

Angle씨 II급 1류 부정교합아동의 발음에 관한 음향학적 연구

서울대학교 치과대학 소아치과학 교실

박윤정 · 이상훈 · 손동수

Abstract

AN ACOUSTIC ANALYSIS OF PRONUNCIATION IN CHILDREN WITH ANGLE'S CLASS II DIV. 1 MALOCCLUSION

Yun-Chung Park, D.D.S., Sang-Hoon Lee, D.D.S. M.S.D. Ph.D.,
Dong-Su Shon, D.D.S. M.S.D. Ph.D.

Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University

The human speech organ consists of respiration system(lung, larynx), phonation system (vocal cord), articulation system(esophagus, pharynx, uvula, teeth, gingiva, palate, tongue, lip) and resonating system(oral cavity, nasal cavity, paranasal sinus). Because teeth are components of the articulation system, it has been reported that the persons with abnormally positioned teeth generally have abnormal occlusion and pronunciation. In this study, using /s(s)/, the most commonly mispronounced consonant in children with malocclusion, and the seven single vowels, /사(sa), 서(sδ), 소(so), 수(su), 스(sω), 시(si), 세(se)/ and /ㅏ(a), ㅓ(δ), ㅗ(o), ㅜ(u), ㅡ(ω), ㅣ(i), ㅔ(e)/ were recorded and analyzed using speech analysis program on computer by measuring formants and compared them for investigating the differences in pronunciation in children with Angle's class I occlusions and those with Angle's class II div.1 malocclusion.

The result were as follows :

1. In the Angle's Class II div.1 group, there were no significant differences in F1 of all recorded sounds as compared with Angle's Class I group($p>0.05$).
2. In the consonants, there were significant differences in F2 of /스(sω)/ and F2/F1 ratio of /사(sa), 서(sδ), 시(si)/ between the two group($p<0.05$).

* 본 연구의 일부는 1996년도 서울대학교병원 지정診療 研究費 支援에 의해 이루어진것임.

3. In the vowels, there were significant differences F2/F1 ratio of /ɪ (δ)/(p<0.05) and no significant differences in F2/F1 ratio between two group(p>0.05).
4. In the consonants, there were significant differences in F2 and F2/F1 ratio when succeeding vowels were high or low, and F2/F1 ratio when front in accordance with tongue position (p<0.05).
5. In the vowels, there were no significant differences in formant in accordance with tongue position(p>0.05)

key word : Angle's class II division 1 malocclusion, abnormal pronunciation, formant, consonant /ʌ(s)/, single vowels

I. 서 론

말이란 사람의 발음기관에서 만들어진 복잡한 음파가 몸밖으로 나와서 이것이 다시 공기의 소밀파를 일으켜 귀속으로 전달되고 청취자의 청각기관에서 감지된 후 뇌중추로 전달됨으로써 비로소 언어로 판별되는 일종의 물리적, 생리적 및 심리적인 복합현상이며 인간의 문화적 사회생활을 이어주는 귀중한 생활수단이라 할 수 있다. 이러한 언어의 궁극적인 목적은 사람들 서로간의 의사전달에 있지만, 이는 회화어음을 올바르게 청취하고 이해함으로써 보다 효율적으로 이루어지는 것이므로 올바른 발음은 중요하다. 인간의 구강은 발음기관의 일부로서 구강내 구조물의 형태나 기능의 이상이 발생하면 발음의 변화나 장애가 초래될 수 있으며, 실제로 발음기관의 한 구성물인 치아의 배열에 이상이 있는 부정교합자는 일반적으로 교합장애 및 발음장애를 갖고 있음이 여러 학자들에 의해 보고된 바 있다.¹⁻⁸⁾

Graber⁹⁾는 발음장애가 호발되는 부정교합으로 전치부의 개교, Angle씨 II급 1류 부정교합중 구강주위근의 이상을 수반하는 심한 수평, 수직피개교합을 가진 경우, III급 부정교합 중 전치부 접촉이 없고 하순의 기능저하 및 설기능의 이상이 있는 경우라 하였다. Vallino와 Tompson¹⁰⁾은 부정교합의 양상에 따라 발음에 각각 특이한 장애를 유발한다고 하였고, Fairbanks와 Lantner¹¹⁾는 부정교합의 종류에 따른 발음장애

및 발음시 혀의 운동과의 상관성을 보고한 바 있다. Palmer¹²⁾은 II급과 III급 부정교합및 전치부 개교에서 혀짜래기 소리(lisping)가 생김을 지적하였고 Frank¹³⁾는 II급 부정교합의 경우 하악의 퇴축으로 인해 혀의 공간이 부족하여 /f, v/가 /th/로 발음되며, 또 /s, z/를 발음할 때 올바르게 발음할 목적으로 하악을 전방이동시키기 때문에 구치부에 공간이 생기는데 이를 혀로 막으려 하나 불완전하여 호기가 누출됨에 따라 측방 혀짜래기 말이 생긴다고 하였다.

그러나 고도의 부정교합이 있음에도 불구하고 아무런 발음장애가 없을 수 있으며 반대로 교합장애없이 발음장애가 나타날 수도 있다. 또한 부정교합과 발음장애가 병존하는 예도 적지 않은데 이는 발음전달체계에는 장애를 초래할 수 있는 요인들이 많이 포함되어 있으며, 이들 각종 요인들이 서로 상응하는 영향력을 갖고 복잡하게 얽혀 있다는 것을 말해 주고 있다. 특히 치과외사가 유의해야 할 것은 혀, 입술, 기타의 발음기관이 악구강계의 구조적 변이에 유연하게 대응하여 보상적 운동을 한다는 점이다. 이밖에 유전, 환경 또는 발음에 요하는 근육의 협조능력 등도 고려해야 한다. 실제로 Petrovic¹⁴⁾, Bloomer¹⁵⁾ 등은 부정교합자라고 해도 발음 습관에 따라서는 정상 발음이 가능하다고 하였고, Benedickson¹⁶⁾은 치아에 이상이 있는 경우에도 구강 및 발음에 관계되는 해부학적 요소의 보상작용에 의해 정상 발음을 할 수 있다고 하였다.

조음능력의 발달은 모음의 경우 2세경에 중설, 후설모음이 분화되어, 3-4세경에 급속히 발달하며, 자음의 경우는 4세경에 대부분의 음이 학습된다고 한다. 모든 음이 완성되는 시기를 Prole는 여아 6세 6개월, 남아 7세 6개월이라 하였으며, Templin은 여아는 7세, 남자는 8세라고 하였다.^{17, 18)} Qvarnstrom등¹⁹⁾, Smith등²⁰⁾은 어린 나이에 유치의 조기상실등에 의해 발음장애가 생긴 경우라도 7세에서 10세 사이에 발음의 개선이 많이 일어나 성인과 거의 비슷해지게 되나 만약 잘못된 발음이 이 시기에 제대로 수정되어지지 않으면 발음장애는 고정화되어진다고 하였다. 이러한 발음장애에 대한 연구 방법에는 청각을 이용한 음성인식방법과 명료도 검사표를 이용한 방법, 구개도를 이용한 조음위치 분석법, X-ray 영화법, 술자의 관찰이나 환자의 호소를 이용한 방법 등이 있으나 이런 방법의 대부분은 주관적인 방법으로서 분석상의 오류를 일으킬 가능성이 있으므로 보다 객관적인 분석이 필요하며 그 중에서는 주로 포만트의 분석이 많이 보고되고 있다.

