

구개상 장착에 따른 한국어 어음의 조음시간 변화에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보철학교실

고여준 · 김창희 · 김영수

목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고문헌
 - 별 표
 - 영문초록

I. 서 론

치과 보철 치료의 주 목적인 저작, 심미, 발음의 회복 세 가지 중에서 저작과 심미의 회복에 관해서는 그 동안 많은 연구가 있었지만 발음의 회복에 관해서는 연구가 미흡했다^{1,41)}. 총의치 장착은 구강 내 환경을 변화시켜 발음 장애의 원인이 되는데, 현대 사회에서는 노인 인구가 증가하며 총의치 장착을 필요로 하는 노인의 수도 증가되는 추세에 있으므로⁵⁵⁾ 총의치 환자의 발음 문제도 점차 비중이 커져간다고 볼 수 있다.

치의학 분야의 발음 연구를 어렵게 만드는 요인으로는

첫째, 발음은 저작과 심미와 같은 정도로 심하게 손상을 받지 않고

둘째, 혀는 구강 내의 의치에 적응하게 되며,

셋째, 치과 의사의 지식으로는 언어음을 변별하기 힘들다는 것 등을 들 수 있다^{17,70)}.

발음 연구에 있어서 지금까지 사용되어 온 방법

으로는 명료도 검사법, 사운드 스펙트로그래프 (sound spectrograph)법, 구개도법, 동태구개도법, 방사선 영화법 등이 있으며, 최근에는 컴퓨터를 이용한 음성 분석 방법이 많이 사용되는 추세다^{38,57,62,66,67,71,77,78)}.

치의학 분야에서의 음성 연구로는 주로 구강외과 수술 전후^{5,25,30)}, 교정치료 전후⁵⁷⁾의 발음에 관한 비교 등이 있으며 보철 분야에서의 발음 연구는 의치 제작을 위한 치아의 배열^{41,46)}, 하악 안정위^{43,70)}와 교합 고정의 결정⁴⁵⁾, 구개부의 형성^{17,21,37,50)}을 위한 발음의 이용이 대부분이었다.

외국에서는 의치 장착 후의 발음 변화와 회복에 관한 연구가 선학들에 의하여 다수 이루어졌다. Tanaka⁵¹⁾는 구개부 형태와 연관된 발음의 연구에서 /s, sh, ch, th, j/ 음이 의치 장착 후의 발음 변화가 크다고 하였고, Palmer^{36,37)}는 전방 구개부의 피개 시 생체 되먹이기(biofeedback)의 상실로 자가조절(self-monitoring)기능이 저하되어 발음 장애가 나타난다고 하였다. Agnello와 Wictorin³⁾은 의치 장착 후의 발음 변화에 관한 연구에서 의치의 사용기간이 증가함에 따라 발음이 회복된다고 하였다. Boucher⁶⁾는 무치악 환자가 의치를 장착한 경우 혀의 높은 적응력으로 인하여 수 주 내에 발음 적응이 일어난다고 한 반면에 Troffer와 Beder⁵³⁾는 수주가 경과해도 발음이 회복이 일어나지 않는다고 하였다. Tanaka⁵¹⁾는 시간의 흐름에 따른 발음의 향상을 보고하였고 Hamlet⁹⁾은 실험용 구개상을 정상 성인에게 장착시킨 경우 약 2주 내에 정상 발음으로 회복된다고 하였다.

하지만 위의 연구들은 언어 치료사나 스펙트로그램

(spectrogram)을 통한 발음의 회복도를 연구한 것으로 이와 같이 발음의 청취를 통하여 회복도를 판단할 경우에는 주관에 의한 판단이 일어나기 쉽기 때문에 변화 내지는 회복의 정도를 정확하게 나타내기가 어렵다. 컴퓨터를 통한 음성 분석에서 음의 변화를 수치적으로 보고한 것으로는 Petrovic³⁸⁾의 연구가 있는데, 그는 구개상의 두께가 증가할수록 발음 장애의 정도가 커진다고 하였다.

의치 환자의 발음 변화에 관한 국내의 연구로는 우 등⁶⁶⁾, 이 등⁷¹⁾, 최 등⁷⁷⁾, 최 등⁷⁸⁾의 연구가 있다. 이들의 연구는 선행 예측, Cepstrum, log area ratio 등 공학 분야의 방법으로 시행되어 수치의 분석에 그쳐서 음성학에 기초를 둔 해석의 제시에는 미흡한 점이 있었다.

이에 본 연구에서는 총의치 장착자에게 불가피하게 발생하는 구개피개가 한국어 자음과 모음에 미치는 영향을 알아보고 총의치 장착자의 발음 적용에 도움을 줄 수 있는 기초를 마련하고자 구개상 장착 후의 발음 변화를 컴퓨터를 이용하여 분석하여 다소의 흥미 있는 지견을 얻었기에 이에 보고 하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1) 연구대상음

a) 좁힘점이론⁶⁰⁾에 따라서 조음 위치상 치조부, 경구개, 연구개, 인두에서 발음되는 자음 중 치조음 /ㄷ, ㅌ, ㄴ, ㅅ/, 경구개음 /ㅈ, ㅊ/, 연구개음 /ㄱ, ㅇ/을 선택하고, 모음 중에서 경구개모음 /ㅣ, ㅐ/,

연구개모음 /ㅡ/, 인두모음 /ㅏ/를 선택하였다

b) 모음과 자음의 지속시간 측정을 위하여 /모음+자음+모음/의 환경을 만들고⁷⁹⁾ 선행모음은 /ㅣ, ㅏ/, 자음은 /ㄷ, ㅌ, ㄴ, ㅅ, ㅈ, ㅊ, ㄱ, ㅇ/, 후속모음은 /ㅣ, ㅐ, ㅡ, ㅏ/를 선택한 후 조합하여 총 64개의 무의미 검사단어를 구성하였다(표 1).

c) 자연스러운 발음을 유도하기 위하여 단독형의 발음 발신, 수행문 “이게 X다”의 X위치에 검사단어를 포함시켜 문장을 발음하게 하였다²⁵⁾.

2) 연구대상

서울에서 출생하고 성장하여 표준말을 사용하며, 교합이 정상이고, 보철, 교정, 구강외과 치료의 경험 없이 발음 및 청각의 병력이 없는 20대 중반의 남성 3명을 연구대상으로 선정하였다⁷⁶⁾.

3) 구개상의 제작

알지네이트 인상제로 각 피검자마다 상악 인상을 2개씩 채득한 후 자가중합레진을 사용하여 총의치의 구개상과 유사한 형태로 두께가 2.5mm되는 레진상을 제작하고, 코발트-크롬 합금을 사용하여 두께가 0.5 mm인 금속상을 제작하였다⁴⁷⁾. 두 종류의 구개상 모두 유지를 위하여 양측으로 견치와 제1소구치 사이, 제2소구치와 제1대구치 사이에 ball-clasp를 사용하였고, 후방 변연은 vibrating line의 2mm 후방까지 연장하였다⁶⁾(그림 1).

4) 녹음방법

같은 순서로 연구대상음의 발음 시 유사음이 서로 영향을 미칠 수 있는 문제를 배제하기 위하여 연구대상음이 포함된 각 문장을 기록한 카드를 세 벌씩 제작하고 무작위로 혼합하여 포함 내용이 같고 순

Table 1. Tested Words

Consnants vowels	ㄷ	ㅌ	ㄴ	ㅅ	ㅈ	ㅊ	ㄱ	ㅇ
	ㅣ	이디	이띠	이니	이시	이지	이찌	이기
ㅐ	이테	이떼	이네	이세	이제	이찌	이게	잉에
ㅡ	이드	이뜨	이느	이스	이즈	이쯔	이그	잉으
ㅏ	이다	이따	이나	이사	이자	이짜	이가	잉아
ㅣ	아디	아띠	아니	아시	아지	아찌	아기	앙이
ㅐ	아테	아떼	아네	아세	아제	아찌	아게	앙에
ㅡ	아드	아뜨	아느	아스	아즈	아쯔	아그	앙으
ㅏ	아다	아따	아나	아사	아자	아짜	아가	앙아

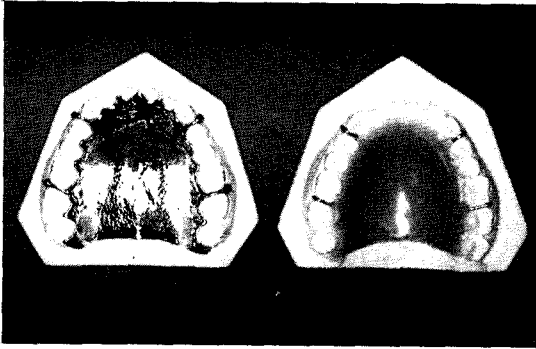


Fig. 1. Palatal plates(metal, resin).

서만이 틀린 세 종류의 카드 묶음을 만들어 발음하게 하였다³²⁾. 장착 전에 편안하고 자연스럽게 발음하도록 교육하였으며, 장착 전, 금속상 장착 후, 레진상 장착 후의 순으로 1주일의 간격을 두고 녹음을 시행하였다¹⁸⁾.

녹음장치는 DS 5010G를, 마이크는 단일지향성인 YM 1510을 사용하여, 마이크로부터 25cm의 거리에서 발음하도록 하였으며¹⁶⁾, 오차를 줄이기 위하여 정오 경의 일정 시간대에 발음하도록 하였다³⁵⁾.

2. 연구방법

카세트 테이프에 녹음된 음성을 매킨토시 컴퓨터 'SoundEdit(Version 2.05)' 응용프로그램을 이용하여 11KHz의 sampling rate와 8bit의 양자화로 A/D 변환(converting)한 후³²⁾ 'Signalize(Version 2.0)' 응용프로그램을 이용하여 음의 파형과 스펙트로그램을 보면서, 직접 음을 청취해 가며 선행모음의 지속시간, 자음의 지속시간, 후속모음의 지속시간을 측정하였다⁶⁹⁾. 세 부분의 경계는 다음과 같이 정하였다^{69, 75)}(그림 2).

a) 선행모음의 지속시간 : 음성 파형 상에서 모음의 시작을 위한 성대 진동이 시작된 부분에서부터 자음을 위하여 구강이 폐쇄되어 포만트가 사라지는 부분까지를 측정하였다.

b) 후속모음의 지속시간 : 일정한 주기로 모음의 포만트가 나타나는 부분부터 포만트가 사라지는 부분까지를 측정하였다.

c) 자음의 지속시간 : 두 부분의 사이를 측정하였다.

이렇게 하여 얻은 자료를 통계프로그램인 'StatView 512+(Version 1.2)'에서 분류하여 분석을 시

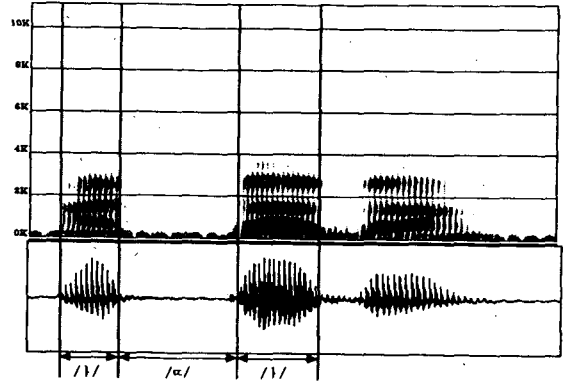


Fig. 2. Segmentation of tested word(아따).

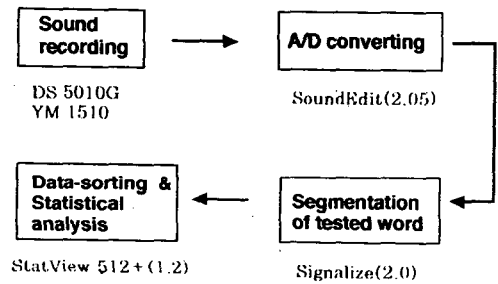


Fig. 3. Speech analysis procedure.

행하였으며 통계처리가 필요한 경우는 통계치가 유의한지를 알아보기 위하여 유의도 0.05에서 쌍체검증을 하였다⁶⁹⁾(그림 3).

알아보고자 한 내용은 다음과 같다.

- a) 상태에 따른 각 부분의 지속시간
- b) 상태에 따른 실험단어 내에서의 각 부분의 지속시간비율(temporal structure)
- c) 각 부분의 지속시간에 대한 금속상과 레진상의 영향
- d) 자음의 지속시간
 - i) 조음 방법에 따른 자음의 지속시간
 - ii) 조음 위치에 따른 자음의 지속시간
 - iii) 연/경성에 따른 자음의 지속시간
- e) 모음이 미치는 영향
 - i) 후속모음이 선행음에 미치는 영향
 - ii) 선행모음이 후속음에 미치는 영향

III. 연구성적

1. 전체 경향

1) 상태에 따른 각 부분의 지속시간(ms)

선행모음, 자음, 후속모음, 전체 실험단어, 모두 장착 전에 비하여 구개상 장착 후 지속시간의 증가가 뚜렷하였으며, 금속상에서보다 레진상에서 그 지속시간의 증가가 컸다(표 2, 3, 그림 4).

a) 전체 실험단어는 구개상 장착 전에 비하여 장착 후 지속시간이 증가하였으며 금속상에 비하여 레진상에서 큰 증가를 보였으며 그 차이는 통계적으로 유의하였다($P=0.0001$)(그림 5).

b) 모음 / ɪ, ʌ /에서 측정된 선행모음의 지속시간은 금속상에 비하여 레진상의 경우에 유의할 만한 증가를 보였다($P=0.0001$)(그림 6).

c) 자음 / ɾ, ㅈ, ㄴ, ㅅ, ㅆ, ㄱ, ㅇ /에서 측정된 자음의 지속시간은 금속상에 비하여 레진상의 경우에 유의할 만한 증가를 보였다($P=0.0014$)(그림 7).

d) 모음 / ɪ, ㅐ, ㅓ /에서 측정된 후속모음의 지속시간은 금속상에 비하여 레진상의 경우에 유의할 만한 증가를 보였다($p=0.0383$)(그림 8).

