

## 상악 유전치 조기상실시 고정성 공간유지장치의 효과

연세대학교 치과대학 소아치과학교실

황동환 · 최병재 · 최형준 · 이제호

### Abstract

#### EFFECTS OF FIXED SPACE MAINTAINER AFTER MISSING OF ANTERIOR TEETH

Dong-Hwan Hwang, D.D.S., Byung-Jai Choi, D.D.S., M.S.D., Ph.D.,  
Hyung-Jun Choi, D.D.S., M.S.D., Jae-Ho Lee, D.D.S., M.S.D.

*Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University*

The three child patients aged 3 to 5 years were worn by anterior space maintainer which are fixed type after missing of anterior teeth due to nursing caries, and were taken periodic follow check up. The results are :

1. At missing of anterior teeth, fixed space maintainer can be used.
2. Increased esthetic satisfaction and positive change of social behavior can be observed by these child patients.
3. Some phonations can be changed definitely after wearing the fixed space maintainer.

### I. 서 론

상악전치부의 심한 우식증과 상대적으로 전전한 하악전치부를 임상적 특징으로 하는 수유성우식증 (nursing caries)은 수유 방법이나 강도, 기간에 따라 유전치부와 유구치부에도 다양한 정도의 우식병소를 동반한다.<sup>15)</sup> 병인성

구강미생물과 이 미생물들에 의해 대사되는 탄수화물 그리고 산성 물질에 민감한 치아 표면이라는 세가지 변수의 상호작용결과인 수유성우식증의 유병율은 매우 다양한데, 이는 수유성우식증 이환 환아에 대한 판정 기준이 연구자마다 다양하며, 학령기 이전이므로 조사 대상 집단을 결정하기가 어렵고, 수유관습이

조사대상 집단의 사회경제적 또는 문화적인 배경에 따라 다양하며, 아이들자체의 구강검진 과정이 어렵기 때문이다.<sup>15)</sup> 종족, 수유관습, 불화도, 사회경제적 지위, 연구방법 및 진단 기준에 따라 다르지만, 구미국가에서는 수유성우식증의 유병율이 대체적으로 5% 미만으로 보고되고 있다.

수유성우식증의 치료법은 병소의 진행정도, 환자의 나이, 치과치료에 대한 환자의 행동반응, 부모의 협조도에 따라 다르지만, 보호자에게 수유방법과 우식이환의 관계를 인식시키고, 수유방법을 개선하는 교육이 우선시된다. 병소의 상태가 흰 반점상태인 경우 불소도포와 양치질교육 등을 통해 병소의 진행을 억제할 수 있으며 이미 와동이 형성된 초기병소인 경우 보존적 수복치료로서 전치부에는 polycarbonate crown, celluloid crown, 레진으로 구치부에는 stainless steel crown으로 수복해줄 수 있지만, 중증의 경우에는 근관치료나 발치가 필요한 경우도 있다. 심한 수유성 우식증이나 외상등으로 인한 상악 전치의 조기상실은 심미적으로도 부적절한 영향을 미칠뿐만 아니라, 소아의 발음 발달에도 영향을 끼치는데,<sup>7,10)</sup> Snow는 상악 전치부가 상실되었거나 비정상적인 형태인 아이들은 잘못된 구음 및 발음을 나타내었다고 보고한 바 있다.<sup>16)</sup>

유전치의 조기상실시 환자의 연령, 협조도, 구강위생상태, 환자과 보호자의 기대감 등을 고려하여 공간유지장치를 장착할 수 있다.<sup>18,20)</sup> 유전치 조기상실후의 공간유지장치는 가철성이나 고정성으로 사용하는데, 가철성 장치는 분실이나 파절의 위험이 있으며, 환아에 따라 제작된 장치를 전혀 장착하지 않는 경우도 있어 환자의 협조도가 치료의 성패를 크게 좌우한다고 할 수 있다. 반면 고정성 장치는 제작과정은 더 복잡하나 장착후 환자의 협조도가 덜 필요하다는 장점이 있다.<sup>4,14)</sup>

본 연구는 연세대학교 치과대학병원 소아치과에 내원한 환아중 중증도의 수유성우식증으로 인하여 상악 전치부를 조기에 발거한 환아를 대상으로 고정성 공간유지장치를 장착하기 전후의 심리학적 변화와 발음의 변화를 관찰한

바, 이를 보고한다.