현재 통용되고 있는 한국어의 모음은 9개의 단모음과 12개의 중모음 등 모두 21개이며, 자음은 9개의 파열음과 3개의 파찰음, 3개의 마찰음, 3개의 비음 및 1개의 유음 등 19개로 되어 있다. 이 중 /s/음은 무성 설치조 마찰음으로서 Anderson²¹⁾은 마찰음의 발음에 전치가 중요한 역할을 한다고 하였고 Chaney등²²⁾은 /s/음이 가장 장애가 생기기 쉬운 음이라고 보고하였으며 Fairbanks²³⁾는 부정교합을 지닌 환자의 90%에서 /s/ 음의 발음장애가 나타난다고 하였다. II급 부정교합아동에서 치찰음 이외에 양순음에서의 발음장애가 보고된 바도 있으나 이는 발음시 아래 위 입술이 제대로 맞물리지 못해서 유발되며 적어도 6mm이상의 과도한 수평피개교합을 지니거나 선천적으로 짧은 윗 입술 등을 가진 경우에 장애가 나타난다고 알려져있고 이런 기준에 적합한 실험군을 얻기 힘들어 이번 연구에서는 양순음을 대상으로 한 실험은 제외하였다.

본 연구에서 저자는 자음으로는 /s/에 7개의 단모음을 후속 발음시킨 /사, 서, 소, 수, 스,

시, 세(새)/와 모음으로는 단모음인 / ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ, ㅝ(ㅞ)/의 발음을 녹음 분석하여 Angle씨 II급 1류 부정교합아동에서의 발음이 I급교합아동의 발음과 어떠한 차이가 나타나는지 알아보려고 이 연구를 시행하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

1) 연구대상자

서울대학교병원 소아치과에 내원한 Angle씨 II급 1류 부정교합아동 15명(남자 8명, 여자 7명)을 실험군으로, 96년 서울시 견치아동선발대회에 참가한 Angle씨 I급교합아동 46명(남자 24명, 여자 22명)을 대조군으로 하였다. 평균연령은 실험군은 10세 6개월 (7Y 8M - 12Y 6M), 대조군은 9세 2개월 (9Y 6M - 12Y 7M)이었다.

* 실험군의 조건

- ①상·하 영구 4전치가 완전히 맹출해 있을 것
- ②전치부에 심한 총생, 회전, 치간이개 등이 없을 것
- ③견치 및 구치부 관계가 II급일 것
- ④ANB가 3°이상일 것
- ⑤편도나 adenoid의 비대 등이 없을 것
- ⑥구강내 교정장치를 하고 있지 않을 것

2) 연구대상음

자음으로는 /s/에 7개의 단모음을 후속 발음시킨 /사, 서, 소, 수, 스, 시, 세(새)/와 모음으로는 단모음인 / ㅏ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ, ㅜ, ㅠ, ㅡ, ㅣ, ㅝ(ㅞ)/를 검사음으로 하였다.

2. 연구방법

1) 녹음방법

평상시 발음을 채득하기 위하여, 특별히 발음연습을 시키지 않았으며 피검자를 편안히 앉힌 자세로 마이크에서 10cm정도 떨어진 위

치에서 녹음하였다. 녹음장치로는 TCM-1000A 녹음기, tape는 metal bias type IV, 마이크는 단일지향성 콘덴서 마이크 UEM-81을 사용하였다.

2) 분석방법

카세트 테이프에 녹음된 음성을 Sensimetric Speech Station(version 2.1)을 이용하여 IBM PC에 14bit, 16KHz로 입력한 뒤 분석하였으며, 분석의 매개변수(parameter)로는 2개의 포만트(formant) 주파수를 사용하였다. 모음의 포만트는 음의 스펙트럼상에서 안정된 파형을 나타내는 부위에서, 자음의 포만트는 자음과 모음의 경계부로부터 자음쪽으로 20msec이내에서 강력한 에너지와 안정된 파형을 갖는 부위에서 각각 2개의 주파수를 선택하였다(Figure

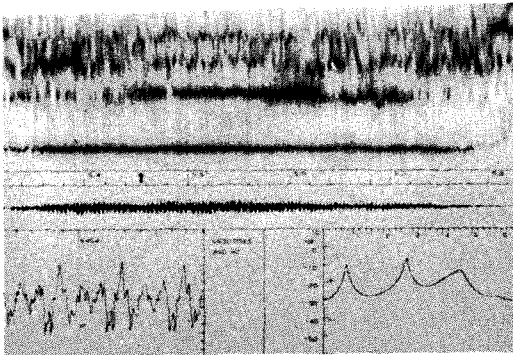


Figure 1. Linear prediction correlation spectrum of the vowel /ㅏ(a)/

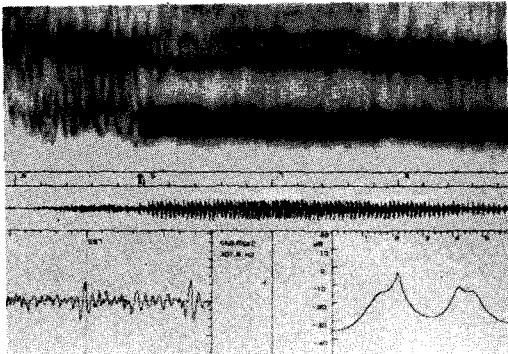


Figure 2. Linear prediction correlation spectrum of the consonant /ㅅ(sδ)/

1, 2 참조). 이 때 선형예측분석(LPC: Linear Prediction Correlation) 스펙트럼에서 나타난 2개의 peak를 차례대로 제 1, 제 2포만트로 정하고 측정된 값의 평균값과 표준편차를 구한 뒤, 실험군과 대조군의 평균값 차이의 유의성 여부를 t-test로 검정하였다.

III. 연구성적

실험군의 평균 overjet은 6.23mm이었으며, overbite는 4.46mm였다.