2) 상태에 따른 실험단어 내에서의 각 부분의 지속시간(ms)

장착 전, 금속상 장착 후, 레진상 장착 후 모두 선행모음, 후속모음, 자음의 순으로 큰 값을 보였고, 전체 실험단어에서 각 부분이 차지하는 지속시간 비율은 일정한 양상을 보였다(표 4, 그림 9).

3) 각 부분의 지속시간에 대한 금속상과 레진상의 영향

세 부분 모두에서 레진상이 금속상에 비하여 더 큰 영향을 보였고 선행모음, 자음, 후속모음의 순으로 구개상의 종류에 따른 차이가 많은 것으로 나타났다(그림 10).

Table 2. Duration of segments in /VCV/ tested words(ms)

	V1-d	C-d	V2-d	Word-d
None	129	110	109	347
Metal	139	124	132	394
Resin	149	130	136	415

V1-d : duration of preceding vowels

C-d : duration of consonants

V2-d : duration of following vowels

Word-d : duration of words

Table 3. Paired t-test(2-tail)

	V1-d	C-d	V2-d	Word-d
None-Metal	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
None-Resin	0.0001*	0.0001*	0.0001*	0.0001*
Metal-Resin	0.0001*	0.0014*	0.0383*	0.0001*

* : significant at $P<0.05$

Table 4. Durational ratio of segments in /VCV/ tested words(%)

	V1-d	C-d	V2-d
None	37	31	32
Metal	36	31	34
Resin	36	31	33

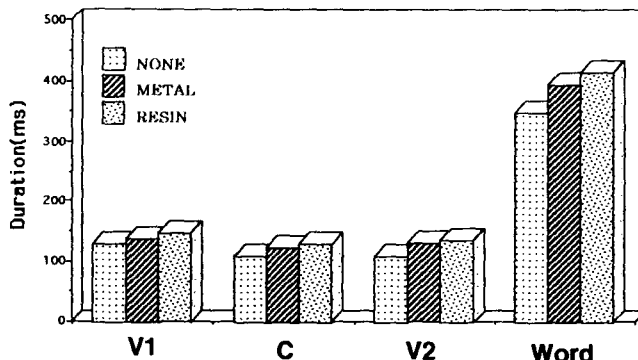


Fig. 4. Duration of segments in /VCV/ tested words(ms).

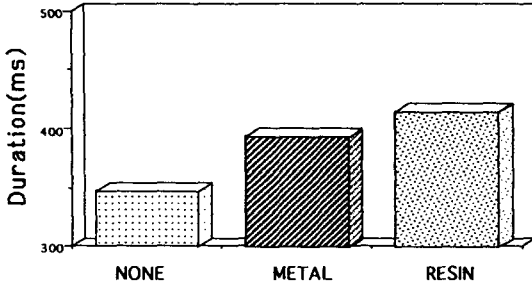


Fig. 5. Duration of tested words(ms).

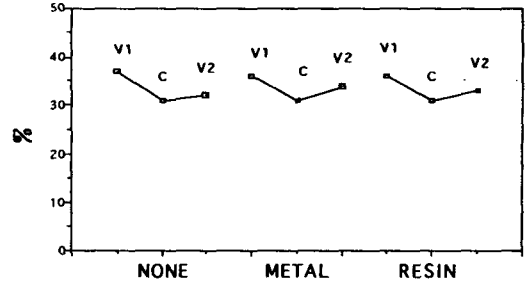


Fig. 9. Temporal structure in /VCV/ tested words.

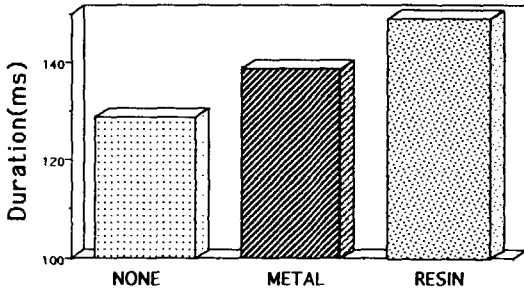


Fig. 6. Duration of preceding vowels(ms).

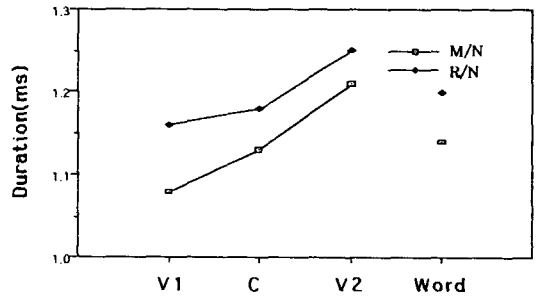


Fig. 10. Durational ratio of segments in /VCV/ tested words.

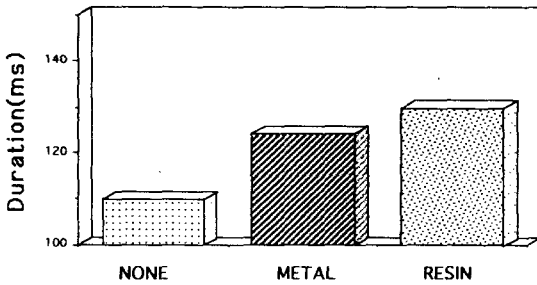


Fig. 7. Duration of consonants(ms).

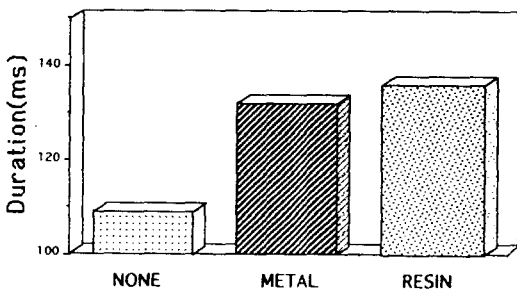


Fig. 8. Duration of following vowels(ms).

2. 자음 지속시간

1) 조음 방법에 따른 자음 지속시간

같은 치조음이면서 조음 방법이 다른 비음 /ㄴ/, 파열음 /ㄷ/, 마찰음 /ㅅ/의 비교 결과, 세 자음 모두 레진상을 장착한 경우에 금속상을 장착한 경우보다 자음의 지속시간 증가가 컸으며, 마찰음 /ㅅ/이 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다(그림 11).

2) 조음 위치에 따른 자음 지속시간

같은 비음이면서 조음 위치가 다른 치조음 /ㄴ/과 연구개음 /ㅇ/, 같은 파열음이면서 조음 위치가 다른 치조음 /ㄷ/과 연구개음 /ㄱ/의 비교 결과, 치조음 /ㄴ/, ㄷ/이 구개상의 종류에 따른 지속시간의 차이를 나타내었고 연구개음 /ㅇ, ㄱ/은 두께에 따른 차이를 보이지 않고, 단지 구개상의 존재유무에 따른 차이만을 나타내었다(그림 12, 13).

3) 연/경성에 따른 자음 지속시간

전체 실험단어에서 각 부분이 차지하는 지속시간 비율은 금속상 장착 후, 레진상 장착 후 모두에서

장착전과 같이 유지되었다(그림 14, 15).

a) 치조음 /ㄷ, ㅌ/

구개상 장착 시 경음인 /ㅌ/에 비하여 연음인 /ㄷ/의 경우 자음 지속시간의 증가가 컸으며 연음은 구개상의 종류에 따른 차이가 큰 반면에 경음은 작은 차이를 보였다.

b) 경구개음 /ㅈ, ㅉ/

치조음 /ㄷ, ㅌ/와 유사한 양상을 보였다.

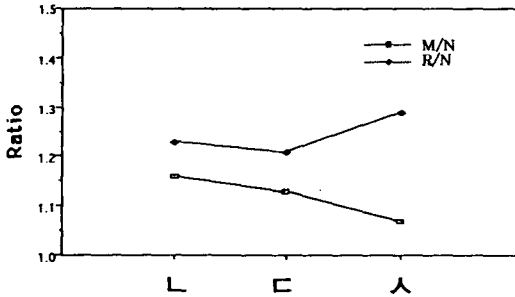


Fig. 11. Durational ratio of consonants according to manner of articulation.

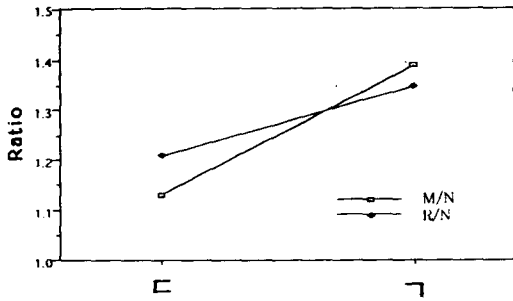


Fig. 12. Durational ratio of consonants according to place of articulation

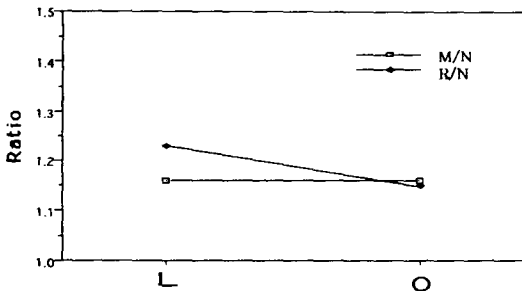


Fig. 13. Durational ratio of consonants according to place of articulation.

3. 모음의 영향

1) 후속모음의 자음에 대한 영향

치조음 /ㄷ/, 연구개음 /ㄱ/ 모두, 후속모음이 /ㅣ/인 경우가 /ㅏ/인 경우에 비하여 구개상의 장착에 따른 자음의 지속시간 증가를 크게 나타내었으며, 치조음 /ㄷ/은 후속모음이 /ㅣ/인 경우에 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다(그림 16).

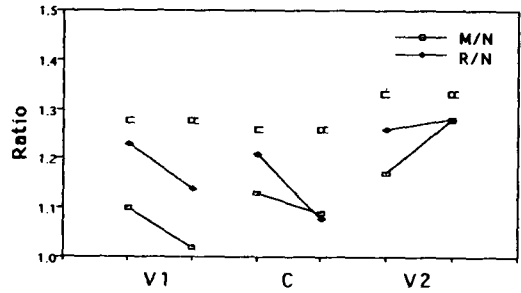


Fig. 14. Durational ratio of segments according to lenis/fortis in /VCV/ tested words(ㄷ, ㅌ).

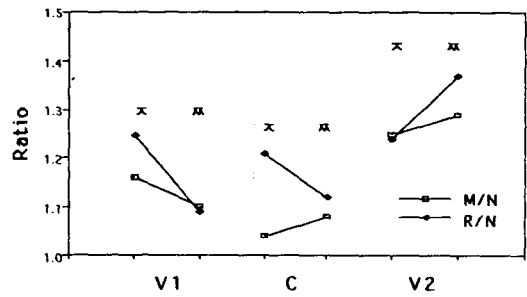


Fig. 15. Durational ratio of segments according to lenis/fortis in /VCV/ tested words(ㅈ, ㅉ).

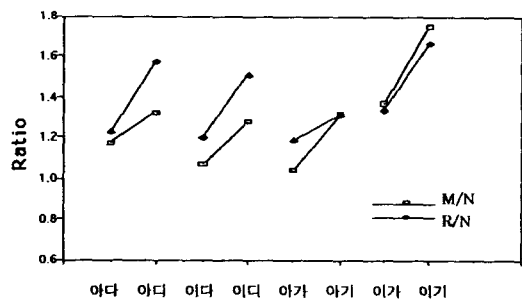


Fig. 16. The effect of following vowel on consonant in /VCV/ tested words.

2) 후속모음의 선행모음에 대한 영향

치조음 /ㄷ/, 연구개음 /ㄱ/ 모두, 후속모음이 /ㅣ/인 경우에, 선행모음의 지속시간 증가를 크게 나타내었으며, 자음의 지속시간 증가가 컸던 /이가, 이기/에서는 선행모음의 지속시간이 장착 전에 비하여 오히려 감소되는 결과를 보였다(그림 17).

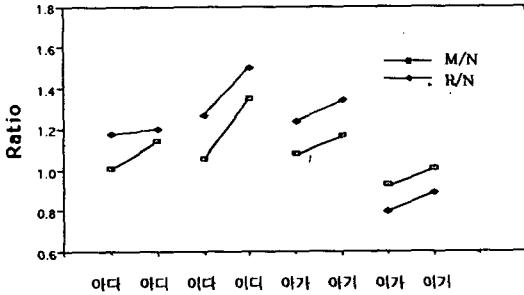


Fig. 17. The effect of following vowel on preceding vowel in /VCV/ tested words.