## II. 연구조건 및 방법

### 1. 대상아동의 조건

수유성 우식증으로 상악 유전치를 조기에 발거하여 공간유지장치를 장착한 환아중, 1) 특이한 전신질환이 없으며, 2) 정신발달상의 장애가 없고, 3) 설소대등 구강내 연조직에 이상 및 장애가 없으며, 4) 적절한 구강위생 과정을 시행할 수 있는 3세-5세의 환아 3명을 대상으로 하였다.

번호	이름	성별	발음채득시 나이
1	이 ○ 샘	여	4세 9개월
2	이 ○ 진	남	4세 0개월
3	김 ○ 경	남	4세 6개월

표 1. 연구대상환아

### 2. 공간유지장치의 기공과정

Steffen이 제안한 기공법을 토대로 하여 제작하였다.<sup>17)</sup>

1. 환자의 상악 좌우측 제2 유구치에 스테인레스 스틸 밴드를 맞추고 알지네이트를 이용하여 인상을 채득한 후 왁스로 교합상태를 인기한다. 하악은 일회 채득하고, 상악은 이회 채득하여, 한 개의 트레이에는 경석고를 붓고, 다른 트레이에는 환아로부터 제거된 밴드를 장착하고 석고를 부어, 완전 경화된 후, 단순

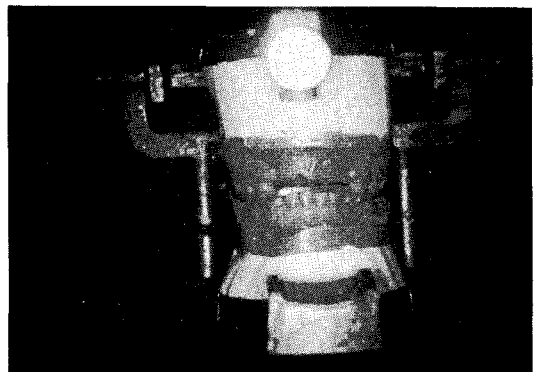


그림1. 단순교합기에 장착된 상하악 모델

교합기에 상하악의 경석고 모델을 장착한다. (그림 1)

2. 0.036 스테인레스 스틸 강선으로 상악 유구치 치아의 설측면에 따라 주강선을 형성하고, 각 인공치가 위치할 부위에 0.028 강선을 이용하여 lug를 형성하고, 통상적 방법으로 주강선에 납착한다. (그림 2)

3. Lug는 좌우측으로는 인공치의 중앙부에 맞도록 위치해야 하며, 상하측으로는 교합기상 대합치와 교합된 상태에서 대합되는 치아의 절단면과의 관계를 관찰하면서 조절한다. (그림 3)

4. 인공치의 치은연 형태를 치조정에 맞도록 조절하고 설측면에 lug가 들어갈 구멍부위를 fissure bur를 사용하여 제거하고 접착제를 사용하여 임시접착한다. 이때, 치열궁의 형태, 상하악간 거리를 결정하는데, 수직피개, 수평

피개가 모두 1-2mm가 되도록 결정한다. (그림 4) 결정된 후, lug가 들어간 hole의 나머지 부분을 자가중합형 레진을 사용하여 수복한다.

5. 상악의 석고 모형에 분리재를 바른 후, 주강선을 석고모형에 위치시키고, 통상의 방법으로 밴드와 납착한다. (그림 5)

6. 열중합형 레진의 분액을 'salt and pepper' 방법으로 뿌리면서 장치의 치은부분을 형성한 후 열중합시킨다. 중합후 완성된 레진을 연마한다. (그림 6)

7. 환아 재내원시 상악 제 1, 2유구치에 보존적 치료나 예방적 치료를 시행한 후, 장치를 시적해본다. 교합 장애, 심미적 불만족, 불편감 등을 조사하고 이를 조절한다. 상악 제2 유구치의 표면을 건조시킨후 접착용 글라스아이오노머 세멘트로 접착한다. (그림 7)

