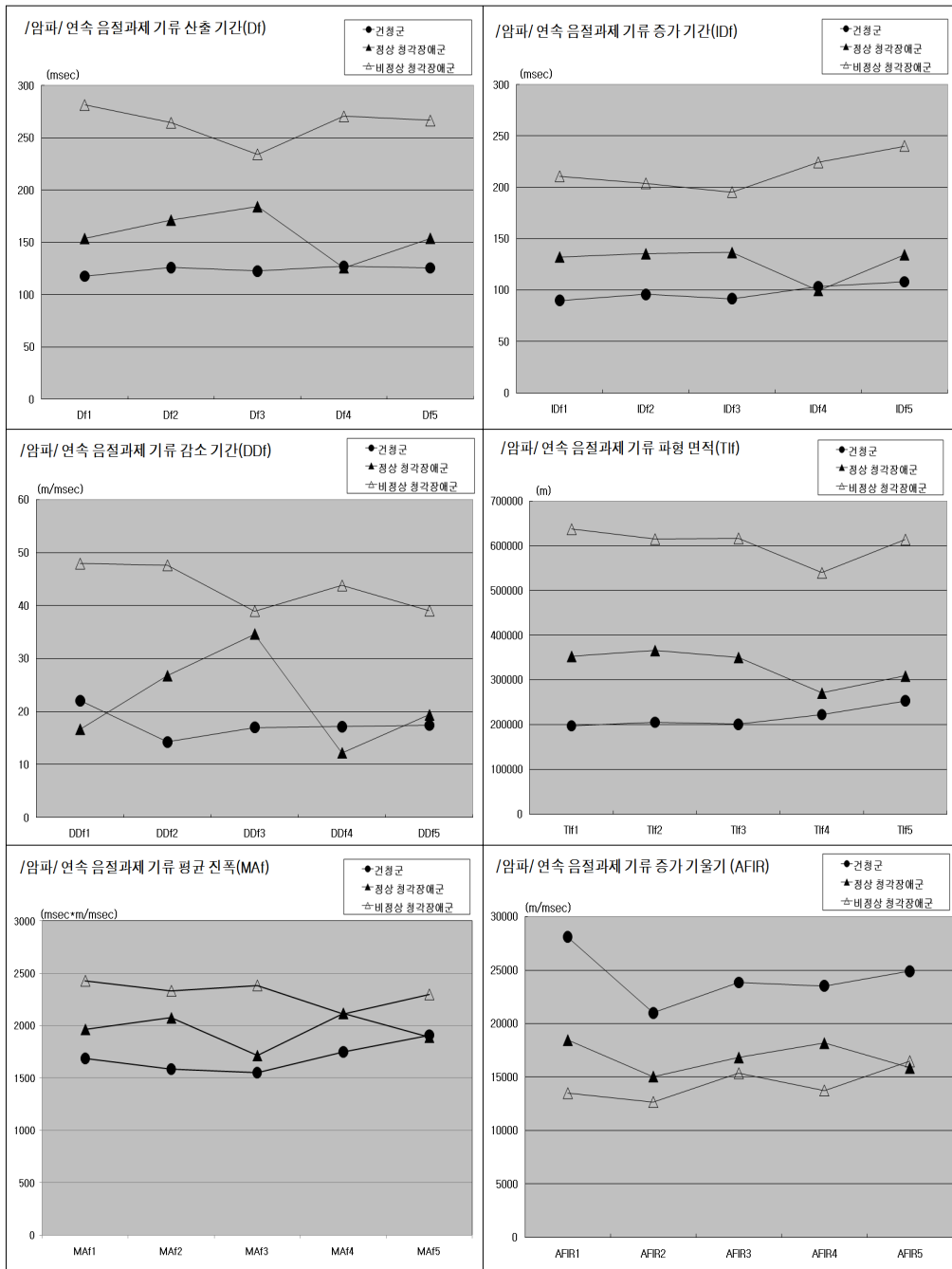
APr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

/암파/연속 음절과제는 앞서 (표 13)에 제시한 자료 분포에 따라 변수 특성을 고려하여 분석 기법이 달리 시행되었다. ‘기류 파형 평균 진폭(MAf)’, ‘기류 감소 기울기(AFDR)’, ‘어중 초성에서의 최대 압력 상승점(MIAF C2)’은 원자료를 이용하였고, ‘기류 산출 기간(Df)’, ‘기류 증가 기간(IDf)’, ‘기류 감소 기간(DDf)’, ‘기류 파형 면적(TIf)’, ‘기류 증가 기울기(AFIR)’, ‘어중 종성에서의 최대 압력 상승점(MIAF C1)’은 log 값을 취하여 분석하였다. 그리고 ‘기류 증가 감소 기울기 비율(AFr)’은 절대값을 취한 후 log 변환하여 분석 시행하였다. 그리고 건청군, 정상 비음치 및 비정상 비음치 청각장애군이 /암파/ 음절을 연속 5회 반복하는 동안 측정된 기류 특성 변수 측정치의 중위수는 각각 (부록 6), (부록 8)와 (부록 9)에 제시하였다. 건청군에 대한 정상 비음치 및 비정상 비음치 청각장애군의 /암파/연속 음절과제의 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과는 (표 19)와 (그림 10)에 제시하였으며, 통계적 유의성은 다음과 같다. 먼저, 정상 비음치 청각장애군은 건청군보다 ‘기류 산출 기간(Df)’과 ‘기류 산출 증가 기간(IDf)’에서 각각 31.56msec ( $p = .0081$ ), 24.92msec( $p = .0282$ ) 더 지연된 중위수 값을 보였다. 그리고 ‘기류 파형 증가 기울기(AFIR)’는 반복 횟수에 따라 1259.68m/msec( $p = .0320$ ) 더 완만한 기울기를 보였다. 또한 통계적으로 유의하게 정상 비음치 청각장애군의 ‘기류 파형 면적(TIf)’이 건청군에 비해 86669.1m/msec( $p = .0118$ ) 더 큰 중위수를 보이고, ‘어중 종성자음의 최대 기류 상승점(MIAF C1)’도 375.5 m/msec( $p = .0482$ ) 더 증가된 중위수 값을 보였다. 다음으로 비정상 비음치 청각장애군과 건청군 간에 통계적으로 유의한 차이를 보인 기류 특성 변수들은 아래와 같다. 비정상 비음치 청각장애군은 건청군보다 ‘기류 산출 기간(Df)’과 ‘기류 산출 증가 기간(IDf)’에서 각각 통계적으로 유의하게 138.14 msec( $p = .0002$ ), 113.16msec( $p = .0011$ ) 더 지연된 중위수를 보였으며, ‘기류의 증가 기울기(AFIR)’에서는 비정상 비음치 청각장애군이 반복 횟수에 따라 4021.96m/msec( $p = .0026$ ) 더 완만한 기울기의 중위수 값을 보였다. 비정상 비음치 청각장애군의 ‘기류 파형 면적(TIf)’은 401794.2 m/msec( $p = .0006$ ), ‘평균 진폭(MAf)’은 641.52m/msec( $p = .0303$ ) 만큼 큰 중위수 값을 보였으며, ‘어중 종성자음 및 초성자음의 최대 기류 상승점(MIAF C1과 C2)’ 각각은 건청군에 비해서 비정상 비음치 청각장애군이 통계적으로 유의하게 중위수가 920.50m/msec( $p = .0208$ ), 1459.27m/msec( $p = .0248$ ) 더 컸다.





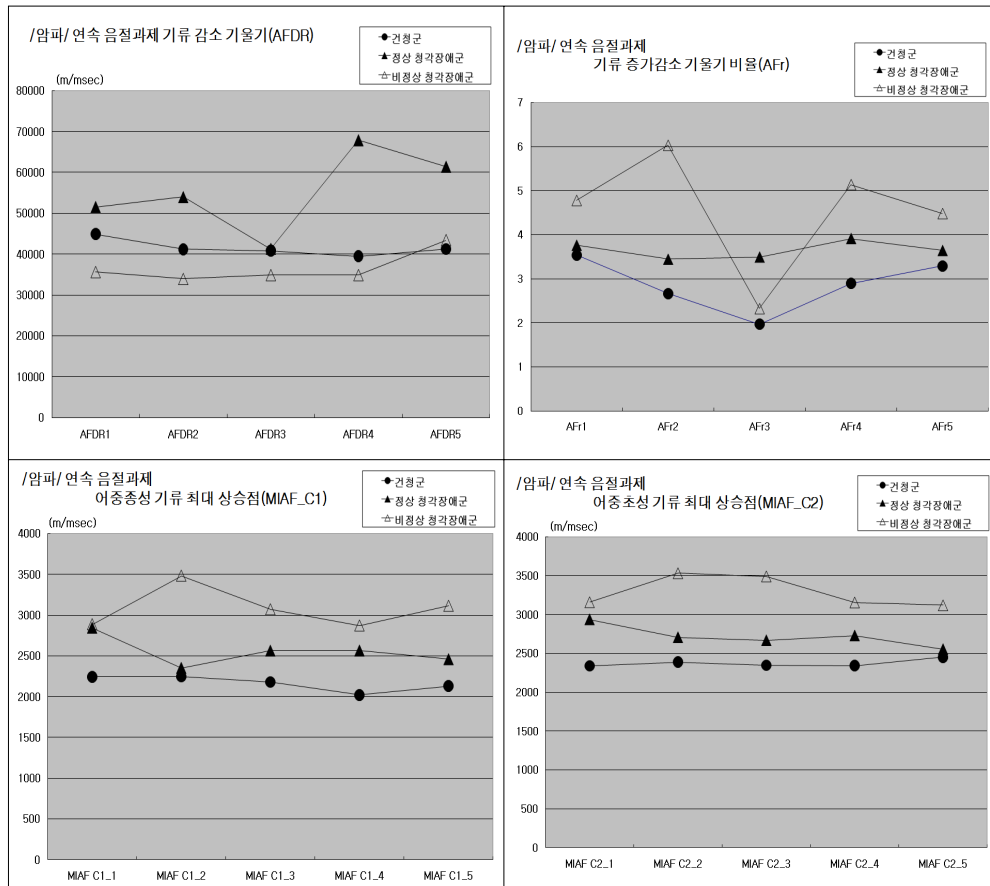


그림 10. 건청군(n=32)에 대한 정상 비음치 청각장애군(n=10)과 비정상 비음치 청각장애군(n=12) 간 /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과.

**표 19.** 건청군(n=32)에 대한 정상 비음치 청각장애군(n=10)과 비정상 비음치 청각장애군(n=12) 간 /압과/연속 음절과제 기류 특성에 대한 혼합 모형 분석 결과

압력 특성	p-값	주효과		반복 횟수	반복 횟수와 집단 간 상호작용	
		정상 비음치 청각장애군	비정상 비음치 청각장애군		정상 비음치 청각장애군	비정상 비음치 청각장애군
Df (msec)		.0081	.0002	.1559	.0515	.0406
IDf (msec)		.0282	.0011	.6089	.4907	.2588
DDf (msec)		.3054	.0403	.8821	.4606	.7491
TIf (msec*m/msec)		.0118	.0006	.8627	.3397	.4615
MAf (m/msec)		.0803	.0303	.9442	.3856	.6631
AFIR (m/msec)		.0267	.0054	.0055	.0320	.0026
AFDR (m/msec)		.7568	.2848	.3102	.1720	.1281
AFr		.2672	.2289	.4909	.8216	.5388
MIAF C1 (m/msec)		.0482	.0208	.4400	.1925	.0946
MIAF C2 (m/msec)		.0908	.0248	.5197	.4875	.6566

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 to vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

### 3.1.3.2. 비음치 유형별 공기역학적 변수 결과

비정상 비음치를 기록한 청각장애군을 유형에 따라, 과다비성군, 과소비성군, 혼합비성군으로 나누었다. 각각 비음치 유형별로 산출한 /압파/의 PAS 파형을 도식화한 예는 (그림 11)과 같다.

