

상악골 급속 확장술(Rapid Palatal Expansion) 비강통기도 검사(Rhinomanometry)를 통한 비강기도 저항(Nasal Airway Resistance) 변화에 관한 연구

연세대학교 치과대학 교정학 교실
영동 세브란스 병원

백형선 · 고성희

연세대학교 의과대학 이비인후과학 교실
영동 세브란스 병원

이정권

I. 서 론

상악골 급속확장술(Rapid Palatal Expansion, 이하 RPE)은 1860년 E.C. Angell¹⁾이 상악경치의 공간확보를 위한 상악궁 급속 확장술을 서술한 이후 많은 연구가 이루어져 왔다^{24,25,32,38,39,74,78,81)}.

1903년 Brown^{11,12)}은 비강 통기도증가에 목적을 둔 봉합이개(suture opening)를 최초로 연구하기 시작하였으며, 그는 만곡된 비중격을 직립화(straightening)시키고 비강 및 인후부 점막의 과증식 상태를 개선시켜준다고 하였다. 1905년 Pfaff⁵¹⁾는 비호흡시 air course를 서술하면서 상악궁을 확장하면 구개저(palatal vault)가 낮아지고 비중격(nasal septum)의 직립화가 이루어진다고 생각하였다.

Barnes(1912)³⁾, Black(1893, 1909)⁴⁾, Hawley(1912)²⁸⁾, Ketcham(1912)³⁶⁾, Cryer, Mathew(1913)¹⁶⁾, Dean(1909)¹⁷⁾, Dewey

(1913)¹⁸⁾등에 의해서도 비호흡 개선 및 상악골, 비골변화가 기술되는데 주로 주관적 관찰에 따른 것이었다.

1929년 Mesnard⁴⁶⁾는 상악골 분리를 위한 고정식 장치를 이용하여 상악골의 분리, 구개저의 저하, 비중격의 직립화를 관찰한 바 있으며, 1960년 Korkhaus³⁸⁾는 상악골 확장을 10 mm이상 확장시킬 경우 palate와 apical base, intranasal space의 확대로 자유로운 비호흡이 가능하며 임상경험상 구호흡에 유용할 수 있다고 하였다.

한편 1956년 Gerlach¹⁹⁾는 상악골 확장시 치아 모형상의 apical base 증가를 측정 비교하여 nasal stenosis에 의한 비기도 저하는 구개봉합이개(palatal suture opening)에 의해 치료 효과가 있다고 주장하였다.

1961년 Haas²⁴⁾는 치료 초기의 nasal stenosis의 심각도에 따라 약간의 개선이 있음을 보고하였고, 1964년 Isaacson³²⁾은 구개파열

환자에서 급속확장술에 의해 비강의 미약한 변화를 관찰한 바 있다. 한편 1975년 Gray²²⁾등은 비강 통기도가 저하되는 질환인 비중격 만곡증, 재발성 귀, 코, 부비동 감염증, 알레르기성 비염 및 천식등에 RPE가 유용하다고 하였다.

이러한 상악골 급속 확장술에 따른 비강 통기도 개선에 대한 보고는 대부분 주관적인 관찰과 X-ray film등을 이용한 해부학적 변화와 조직학적 관찰 및 임상적 경험에 따른 것이었다. 이에 보다 객관적이고 정량적인 연구방법이 도입되었는데, 1963년 Linder-Aronson⁴³⁾은 코를 통하여 air pressure변화를 측정하여 이를 비저항(nasal resistance)이라 정의하고 구호흡 환자에서 RPE를 시행한 후 상당한 개선 효과가 있음을 보고하였고, 1968년 Wertz⁷³⁾는 nasal mask를 이용하여 warm-wire anemometer에 의한 air volume 변화를 측정하여 nasal stenosis가 비강의 전하방 부위에 존재하거나 양측성 상악궁 협착(bilateral maxillary arch deficiency)인 경우 비강 통기도의 증가를 위하여 정중 구개봉합 이개가 유용하다고 하였다.

비강통기도 검사법(Rhinomanometry)은 transnasal pressure(ΔP)와 기류속도(V)를 측정하여 비저항(Rn)을 산출하는 방법으로서⁸³⁾, 1902년 Courtade¹⁴⁾에 의해 전방검사법(anterior method), 1899년 Spiess⁶⁴⁾에 의해 후방검사법(posterior method)이 소개된 이래 다소 변형된 고식적인 방법으로 측정하여 왔으나 pressure transducer와 pneumotachograph같은 보다 진보된 기계의 발달로 1960년대에 비로서 압력차와 기류속도를 동시에 측정할 수 있는 실질적 비강 통기도 검사법이 등장하였다.^{8,9,44,83)}.

전방검사법은 전비공에서, 후방검사법은 구강내에서 측정하는 방법으로서, 전방검사법은 전비공에 nozzle을 끼워 측정하는 방법과 mask를 이용하는 방법으로 나뉘어지며 후방검사법이 가장 생리적 상태에서 반복 측정가능하고 정확도도 높아 주로 많이 사용되었으며, 전방검사법은 mask방법이 누구에게나 사용가능

하고 조작이 간단하며 가장 정확하다고 알려져 있다.^{35,37,80)}.

Rhinomanometry를 이용한 연구는 1968년 Watson, Warren⁷⁰⁾등이 후방검사법을 이용하여 비강기도 저항이 $4.5 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec}$ 이상일 때 구호흡이 나타나며 비기도 저항은 골격 양상과 무관하다고 하였다.

또한 Hershey, Warren(1976)³⁰⁾등도 후방검사법을 이용하여 구호흡자의 상악골 급속확장술 시행후 비강기도 저항이 45% 정도 감소되었고 1년 후 감소된 비강기도 저항은 안정성을 보였으며, 초기에 높은 비강기도 저항을 가진 환자가 보다 높은 비강기도 저항 감소를 보인다고 하였다.