1. /ㅏ/음의 제 1포만트(Table 1, Fig. 3)
실험군과 대조군 사이에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
2. /ㅏ/음의 제 2포만트(Table 2, Fig. 4)
/ㅏ/에서 대조군은 1966Hz, 실험군은 2020 Hz로 실험군에서 유의성있게 높았으나 다른 음에서는 두 군간에 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
3. /ㅏ/음의 제 2포만트/제 1포만트(Table 3, Fig. 5)
/ㅏ, ㅑ, ㅓ/에서만 유의한 차이가 나타났는데 대조군에서는 1.88, 1.96, 4.29, 실험군에서는 1.75, 1.76, 3.66으로 실험군에서 유의성있게 낮았다($p<0.05$).
4. 혀의 높낮이에 따른 /ㅏ/음의 포만트(Table 4, Fig. 6)
실험군에서 후속모음으로 고설모음과 저설모음이 오는 경우 F2와 F2/F1 ratio가 대조군에 비해 유의성있게 낮았다($p<0.05$).
5. 혀의 전후방위치에 따른 /ㅏ/음의 포만트(Table 5, Fig. 7)
후속모음으로 전설모음이 오는 경우 F2/F1 ratio가 대조군은 3.84, 실험군은 3.34로 실험군에서 유의성있게 낮았다($p<0.05$).
6. 모음의 포만트(Table 6, 7, 8, Fig. 8, 9, 10)
/ㅏ/에서 F2가 대조군에서 유의성있게 낮은 것을 제외하면 두 군간 F1, F2, F2/F1 ratio의 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
7. 혀의 높낮이, 전후방위치에 따른 모음의 포만트(Table 9, 10, Fig. 11, 12)

Table 1. F1 of the consonants /ㅅ(s)/ (Hz)

F1	사(sa) (S.D)	서(sδ) (S.D)	소(so) (S.D)	수(su) (S.D)	스(sω) (S.D)	시(si) (S.D)	세(se) (S.D)
Cl I	1045 (141)	860 (121)	626 (66)	602 (75)	578 (55)	590 (84)	733 (72)
Cl II	1113 (137)	929 (139)	704 (51)	646 (70)	648 (62)	620 (76)	783 (95)

Cl I : Angle's Cl I group(experimental group)

Cl II : Angle's Cl II group(control group)

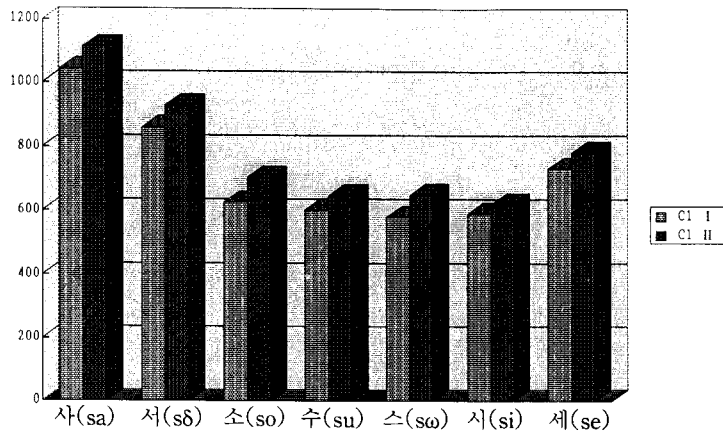


Figure 3. F1 of the consonants /ㅅ(s)/ (Hz)

Table 2. F2 of the consonants /ㅅ(s)/ (Hz)

F2	사(sa) (S.D)	서(sδ) (S.D)	소(so) (S.D)	수(su) (S.D)	스(sω)* (S.D)	시(si) (S.D)	세(se) (S.D)
Cl I	1935 (180)	1651 (180)	1885 (299)	1869 (241)	1966 (135)	2481 (322)	2469 (263)
Cl II	1935 (105)	1617 (152)	1992 (424)	1906 (217)	2020 (225)	2245 (254)	2349 (214)

* : statistically significant difference(p<0.05)

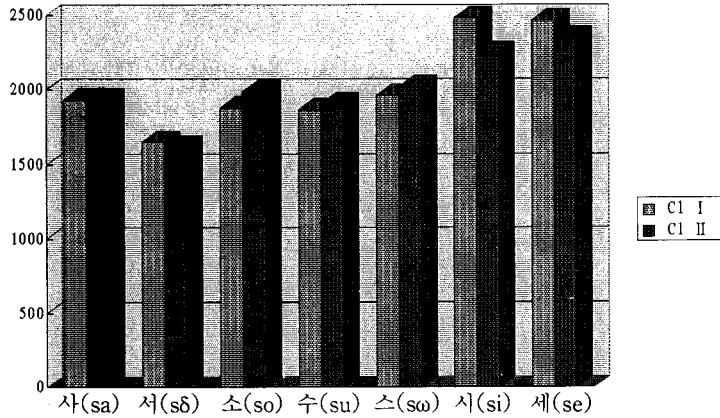


Figure 4. F2 of the consonants /s(s)/ (Hz)

Table 3. F2/F1 ratio of the consonants /s(s)/

F2/F1	사(sa)* (S.D)	서(sδ)* (S.D)	소(so) (S.D)	수(su) (S.D)	스(sω) (S.D)	시(si)* (S.D)	세(se) (S.D)
Cl I	1.88 (.30)	1.96 (.36)	3.04 (.57)	3.14 (.52)	3.44 (.45)	4.29 (.84)	3.40 (.49)
Cl II	1.75 (.19)	1.76 (.23)	2.85 (.72)	2.98 (.44)	3.14 (.41)	3.66 (.50)	3.03 (.39)

* : statistically significant difference (p<0.05)

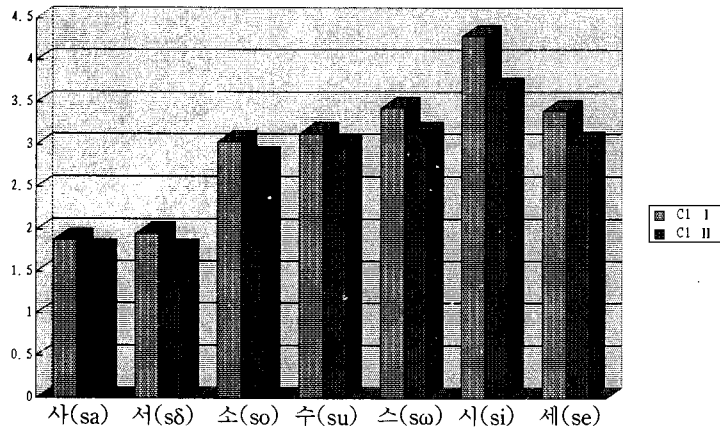


Figure 5. F2/F1 ratio of the consonants /s(s)/

Table 4. F1, F2, F2/F1 ratio of consonants /ʌ(s)/ in correlation to the superior-inferior position of the tongue

succeeding vowels		High	Mid	Low
F1	Cl I	590 (72)	740 (131)	1045 (142)
	Cl II	638 (69)	805 (136)	1113 (138)
F2	Cl I	2106* (363)	2002 (426)	1935* (180)
	Cl II	2057 (268)	1986 (413)	1935 (106)
F2/F1	Cl I	3.62* (.79)	2.80 (.78)	1.88* (.30)
	Cl II	3.25 (.52)	2.55 (.74)	1.75 (.19)

※ : statistically significant difference(p<0.05)