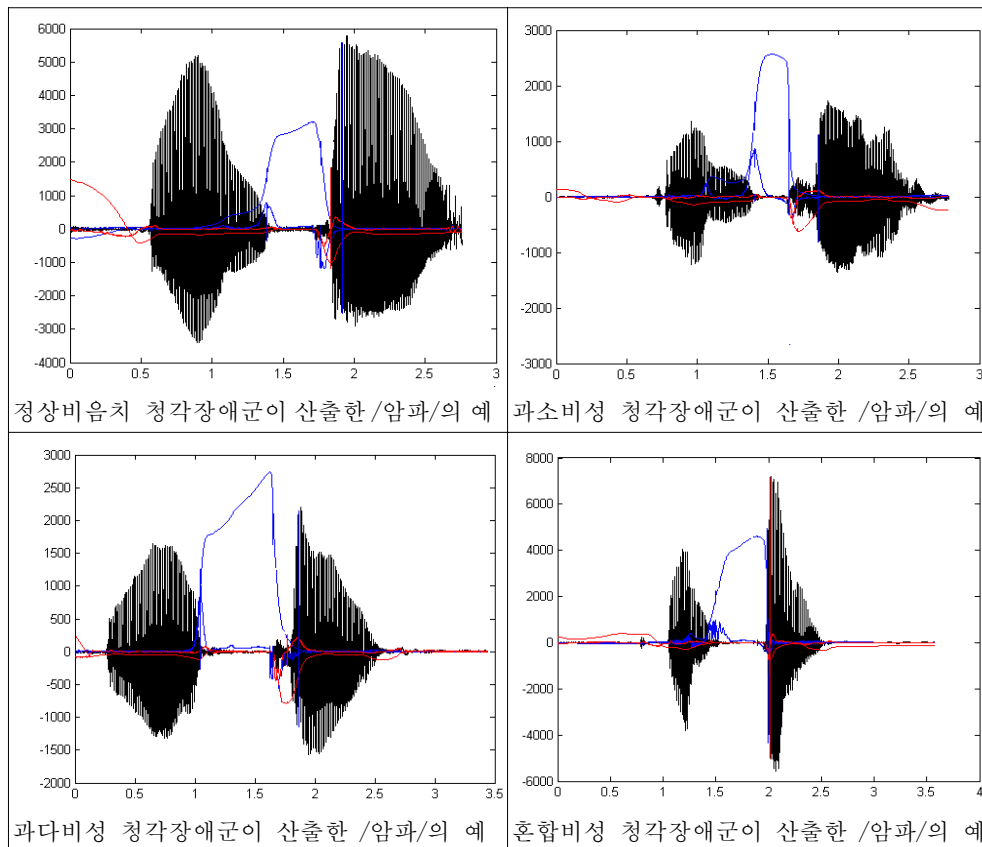


그림 11. 비음치 유형별 /압파/ PAS 파형의 Mat\_lab 7.1 도식화 예.

본 연구에 참여한 피검자들의 비음치 유형별 빈도는 다음과 같다. 건청군은 기준 비음치 2SD를 초과하는 경우가 없었다. 청각장애군의 경우 정상 비음치에 속하는 경우가 10명, 과다비성의 기준치를 기록한 경우는 5명, 과소비성의 기준치에 속한 경우는 14명이었으며, 혼합비성 형태를 보인 경우는 3명이었다.

## 3.2. 청지각적 공명 특성 분석 결과

### 3.2.1. 공명의 수직적 위치 평정 결과

‘공명의 수직적 위치’ 평정은 비음 측정기를 이용하여 비음치 측정을 시행한 청각장애군 46명(남:21명, 여:25명)에 대해 이루어졌다. 본 연구에 참여한 건청군이 ‘공명의 수직적 위치’ 평정에 해당하는 부적절한 공명 위치를 보인 경우는 없었다. 그리고 평정자 3명 모두가 부적절한 공명 위치가 지각되지 않는다고 평정한 청각장애 피검자는 없었다.

#### 3.2.1.1. 공명의 수직적 위치 평정 결과와 일치도

‘공명의 수직적 위치’ 평정은 두 차례에 걸쳐 이루어졌으며, 3명의 평정자 중 2명 이상이 평정한 빈도 결과를 아래 (표 18)에 제시하였다.

표 20. 공명의 수직적 위치 평정 빈도

회기	평정	공명 위치	두개강	비강	인두강	후인두강
			(head)	(nasal)	(pharyngeal)	(throaty)
1차	평정 빈도		13/46	43/46	35/46	5/46
	(평정 빈도/총 피검자 수)		(28.2%)	(93.4%)	(76.0%)	(10.8%)
	일치율	10/13	40/43	29/35	4/5	
2차	평정 빈도		11/46	41/46	30/46	8/46
	(평정 빈도/총 피검자 수)		(23.9%)	(89.1%)	(65.2%)	(17.3%)
	일치율	11/14	39/41	28/30	6/8	
	(평정자 2/3명 일치)	(78.5%)	(95.1%)	(93.3%)	(75%)	

단위는 회

(표 21)에는 평정자 간 일치도를 (표 22)에는 평정자 내 일치도를 제시하였다.

**표 21.** 공명의 수직적 위치 평정의 평정자 간 일치도

일치율	두개강(head)	비강(nasal)	인두강(pharyngeal)	후인두강(throaty)
1차(Kappa)	0.7216	0.8248	0.4108	0.7859
2차(Kappa)	0.8353	0.8083	0.7776	1.0000

**표 22.** 공명의 수직적 위치 평정의 평정자 내 일치도

일치율	두개강(head)	비강(nasal)	인두강(pharyngeal)	후인두강(throaty)
평정자1(Kappa)	0.7511	0.6846	0.5778	1.0000
평정자2(Kappa)	0.7610	0.4945	0.5197	0.6305
평정자3(Kappa)	1.0000	0.5964	0.5852	0.7760

### 3.2.2. 공명의 수직적 위치 평정과 기기분석 결과 비교

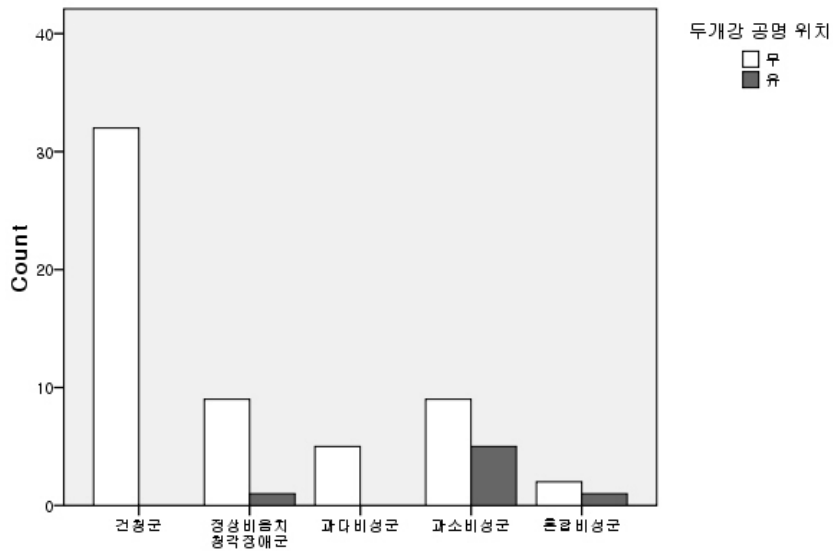
‘공명의 수직적 위치’ 평정에서 3명의 평정자 중 2명 이상이 일치한 경우를 공명 에너지가 일탈된 공명 위치에 집중되어 있는 것으로 간주하여 ‘있음(1)’으로 기록하였다. 이렇게 평정된 공명의 수직적 위치 평정 결과와 비음 측정기를 이용하여 측정된 비음치 유형과 공기역학적 변수 측정치와 비교 분석하였다.

#### 3.2.2.1. 공명의 수직적 위치 평정과 비음치 유형 비교

비음치 유형별(정상 비음치, 과다비성, 과소비성, 혼합비성) ‘공명의 수직적 위치’ 평정 차이 유무를 확인하고자 시행한 피셔의 정확도 검정 결과를 (표 23)에 제시하였으며, 비음치 유형별 수직적 공명 위치는 같다고 할 수 없었다( $p < .05$ ).

**표 23.** 비음치 유형별 공명의 수직적 위치 빈도수와 피서의 정확도 검정

비음치 유형 공명 위치	정상비음치 건청(n=32)	청각장애군 (n=32)				p - 값
		정상비음치 (n=10)	과다비성 (n=5)	과소비성 (n=14)	혼합비성 (n=3)	
두개강	0	1	0	5	1	.0028
비강	0	10	4	14	3	.0001
인두강	0	7	3	12	2	.0001
후인두강	0	1	0	2	1	.0411



**그림 12.** 두개강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형.

(그림 12)에서와 같이 정상 비음치를 기록한 경우에도 두개강 공명 위치로 지각되는 경우가 있으며, 적어도 과다비성에 해당하는 비음치를 기록한 경우는 두개강 공명 위치로 평정된 경우가 없었다.

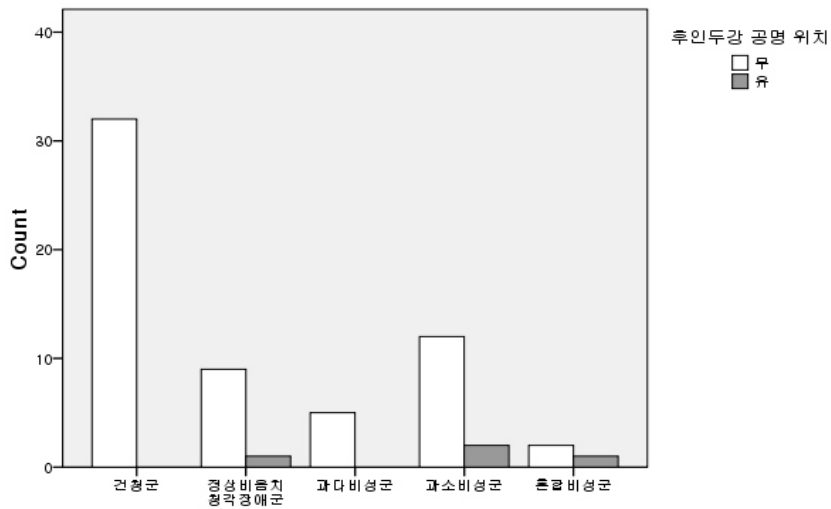


그림 13. 후인두강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형.

(그림 13)에서와 같이 후인두강 공명 위치 역시 정상 비음치를 기록한 경우에도 후인두강 공명 위치로 지각된 경우가 있으며, 적어도 과다비성에 해당하는 비음치를 보이는 경우는 후인두강 공명 위치로 평정된 경우가 없었다.

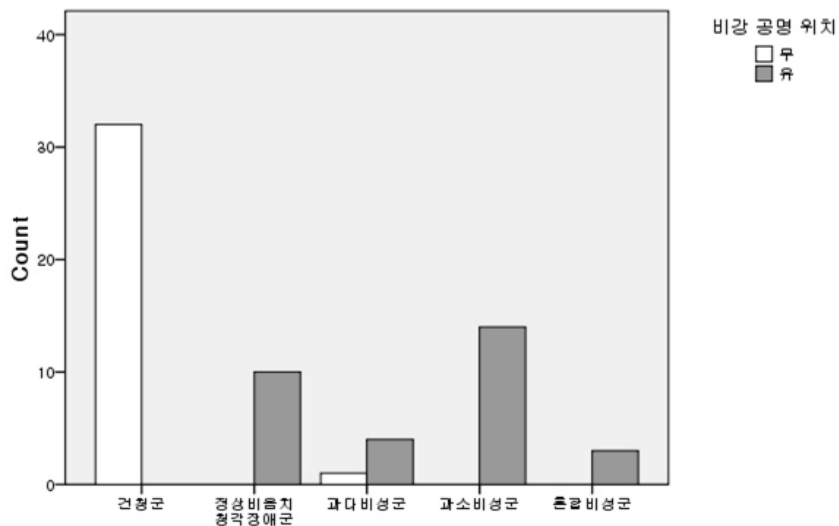


그림 14. 비강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형.



(그림 14)에서와 같이 비강 공명 위치 역시 정상 비음치를 기록한 경우에도 비강 공명 위치로 지각된 경우가 있었다. 한편 적어도 과소비성에 해당하는 비음치를 보인 경우는 비강 공명 위치로 평정된 경우가 없었다.

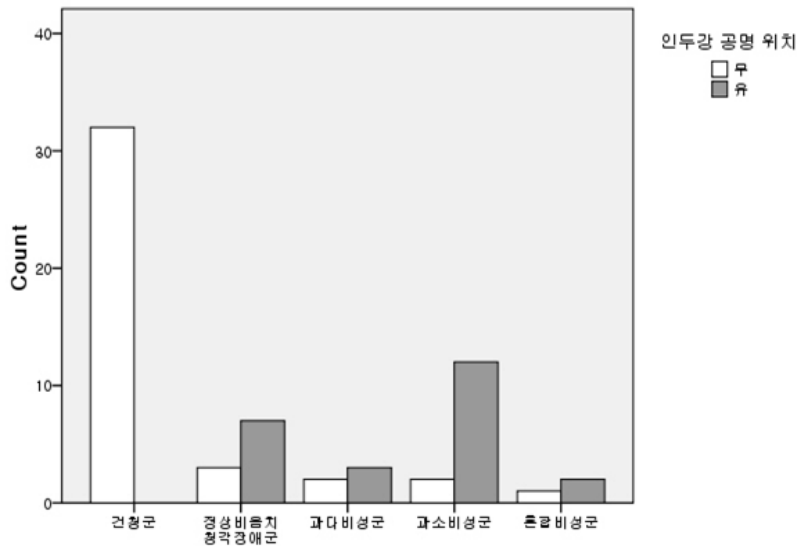


그림 15. 인두강 공명으로 평정된 경우와 비음치 유형.

(그림 15)에서와 같이 인두강 공명 위치 역시 정상 비음치를 기록한 경우에도 인두강 공명 위치로 지각된 경우가 있었다. 그리고 앞서 기술한 다른 공명 위치와 달리 인두강 공명 위치는 다양한 비음치 유형을 포함하고 있었다.