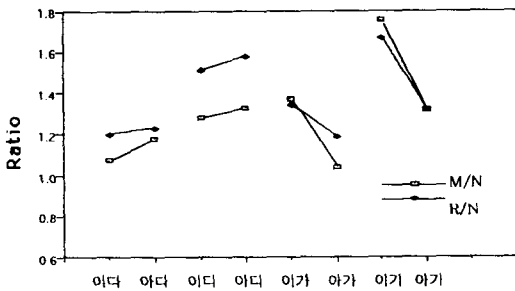


Fig. 18. The effect of preceding vowel on consonant in /VCV/ tested words.

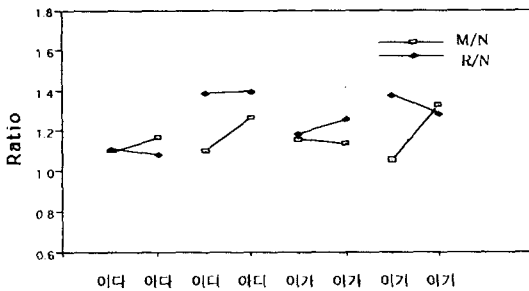


Fig. 19. The effect of preceding vowel on following vowel in /VCV/ tested words.

3) 선행모음의 자음에 대한 영향

치조음 /ㄷ/의 경우 선행모음에 따른 자음의 지속시간 증가는 별로 나타나지 않았고, 연구개음 /ㄱ/의 경우는 선행모음이 /ㅣ/인 경우에 지속시간의 증가를 크게 나타내었다(그림 18).

4) 선행모음의 후속모음에 대한 영향

치조음 /ㄷ/, 연구개음 /ㄱ/ 모두, 후속모음이 /ㅣ/인 경우는, 선행모음이 /ㅏ/일때, 후속모음이 /ㅣ/인 경우는, 선행모음이 /ㅣ/일때 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다(그림 19).

I. 총괄 및 고안

말은 언어생활의 가장 기본적인 형태이자 주된 것이며, 대부분의 사람은 하루 생활의 많은 부분을 말로써 이루어간다. 인간의 구강은 발음기관의 일 부로서 구강내의 구조물에 형태나 기능의 이상이 발생하면 발음의 변화나 장애가 초래될 수 있다. 발음 문제를 해결하기 위하여는 음의 본질, 음의 생성 과정, 관련된 기관의 해부, 생리학적 지식이 필요 하며, 이것이 음성학의 존재 이유 중의 하나이다¹⁶⁾.

음성학은 그 영역에 따라서 음성기관이 말소리를 조음하는 방법과 위치에 따라 음의 생성 영역을 다루는 조음음성학(articulatory phonetics), 화자의 입으로부터 청취자까지의 공기 속을 지나는 음파의 음향적 특성을 다루는 음향음성학(acoustic phonetics), 귓속에 느껴진 말소리의 청각적 효과를 연구 하기 위해 음의 청취작용을 다루는 청음음성학(auditory phonetics)의 세 분야로 나눌 수 있다^{16, 24, 68)}.

구강 내의 음성의 생성 요소로는 정적인 요소로 치아, 경구개, 치조부 등이 있고 동적인 요소로 혀, 입술, 연구개 등이 있다³⁶⁾. 치아 중에서 전치는 혀 끝에 전달된 공기의 흐름을 차단하는 역할을 하며, 구치는 혀의 후방부가 접촉되어 발음이 시작되는 표면으로 작용한다. 경구개 중에서 점막은 생체되 먹이기의 단위로 작용하며 구개융선(palatine rugae)은 공기의 흐름을 차단하는 역할을 한다. 연구개는 공명에 영향을 미친다. 혀는 가장 중요한 조음기관으로 작용하며 나아가 들어감에 따라 보상작용을 나타낸다. 입술은 구내압이 필요한 발음의 밸브작용을 하게 된다.

종래의 최고점 이론에 의한 음성 분류에서는, 모음은 D. Jones의 모음사각도 상에서 가로축을 기준으로 경구개모음과 인두모음으로, 세로축을 기준으로 폐모음, 반폐모음(반개모음), 개모음으로 분류되었으며⁷²⁾, 자음은 조음 위치를 기준으로 양순, 치조, 경구개, 연구개, 성문음 등으로, 조음 방법을 기준으로 파열음, 마찰음, 비음, 유음으로 분류되었다. 그러나 좁힘점이론에서는 말소리 자체는 불연속적으로 구분되는 자음과 모음으로 이루어지는 것이 아니라 연속적이어서, 인식 면에서 구분되는 자음과 모음이 물리적인 면에서는 서로 포개어지는 것으로 본다⁶⁰⁾. 다시 말하여 최고점이론이 자음과 모음의 차이를 지나치게 부각시킨 데 반하여 좁힘점이론은 자음과 모음의 조음 위치가 공통적이라는 인식에 근본을 둔다. 이 이론에 따른 우리말 음소의 분류는 아래와 같다(표 5).

보철 치료 중 의치의 장착은 상실 부분의 기능적, 해부학적 회복을 위하여 비상실 부분인 구개의 피개를 요구하며 인공적인 구개의 피개는 물리적인 장애를 초래하여 치아의 상실에 의한 고유수용성 감각의 상실과 함께, 조음의 장애를 유발할 수 있다^{15, 36, 37)}. 위에서 분류한 음성 중에서 구개의 피개에 의하여 영향을 받을 수 있는 음소는, 자음으로는 치조음, 경구개음, 연구개음, 인두음 등이 있으며, 모음으로는 경구개음, 연구개음, 인두음 등이 있다⁶⁰⁾.

한국어에 대하여 시행되었던 치과분야의 대부분의 발음 연구가 음의 선택에 있어서 특별한 이론적 근거가 없이, 언어 치료에 경험적으로 사용되어 온 단어나 한정된 자음, 모음을 사용했던 것에 반하여^{62-63, 66, 67, 77, 78)}, 본 실험에서는 음성학적 이론과 위의 음성 분류 기준에 바탕을 두고 조음 위치, 조음 방법,

연/경성, 각 음소의 상호 영향 등을 체계적으로 고려한 모음 / ㄱ, ㅋ, ㆁ, ㅏ, ㅑ / 4개, 자음 / ㄷ, ㅌ, ㄴ, ㄷ, ㅌ, ㅍ, ㅑ, ㅓ, ㅕ, ㅗ, ㅛ / 8개를 선택하였다.

일반적으로 음성신호는 청각신호인 아날로그 신호와 시각신호인 디지털 신호가 있으며 아날로그 신호를 이용한 분석은 주관적인 방법으로 화자 간의 식별은 용이하나 동일 화자의 여러 조건 하에서의 발음 분석에는 오류가 나타나기 쉽다. 디지털 신호를 이용하는 방법은 주로 컴퓨터를 이용하여 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 모니터 상에서 분석하는 것이다.

청각에 의한 음성의 관찰 시에는 잘못된 결론에 도달하기 쉬우므로 오류를 방지하기 위하여는 실험 음성학 분야의 객관적인 연구방법이 필요하다. 음성학의 연구방법으로는 관찰법과 실험법이 사용된다¹⁶⁾. 관찰법은 기록에 의한 관계를 체계화함으로써 생리적 기능을 검사하는 것이며, 실험법은 실험자에 의하여 조절되는 실험변수가 주어진 환경에 미치는 영향을 관찰하는 것이다.

음향음성학에서 사용되는 음성의 분석 방법은 녹음, 파형 분석, 스펙트로그램의 분석 등을 들 수 있다. 녹음의 목적은 변형이 거의 없는 분명한 음성 신호를 배경음이 포함되지 않은 상태로 획득하는 데 있으며, 파형분석은 파형을 시각화하여 시간에 따른 관계를 관찰하기 위함이며, 스펙트럼 분석은 신호에 포함된 여러 주파수를 세기 별로 분리하여 음성의 물리적 특성인 주파수의 변화를 분석하는 방법이다.

조음음성학에서는 공기의 압력, 공기의 흐름, 공기의 양, 호흡근 활성화 등을 측정하여 호흡능력을 검사하거나, 내시경을 통한 관찰이나 근육운동의 측정을 통하여 후두의 기능을 검사하고, 구개도, 동태구개도 등을 이용한다.

Table 5. Classification of Korean phonemes according to place of articulation

place (closure)	bilabial	alveolar	palatal	velar	pharyngeal
0	ㅁ, ㅂ, ㅃ, ㅍ, ㅑ, ㅓ	ㄷ, ㅌ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㄺ	ㅈ, ㅊ, ㅊ, ㅌ	ㄱ, ㅋ, ㅋ, ㄴ	
1		ㄷ, ㄹ			ㅇ
2	(w)		j	w	
3	(T)		l	-, T	
4	(J)		ㅋ		ㅑ, ㅓ
5			ㅏ		ㅑ

구개도법^{1,30)}은 피검자의 혀에 도포된 먹이 구개에 접촉되는 양상을 관찰하는 직접법과 구개판에 파우더를 도포하여 접촉되는 상태를 검사하는 간접법으로 나누어지는데, 한 순간에 단지 하나의 측정을 할 수 있다는 단점을 지니며 동태구개도법²²⁾은 구개판에 설치한 전극을 통하여 시간에 따른 혀의 접촉위치를 연속적으로 파악할 수 있다는 장점을 지닌다. 방사선 이용법³²⁾은 발음 시 혀와 하악의 위치관계의 설명에는 적합하나 중첩, 확대, 변형에 따른 해석의 문제점이 존재하며 또한 장비가 복잡하다는 문제가 있다.

청음음성학에서는 녹음기를 사용하거나 청음검사법을 사용한다^{3, 17, 51)}. 청음검사법은 환자의 음성을 여러 명의 검사자가 청취하여 표기한 결과를 집계하여 이상음의 출현을 숫자적으로 표시하는 것이나 검사 대상자의 조건과 검사 대상음의 종류에 따라 상이한 결과를 가져올 수 있으므로 비교 시의 오차가 많다.

최근에 국내외에서 이루어진 발음 연구의 대부분은 구개상 장착 시의 음가 변화, 즉, 주파수 특성의 변화에 치중하였다. 그러나 구개상 장착에 따른 발음의 변화는 지속시간의 변화를 수반할 것이라는 가설과 한국어의 특징적인 지속시간 현상이 구개상 장착 시에는 어떻게 나타날 것인지를 알아보기 위하여 본 연구에서는 지속시간의 변화를 분석대상으로 삼았다.

한 언어에서의 소리의 지속시간은 음운론적 역할과 앞뒤 소리, 초점, 말의 속도, 소리의 위치 등과 같은 음성 언어학적인 요소에 의하여 결정된다⁷⁵⁾. 음의 지속시간이 갖는 음운론적 역할이란 것은 낱말의 뜻을 구별하는 음운론적인 지속시간(quantity)과 물리적으로 나타나는 음성학적 지속시간(duration)으로 나눌 수 있는데 본 연구에서의 지속시간은 후자를 의미한다³⁰⁾. 말소리의 지속시간은 조음기관의 조음 시간으로 결정된다. 일반적으로 조음기관의 이동거리가 짧은 경우(예 : 고모음 / i /)는 큰 경우(저모음 / a /)보다 지속시간이 짧다. 그리고 부피가 적어 움직임이 빠른 조음기관(예 : 혀끝)으로 발음되는 말소리들이 움직임이 느린 조음기관(예 : 입술)으로 발음되는 경우보다 짧다. 또한 조음기관의 긴장이 없는 연음(lenis)의 경우는 긴장이 있는 경음(fortis)보다 지속시간이 짧다. 이는 경음을 발음하기 위하여는 조음기관의 긴장이 이루어지는 시간이 걸리기

때문이다.

자음의 고유지속시간을 측정하기 위하여는 자음의 모든 조음현상이 음향적으로 나타나는 환경을 선택하여야 한다. 우리말의 자음의 고유지속시간을 측정하기 위하여는 /자음+모음/뿐 아니라 /모음+자음+모음/의 환경을 고려하여야 한다⁷⁵⁾. /자음+모음/의 환경에서는 파열음(예 : /ㅂ, ㅃ, ㅍ/)과 파찰음(예 : /ㅈ, ㅉ, ㅊ/)의 닫힘(closure)구간이 음향적으로 묵음으로 나타나서 역시 묵음으로 나타나는 발화 시작 전의 쉼(pause)과 구별할 방법이 없다. 따라서 이 환경에서의 파열음과 파찰음이 지속시간은 닫힘구간이 빠지고 파열부터 측정이 된다. 반면에, /모음+자음+모음/의 환경에서는 파열음과 파찰음의 닫힘구간이 모음 사이에 나타나므로 닫힘구간이 포함된 자음의 지속시간을 구할 수 있을 뿐 아니라, 자음이 앞뒤 모음의 지속시간에 미치는 영향을 아울러 살필 수 있다.

말소리의 지속시간은 청취에 의하여 판단을 할 수도 있으나 실험음성학에서는 보다 객관적인 값을 구하기 위해 분석장비를 이용한다¹⁶⁾. 말소리의 지속시간을 측정하는 장비로 밉고그래프(mingograph)와 스펙트로그래프(spectrograph)가 많이 쓰였으며, 근래에 와서는 컴퓨터를 이용한 음성 분석 장비들이 많이 이용되고 있다. 컴퓨터를 이용한 음성 분석 장비는 밉고그래프와 스펙트로그래프의 기능을 모두 가지고 있으며, 컴퓨터의 발달로 충분한 시간의 음성을 분석할 수 있다. 이러한 분석 장비를 이용하여 말소리의 지속시간을 측정할 때 가장 중요한 것은 파형이나 스펙트로그램에서 낱소리를 분절(segmentation)하는 일이며, 정밀한 분절을 위하여는 말소리에 대한 조음 및 음향음성학적 훈련이 필요하다.