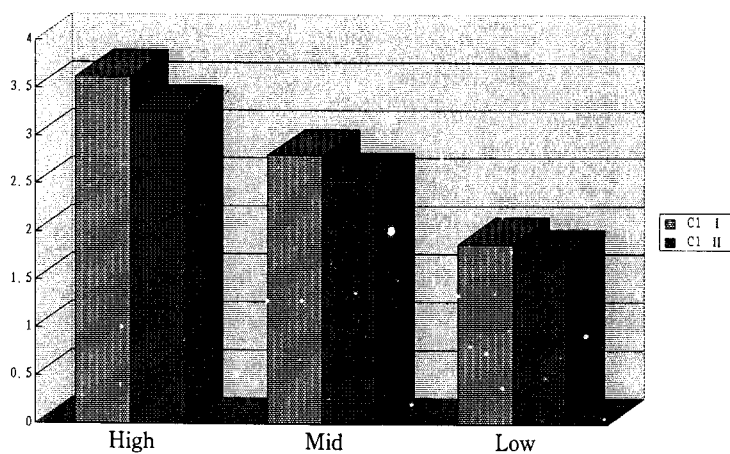


Figure 6. F2/F1 ratio of the consonants /ʌ(s)/ in correlation to the superior-inferior position of the tongue

Table 5. F1, F2, F2/F1 ratio of the consonants /ʌ(s)/ in correlation to the antero-posterior position of the tongue

succeeding vowels		Front	Central	Back
F1	Cl I	662 (106)	719 (170)	758 (227)
	Cl II	702 (118)	789 (177)	821 (230)
F2	Cl I	2475 (292)	1809 (224)	1896 (245)
	Cl II	2297 (237)	1819 (279)	1944 (277)
F2/F1	Cl I	3.84* (.82)	2.69 (.85)	2.69 (.74)
	Cl II	3.34 (.54)	2.45 (.77)	2.53 (.74)

※ : statistically significant difference($p < 0.05$)

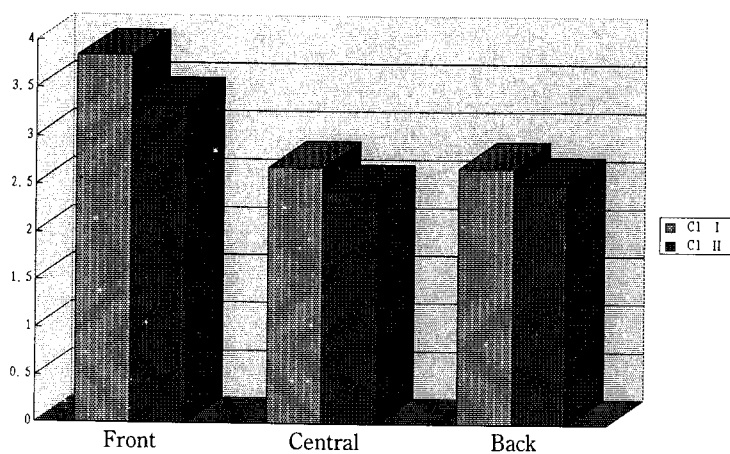


Figure 7. F2/F1 ratio of the consonants /ʌ(s)/ in correlation to the antero-posterior position of the tongue

Table 6. F1 of the vowels(Hz)

F1	ㅏ(a) (S.D)	ㅓ(ɔ) (S.D)	ㅗ(o) (S.D)	ㅜ(u) (S.D)	ㅡ(ω) (S.D)	ㅣ(i) (S.D)	ㅕ(e) (S.D)
Cl I	1127 (115)	840 (67)	616 (76)	628 (86)	581 (69)	544 (92)	758 (89)
Cl II	1129 (132)	916 (132)	681 (88)	641 (66)	662 (74)	618 (86)	775 (81)

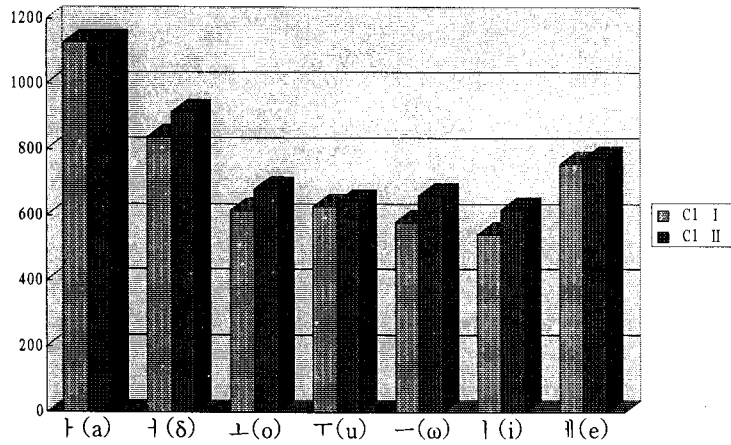


Figure 8. F1 of the vowels(Hz)

Table 7. F2 of the vowels(Hz)

F2	ㅏ(a) (S.D)	ㅓ(ɔ)* (S.D)	ㅗ(o) (S.D)	ㅜ(u) (S.D)	ㅡ(ω) (S.D)	ㅣ(i) (S.D)	ㅕ(e) (S.D)
Cl I	1791 (119)	1496 (184)	1896 (293)	1927 (226)	1725 (197)	2983 (462)	2683 (229)
Cl II	1844 (158)	1585 (272)	1824 (173)	1917 (111)	1872 (208)	2562 (343)	2683 (158)

* : statistically significant difference($p < 0.05$)

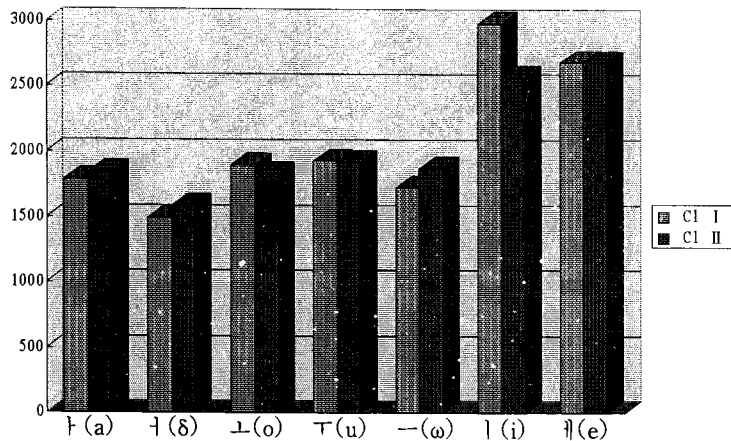


Figure 9. F2 of the vowels(Hz)

Table 8. F2/F1 ratio of the vowels

F2/F1	ㅏ(a) (S.D)	ㅓ(ɔ) (S.D)	ㅗ(o) (S.D)	ㅜ(u) (S.D)	ㅡ(ɐ) (S.D)	ㅣ(i) (S.D)	ㅕ(e) (S.D)
Cl I	1.60 (.15)	1.78 (.20)	3.11 (.55)	3.12 (.53)	3.02 (.58)	5.65 (.32)	3.60 (.63)
Cl II	1.64 (.13)	1.74 (.24)	2.94 (.55)	3.02 (.34)	2.86 (.46)	4.23 (.88)	3.49 (.41)

