

대사성 산증, 기도저항 변화 및 미주신경 절단이 구호흡 발생에 미치는 영향

서울대학교 치과대학 치과교정학교실

손우성 · 양원식

- 목 차 -

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 고 찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

호흡은 악구강계가 수행하는 중요한 기능의 하나로서 정상적인 상태에서는 대부분 비강을 통해 이루어지지만, 어떤 원인에 의해 비강기도의 저항이 커지면 호흡의 상당한 부분이 구강을 통하여 이루어지게 된다. 이러한 호흡양상의 변화는 오래전부터 부정교합과 악안면 기형을 초래하는 원인으로 알려져 왔다.

비호흡 장애로 초래되는 안모형태는 adenoid face, long face syndrome 또는 호흡장애 증후군(respiratory obstruction syndrome)으로 불려져 왔으며, 그 특징으로 전안면고경과 하안면고경이 길고 상하순이 떨어져 있으며 상하악골이 후퇴되고 인두의 폭경이 좁고 혀의 위치가 낮으며, 구개가 깊고 좁아 구치부 반대교합이 빈발되며 상하악 전치가 설측경사되고 개교가 유발된다고 한다¹⁾. 구호흡을 초래하는 원인으로는 인두와 편도의 비대, 알

레르기성 비염, 후비공의 폐쇄, 비중격 만곡등을 들 수 있는데 Subtelny²⁾와 Linder-Aronson³⁾은 아데노이드의 비대에 주목했고, Bresolin⁴⁾은 소아에서 빈번히 발생하는 알레르기를 중요시하였다. 호흡장애로 인한 악안면기능의 변화는 매우 다양하여, 혀의 위치가 변화하며, 치아에 대한 구순력이 증가하고 두부의 자세가 변함이 보고된 바 있다^{5,6)}. Lowe와 Sessle⁷⁾은 호흡운동시 설전방이동근의 활동변화와 신경조절기전에 대해 연구하였고, Miller와 Bowman⁸⁾은 이설근 운동신경에 영향을 주는 미주-설하반사에 관해 보고하였고 Asakura⁹⁾은 호흡운동에 따른 비익근의 활동을 연구하였다.

Miller와 Vargervik¹⁰⁾은 동물에서 실험적으로 일으킨 구호흡에 의한 악안면 조직의 적응에 대해 보고하였고, Miller¹¹⁾과 Harvold¹²⁾은 비공폐쇄로 야기된 구호흡시의 악안면근육의 활동에 관하여 연구하였으며, 김과 성¹³⁾도 비호흡 장애시의 안면근육과 저작근의 활동을 관찰하여 특정한 근육들에서 근전도가 변화되는 것을 보고한 바 있다. 그리고 Lourenco¹⁴⁾은 기관폐쇄시의 호흡량의 변화, 호흡근과 신경의 활동성의 변화등을 연구하였으며 Shelton과 Bosma¹⁵⁾는 호흡시 인두기도의 역할에 대하여 보고하였고, McCaffrey와 Kern¹⁶⁾은 흡식시의 폐신장수용기의 활동은 후두의 기도저항을 감소시켜 호흡을 조절한다고 하였다. 그러나 호흡은 기도저항의 변화뿐만

아니라 혈액성분의 변화에 의해서도 조절된다. Band등¹⁷⁾은 혈액의 수소이온 농도와 탄산가스 분압이 호흡에 영향을 준다고 하였으며, Onal 등¹⁸⁾은 탄산가스 흡입시 횡격막과 이설근의 활동도가 변화하며 호흡조절과 상기도기능이 밀접한 관계를 가진다고 하였고, Eldridge와 Davis¹⁹⁾는 탄산가스가 호흡에 미치는 영향을 보고하였으며 Weiner등²⁰⁾은 저산소증과 탄산가스의 상기도 근육활동의 신경조절에 대한 효과를 관찰하였고, Strohl등²¹⁾과 Blum등²²⁾은 비익근과 흡식근의 활동관계 및 비익근에 대한 화학수용기와 폐수용기 자극 효과를 보고한 바 있다.