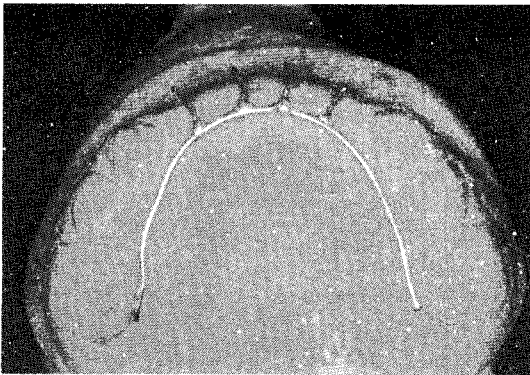


그림2. lug가 납착된 주강선

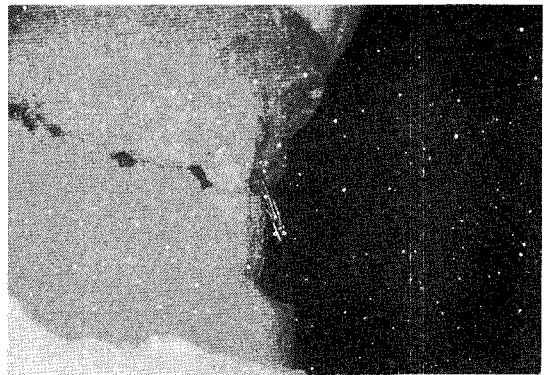


그림3. 하악 전치와의 관계를 보며 조절하는 lug

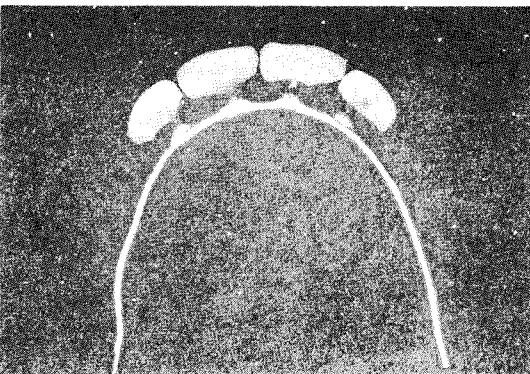


그림4. 인공치가 접착되어 위치된 주강선

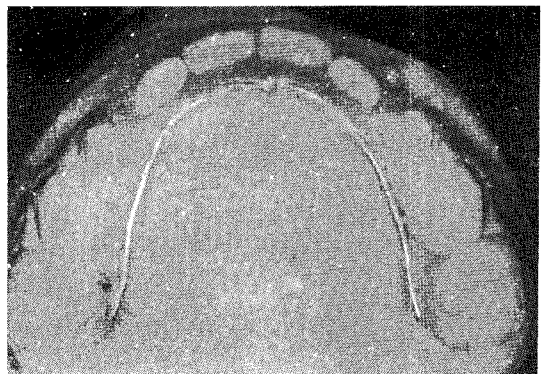


그림5. 중합레진이 위치된 주강선

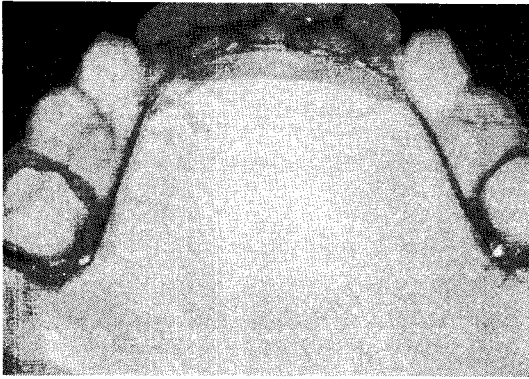


그림6. 밴드에 납착된 주강선

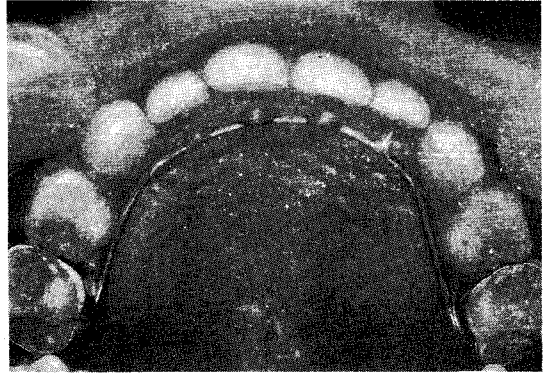


그림7. 환자에게 위치된 공간유지장치

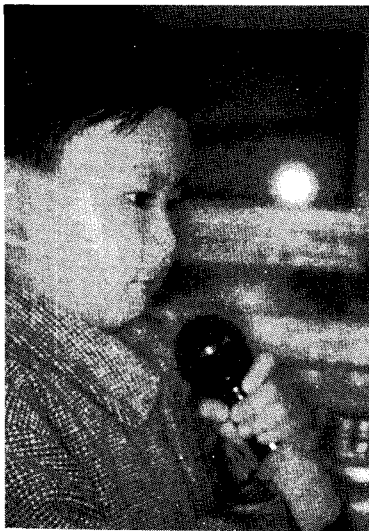


그림8. 녹음시 환자의 자세

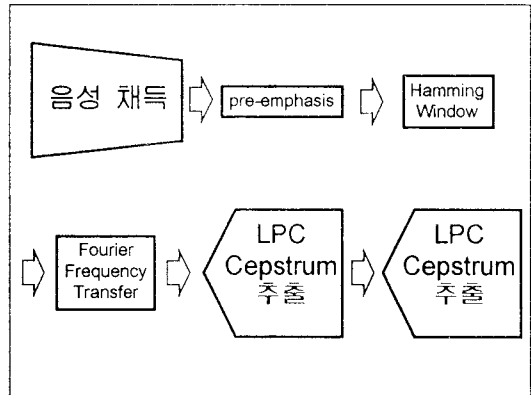


그림9. 채득된 음성의 분석과정

### 3. 녹음환경 및 장비

녹음은 본과 자료분석실에서 시행하였으며, 녹음시에는 창문을 모두 닫아 주위에서 발생할 수 있는 잡음(noise)을 최소화 하였다. 환아는 서서, 입술에서 약 10cm부위에 마이크로폰을 유지하면서 발성하도록 하였다. (그림 8) 분석대상음은 /si/음으로 하였다. 세번 반복하여 음성을 채취하고, 그중 가장 명료하게 들리는 소리를 대상음으로 하였다. 한 마이크로폰사의 DM-835 단방향성 마이크로 폰을 통하여, 16 비트 mono PCM방식의 22050 Hz의 sampling rate으로 SoundBlaster 16 PnP 사운드 카드가 장착된 pentium IBM 호환기종의 개인용 컴퓨터에 직접 녹음하였다.