1989년 Woodside⁷⁵⁾도 역시 후방검사법을 이용하여 RPE후 비강기도 저항이 45.9% 감소하였고 1년간 안정성을 보였으며, 비강기도 저항이 $5.3 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec}$ 이상일 때 구호흡이 나타난다고 하였다.

이와같이 상악골 급속확장술은 상악궁에 강한 힘을 발생시켜 최소의 치아이동 및 최대의 상악골 재위치를 유도하여 구강, 비강, 인두조직에 변화를 야기시켜 구치부의 반대교합 개선 및 호흡을 증진시키는 효과빠른 교정장치로 알려져 왔다.

이에 저자들은 상악골 급속확장 장치가 적응이 되는 아동을 대상으로 정확하고 객관적인 방법으로 인정되는 전방검사법에 의한 비강통기도 검사를 시행하여 확장 전후 및 확장후 3개월, 6개월, 1년후의 비강기도 저항변화를 측정 비교하였다.

II. 연구대상 및 연구방법

가. 연구대상

영동 세브란스 병원 치과 교정과에 내원한 부정교합 환자 18명(남자 9명, 여자 9명)을 대상으로 하였으며, 이들의 평균나이는 남자 10세 7개월, 여자 10세 6개월이었다(표 1).

표 1. 연구 대상자의 분류

Number	Age at start of treatment	Sex
1	12y 10m	M
2	8y 4m	F
3	9y 7m	F
4	10y 5m	M
5	11y 11m	F
6	7y 8m	M
7	10y 5m	M
8	10y 9m	F
9	9y 5m	F
10	11y 9m	F
11	10y 5m	M
12	10y	F
13	13y	M
14	11y 6m	F
15	12y 11m	M
16	7y 8m	M
17	11y 2m	M
18	12y 6m	F

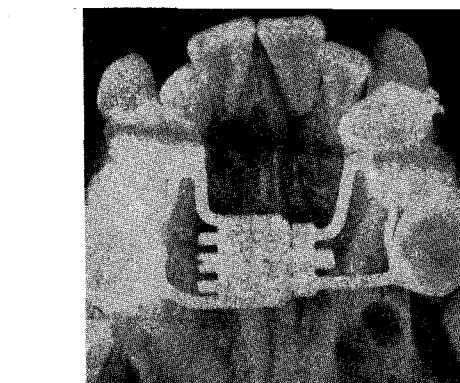
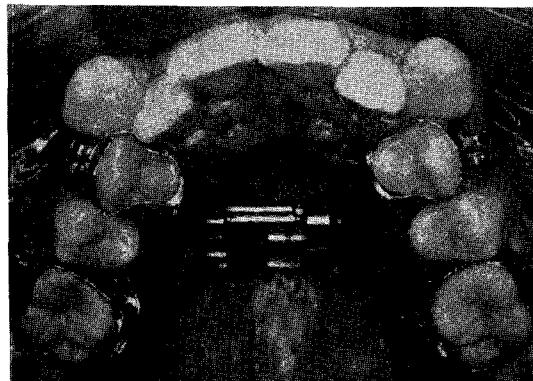


사진 1. 확장 전 구강내 사진 및 교합면 방사선 사진

나. 연구방법

1. 장치 및 작동

제 1 대구치 및 제 1 소구치(혹은 겸치)를 banding한 후 hyrax screw를 이용한 고정식 RPE장치를 사용하였으며 1일 2/4회 회전(1/4 회전=0.25mm) 시켜 원하는 양의 최대 확장을 시행하였다(사진 1, 2).

2. 측정방법

확장 전, 확장 직후, 확장 후 3개월, 6개월, 1년 후 전방검사법에 의한 비강 기도저항(nasal airway resistance: NAR)을 STD. RHINO KOC-8900(Chest Corporation)을 이용하여 측정하였다(사진 3, 4).

측정된 비강기도 저항은 각 개인차가 심하고 한사람에게서도 시간에 따라 차이가 많아 일축성 비저항보다는 기능적 혹은 임상적인 척도로서 중요한 것으로 사료되고 거의 일정하게 유

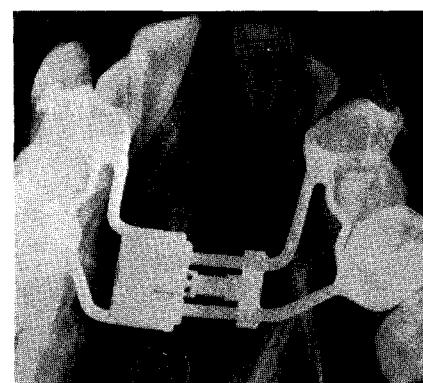
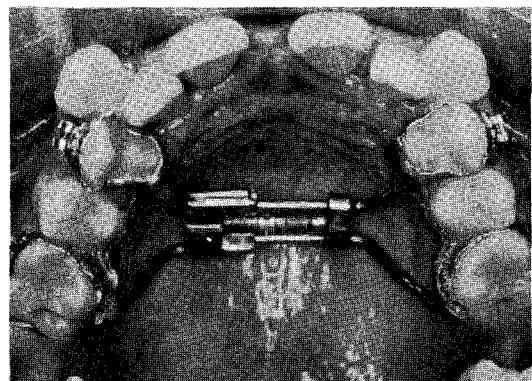


사진 2. 확장 후 구강내 사진 및 교합면 방사선 사진

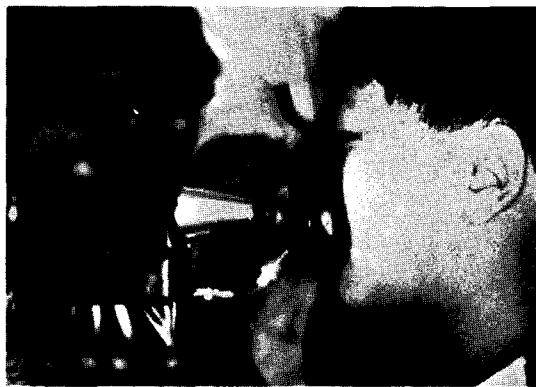


사진 3. mask를 이용한 전방검사법



사진 4. Rhinomanometry
(STD. RHINO KOC-8900)

지되는 총비저항을 산출하였다^{9,35,50)}.