치과교정학 영역에서 구호흡에 의해 초래되는 부정교합과 악안면 성장의 이상에 관해서는 많은 연구가 이루어졌지만 구호흡 발생의 직접적인 원인과 기전에 대해서는 충분히 연구되지 못한 것 같다. 호흡이 여러 인자에 의해 조절되기 때문에 구호흡 발생에 영향을 미칠 것으로 생각되는 혈액성분의 변화, 기도저항의 변화, 폐신장수용기의 작용을 관찰하여 구호흡 발생기전을 구명하기 위하여 본 실험에서는 혈액의 대사성 산증, 기관 기도저항의 변화 및 폐 신장수용기의 구심신경인 미주신경 절단이 구호흡에 작용하는 악안면 근육의 근전도 변화에 미치는 영향을 관찰하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험동물 준비

체중 2.0kg 이상 되는 건강한 가토 25마리를 선택하여 일정기간 고정사료로 사육한 후, Pentobarbital(Nembutal) 20mg/Kg로 전신마취하여 수술대에 고정한 다음 치과용 국소마취제를 피하에 주사한 후 하악 정중선 부위를 절개하여 악이복근 전복과 악설골근을 노출시켰다. 끝 부분이 2-3mm 노출된 직경 0.1mm의 동선으로 만든 선전극을 노출된 근육의 주행방향과 평행하게 5mm간격으로 한쌍씩 삽입하였고 비공 주변의 비공확대근에도 한쌍을 삽입하였으며, 절개된 피부는 봉합하였다. 비공폐쇄

로 야기되는 구호흡시의 악안면 근육의 근전도 변화를 관찰한 실험을 제외한 모든 실험에서 기관을 노출시켜 T형 기관 카늘(길이 9cm, 최소구경 4mm)을 삽입하였다.

2. 근전도와 호흡의 기록

각 근육에 삽입된 선전극을 교류증폭기(Dam 80 WPI U.S.A., #ADT11009 WPI U.S.A.)와 Dynograph(Model R611, Beckman Co. U.S.A.)의 전극발단상자에 연결하였으며, 호흡운동의 주기적 변화를 기록하기 위하여 두개의 pin 전극을 흉부피하에 설치하고 impedance pneumograph coupler(Model 7212, Narco Biosystem Co. U.S.A.)에 연결하였다. Physiograph(Model MK-IV, Narco Biosystem Co. U.S.A.) 상에 나타나는 호흡운동을 다시 Dynograph에 연결하여 비공확대근, 악이복근 전복 및 악설골근의 근전도와 호흡을 동시에 기록하였다.

3. 실험적 산증유발

산 투여로 대사성 산증을 유발시키기 위해 엄과 남²³⁾의 방법에 의하여 7마리의 가토에서 고정맥과 고동맥에 카늘을 삽입하고 0.3N HCL(Merck) 용액을 불변속도 주입기(constant infusion pump)를 사용하여 분당 1.2ml의 속도로 15분간 주입하였으며, 고동맥 카늘을 통해 5분 간격으로 3cc정도의 혈액을 채취한 다음 즉시 pH meter(Orion Research Co. model 701-A)로 pH를 측정하였고 이때 호흡과 근전도의 변동을 기록하였다.

4. 미주신경 절단효과

폐 및 흉강에 분포하고 있는 신장수용기의 구심로인 미주신경이 호흡에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 가토 18마리를 갑상연골 수준에서 기관(trachea)의 좌우로 경동맥초(carotid sheath)를 노출시키고 양측 미주신경을 박리하였다. 절단 전의 호흡과 근전도를 기록하고 양

측 미주신경을 완전히 절단한 후, 호흡과 악안면 영역 근육의 근전도 변화를 관찰하였다. 미주신경이 절단된 9마리에서는 대사성 산증도 유발시켜 이때의 근전도 변화도 관찰하였다.

5. 기관기도(tracheal airway)의 저항변화 효과

구호흡의 발생이 비강 및 인후두를 포함한 상기도의 저항변화에 의한 것인지 기관기도의 저항변화에 의한 것인지를 확인하기 위하여 가토 25마리의 기관에 T형카놀을 삽입하였다. 대조호흡운동과 근전도를 기록한 후 기관카놀에 각각 16G, 17G, 19G, 21G 구경의 폴리에틸렌관을 순차적으로 삽입하여 기관기도 저항을 높여주고 이때의 호흡과 근전도의 변화를 기록하였다. 기관기도의 저항변화 효과는 실험적 대사성 산증을 유발시킨 7마리와 미주신경이 절단된 9마리에서도 관찰하여 산증과 기도 저항 변화 효과를 연구하였다.