### 3.2.2.2. 공명의 수직적 위치 평정과 공기역학적 변수 비교

‘공명의 수직적 위치’를 적용한 청지각적 평정은 ‘두개강(head)’, ‘비강(nasal)’, ‘인두강(pharyngeal)’, ‘후인두강(throaty)’ 각각의 위치에서 공명 에너지 집중 유무가 지각됨에 따라 ‘있음(1)’ 혹은 ‘없음(0)’으로 기록하였다. 평정자는 피검자의 말소리를 듣고 공명 에너지가 부적절한 위치에 집중된다고 지각되는 대로 모두 기록하도록 하였으므로, 한 명의 피검자에게서 여러 가지 유형의 공명 위치(focus)

가 지각될 수 있다. 본 연구 참여 피검자들의 공명 위치 평정 결과는 (표 24)에 제시된 유형들로 - 인두강 공명 위치 (pharyngeal focus), 비강 공명 위치 (nasal focus), 비강 + 인두강 공명 위치 (nasal + pharyngeal focus), 비강 + 인두강 + 후인두강 공명 위치 (nasal + pharyngeal + throaty focus), 두개강 + 비강 공명 위치 (head + nasal focus), 두개강 + 비강 + 인두강 공명 위치 (head + nasal + pharyngeal focus), 두개강 + 비강 + 인두강 + 후인두강 공명 위치 (head + nasal + pharyngeal + throaty focus) - 나타났다.

**표 24.** 공명의 수직적 위치 평정 발생 유형 및 빈도

발생유형 \ 평정	공명의 수직적 위치 평정				발생 빈도
	두개강 (head)	비강 (nasal)	인두강 (pharyngeal)	후인두강 (throaty)	
정상공명	0	0	0	0	32
ph	0	0	1	0	1
na	0	1	0	0	7
na+ph	0	1	1	0	15
na+ph+th	0	1	1	1	3
he+na	1	1	0	0	2
he+na+ph	1	1	1	0	4
he+na+ph+th	1	1	1	1	1

ph: 인두강(pharyngeal focus)

na:비강(nasal focus)

na+ph: 비강 + 인두강(nasal+pharyngeal focus)

na+ph+th: 비강+인두강 + 후인두강(nasal+pharyngeal+throaty focus)

he+na: 두개강 + 비강(head+nasal focus)

he+na+ph: 두개강 + 비강 + 인두강(head+nasal+pharyngeal focus)

he+na+ph+th: 두개강+비강+인두강+후인두강(head+nasal+pharyngeal+throaty focus)

## 제4장 고찰

### 4.1. 비음치와 연인두 기능

#### 4.1.1. 건청군과 청각장애군의 비음치 비교

비강 공명을 통해서 청각장애 화자의 말소리 특성을 규명하고자 한 선행 연구들에서는 청각장애 화자들이 높은 비음치를 보이는 것으로 보고하였다. 그리고 과다비성을 청각장애 화자의 말 특성으로 주장하였다.<sup>30,67</sup> 한편 청각장애 화자들이 낮은 비음치를 보인다는 연구 결과도 있었다.<sup>59</sup> 이와 마찬가지로 본 연구에서도 청각장애군과 건청군의 비음치 결과는 과제에 따라 서로 다른 양상을 보였는데, 구강자음 과제에서는 청각장애군이 건청군보다 높은 비음치를 보이고, 비강자음 과제와 비강-구강자음 혼합 과제에서는 오히려 청각장애군이 건청군보다 낮은 비음치를 보였다. 이러한 결과는 말 과제의 특성에 따라 비음치의 정도가 상이하게 나타남을 말해 주는데, 비강자음과 구강자음 과제는 각각 연인두 열림과 닫힘의 기능이 서로 다르게 요구되기 때문이다. 이러한 영향과 관련하여 비음치를 이용하여 청각장애 화자의 말 특성을 밝히고자 했던 선행 연구에서는 일탈적인 비성의 문제를 연인두 기능과의 관련성을 밝히기도 하였다.<sup>32</sup> 이에 본 연구의 연인두 기능을 반영하는 과제별 비음치 결과들을 토대로 청각장애 화자의 말 특성을 살펴보았다.

첫째, 건청군과 청각장애군의 음절과제 별 비음치를 살펴보면 다음과 같다. 건청군은 구강자음 /압파/와 비강자음 /암마/ 음절의 비음치가 서로 관련성이 없었다. 왜냐하면, 구강자음 조합 /압파/에서는 연인두 열림이 요구되지 않고, 비강자음 조합 /암마/에서는 연인두 닫힘이 요구되지 않기 때문이다. 그러나 청각장애군은 구강자음 과제 /압파/의 비음치가 높으면, 비강자음 과제 /암마/의 비음치도

높고, /압과/에서 비음치가 낮으면, /암마/의 비음치도 낮은 경향을 보였다. 청각 장애군이 보인 이러한 비성 경향은 연인두 개폐와 관련지어 설명할 수 있다. 연인두 개폐 요구와 상관없이 비음치가 상승하거나 감소한다는 것은 음운 구조에 관계없이 연인두가 열려있는 경향 혹은 연인두가 닫혀있는 경향을 보이는 것으로 해석할 수 있었다.

두 번째, 문단과제의 경우, 건청군과 청각장애군 모두 음운 환경에 상관없이 비음치 경향이 유사하였다. 건청군이 보인 통계적인 유의성에 대해서는 개개인이 갖는 고유의 말소리 특성과 관련지어 설명할 수 있다. 예를 들어 남성과 여성 혹은 성인과 아동이 갖는 말소리 특성이 있다. 개개인 고유의 음도, 공명 등의 정도가 일탈적이지 않은 범위에 있다면, 병리적이라기보다 화자 개인의 특성으로 받아들여진다. 비음성도 일탈적이지 않은 수준이라면 과다 혹은 과소비성 경향을 갖는 화자 개인의 고유한 특성으로 설명될 수 있다. 비성 경향이 많다 혹은 적다는 것은 구강자음뿐 아니라 비강자음에서도 마찬가지로일 것이고, 어떤 음운 환경을 막론하고 과다 혹은 과소 비성 경향을 나타냄을 의미한다. 그런데 기존의 비강 공명 평가는 분절적인 기준에서 이루어져왔다. 일반적으로 과다비성은 구강자음 과제의 비음치가 기준 보다 큰 경우를 일컬으며, 과소비성은 비강자음에서 비음치가 기준치 보다 적은 경우로 평가해왔다. 그러나 위에 언급한 바와 같이 개인이 보이는 비성 특성은 비강자음이나 구강자음이나하는 분절적인 측면에 국한된 것이 아니었다. 또한 공명은 진동 에너지가 공명체 혹은 공명장에서 일어나는 물리적인 현상으로 단순히 특정 음운 환경에서 지각되어지는 현상으로 설명하는 것은 완전하지 못하다. 그러므로 공명 특성을 분절적인 기준으로 설명하는 것에는 한계가 있다. 실제로 (표 9)에서 볼 수 있듯이 먼저, 기존에 제공된 비음치 기준과의 비교를 살펴보면 다음과 같다. 건청군의 비음치는 구강자음 문단이나 비강자음 문단과제 모두에서 기준치 보다 높은 경향을 보였다. 이는 본 연구에서 표집된 건청군이 기준치 피검 집단에 비해 비성도가 비교적 큰 화자들로 구성되어 있다고 할 수 있다. 반면, 청각장애군의 비음치는 기준치 보다 구강자음 문단에서는 높고, 비강자음 문단에서는 낮았다. 이는 연인두 닫힘이 요구되는 문단과제에서 비강으로 열린 경향을 보이고, 비강 통로가 열려야 하는 비강자음 과제에

서는 단힌 경향을 보였음을 말해 준다. 그리고 청각장애군이 보인 비성 정도는 건청군에 비해서 일관성이 떨어지며, 단순히 과다 혹은 과소로 설명하기 어렵다는 것을 시사한다. 또한 건청군과 청각장애군 간의 비음치 비교 결과에서도 이와 유사한 결과를 보였다. 청각장애군의 비음치는 건청군에 비해서 구강자음 음절 및 문단과제 모두에서 유의하게 높고, 비강자음 음절 및 문단과제에서는 모두 유의하게 낮았다. 결국 음운 환경으로 구분되는 분절적 기준을 통해 비음치가 ‘높다’ 혹은 ‘낮다’는 식의 이분법적인 기술은 청각장애 화자의 공명 특성을 충분히 반영하지 못했다. 결론적으로 공명 특성은 말소리 패턴의 전반적인 연속선상에서 이야기 되어져야 한다. 그리고 화자의 말소리 패턴을 단순히 정상 혹은 비정상적으로 설명하기에 앞서, 화자의 말소리 특성으로 받아들여져야 한다.<sup>18</sup>

요컨대 연속 발화(connected speech) 형태의 문단과제는 건청군에 비해서 비음치가 높고 낮음에 대한 정보와 화자의 말소리 수용 정도를 제공할 수 있었다. 그리고 청각장애인의 보이는 공명 문제 본질에 대한 해석은 공명강의 움직임을 반영해 주는 비강 - 구강자음 음절과제를 통해서 가능할 것으로 생각된다.

#### 4.1.2. 음절과제에 따른 연인두 기능과 공기역학적 관계

연인두 폐쇄 부전 화자를 대상으로 한 선행 연구에서 이미 /-mp-/ 음절이 연인두 기능의 역동성을 잘 보여주는 음운 환경임이 제안되었다.<sup>36-38</sup> 이에 따라 본 연구에서도 비강 - 구강자음이 연달아 산출되는 조건의 음절 조합인 /암과/를 선정하였다. 한편, 개별 음절 산출보다는 음절을 연속적으로 반복 산출하는 것이 청각장애 화자의 말소리 특성을 더 잘 반영해 준다는 선행 연구도 있었다.<sup>19,33</sup> 그리고 일부 연인두 폐쇄 부전을 환자들은 개별 음소 산출 시에는 연인두 폐쇄를 이루었다가도 연속 발화 산출 시에는 연인두 폐쇄 부전을 보이는 경우가 있음을 보고하였다.<sup>68</sup> 이러한 연구 결과들에 따라 본 연구에서는 /암과/ 음절과제의 산출 유형을 개별 음절과제와 연속 음절과제로 나누어 시행하였다. 특히 /암과/연속 음절과제는 /-mp-/ 음운 환경의 음절을 쉽 없이 반복 산출하게 함으로써 연속

발화 형태를 반영하면서 연인두 개폐가 연달아 나타나는 조건을 만족하게 된다.

본 연구에서는 이렇게 선정된 /암파/개별 음절과제와 연속 음절과제의 공기역학적 측면을 살펴보았다. (표 12), (표 19) 및 (그림 8)의 기류 특성 차이 검정 결과를 보면, 청각장애군이 /암파/개별 음절과제와 연속 음절과제에서 공통적으로 ‘어중 중성자음 /ㅁ/에서 어중 초성자음 /ㅍ/에 이르는 기류 증가 기간(IDf)’이 지연됨을 알 수 있다. 이는 연인두의 순간적인 움직임이 지연되고 있음을 시사한다. 그리고 증가한 기류의 양을 통해 연인두가 열려있는 상태가 유지되고 있음을 알 수 있다. 다시 말해서 청각장애 화자가 비강-구강 조합 음절을 산출하는 동안 연인두가 열린 상태(velopharyngeal opening) 혹은 닫힌 상태(velopharyngeal closure)가 유지됨으로 인해 결국 연인두 개폐의 조화가 깨지게 된다. 이러한 시간 특성의 지연은 연인두 폐쇄 부전을 주된 특성으로 보이는 구개열 환자군에서도 확인되어 왔다.<sup>39,41</sup> 그러나 청각장애 화자는 연인두 폐쇄 부전을 보이는 구개열 환자와는 달리 기질적인 문제를 동반하지 않는다. 그리고 근전도 활동(electromyographic activity)과 비디오투시조영술(videofluoroscopy), 비디오비인두 내시경검사를 이용하여 연인두 구조물들의 운동성을 살펴본 연구에서도 청각장애 화자의 근육 활동은 정상 범주에 속함이 밝혀졌다.<sup>19,32,45</sup> 심지어 과다비성 정도가 심한 청각장애인도 근육 운동 자체에는 문제가 없었다. 그럼에도 불구하고 발화 시에는 연인두 폐쇄에 결함을 보였다. 이러한 결과에 대해 연구자들은 청각장애인의 연인두 폐쇄의 결함을 약한 연인두 폐쇄, 부적절한 협응 등 기능적인 측면으로 설명하였다.<sup>45</sup>

청각장애인들이 기질적인 결함이 없음에도 불구하고 연인두 기능에 문제를 보인다는 사실에 대해 일각에서는 청력 손실로 인한 청각적 피드백의 부족에 기인하는 것으로 설명하였다. 말소리에 대한 모니터링은 말을 산출하기 전에 먼저 조절(feedforward)하고 말을 산출함과 동시에 혹은 산출한 직후 바로 청각적으로 피드백을 받아<sup>69</sup> 재조절하는 기능이 조화롭게 이루어질 때 가능하다. 그러나 청각장애인은 청력 손실로 인해 이러한 기능에 제한을 갖는다. 부족한 청각적 피드백은 말소리를 산출하는 매순간 적절하게 관련 기관을 조절할 기회를 놓치게 한다. 그리고 말소리 산출을 위한 미세한 근육의 협응이 요구되는 그 순간에 일어나야

할 청각적 피드백의 부족으로 인해 말소리를 산출하는 기관의 미세한 움직임을 획득하지 못하거나 부적절하게 습득하게 된다. 즉, 청각장애인의 연인두 개폐 기능이 청각적 모니터 기능의 결함에 기인한다고<sup>24,30,45,67</sup> 할 수 있다. 또한 청각장애인의 공명 문제는 말 운동 시스템 중 하나인 연인두 폐쇄의 약함이나 부적절한 협응에 기인하며, 잘못 학습된(mislearning) 기능적인 문제로<sup>70</sup> 다루는 것이 타당하다. 한편, 말소리 산출 관련 기관의 적절치 못한 조절(control)과 피드백은 분절적인 측면 뿐 아니라 음색, 음질, 음량 등의 조절과 같은 초분절적인 면에도 영향을 미친다.<sup>71</sup> 그렇기 때문에 청각장애인의 일탈적인 비성 양상을 과다비성이나 과소비성의 개념만으로 설명하는 것은 충분하지 않다. 왜냐하면 연인두의 움직임과 관련한 정보를 충분히 반영해 주지 못하기 때문이다. 따라서 음절 연속 발화 시에 관찰되는 부적절한 연인두 폐쇄 혹은 열림 상태와 관련하여<sup>32,33</sup> 청각장애인의 공명 문제를 연인두 열림 경향, 연인두 닫힘 경향, 연인두 운동의 부적절한 협응으로 설명할 것을 제안한다.

