

# 연인두 폐쇄부전 아동의 보상조음과 정조음에서의 비음치 비교

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실  
이 은 경 · 손 영 익

= Abstract =

## Comparison of Nasalance Score Between Glottal and Oral Articulation in Children with Velopharyngeal Insufficiency

Eun-Kyung Lee, MS and Young-Ik Son, MD

Department of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

**Background and Objectives :** Nasometry is an easy, noninvasive method to obtain objective data regarding the function of velopharynx. However, because articulation errors may affect the results of nasometry, the examiner should interpret the nasalance score based on appropriate speech stimuli. The purpose of this study is to examine the difference of nasalance score between glottal and oral articulations in patients with velopharyngeal insufficiency (VPI).

**Materials and Method :** Nineteen children between 3.4 and 12.1 years of age (mean age 5.7 years) with a confirmed VPI showing hypernasality and articulation errors (glottal stops) were included. Nasalance scores were obtained for two speech patterns of glottal and oral stops. In addition, the velopharyngeal functions were analyzed in four subjects using video nasopharyngoscopy.

**Results :** The mean  $\pm$  S.D nasalance scores of the glottal stops and oral stops were  $42.54 \pm 16.26\%$  and  $25.47 \pm 16.51\%$  respectively ( $p=.000$ ). Six of 19 patients achieved normal nasalance scores when glottal stops changed to oral stops by the trial speech therapy. Video nasopharyngoscope confirmed that large velopharyngeal gaps can be decreased into tiny gaps or complete closure when compensatory articulations were corrected for some cases.

**Conclusion :** Compensatory articulation errors must be corrected for the reliable interpretation of the nasalance scores that are obtained in children with velopharyngeal insufficiency, which would facilitate to make a better decision for further management of these patients.

**KEY WORDS :** Velopharyngeal insufficiency · Nasalance score · Compensatory articulation.

## 서 론

구개열 등으로 연인두 폐쇄 부전이 있을 때, 공명의 측면에서는 과다비성이 필연적으로 생기고 조음의 측면에서는 보상조음(compensatory articulation)에 의한 비정상적인 말소리가 나타날 수 있다.<sup>1)</sup> 과다비성에 대해서는 비인두 내 시경으로 연인두 움직임을 직접 관찰하거나 Nasometer를 이용한 비음치(nasalance score) 측정, 청지각적으로 과다

비성의 정도를 판단하는 등의 평가 방법이 이용된다.<sup>2)</sup>

이 중 Nasometer를 통한 비음치 평가는 연인두 기능에 대한 간접 평가로서 객관적인 수치를 제공해 주고 비침습적이어서 어린 연령의 아동들에게도 용이하게 실시할 수 있다는 장점이 있다. 측정된 비음치는 발화시 구강과 비강을 통해 나오는 음향 에너지의 비율을 일컫는 것으로 과다비성이나 과소비성과 같은 공명 문제를 평가할 때 널리 쓰인다.<sup>3)</sup> 비음치 평가를 통해 연인두 폐쇄 부전 여부를 판단할 때 컷오프(cut-off) 수치를 이용할 수 있는데 이것은 대부분의 사람들이 콧소리가 과다하게 난다고 느끼는 수치로 영어의 구강음 문단에서는 28%에서 32% 정도로 연구마다 약간의 차이가 있다.<sup>2)</sup> 이 수치는 언어에 따라서 조금씩 다를 수 있고 청지각적 평가와 서로 보완하여 치료 방법을 선택할 때 적용된다. 또한 Nasometer는 시각적인 피드백을 줄

논문접수일 : 2007년 11월 30일  
심사완료일 : 2007년 12월 10일  
책임저자 : 손영익, 135-710 서울 강남구 일원동 50  
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과학교실  
전화 : (02) 3410-3579 · 전송 : (02) 3410-3879  
E-mail : young-ik.son@samsung.com