총 비저항은 다음의 공식으로 계산된다.

$$\frac{1}{TRn} = \frac{1}{RL} + \frac{1}{RR}$$

TRn=Total nasal resistance

RL=Left nasal resistance

RR=Right nasal resistance

호기시보다는 흡기시의 비강기도 저항에 비호흡 기능 및 임상적 의미를 두어 흡기시의 총비저항을 기록하였다^{84,85)}(표 2).

3. 정상인의 총비저항

한림의대 이비인후과학 교실에서 측정 발표

표 2. 시기별 흡기시의 총 비저항 측정 값**

Subject	Before expansion	Immediately after expansion	After 3 months	After 6 months	After 1 year	
1	3	2	2	2.4	2	↓
2	2.8	2.7	2.5	2.6	3	*
3	4.9	4.6	4.5	4.5	5.2	*
4	4.6	3.2	3.5	3.6	2.5	↓
5	5	4.8	5.2	4.9	4.6	*
6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	*
7	3.3	1.5	1.5	2	1.6	↓
8	4.8	2	2.3	2.5	1.5	↓
9	4.2	2.2	2.3	2.4	2	↓
10	2.2	2.5	2.4	2.5	1.8	*
11	6.8	4.3	3.8	4	3.7	↓
12	3	3	3	2.7	3	*
13	3.1	3	3.1	3.1	5	*
14	2.9	2.7	2.8	2.8	2.6	*
15	6.8	5.3	5.5	5.8	4.1	↓
16	2.3	2.6	2.5	2.6	2.2	*
17	3	2.1	2	2.2	2	↓
18	3	2.4	2.4	2.6	2.5	↓
Mean	3.84	3.03	3.04	3.15	2.93	
SD	1.34	1.05	1.08	1.01	1.14	

* : No specific change, ↓ : Decrease

** : All values are expressed in cmH₂O/LPS.

한 정상인의 나이별 총비저항을 참고로 하였다⁸³⁾(표 3).

4. 통계처리

측정된 각 시기별 총비저항은 IBM PC의 통계처리 program SPSS/PC+를 이용하여 평균, 표준 편차를 구하였으며 각 시기별 총비저항의 변화를 Mann-Whitney U-Wilcoxon Rank Sum W test로 비교, 분석하였다(표 4).

III. 연구성적

각 시기별로 전 대상자의 비강기도 저항을 측정하였고 그중 흡기시의 총비저항을 표 2와 같이 작성하였다.

1. 치료전 18명의 평균 총비저항은 $3.84 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec} (\text{SD} \pm 1.34)$ 이었다. 이는 정상인의 $2.34 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec} (\text{SD} \pm 0.81)$ 보다 높은 수

치를 나타냈다.

2. 18명중 RPE에 의해서 총비저항의 감소를 보인 환자는 9명이었고 9명은 특이한 변화가 없었다(표 2).

3. 확장 직후 평균 총비저항은 $3.03 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec} (\text{SD} \pm 1.05)$ 으로써 $21.2\% (p < 0.05)$ 의 유의성 있는 감소를 보였다(표 4).

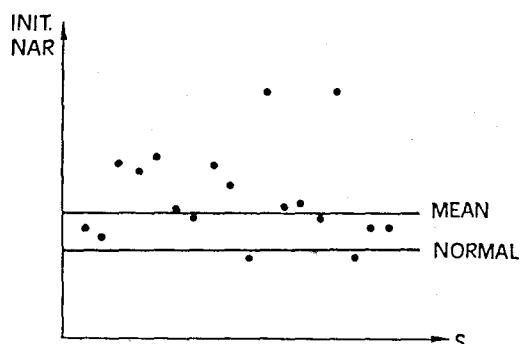


그림 1. 확장 전 흡기시의 총비저항

표 3. 한국 정상인의 흡기시의 나이별 총비저항

Age	n	Nozzle (Rin)	Mask (Rin)	Post. (Rin)
5- 9	10	3.263 ± 0.600	2.430 ± 0.899	2.579 ± 0.916
10-19	10	1.566 ± 0.476	1.076 ± 0.260	1.335 ± 0.326
20-29	10	1.641 ± 0.444	1.512 ± 0.586	1.627 ± 0.419
30-39	10	1.814 ± 0.657	1.522 ± 0.970	1.522 ± 0.476
40-49	10	1.642 ± 0.755	1.509 ± 0.663	1.321 ± 0.576
50-59	10	1.511 ± 0.671	1.529 ± 0.692	1.128 ± 0.265
60-69	10	1.115 ± 0.215	1.000 ± 0.273	1.067 ± 0.365

(cmH₂O/LPS)

표 4. 각 시기별 총비저항 변화에 대한 Two-tailed Probability.

	Before expansion	Immediately after expansion	After 3 months	After 6 months	After 1 year
Before expansion	.	0.0126*	0.0342*	0.0268*	0.0214*
Immediately after expansion	.	.	0.8671**	0.5426**	0.6809**
After 3 months	.	.	.	0.5363**	0.6569**
After 6 months	0.3746**

*p<0.05, **p>0.1 : Mann-Whitney U test.