### 4. 음성분석

채득된 음성을 CoolEdit v1.52를 이용하여 분석대상음을 모니터에 출력시킨 후 /si/음중 /s/부분을 파형관찰 및 청취하여 채득하여 분석대상 샘플로 사용하였다. 그림 9와 같은 과정을 통하여 분석하였는데, 전처리과정 (pre-emphasis)은 고주파성분이 저주파성분에 비해 상대적으로 약하므로 이를 보상하기 위해 고역통과필터를 거치게하여 시행하였다.<sup>32)</sup> 분석 윈도우는 hamming window를 이용하여 10 msec씩 중첩하여 20 msec 단위로 시행하였다. 이를 이용하여 선형예측 분석 방법의 16차 켈스트럼 계수 (LPC cepstrum coefficient)를 구하였고, 각 환아별로 채득된 계수를 장착후의

계수와 패턴매칭과정을 통하여 비교하였다. 파라미터간의 거리측정은 각 평균계수간의 유클리디안 거리측정방법을 이용하였다.<sup>33, 35)</sup>

5. 심리변화조사

환아 보호자와의 면담을 통하여 환아의 심리적 변화를 평가하였다.

III. 연구 결과

1. 심리적 변화

각 환아의 어머니들이 말하는 바를 그대로 인용하면, 다음과 같다.

2. 발음 변화

IV. 총괄 및 고찰

교정적인 측면에서 유전치가 건전한 경우 상악 유전치가 모두 발거되었을지라도 상악 전치부위공간의 폐쇄가능성은 적으므로 유전치의 조기 발거시 항상 공간유지 장치가 필요한 것은 아니다.<sup>3, 8)</sup> 그러나 공간유지장치는 음성학적 측면에서는 중요한 역할을 한다. 특정 음성을 획득하는 시기는 각 음성마다 차이가 있으며, 해당 음성을 습득하기 전에 발음이나 구음기관의 장애가 발생하게 되면 그 음성의 정확한 언어기술을 획득하는 데에 장애를 일으킬 수 있으며, 음성습득 후에 얻게 되면 보상기전이 나타나기 전까지는 음성의 일시적인 차단이 예상된다.<sup>10)</sup> 치아는 혀의 위치 설정에 중요한 지표가 되며, 특정 발음시에는 중요한