수 있어 공명 치료 등에도 유용하게 사용된다. 하지만 Nasometer를 통해 얻어지는 비음치의 측정 값은 조음 오류나 혼합성 공명에 의해 영향을 받을 수 있으므로 청지각적 평가를 바탕으로 조음 오류나 공명 문제 유형을 확인한 후 적절한 해석을 해야 한다.<sup>4)</sup>

과다비성과 자주 동반되는 조음 오류는 연인두 폐쇄 부전에 의해 구강압력이 충분하지 못하여 연인두가 폐쇄되는 위치보다 아래부분, 즉 성문이나 인두 부분을 수축시켜서 조음하는 보상조음으로 성문파열음이나 인두마찰음 등이 대표적이다.<sup>1)</sup> 구개열 병력이 있는 연인두 폐쇄 부전 환자 103명을 대상으로 한 연구에서 49.5%에서 보상조음이 관찰되었고 인두파찰음이 동반된 4명을 제외하면 모두 성문파열음을 보였다고 보고된 바 있다.<sup>5)</sup> 이처럼 가장 빈번하게 나타나는 보상조음 유형인 성문파열음은 성대가 긴장된 상태로 닫혔다가 터뜨리면서 나는 소리로 주로 구강파열음을 대체하지만 마찰음이나 파찰음 등도 이 음소로 대체될 수 있다.<sup>1)</sup> 예를 들어 양순파열음 /비/을 조음할 때 입술을 닫아 구강에서 압력을 형성했다가 입술의 개방과 함께 파열되면서 소리가 만들어지는데 성문파열음은 이 음소를 성문에서 터뜨리는 것이다.<sup>6)</sup> 후두나 인두에서 만들어지는 보상조음은 전반적인 말 명료도를 저하시킬 뿐 아니라 연인두의 잠재적 기능을 방해한다. 즉, 구강음을 조음할 때는 구강압형성이 연인두 폐쇄로 이루어지지만 보상조음의 경우는 연인두 폐쇄 위치보다 아래부분에서 만들어지므로 실제 기능할 수 있는 연인두의 움직임이 최대한으로 나타나지 못하는 것이다.<sup>1)</sup> 영상학적 평가에서도 정상 조음에 비해 성문파열음을 보일 때 연인두 움직임이 저하되는 양상이 보고된 바 있다.<sup>7,8)</sup> 따라서 보상조음이 있는 한 정확한 연인두 기능을 평가하기 어려우므로 청지각적 평가에서 성문파열음이나 인두마찰음 등의 보상조음이 감지되었을 때는 언어치료로서 보상조음을 소거한 후에 연인두 기능 평가를 하도록 권고하고 있다.<sup>8)</sup>

이와 같이 연인두 폐쇄 부전이 있을 때 보상조음이 자주 동반되지만 실제 비음치 평가에서 보상조음에 대한 주의점을 다룬 경우는 찾아보기 어렵다. 본 연구에서는 연인두 폐쇄 부전 아동들에서 보상조음이 관찰된 경우, 보상조음으로 측정된 비음치 수치와 원래의 목표 음소로 바르게 조음했을 때 측정된 비음치에 차이가 있는지 알아 보고자 하였다. 또한 실제 연인두 움직임을 관찰하여 보상조음과 구강조음에서 어떠한 차이가 있는지도 살펴 보았다. 이를 바탕으로 연인두 폐쇄부전 환자에서 수술적 처치나 언어치료 등의 치료 방법을 선택할 때 비음치 해석에 관한 적절한 근거를 제시하고자 하였다.

## 대상 및 방법

2001년 11월부터 2007년 8월까지 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후과에서 연인두 폐쇄 부전으로 진단 받고 청지각적으로 성문파열음과 과비성이 확인된 아동들을 대상으로 하였다. 연령은 3세 4개월에서 12세 1개월로 평균 5.7세였고 남아 8명, 여아 11명이었다. 환자 유형별로는 구순구개열이나 점막하 구개열로 구개 성형술 받은 아동이 10명이었고 수술 받지 않은 점막하 구개열이 5명, 인두 성형술 받은 아동 2명, 편도 비대와 불규칙한 모양의 아데노이드 아동이 2명이었다(Table 1).