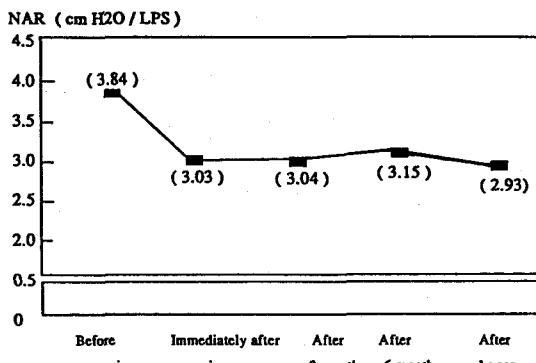


그림 2. 확장 후 변화된 평균 총비저항

4. 3개월 후 측정된 평균 총비저항은 3.04 cmH₂O/1/sec (SD±1.08)로서 초기 총비 저항의 20.8% ($p<0.05$)의 감소를 보였으며 치료 직후와 3개월 후의 평균 총비저항과 유의차 ($p>0.1$)를 보이지 않았다(표 4).

5. 6개월 후 측정된 평균 총비저항은 3.15 cmH₂O/1/sec (SD±1.01)로서 초기 총비저항의 18.1% ($p<0.05$)의 감소를 보였으며 치료 직후와 6개월후의 평균 총비 저항과 유의차 ($p>0.1$)를 보이지 않았다(표 4).

6. 1년후 측정된 평균 총비 저항은 2.93 cmH₂O/1/sec (SD±1.14)로서 초기 총비저항의 23.7% ($p<0.05$)의 감소를 보였으며 치료 직후와 3개월, 6개월의 평균 총비저항과 유의차 ($p>0.1$)를 보이지 않았다(표 4).

IV. 총괄 및 고찰

비호흡이 어려울때 보상작용으로 구호흡이 생리적으로 나타나는데^{20,48)}, 구호흡시에 치열 및 안모에 미치는 영향은 1872년 Tomes⁶⁸⁾가 구호흡 환자의 V모양의 상악궁을 보고한 이래 과거 100년간 많은 논란 및 연구의 대상이 되어왔다^{27,29,31)}. 장기간의 비인두 폐쇄는 하악골 후퇴, 상악치열궁 협착, 구치부 반대교합, 안면 고경증가, 전치부 개교, 전치부 치은염등이 나타날 수 있고^{41,45,62,63,76,77)} Angle(1907)²⁾은 adenoid face, Ricketts(1968)⁵⁷⁾는 respiratory obstructive syndrome, Schendel(1976)⁶⁰⁾은 long face syndrome, Proffit⁵⁴⁾은 skeletal

open bite등과 같은 악안면의 형태와 관련 된다고 하였으며 그 외에도 전신적으로 악골의 malformation, nasal passage narrowness, pronounced deafness, eye strain, speech difficulty등이 나타날 수 있다고 하였다^{45,52,55,65)}.

이러한 비폐색은 아데노이드 및 편도비 대^{6,13,41,56,65,86)}, 알레르기성 비염^{7,58,59,67)}, 비중격 만곡증^{21,23)} 및 종양등과 같은 병적상태에 나타날 수 있으며 생리적 변동으로서는 2-4시간 간격으로 좌우측 비점막이 반복적으로 수축, 종창하는 nasal cycle의 종창기에서, 그 밖에 body posture, exercise, hyperventilation등의 변화에도 관찰될 수 있다고 하였다^{50,83,84,85)}.

이러한 비폐색의 진단을 위하여 cotton, steel mirror등을 이용하는 방법^{48,55)}과 nare의 폭경 검사 및 PNS lateral view, lateral and P-A cephalogram등의 x-ray 검사법^{26,52,61,82,88)}과 MRI를 이용한 2차원적 검사방법이 있으며 최근에는 C-T 등을 이용한 3차원적 분석에 의한 평가방법⁴⁷⁾ 및 SNORT(Simultaneous nasal and oral respiration test)³⁴⁾, Planimeter Tomography, Rhinomanometry^{10,83,85)} 등을 이용한 정량적 평가방법등이 있다.

그 외에 spirometry, intrathoracic pressure measurement, alternating pressure method, body plethysmography, oscillation method 등의 여러방법이 시도되고 있지만 보다 객관적인 확실한 임상적 평가와 연구를 위해서는 기계설비의 표준화(즉 transducer, pneumotachograph, X-Y plotter)가 가장 중요하다^{69,83)}.

비폐색의 치료는 비점막 수축제 사용등의 약물요법^{40,72,75)}과, Adenoectomy, Tonsillectomy, Nasal surgery 등의 수술적요법^{15,33,42,49,53,86)}이 있으며 본 연구에서와 같이 치과영역에서의 RPE 방법이 추가될 수 있다^{11,22,43,52,66,73,75)}.

1. 비강기도 저항 감소 기전(NAR reduction mechanism)

Haas, Bell 등에 따르면 RPE는 상악골의 정중구개봉합을 이개하여 상악궁을 확장시켜 정상적인 성장 및 기능을 장애하는 반대교합을 제거하며, 원치않는 악관절 기능이상을 제거하고, 혀의 적절한 위치를 유도시켜 호흡을 용이하게 할 수 있는 술식이라고 하였다^{5,24,25)}.

RPE에 의한 정중구개봉합(mid palatal suture)의 이개방향은 교합면에서 보았을때 전방부위가 최대, 후방부위로 갈수록 감소하는 삼각형 모양이며^{24,25,74)}, 정면에서 보았을때 구강내에서는 alveolar crest 부위가 최대, palatal vault가 최소가 되며, 비강내에서는 nasal base가 최대, nasal apex가 최소가 되며 시상면에서 보았을때 상악골의 전하방 이동이 관찰된다^{24,25,36,66,78,81,87)}.

상악골 급속확장에 의한 정중구개 봉합선의 이개결과, 비강폭경이 증가하여 비강기도 면적이 증가하며, 비중격 만곡이 개선되어 비중격에 가해지는 압박을 제거하고, nare base expansion이 일어나게 되어 비강 통기도가 증진되게 된다^{24,25,38,39,74)}. 또한 전신적으로는 정신 건강과 생리적 상황의 증진, eye strain의 개선, 청력증진, 후각증진, 혀의 재위치에 따른 언어증진을 가져오며 구개궁저하, 상악골 전하방 이동, 하악골 후하방전위 등을 가져올 수 있다^{12,30,66,73)}.