본 연구는 컴퓨터의 음성 분석 프로그램을 사용하였으며, 모니터 상에 나타난 음의 파형과 스펙트로그램 상의 포란트를 확인하면서 파형을 늘리거나 다른 위치로 옮기거나 하는 등의 조작을 시행하면서 분석하였으며 아울러 음소의 경계를 결정하는 데 실험자의 청각도 이용하였다⁶⁹⁾.

음성 분석은 제공자의 주변 상태, 성도의 물리적 특성, 발음 양상에 따라서 좌우될 수 있으므로, 남자를 대상으로 할 때 좋은 결과를 얻을 수 있고 녹음시의 조건 변화에도 영향을 받으므로 동일 조건 하에서의 녹음을 필요로 한다. 차⁷⁶⁾는 방언이 표준

음보다 오청율이 높다고 하였으며 이⁷⁹⁾는 /l, ɳ, ɲ, -/는 환경에 따라서 분명히 다른 음가를 나타낸다고 하였다. Fallside와 Wood¹⁵⁾는 여성은 남성보다 17% 높은 주파수를 보이며 인두부 용적의 차이와 주위의 영향을 많이 받으므로 여자를 대상으로 한 음성 분석은 객관성을 나타내지 못한다고 보고하였다.

노인환자에서 혼한 청력감퇴, 뇌신경장애는 언어기능의 저하를 일으킬 수 있다. O'Shaughnessy³⁵⁾는 발음 시의 시간대와 주위환경에 따라서 결과가 달라질 수 있다고 하였다. 김⁵⁷⁾ 등은 개교환자의 발음시 오청율이 증가한다고 하였고, 노⁶²⁾ 등은 상악 전치부가 결손된 환자는 보철 수복 시 발음이 향상된다고 하였다.

본 실험에서는 서울에서 출생하고 성장한 20대 남성 중 치열이 양호하고 단순금관 이상의 보철 치료의 경험이 없으며 구강 내의 수술을 받은 경험이 없는 피검자를 선택하여, 구개상의 장착에 따른 시간적 변화를 최소로 하기 위하여 장착 즉시 녹음을 시행하였다. 녹음기에 부착된 VU(volume unit) meter는 넓은 범위의 세기에서 빠르게 반응하지 않으므로 연속적인 발음의 녹음에는 이상적이지 못하기 때문에 녹음 시 붉은 부분의 약간 아래 부분에 pointer를 오게 하는 것이 필요하였다.

의치의 구개부 제작 시 레진 혹은 금속을 사용하는데, 레진으로 구개부의 제작시 대부분의 발음이 이루어지는 구개부를 해부학적인 구조로 형성하지 않는 경우가 많다. Tanaka⁵¹⁾는 자연치열을 가진 환자의 시상 절단면의 관찰에서 전치부의 11-13mm의 후방에 변곡점이 존재하며, 이 변곡점의 6mm상방은 견치의 장축이 지나는 가상선에 위치한다고 하였으며 전두 절단면의 관찰에서는 소구치부에 함요부위가 존재하고 구치부의 치조부에 변곡점이 존재한다고 하였다. Tanaka는 대부분의 의치에서 이 해부학적 구조를 무시하고 구개부를 형성하였다고 하였으며, Allen¹⁾은 견치와 견치 사이의 전방 풍음부의 두께를 증가시키는 것이 /s/와 /sh/의 발음에 중요하며 절치 유두의 부위의 두께 증가는 발음 적응 기간을 감소시킨다고 하였다. Goyal과 Greenstein¹⁷⁾은 총의치의 구개부를 인상용 납을 이용하여 재형성한 경우, 전치부는 볼록한 곡선, 구치부는 S-곡선을 이루게 되고 발음의 향상을 가져오며 발음 적응 기간을 감

소시킬 수 있다고 하였다.

본 연구를 시작하기 전에 S대학교 병원 치과진료부 중앙기공실에서 제작한 총의치 30개를 관찰한 결과, 의치의 구개부에 특별한 해부학적 구조물이 형성되지 않은 것으로 판단되었기에 본 연구에서도 특별한 구조물을 형성하지 않았다. 금속으로 구개부를 제작할 경우는 판상 납(sheet wax)을 매몰재 모형의 구개부에 적합시켜 제작하여 해부학적 구조를 재현할 수 있으며 본 실험의 금속상 제작시에도 이 방법을 사용하였다. 제작 후의 금속상의 두께는 약 0.5mm였으며 레진상의 두께는 2.5mm였다⁴⁷⁾.

의치의 장착에 따른 발음 변화에 관한 많은 연구는 주로 외국의 선학들에 의하여 이루어졌다. McGivney¹⁵⁾는 총의치 환자와 overdenture 환자의 비교를 통하여, 발음운동(speech movement)의 정확도는 치아의 고유수용성감각에 영향을 받기 때문에, 의치환자에서는 발음에 이상이 생기며 총의치 환자에 비하여 overdenture 환자가 양호한 발음을 나타낸다고 하였다.

Allen¹⁾은 구개도를 사용한 의치 환자의 발음 연구에서 절치 유두 부위의 용기가 /s, sh/의 발음에 중요한 역할을 하며 이것을 무시하고 의치를 제작할 시 발음의 개선에 필요한 시간이 증가된다고 하였다. Harley²²⁾는 구개도의 정적인 단점을 보완한 동태구개도를 이용한 설-구개 접촉의 연구에서 치조음, 경구개음인 /t, d, l, n, s/를 /ah/ 모음과 결합시켜 실험한 결과, 발음 시 전방부보다 후방부에서 많은 접촉이 이루어지며 구개의 주변부에서 많은 접촉이 이루어진다고 하였다.

Goyal과 Greenstein¹⁷⁾은 총의치 환자에서 혀의 접촉 양상에 따라서 구개부를 재형성한 결과 발음이 향상되고 의치의 적응기간이 짧아진다고 보고하였다. Tanaka⁵¹⁾는 의치 장착에 의한 발음의 장애는 치조부와 경구개에서 조음되는 음에서 주로 발생한다고 하였고 1주일 정도면 대부분의 음이 향상을 보이지만 /s/음은 별로 향상이 없으며 구개부의 변곡점 형성 시 발음에 도움을 줄 수 있다고 하였다. Agnello와 Victorin³⁾은 무치악 환자의 총의치 치료 후 시간에 따른 발음의 변화를 음소 /s, sh, t/, 유성 /th/가 포함된 단어를 통하여 연구한 결과 /s, sh, t/는 의치의 사용 기간에 따라서 발음의 향상을 보였지만, 유성 /th/는 별로 향상을 보이지 않았다고

하였다.

Petrovic³⁸⁾은 의치의 형태에 따른 발음 변화의 연구에서 완전 자연치열을 가진 성인에게 0.7mm, 1.2mm, 2.0mm의 구개상을 장착하게 한 후의 발음을 컴퓨터로 분석한 결과, 의치의 형태와 발음 사이에는 밀접한 관계가 존재하며 한 단어 내의 각 음소의 상대적인 지속시간의 변화는 적으며 1.2mm이상의 두께에서 발음의 변화가 급격히 발생하며 대부분 1개월 이내에 정상발음으로 환원되며 청각능력이 우수한 환자의 경우에는 적응능력이 좋다고 하였다.

본 연구의 결과, 구개상의 장착 전에 비하여 장착 후 실험단어 내의 각 부분의 지속시간이 증가하였으며 전체 실험단어의 지속시간도 증가하였다. 금속상보다는 레진상이 증가의 값이 컸으며 그 차이는 통계적으로 유의하였다. 이 결과는 Petrovic이 구개상의 두께를 0.7mm, 1.2mm, 2.0mm로 차례로 증가시켰을 때 단어 내 각 음소의 지속시간 변화는 통계적으로 유의하지 않다고 한 것과는 다른 결과를 보였는데, 본 실험에 사용된 금속상의 두께가 0.5mm로서 Petrovic의 경우보다 얇은 뿐만이 아니라 해부학적 구조물을 재현할 수 있었기 때문으로 사료된다.

선행모음, 자음, 후속모음의 지속시간 증가는 장착 전, 금속상 장착 후, 레진상 장착 후 각각 통계적으로 유의하였는데 선행모음으로 /l, t/를 택하고 후속모음으로 /i, ɰ, ɨ, t/를 택하였으므로 두 부분간의 직접적인 비교는 하지 않았다.

실험단어 내의 각 부분의 지속시간은 장착 전, 금속상 장착 후, 레진상 장착 후 모두 선행모음, 후속모음, 자음의 순서였고, 각 부분이 차지하는 지속시간비율은 일정한 경향을 보였다. 일반적으로 빠른 말에서는 말소리의 지속시간이 짧아지고 느린 말에서는 길어지는데, 자음보다 모음에서 변화의 비율이 크며 예를 들어 발화 전체의 지속시간이 보통 빠르기보다 50% 길어졌다고 하여 모든 단어나 음소가 같은 비율로 길어지지 않는다는⁷⁵⁾. 따라서 구개상의 장착 시는 단순히 발화의 속도가 느려져서 말소리가 느려지는 경우와는 다른 양상을 보임을 알 수 있다.

실험단어 내의 각 구성 성분에 대한 금속상과 레진상의 영향을 비교한 결과 세부분 모두에서 금속상의 경우 보다 레진상의 경우에 더 큰 지속시간의

증가가 있었고, 선행모음이 구개상의 종류에 따른 차이가 가장 컸으며 후속모음은 구개상의 종류에 관계없이 장착에 따른 값의 증가가 있었다.

조음 방법에 따른 자음 지속시간의 비교 시, 마찰음 /s/, 비음 /n/, 파열음 /d/의 순으로 자음의 지속시간이 길게 나타나는 일반적 양상⁵⁹⁾과는 달리 금속상, 레진상의 장착 후는 모두 이것과 다른 양상을 나타내었으며, 마찰음 /s/에서 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다. 이는 Tanaka⁵¹⁾의 결과와 일치하는 것으로 마찰음 /s/은 상하 치아의 배열뿐만 아니라 구개상의 치조부 구조에 따라서도 많은 차이가 나는 것을 의미한다.

조음 위치에 따른 자음 지속시간의 비교 시 치조음 /n, d/은 혀의 민감한 끝부분이 접촉하는 부위이므로 구개상의 종류에 따른 영향을 쉽게 받을 수 있는 반면에, 연구개음 /o, ɤ/은 혀의 후방부가 접촉하는 부위이므로 존재 유무 만의 차이를 느끼며, 민감한 반응은 보이지 않았다고 사료된다.

/모음+자음+모음/의 환경에서는 자음의 지속시간이 연음과 경음의 변별에 결정적 역할을 한다³⁹⁾. 즉 단어 내에서 각 부분이 차지하는 지속시간비율에 변화가 오면 연음과 경음의 지각에 혼란이 올 수 있는데, 본 실험에서는 구개상의 장착 후 연음과 경음의 혼동을 가져올 만한 지속시간비율의 변화는 없었다. 연음의 지속시간이 증가된 것에 비하여 경음에서 별 변화가 없는 것은 경음은 이미 구강 및 후두의 근육이 긴장하여 생성되는 소리이기 때문인 것으로 사료된다.

모음의 영향 중 후속모음이 자음에 미치는 영향을 보면 치조음 /d/, 연구개음 /ɣ/ 모두에서 후속모음이 /i/인 경우가 /a/인 경우에 비하여 자음의 지속시간 증가가 크고 구개상의 종류에 따른 차이도 크게 나타났으며, 치조음 /d/은 후속모음이 /i/인 경우에 구개상의 종류에 따른 차이가 큰 반면에 연구개음 /ɣ/의 경우는 차이를 보이지 않았다. 최⁷⁶⁾ 등은 /s/의 후속모음에 따른 변화 연구에서 동일 자음이 후속모음에 따라서 다양한 변화를 보였고 인도모음인 /a/에서 가장 적고, 경구개모음인 /i/에서 가장 큰 변화를 나타낸다고 하였으며 Martone²⁸⁾도 경구개모음이 인도모음보다 큰 변화를 보인다고 하였다. 이는 좁힘점이론의 조음 위치상 /l/의 조음 위치가 구개상의 피개를 받는 부위이기 때문인 것

으로 사료된다.

후속모음이 선행모음에 미치는 영향을 보면 치조음 /ㄷ/, 연구개음 /ㄱ/ 모두 후속모음이 /ㅣ/인 경우에 구개상 장착에 따른 선행모음의 지속시간의 증가가 컸으며 자음 지속시간의 증가가 컸던 /이가, 이기/에서는 선행모음의 지속시간이 장착 전에 비하여 오히려 감소되는 결과를 보였다. 선행모음이 자음에 미치는 영향을 보면 치조음 /ㄷ/의 경우는 선행모음이 /ㅏ/인 경우에 지속시간이 약간 증가한 반면, 연구개음 /ㄱ/의 경우는 선행모음이 /ㅣ/인 경우에 지속시간의 증가가 매우 컸다. 선행모음이 후속모음에 미치는 영향을 보면 치조음 /ㄷ/, 연구개음 /ㄱ/ 모두 후속모음이 /ㅏ/인 경우는 선행모음이 /ㅏ/일때, 후속모음이 /ㅣ/인 경우는 선행모음이 /ㅣ/일때 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다. 연구개음 /ㄱ/의 경우, 후속모음이 /ㅣ/이면서 선행모음이 변하는 경우(/야기, 이기/)와, 선행모음이 /ㅣ/이면서 후속모음이 변하는 경우(/이가, 이기/)는 자음 지속시간의 증가가 매우 컸는데, 이것은 연구개음인 /ㄱ/이 경구개모음인 /ㅣ/에 의하여 후경구개음으로 바뀌는 동시조음(coarticulation) 현상에 의한 것으로서¹⁶⁾, 연구개음 /ㄱ/이 음가의 변화뿐만 아니라 길이의 변화도 수반하기 때문인 것으로 사료된다.