비음치는 Nasometer(Model 6200, Kay Elemetrics, Lincoln Park, NJ, USA)를 이용하여 파열음 검사어에서 대상 아동이 보상조음인 성문파열음으로 조음할 때와 정조음인 구강파열음으로 조음할 때를 각각 측정하였다. 정조음은 시도 치료(trial therapy)나 정규 치료를 통해서 유도하였다. 검사어는 각 아동의 수행 수준에 따라 무의미 음절을 반복하거나 /비/ 음소 위주의 구(phrase)를 이용하였다. 두 조음 양상간의 비음치의 차이는 SPSS(version 12.0)를 이용하여 paired t-test로 분석하였고 유의수준은 95%로 검정하였다.

대상자들 중 검사 협조가 가능한 4명은 비강을 국소 마취한 후, stroboscope 장비(Kaypentax Elemetrics, RLS 9100B)에 연결된 굴곡형 내시경(Olympus, ENF type P3)을 삽입하여 성문파열음일 때와 구강파열음일 때의 연인두 움직임을 직접 관찰하였다. 연인두 기능 평가는, 연구개와 인두 측벽의 움직임을, 휴지기 때 각 위치를 0.0으로 하고 반대편 부분을 1.0으로 하여 움직임 정도에 대해 등급을 나누었다.<sup>9)</sup> 연인두가 닫히는 정도는 완전 닫힘(complete closure)과 약간의 틈(tiny gap), 큰 틈(large gap)의 3등급으로 나누어 기술하였다.

## 결 과

구강파열음을 성문파열음으로 보상조음 할 때 비음치는

Table 1. Demographics of the subjects

| Current status     |                          | N=19 |
|--------------------|--------------------------|------|
| Prior surgery      | Palatoplasty             | 10   |
|                    | Sphincter pharyngoplasty | 1    |
|                    | Pharyngeal flap          | 1    |
| No prior treatment | Submucous cleft palate   | 5    |
|                    | Hypertrophic tonsils     | 1    |
|                    | Irregular adenoid        | 1    |
|                    |                          |      |

평균  $42.54 \pm 16.26\%$ 였고 구강파열음으로 정조음 할 때는 평균  $25.47 \pm 16.51\%$ 였다(Table 2). 성문파열음과 구강파열음의 두 조음 양상 간 비음치는 유의한 차이를 보였다 ( $p=.000$ ).

대상 환자 19명 중 6명에서는 구강파열음으로 조음했을 때 비음치가 10% 내외로 측정되어 정상 기준치의 범위에 들었다. 성문파열음에 비해 구강파열음 때의 비음치 감소 폭은, 10% 포인트 이하의 감소를 보인 경우가 7명, 11%에서 20% 포인트의 감소를 보인 경우가 6명, 21%에서 30% 포인트가 3명, 31%에서 40% 포인트 감소를 보인 경우가 3명이었다 (Table 3).

**Table 2.** Mean nasalance score (n=19)

|              | Mean(SD)      | Range  | t     | p     |
|--------------|---------------|--------|-------|-------|
| Glottal stop | 42.54(16.26)% | 16-66% | 6.280 | .000* |
| Oral stop    | 25.47(16.51)% | 6-58%  |       |       |