본 연구에서도 확장 적후 평균 총비저항은 3.03 cmH₂O/1/sec (SD±1.05)로서 21.2% (p<0.05)의 유의성있는 감소를 보였으며, 이는 상악골 및 비골 확장에 의해 비중격에 가해지는 압력이 제거되고 nare base expansion 및 비강폭경증가, 비강기도 증가, 비중격 만곡개선 등의 절대적 풀격구조의 변화에 따른 호흡기류에 대한 저항 감소로 사료되었다^{12,22,30,66)}. 또한 풀격구조의 변화에 따른 호흡기류에 대한 저항 감소는 공기가 코를 통과하는 도중 와류가 선류로 변하게 하며 와류시 일어나는 점막자극이 적어져 염증반응이 감소되고 이에 따라 점막의 부종이 감소되어 비강기도 저항이 감소하는 것으로 사료되어^{84,85)}, RPE에 의한 효과는 절대

적 골 구조확대와 이에 따른 점막요인의 개선에 의해 호흡기류에 대한 비저항이 감소된다고 생각할 수 있겠다(표 2, 4).

2. 개인적인 다양성

Wertz⁷³⁾는 nasal stenosis의 위치와 심각도에 따라 비강 통기도변화의 다양성을 언급한 바 있는데, 그는 stenosis가 비강의 전하방에 존재하거나 bilateral maxillary arch deficiency에 정중 구개봉합 이개가 유용하다고 하였다.

Hershey, Warren³⁰⁾등은 Adenoid 비대가 아닌 구호흡의 border line 환자에서 RPE는 최선의 치료이지만 모든 구호흡 환자를 치료할 수는 없다고 하였다.

치료직후 18명중 9명이 총비저항 감소를 보였으며 9명은 별 차이를 보이지 않았는데 Woodside⁷⁵⁾는 차이가 없거나 증가한 경우는 RPE가 효과를 나타내지 못하였거나, 환자의 나이가 많아 RPE에 따른 골반응이 감소하였거나, allergic mucosal irritation, 또는 상기도 감염(upper respiratory infection) 때문이라고 설명하였다(표 2).

3. 임상적 평가

가. 초기 비강기도 저항에 대한 비강기도 저항 감소

Linder-Aronson⁴³⁾은 코를 통하는 air pressure 변화를 측정하여 RPE 후 상당한 개선을 보였다고 하였다. 이러한 air pressure는 nasal cycle, allergy, 상기도 감염 및 계절적 차이에 따라 다양하게 변화하기 때문에 valid index가 될 수 없으며, rhinometrical measurement인 비강기도저항은 압력변화에 대한 air flow rate의 비를 의미하므로 이들의 비저항과는 서로 다르다. Wertz⁷³⁾는 warm-wire anemometer를 이용하여 air volume 변화를 측정한 결과 RPE 후 rest 상태에서 특이한 차이를 보이지 않았다고 하였는데, air volume은 환자의 respiratory effort에 영향을 받기

때문에 또한 valid index가 될 수 없다⁷⁵⁾.

다시 말해서 작은 air passage를 갖는 환자도 큰 air passage를 갖는 환자와 같은 air volume을 보일 수 있는데 이것은 그때의 최대 breathing effort에 의한 것이기 때문이다.

실질적 비강통기도 검사(Rhinomanometry)에 의한 연구에서 Hershey, Warren³⁰⁾등은 RPE 시행전후의 비강통기도 검사를 통하여 비강기도 저항이 45% 감소하였고, 초기에 높은 비강기도 저항을 갖는 환자에서 높은 비강기도 저항 감소가 보였다고 하였다. 또한 Woodside⁷⁵⁾도 후방검사법에 의한 비강통기도 검사를 통하여 평균 45.9%의 감소를 보였다고 하였다.

본 연구에서는 21.2%(p<0.05)의 유의성 있는 감소를 보였는데 Hershey, Woodside등과 같은 많은 감소를 보이지는 않았으나 RPE가 비강기도 저항 감소에 효과가 있음을 알 수 있었다(표 4, 그림 2).

감소된 비강기도 저항 수치와 임상적 증상 및 환자가 느끼는 자각증상의 개선 여부에 대해서 Hershey, Warren³⁰⁾등은 임상적 증상의 개선 정도는 환자마다 다양하게 나타나는데 비강기도(nasal airway)가 아주 적절한 환자는 RPE 후에도 상당한 극적효과가 나타나지 않는다고 하였으며, Linder-Aronson⁴³⁾, Gray²²⁾, Timms⁶⁶⁾등은 임상적 증상 및 환자가 느끼는 자각증상도 함께 개선된다고 하였다.

나. 상악골 급속확장의 효과

총 18명의 평균 초기 총비저항은 3.84 cmH₂O/1/sec(SD±1.34)이었으며, 이는 정상인의 2.43 cmH₂O/1/sec(SD±0.81)보다 높은 수치를 나타냈다. 이는 RPE시술이 필요한 부정교합 환자는 높은 비강기도 저항을 가질 수 있음을 의미하는데 연구 대상 아동 18명중 11명이 구치부 반대교합을 갖고 있었다(그림 1).

Woodside⁷⁵⁾는 초기에 높은 비저항을 갖는 환자가 확장후 정상인과 비저항이 유사해진 것을 관찰하였고, 장기간동안 비폐색을 갖는 환자에서는 치아 및 악안면 성장발육에 유해한 영향을 미칠 것이라 생각하였으며, 구치부 반

대 교합 및 협착된 상악궁을 그 예로 제시하였다. 또한 그는 RPE가 치아 및 악골 성장양상의 정상화와 기도확보를 동시에 유도할 수 있는 장치라고 하였다.