III. 실험성적

1. 비공의 일시적 완전폐쇄가 악안면 근육활동에 미치는 영향

구호흡시 작용하는 근육을 확인하기 위하여 비공을 인위적으로 잠시동안 폐쇄할 때, 악이복근 전복, 악설골근, 비공확대근, 구륜근의 근전도를 기록한 결과, 비공폐쇄전에는 비공확대근에서만 미약한 근전도가 기록되었으며 편측 비공을 완전히 폐쇄하여도 조사된 근육의 활동은 거의 변화를 보이지 않았다. 그러나 비공을 양측으로 폐쇄한 경우 악이복근 전복, 악설골근, 비공확대근, 상하순 근육에서 강력한 근전도가 기록되었으며, 개구근의 활동이 호흡운동과 일치해서 나타났고 일시적 비공폐쇄로 발생한 구호흡에서 악설골근, 비공확대근등의 활동이 현저하였다. 이 결과를 이용하여 본 실험에서는 구호흡의 발생 여부와 그 정도를 평가할 때 악설골근, 악이복근 전복, 상하순 근

육과 비공확대근의 근전도 변화를 이용하였다 (Fig. 1).

2. 대사성 산증의 영향

구호흡 발생의 원인을 구명하기 위하여 호흡운동에 영향을 미치는 혈액의 pH를 낮춰 산성화 하였다. 0.3N 염산용액을 1.2ml/분의 속도로 고정맥을 통해 주입하면 15분정도 경과한 후에는 동맥혈 pH가 0.25-0.33unit가량 감소하여 현저한 대사성 산증을 나타낸다. 대사성 산증이 유발되면 악안면 근육의 활동은 긴장성과 위상성의 변화를 보였다. 대사성 산증을 유발시키기 전에는 비공확대근에서만 호흡주기에 일치해서 근전도가 미약하게 기록되었는데 대사성 산증이 되면 비공확대근은 위상성 활동이 없어지고 긴장성 활동이 증가되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2). 그러나 대사성 산증이 심한 경우에는 Fig. 3과 같이 악설골근과 교근에서 호흡주기에 일치해서 율동적인 활동이 관찰되며, 비공확대근의 활동도 대사성 산증 유발전보다 증가하는 것을 볼 수 있어 혈액의 pH가 감소하면 구호흡이 발생한다는 것을 알 수 있었다.

3. 미주신경 절단효과

폐와 흉강의 신장수용기의 구심로인 미주신경을 양측으로 절단하면 일호흡량은 증가하지만 호흡빈도는 감소하며 흡식상태가 지속된 후 호흡을 하는 호흡양상을 보였다. 미주신경 절단후의 근전도는 악이복근 전복, 악설골근 및 비공확대근이 모두 호흡운동과 일치하는 규칙적 활동을 보이며, 특히 흡식이 일시적으로 유지되는 시기에 일치해서 강력한 근전도가 기록되었다(Fig. 4). 양측 미주신경 절단후 기흉(pneumothorax)을 일으킨 다음 인공호흡기를 기도카놀에 연결하고 호흡빈도와 양을 조절할 때, 호흡빈도와 일호흡량을 각각 감소시키면 규칙적인 악설골근의 근전도가 출현하고, 호흡빈도, 일호흡량을 증가시키면 악설골근의 근전도가 소실되었다.