\* :  $p < 0.05$ , paired t test

**Table 3.** The nasalance score of glottal and oral articulation (%)

| No. | Patient's status at the time of evaluation | Task       | GS  | OS  | Point of decrement |
|-----|--|------------|-----|-----|--------------------|
| 1   | Palatoplasty                               | /p/ phrase | 66% | 31% | 35%                |
| 2   | Unrepaired SMCP                            | /papapa/   | 63% | 51% | 12%                |
| 3   | Hypertrophic tonsils                       | /papapa/   | 61% | 58% | 3%                 |
| 4   | Sphincter pharyngoplasty                   | /pupupu/   | 58% | 24% | 34%                |
| 5   | Unrepaired SMCP                            | /papapa/   | 56% | 49% | 7%                 |
| 6   | Palatoplasty                               | /papapa/   | 56% | 39% | 17%                |
| 7   | Palatoplasty                               | /kakaka/   | 51% | 33% | 18%                |
| 8   | Palatoplasty                               | /kakaka/   | 51% | 10% | 41%                |
| 9   | Palatoplasty                               | /p/phrase  | 45% | 37% | 8%                 |
| 10  | Palatoplasty                               | /p/phrase  | 44% | 29% | 15%                |
| 11  | Irregular adenoid                          | /pupupu/   | 43% | 18% | 25%                |
| 12  | Pharyngeal flap                            | /papapa/   | 35% | 5%  | 30%                |
| 13  | Unrepaired SMCP                            | /papapa/   | 33% | 4%  | 29%                |
| 14  | Palatoplasty                               | /papapa/   | 31% | 28% | 3%                 |
| 15  | Palatoplasty                               | /kakaka/   | 30% | 15% | 15%                |
| 16  | Unrepaired SMCP                            | /pupupu/   | 20% | 16% | 4%                 |
| 17  | Unrepaired SMCP                            | /pupupu/   | 20% | 13% | 7%                 |
| 18  | Palatoplasty                               | /papapa/   | 20% | 5%  | 15%                |
| 19  | Palatoplasty                               | /papapa/   | 16% | 6%  | 10%                |

SMCP : submucous cleft palate, GS : glottal stop, OS : oral stop

**Table 4.** Degree of velopharyngeal movements and gap during glottal and oral articulation in 4 patients

| Subjects             | Glottal stop |       |     |       | Oral stop |       |     |          |
|----------------------|--------------|-------|-----|-------|-----------|-------|-----|----------|
|                      | NS           | Velum | LPW | Gap   | NS        | Velum | LPW | Gap      |
| 1. SMCP              | 51%          | 0.6*  | 0.2 | Large | 33%       | 0.9   | 0.4 | Tiny     |
| 2. Palatoplasty      | 56%          | 0.7   | 0.2 | Large | 39%       | 0.9   | 0.3 | Tiny     |
| 3. Irregular adenoid | 43%          | 0.6   | 0.1 | Large | 18%       | 1.0   | 0.2 | Tiny     |
| 4. Pharyngeal flap   | 35%          |       |     | Large | 5%        |       |     | Complete |

SMCP : submucous cleft palate, NS : nasalance score, LPW : lateral pharyngeal wall. \* : the degree of movement relative to points 0.0(rest position) and 1.0(opposing site)

4명에서 실시한 연인두 기능 평가에서는 대상 아동 모두 성문파열음에 비해 구강파열음일 때 연구개 및 인두 측벽의 움직임 범위가 증가하는 양상을 보였다. 연인두 폐쇄 시 큰 틈을 보인 3명이 작은 틈으로 호전되었고 그 중 한 명은 연구개가 인두 후벽에 살짝 닿았다가 떨어지는 터치 닫힘(touch closure)을 보였다. 또한 연인두 피판 수술을 받은 아동에서는 성문파열음일 때 좌우 연인두 포트(ports)가 닫히지 않았던 상태에서 구강파열음일 때는 완전히 닫히는 모습을 보였다(Table 4, Fig. 1, 2).

## 고 찰

연인두 폐쇄 부전 환자에서 보상조음이 있을 때 측정된 비음치는 연인두 기능에 대한 간접평가로서의 검사 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다. 본 연구에서는 연인두 폐쇄 부전 아동에서 성문파열음과 구강파열음의 비음치를 측정하였을 때,

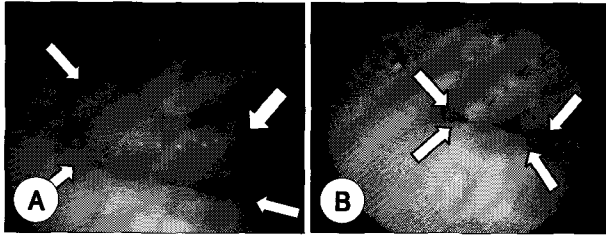


Fig. 1. Velopharyngeal closure during glottal(A) and oral articulation(B) in subject with irregular adenoid. Large gap during glottal stop(A) changed to tiny gap during oral stop(B).