4. 비저항 감소후의 안정성

Hershey, Warren³⁰⁾은 RPE시행후 3개월 보정 기간후 감소된 비저항이 별 차이가 없다고 하였으며 RPE 보정기간후 약간의 비강 통기도증가가 나타날 수 있지만 이러한 증가에 따른 비저항의 차이는 별로 크지 않았다고 하였다.

Woodside⁷⁵⁾, Turbyfill, Hershey³⁰⁾등도 1년의 보정기간후에도 비교적 안정성을 보였다고 보고한 바 있다.

본 연구에서도 RPE시행후 3개월, 6개월, 1년 후 비저항을 각각 측정한 결과, 3개월 후 3.04 cmH₂O/1/sec(SD±0.15), 6개월 후 3.15 cmH₂O/1/sec(SD±1.01), 1년후 2.93cmH₂O/1/sec(SD±1.14)로서 모두 치료 직후와 특이한 유의차를 보이지 않았다(표 4).

이는 여러 선학들의 연구와 일치하는 것으로 서^{30,75)} 비교적 보정기간이 짧았으나 RPE에 의한 비저항의 감소량은 어느정도 안정성을 보였음을 알 수 있었다. 하지만 이는 장기간의 평가 및 관찰이 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

상악골 급속확장술을 시행한 부정교합 환자 18 명(남자 9 명, 여자 9 명)을 대상으로 확장 전, 확장 직후, 확장후 3개월, 6개월, 1년후의 비강기도저항을 active anterior method에 의해 측정 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치료전 18 명의 총비저항은 평균3.84 cmH₂O/1/sec(SD±1.34)로서 정상인의 2.43 cmH₂O/1/sec(SD±0.81)보다 높은 수치를 나타냈다.

2. 18 명중 상악골 급속확장술에 의해서 총비저항의 감소를 보인 환자는 9 명이었고, 9 명

은 특이한 변화가 없었다.

3. 상악골 급속확장 직후 총비저항은 평균 $3.03 \text{ cmH}_2\text{O}/1/\text{sec}$ ($\text{SD} \pm 1.05$)로서 21.2%의 유의성있는 감소를 보였다.
4. 감소된 총비저항은 1년 후에도 비교적 안정성을 보였다.

REFERENCES

1. Angell, E.C.: Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth, Dent. Cosmos. 1:540-544, 599-601, 1860.
2. Angle, E.H.: Treatment of Malocclusion of the Teeth, 7th ed., Philadelphia, S.S., White Dental Manufacturing Co., 1907.
3. Barnes, V.E.: Dental impaction and preventive treatment, Dent. Cosmos. 54:1-24, 1912.
4. Black, G.V.: Expansion of the dental arch, Dent. Rev. 7:218-224, 1893.
5. Bell, R.A.: A review of Maxillary expansion in relation to rate of expansion and patient's age, Am. J. Orthod. 81:32-37, 1982.
6. Bluestone, C.D.: The role of tonsils and adenoids in the obstruction of respiration. In A. McNamara. Jr. (editor) Nasorespiratory function and craniofacial growth. Mesograph No. 9. Craniofacial Growth Series. Ann Arbor, 1979, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan.
7. Bresolin, D., Shapiro, P.A., Shapiro, G.G., Chapko, M.K., Dassel, S.: Mouth breathing in allergic children. Its relationship to dentofacial development. Am. J. Orthod., 83: 334-340, 1983.
8. Broms, P., Ivarson, A., Jonson, B.: Rhinomanometry. I. Simple equipment. Acta. Otolaryngol, 93:455-460, 1982.
9. Broms, P., Jonson, B., Lamm, C.J.: Rhinomanometry. II. A system for numerical description of nasal airway resistance. Acta. Otolaryngol., 94:157-168, 1982.
10. Broms, P., Jonson, B., Malm, L.: Rhinomanometry. A preand postoperative evaluation in functional septoplasty. Acta. Otolaryngol. (Stockh) 94:523-529, 1982.
11. Brown, G.V.I.: The application of orthodontic principle to the prevention of nasal disease, Dent. Cosmos., 45:765-775, 1903.
12. _____: The Surgical and Therapeutic Aspect of the Maxillary Readjustment with Special References to Nasal Stenosis, Hare Lip, Cleft Palate, and Speech, Dent. Cosmos., 51:7-17, 1909.
13. Bushey, R.: Diagnosis and treatment planning of nasopharyngeal obstructions. Am. J. Orthod., 75:301-322, 1979.
14. Courtade, A.: Archives Internationales de Larvngologie, d'Otologie et de Rhinologie, 16, 320, 598 and 884, 1903.
15. Courtiss, E.H., Goldwyn, R.M., O'Brien, J.J.: Resection of obstructing inferior nasal turbinates. Plastic & Reconstructive Surgery, 62:249-57, 1978.
16. Cryer, Mathew, H.: The Influence Exerted by the Dental Arehes in Regard to Respiration and General Health, Items of Interest., 35:16-46, 1913.
17. Dean, L.W.: The Influence on the Nose of Widening the Palatal Arch, J.A.M.A. 52: 941-943, 1909.
18. Dewey, M.: The development of the maxilla with reference to opening the median suture Dent. Items. Interest. 35:189-208, 1913.
19. Gerlach, H.G.: Apical base after rapid spreading of the maxillary bones, Eur. Orthod. Soc. Report., 32:266-278, 1956.
20. Graber, T.M.: Orthodontics. Principles and