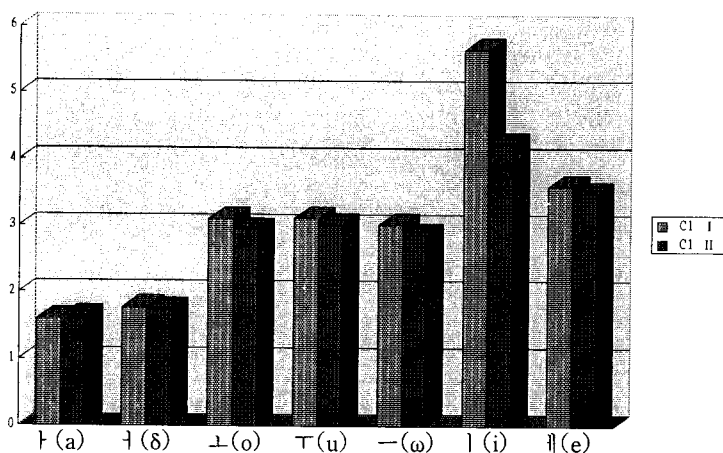


Figure 10. F2/F1 ratio of the vowels

Table 9. F1, F2, F2/F1 ratio of the vowels in correlation to the superior-inferior position of the tongue

succeeding vowels		High	Mid	Low
F1	Cl I	584 (89)	738 (121)	1127 (116)
	Cl II	640 (76)	790 (141)	1129 (133)
F2	Cl I	2211 (637)	2024 (549)	1791 (119)
	Cl II	2116 (396)	2030 (518)	1843 (158)
F2/F1	Cl I	3.93 (1.50)	2.83 (.91)	1.60 (.15)
	Cl II	3.37 (.85)	2.66 (.84)	1.64 (.13)

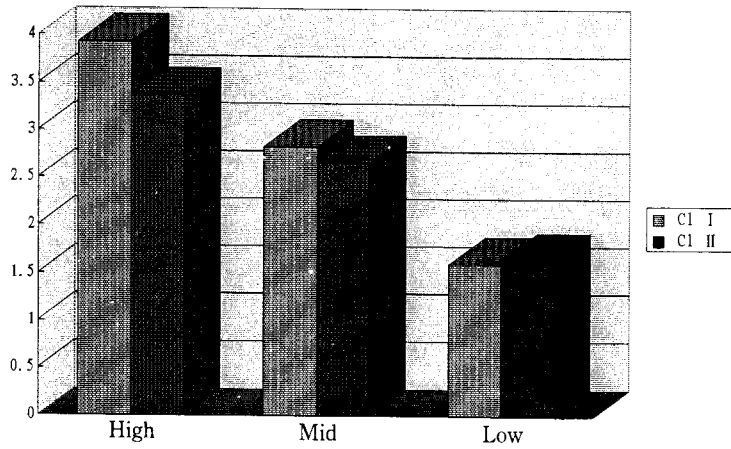


Figure 11. F2/F1 ratio of the vowels in correlation to the superior-inferior position of the tongue

Table 10. F1, F2, F2/F1 ratio of the vowels in correlation to the antero-posterior position of the tongue

succeeding vowels		High	Mid	Low
F1	Cl I	651 (140)	771 (147)	790 (257)
	Cl II	697 (114)	789 (167)	817 (244)
F2	Cl I	2833 (393)	1610 (221)	1871 (230)
	Cl II	2622 (270)	1728 (279)	1861 (151)
F2/F1	Cl I	4.62 (1.46)	2.40 (.76)	2.61 (.85)
	Cl II	3.86 (.77)	2.30 (.68)	2.47 (.71)

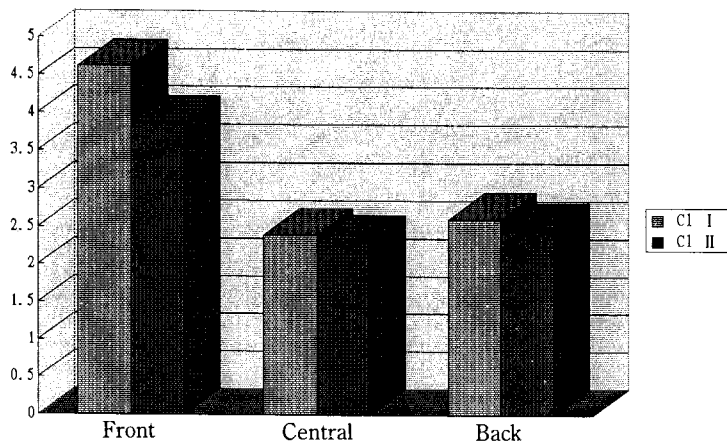


Figure 12. F2/F1 ratio of the vowels in correlation to the antero-inferior position of the tongue

두 군사이에 F1, F2, F2/F1 ratio의 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

IV. 총괄 및 고안

언어는 인류 특유의 의사전달수단으로 사회 생활의 발달과 더불어서 언어 특히 발음의 중요성에 대한 인식이 점차 증대되어 최근에 이르러서는 음향학, 이비인후과학, 치의학 등의 여러 분야에서 음성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.^{24,32)} 음성과 언어의 성질을 연구하는 방향에는 말의 추상적인 기능체계와 상호관계를 살피는 음운론과 음성학이 있으며 음성학은 다시 발성과 조음기관의 역할을 다루는 조음음성학, 공기중의 음파가 지니는 음향적 특성을 다루는 음향음성학, 음의 청취작용을 다루는 청음음성학으로 나뉜다.^{33,34)}

이 중 음향음성학에서는 음파의 중요한 지표로 포만트를 사용한다. 포만트(formant : 어근결정소)란 후두에서 생성된 성문음(glottal sound)이 후두상부의 공명강인 인두와 구강 등에 의한 공명효과에 의해 그 음의 진동수 성분중 어떤 것은 강화되고 다른 것은 약화되어 음색, 강도, 주파수가 증명됨으로써 어느 한 주파수를 중심으로 인근 배음대의 에너지가 밀집된 배음주파수대라고 정의된다.³⁵⁻³⁷⁾ 첫번째 배음주파수를 제 1포만트라 하고 F1으로 표기하며 두번째 배음주파수를 제 2포만트라 하고 F2로 표기하고 그 순서에 따라 F3, F4 등으로 표기한다.³⁸⁾ Ylppo와 Sovijarvi³⁹⁾는 제 1포만트는 인두강, 제 2포만트는 구강, 제 3포만트는 전구강, 제 4포만트는 후두의 전정강과 관련이 깊다고 하였다. 그러나 이 포만트들 중에서 Fisher⁴⁰⁾는 청음인지에 제 1, 2포만트가 결정적인 역할을 한다고 하여 2포만트설을, Peterson과 Barney⁴¹⁾는 제 3포만트를 포함시켜 3포만트설을 주장한 바 있으나 일반적으로 2포만트설이 받아들여지고 있어 저자도 제 1, 2포만트를 중심으로 하여 연구를 시행하였다. 제 1포만트는 혀의 높이에 의해 규정되는 공명실의 상태에 기인하며, 제 2포만트는 음성의 통로에 의해 형성되는 공명실의 길이에 의해 결정된다.