증례	어머니의 관찰 보고
1	<p>자신감이 있고요, 이빨이 없었을 때는 웃을 때 손을 가리고 웃거나 아니면 입을 크게 못 벌렸었거든요, 그런데 장치가 있으니 자기 이빨이 생긴것처럼 굉장히 좋아하 고요, 웃을때도 자신있게 크게 웃어요. 씹는다든지 그런 것에 있어서는 문제가 없습니까? 예, 그런거 별로 문제 없고, 굉장히 좋아해요.</p>
2	<p>치료하기 전에는 부끄러움을 많이 탔었어요. 이빨이 없고 하니까 친구들이 놀리고 한다고, 크게 웃지도 않고 입도 안벌리고 그랬었거든요. 이를 새로 해놓고 나서는 굉장히 거기에 대해서 자신감이 생겼어요. 사진찍고 그럴 때도 입을 크게 벌리고 찍고, 또 웃고 할 때도 옛날처럼 입을 가린다거나 고개를 숙이고 웃는다거나 그런 거없이 자신만만하게 웃고 그런점이 좋고, 여러면에서 아이가 좋아하고 하니까 저도 마음이 편한거 같아요.</p>
3	<p>(장치를 장착)하기 전에는 이빨 때문에 발음도 많이 새고 그랬는데, 지금은 많이 좋아졌어요. 친구가 ○경이처럼 자꾸 해달라고 조른데요. ○경이도 좋다고 또 자 랑하고, 유치원가서도 자랑하고...</p>

표 2. 어머니의 관찰결과 보고. 모든 경우에서 심미적 개선으로 인하여 아동의 긍정적 심리 변화를 관찰할 수 있다.

번호	장착전-즉시	장착전-1개월후	장착전-2개월 후	장착전-12개월후
1	0.0153	0.0601		
2		0.4522	0.5425	
3			0.6735	0.7288

표 3. 장착전과 비교한 장착후 경과시간에 따른 LPC cepstrum coefficient의 비교. 세 환아 모두 장착기간이 길수록 계수가 증가되었음을 알 수 있다.

역할을 한다.<sup>10)</sup> 4세 이전 환아의 유치의 조기 상실은 40%의 증례에서 8세이후에서도 발음상의 이상을 나타내며, 그 중 50%는 발음교정교육이 필요할 정도이며, 이상을 나타내지 않는 다른 어린이들도 정확하게 발음한다기보다는 보상적으로 발음하게 된다는 보고도 있다.<sup>14)</sup>

상악 전치의 조기상실시에는 가철성이나 고정성 공간유지장치를 사용할 수 있으며, 두 방법에 관한 깊은 조사연구는 없으나, 구강내 청결과 환아의 협조도면에서 5세 이하의 어린이에게는 고정성 공간유지장치를 장착하는 편이 더 바람직하다고 사료된다.

본 연구에서는 환아의 심리적인 면과 음성학적인 면에서 공간유지장치의 효율성에 대하여 조사하였다. 심리적인 측면의 평가는 환아와 항상 일상적으로 접촉하는 어머니와 전화통화를 통하여 이루어졌고, 음성학적인 측면은 /s/ 발음변화의 관찰을 통하여 하였다.

심리적인 측면의 연구중에서는 상악 전치부의 심한 우식으로 발치한 소아에게 있어 발치후에도 발치전과 비교시 대체적으로 정상생활을 한다는 보고는 있으나,<sup>12)</sup> 심미적 공간유지장치 장착의 심리적 변화에 대해서는 보고된 바 없다. 모든 증례에서 환아의 어머니들은 공간유지장치 장착후 환아의 외모에 대한 관심, 자신감, 웃을때의 개구량 변화, 친구와의 사교성증가등 사회적 행동의 긍정적 변화를 보고하였다. 본 연구에서는 보호자의 관찰보고만으로 심리적 효과에 관하여 측정하였으나 이에 대한 객관적으로 수치화하는 방법에 관하여 더 연구가 필요하리라 사료된다.