현재까지는 의치 환자의 발음 훈련을 위한 체계적인 프로그램은 없었으며, 환자 자신이 시간에 따른 적응을 하도록 하는 것이 대부분이었다.

본 연구는 자연치열을 가진 사람에게 인공 구개상을 제작하여 구개상 장착 전후의 조음시간 차이를 관찰한 것으로, 앞으로 구개상 장착에 따른 발음의 시간적 변화와 적응 양상을 관찰하고, 또한 실제 의치 환자의 발음을 연구하여, 본 연구와 앞으로의 연구들 토대로 의치 환자의 언어 활동에 도움을 줄 체계적인 프로그램을 구성할 수 있으리라 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 구개상 장착에 따른 한국어 어음의 조음시간 변화를 알아보기 위하여, 서울 태생으로 표준말을 사용하며 교합상태가 양호하고 발음과 청각의 병력이 없는 3명의 20대 남성을 대상으로 각각 0.5mm 두께의 금속상과 2.5mm 두께의 레진상을 제작한 후 음성학적 변수를 체계적으로 고려한 8개의

자음과 4개의 모음을 선정하여 /모음+자음+모음/의 형태로 무의미 실험단어를 구성하여 수행문에 포함시켜, 각 피검자마다 장착 전, 금속상 장착 후, 레진상 장착 후 발음하게 하여 녹음을 시행한 후 이 자료를 컴퓨터 상에서 음의 파형과 스펙트로그램을 보면서 선행모음, 자음, 후속모음의 경계를 찾아서 각 부분의 지속시간을 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구개상 장착 시 전체 실험단어의 지속시간 증가가 있었으며 금속상에 비하여 레진상에서 큰 증가가 있었다.
2. 구개상 장착 시 선행모음, 자음, 후속모음 세 부분 모두에서 지속시간의 증가가 있었으며, 실험단어 내에서의 각 부분의 지속시간비율은 유지되었다.
3. 조음 방법에 따른 비교 결과, 마찰음 /ㅅ/이 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다.
4. 조음 위치에 따른 비교 결과, 치조음 /ㄷ, ㄷ/이 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었으며, 연구개음 /ㅇ, ㄱ/은 구개상의 종류에 상관없이 구개상의 존재 유무에 따른 영향을 나타내었다.
5. 연성과 경성에 따른 비교 결과, 연음이 구개상의 종류에 따른 차이를 크게 나타내었다.
6. 모음이 실험단어 내의 각 부분에 미치는 영향을 비교한 결과, 경구개모음 /ㅣ/가 인두모음 /ㅏ/보다 영향이 컸고, 또한 후속모음이 선행모음보다 영향이 큰 것으로 나타났다.

REFERENCES

1. Allen, L. R. : Improved phonetics in denture construction. J. Pros. Dent., 8 : 753, 1958.
2. Aramany, M. A., & Drane, J. B. : Effect of nasal extension sections on the voice quality of acquired cleft palate patients. J. Pros. Dent., 27 : 194, 1972.
3. Agnello, J. G., & Wictorin, L. : A study of phonetic changes in edentulous patients following complete denture treatment. J. Pros. Dent., 27 : 133, 1972.
4. Bergman, Bo, & Carlsson G. E. : Review of 54 complete denture wearers-Patients' opinions 1

- year after treatment. *Acta. Odont. Scand.* 30 : 399, 1972.
5. Birnbach, S : Physiologic recording of the soft palate for fabrication of obturator speech prostheses. *J. Pros. Dent.*, 39 : 539, 1978.
 6. Boucher, C. O., Zarb, G. A., Hickey, J. C., & Carlsson, G. E. : Prosthodontic treatment for edentulous patients. tenth edition, St Louis : Mosby Year Book, 1990.
 7. Bronstein, A. J. : The Pronunciation of American English. Appleton-Century-Crofts Meredith Corporation.
 8. Catford, J. C. : A Practical Introduction to Phonetics. 1989. Clarendon Press. Oxford.
 9. Chaney, S. A., Moller, K. T. & Goodkind, R. G. : Effects of immediate dentures on certain structural and perceptual parameters of speech. *J. Pros. Dent.*, 1 : 40, 1978.
 10. Chierici, G., & Lawson, L. : Clinical speech considerations in prosthodontics : Perspectives of the prosthodontist and speech pathologist. *J. Pros. Dent.*, 29 : 30, 1973.
 11. Chierici, G., Parker, M. L., & Hemphill, C. D. : Influence of immediate dentures on oral motor skill and speech. *J. Pros. Dent.*, 39 : 21, 1978.
 12. Crum, R. J., & Loiselle, R. J. : Oral perception and proprioception : A review of the literature and its significance in prosthodontics. *J. Pros. Dent.*, 28 : 215, 1972.
 13. Doddington, G. R. : Speaker recognition-Identifying people by their Voices. proceedings of the IEEE, 73 : 1651, 1985.
 14. Fallside, F., & Woods, W. A. : Computer speech processing. Prentice Hall International, 1983.
 15. Ghi, H., & McGivney, G. P. : Influence of tooth proprioception on speech articulation. *J. Pros. Dent.*, 42 : 609, 1979.
 16. Gloria J. Bordon : Speech Science Primer-Physiology, Acoustics and Perception of Speech. 1980. Williams & Wilkins company.
 17. Goyal, B. K., & Greenstein, P. : Functional contouring of the palatal vault for improving speech with complete dentures *J. Pros. Dent.*, 48 : 640, 1982.
 18. Hamlet, S., Stone, M., & McCarty, T. : Conditioning prostheses viewed from the standpoint of speech adaptation. *J. Pros. Dent.*, 40 : 60, 1978.
 19. Hamlet, S. L. : An aerodynamic study of adults with a childhood history of articulation defects. *J. Pros. Dent.*, 53(4) : 553, 1985.
 20. Hamlet, L., & Stone, M. : Speech adaptation to dental prostheses : The former lisper. *J. Pros. Dent.*, 47 : 564, 1982.
 21. Hansen C. A. : Phonetic considerations of chromium alloy palates for complete dentures. *J. Pros. Dent.*, 34 : 620, 1975.
 22. Harley, W. T. : Dynamic palatography-A study of linguopalatal contacts during the production of selected consonants sounds. *J. Pros. Dent.*, 27 : 367, 1972.
 23. Karies, A. K. : Palatal pressures of the tongue in phonetics and deglutition. *J. Pros. Dent.*, 7 : 305, 1957.
 24. Ladefoge, P. : A course in phonetics, 2nd ed. Harcourt Brace Jovanovich Publishers. N. Y., 1982.
 25. Liebermann, P., & Blumstein, S. E. : Cambridge studies in speech and communication-Speech physiology, speech perception and acoustic phonetics, 223, 1988, Cambridge University Press.
 26. Martone, A. L., & Black, J. W. : An approach to prosthodontics through speech science. Part IV. Speech science research of prosthodontic significance. *J. Pros. Dent.*, 12. 409, 1962.
 27. Martone, A. L. & Black, J. W. : An approach to prosthodontics through speech science : Part V. Speech science research of prosthodontic significance. *J. Pros. Dent.*, 12 : 629, 1962.
 28. Martone, A. L. : Clinical applications of concepts of functional anatomy and speech science to complete denture prosthodontics : Part VIII. The final phase of denture construction. *J. Pros.*

- Dent., 13 : 204, 1963.
29. Mason, R., Turvey, T. A., & Warren, D. W. : Speech considerations with maxillary advanced procedures. *J. Oral Surgery.*, 38 : 752, 1980.
 30. mehringer, E. J. : The use of speech patterns as an aid in prosthodontic reconstruction. *J. Pros. Dent.*, 13 : 825, 1963.
 31. Minje Zhi, & Yongju Lee : Vowel quality contrast in Korean production and perception. 1990. *International Conference on Spoken Language Processing*, Kobe.
 32. Minje Zhi, & Yongju Lee & Hyunbok Lee : Temporal structure of Korean plosives in /VCV/ 1990. *Seoul International Conference on National Language Processing*.
 33. Murrell, G. A. : Phonetics, function, and anterior occlusion. *J. Pros. Dent.*, 32 : 23, 1974.
 34. O'Shaughnessy, D. : *Speech communication*. Addison-Welsey Publishing Co., N. Y., 204, 1990.
 35. O'Shaughnessy, D. : Speaker recognition. *IEEE ASSP Magazine* Oct. 4, 1986.
 36. Palmer, J. M. : Analysis of speech in prosthodontic practice. *J. Pros. Dent.*, 31 : 605, 1974.
 37. Palmer, J. M. : Structural changes for speech improvement in complete upper denture fabrication. *J. Pros. Dent.*, 41 : 5, 1979.
 38. Petrovic, A. : Speech sound distortions caused by changes in complete denture morphology. *J. Oral Rehab.*, 12 : 69, 1985.
 39. Pickett, J. M. : *The sound of Speech communication*. 1985. University Park Press.
 40. Plank, D. M., Weinberg, B. & Chalian, V. A. : Evaluation of speech following prosthetic obturation of surgically acquired maxillary defects. *J. Pros. Dent.*, 45 : 626, 1981.
 41. Pound, E. : Esthetic dentures and their phonetic values. *J. Pros. Dent.*, 1 : 98, 1951.
 42. Pound, E. : Preparatory dentures : A protective philosophy. *J. Pros. Dent.*, 15 : 5, 1965.,
 43. Pound, E. : The mandibular movements of speech and their seven related values. *J. Pros. Dent.*, 16 : 835, 1966.
 44. Pound, E. : Utilizing speech to simplify a personalized denture service. *J. Pros. Dent.*, 24 : 586, 1970.
 45. Pound, E. : Controlling anomalies of vertical dimension and speech. *J. Pros. Dent.*, 36 : 124, 1976.
 46. Pound, E. : Let /s/ be your guide. *J. Pros. Dent.*, 38 : 482, 1977.
 47. Robert M. M., Kenneth D. R., & Harold F. E. : *Dental laboratory procedures (complete dentures)*. The C. V. Mosby Company.
 48. Robert Rothman : *Phonetic consideration in denture prosthesis*. *J. Pros. Dent.*, 11 : 214, 1961.
 49. Schneiderman, C. R. & Mann, M. B. : Air flow and intelligibility of speech of normal speakers and speakers with a prosthodontically repaired cleft palate. *J. Pros. Dent.*, 39 : 193, 1978.
 50. Shaffer, F. W., & Kutz, R. A. : Phonetics and swallowing to determine palatal contours of dentures. *J. Pros. Dent.*, 28 : 3650, 1972.
 51. Tanaka, H. : Speech patterns of edentulous patients and morphology of the palate in relation to phonetics. *J. Pros. Dent.*, 29 : 16, 1973.
 52. Tobey, E. A., & Finger, I. M. : Active versus passive adaptation : An acoustic study of vowels produced with and without dentures. *J. Pros. Dent.*, 49 : 314, 1973.
 53. Troffer, C., & Beder, O. : Immediate dentures and speech defects. *Dental Progress*. 1 : 264, 1961.
 54. Wheeler, R. L., Logemann, J. A. & Rosen, M. S. : *Masillary reshaping prostheses : Effectiveness in improving speech and swallowing of postsurgical oral cancer patients* *J. Pros. Dent.*, 43 : 313, 1980.
 55. Winkler, S. : The geriatric complete denture patients. *Dent. Clin. North Am.* 21 : 403, 1977.
 56. Ylppo, A., & Sovijarvi, A. : Sonographic and palatographic studies of full denture, half and edentulous cases. *Acta. Odont. Scand.* 20 : 257, 1962.