입안의 앞쪽이 넓을수록 즉, 공명실이 길수록 제 2포만트는 낮아지며 이는 후설모음을 나타내며 전설모음은 제 1, 2포만트의 차가 크고 후설모음은 차가 적다고 알려져 있다. 전설모음의 경우 혀의 가장 높은 부위와 입천장까지 간격이 멀수록 F1이 높고 F2는 낮아지며, 후설모음의 경우 인두의 간격이 좁혀진 부분이 성문에서 멀어질수록 F1이 낮아지고 입술이 오므러질수록 F2의 진폭이 줄어든다고 알려져 있다.

이러한 포만트는 여러 학자들의 연구에서 가장 중요한 음향지표로 알려졌으나, 언제나 조음 현상을 그대로 반영하는 것은 아님을 항상 염두에 두어야 한다. Fallside와 Woods⁴²⁾는 포만트는 개인차이가 커서 성도가 큰 경우는 포만트가 낮고 여성은 인두부의 용적이 작아서 남성보다 약 17% 높다고 하였다. 또한 소아는 성인에 비해 음성도관의 길이가 짧아 성인보다 25% 정도 높은 위치에 포만트가 형성된다고 보고되어 있으며 나이에 따라서도 포만트의 차이가 나타난다고 하였다. 본 연구에서 실험군은 평균연령 10Y 6M, 대조군은 9Y 2M로 1Y 6M 정도의 나이 차이가 있었으나, 이미 모든 음의 학습이 끝난 나이였으며, 두 군 모두 탈락된 치아나 치간이개 등이 없는 안정된 구강내 상태를 지닌 아동을 대상으로 하였으므로 실험군과 대조군 사이의 나이 차이에 따른 포만트의 차이는 거의 없을 것으로 사료되었다.

Fant⁴³⁾는 포만트는 성도가 큰 경우 낮으며 남녀의 차이가 있고 개인차도 커서 동일 모음의 경우에도 사람에 따라 그 값은 차이가 있으므로 포만트만을 이용한 분석은 정확하지 못하다는 점을 지적하였다. O'Shaughnessy⁴⁴⁾ 역시 스펙트로그램 분석의 단점으로 발음자 상호간의 유사성이 존재하지 않는 경우가 있으며 동일 발음 제공자에서도 시간 또는 조건에 따라서 발음 양상이 다를 수도 있다는 점을 이야기하였으나, 동일 발음자간의 발음양상의 차이는 사람간의 차이보다는 문제가 되지 않는다고 하였다.

Markel과 Gray⁴⁵⁾는 음성분석은 그 제공자의 주변 상태, 성도의 물리적 특성, 발음 양상에

따라서 좌우될 수 있으므로 기본 주파수가 낮은 남자를 대상으로 할 때 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였고, 녹음시의 조건 변화에도 영향을 받으므로 동일 조건하에서의 녹음이 필요하다고 하였다. Garret과 Healen⁴⁶⁾은 정오경의 발음이 가장 안정된다고 보고하였으며 Schutte와 Miller⁴⁷⁾는 발성음의 포먼트 위치에 영향을 미치는 요소로서 신장, 발성도의 길이, 구개와 치아의 해부학적 위치 등을 들고 있다.

본 연구에서는 발음 녹음시 주변환경에 의한 영향을 최소화하기 위해 같은 장소에서 녹음을

시행하였으며 녹음시간도 오전 10시경과 오후 4시경으로 통일하였다. 그러나 같은 환경하에서도 남아가 여아에 비해 뚜렷한 포먼트를 보였는데 이는 기본 주파수의 차이에 기인하는 것이기도 하겠지만 용감한 남자아이, 착한 여자아이라는 일반적인 사회적 요구에 의해 남자아이가 더 크고 뚜렷한 목소리를 내는 경향이 있는 것에도 영향을 받은 것으로 사료되었다. I 급교합아동은 모두 50명의 발음을 녹음하였으나 이중 녹음상태가 불량한 4명을 제외한 나머지 46명의 발음을 분석하였다.

음은 자음과 모음으로 이루어지는데 모음은 일정한 모양을 취한 혀와 입천장 사이로 공기를 마찰없이 통과시켜 입술로 빠져 나가게 함으로써 구강에서 공명이 되도록 하여 생성되는 음으로 입술의 모양에 따라 원순, 평순모음으로, 조음 위치에 따라 전설, 중설, 후설모음으로 혀의 높낮이에 따라 고설, 중설, 저설모음으로 분류한다³⁵⁾(Table 11). 자음의 경우는 구강의 여러 부위에서 호기가 차단되면서 발생하는 음으로 유성음을 제외하면 성대의 진동이 나타나지 않으므로 모음의 경우처럼 포

Table 11. Summary of Korean vowels in correlation to the position of the tongue

Vowels	Front	Middle	Back
High	ㅣ (i)	— (ω)	ㄷ (u)
Middle	ㅑ (e)	ㅓ (δ)	ㅗ (o)
Low			ㅘ (a)

Table 12. Summary of Korean consonants

Manner of articulation (조음방법)		Place of articulation (조음장소)				
		Bilabial (양순음)	Dental /Alveolar (치/치조음)	Palatal (경구개음)	Velar (연구개음)	Glottal (성문음)
Obstruent (장애음)	Stop (파열음)	ㅂ(p,b) ㅃ(p') ㅍ(p ^h)	ㄷ(t,d) ㄸ(t')		ㄱ(k,g) ㅋ(k')	
	Affricate (파찰음)			ㅈ(c) ㅉ(c')		
	Fricate (마찰음)		ㅅ(s) ㅆ(s')			ㅎ(h)
Sonorant (향음)	Nasal (비음)	ㅁ(m)	ㄴ(n)		ㅇ(ŋ)	
	Liquid (유음)		ㄹ(l,r)			

만트가 분명히 구별되지 않지만, 자음에 뒤따르는 모음의 포만트 전이로서 자음의 특성을 규정하게 되며 이를 모음의 포만트와 구별하여 포만트 영역(formant locus)이라고 부르기도 한다⁴⁸⁾(Table 12).

본 연구에서 제 1포만트는 자음과 모음 모두에서 차이가 없었으며 제 2포만트는 자음 /스/와 모음 /ㅓ/에서 유의차가 있었으나 2개의 음에서만 유의한 차이가 나타난 것으로는 큰 의미를 부여하기 힘들고 또한 일반적으로 제 1, 2포만트 각각은 사람마다 성별마다 약간의 차이가 있다고 알려져 있으므로 두 군간의 자음과 모음의 제 1, 2포만트의 차이는 거의 없다고 이야기 할 수 있을 것으로 사료된다. 화자간의 비교에 더 유용한 것으로 알려진 F2/F1 ratio는 모음에서는 유의차가 없었고 자음에서는 /사, 서, 시/에서만 유의성 있게 작게 나타났다. 포만트의 유의차가 모음보다 자음에서 많이 나타난 것은 모음의 경우, 공기의 흐름이 성도를 통과할 때 막히지 않고 발생이 되므로 구강내 상태에 거의 영향을 받지 않아 포만트의 차이가 적게 나타났고, 자음의 경우는 구강의 여러 부위 즉 혀, 입술, 입천장, 치아배열 등에 의해 호기가 차단되면서 발생되므로 모음에 비해 구강내 상태에 영향을 많이 받게 됨으로 여러 음에서 포만트의 유의한 차이가 나타난 것으로 사료된다. 특히 /스/음은 좌우 혀 끝은 어금니에 대고 전설면은 경구개를 향해 다소 올라가고 혀 끝과 잇몸 사이 틈은 아주 좁혀지고 연구개는 올라가나 성대는 진동하지 않은 상태에서 입안을 통하여 나오는 소리로, 공기가 혀 끝과 잇몸 사이의 좁은 틈으로 와류를 이루어 나오면서 형성이 되므로 치아배열에 많은 영향을 받게 된다.