음성학의 연구방법으로는 생리학적, 조음적 연구가 있으며, 조음연구로는 주관적인 방법과 객관적인 방법이 있다. 주관적인 방법중에는 전문가의 평가방법, 명료도 검사방법등이 있으나 평가자의 주관이 개입될 소지가 있으며, 한국어의 표준화된 검사표가 작성되어 있지 않고,<sup>27)</sup> 평가오차가 많아 객관적이지 못한 방법이다. 객관적인 방법은 특정 기계를 사용하는 방법으로서, 발생된 음의 물리적 요소를 정확히 파악하는 것이다. 이런 방법에서는 spectrogram, endoscope, X-ray를 이용한 발음기관의

운동관찰, 음파기록기, oscilloscope 분광사진기, electric recorder를 사용하는 방법등이 있다.<sup>30, 32)</sup>

지금까지의 음성분석은 포만트라는 공진주파수로 모음을 분석하는 방법이 주류를 이루었는데,<sup>20, 22, 23, 26, 29, 30, 32)</sup> 포만트의 특성상 모음과 유성자음만을 분석 대상으로 하며, 주변환경의 영향을 받기 쉽고, 화자내의 다양성이 존재하여 화자내의 식별도 곤란한 경우가 많다.<sup>5)</sup> 특히 다른 포만트 주파수를 가지나 두종류의 모음이 동일한 phonetic quality를 가질 수도 있고, 서로 다른 두사람의 두종류의 모음이 동일한 포만트 주파수를 가질 수도 있어 객관성이 낮은 것으로 알려져 있다.<sup>32)</sup> 포만트의 변화를 이용한 한국어 발음 변화에 관한 여러 보고가 있으나 대부분 포만트의 변화가 있음을 보고하였을 뿐이며, 변화와 발음의 명료도와의 관계에 대한 설명은 없었다.<sup>26, 29, 32)</sup>

본 연구에서 시행한 선형예측분석은 입력된 각 샘플의 past value들과 current value의 linear combination에 근거한다. 이 방법은 기준음에 대한 대상음과의 비교시에 자동음성인 식방법으로 신뢰도가 높은 방법으로 보고되었기에 본 연구에서도 이 방법을 이용하였다.<sup>1, 13)</sup> 음성학적인 측면에서 소아는 구음능력이 미숙하여 음성을 확실하게 채득하기 어렵고, 음성, 구음기관이 발달과정상에 있으므로 발음이 미숙하고, 유치열기에서 혼합치열기로 이행하는 등 성인에서는 나타나지 않는 특이한 변화가 발생되고, 음성분석상 같은 음에서도 소아의 경우 pitch와 주파수가 높아 성인과는 달리 고려해야 할 점들이 있다.<sup>21, 24, 25)</sup>

본 연구에서는, 환아의 공간유지장치의 장착전과 장착후 시간적 간격을 두고 녹음한 /s/를 대상으로 음성분석을 시행하였다. 치아 조기 상실은 특히 치찰음 중에서도 /s/ 발음과 밀접한 관계가 있으며, 그외의 /sh/, /z/, /tch/와 같은 비슷한 발성 구조를 갖는 발음에서도 유사한 효과가 나타난다.<sup>19)</sup> Kessler등은 이는 치찰음의 발음시 상악 전치부의 치조정과 하악 절단면 사이의 공간이 너무 크고, 하순과 혀도 이 공간량을 보상해주지 못하여 폐에서 호기된 공