57. 김기달, 양원식 : 개교환자의 발성에 관한 언어 음성학적 연구. 서울치대. Vol. 14, No. 2 : 197-216, 1990.
58. 김성수 : 어두파열음의 막음측정시간 측정 실험 보고. 우리말 연구 Vol. 1 : 69, 1991.
59. 김승곤 : 음성학, 과학사, 서울, 1992.
60. 김영송 : 우리말 소리의 연구, 과학사, 서울, 1975.
61. 김희남, 박인용, 김기령, 심상열, 최홍식 : 한국어 어음에 관한 음성언어의학적 연구. 한이인지 Vol. 23 : 53-74, 1980.
62. 노창섭, 최대균, 우이형, 최부병 : 상악 전치부 결손이 발음에 미치는 영향에 관한 연구. 경희치대. Vol. 13 : 337-359, 1991.
63. 성영환 : 총의치 장착자에서 후경별로 본 한국어 음에 관한 실험적 연구. 대치협회지. Vol. 11 : 801-810, 1973.
64. Umeda, H : 한국어의 음성학적 연구. 형설출판사, 서울, 1983.
65. 양순임 : 조음 위치와 음향적 특성과의 관계. 우리말 연구 Vol. 1 : 79, 1991.
66. 우이형, 최대균, 박남수, 최부병 : 구개상이 발음에 미치는 영향에 관한 컴퓨터 분석. 경희의학. Vol. 4, No. 1 : 34-42, 1988.
67. 유재형, 손동수 : 유전치 조기 상실의 발음에 미치는 영향에 대한 연구. 서울치대. Vol. 16, No. 2 : 587-600, 1992.
68. 이기문, 김진우, 이상익 : 국어음운론, 학연사, 서울, 1990.
69. 이승미 : 한일파열음의 실험음성학적 비교연구. 말소리 Vol. 21-24 : 121, 1992.
70. 이재봉, 장완식 : 한글의 첫소리, 가운데 소리, 끝소리의 발성과 하악 안전위에 관한 연구. 서울치대. Vol. 9, No. 1 : 145-165, 1985.
71. 이정만, 최대균, 박남수, 최부병 : 구개상의 두께가 한국어 단모음 발음에 미치는 영향에 대한 연구. 경희치대. Vol. 10 : 153-171, 1988.
72. 이현복 : 한국어의 모음 음가. 말소리 Vol. 1 : 56, 1980.
73. 이현복 : 한국어의 표준 발음(음성학적 이론과 실제), 교육과학사, 서울, 1989.
74. 지민제, 성철재, 전은주 : 한국어 들뜸의 실험 음성학적 연구. 한국음향학회 음성통신 및 신호처리 워크샵 논문집. 1992.
75. 지민제 : 소리의 길이. 새국어생활 제3권 1호, 국립국어연구원, 1993.
76. 차일보 : 우리말 단음절의 구성과 출현빈도 및 방언 사용자의 발음 명료도와 오청상에 관한 연구. 고대의대지 Vol. 10 : 17, 1973.
77. 최부병, 우이형, 이황수, 김기철 : 즉시 의치 장착기간에 따른 발음 개선에 관한 음향학적 연구. 대한치과의사협회지 27(8) : 735-745, 1989.
78. 최창규, 우이형, 박남수 : 구개상의 형태변화가 발음에 미치는 영향에 대한 연구. 경희치대. Vol. 11 : 143-162, 1989.

Table 6. Full Data

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
1	S1	NONE	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	85	55	108	n	248
2	S1	NONE	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	84	59	106	d	249
3	S1	NONE	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	104	34	92	n	230
4	S1	NONE	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	115	68	61	n	244
5	S1	NONE	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	64	58	112	n	234
6	S1	NONE	igi	i	Velar	Plosive	None	i	114	61	98	g	273
7	S1	NONE	agw	a	Velar	Plosive	None	w	128	50	42	g	220
8	S1	NONE	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	90	82	104	ng	276
9	S1	NONE	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	65	188	105	t	358
10	S1	NONE	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	96	75	90	d	261
11	S1	NONE	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	94	77	112	ng	283
12	S1	NONE	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	64	160	86	t	310
13	S1	NONE	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	54	117	125	ng	296
14	S1	NONE	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	125	46	82	s	253
15	S1	NONE	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	68	147	96	c	311
16	S1	NONE	igw	i	Velar	Plosive	None	w	102	47	78	g	227
17	S1	NONE	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	92	182	83	c	357
18	S1	NONE	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	77	192	85	t	354
19	S1	NONE	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	94	70	127	ng	291
20	S1	NONE	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	69	73	142	ng	284
21	S1	NONE	iga	i	Velar	Plosive	None	a	118	32	129	g	279
22	S1	NONE	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	95	70	128	z	293
23	S1	NONE	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	143	80	77	z	300
24	S1	NONE	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	105	68	92	z	265
25	S1	NONE	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	129	72	105	s	306
26	S1	NONE	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	85	161	124	d	370
27	S1	NONE	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	85	161	124	t	370
28	S1	NONE	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	81	151	72	c	304
29	S1	NONE	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	164	82	42	s	288
30	S1	NONE	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	123	65	126	ng	314
31	S1	NONE	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	74	71	163	s	308
32	S1	NONE	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	129	30	168	n	327
33	S1	NONE	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	132	67	100	n	299
34	S1	NONE	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	114	84	101	s	299
35	S1	NONE	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	119	173	61	c	353
36	S1	NONE	age	a	Velar	Plosive	None	e	145	40	115	g	300
37	S1	NONE	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	120	64	115	d	299
38	S1	NONE	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	149	67	82	s	298
39	S1	NONE	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	132	81	68	s	281
40	S1	NONE	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	125	78	113	z	316
41	S1	NONE	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	85	168	76	t	329
42	S1	NONE	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	138	74	97	d	309
43	S1	NONE	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	68	198	73	c	339
44	S1	NONE	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	108	69	88	z	265
45	S1	NONE	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	100	60	151	d	311
46	S1	NONE	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	146	50	81	ng	277
47	S1	NONE	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	140	68	69	z	277
48	S1	NONE	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	101	122	123	c	346
49	S1	NONE	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	89	84	133	n	306
50	S1	NONE	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	95	158	101	t	354
51	S1	NONE	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	118	167	92	c	377
52	S1	NONE	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	98	64	118	n	280
53	S1	NONE	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	94	70	128	d	292
54	S1	NONE	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	91	75	130	z	296
55	S1	NONE	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	122	76	115	s	313
56	S1	NONE	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	152	68	79	z	299
57	S1	NONE	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	83	171	109	t	363
58	S1	NONE	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	109	136	111	c	356
59	S1	NONE	ige	i	Velar	Affricate	None	e	100	57	126	g	283
60	S1	NONE	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	110	89	88	ng	287

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
61	S1	NONE	agi	a	Velar	Plosive	None	i	146	42	87	g	275
62	S1	NONE	aga	a	Velar	Affricate	None	a	120	54	138	g	312
63	S1	NONE	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	62	203	151	t	416
64	S1	NONE	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	109	77	103	d	289
65	S1	METAL	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	131	72	123	n	326
66	S1	METAL	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	135	74	123	d	332
67	S1	METAL	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	142	96	132	n	370
68	S1	METAL	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	166	46	119	n	331
69	S1	METAL	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	98	75	128	n	301
70	S1	METAL	igi	i	Velar	Plosive	None	i	121	130	148	g	399
71	S1	METAL	agw	a	Velar	Plosive	None	w	121	101	113	g	335
72	S1	METAL	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	103	78	154	ng	335
73	S1	METAL	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	90	191	164	t	445
74	S1	METAL	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	150	101	102	d	353
75	S1	METAL	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	96	145	126	ng	367
76	S1	METAL	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	63	199	134	t	396
77	S1	METAL	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	99	102	176	ng	377
78	S1	METAL	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	155	96	150	s	401
79	S1	METAL	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	107	203	151	c	461
80	S1	METAL	igw	i	Velar	Plosive	None	w	119	80	134	g	333
81	S1	METAL	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	123	189	156	c	468
82	S1	METAL	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	91	223	146	t	460
83	S1	METAL	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	90	182	154	ng	426
84	S1	METAL	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	114	98	179	ng	391
85	S1	METAL	iga	i	Velar	Plosive	None	a	127	88	173	g	388
86	S1	METAL	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	116	96	179	z	391
87	S1	METAL	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	160	89	135	z	384
88	S1	METAL	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	141	90	103	z	334
89	S1	METAL	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	178	79	106	s	363
90	S1	METAL	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	175	105	128	d	408
91	S1	METAL	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	85	258	149	t	492
92	S1	METAL	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	87	269	144	c	500
93	S1	METAL	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	195	110	115	s	420
94	S1	METAL	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	150	87	157	ng	394
95	S1	METAL	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	124	77	151	s	352
96	S1	METAL	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	137	84	122	n	343
97	S1	METAL	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	178	79	129	n	386
98	S1	METAL	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	134	86	129	s	349
99	S1	METAL	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	97	209	118	c	424
100	S1	METAL	age	a	Velar	Plosive	None	e	159	84	141	g	384
101	S1	METAL	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	148	86	159	d	393
102	S1	METAL	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	184	118	102	s	404
103	S1	METAL	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	162	71	135	s	368
104	S1	METAL	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	194	90	144	z	428
105	S1	METAL	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	93	210	152	t	455
106	S1	METAL	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	145	172	80	d	397
107	S1	METAL	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	80	231	146	c	457
108	S1	METAL	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	194	70	152	z	416
109	S1	METAL	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	168	58	168	d	394
110	S1	METAL	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	125	104	153	ng	382
111	S1	METAL	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	157	107	141	z	405
112	S1	METAL	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	97	193	175	c	465
113	S1	METAL	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	162	86	175	n	423
114	S1	METAL	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	108	191	159	t	458
115	S1	METAL	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	83	239	177	c	499
116	S1	METAL	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	171	71	163	n	405
117	S1	METAL	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	194	99	121	d	414
118	S1	METAL	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	175	53	191	z	419
119	S1	METAL	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	160	89	134	s	383
120	S1	METAL	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	175	80	143	z	398

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
121	S1	METAL	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	109	206	194	t	509
122	S1	METAL	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	96	191	140	c	427
123	S1	METAL	ige	i	Velar	Affricate	None	e	137	67	197	g	401
124	S1	METAL	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	144	84	122	ng	350
125	S1	MÉTAL	agi	a	Velar	Plosive	None	i	190	104	110	g	404
126	S1	METAL	aga	a	Velar	Affricate	None	a	177	72	138	g	387
127	S1	METAL	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	70	198	187	t	455
128	S1	METAL	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	149	85	153	d	387
129	S1	RESIN	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	131	74	143	n	348
130	S1	RESIN	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	163	82	155	d	400
131	S1	RESIN	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	157	107	112	n	376
132	S1	RESIN	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	142	82	132	n	356
133	S1	RESIN	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	108	58	166	n	332
134	S1	RESIN	igi	i	Velar	Plosive	None	i	134	68	198	g	400
135	S1	RESIN	agw	a	Velar	Plosive	None	w	179	76	133	g	388
136	S1	RESIN	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	129	115	138	ng	382
137	S1	RESIN	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	100	217	166	t	483
138	S1	RESIN	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	131	107	159	d	397
139	S1	RESIN	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	132	88	178	ng	398
140	S1	RESIN	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	82	206	138	t	426
141	S1	RESIN	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	135	94	188	ng	417
142	S1	RESIN	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	178	124	95	s	397
143	S1	RESIN	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	71	216	170	c	457
144	S1	RESIN	igw	i	Velar	Plosive	None	w	156	89	133	g	378
145	S1	RESIN	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	124	201	181	c	506
146	S1	RESIN	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	81	216	181	t	478
147	S1	RESIN	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	138	81	198	ng	417
148	S1	RESIN	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	135	108	134	ng	377
149	S1	RESIN	iga	i	Velar	Plosive	None	a	117	90	185	g	392
150	S1	RESIN	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	145	62	174	z	381
151	S1	RESIN	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	176	126	132	z	434
152	S1	RESIN	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	172	132	123	z	427
153	S1	RESIN	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	168	103	160	s	431
154	S1	RESIN	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	199	97	123	d	419
155	S1	RESIN	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	108	207	173	t	488
156	S1	RESIN	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	86	258	130	c	474
157	S1	RESIN	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	151	154	99	s	404
158	S1	RESIN	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	175	63	151	ng	389
159	S1	RESIN	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	205	102	122	s	429
160	S1	RESIN	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	132	108	137	n	377
161	S1	RESIN	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	158	99	140	n	397
162	S1	RESIN	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	146	98	190	s	434
163	S1	RESIN	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	126	186	168	c	480
164	S1	RESIN	age	a	Velar	Plosive	None	e	199	96	161	g	456
165	S1	RESIN	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	192	104	152	d	448
166	S1	RESIN	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	184	141	146	s	471
167	S1	RESIN	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	190	142	147	s	479
168	S1	RESIN	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	188	132	125	z	445
169	S1	RESIN	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	213	94	181	t	488
170	S1	RESIN	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	127	215	149	d	491
171	S1	RESIN	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	130	254	168	c	552
172	S1	RESIN	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	240	146	150	z	536
173	S1	RESIN	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	185	77	196	d	458
174	S1	RESIN	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	150	97	85	ng	332
175	S1	RESIN	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	216	101	167	z	484
176	S1	RESIN	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	132	228	191	c	551
177	S1	RESIN	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	145	83	184	n	412
178	S1	RESIN	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	145	192	144	t	481
179	S1	RESIN	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	148	282	168	c	598
180	S1	RESIN	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	170	84	180	n	434