혀의 높낮이, 전후방위치에 따른 포만트의 유의한 차이는 모음에서는 전혀 나타나지 않았는데 이는 앞서 말한 모음의 발생기전에 기인한 것으로 생각된다. 자음에서는 후속모음으로 고설, 저설모음이 오는 경우 제 2포만트와 F2/F1 ratio가 유의성있게 작았는데 이는 발음시 인두강의 크기는 I 급교합아동군과 차이가 없으나, 구강실의 크기는 치아의 전방위치로

인해 유의성있게 커지게된 때문으로 사료된다. 혀의 전후방위치에 따라서는, 자음에서 후속모음으로 전설모음이 오는 경우 F2/F1 ratio가 유의성 있게 작았다. 이는 /스/ 발음시 후속모음으로 전설모음이 오는 경우 전치부가 거의 절단교합상태로 되어야 하나 과도한 수평피개교합으로 인해 이러한 상태로 되지 못하고, 이에 따라 혀가 상대적으로 후하방에 위치하고 공명실의 길이가 증가하여 F2/F1 ratio가 감소된 때문으로 사료된다. 또한 Martone⁴⁹⁾은 구강내 상태변화에 대해 전설모음이 후설모음보다 2배 정도 더 영향을 받는다고 하였는데 이 실험에서도 전설모음에서의 뚜렷한 변화가 관찰되었다.

수평, 수직피개교합이 /스/ 발음에 미치는 영향에 대해 Joanne⁵⁰⁾은 정상발음을 위해서는 발음시 절단교합상태에 가깝게 되어야 하므로 수평피개교합의 정도가 발음에 더 큰 영향을 미친다고 하였으나 본 연구에서는 수평, 수직피개교합의 정도에 따른 포만트의 유의한 차이를 찾아 볼 수 없었다. 그러나 이는 수평, 수직피개교합의 정도에 따른 충분한 실험군이 확보되지 않은 상태에서 이루어진 것이어서 따로 결과를 기록하지 않았으며 이에 대해서는 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

박⁵¹⁾은 1995년 포만트를 이용한 III급 부정교합자의 발음에 대한 연구에서, 정상교합 아동군과 전치부 반대교합 아동군의 제 1포만트와 F2/F1 ratio는 /사, 서, 소, 수, 스, 시, 세(새)/의 모든 음에서, 제 2포만트는 /소, 수/에서 유의한 차이가 나타났다고 보고하였다. 이는 몇몇 음에서만 포만트의 유의한 차이가 나타난 본 연구와는 차이를 보이고 있다. Guay등⁵²⁾, Subtelny등⁵³⁾은 II급 부정교합이 있는 성인 환자에서는 III급 부정교합자에 비해 /스/ 발음시 하악의 전방위치등으로 인한 발음의 보상작용이 일어나 정상발음을 하는 경우가 많다고 하였는데, 본 연구와 박의 연구를 비교하여 볼 때 발음의 보상작용이 어떤 기전으로 어떻게 일어났는지 알 수는 없지만 III급 부정교합자에 비해 II급 부정교합자에서 발음장애가 생길 가능성이 적음을 알 수 있었다. 즉 상악전치의

돌출이 반대교합에 비해 발음에 미치는 영향이 미약하다는 것을 확인하였다. 그러나 보다 더 객관적인 분석을 위해서는 두부방사선계측사진, 언어치료사들의 어음 명료도 검사 등을 함께 시행하여 서로 비교 분석하여 보는 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 치과의사는 비록 심하지는 않다하더라도 II급 1류 부정교합 아동에서 발음장애가 나타날 수 있음을 인지하고 필요하다면 언어병리학자, 또는 언어치료사와의 협력하에 교정적 처치등의 치과적 치료를 시행하고 교정 전, 후의 발음의 변화에 대해서도 관심을 기울여야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 Angle씨 I 급교합아동 46명과 Angle씨 II급 1류 부정교합아동 15명을 대상으로 하여 무성 설치조 마찰음인 /s/에 단모음을 후속 발음시킨 /사, 서, 소, 수, 스, 시, 세(새)/와 /t, ㄷ, ㄱ, ㄷ, 一, ㅌ, ㅈ(ㅉ)/의 14개의 음을 녹음한 뒤, 음성 분석 프로그램인 Sensimetric Speech Station에서, 분석의 매개변수로 각 음에서의 제 1, 제 2포먼트를 구한 후 이를 비교 분석하여 Angle씨 II급 1류 부정교합아동의 발음에 대하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Angle씨 II급 1류 부정교합아동군에서 자음과 모음의 제 1포먼트는 Angle씨 I 급교합아동군과 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
2. 자음에서 제 2포먼트는 /스/에서, F2/F1 ratio는 /사, 서, 시/에서 유의한 차이가 있었다 ($p<0.05$).
3. 모음에서 제 2포먼트는 /ㄷ/에서 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$) F2/F1 ratio는 두 군간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
4. 자음에서 발음위치(전설, 중설, 후설모음-고설, 중설, 저설모음)에 따른 포먼트의 차이는 후속모음으로 고설과 저설모음이 오는 경우 제 2포먼트와 F2/F1 ratio가, 전설모음이 오는 경우 F2/F1 ratio가 유의하게 낮았다($p<0.05$).

5. 모음에서 발음위치에 따른 포먼트의 두 군간 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).