말 산출 과제와 관련하여 이미 4.1.1에서 문단과제보다는 음절과제가 연인두 기능의 제한을 설명하는데 더 유용함을 언급하였다. 개별 음절과제 혹은 음절을 반복하는 동안에 부적절한 연인두 폐쇄와 더불어 연인두 열림 상태가 관찰되므로<sup>32,33,72</sup> 음절과제에서 청각장애인의 연인두 열림 경향이나 닫힘 경향이 더 잘 드러났다. 또한 연인두 기능 부전을 보이는 화자는 /암과/와 같은 비강-구강자음 개별 음절과제보다 연속적으로 연인두 구조물들의 복잡한 시공간적인 움직임이 요구되는 /암과/연속 음절과제에서 연인두 개폐 운동 수행에 대한 부담이 증가된다. 그 결과 더 많은 공기역학적 변수에서 차이가 발생하였다.<sup>39</sup> 본 연구의 (표 11), (표 17) 및 (그림 8)에서 보여주듯이 개별 음절과제보다 연속 음절과제에서 건청군과 청각장애군이 더 많은 공기역학적 변수에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 따라서 청각장애인의 공명 문제를 평가할 때, 비강-구강자음 조합과 같은 구조화된 연속 음절과제를 통해 그 특징을 살펴보는 것이 더 적합하다고 할 수 있다.<sup>72</sup>

## 4.2. 공기역학적 측정치와 비음치 비교 분석

### 4.2.1. 건청군과 청각장애군의 공기역학적 변수 비교

건청군과 청각장애군이 보이는 각 과제에서의 압력 특성을 살펴본 결과, 구강자음 조합으로만 이루어진 /압과/와 비강-구강자음 조합으로 이루어진 /압과/개별 음절과제에서는 압력 특성 변수에서 통계적인 차이를 발견할 수 없었다. 이러한 결과는 성대 수준에서는 발성을 위한 압력 형성에 차이가 없음을 시사한다. 한편 즉, 발화 산출을 위한 압력 형성에 제한을 갖지 않는다고 할 수 있다. 그러나 /압과/연속 음절과제에서는 건청군에 비해서 청각장애군이 음절 반복 횟수에 따라 ‘어중 종성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’이 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 기류 특성에서 보여준 연인두 개폐의 부조화와 더불어 음절 반복이 증가됨에 따라 충분한 압력 형성에 제한을 보인다고 할 수 있다.

한편, 기류 특성 변수와 관련한 차이를 살펴보면 다음과 같다. /압과/개별 음절과제의 기류 특성 변수 중 시간 특성을 반영하는 ‘어중 종성자음 /口/에서 어중 초성자음 /ㅍ/에 이르는 기류 증가 기간(IDf)’이 길어지면서 ‘어중 종성자음과 어중 초성자음 간의 기류 산출 기간(Df)’도 길어졌다. 기류 상승 시간 및 유지 시간에 대한 정보는 연인두 개폐에 대한 조화를 대변해 주며,<sup>39-41</sup> 청각장애군에서 보인 시간 특성의 지연은 연인두 개폐 움직임의 부조화를 시사한다고 할 수 있다. 이와 더불어 청각장애군은 ‘평균 기류 진폭(MAf)’이 커지면서 시간과 진폭의 상호작용을 반영하는 ‘기류 곡선의 면적(TIf)’도 커졌다. 이렇게 커진 ‘과형 면적(TIf)’은 연인두 폐쇄 부진 정도가 심할수록 크게 나타나고, 커진 ‘평균 기류 진폭(MAf)’은 왜곡된 공명 정도를 반영하는 변수로<sup>40</sup> 알려져 왔다. 결과적으로 비강-구강자음 조합 음절과제에서 차이를 보인 기류 특성 변수들을 통해서 청각장애군의 연인두 개폐의 부조화 및 왜곡된 공명 양상을 설명할 수 있었다.

연인두 폐쇄 부진을 보이는 대표적인 환자군인 구개열을 대상으로 한 연구에서는 비강-구강자음 조합 음절을 산출하는 동안 완만한 기울기에 하강 지점도



깊지 못한 것으로 보고하였다.<sup>41</sup> 그러나 본 연구의 청각장애군은 기질적인 문제로 인한 연인두 폐쇄 부전을 보이는 구개과열 환자군과는 다른 공기역학적 특성 결과를 보여주었다. 청각장애군에서는 비강-구강자음 조합 음절을 산출하는 동안 오히려 ‘어중 종성자음의 최대 기류 상승점(MIAF C1)’과 ‘어중 초성 자음의 최대 기류 상승점(MIAF C2)’이 더 크게 나타났다. 이러한 결과는 청각장애 화자가 말을 산출할 때, 적절히 기류를 조절하면서 균등하게 산출하지 못하고 공명 에너지를 막아두었다가 어느 순간 폭발적으로 방출함으로써 급작스럽게 기류를 증가시키고 있음을 말해 준다. 이렇게 연인두 움직임의 부조화로 인해 음절을 연속해서 산출할 때 충분히 압력을 형성하지 못한 채 방출하게 되는 결과를 낳게 되고, 반복 횟수가 증가함에 따라 ‘어중 종성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’이 감소하는 결과를 가져온 것으로 생각된다. 앞서 기술한 바와 같이 연인두 폐쇄 부전을 보이는 구개열 환자의 경우 형성된 압력이나 기류가 기질적인 문제로 인해 공명장에서 빠져나가는 경향을 보이며, 청각장애군은 기능적인 제한으로 인해 연속적인 연인두 개폐 움직임이 반복될 때 연인두가 열리는 순간이 발생하는 것으로 보고되었다. 본 연구 결과에서도 연인두 폐쇄 부전을 동반한 구개열 환자군과 마찬가지로 청각장애군 역시 기류 산출 시간이 지연을 보였는데, /암과/개별 음절과제에서 보다 연속 음절과제에서 더 커지는 경향을 나타냈다. 즉, 연속적인 연인두 개폐가 요구되는 음절과제에서 연인두 개폐 부조화는 더 심화되어 산출 기간은 지연되면서, 연인두 포트(velopharyngeal port)를 열었다 닫아야 하는 순간을 놓치게 되고,<sup>19,24</sup> 연인두 운동이 멈춘 열린 상태가 유지됨을 예상할 수 있다. 그 결과 본 연구 결과에서 보여준 바대로 ‘어중 종성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’의 감소를 야기하게 된다고 할 수 있다. 또한 선행 연구에 따르면 구인두강의 압력과 기류 최대 정점이 연인두 열림과 일치하는 것으로 보고되었으며,<sup>66</sup> 청각장애인은 구강자음 음절(CV)을 반복 산출하는 동안 연인두 열림이 나타나기도 한다는 보고가 있다.<sup>31,32</sup> 즉, ‘최대 압력 상승점(MIAP C1)’과 ‘최대 기류 상승점(MIAF)’의 차이는 앞선 선행 연구 결과와<sup>32</sup> 마찬가지로 연인두 열림에 대한 결과라고 판단되어지며, 반복해서 음절을 산출하는 동안 부적절하게 연인두가 열리는 순간이 있었음을 반영한다고 할 수 있다. 그런데 청각장애 화자는 기질적

인 문제를 갖는 구개열 환자와는 달리 말 산출을 위해 형성된 기류를 공명강 밖으로 방출하지 않고, 공명강 특정 위치에 집중시킴으로서 기류 산출 시간이 지연되면서 타이밍을 놓치게 된다. 이어서 집중된 에너지를 산출함으로서 기질적인 문제를 동반한 화자의 기류 상승폭이 감소되었던 것과는 반대로 기류 최대 상승점이 비정상적으로 증가된다. 그리고 이어지는 종성자음 산출을 위한 압력 형성을 충분히 형성하지 못하는 결과를 낳게 되는 것으로 보인다. 결론적으로 청각장애군이 보이는 연인두 운동의 기능적인 제한은 기질적인 문제를 동반한 연인두 폐쇄 부전 환자와 차별화하여 다음과 같이 설명할 수 있다. 비강-구강자음 조합 음절과 같이 연인두 개폐의 상반된 움직임이 연속적으로 요구되는 환경에서 공명강을 통과하는 기류 및 공명 에너지가 연인두 포트를 빠져나올 때, 기질적인 문제를 갖는 집단과 달리 연인두 기능의 부조화를 극복하기 위해서 공명 에너지를 부적절한 위치에 머무르게 한다. 그 결과 ‘기류 산출 시간(Df, IDf)’은 지연되고 집중된 에너지를 한꺼번에 방출하면서 ‘기류 최대 상승점(MIAF C1과 C2)’이 비정상적으로 커지고, 음절 반복이 계속됨에 따라 점차 ‘어중 종성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’은 감소하는 결과를 초래한다.

#### 4.2.2. 건청군과 정상 및 비정상 비음치 청각장애군의 공기역학적 특성 비교

비음치를 2SD 기준으로 정상 비음치와 비정상 비음치로 구분하고, 건청군과 정상 비음치를 보인 청각장애군 및 비정상 비음치를 보인 청각장애군으로 나누어 공기역학적 특성을 비교하였다. 이 세 집단 간에 /압과/개별 음절과제에서는 기류 및 압력 특성에 해당하는 모든 변수에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 구강자음만으로 구성된 음절과제에서 이러한 결과를 보인 것은 성문 하압 형성과 같은 기본적인 발성 기능에는 제한 없음을 시사한다. 그러나 기류 특성 변수에서는 세 집단 간에 차이를 보였는데, /압과/개별 음절과제에서는 건청군에 비해서 어중 종성자음에서 어중 초성자음으로 이어지는 ‘기류 산출 증가 기

간(IDf)'이 지연되면서 '어중 종성자음과 어중 초성자음 간의 기류 산출 기간(Df)'이 길어지게 되고, 큰 '기류 과형 면적(TIf)'을 보이면서 '어중 종성자음의 기류 최대 상승점(MIAF C1)'도 커졌다. 각 변수의 중위수와 평균값은 건청군, 정상 비음치 청각장애군, 비정상 비음치 청각장애군의 순으로 커졌다. 이러한 현상은 앞에 기술한 청각장애인의 연인두 개폐 부조화를 반영하며, 연인두 개폐 부조화 극복을 위해 공명 에너지를 부적절한 위치에 머무르게 한 결과로 설명할 수 있다.