- practice, 3rd edi., Saunders, Philadelphia.
21. Gray, L.P., Brogan, W.F.: Septal deformity malocclusion and rapid maxillary expansion, The Orthod., 4:4-13, 1972.
22. _____ : Results of 310 cases of rapid maxillary expansion selected for medical reasons. J. Laryngol. Otol., 89:601-614, 1975.
23. _____ : Deviated Nasal Septum, Otol. Rhinol. & Laryngl., Supp. #50, 86:3-20, 1978.
24. Haas, A.J.: Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture, Angle Orthod., 31: 73-90, 1961.
25. _____ : Palatal expansion; Just the beginning of dentofacial orthopedics, Am. J. Orthod. 57:219-255, 1970.
26. Hans, Holmberg, Linder-Aronson, S.: Cephalometric radiographs as a means of evaluating the capacity of the nasal and nasopharyngeal Airway. Am. J. Orthod., 76: 490, 1979.
27. Harvold, E.P.: Experiments on development of dental malocclusion, Am. J. Orthod., 61:38-44, 1972.
28. Hawley, C.A.: A study in maxillary movement, items of interest., 34:426-451, 1912.
29. Hellsing, E., L'Estrange, P.: Changes in lip pressure following extension and flexion of the head and at changed mode of breathing. Am. J. Orthod., 286-294, 1987.
30. Hershey, H.G., Stewart, B L., Warren, D.G.: Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. Am. J. Orthod., 69:274-284, 1976.
31. Ingervall, B., Thuer, U.: Variation of the pressure from the cheeks on the teeth and alveolar process with head position. Angle Orthod., 58:47-5, 1988.
32. Isaacson, R.J., Murphy, T.D.: Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip and palate patients, Angle Orthod., 34: 143-154, 1964.
33. Jessen, M., Malm, L.: The importance of nasal airway resistance and nasal symptoms in the selection of patients for septoplasty. Rhinology., 22:151-155, 1984.
34. Keall, C.L., Vig, P.S.: An improved technique for the simultaneous measurement of nasal and oral respiration. Am. J. Orthod., 91:286-294, 1987.
35. Kern, E.B.: Rhinomanometry. In; English G.M., ed. Otolaryngology. Hagerstown, Md, 1979, Harper and Row, Vol. 2, pp. 1-18.
36. Ketcham, A.H.: Treatment by the orthodontics supplementing that by the rhinologist, Dent. Cosmos., 54:1312-208, 1913.
37. Kortekngas, A.E.: Problems in the standardization of rhinomanometry. Allergy., 35: 255, 1980.
38. Korkhaus, G.: Present orthodontic thought in Germany, Am. J. Orthod., 46:187-206, 1960.
39. Krebs, A.: Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants, European Orthod. Soc. Rep., 34: 163-171, 1958.
40. Lanier, B., Tremblay, N.: An approach to the medical management of chronic mouth breathing. Am. J. Orthod., 75:247-300, 1979.
41. Linder-Aronson, S.: Adenoids-Their effects on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristic of facial skeleton and the dentition, acta Orolaryng. Suppl., 265:1, 1970.
42. _____ : Effects of adenoidectomy on dentition and nasopharynx, Am. J. Orthod.,

- 65:1-14, 1974.
43. Linder-Aronson, S., Aschan, G.: Nasal resistance to breathing and palatal height before and after expansion of the median palatine suture. *Odontol. Rev.*, 14:254-270, 1963.
44. McCaffrey, T.V., Kern, E.B.: Clinical evaluation of nasal obstruction. *Arch. Otolaryngol.*, 105:542-545, 1979.
45. McNamara, J.A.: Influence of respiratory Pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.*, 51:289-300, 1981.
46. Mesnard, L.: Immediate separation of the maxilla as a treatment for nasal impermeability, *Dent. Record.*, 49:371-372, 1929.
47. Montgomery, W.M., Vig, P.S., Staab, E.V., Matteson, S.R.: Computed tomography; A three-dimensional study of the nasal airway. *Am. J. Orthod.*, 76:363-375, 1979.
48. Moyers, R.E.: Handbook of orthodontics, ed. 4th. The year book medical publishers, Chicago, 1988.
49. Ogra, P.L.: Effect of tonsilectomy and adenoidectomy on nasopharyngeal antibody response to poliovirus. *N. Engl. J. Med.*, 284:59-61, 1971.
50. Pallanch, J., McCaffrey, T.V., Kern, E.B.: Normal nasal resistance. *Otolaryngol Head Neck Surg.*, 93:778-785, 1985.
51. Pfaff, W.: Stenosis of the nasal cavity caused by contraction of the palatal arch and abnormal position of the maxilla, *Dent. Cosmos.*, 47:570-573, 1905.
52. Poole, M.N., Chaconas, S.: Nasopharyngeal Cephalometrics. *Oral Surgery.*, 266:271, 1980.
53. Principato, J.J.: Chronic vasomotor rhinitis: Cryogenic and other surgical modes of treatment, *Laryngoscope.*, 89:619-638, 1979.
54. Proffit, W.R.: *Contemporary Orthodontics*, CV Mosby., 1986.
55. Quinn, G.W.: Airway Interference Syndrome. *Angle Orthod.*, 53:311-319, 1983.
56. Ricketts, R.M.: Forum on the tonsil and adenoid problem in orthodontics, respiratory obstruction syndrome, *Am. J. Orthod.*, 54:495, 1968.
57. _____: Respiratory obstruction syndrome, *Am. J. Orthod.*, 54:495-507, 1968.
58. Rubin, R.M.: Facial deformity; A preventable disease? *Angle Orthod.*, 47:98-103, 1977.
59. _____: Mode of respiration and facial growth. *Am. J. Orthod.*, 78:505-510, 1980.
60. Schendel, S.A., Eisenfeld, J., Bell, W.H., Epker, B.N., Mishelwich, D.J.: The long face syndrome: vertical maxillary excess, *Am. J. Orthod.*, 70:398-408, 1976.
61. Schulhof, R.J.: Consideration of airway in orthodontics, *J. Clin. Dent. Vol.* 12, 440-444, 1978.
62. Solow, B., Kreiborg, S.: Soft-tissue stretching; A possible control factor in craniofacial morphogenesis. *Scandinavian Journal of Dental Research* 85:505-507, 1977.
63. Slow, B., Siersbaek-Nielsen, S., Greve, E.: Airway adequacy, head posture and craniofacial morphology. *Am. J. Orthod.*, 86:214-223, 1984.
64. Spiess, G.: Die Untersuchungsmethoden der Nase und ihrer Nebenhöhlen. In: P. Heymann's *Handbuch Laryng. Rhin.*, 3:(1), 2150, Holder, Vieuna, 1900.
65. Subtelny, J.D.: The significance of adenoid tissue in orthodontia, *Angle Orthod.* 24: 59-69, 1954.
66. Timms, D.J.: *Rapid Maxillary Expansion*. Chicago, Quintessence Publishing Co., 1981,

p. 118.