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
181	S1	RESIN	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	205	118	160	d	483
182	S1	RESIN	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	193	91	166	z	450
183	S1	RESIN	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	196	97	174	s	467
184	S1	RESIN	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	209	104	183	z	496
185	S1	RESIN	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	139	220	203	t	562
186	S1	RESIN	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	122	202	204	c	528
187	S1	RESIN	ige	i	Velar	Affricate	None	e	190	92	201	g	483
188	S1	RESIN	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	172	167	174	ng	513
189	S1	RESIN	agi	a	Velar	Plosive	None	i	202	98	170	g	470
190	S1	RESIN	aga	a	Velar	Affricate	None	a	225	75	198	g	498
191	S1	RESIN	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	106	213	230	t	549
192	S1	RESIN	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	217	96	248	d	561
193	S2	NONE	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	108	60	116	n	284
194	S2	NONE	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	137	82	108	d	327
195	S2	NONE	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	119	76	108	n	303
196	S2	NONE	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	132	100	81	n	313
197	S2	NONE	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	83	104	129	n	316
198	S2	NONE	igi	i	Velar	Plosive	None	i	199	54	88	g	341
199	S2	NONE	agw	a	Velar	Plosive	None	w	141	74	119	g	334
200	S2	NONE	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	117	95	114	ng	326
201	S2	NONE	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	87	197	125	t	409
202	S2	NONE	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	180	124	51	d	355
203	S2	NONE	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	118	126	114	ng	358
204	S2	NONE	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	148	158	83	t	389
205	S2	NONE	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	83	90	165	ng	338
206	S2	NONE	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	176	102	68	s	346
207	S2	NONE	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	134	198	126	c	458
208	S2	NONE	igw	i	Velar	Plosive	None	w	191	96	94	g	381
209	S2	NONE	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	168	212	130	c	510
210	S2	NONE	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	154	174	76	t	404
211	S2	NONE	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	75	124	113	ng	312
212	S2	NONE	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	124	97	133	ng	354
213	S2	NONE	iga	i	Velar	Plosive	None	a	141	87	130	g	358
214	S2	NONE	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	128	118	119	z	365
215	S2	NONE	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	124	142	91	z	357
216	S2	NONE	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	172	137	83	z	392
217	S2	NONE	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	191	125	82	s	398
218	S2	NONE	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	194	95	64	d	353
219	S2	NONE	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	89	179	111	t	379
220	S2	NONE	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	90	178	111	c	379
221	S2	NONE	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	126	190	86	s	402
222	S2	NONE	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	170	139	60	ng	369
223	S2	NONE	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	162	58	152	s	372
224	S2	NONE	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	130	119	105	n	354
225	S2	NONE	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	166	75	113	n	354
226	S2	NONE	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	172	113	120	s	405
227	S2	NONE	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	131	214	91	c	436
228	S2	NONE	age	a	Velar	Plosive	None	e	204	110	114	g	428
229	S2	NONE	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	162	92	150	d	404
230	S2	NONE	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	168	142	71	s	381
231	S2	NONE	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	144	134	88	s	366
232	S2	NONE	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	123	92	97	z	312
233	S2	NONE	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	99	176	91	t	366
234	S2	NONE	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	131	105	93	d	329
235	S2	NONE	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	128	239	79	c	446
236	S2	NONE	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	185	113	91	z	389
237	S2	NONE	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	146	95	129	d	370
238	S2	NONE	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	163	84	158	ng	405
239	S2	NONE	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	204	128	79	z	411
240	S2	NONE	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	127	191	128	c	446

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
241	S2	NONE	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	106	96	154	n	356
242	S2	NONE	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	127	172	93	t	392
243	S2	NONE	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	149	266	63	c	478
244	S2	NONE	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	159	77	148	n	384
245	S2	NONE	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	149	86	96	d	331
246	S2	NONE	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	129	142	119	z	390
247	S2	NONE	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	177	107	99	s	383
248	S2	NONE	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	168	101	108	z	377
249	S2	NONE	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	96	175	98	t	369
250	S2	NONE	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	146	176	99	c	421
251	S2	NONE	ige	i	Velar	Affricate	None	e	107	90	117	g	314
252	S2	NONE	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	148	112	101	ng	361
253	S2	NONE	agi	a	Velar	Plosive	None	i	89	123	69	g	281
254	S2	NONE	aga	a	Velar	Affricate	None	a	185	87	119	g	391
255	S2	NONE	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	89	184	136	t	409
256	S2	NONE	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	182	92	96	d	370
257	S2	METAL	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	144	74	127	n	345
258	S2	METAL	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	144	114	106	d	364
259	S2	METAL	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	175	97	125	n	397
260	S2	METAL	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	155	96	124	n	375
261	S2	METAL	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	123	88	153	n	364
262	S2	METAL	igi	i	Velar	Plosive	None	i	189	119	72	g	380
263	S2	METAL	agw	a	Velar	Plosive	None	w	145	118	132	g	395
264	S2	METAL	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	152	90	168	ng	410
235	S2	METAL	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	120	180	138	t	438
266	S2	METAL	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	193	95	120	d	408
267	S2	METAL	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	135	124	152	ng	411
268	S2	METAL	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	150	210	108	t	468
269	S2	METAL	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	111	78	183	ng	372
270	S2	METAL	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	186	144	70	s	400
271	S2	METAL	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	136	214	108	c	458
272	S2	METAL	igw	i	Velar	Plosive	None	w	114	114	111	g	339
273	S2	METAL	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	146	199	139	c	484
274	S2	METAL	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	83	176	118	t	377
275	S2	METAL	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	116	114	176	ng	406
276	S2	METAL	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	150	117	165	ng	432
277	S2	METAL	iga	i	Velar	Plosive	None	a	180	80	178	g	438
278	S2	METAL	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	197	104	103	z	404
279	S2	METAL	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	198	112	110	z	420
280	S2	METAL	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	220	125	121	z	466
281	S2	METAL	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	189	85	136	s	410
282	S2	METAL	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	118	174	126	d	418
283	S2	METAL	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	160	227	136	t	523
284	S2	METAL	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	158	234	131	c	523
285	S2	METAL	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	199	133	81	s	413
286	S2	METAL	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	171	104	143	ng	418
287	S2	METAL	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	115	136	97	s	348
288	S2	METAL	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	161	106	146	n	413
289	S2	METAL	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	216	90	140	n	446
290	S2	METAL	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	207	99	142	s	448
291	S2	METAL	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	165	119	117	c	401
292	S2	METAL	age	a	Velar	Plosive	None	e	202	196	136	g	534
293	S2	METAL	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	151	104	164	d	419
294	S2	METAL	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	163	130	104	s	397
295	S2	METAL	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	195	146	134	s	475
296	S2	METAL	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	214	129	140	z	483
297	S2	METAL	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	153	170	136	t	459
298	S2	METAL	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	164	109	150	d	423
299	S2	METAL	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	178	251	151	c	580
300	S2	METAL	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	174	130	134	z	438

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
301	S2	METAL	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	138	108	151	d	397
302	S2	METAL	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	140	149	159	ng	448
303	S2	METAL	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	218	134	113	z	465
304	S2	METAL	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	141	213	144	c	498
305	S2	METAL	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	120	113	186	n	419
306	S2	METAL	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	130	199	128	t	457
307	S2	METAL	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	170	222	141	c	533
308	S2	METAL	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	195	105	174	n	474
309	S2	METAL	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	177	110	130	d	417
310	S2	METAL	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	150	119	111	z	380
311	S2	METAL	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	196	112	146	s	454
312	S2	METAL	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	146	102	185	z	433
313	S2	METAL	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	130	176	154	t	460
314	S2	METAL	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	133	190	139	c	462
315	S2	METAL	ige	i	Velar	Affricate	None	e	109	118	183	g	410
316	S2	METAL	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	200	126	156	ng	482
317	S2	METAL	agi	a	Velar	Plosive	None	i	154	129	155	g	438
318	S2	METAL	aga	a	Velar	Affricate	None	a	162	71	179	g	412
319	S2	METAL	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	138	193	169	t	500
320	S2	METAL	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	206	101	152	d	459
321	S2	RESIN	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	144	71	79	n	294
322	S2	RESIN	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	117	109	73	d	299
323	S2	RESIN	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	140	100	125	n	365
324	S2	RESIN	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	142	100	121	n	363
325	S2	RESIN	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	91	104	140	n	335
326	S2	RESIN	igi	i	Velar	Plosive	None	i	116	127	72	g	315
327	S2	RESIN	agw	a	Velar	Plosive	None	w	172	106	134	g	412
328	S2	RESIN	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	144	76	165	ng	385
329	S2	RESIN	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	121	189	123	t	433
330	S2	RESIN	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	143	103	123	d	369
331	S2	RESIN	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	137	125	152	ng	414
332	S2	RESIN	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	154	211	109	t	474
333	S2	RESIN	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	141	102	181	ng	424
334	S2	RESIN	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	177	153	70	s	400
335	S2	RESIN	ize	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	130	215	151	c	496
336	S2	RESIN	igw	i	Velar	Plosive	None	w	176	92	102	g	370
337	S2	RESIN	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	140	228	125	c	493
338	S2	RESIN	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	64	252	79	t	395
339	S2	RESIN	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	116	89	172	ng	377
340	S2	RESIN	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	120	92	157	ng	369
341	S2	RESIN	iga	i	Velar	Plosive	None	a	121	92	171	g	384
342	S2	RESIN	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	192	134	146	z	472
343	S2	RESIN	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	222	120	105	z	447
344	S2	RESIN	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	150	151	96	z	397
345	S2	RESIN	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	223	135	117	s	475
346	S2	RESIN	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	192	135	149	d	476
347	S2	RESIN	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	188	133	142	t	463
348	S2	RESIN	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	139	204	117	c	460
349	S2	RESIN	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	158	190	68	s	416
350	S2	RESIN	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	109	91	162	ng	362
351	S2	RESIN	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	181	125	107	s	413
352	S2	RESIN	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	184	117	135	n	436
353	S2	RESIN	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	126	134	105	n	365
354	S2	RESIN	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	163	131	144	s	438
355	S2	RESIN	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	163	224	112	c	499
356	S2	RESIN	age	a	Velar	Plosive	None	e	219	105	126	g	450
357	S2	RESIN	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	180	92	154	d	426
358	S2	RESIN	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	206	127	97	s	430
359	S2	RESIN	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	162	155	104	s	421
360	S2	RESIN	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	213	129	117	z	459

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
361	S2	RESIN	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	147	197	86	t	430
362	S2	RESIN	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	218	121	129	d	468
363	S2	RESIN	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	126	205	105	c	436
364	S2	RESIN	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	146	167	82	z	395
365	S2	RESIN	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	179	109	150	d	438
366	S2	RESIN	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	148	149	137	ng	434
367	S2	RESIN	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	213	135	123	z	471
368	S2	RESIN	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	133	210	144	c	487
369	S2	RESIN	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	142	101	170	n	413
370	S2	RESIN	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	168	183	123	t	474
371	S2	RESIN	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	141	212	106	c	459
372	S2	RESIN	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	147	101	162	n	410
373	S2	RESIN	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	223	122	170	d	515
374	S2	RESIN	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	159	115	132	z	406
375	S2	RESIN	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	177	149	122	s	448
376	S2	RESIN	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	197	101	144	z	442
377	S2	RESIN	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	138	182	119	t	439
378	S2	RESIN	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	153	222	133	c	508
379	S2	RESIN	ige	i	Velar	Affricate	None	e	166	117	135	g	418
380	S2	RESIN	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	208	111	158	ng	477
381	S2	RESIN	agi	a	Velar	Plosive	None	i	186	112	99	g	397
382	S2	RESIN	aga	a	Velar	Affricate	None	a	171	96	154	g	421
383	S2	RESIN	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	95	188	138	t	421
384	S2	RESIN	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	206	95	136	d	437
385	S3	NONE	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	161	63	110	n	334
386	S3	NONE	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	113	77	114	d	304
387	S3	NONE	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	134	89	115	n	338
388	S3	NONE	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	138	84	66	n	288
389	S3	NONE	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	94	84	105	n	283
390	S3	NONE	igi	i	Velar	Plosive	None	i	106	78	99	g	283
391	S3	NONE	agw	a	Velar	Plosive	None	w	138	72	89	g	299
392	S3	NONE	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	142	76	124	ng	342
393	S3	NONE	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	138	170	109	t	417
394	S3	NONE	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	135	106	62	d	303
395	S3	NONE	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	76	103	126	ng	305
396	S3	NONE	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	165	179	122	t	466
397	S3	NONE	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	110	91	130	ng	331
398	S3	NONE	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	171	95	98	s	364
399	S3	NONE	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	121	156	116	c	393
400	S3	NONE	igw	i	Velar	Plosive	None	w	109	98	97	g	304
401	S3	NONE	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	130	176	119	c	425
402	S3	NONE	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	132	175	83	t	390
403	S3	NONE	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	145	92	136	ng	373
404	S3	NONE	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	109	84	164	ng	357
405	S3	NONE	iga	i	Velar	Plosive	None	a	198	76	164	g	438
406	S3	NONE	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	148	88	166	z	402
407	S3	NONE	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	151	121	96	z	368
408	S3	NONE	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	142	101	103	z	346
409	S3	NONE	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	161	99	120	s	380
410	S3	NONE	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	177	111	121	d	409
411	S3	NONE	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	124	172	146	t	442
412	S3	NONE	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	112	192	109	c	413
413	S3	NONE	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	187	116	97	s	400
414	S3	NONE	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	159	82	158	ng	399
415	S3	NONE	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	163	84	153	s	400
416	S3	NONE	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	168	92	121	n	381
417	S3	NONE	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	178	98	133	n	409
418	S3	NONE	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	131	74	158	s	363
419	S3	NONE	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	154	195	103	c	452
420	S3	NONE	age	a	Velar	Plosive	None	e	148	66	143	g	357