다음으로 연인두 개폐가 연속적으로 요구되는 /암파/연속 음절과제를 살펴보면 다음과 같다. 연속 음절과제 역시 개별 음절과제와 마찬가지로 압력 특성에서는 집단 간에 차이를 보이지 않았다. 앞서 결과 (표 19)와 (그림 10)에 이미 기술하였던 /암파/연속 과제의 기류 특성을 살펴보면, 정상 비음치 청각장애군은 어중 종성자음 /ㅁ/에서 어중 초성자음 /ㅍ/에 이르는 '기류 증가 기울기(AFIR)'에서 건청군에 비해 완만한 기울기를 보이면서 '기류 증가 기간(IDf)'가 지연되고 큰 '기류 과형 면적(TIf)'을 보이면서 '어중 종성자음의 기류 최대 상승점(MIAF C1)'이 증가하는 형태를 보였다. 이러한 기류 증가의 변이성이 건청군에 비해서 크고 민첩성이 저하되어 있음을 시사한다. 그리고 건청군과 비정상 비음치 청각장애군 간에는 '기류 감소 시간(DDf)', '기류 감소 기울기(AFDR)', '기류의 증가감소 기울기 비율(AFr)'을 제외한 나머지 변수 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 이러한 결과는 앞서 /암파/개별 음절과제 비교 결과에서 기술하였던 바와 같이, 비강 - 구강자음 조합이 연속되는 /암파/연속 음절과제에서도 순간적으로 닫히고 열리는 시간의 지연으로 연인두 접촉의 기회를 놓치게 되고 이어서 다시 연인두 열기를 시도하는 순간 닫혀야하는 순간을 직면하게 됨을 시사한다. 그 결과 지연된 시간 특성과 더불어 완만한 기울기를 보이게 될 것이다. 이렇게 연인두 접촉 기회를 계속해서 놓치게 되면서<sup>19,32</sup> 기류는 밖으로 방출되고 결국 '자음의 최대 기류 상승점(MIAF)'은 증가된 양상을 보이게 되면서, 급작스러운 기류 방출이나 혹은 균형이 깨진 기류 산출 양상을 보이게 된다. (표 18)과 (그림 10)에서와 같이 '최대 기류 상승점(MIAF)'이 건청군보다 정상 비음치 청각장애군에서 더 크고, 정상 비음치 청각장애군보다 비정상 비음치 청각장애군에서 더 커지는 결과를 낳게 된 것으로 보인다. 또한 /암파/ 음절 반복이 연속됨에 따라 정상

비음치 청각장애군보다 비정상 비음치 청각장애군에서 ‘어중 중성자음의 최대 압력 상승점(MIAP C1)’이 더 감소하였다. 또한 건청군에 비하여 비정상 비음치 청각장애군은 지연된 ‘기류 산출 기간(Df)’, 증가된 ‘평균 기류 진폭(MAf)’과 ‘기류 상승점(MIAF)’을 보였다. 그리고 연인두 폐쇄 부전의 정도를 반영하는<sup>40</sup> 시간 측면과 진폭의 상호작용을 내포하는 ‘파형 면적(TIf)’도 건청군에 비하여 크게 나타났다. 즉, 건청군에 비해서 지연된 ‘기류 산출시간(Df)’에 증가된 ‘진폭(MAf)’을 보이면서 기류 상승이 과도해지고 이에 따라 연인두 폐쇄 기능이 저하되면서 기류가 방출된 양 즉, 면적이 커지는 결과를 낳는다. 이는 왜곡된 공명 양상을 반영하는 진폭과 연인두 폐쇄 부전이 심할수록 크게 측정되는 것으로 보고되는 면적 등의 변수에서 보인 차이를 밝힘으로써 선행 연구 결과를<sup>40,41,43</sup> 지지한다. 즉, 각각의 공기역학적 변수들을 통해서 청각장애군의 연인두 개폐 기능을 확인할 수 있었으며, 선행 연구들에서 제시한 바대로 시간적인 측면과 기류 변수 간의 상호작용을 반영하는 변수들이 연인두 기능의 역동성에 대한 설명력이 크다고 할 수 있다.<sup>43,72</sup> 마지막으로 연인두 시스템의 역동적인 움직임의 시간 특성과 기류 특성이 더 잘 반영할 수 있는 평가 과제로서 비강 - 구강자음 조합의 음소 조합이 더 유용하리라는 선행 연구 결과들과도 일치하며<sup>33,36,37,42</sup> 이를 지지한다.

#### 4.2.3. 비음치 유형에 따른 공기역학적 변수 비교

전체 피검군을 비음치 유형에 따라 각 하위 집단을 정상 비음치 청각장애군, 과다비성군, 과소비성군, 혼합비성군으로 분류하였다. 본 연구에서는 공기역학적 변수들의 각 집단 간 통계적 유의성을 살펴보는 못하였다. 그러나 비음 측정기를 통해 측정된 비음치 유형은 과소비성이 14명으로 가장 많았으며, 이어 정상 비음치, 과다비성, 혼합비성의 순으로 나타났다. 과소비성의 형태가 가장 많았음은 앞의 공기역학적 변수들의 분석 결과에서 보여준 바와 같이 기류 및 공명 에너지를 산출하지 못하고 공명강 어딘가에 머무르게 하고 방출하지 못하고 있음을 시사한다.

## 4.3 공명의 수직적 위치 평정과 기기를 이용한 분석

### 4.3.1. 공명의 수직적 위치 평정에 따른 비음치 유형 비교

이미 앞에서 언급한 바와 같이 공명의 수직적 위치 평정에 따른 비음치 유형에 따라 차이가 있었다. 그리고 공기역학적 측정 변수와 비음치 비교에서 언급한 바와 같이 정상 비음치를 기록하였으나, 공명의 수직적 위치 평정에서 일탈된 공명으로 평정된 경우들도 있었다. 언어발달 이후 청력을 손실한 청각장애인을 대상으로 한 선행 연구에서 일탈적인 비강 공명을 보임에도 불구하고 표준화된 문구를 이용한 비음치 측정 결과에서는 정상 범주에 속하는 것을 발견하였다.<sup>73</sup> 그리고 청각장애 화자의 말소리를 듣고 비음도의 과다 혹은 과소 정도를 청지각적으로 평정하는 것은 매우 어려운 과제임을 토로하였다.<sup>73</sup> 기기를 이용한 비음치 측정치는 객관적인 수치를 제공해 준다는 점에서 유용하지만, 과도하게 일탈적인 공명이나 말소리 특성을 동반하는 경우 기기적인 측정에 제한을 갖게 됨을 시사한다. 본 연구 결과에서도 비록 비음치는 정상 범주에 포함된다 할지라도 청지각적으로는 일탈적인 공명 문제가 지각되기도 하였다. 그리고 그 정도를 비강 공명에만 국한하여 평정한다는 것은 더욱 쉬운 일이 아니었다. 이러한 이유로 비강 공명 뿐 아니라 전체 공명강의 위치에 따라 평정할 것을 본 연구에서 제안하였다. (그림 12) 두개강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형, (그림 13) 후인두강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형, (그림 14) 비강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형, (그림 15) 인두강 공명 위치로 평정된 경우와 비음치 유형 모두에서 정상 비음치를 기록하였음에도 불구하고 일부 피검자는 공명의 수직적 위치 평정을 통해 일탈적인 공명 양상을 동반하는 것으로 지적된다. 즉, 비음 측정기를 이용한 측정에서는 정상 범주에 속했을지 모르지만, 공명의 수직적 위치 평정을 통해 일탈적인 공명 양상을 보인 화자가 청지각적으로는 비정상적인 것으로 판단된 경우이다. 인간의 공명강은 마치 한쪽이 막혀있는 관에 비교해 볼 수 있으며, 성대 원음은 성대 상부 공간을 지나 성도를 통과하면서 형성된 공명

에너지가 구강이나 비강과 같이 일종의 열려있는 관의 끝으로 방출되어야 한다. 그런데, (그림 12)의 두개강 공명 위치와 (그림 13)의 후인두강 공명 위치 평정에 대한 도식을 보면, 적어도 과다비성에 해당하는 비음치를 보인 경우는 두개강이나 후인두강 공명 위치로 평정되지 않았음을 발견할 수 있다. 즉, 두개강이나 후인두강 공명 위치로 평정되는 경우, 공명 에너지가 밖으로 방출되지 못하고 다른 공명강에 집중되어 있는 상태가 됨을 시사한다. (그림 14)의 비강 공명 위치에서도 역시 정상 비음치를 기록하였음에도 불구하고 공명 에너지가 비강에 집중되어 있는 것으로 지각되는 경우가 있었다. 그리고 본 연구 결과에서 보여주는 바와 같이 과소비성에 해당하는 비음치를 보인 경우는 모두 비강 공명 위치로 평정되었음도 발견하게 된다. 즉, 비강 공명 위치는 공명 에너지가 비강에 집중되어 밖으로 방출되지 못하고 머물러 있는 경우라 할 수 있다. 이러한 개념은 맹관 공명 중에서 소리가 비강의 앞쪽에 꼭 막혀 있게 되는 과소비성의 변형된 형태로 설명되기도 한다.<sup>70</sup> 이렇게 에너지가 방출되어야 할 공명강인 비강에 공명 에너지가 집중되어 막혀 있게 되는 경우 ‘공명의 수직적 위치’ 평정에서 비강 공명 위치(nasal focus)로 지각하게 됨을 알 수 있다. 따라서 ‘공명의 수직적 위치’에서의 비강 공명 위치란, 공명 에너지가 비강에 집중되어 공명강의 한 부분인 비강의 끝이 막혀있는 듯 지각되는 과소비성의 한 형태로 설명하고 재정의하고자 한다.

한편, 인두강 공명 위치로 평정된 경우를 보면, 정상 비음치를 보인 경우에서부터 과다비성, 과소비성, 혼합비성을 보인 경우까지 다양하였다. 공명 에너지가 인두강에 머무르게 되는 것은 혀가 지나치게 뒤쪽으로 당겨지고 인두벽은 수축하면서 구인두강(oropharyngeal)에 공명 에너지가 집중되는 또 다른 형태의 맹관공명으로 설명되어 질 수 있다.<sup>66,74</sup> 이러한 맹관 공명의 형태는 전형적인 청각장애인의 음성으로 기술되는 인두강<sup>12</sup> 혹은 구인두강 공명으로서<sup>3</sup> 공명강의 어느 한쪽이 막혀 공명 에너지가 밖으로 빠져나가지 못하고 감싸 있는 듯 머무르며,<sup>74,75</sup> 비정상적인 공명으로 지각되게 한다. 이렇게 공명 에너지가 구강 뒤쪽 인두강에 집중되는 경우를 ‘공명의 수직적 위치’ 평정에서 인두강 공명 위치로 설명하고 재정의한다.

본 연구에서 ‘공명의 수직적 위치’를 적용하여 실시한 청지각적 평정에서 검사자 간 일치도와 검사자 내 일치도에서 비강 공명 위치와 인두강 공명 위치에서 50% 수준의 저하된 검사자 내 일치도를 보였다. 그리고 1차 평정 시기의 검사자 간 일치도도 41%로 낮게 기록되었음을 알 수 있다. 이렇게 낮은 일치도를 보이게 된 이유는 1차 평정 시기에 평정자들에게 인두강 공명 위치에 대한 안내를 맹관 공명으로 설명하였음에 기인한다. 앞서 언급한 맹관 공명의 원인이 구강의 입구를 막으면서 소리 에너지가 막혀서 구인두에 공명 에너지가 머무르는 경우와 연인두 기능 부전으로 비강 앞쪽에 공명 에너지가 막혀 있게 되는 경우로 볼 수 있기 때문에, 비강 공명 위치와 인두강 공명 위치를 명확하게 구분하는 데 방해가 되었다. 평정자 모두 구개열 환자를 전문으로 치료하며 연인두 기능 부전에 대해 전문성을 갖고 있었다. 그러므로 이 두 가지 기준에서 비강 공명 위치와 인두강 공명 위치로 평정하였다가 2차 평정에서 청각장애 환자의 말소리에 대해 이해하고, 맹관 공명의 개념 뿐 아니라 막혀있는 공명의 위치를 구분지어 평정함에 따라 이 두 가지 위치에서 혼란을 겪었던 1차 평정 시기에 비해 공명 위치에 대해 보다 익숙해진 2차 평정 시기에는 인두강으로 평정하지 않았던 소리에 대해서 인두강 공명 위치로 평정하게 된다. 이러한 이유에서 낮은 검사자 내 일치도를 보이게 된 것으로 생각된다. 피서의 정확도 검정을 통해 모든 평정자들이 적어도 과소비성 즉, 비강에 공명 에너지가 머물러 있으면서 밖으로 방출되지 못하는 경우는 모두 비강 공명 위치로 평정하였음을 알 수 있었다. 이에 따라 ‘공명의 수직적 위치’ 평정의 비강 공명 위치와 인두강 공명 위치를 재정의할 수 있었으며, 공명의 특성을 구분지어 평정하는 데 있어서 유용하였다.

#### 4.3.2. 공명의 수직적 위치 평정과 공기역학적 변수 비교

공명의 수직적 위치 평정에 따라 비강 + 인두강 공명 위치 17명, 비강 공명 위치 7명, 두 개강+비강+인두강 공명 위치 4명, 비강+인두강+후인두강 3명, 두개강+비강 공명 위치 2명, 그리고 인두강 공명 위치와 두개강+비강 + 인두강 + 후인두

강 공명 위치는 각각 1명으로 분류 되었다. 평정 결과에서 가장 많은 비율을 차지한 형태는 비강+인두강 공명 위치였다. 이러한 결과는 청각장애인의 전형적인 말소리 특성을 맹관 공명 양상 중 과소비성의 변형된 형태와<sup>70</sup> 후인두강 깊숙이 공명 에너지가 감싸여 막힌 듯한 형태로<sup>3</sup> 기술하였던 선행 연구자들의 보고를 지지하는 결과를 보인다. 또한 평정 결과에서 단독적으로 한 곳의 공명 위치로 평정된 경우는 비강 공명 위치 7명과 인두강 공명 위치 1명에 불과하였다. 결국, 청각장애인의 말소리를 공명강의 특정 위치 한 곳에서 올리는 에너지로 설명하기에는 충분하지 않음을 다시 한 번 강조할 수 있다. 이러한 측면에서 공명강 전체를 반영하는 연속선상에서 공명 에너지가 집중되는 위치 평정은 적절하다고 할 수 있다. 그리고 공명 에너지가 집중되는 위치를 평정함으로써 청각장애인의 공명 양상을 기술할 수 있는 가능성을 열어주었으며, 나아가서 구체적인 말소리 평가 정보를 공유할 수 있게 되리라 생각한다.