기가 발음의 필요량 이상 발산되기 때문이라고 하였다.<sup>10,11)</sup> Bankson과 Byrne은 평균 73개월에 상악 전치를 발치한 304명을 대상으로 발치전후의 발음을 평가한 결과 /s/발음에서만 통계학적인 유의차가 나타났다고 보고하였다.<sup>2,3)</sup> 또한 Nakano는 모든 음성을 비교할 때 /s/, /t/후에 개구도가 적은 모음인 /i/, /u/가 따를 경우 가철성 공간유지장치의 장착시와 철거간에 상당한 차이가 나타나며, 장치 장착에 의해 대부분의 발음은 어느정도 발음개선이 일어날 수 있으나 /s/음이 가장 개선이 어려운 발음이라 하였다. 가철성 공간유지장치에서도 상의 두께, 인공치의 여부는 음성에 큰 차이가 없었지만, 부적합한 의치를 장착하였을 때에는 /a/, /u/ 등과 같이 입을 크게 벌려 발성하는 모음에서 정확하지 않은 포만트가 나타난다는 보고도 있다.<sup>23)</sup> Fant는 전치가 치찰음의 발음시에 마찰에 있어 중요한 원천이라고 보고하였고,<sup>6)</sup> Jensen은 이를 실험적으로 검증하였다.<sup>9)</sup> /s/발음은 빠르면 3살에서도 획득이 가능하며, 90% 이상의 어린이들이 8세까지 계속 발음획득과정에 있는 발음이다.<sup>7)</sup> 엄은 우리나라 어린이들을 대상으로 한 연구에서 /s/는 모든 모음중 /i/와 동반할 때 약 만 3세경에 가장 먼저 획득함을 밝혔다.<sup>31)</sup> 이에 따라 본 연구의 대상음성으로서 가장 먼저 획득하고 발음상의 변동이 가장 적으리라 유추되는 /si/를 택하였다.

본 연구의 모든 증례에서 공간유지장치의 장착전과 장착후의 LPC cepstrum coefficient는 시간이 증가함에 따라 점점 증가됨을 알 수 있었다. 증례 1에서 장착전과 직후사이의 계수보다 장착 전과 장착 1개월후의 계수가 약 4배정도 더 큰 수치를 나타내었다. 시간 경과에 따른 환아들의 계수 비교시 계수 자체가 동일하지는 않으나, 각 환아별로 보았을 때에는, 장착 기간이 증가됨에 따라 계수가 증가되었음을 알 수 있다. 증례 모두에서 실제 /si/발음을 들어보아도 장착전, 장착직후, 장착후 경과된 시간에 따라 더욱 명료하고, 정확한 발음을 얻었음을 확인할 수 있었다. 이는 장치 장착 직후에서는 인공치 레진에 의해 폐에서 나온 공기가 단순히 물리적으로 차단되었으나, 장

착기간이 증가할수록 환아의 구강내 구조가 장치에 적응하게 되었다고 설명할 수 있다. 이는 전치부 공간유지장치가 발음보조장치로서의 역할도 하게 되었음을 의미한다.

Midori에 의하면 sonagraph에 직접 녹음한 것과 자기테이프에 녹음한 후 이를 다시 sonagraph에 녹음한 것은 서로 큰 차이가 없으며, 해상도는 12비트가 적당하다고 하나<sup>29)</sup> PC용 사운드 카드가 장착된 개인용 컴퓨터를 이용한 본 연구에서는 12비트를 구현할 수 없어 16비트 PCM방식으로 시행하였다. 표본화 주파수는 일반적으로 음성신호가 가지는 최대주파수성분의 2배가 되는 주파수 이상이 되어야 하므로,<sup>34)</sup> 본 연구에서는 stereo 22 KHz의 sampling rate를 사용하였다.

## V. 결 과

수유성우식증에 의해 상악 유전치부를 조기에 상실한 환아를 대상으로 고정성 공간유지장치를 장착하고 정기적인 검진을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 상악 유전치의 조기 상실시 고정성 공간유지장치를 사용할 수 있다.
2. 공간유지장치를 장착한 환아에게서 증대된 심미적 만족감과 사회적 행동의 긍정적 변화를 관찰할 수 있다.
3. 전치부 공간유지장치를 장착한 환아는 특정 음성의 발음시 명확하게 된다.

## 참 고 문 헌

1. Atal BS, Effectiveness of linear prediction characteristics of the speech wave for automatic speaker identification and verification, J Acoust Soc Am, 55 : 1304, 1974
2. Bankson NW, Byrne MC, The relationship between missing teeth and selected consonant sounds. J Speech Hear Dis 27 : 341-48, 1962
3. Barber TK, Pediatric Dentistry, St. Louis : The CV Mosby Co., 1982, 341-8