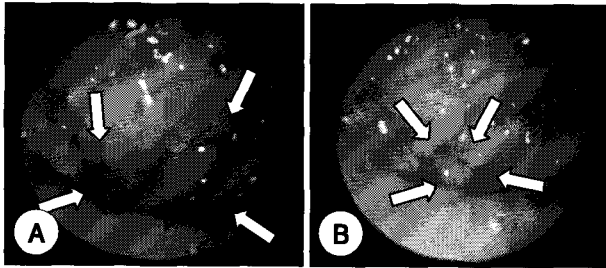


Fig. 2. Velopharyngeal gap during glottal(A) and oral articulation(B) in subject with repaired palate. Large gap during glottal stop(A) changed to tiny gap with touch closure during oral stop(B).

정조음인 구강파열음 조음에서 비음치가 감소하는 것으로 나타났다. 또한 일부 아동에서 실시한 비인두 내시경에서는 성문파열음에 비해 구강파열음 조음 시에 연구개와 인두 측벽의 움직임이 더 활발해져서 연인두 폐쇄 부전의 정도가 줄어드는 양상을 관찰할 수 있었다.

한국어 아동들의 정상 비음치 기준은 구강자음 문단이 평균 11.53%이고 /아/ 모음과 결합한 무의미 음절 반복에서는 구강파열음이 8%에서 9% 정도이므로 구강음 검사에서는 약 10% 내외를 정상 범위의 비음치로 볼 수 있다.<sup>10)</sup> 본 연구에서는 구강파열음을 시도 치료로써 산출한 경우가 대부분이어서 무의미 음절 반복 측정이 많았다. 연인두 폐쇄 부전 아동 19명 중 6명은 구강파열음일 때의 비음치가 정상 기준치 범위에 속함으로써 정조음 시 연인두가 완전히 닫힐 수 있음을 간접적으로 시사하였다. 따라서 이러한 아동들은 현재 과다비성을 보이지만 언어치료를 통하여 보상 조음을 소거했을 때 정상 공명이 될 가능성이 크므로 연인두 폐쇄 부전에 대한 수술적 치료가 필요하지 않을 수 있다. 정상 범위로 감소한 경우는 구개성형술이나 인두피판술을 받은 아동도 있고 수술하지 않은 점막하 구개열 아동도 포함되는 등 그 특성은 다양하였다. 이 아동들은 성문파열음일 때의 비음치가 한 아동을 제외하고는 16%에서 35% 정도로 아주 높지는 않았고 60% 이상의 높은 비음치를 보이는 경우에는 구강파열음으로 정조음 했을 때에도 정상 기준치로 감소한 경우가 없었다. 성문파열음에 비해 구강파

열음으로 조음할 때 감소 폭은 19명 중 13명에서 20% 포인트 이하로 줄어 들었으나 30%에서 40% 포인트 정도의 뚜렷한 감소도 3명에서 관찰되어 특정 수치를 기준으로 변화를 예측하기에는 어렵다고 할 수 있겠다.

연인두는 조음 양상에 따라 움직임을 달리한다. 비강자음을 산출할 때는 연인두가 열려 비강공명이 이루어지고 구강음을 조음할 때는 연인두가 닫힘으로써 적절한 구강압을 형성할 수 있게 한다. 구강음을 조음할 때는 입술, 혀, 연인두 등의 조음 기관들이 유기적으로 움직이지만 성문파열음은 조음위치가 성문이 되므로 다른 조음 기관들의 움직임은 나타나지 않거나 매우 제한되어 있다.<sup>7)</sup> 따라서 저하된 연인두 움직임은 신경학적 문제 등으로 잘못 해석될 수도 있다. 구강의 제 위치에서 만들어진 조음 시 연인두 기능을 직접 관찰해 보면, 성문파열음을 보이던 아동이 구강파열음을 산출하였을 때, 연구개와 인두측벽 등의 움직임이 향상되어 연인두 폐쇄 부전의 정도가 감소하는 것을 볼 수 있다.<sup>11)</sup>