#### 4.4. 연구의 제한점 및 향후 과제

후속 연구에서는 다음과 같은 사항들이 고려될 필요가 있다. 첫째, 본 연구에서는 비음치와 공기역학적 변수를 동시에 측정하지 못하였다. 그리고 성대 수준에서 공명에 영향을 미칠 수 있는 발성 양상을 측정하지 못하였다. 현재 상용되고 있는 기기로는 성대 수준의 발성 양상과 함께 비음치와 공기역학적 변수들을 동시에 측정할 수 없었다. 즉, 발성 및 공명 에너지 간의 역학 관계를 충분히 설명하지 못했다는 제한점이 있다. 향후 기기 개발을 통해 말 산출 하위 체계에 대한 동시 측정이 요구된다.

둘째, 공명의 수직적 위치 평정 결과, ‘비강 + 인두강 공명 위치’에 해당하는 청각장애군의 빈도가 가장 높았다. 그리고 ‘비강 + 인두강 공명 위치’에 해당하는 청각장애군 중에는 정상 비음치를 보인 청각장애 피검자도 있었고, 과소비성군 혹은 과다비성군에 속하는 경우가 있었다. 그러나 그 해당 유형별로 피검자 수가 일정하지 않고 1명인 경우도 있었다. 따라서 향후 보다 많은 청각장애 피검자의 말 샘플 수집을 통해 공명의 수직적 위치 평정과 비음치 및 공기역학적 변수의 특성 간의 관련성을 밝혀보는 것도 의의 있으리라 생각한다.

셋째, 본 연구에서는 공명의 수직적 위치에 대해서만 다루었다. 그러므로 (그림 1)의 공명 기관의 배치에서 제시한 ‘공명의 수평적 위치’에 대해서도 다루어질 필요가 있다. 사실상 구강은 공명 기능보다 조음 기능이 더 주요하게 다루어지면서 구강의 공명 기능이 간과되기 쉽다. 구강 공명은 혀의 위치와 밀접한 관련을 갖는다. 혀의 위치가 앞쪽으로 과도하게 쏠릴 때 가냘픈 형태(thin type)를 보이게 되고, 혀를 뒤로 과도하게 당기게 되면 맹관 공명 형태를 보인다.<sup>3</sup> 즉, 이와 같은 관점에서 ‘공명의 수평적 위치’에서도 ‘전치(frontal focus)’, ‘중립(central focus)’, ‘후위(back focus)’의 개념으로 나누어 볼 수 있다. 구강의 구조물들은 조음 기관으로서의 역할을 주로 하지만, 혀의 위치가 ‘전치’되는 경향을 보일 때, 구강 공명 에너지가 구강의 앞쪽으로 쏠리면서 입을 연 상태에서 혀를 윗니와 아랫니 사이에 두고 발화하는 경향을 보인다. 이러한 경향은 Boon(2000)이<sup>3</sup> 표현한 가냘픈

타입 즉, 유아와 같은 혀 짧은 소리와 유사하다. ‘중립’의 위치에서는 구강 공명 에너지가 구강의 중간에 집중되어 혀의 움직임이 전반적으로 둔화된 것처럼 느껴지면서 중립화된(centralization) 양상과 유사한 경향을 갖는다. 그리고 ‘후위’의 위치에서는 공명의 수직적 위치와 겹치는 구인두강 공명의 양상을 띠게 된다. 공명 장애를 동반한 청각장애인의 말 특성을 이해하고 기술하는 데 있어서 공명의 수평적 위치 평정에 대한 후속 연구가 필요하다.

## 제5장 결론

본 연구는 청각장애군의 일탈적인 공명 양상을 설명하고, 이를 기술하는데 목적을 두었다. 이를 위하여 청각장애인의 객관적인 공명의 측정치들을 분석하고, 주관적인 청지각적 공명 위치 평정법을 제시하고자 하였다. 이러한 목적 하에 이루어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 음절과제를 이용한 비음치 측정과 공기역학적 측정을 통해서 청각장애군에서 보이는 과다비성은 연인두 열림 경향, 과소비성은 연인두 닫힘 경향, 혼합비성은 연인두 기능의 부적절한 협응으로 설명하는 것이 청각장애인의 일탈적인 공명 특성 반영에 더 적절함을 주장한다. 단순히 과다 혹은 과소 비성의 개념으로 설명하기보다 연인두 열림 혹은 닫힘 경향을 동반한다는 것은 연인두 접촉 지연 혹은 접촉의 기회를 계속해서 놓치다가 순간 접촉하게 되더라도 짧은 시간 동안 약하게 접촉하게 되는 연인두 개폐의 경향을 보다 잘 설명할 수 있다. 또한 공기역학적 변수들의 비교를 통해서 기질적인 문제를 동반한 장애군에서 보이는 과다 혹은 과소비성과 구분지어 신경 해부학적으로 기질적인 결함이 없음에도 불구하고 연인두 운동에 제한을 보이는 기능적 공명 장애로 설명할 수 있었다.

둘째, 건청군과 청각장애군 간의 공기역학적 변수 비교에서 시간의 특성과 진폭의 상호작용을 반영하는 변수에서 차이를 보이며, 최대 기류 상승점이 청각장애군에서 오히려 더 상승하는 경향을 발견하였다. 또한, 공명의 수직적 위치 평정을 통해서 공명 에너지가 원활하게 방출되지 못하고 공명강의 특정 위치에 집중적으로 모여 음향 에너지가 흡수되어 감싸여 있는 듯한 양상을 지각할 수 있었다. 공명 에너지가 공명강의 밖으로 방출되지 못한다는 것은 다음과 같은 비유로 설명될 수 있다. 수도물이 흐르고 있는 호스관의 끝을 손으로 막고 있다가 어느 순간 손을 떼면 갑자기 더 세찬 물의 흐름을 관찰할 수 있다. 비강-구강자음 조합과 같이 연인두 개폐가 연속되는 환경에서 공명 에너지의 원활한 흐름을 이루지 못하고, 특정 위치에 공명 에너지를 집중시켜 두었다가 갑자기 에너지를 방출

시키면서 기류 상승점이 증가되는 결과를 초래한다. 이처럼 본 연구 결과를 통해서 공기역학적인 측면에서 변수들의 증가와 감소 경향이 청지각적 평정인 공명의 수직적 위치 평정을 대변해 주었다.

셋째, 전통적으로 상용되어 오던 비음 측정치는 비음치만을 제공해 주었다. 비음 측정기는 비강 공명에 대한 정보만을 제공하므로 공명 에너지를 공명강 어딘가에 가두어 두고 원활하게 방출하지 못하거나, 연인두 접촉에 제한을 보이는 등의 문제로 공명강 전체의 크기나 모양이 변형되면서 생기는 공명 문제를 반영하기에는 제한이 있다. 본 연구를 통해서 청지각적 평정 기준인 ‘공명의 수직적 위치’ 평정을 제안하고 각 공명 위치에 대해 정의 내릴 수 있었다. 이 평정법을 적용하였을 때, 과다 비음치, 과소 비음치, 과다 및 과소가 혼합된 특성이 동시에 나타나는 경우 그리고 비음치로는 설명하기 어려웠던 일탈적인 공명 양상을 보이는 경우를 평정하는 데 유용하였다고 할 수 있다. 따라서 임상 현장에서 청각장애인의 말 특성을 기술할 때 잘못된 공명의 수직적 위치 기술을 통해 조음 특성만으로는 충분하지 못했던 것을 다소 해소해 줄 수 있다고 생각된다. 그리고 일탈적인 공명 양상 전달이 좀 더 명확해진다. 이렇게 청각장애 환자의 말소리를 평가하고 기술하는 측면 뿐 아니라, 조음 문제와 공명 문제를 분리해서 접근해야 하는 치료적 접근에서도 임상적인 의의를 찾을 수 있다.

## 참고 문헌

- 1) 민중서림 편집부. 민중 옛센스 국어사전(6판). 서울: 민중서림; 2009.
- 2) 문영일. 올바른 발성: 음성직업인을 위한 음성치료와 관리. 서울: 청우; 2000.
- 3) Boone D, McFarlane SC, Von berg SL. Voice and voice therapy. 6th ed. Boston(MA): Allyn & Bacon; 2000.
- 4) 전은옥, 고도홍. 인공와우 이식 시기에 따른 아동의 음질 특성. 음성과학회. 2007;14: 213-20.
- 5) 심현섭, 김영태, 김진숙, 김향희, 배소영, 신문자 등. 의사소통장애의 이해. 서울: 학지사; 2005.
- 6) 신지영. 말소리의 이해. 서울: 한국문화사; 2000.
- 7) 이호영. 국어 음성학. 서울: 학지사; 2003.
- 8) 이은경. 공명 장애의 특징 및 원인. In 2003 겨울 연수회. 서울: 한국언어청각임상학회; 2003. p.115-20.
- 9) Kent RD, Read C. Acoustic analysis of speech. San Diego(CA): Singular; 2002.
- 10) Moya LA. Manual of voice treatment: pediatric through geriatrics. San Diego(CA): Singular; 1993.
- 11) Calvert D. Deaf voice quality: A preliminary investigation. Volt Review, 1962; 64:402-405. In Subtelny JD, Whitehead R, Vincent J. Spectral Study of Deviant Resonance in the Speech of Women Who Are Deaf. J Speech Hearing Res. 1992;Jun;35(3):574-79.
- 12) Subtelny J, Orlando N, Whitehead R. Speech and voice characteristics of the deaf. Washington DC: A. G. Bell Association; 1979. In Subtelny JD. Whitehead, R, Vincent J. Spectral Study of Deviant Resonance in the Speech of Women Who Are Deaf. J Speech Hearing Res. 1992;35:3:574-79.

- 13) Angelocci AA, Kopp GA, Holbrook A. The vowel formants of deaf and normal-hearing eleven-to fourteen-year-old boys. *J Speech Disorders*. 1964;9: 156-70.
- 14) Colton RH, Cooker HS. Perceived nasality in the speech of the deaf. *J Speech Hear Res*. 1968;11(3):553-59.
- 15) Stevens KN, Nickerson RS, Boothroyd A, Rollins AM. Assessment of nasalization in the speech of deaf children. *J Speech Hear Res*. 1976;19: 393-416.
- 16) Hudgins V, Numbers FC. An investigation of the Intelligibility of the deaf. *Genetic Psychology Monographs*. 1942;25:289-92. In Svirsky MA, Jones D, Osberger MJ, Miyamoto RT. The effect of auditory feedback on the control of oral-nasal balance by pediatric cochlear implant users. *Ear Hear*. 1998;Oct;19(5):385-93.
- 17) Kummer AW. Velopharyngeal dysfunction and resonance disorders. In Kummer AW(editor) *Cleft palate and Craniofacial anomalies*. San Diego(CA): Singular; 2001.
- 18) Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell MP. Noncleft velopharyngeal problems In Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell,MP (editors) *Cleft Palate speech*. 3rd ed. St. Louis(MO): Mosby; 2001.
- 19) Crouter LA. A cinefluorographic comparison of selected vowels spoken by deaf and hearing subjects. Master's thesis, University of Kansas; 1962. In Svirsky MA, Jones D, Osberger MJ, Miyamoto RT. The effect of auditory feedback on the control of oral-nasal balance by pediatric cochlear implant users. *Ear Hear*. 1998;19(5):385-93.
- 20) Lejska M. Voice field measurements - a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *J Voice*. 2004;18:209-15.
- 21) Guisti MC, Padovani MMP. The hearing impaired children voice. E.N.T. Brazilian Society Official Publication. 2001;67(1):29-35. In Lejska. M. Voice

- field measurements—a new method of examination : the influence of hearing on the human voice. *J Voice*. 2004;18(2):209-15.
- 22) Subtelny JL, Whitehead R, Subtelny JD. Cephalometric and cineradiographic study of deviant resonance in hearing-impaired speakers. *J Speech Hear Res*. 1989;(5):249-63.
- 23) Pickett JM. Consonants: Nasal, Stop & Fricative manners of articulation. In *The acoustics of speech communication: fundamental speech perception theory, and technology*. Boston(MA): Allyn & Bacon; 1999.
- 24) Siversky MA, Jones D, Osberger MJ, Myamoto RT. The effect of auditory feedback on the control of oral-nasal balance by pediatric cochlear implant users. *Ear Hear*. 1998;19:385-93.
- 25) Pruszczyk A, Demenko G, Wika T. Variability analysis of  $F_0$  parameter in the voice of individuals with hearing disturbances. *Acta Otolaryngol*. 1993;113:450-54.
- 26) 박미경. 구개열의 말 평가, 치료 및 사례. 2003년 겨울연수회. 서울: 한국언어청각임상학회; 2003.
- 27) KayPENTAX. Installation, operations and maintenance manual Nasometer II model 6400. Lincoln(NE); 2003.
- 28) Hirschberg J, Bok S, Juhasz M, Trenovszki Z, Vitisky P, Hirschberg A. Adaptation of nasometry to Hungarian language and experiences with its clinical application. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2006;70:785-98.
- 29) Dalston RM, Warren DW, Daston ET. Use of nasometry as a diagnostic for identifying patients with velopharyngeal impairment. *Cleft Palate Craniofac J*. 1991;28:2:183-189.
- 30) Fletcher SG, Daly DA. Nasalance in utterances of hearing-impaired speakers. *J of Comm Disor*. 1976;9:63-73.
- 31) Lapine PR, Stewart MG, Tatchee J. Application of nasometry to speech samples of hearing impaired children. *Percept Mot skills*. 1991;73:467-75.