67. Todd, T.W., Cohen, M.D., Broadbent, B.H.: The role of allergy in the etiology of orthodontic deformity, *J. Allergy.*, 10:246, 1939.
68. Tomes, C.S.: On the development origin of the V-shaped contracted maxilla, *Month. Rev. Dent. Surg.*, 1:2-9, 1872.
69. Warren, D.W., Hinton, V.A., Hairfield, W.M.: Measurement of nasal and oral respiration using inductive plethysmography, *Am. J. Orthod.*, 89:480-484, 1986.
70. Watson, R.M., Warren, D.W., Fischer, N.D.: Nasal resistance, skeletal classification, and mouthbreathing in orthodontic patients, *Am. J. Orthod.*, 54:367-379, 1968.
71. Weimert, T.: On airway obstruction in orthodontic practice, *J. Clin. Orthod.* 20: 96-104, 1986.
72. Wenzel, A., Henriksen, J., Melsen, B.: Nasal respiratory resistance and head posture: Effect of intranasal corticosteroid (Budesonide) in children with asthma and perennial rhinitis, *Am. J. Orthod.*, 84:422-426, 1983.
73. Wertz, R.A.: Changes in nasal air flow incident to rapid maxillary expansion, *Angle Orthod.*, 38:1-9, 1968.
74. Wertz, R.A., Michael, D.: Midpalatal suture opening: A normative study, *Am. J. Orthod.*, 71:467-381, 1977.
75. White, B.C., Woodside, D.G., Cole, P.: The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance, *Jour. Otolaryngol.*, 18:137-143, 1989.
76. Woodside, D.G., Linder-Aronson, S.: The channelization of upper and lower anterior face heights compared to population standard in males between ages 6 to 20 years, *Europ. J. Orthod.*, 1:25-40, 1979.
77. Vig, P.S., Showfery, K., Phillips, C.: Experimental manipulation of head posture, *Am. J. Orthod.*, 77:258-268, 1980.
78. 김광호: 성경과 유경에 있어서 정중구개 봉합선의 급속확장에 따른 상악골 인접봉합선 부위의 육안적 비교관찰에 관한 연구, *대한치과 교정학회지*, 12: 109-116, 1982.
79. 민양기, 김영기: 알레르기성 비염에서 스텝로이드 비내주사, *서울의대 학술지*, 25: 586, 1984.
80. 백만기 편: 최신 이비인후과학, 일조자, 서울, 167-170, 178, 1987.
81. 백형선: Rapid palatal expansion appliance를 이용한 Angle씨 제III급 부정교합 환자의 상악골 변화에 대한 두부방사선 계측학적 연구, *대한치과 의사협회지*, 18: 371-379, 1980.
82. 이서구: 구호흡자의 비인두와 주위조직에 관한 두부방사선 계측학적 연구, *대한치과 교정학회지*, 13: 95-103, 1983.
83. 임현준: 비강통기도검사, *이비인후과학 Seoul Symposium 3*, 1989.
84. 윤주현 외: 비저항, 호흡저항 및 비저항주기에 관한 연구, *한이인지*, 30: 229-236, 1987.
85. 윤주현 외: Rhinomanometry에 의한 비저항에 대한 임상적 연구, *한이인지*, 31: 596-601, 1988.
86. 정영일: 비인두폐쇄의 교정학적 고찰, *대한치과 교정학회지*, 16: 19-28, 1986.
87. 탁선근: 상악골 급속확장에 의한 Angle씨 제III급 부정교합 환자의 안모형태 변화에 관한 두부방사선 계측학적 연구, *대한치과 교정학회지*, 14: 161-171, 1984.
88. 황충주: 한국인 아동의 비인두와 Adenoid 성장에 관한 누년적 연구, *대한치과 교정학회지*, 15: 93-102, 1985.

- ABSTRACT -

**CHANGES OF THE NASAL AIRWAY RESISTANCE WITH RAPID
PALATAL EXPANSION USING RHINOMANOMETRY**

Hyoung Seon Baik, *D.D.S., Ph. D., Sung Hui Koh, *D.D.S., Jeung Gweon Lee, **M.D., Ph. D.

**Department of Orthodontics, College of Dentistry, **Department of Otorhinolaryngology,
College of Medicine, Yondong Severance Hospital, Yonsei University*

The purpose of this study was to provide quantitative data describing the effect of rapid palatal expansion (RPE) on nasal airway resistance (NAR). RPE is an orthopedic procedure which is commonly used to widen the maxilla in skeletal Class III patients.

18 subjects (9 males and 9 females, mean age: 10 years 7 months) were selected from the Orthodontics in Yongdong Severance Hospital. Recordings of NAR were taken by active anterior method prior to expansion, immediately after desired maximum expansion, and after approximately 3 months and 6 months, and 1 year.

All data was recorded and statistically processed with the SPSS program of IBM PC system.

The results are as followings :

1. The average initial NAR of the subjects was 3.84 cm H₂O/LPS (SD ± 1.34). It was greater than the average NAR of the normal subjects.
2. Among 18 subjects, 9 subjects showed reduction of NAR and 9 subjects showed no specific change of NAR after expansion.
3. An average reduction in NAR after immediately expansion was statistically significant at the 0.05 level.
4. The reduction appeared stable throughout the post treatment observation period of 1 year after expansion.

From these results, it was suggested that RPE is a useful method to reduce NAR.