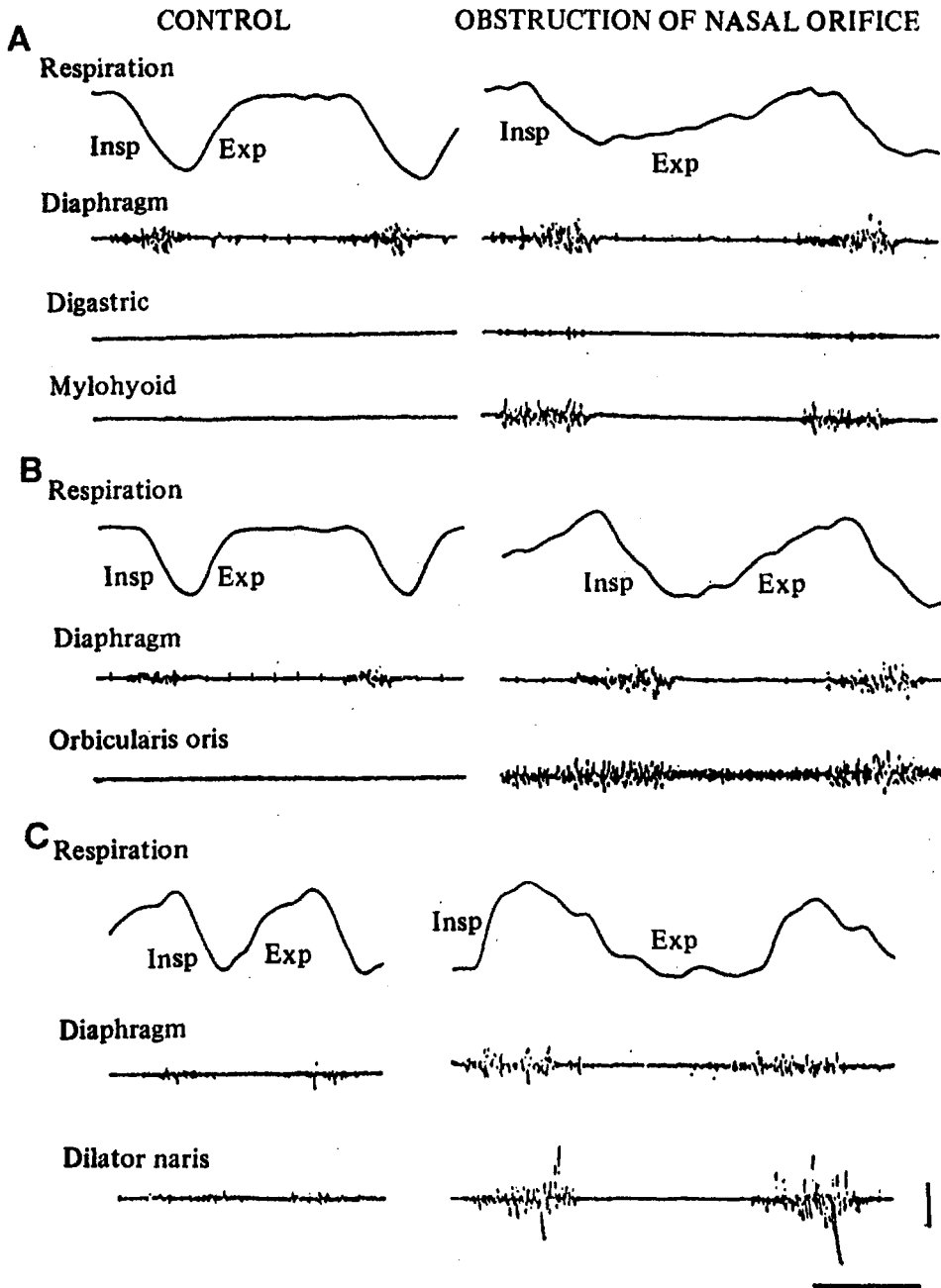


Fig. 1. Electromyographic recordings of mylohyoid muscle, anterior belly of digastric muscle (A), diaphragm, orbicularis oris (B) and dilator naris (C) during control and temporary bilateral complete obstruction of nares. Vertical bar means 500 μ V. Horizontal bar is 1 second.

Insp: Inspiration, Exp: Expiration.