- 32) Robin BL, Earl JS III. Nasality and velopharyngeal function in five hearing impaired adults. *J Commun Disord.* 1984;17:47-64.
- 33) McClimpha SL. Cinefluorographic investigation of velopharyngeal function in selected deaf speakers. *Folia phoniatic.* 1969;21:368-374.
- 34) 한지연. 공기역학적 음성검사의 이론과 실제. 서울: 시그마프레스; 2007.
- 35) Warren DW, Dalston RM, Mayo R. Hypernasality in the presence of “Adequate” velopharyngeal closure. *Cleft Palate Craniofac J.* 1993;30(2):150-4.
- 36) Dalston RM, Warren DW, Dalston ET. The temporal characteristic of aerodynamic phenomena associated with patients manifesting varying degrees of velopharyngeal adequacy. *Folia Phoniatic.* 199;43:226-33.
- 37) Dalston RM, Warren DW, Morr KE, Smith LR. Intraoral pressure and its relationship to velopharyngeal inadequacy. *Cleft Palate J.* 1988;25:210-9.
- 38) Warren DW, Dalston RM, Mayo R. Hypernasality and velopharyngeal impairment. *Cleft Palate J.* 1994;31(4):257-62.
- 39) David LJ. Pattern of oral-nasal balance in normal speaker with and without cleft palate. *Folia Phonia Logop.* 2006;58:383-91.
- 40) Jones DL, Morris H, Van Demark DR. A comparison of oral-nasal balance pattern in speakers who are categorized as “almost but not quite” and “sometimes but not always”. *Cleft Palate Craniofac J.* 2004;41(5): 526-534.
- 41) Dotevall H, Ejnell H, Bake B. Nasal airflow patterns during the velopharyngeal closing phrase in speech in children with and without cleft. *Cleft Palate Craniofac J.* 2001;38(4):358-73.
- 42) Mayo R, Warren DW, Zajac DJ. Intraoral pressure and velopharyngeal function. *Cleft Palate Craniofac J.* 1998;35(4):299-303.
- 43) Zajac DJ, Mayo R. Aerodynamic and temporal aspects of velopharyngeal function in normal speakers. *J Speech Hearing Res.* 1996;39:1199-1207.



- 44) Bzoch KR. Clinical assessment evaluation and management of 11 categorical aspects of cleft palate speech In Bzoch KR (Ed.) Communicative disorder related to cleft lip and palate. 4th ed. Austin(TX): Pro-ed; 1997.
- 45) Ysunza A, Vazques MC. Velopharyngeal sphinter physiology in deaf individuals. Cleft Palate Craniofac J. 1993;30(2):141-3.
- 46) Shakespeare W. The art of singing. Boston(MA): Olive ditson company; 1921.
- 47) Goffman L, Ertmer D, Erdle C. Changes in speech production in a children with a cochlear implant: acoustic and kinematic evidence. J Speech Hearing Res. 1992;45:891-901.
- 48) Seifert E, Oswald M, Bruns U, Vischer M, Kompis M, Haeusler R. Changes of voice and articulation in children with cochlear implant. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2002;66:115-123.
- 49) Maegan KE, Dimitar DD. Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults defore and after cochlear implantation. J Voice. 2007;21:6:669-82.
- 50) Fletcher SG, Hendarmin FM. Nasalance in the speech of children with hearing and children with hearing loss. American Journal of speech language pathology. 1999;8:241-8.
- 51) Leeper HA, Gagne JP, Parnes LS, Vidas S. Aerodynamic assessment of the speech of adults undergoing multichannel cochlear implantation. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1993;102:294-302.
- 52) Jones DL. The relationship between temporal aspects of oral-nasal balanceand classification of velopharyngeal status in speakers with cleft palate. Cleft Palate Craniofac J. 2000;37:4:363-9.
- 53) Zajac DJ. Pressure-flow characteristics of /m/ and /p/ production in speakers without cleft palate : developmental findings. Cleft Palate Craniofac J. 2000;37:5:468-77.
- 54) Zajac DJ, Hackett AM. Temporal characteristics of aerodynamic segments in the speech of children and adults. Cleft Palate Craniofac J. 2002;39:4:432-8.

- 55) Higgins MB, McCleary EA, Carney AE, Schulte L. Longitudinal changes in children's speech and voice physiology after cochlear implantation. *Ear Hear.* 2003;24:1:48-70.
- 56) Higgins MB, McCleary EA, Ide-Healvie DL, Carney AE. Speech and voice physiology of children who are hard of hearing. *Ear Hear.* 2005;26:6:546-58.
- 57) Phonatory Aerodynamic System(PAS, model.6600). KayPENTAX. Lincoln(NE)
- 58) Park MK, Lee EK, Yu SC, Koh KS, Baek RM. Nasalance scores in normative Koreans. American cleft palate-craniofacial Association meeting. PA: Poster unpublished; 2008.
- 59) Van Lierde KM, Vinck BM, Baudonck N, De Vel EV, Dhooge I. Comparison of the overall intelligibility, articulation, resonance and voice characteristics between children using cochlear implants and those using bilateral hearing aids: A pilot study. *Int J of Audiol.* 2005;44:452-65.
- 60) Vallino-Napoli LD, Montgomery AA. Examination of the standard deviation of mean nasalance scores in subjects with cleft palate: implication for clinical use. *Cleft Palate Craniofac J.* 1997;34(6):623-9.
- 61) Kummer AW. Cleft palate and craniofacial anomalies effect on speech and resonance. 2nd ed. San Diego(CA): Singular; 2008.
- 62) Hardin MA, Van Demark DR, Morris H, Payne MM. Correspondence between nasalance scores and listener judgements of hypernasality and hyponasality. *Cleft Palate Craniofac J.* 1992;29(4):346-51.
- 63) Watterson T, Lewis K, Allord M, Sulprizio S, O'Neil P. Vowel type on reliability of nasality ratings. *J Commun Disord.* 2007;40:503-12.
- 64) Schwartz S. The acoustic of normal and nasal vowel production. *Cleft palate J.* 1968;9:125-39. In Watterson T, Lewis K, Allord M, Sulprizio S, O'Neil P. Vowel type on reliability of nasality ratings. *J Commun Disord.* 2007;40:503-12.

- 65) 임성은. 5세, 6세, 7세 정상 아동의 비음치. 연세대학교 대학원 석사학위 논문;2005.
- 66) Dotveall H, Lohmander-Agerskov A, Almquist SA, Bjorn B. Aerodynamic assessment of velopharyngeal function during normal speech containing different places of articulation. *Folia phoniatr Logop* 1998;50:53-63.
- 67) Nguyen LH, Allegro J, Low A, Papsin B, Campisi P. Effect of cochlear implantation on nasality in children. *Ear Nose Throat J*. 2008;87(3):140-3.
- 68) Kathleen CYS, Eunice YC. Management of velopharyngeal insufficiency: development of a protocol and modifications of sphincter pharyngoplasty. *Facial Plast Surg*. 2007;23:2:128-38.
- 69) Ling, D. *Speech hearing-impaired child: theory practice*. 2nd ed. Washington. DC: A.G.Bell; 2002.
- 70) Peterson-Falzone SJ, Trost-Cardamone JE, Karnell MP, Hardin-Jones MA. Effect of cleft and non-cleft VPI on speech in older children In *The clinician's guide to treating cleft palate speech*. St. Louis(MO): Mosby; 2006
- 71) Monini S, Banci G, Barbara M, Argiro MT, Filippo R. Clarion cochlear implant: short-term effects on voice parameters. *Am J Otol*. 1997;18:719-25.
- 72) Dotevall H, Lohmander-Agerskov A, Hasse E, Bjorn B. Perceptual evaluation of speech and velopharyngeal function in children with and without cleft palate and the relationship to nasal airflow patterns. *Cleft Palate Craniofac J*. 2002;39(4):409-24.
- 73) Leeper HA, Tissington ML, Munhall KG. Temporal characteristics of velopharyngeal function in children. *Cleft Palate Craniofac J*. 1998;35(3):215-21.
- 74) Langereis MC, Dejonckere PH, Van Olphen AF, Smoorenburg GF. Effect of cochlear implantation on nasality in post-lingual deafened adults. *Folia Phonia Logop*. 1997;49(6):308-14.
- 75) 이은경. 공명장애에 동반된 음성문제의 평가 및 치료. 제40회 전문요원교육 장애별 음성문제의 평가 및 치료. 서울: 한국언어치료전문가협회; 2009. p.18-27.

부록 1. 청각장애군의 순음청력검사 결과

대상군	귀										보청기를 착용하지 않은 상태에서 오른쪽 귀										보청기를 착용하지 않은 상태에서 왼쪽 귀										보청기제 착용 상태에서의 청력 검사 결과					
	250	500	1K	2K	3K	4K	8K	250	500	1K	2K	3K	4K	8K	250	500	1K	2K	3K	4K	8K	250	500	1K	2K	3K	4K	6K								
201	65	60	70	120	100	110	105	85	95	95	100	105	110	110	85	95	100	105	110	110	65	55	50	90N	90N	90N	85N									
202	100	100	115	120	120	120	110N	95	100	110	120N	120N	120N	110N	90	100	120	110	120N	120N	110N	55	65	70	85	90N	80N									
203	100	115	120	120	120	120N	110N	90	100	120	120N	120N	110N	110N	85	110	120N	120N	120	120N	110N	65	70	85	90N	90N	80N									
204	110N	120N	120N	120N	120N	120N	110N	85	110	120N	120N	120N	110N	110N	85	110	120N	120N	120	120N	110N	65	70	85	90N	90N	85N									
205	110n	120n	120n	120n	90	120n	110n	110n	115	100	90	90	90	95	65	65	55	60	50	70	85n	35	45	50	60	70	85n									
206	110n	120n	120n	120n	120n	120n	110n	110n	120n	120n	120n	120n	110n	110n	80	90	85	90	90	100	110n	35	45	50	45	50	35									
207	105	115	110	110	110	110	110N	80	90	85	90	90	100	110N	80	90	85	90	100	110N	50	50	55	70	60	50	70									
208	95	100	110	120N	120	120N	110	85	105	115	120	115	120N	110N	35	45	55	70	90N	85N	35	45	55	70	90N	90N	85N									
209	75	80	95	100		95	110	75	80	90	95		100	100	60	60	60	65	70		60	60	60	65	70	70										
210	90	95	95	105	105	100	110N	85	90	100	115	105	110	110N	55	50	55	70	80	90	75	55	50	55	70	80	75									
211	50	65	80	100	100	100	105	65	75	90	105	105	110	110	40	50	35	60	70	80	40	50	35	60	70	80										
212	120N	120N	120N	120N	120N	120N	100N	90	95	95	90	80	75	55	35	40	45	40	55	50	35	40	45	40	55	50	70									
213	75	75	90	95	85	100	80	65	70	75	80	75	80	80	20	30	35	40	35	40	20	30	35	40	35	40	45									
214	110	120N	120N	120	120N	120N	110N	110	120N	120N	120N	120N	110N	110N	35	40	45	50	55	50	70	35	40	45	50	55	70									
215	95	100	100	100		110	110	110	110	105	100		110	80	65	60	65	65	65		80	65	60	65	65	65										
216	65	75	95	95	105	105	110N	65	75	95	95	105	115	105	40	45	50	55	90N	85N	40	45	50	55	90N	90N	85N									
217	85	90	90	105	110	120N	110N	70	80	90	105	105	110N	110N	35	35	45	60	90N	85N	35	35	45	60	90N	90N	85N									
218	110N	115	115	120	120	120N	110N	110	120	120	120N	120	120N	110N	75	90N	90	80	90N	85N	75	90N	90	80	90N	90N	85N									