4. Bayardo RE, Anterior space maintainer and regainer, *J Dent for Child*, Nov-Dec, 452-5
5. Doddington GR, Speaker recognition identifying people by their voices. *Proceedings of the IEE* 73 : 1651, 1985
6. Fant G : *Dent Akustiska foneikens grunder*, Stockholm : Royal Institute of technology, Speech transmission Laboratory, 1957
7. Forrester DJ, Wagner ML, Flemming J. : *Pediatric Dental Medicine*. Phil : Lea and Febiger, 1981, 165-7
8. Ghafari J, Early treatment of dental arch problems. I. Space maintenance, space gaining, *Quint Int*, vol 17, No 7, 1996, 423-32
9. Jensen R : Anterior teeth relationship and speech, *Acta Radiol Suppl*, 27, 61-9, 1968
10. Kantner CE, West R : *Phonetics*, New York : Harper & Row, 1960
11. Kessler HE : The relationship of dentistry to speech, *J Am Dent Assoc*, vol 48, Jan, 1954, 44-9
12. Koroluk LD, Reikman GA, Parental perceptions of the effects of maxillary incisor extractions in children with nursing caries, *J Dent for child*, May-Jun 1991, 233-6
13. Markel JD, *Linear prediction of speech*, Springer-Verlag, 1976
14. Reikman GA, Elbadrawy HE : Effect of premature loss of primary maxillary incisors on speech, *Pediatr Dent*, 1985, 119-22
15. Ripa LW, Nursing caries : a comprehensive review, *Pediatr Dent*, Dec 1988 vol 10, No 4, 268-82
16. Snow K, Articulation proficiency in relation to certain dental abnormalities, *J Speech Hear Dis* : 26, 209-12, 1961
17. Steffen JM, An esthetic method of anterior space maintenance. *J Dent Child*, 38 : 154, 1971
18. Tsamtsouris A, White GE : Nursing caries. *J Pedod* 1 : 198-207, 1977
19. Weinberg B, Pediatric dentistry and speech pathology : speech and language performance in children, in McDonald's *Dentistry for children and adolescent patient*
20. 高木 みどり, 高橋實, 成田 恵理子, 下岡正八, 乳歯の 前歯部缺損兒と 臼歯部缺損兒の 音波分析 による 比較検討, *日本小兒齒科學雜誌* 27(1), 1989 : 144-52
21. 高木みどり, 乳歯早期喪失による 發音機序の研究 第二報 可撤型保隔装置による 發音の變化, *日本小兒齒科學雜誌* 20 : 353, 1982
22. 茂木 紳一, 小兒發音の 高周波領域の 波形分析, *日本小兒齒科學 雜誌*, 23 : 795, 1985
23. 中野 博光, 乳歯早期喪失による 發音機序の變化について-サウンド スペクトラフを用いた 音聲分析による検討-*齒學*, 74 : 1020-43, 1986
24. 春山 勝, 乳歯早期喪失による 發音機序の研究 第三報 可撤型保隔装置の 缺損部位による 發音の變化, *齒學*, 70 : 1331-2, 1983
25. 下岡 正八, 乳歯早期喪失による 發音機序の研究 第一報 サウンド スペクトラフの應用について, *齒學*, 70(1) 1982, 146
26. 김기달, sound spectrograph를 이용한 개교환자의 한국어 자모음의 발성에 관한 연구-주파수 분석을 중심으로, *대한치과교정학회지* vol 15, no1, 1985, 55-65
27. 김종민, 어음명료도 검사를 위한 우리말 어음표의 규격화에 대한 연구, *한국이비인후과학회지*, 18, 4, 347-54
28. 대한소아치과학회, *소아치과학*, 2판, 1990, 이화출판사
29. 박정삼, 전치부 반대교합아동의 발음장애에 관한 음향학적 연구, *대한소아치과학회지*, vol 23, no 2, 1996, 375-88
30. 양일수, Digital sound spectrograph 및 nasometer를 사용한 악교정 수술환자의 술전후 음향음성학적 특성에 관한 비교연구,



- 대한 구강악안면외과학회지 vol 20, no 4, 1994, 443-459
31. 엄정희, 정상말소리의 발달(II) 3,4,5세의 아동, 한국 언어병리학회편, 언어장애의 이해와 치료 11, 군자출판사, 54-66
  32. 이정만, 구개상의 두께가 한국어 단모음 발음에 미치는 영향에 관한 연구, 경희치대논문집, 10집, 1988, 153-71
  33. 연세대학교 신호처리 연구센터, 음성다이얼링을 위한 음성인식시스템구현, 1996
  34. 조철우, 개인적 접촉
  35. 신원호, 개인적 접촉