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
421	S3	NONE	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	141	82	137	d	360
422	S3	NONE	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	183	116	66	s	365
423	S3	NONE	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	147	94	97	s	338
424	S3	NONE	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	125	92	119	z	336
425	S3	NONE	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	126	172	80	t	378
426	S3	NONE	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	140	109	93	d	342
427	S3	NONE	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	125	184	104	c	413
428	S3	NONE	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	171	112	112	z	395
429	S3	NONE	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	130	70	162	d	362
430	S3	NONE	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	144	79	114	ng	337
431	S3	NONE	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	160	126	95	z	381
432	S3	NONE	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	97	181	137	c	415
433	S3	NONE	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	117	88	123	n	328
434	S3	NONE	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	138	184	106	t	428
435	S3	NONE	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	119	203	95	c	417
436	S3	NONE	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	134	93	118	n	345
437	S3	NONE	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	134	84	103	d	321
438	S3	NONE	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	134	99	114	z	347
439	S3	NONE	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	142	84	106	s	332
440	S3	NONE	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	135	85	119	z	339
441	S3	NONE	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	123	143	123	t	389
442	S3	NONE	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	112	159	131	c	402
443	S3	NONE	ige	i	Velar	Affricate	None	e	132	85	146	g	363
444	S3	NONE	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	169	86	107	ng	362
445	S3	NONE	agi	a	Velar	Plosive	None	i	180	80	128	g	388
446	S3	NONE	aga	a	Velar	Affricate	None	a	151	70	123	g	344
447	S3	NONE	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	104	142	148	t	394
448	S3	NONE	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	142	81	140	d	363
449	S3	METAL	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	105	98	100	n	303
450	S3	METAL	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	117	103	83	d	303
451	S3	METAL	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	116	97	82	n	295
452	S3	METAL	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	123	69	98	n	290
453	S3	METAL	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	135	88	104	n	327
454	S3	METAL	igi	i	Velar	Plosive	None	i	117	88	82	g	287
455	S3	METAL	agw	a	Velar	Plosive	None	w	140	95	60	g	295
456	S3	METAL	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	110	87	126	ng	323
457	S3	METAL	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	101	164	98	t	363
458	S3	METAL	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	130	89	94	d	313
459	S3	METAL	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	89	103	117	ng	309
460	S3	METAL	iTi	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	98	169	106	t	373
461	S3	METAL	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	90	113	131	ng	334
462	S3	METAL	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	159	92	93	s	344
463	S3	METAL	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	104	169	118	c	391
464	S3	METAL	igw	i	Velar	Plosive	None	w	117	97	72	g	286
465	S3	METAL	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	97	170	96	c	363
466	S3	METAL	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	86	171	80	t	337
467	S3	METAL	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	122	81	142	ng	345
468	S3	METAL	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	89	102	151	ng	342
469	S3	METAL	iga	i	Velar	Plosive	None	a	119	100	141	g	360
470	S3	METAL	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	98	96	147	z	341
471	S3	METAL	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	121	84	91	z	296
472	S3	METAL	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	148	98	110	z	356
473	S3	METAL	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	104	85	112	s	301
474	S3	METAL	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	104	94	126	d	324
475	S3	METAL	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	92	148	122	t	362
476	S3	METAL	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	76	167	88	c	331
477	S3	METAL	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	199	117	79	s	395
478	S3	METAL	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	138	98	125	ng	361
479	S3	METAL	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	139	90	137	s	366
480	S3	METAL	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	133	111	66	n	310

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
481	S3	METAL	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	142	98	119	n	359
482	S3	METAL	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	98	89	148	s	335
483	S3	METAL	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	113	166	102	c	381
484	S3	METAL	age	a	Velar	Plosive	None	e	167	81	136	g	384
485	S3	METAL	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	130	89	149	d	368
486	S3	METAL	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	152	119	92	s	363
487	S3	METAL	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	150	89	107	s	346
488	S3	METAL	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	135	109	132	z	376
489	S3	METAL	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	122	159	95	t	376
490	S3	METAL	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	157	104	127	d	388
491	S3	METAL	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	103	176	130	c	409
492	S3	METAL	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	127	127	97	z	351
493	S3	METAL	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	90	73	165	d	328
494	S3	METAL	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	161	81	119	ng	361
495	S3	METAL	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	167	113	88	z	368
496	S3	METAL	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	99	161	138	c	398
497	S3	METAL	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	60	108	154	n	322
498	S3	METAL	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	104	173	114	t	391
499	S3	METAL	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	103	195	91	c	389
500	S3	METAL	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	130	98	123	n	351
501	S3	METAL	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	140	96	109	d	345
502	S3	METAL	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	109	123	125	z	357
503	S3	METAL	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	142	77	127	s	346
504	S3	METAL	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	146	91	122	z	359
505	S3	METAL	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	111	165	141	t	417
506	S3	METAL	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	141	166	131	c	438
507	S3	METAL	ige	i	Velar	Affricate	None	e	99	106	125	g	330
508	S3	METAL	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	131	95	111	ng	337
509	S3	METAL	agi	a	Velar	Plosive	None	i	140	90	114	g	344
510	S3	METAL	aga	a	Velar	Affricate	None	a	153	76	117	g	346
511	S3	METAL	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	97	163	159	t	419
512	S3	METAL	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	132	91	105	d	328
513	S3	RESIN	ana	a	Alveolar	Nasal	None	a	99	96	100	n	295
514	S3	RESIN	ide	i	Alveolar	Plosive	Lenis	e	103	79	98	d	280
515	S3	RESIN	ini	i	Alveolar	Nasal	None	i	133	107	84	n	324
516	S3	RESIN	ani	a	Alveolar	Nasal	None	i	100	104	95	n	299
517	S3	RESIN	ine	i	Alveolar	Nasal	None	e	114	95	117	n	326
518	S3	RESIN	igi	i	Velar	Plosive	None	i	123	127	123	g	373
519	S3	RESIN	agw	a	Velar	Plosive	None	w	146	78	95	g	319
520	S3	RESIN	aNe	a	Velar	Nasal	None	e	141	86	125	ng	352
521	S3	RESIN	ate	a	Alveolar	Plosive	Fortis	e	94	172	114	t	380
522	S3	RESIN	idw	i	Alveolar	Plosive	Lenis	w	147	106	90	d	343
523	S3	RESIN	iNw	i	Velar	Nasal	None	w	97	125	131	ng	353
524	S3	RESIN	iti	i	Alveolar	Plosive	Fortis	i	110	174	122	t	406
525	S3	RESIN	iNa	i	Velar	Nasal	None	a	83	108	139	ng	330
526	S3	RESIN	isi	i	Alveolar	Fricative	None	i	138	106	96	s	340
527	S3	RESIN	iZe	i	Palatal	Affricate	Fortis	e	106	152	119	c	377
528	S3	RESIN	igw	i	Velar	Plosive	None	w	98	94	100	g	292
529	S3	RESIN	aZe	a	Palatal	Affricate	Fortis	e	115	177	121	c	413
530	S3	RESIN	itw	i	Alveolar	Plosive	Fortis	w	105	174	94	t	373
531	S3	RESIN	iNi	i	Velar	Nasal	None	i	123	120	155	ng	398
532	S3	RESIN	iNe	i	Velar	Nasal	None	e	116	84	162	ng	362
533	S3	RESIN	iga	i	Velar	Plosive	None	a	127	80	149	g	356
534	S3	RESIN	iza	i	Palatal	Affricate	Lenis	a	117	113	146	z	376
535	S3	RESIN	azi	a	Palatal	Affricate	Lenis	i	149	124	109	z	382
536	S3	RESIN	izw	i	Palatal	Affricate	Lenis	w	137	131	99	z	367
537	S3	RESIN	ase	a	Alveolar	Fricative	None	e	151	122	131	s	404
538	S3	RESIN	adw	a	Alveolar	Plosive	Lenis	w	157	121	98	d	376
539	S3	RESIN	ite	i	Alveolar	Plosive	Fortis	e	114	176	124	t	414
540	S3	RESIN	iZw	i	Palatal	Affricate	Fortis	w	150	165	125	c	440

	Subject	Condition	Word	V1	C-Place	C-Manner	C-Type	V2	V1-d	C-d	V2-d	C	Word-d
541	S3	RESIN	asi	a	Alveolar	Fricative	None	i	149	130	84	s	363
542	S3	RESIN	aNa	a	Velar	Nasal	None	a	142	88	126	ng	356
543	S3	RESIN	ise	i	Alveolar	Fricative	None	e	138	89	138	s	365
544	S3	RESIN	inw	i	Alveolar	Nasal	None	w	116	108	125	n	349
545	S3	RESIN	anw	a	Alveolar	Nasal	None	w	136	98	118	n	352
546	S3	RESIN	isa	i	Alveolar	Fricative	None	a	120	82	151	s	353
547	S3	RESIN	aZw	a	Palatal	Affricate	Fortis	w	115	192	127	c	434
548	S3	RESIN	age	a	Velar	Plosive	None	e	167	115	131	g	413
549	S3	RESIN	ada	a	Alveolar	Plosive	Lenis	a	128	95	128	d	351
550	S3	RESIN	asw	a	Alveolar	Fricative	None	w	170	121	93	s	384
551	S3	RESIN	isw	i	Alveolar	Fricative	None	w	127	111	109	s	347
552	S3	RESIN	aze	a	Palatal	Affricate	Lenis	e	150	100	112	z	362
553	S3	RESIN	atw	a	Alveolar	Plosive	Fortis	w	113	190	96	t	399
554	S3	RESIN	adi	a	Alveolar	Plosive	Lenis	i	143	121	116	d	380
555	S3	RESIN	iZi	i	Palatal	Affricate	Fortis	i	127	190	123	c	440
556	S3	RESIN	izi	i	Palatal	Affricate	Lenis	i	157	131	113	z	401
557	S3	RESIN	ida	i	Alveolar	Plosive	Lenis	a	114	83	142	d	339
558	S3	RESIN	aNw	a	Velar	Nasal	None	w	153	115	89	ng	357
559	S3	RESIN	azw	a	Palatal	Affricate	Lenis	w	151	138	85	z	374
560	S3	RESIN	iZa	i	Palatal	Affricate	Fortis	a	101	160	148	c	409
561	S3	RESIN	ina	i	Alveolar	Nasal	None	a	124	74	149	n	347
562	S3	RESIN	ati	a	Alveolar	Plosive	Fortis	i	101	195	105	t	401
563	S3	RESIN	aZi	a	Palatal	Affricate	Fortis	i	129	191	87	c	407
564	S3	RESIN	ane	a	Alveolar	Nasal	None	e	153	84	120	n	357
565	S3	RESIN	idi	i	Alveolar	Plosive	Lenis	i	140	123	122	d	385
566	S3	RESIN	ize	i	Palatal	Affricate	Lenis	e	138	101	132	z	371
567	S3	RESIN	asa	a	Alveolar	Fricative	None	a	158	88	148	s	394
568	S3	RESIN	aza	a	Palatal	Affricate	Lenis	a	163	96	136	z	395
569	S3	RESIN	ata	a	Alveolar	Plosive	Fortis	a	107	156	145	t	408
570	S3	RESIN	aZa	a	Palatal	Affricate	Fortis	a	135	163	127	c	425
571	S3	RESIN	ige	i	Velar	Affricate	None	e	116	118	152	g	386
572	S3	RESIN	aNi	a	Velar	Nasal	None	i	196	135	133	ng	464
573	S3	RESIN	agi	a	Velar	Plosive	None	i	167	114	99	g	380
574	S3	RESIN	aga	a	Velar	Affricate	None	a	169	79	128	g	376
575	S3	RESIN	ita	i	Alveolar	Plosive	Fortis	a	122	147	151	t	420
576	S3	RESIN	ade	a	Alveolar	Plosive	Lenis	e	170	82	119	d	371

A STUDY ON THE INFLUENCE OF THE PALATAL PLATES UPON THE DURATION OF KOREAN SOUNDS

Yeo-Joon Koh, Chang-Whe Kim, Yong-Soo, Kim

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

Many studies have been made on the masticatory and esthetic effects of prosthodontic treatments, but few on the restoration of pronunciation, especially in complete denture wearers.

The purpose of this study is to provide a basis that could be of help to the complete denture wearers' speech adaptation by analyzing the influence of the palatal coverage upon the duration of consonants and vowels with the method of experimental phonetics.

For this study, metal plates and resin plates were made for 3 male subjects in their twenties, who have good occlusion, and do not have speech and hearing disorders. Then 8 Korean consonants and 4 Korean vowels were selected, systemically considering phonetic variants such as the place and manner of articulation, lenis/fortis, mutual effect of each phoneme, etc. They were combined into meaningless tested words in the form of /VCV/, and were included in the carrier sentences. Each informant uttered the sentences 1) without the plate, 2) with the metal plate, 3) with the resin plate. The recorded data were analyzed through the waveform of sounds and spectrogram by using the program SoundEdit, Signalize, Statview512+ for the Macintosh computer. The duration of each segment was measured by searching for the boundaries between the preceding vowels and consonants, and between the consonants and the following vowels.

The study led to the conclusion that :

1. With the palatal plate, the duration of all the tested words increased and the duration increased more with the resin plate than with the metal plate.
2. With the palatal plate, the duration of all the preceding vowels, consonants, and following vowels increased, but the temporal structure of the tested words was maintained.
3. As for the manner of articulation, fricative /s/ (ㄱ) was greatly influenced by both kinds of palatal plates.
4. As for the place of articulation, alveolar sounds /d/ (ㄷ), /n/ (ㄴ) were greatly influenced by the kinds of palatal plates, and the velar sounds /ŋ/ (ㅇ), /g/ (ㄱ) were influenced by the palatal plates, but the kind of the palatal plates did not show any significance.
5. As for the lenis/fortis, lenis was influenced more by the kind of the palatal plates.
6. As for the influence of vowels upon each segment in the tested words, palatal vowel /i/ (ㅣ) had greater influence than pharyngeal vowel /a/ (ㅏ), and following vowels than preceding vowels.

Key words : palatal plates, duration, consonants, vowels, /VCV/.