본 연구에서 구강파열음으로 조음한 경우에도 비음치가 30% 이상으로 기준치에 비해 높고 과다비성이 뚜렷한 경우에는 수술적 처치를 우선하거나 언어치료 후 수술적 처치를 하는 것으로 권고되었다. 수술 결정의 근거는 성문파열음을 제거하여 최대한 구강에서 조음하였을 때에도 연인두 폐쇄 부전이 지속된다는 것을 추정할 수 있기 때문이다. 본 대상자들 중 점막하 구개열 아동이 5명인데 두 명은 성문파열음일 때 각각 56%, 63%였고 구강파열음으로 정조음 했을 때는 41%, 51%로 약간 감소하였으나 여전히 기준치에 비해서는 높은 비음치를 보였다. 이 경우에는 수술적 치료와 조음치료가 요구되었다. 다른 세 명의 점막하 구개열 아동들은 성문파열음일 때가 각각 20%, 20%, 33%였고 구강파열음일 때 16%, 13%, 4%로 정상기준치 범위에 속하였기 때문에 조음치료 후에 자발화 수준에서 재평가하는 것을 권고하였다.

수술을 받은 경우에도 비음치 수치가 여전히 높은 경우에는 조음 양상을 고려해 보아야 한다. 본 연구에서 연인두 피판 수술을 받은 아동에서 측정된 비음치는 35%로 기준치에 비해 증가한 수치이다. 하지만 이 아동은 성문파열음으로 조음하고 있었고 구강파열음을 유도하였을 때는 5%로 뚜렷이 감소하여 연인두 완전 폐쇄를 시사하였다. 비인두 내시경을 통해 이 아동의 연인두 기능을 보았을 때 성문파열음일 때는 연인두 피판으로 형성된 좌우 포트가 닫히지 않았으나 구강파열음에서는 완전히 닫히는 것이 확인되었다. 한편, 구개성형술 받은 한 아동은 성문파열음에서 66%였고 구강파열음에서 31%로 비음치가 뚜렷이 줄었으나 여전히 기준치에 비해 높아서 이차 수술로 인두성형

술을 받았다. 이 아동은 술 후 3개월째 평가에서 비음치가 10%로 안정되었고 일차 수술인 구개성형술만으로는 충분한 연인두 기능을 회복하지 못하였었다는 것을 시사하였다.

편도 비대나 아데노이드 표면이 불규칙한 경우, 우선 편도 비대를 보였던 아동은 성문파열음일 때 비음치가 61%이고 구강파열음에서도 58%로 약간 감소되었으나 기준치에 비해 매우 높은 수치이고 비인두 내시경을 통해서 편도로 인한 연구개의 후방 움직임 방해가 확인되어 편도적출술이 시행되었다. 이 아동은 술 후 10개월째 평가 시 동일한 검사어에서 13%의 비음치로 뚜렷이 호전되었다. 이것은 보상조음을 소거한 상태에서도 편도로 인하여 연인두 폐쇄가 되지 않았지만 편도를 제거된 후에는 연인두가 제 기능을 할 수 있다는 것으로 구조적 원인에 의한 연인두 폐쇄 부전이었음을 시사하는 것이다. 한편, 성문파열음일 때 비음치가 43%이고 구강파열음일 때 18%를 보였던 아데노이드 불규칙 아동은 조음치료가 우선 권고되었다. 이 아동의 연인두 움직임은 성문파열음일 때 연구개와 인두측벽의 움직임이 매우 저하되어 뚜렷한 연인두 폐쇄 부전을 보였으나 구강파열음일 때는 연구개와 인두측벽의 움직임이 활발해지면서 연구개가 아데노이드에 접촉하는 양상을 보였다. 7개월의 조음치료를 보상조음이 소거되었고 같은 검사어에서 15%로 안정된 양상을 보였다. 이것은 보상조음의 소거가 연인두 움직임의 향상을 가져올 수 있다는 것을 보여 준다.