참 고 문 헌

1. 정영찬 : 한국어 음운론. 개문사, 서울, 1985.
2. Ladefoged, P. : A course in phonetics. 2nd ed., Harcourt Brace Jovanovich Publishers, New York, 1982.
3. Johnson, W., Darley, F. L. and Spriestersbach, D. C. : Diagnostic methods in speech pathology. Harper & Row Publisher, New York, p. 111, 1963.
4. 이기문, 김진우, 이상익 : 국어음운론. 학연사, 서울, 1990.
5. 황선용, 이상철, 류동목 : 설소대 성형술이 발음및 혀의 운동에 미치는 영향에 대한 연구. 대한악안면성형재건외과 학회지, 14(1) : 40-53, 1992.
6. 김기달, 양원식 : 개교환자의 발성에 관한 언어 음성학적 연구. 치대 논문집, 14(2) : 197-216, 1990.
7. 김희남, 김기령 : 한국어 어음에 관한 음성 언어학적 연구. 연세의대논문집. 12 : 60-79, 1979.
8. 문영일 : Sonograph에 의한 정상음성분석. 한이인지. 16 : 25-32, 1973.
9. Graber, T. M. : Orthodontics. principles and practice. saunder, 466-467, 1966.
10. Vallino, L. D. and Tompson, B. : Perceptual characteristics of consonant errors associated with malocclusion. Journal of Oral & Maxillofacial Surgery. 51(8) : 850-6, Aug, 1993.
11. Fairbanks, G. and Lantner, M. V. H. : A study of minor organic deviations in functional disorders of articulation. J. Speech Hearing Dis., 16 : 273-279, 1951.
12. Palmer, M. E. : Orthodontists and the disorder of speech. Am. J. Orthod., 34 : 579-588, 1948.
13. Frank, B. : A rationale for closer coopera-

- tion between the orthodontist and the speech and hearing therapist. *Am. J. Orthod.*, 41 : 571-582, 1955.
14. Petrovic, A. : Speech sound distortions caused by changes in complete denture morphology. *J oral Rehab.*, 12 : 69, 1985.
 15. Bloomer, H. : Speech defects associated with dental malocclusions. *Handbook of speech pathology and audiology*, New York : Appleton-Century-CROFTS, 715-766, 1971.
 16. Benedickson, E. : Variation in tongue and jaw position in /s/ sound occlusion. *Acta Odont. Scand.*, 15 : 275-303, 1958.
 17. 서봉연, 이순형 : 발달 심리학. 중앙적성 출판사, 서울, p.235, 1989.
 18. 김재은 : 유아의 발달심리. 창지사, 서울, p. 235, 1977.
 19. Qvarnstrom, M. J., Jaroma, S. M. and Laine, M. T. : Changes in the peripheral speech mechanism of children from the age of 7 to 10 years. *Folia Phoniatica et Logopedica*. 46(4) : 193-202, 1994.
 20. Smith, A., Weber, C. M., Newton, J. and Denny, M. : Developmental and age-related changes in reflexes of the human jaw-closing system. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*. 81(2) : 118-28, 1991.
 21. Anderson, V. : Improving the child's speech. Oxford Univ. Press, New York, 1953.
 22. Chaney, S. A., Moller, K. T. and Goodkind, R. J. : Effect of immediate dentures on certain structural and perceptual parameters of speech. *J. Pros. Dent.*, 40 : 8-12, 1978.
 23. Fairbanks, G. : Voice and articulation. Harper, New York, 1940.
 24. 양 동휘 : 음향음성학. 범한서적주식회사, 서울, 1975.
 25. 김종민 : 어음명료도 검사를 위한 우리말 어음표의 규격화에 대한 연구. *한이인지*, 18 : 29, 1975.
 26. 김희남, 박 인용, 김기령, 심상열, 최홍식 : 한국어 어음에 관한 음성언어학적 연구. *한이인지*, 23 : 53, 1980.
 27. 박찬일 : 한국어 회화어음의 청각학적 연구. *한이인지*, 14 : 9, 1979.
 28. 이규식, 권도하, 백준기 : 유아의 조음발달 (I) ; 자음종류에 따라. *한이인지*, 19 : 167, 1976.
 29. 유재형, 손동수 : 유전치 조기상실이 발음에 미치는 영향에 대한 연구. *치대논문집*, 16 (2) : 587-600, 1992.
 30. 허종규, 한세현 : 설악착증 환자에서 설근 절개술과 혀근육 운동법을 통한 발음변화에 대한 연구. *치대논문집*, 17(1) : 275-288, 1993.
 31. 김종훈, 김진태 : 상악 가철성 교정장치 장착후 발음장애 및 개선에 관한 음향학적 연구. *치대논문집*, 18(1) : 265-282, 1994.
 32. 서가진, 김진태 : 구개열환자의 발음장애에 대한 음향학적 연구. *치대논문집*, 19(1) : 155-167, 1995.
 33. 이기문, 김진우, 이상억 : 국어음운론. 학연사, 서울, 1990.
 34. 김광문, 김기형 : 음성검사의 실제. *한이인지*, 25(2) : 345-350, 1982.
 35. 김승곤 : 음성학. 정음사, 1983.
 36. Fukai, H. : Videofluorographic analysis of nasopharyngeal closure mechanism during various functions. Part. I. On normal subjects. *口病誌*, 3 : 16, 1978.
 37. Fukuda, T. : Factors on the articulation improvement in adult patients with cleft of palate. *日口蓋誌*, 1975.
 38. 김영송 : 우리말소리의 연구-고친판. 과학사, 1981.
 39. Ylppo, A. and Sovijarvi A. : Sonographic and palatographic studies of full denture, half denture and edentulous case. *Acta Odont Scand*, 20 : 257, 1962.
 40. Fisher, J. E. : What can the new techni-

- ques of acoustic phonetics contribute to linguistics? Proceedings of the VIII International Congress of linguists, Oslo. 433-478, 1958.
41. Peterson G. E. and Barney H. L. : Control methods used in a study of vowels. J. Acoustic Soc. Am., 24 : 175-184, 1952
 42. Fallside, F. and Woods, W. A. : Computer speech processing. Prentice Hall International, 1983.
 43. Fant, G. : Speech sounds and features. MIT press, 44-46, 1973.
 44. O'Shaughnessy, D. : Speaker recognition. IEEE ASSP Magazine Oct., 4 : 17, 1986.
 45. Markel, J. D. and Gray, A. H. Jr. : Linear prediction of speech. Springer, Verlag, 1976.
 46. Garrett, K. L. and Healen, E. C. : An acoustic analysis of fluctuations in the voices of normal adult speakers across three times of day. J. Acoust. Soc. Am., 82 : 58-62, 1987.
 47. Schutte, H. K. and Miller R. : Intraindividual parameters of the singers formant. Folia Phoniatica., 37 : 31-35, 1985.
 48. Umeda. H. : 한국어의 음성학적 연구. 일본어와의 대조를 중심으로. 형성출판사, 1983.
 49. Martone, A. L. : Clinical applications of concepts of functional anatomy and speech science to complete denture prothodontics : Part VIII. The final phase of denture consideration. J. Pros. Dent., 13 : 204-208, 1963.
 50. Joanne D. S., and Jorge C. M. : Comparative study of normal and defective articulation of /s/ as related to malocclusion and deglutiton. JSHD., 29(3) : 269-285, Aug. 1964.
 51. 박정삼, 장기택, 이상훈, 김종철, 손동수, 김진태, 한세현 : 전치부 반대교합아동의 발음장애에 관한 음향학적 연구. 대한소아치과학회지, 23(2) : 375-388, 1996.
 52. Guay, A. H., Maxwell, D. L. and Beecher, R. : A radiographic study of tongue posture at rest and during the phonation of /s/ in class III malocclusion. Angl. Ortho., 48(1) : 10-22, 1978.
 53. Subtelny, J., Mestre, J. C. and Subtelny, D. : Comparative study of normal and defective articulation of /s/ as related to malocclusion and deglutition. J. Speech Hearing Dis., 29 : 264-285,