대상군	귀		보청기를 착용하지 않은 상태에서 오른쪽 귀						보청기를 착용하지 않은 상태에서 왼쪽 귀						보청기제 착용 상태에서의 청력 검사 결과						
	250	500	1K	2K	3K	4K	8K	250	500	1K	2K	3K	4K	8K	250	500	1K	2K	3K	4K	6K
219	85	105	115	120N	110	120	110N	105	110	120	120	115	100	110N	70	65	85	85	90N	90N	85N
220	110N	110	110	110	115	120N	110N	110N	115	120	120	115	120N	110N							
221	95	95	110	110	115	120	110N	105	105	120	115	115	120N	110N							
222	75	85	85	70	80	70	70	80	90	90	90	90	85	110N	50	50	75	70	85	80	
223	90	90	95	105		110	110	90	95	85	100		100	105	50	50	50		50		
224	75	90	85	75	80	75	60	90	90	85	90	90	85	110N							
225	90	95	100	105	105	115	105	90	100	110	100	105	115	105							
226	110N	115	120N	115	120	120N	110N	80	105	115	120	120	120	110N	25	30	45	40	45	40	35
227	80	95	110	115	120	120	110	75	90	110	115	120	120	110							
228	110N	120N	120N	120N	120N	120N	110N	95	100	100N	100N	120N	120N	110N	45	50	40	40	35	65	30
229	90	100	105	120N	120	120N	110N	95	100	110	120	120N	120N	110N	55	55	80	90N	90N	85N	
230	95	110	115	115	115	120N	110N	95	110	110	115	120	120N	110N							
231	105	115	120	120	120N	120	110N	100	105	100	105	105	110	110N	45	50	55	75	80	90N	85N
232	100	120N	120N	120N		120N	120N	110N	120N	120N	120N		120N	120N	90	90	90	90N		90N	

**부록 2. /암파/연속 음절과제 공기역학적 압력 특성에 대한 건청군의 중위수**

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
IDp(msec)	46.07	29.93	30.92	35.91	25.75
DDp(msec)	59.54	60.72	55.96	50.70	53.01
TIp(m)	30615.27	22724.80	23922.51	16340.81	13110.98
MAp(msec*m/msec)	291.35	224.84	203.66	159.07	158.88
APIR(m/msec)	10072.22	9130.84	9242.24	8143.34	8627.39
APDR(m/msec)	2457.89	1334.22	723.07	801.07	757.52
APr	0.46	0.48	0.46	0.59	0.40
MIAP C1(m/msec)	10.13	5.00	6.00	6.29	6.10
MIAP C2(m/msec)	20.28	10.19	9.29	7.00	8.27

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of airpressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

**부록 3. /암파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 청각장애군의 중위수**

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
IDp(msec)	38.82	30.47	34.48	24.46	21.45
DDp(msec)	59.28	63.65	58.41	67.64	56.46
TIp(m)	19001.20	16586.11	19252.92	21840.59	16211.44
MAp(msec*m/msec)	255.69	172.30	211.14	178.24	176.02
APIR(m/msec)	8025.46	7070.43	7308.08	6708.08	7412.46
APDR(m/msec)	5775.40	4516.16	5991.22	4337.32	5336.30
APr	0.52	0.46	0.38	0.47	0.47
MIAP C1(m/msec)	3.00	33.00	3.00	6.15	3.00
MIAP C2(m/msec)	8.48	11.53	6.00	6.45	7.34

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of airpressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

**부록 4. /암파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 정상 비음치 청각장애군의 중위수**

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
IDp(msec)	25.62	17.14	24.35	17.64	17.02
DDp(msec)	54.96	58.86	60.22	70.02	58.32
TIp(m)	19001.20	38937.05	27265.01	32446.79	17656.90
MAp(msec*m/msec)	272.59	340.62	278.46	313.04	190.86
APIR(m/msec)	16793.29	15131.50	15030.74	16167.31	14960.16
APDR(m/msec)	7682.29	4831.16	6163.08	1223.42	4439.48
APr	0.36	0.31	0.42	1.02	0.46
MIAP C1(m/msec)	3.51	6.00	8.50	2.86	7.50
MIAP C2(m/msec)	10.90	13.61	8.15	8.17	11.25

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of airpressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2



**부록 5. /암파/연속 음절과제 압력 특성에 대한 비정상 비음치 청각장애군의 중위수**

압력 특성	반복회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
IDp(msec)	39.18	33.42	37.27	27.52	33.33
DDp(msec)	56.17	68.43	56.59	65.26	56.46
TIp(m)	19782.67	15166.55	19252.92	20362.39	14418.72
MAp(msec*m/msec)	224.90	169.86	211.14	157.26	165.56
APIR(m/msec)	6663.20	6753.75	6528.87	6189.42	6826.03
APDR(m/msec)	5399.25	4277.18	5991.22	5507.55	6388.04
APr	0.52	0.57	0.38	0.62	0.47
MIAP C1(m/msec)	3.00	3.00	2.00	6.15	2.00
MIAP C2(m/msec)	6.00	11.53	10.56	6.45	12.00

IDp: increasing duration of air pressure from consonant 1 to consonant 2

DDp: decreasing duration of air pressure from consonant 1 to vowel

TIp: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAp: mean amplitude of air pressure

APIR: increasing air pressure rate

APDR: decreasing air pressure rate

APr: ratio of airpressure slope

MIAP C1: max. increasing point of air pressure at consonant 1

MIAP C2: max. increasing point of air pressure at consonant 2

**부록 6.** /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 건청군의 중위수

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
Df(msec)	117.59	125.98	122.53	127.18	125.53
IDf(msec)	89.97	95.91	91.56	103.53	108.11
DDf(msec)	22.06	14.26	17.00	17.16	17.41
TIf(m)	197308.60	204979.28	200590.87	222488.97	253218.74
MAf(msec*m/msec)	1687.44	1582.89	1551.93	1748.66	1909.60
AFIR(m/msec)	28092.10	20989.07	23841.03	23516.32	24902.14
AFDR(m/msec)	44912.62	41189.48	40834.06	39449.68	41250.33
AFr	3.53	2.66	1.96	2.89	3.29
MIAF C1(m/msec)	2243.50	2247.00	2179.00	2021.50	2131.00
MIAF C2(m/msec)	2339.50	2388.00	2345.50	2340.50	2450.50

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

부록 7. /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 청각장애군의 중위수

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
Df(msec)	211.88	251.42	228.39	257.82	205.75
IDf(msec)	174.19	191.83	192.24	197.40	191.02
DDf(msec)	40.40	45.94	38.91	31.15	25.85
TIf(m)	595563.58	594812.10	575105.65	518441.84	595922.29
MAf(msec*m/msec)	2398.12	2325.23	2266.10	2113.49	2237.66
AFIR(m/msec)	14986.25	14549.30	15351.01	14376.09	16434.26
AFDR(m/msec)	38745.41	39423.42	35136.41	46074.55	47149.55
AFr	3.92	3.63	3.44	4.07	3.83
MIAF C1(m/msec)	2888.00	2903.00	2844.00	2816.00	2531.00
MIAF C2(m/msec)	3058.00	3118.00	3143.00	2883.00	2881.00

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

**부록 8. /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 정상 비음치 청각장애군의 중위수**

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
Df(msec)	153.65	171.36	184.30	125.48	153.90
IDf(msec)	132.35	135.57	136.71	99.56	134.53
DDf(msec)	16.66	26.73	34.60	12.22	19.36
TIf(m)	352968.74	365880.84	350493.11	270750.45	308904.19
MAf(msec*m/msec)	11963.89	2074.16	1712.47	2117.73	1888.93
AFIR(m/msec)	18451.19	15046.56	16828.09	18170.45	15855.34
AFDR(m/msec)	51535.81	53970.57	41286.72	67869.55	61390.90
AFr	4.78	6.02	2.32	5.13	4.48
MIAF C1(m/msec)	2843.50	2353.00	2564.00	2565.00	2459.00
MIAF C2(m/msec)	2936.50	2706.00	2667.50	2728.50	2552.50

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

**부록 9. /암파/연속 음절과제 기류 특성에 대한 비정상 비음치 청각장애군의 중위수**

압력 특성	반복 회기				
	1회	2회	3회	4회	5회
Df(msec)	281.49	264.44	234.19	270.61	266.57
IDf(msec)	210.74	203.85	195.41	224.21	240.09
DDf(msec)	47.89	47.57	38.91	43.76	39.00
TIf(m)	637050.04	614894.14	616573.42	539807.73	613989.54
MAf(msec*m/msec)	2428.37	2331.77	2383.66	2113.49	2297.28
AFIR(m/msec)	13469.74	12636.29	15351.01	13719.55	16476.58
AFDR(m/msec)	35606.06	33925.51	34892.69	34868.44	43369.26
AFr	3.76	3.44	3.49	3.91	3.64
MIAF C1(m/msec)	2888.00	3482.00	3071.00	2872.00	3113.00
MIAF C2(m/msec)	3160.00	3533.00	3492.00	3157.00	3120.00

Df: duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

IDf: increasing duration of airflow from consonant 1 to consonant 2

DDf: decreasing duration of airflow from consonant 1 vowel

TIf: time integral of consonant 1 ~ consonant 2 signal

MAf: mean amplitude of airflow

AFIR: increasing airflow rate

AFDR: decreasing airflow rate

AFr: ratio of airflow slope

MIAF C1: max. increasing point of airflow at consonant 1

MIAF C2: max. increasing point of airflow at consonant 2

## Abstract

# Evaluation of Resonance Problems in Severe Congenital Hearing Impaired Adults: Via Velopharyngeal Function Examination

Kim Eun-Yeon  
Graduate Program in  
Speech and Language Pathology  
Yonsei University

This study verifies deviant resonant problems in hearing - impaired speakers through the use of objective methods of instruments, and proposes auditory-perceptual judgment methods that effectively explain those deviant resonant problems.

In this study, 32 severely hearing - impaired adults with congenital losses and 32 adults with normal hearing participated. Nasalance scores for all subjects were obtained through the use of the 'Nasometer II'. For the aerodynamic aspect, temporal features and the characteristics of air pressure and airflow were measured through the 'PAS(Phonatory Aerodynamic System)'. In addition, auditory perceptual judgments were made on the vertical focus of resonance. The following are the tasks used in each assessment procedure; the first task, a passage task, was composed of a passage with oral consonants only (0% of nasal consonants), another passage with nasal consonants only (0% of oral consonants), and a combinatory passage of nasal (33%) and oral (33%) consonants. Measurements obtained from these tasks indicated the nasalance

score for each individual. The second task was a syllabic task, which included activities of combining the /a/ vowel with the nasal consonant /m/ and the oral consonant /p<sup>h</sup>/ in order to create an oral - nasal coupling VCCV. This activity forms the phonological context that reflects the temporal aspects and the characteristics of airflow and air pressure during velopharyngeal closure. Nasalance scores were measured along with aerodynamic analysis through these isolated syllabic tasks and five consecutive productions of /amp<sup>h</sup>a/.

The results were as follows: First, passage tasks that are a form of connected speech, provided information on whether nasalance scores were high or low. A syllabic task of the production of /amp<sup>h</sup>a/, which requires successive velopharyngeal closure, clearly demonstrated the velopharyngeal opening and closing patterns of hearing impaired individuals. Therefore, the repetition of the /amp<sup>h</sup>a/ syllabic task in a connected speech form may reflect patterns of velopharyngeal closure, and such characteristics may be verified through these tasks. In hearing - impaired individuals, results of the nasalance scores and aerodynamic measurements in each tasks explained their velopharyngeal opening patterns as hypernasality, velopharyngeal closing patterns as hypo -nasality, and mixed nasality as inappropriate velopharyngeal coordination. Moreover, it was clarified that the resonance problems of hearing - impaired individuals are functional resonance disorders since their velopharyngeal functions were restricted without any organic defects.

Second, the restricted velopharyngeal functions in hearing impaired individuals were explained through aerodynamic analysis. While airflow and resonance energy, which pass through the vocal tract, slip out of the velopharyngeal port in a phonological context that requires continuous velopharyngeal closure, the resonance energy remains in an inappropriate state. As a result, a delay in the duration of airflow from the 1st consonant to

the 2nd consonant occurs, which brings about the result of an abnormal maximum increasing point of airflow at the 1st and 2nd consonants as concentrated energies are released simultaneously.

Third, the interrelationship between judgments based on the vertical focus of resonance and aerodynamic measures were as follows: Aerodynamic analysis demonstrates the phenomenon of remained airflow and delay in which resonance energy in the resonance cavity was unable to escape the vocal tract implying inappropriate locations of resonance energy. These results were also verified from the judgments on the vertical focus of resonance. In this study, judgments were made according to the focused location of resonance energy, such as the 'head focus of resonance', 'throaty focus of resonance', 'nasal focus of resonance' and 'pharyngeal focus of resonance'. The results indicated that subjects identified as 'head focus of resonance' and 'throaty focus of resonance' did not demonstrate hyper-nasalance scores. In other words, an implication is that these subjects were unable to release airflow and resonance energy so they may probably have it focused somewhere. 'Nasal focus of resonance' was defined as resonance energy obstructed in the nasal cavity such as in the case of 'cul-de-sac' resonance, which is a variation of hyponasality. Finally the 'pharyngeal focus of resonance' is a typical characteristic of resonance in hearing-impaired speakers, also known as oropharyngeal resonance. In this focus of resonance, resonance energy is stuck in the resonance cavity and remains in a muffled state due to blockages in one side of the resonance cavity.

In conclusion, it is apparent that hearing impaired individuals demonstrate resonance problems due to functional defects of the velopharyngeal closure. Hence, resonance energy is focused in an inappropriate place, which may induce functional problems that may obstruct the harmonic productions of



speech. Judgments on the 'vertical focus of resonance' suggested in this study may also be valuable in clinical settings to describe the speech characteristics of hearing - impaired individuals.

---

Key Words: velopharyngeal function, nasalance score, aerodynamic analysis, vertical focus of resonance, auditory feedback