이와 같이 비음치 평가는 연인두 폐쇄 부전 환자에서 과다비성의 정도를 객관적으로 측정하는 매우 유용한 방법이지만 연인두 폐쇄 부전에서 흔히 나타나는 보상조음을 고려하지 않았을 때는 검사 신뢰성이 떨어질 수 있다. 따라서 보상조음이 소거된 상태에서 구강음으로 측정되어야 실제의 연인두 기능을 반영할 수 있어서 수술적 처치나 조음치료 등의 치료 방법을 적절하게 선택할 수 있고 치료 효과도 실제적으로 제시할 수 있을 것이다.

## 결 론

연인두 폐쇄 부전이 있을 때 비음치 평가로써 청지각적

평가와 보완하여 과다비성의 정도를 측정한다. 하지만 성문파열음 등의 보상조음이 있을 때 연인두 움직임은 더 저하되어 있으므로 실제의 연인두 기능을 반영하기 어렵다. 본 연구에서 구강파열음의 비음치가 성문파열음에 비해 감소하였고 연인두 움직임의 정도도 더 호전되는 것이 관찰되었다. 따라서 연인두 폐쇄 부전에서 빈번하게 나타나는 보상조음을 고려하여 비음치를 측정하여야 연인두 기능에 대한 간접 평가로서의 의의를 가지며 적절한 치료 방법을 결정하는데 근거 자료가 될 수 있을 것이다.

**중심 단어** : 연인두 폐쇄 부전 · 비음치 · 보상조음.

## REFERENCES

- Peterson-Falzone SJ, Hardin-Jones MA, Karnell MP. *Communication disorders associated with cleft palate*. In: *Cleft palate speech*. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2001. p.162-9.
- Peterson-Falzone SJ, Trost-Cardamone JE, Karnell MP, Hardin-Jones MA. *Understanding instrumental evaluation of velopharyngeal function*. In: *The clinician's guide to treating cleft palate speech*. St. Louis: Mosby; 2006. p.41-52.
- Dalston RM, Warren DW, Dalston ET. *Use of nasometry as a diagnostic tool for identifying patients with velopharyngeal impairment*. *Cleft Palate Craniofac J* 1991;28 (2):184-8; discussion 188-9.
- Kummer AW. *Nasometry*. In: *Cleft palate & craniofacial anomalies: effects on speech and resonance*. San Diego: Singular; 2001. p.312-26.
- 이은경, 박미경, 손영익. 구개열로 인한 연인두 폐쇄 부전 환자의 보상조음. *대한음성언어의학회지* 2005;16 (2):118-22.
- Kawano M, Isshiki N, Honjo I, Kojima H, Kurata K, Tanokuchi F, et al. *Recent progress in treating patients with cleft palate*. *Folia Phoniatr Logop* 1997;49:117-38.
- Henningsson G, Isberg A. *Velopharyngeal movement patterns in patients alternating between oral and glottal articulation: a clinical and cineradiographical study*. *Cleft Palate J* 1986;23 (1):1-9.
- Henningsson G, Isberg A. *A cineradiographic study of velopharyngeal movements for deviant versus nondeviant articulation*. *Cleft Palate Craniofac J* 1991;28 (1):115-8.
- Golding-Kushner KJ, Argamaso RV, Cotton RT, Grames LM, Henningsson G, Jones DL et al. *Standardization for the reporting of nasopharyngoscopy and multiview videofluoroscopy: a report from an international working group*. *Cleft palate J* 1990;27 (4):337-47.
- 유성철. 한국인 정상 아동의 비음치 측정 및 분석. 울산대 대학원 박사학위 논문;2006.
- Ysunza A, Pamplona C, Toledo E. *Change in velopharyngeal valving after speech therapy in cleft palate patients. A videonasopharyngoscopic and multi-view videofluoroscopic study*. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1992;24 (1):45-54.