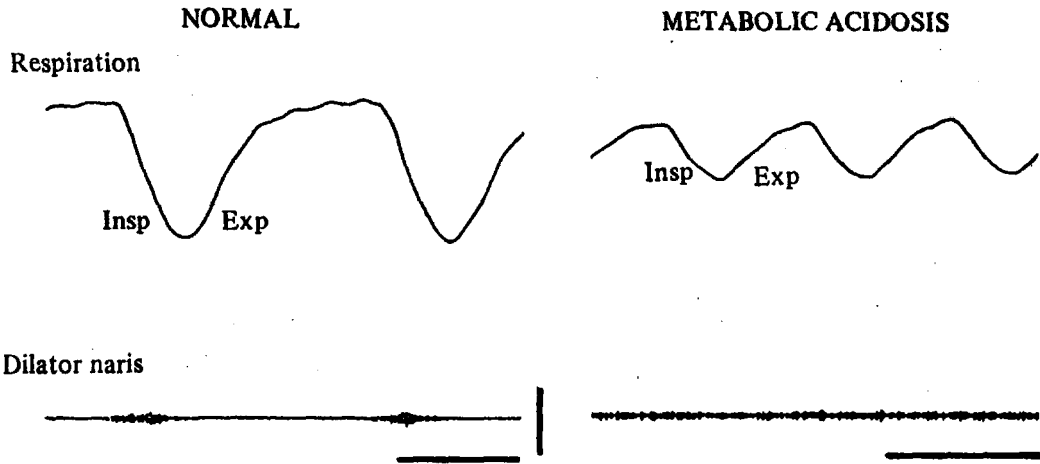


Fig. 2. Electromyographic recordings of dilator naris muscle during metabolic acidosis induced by infusion of acid. Rhythmic activity of muscle in normal animal was changed to tonic activity. Vertical bar means 500 μ V. Horizontal bar is 1 second.

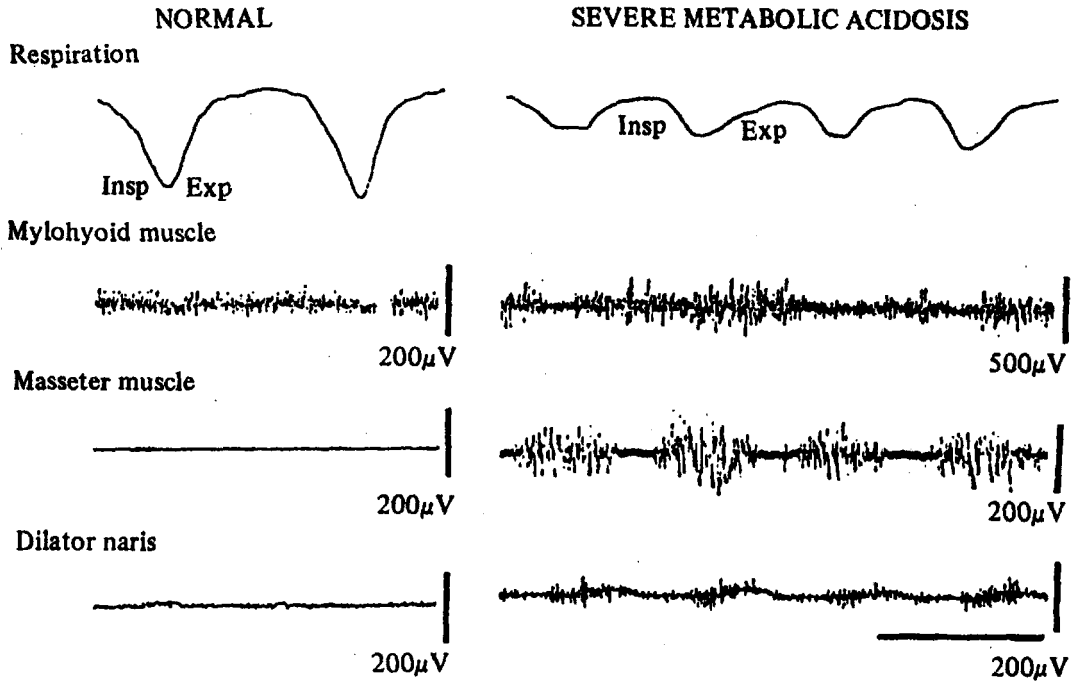


Fig. 3. Electromyographic recordings of mylohyoid muscle, masseter muscle and dilator naris during severe acidosis.

4. 기관기도의 저항변화 효과

기관절개를 하고 T형카늘을 삽입한 정상동

물에서 비공화대근만 호흡주기에 일치하는 규칙적인 근전도가 기록되었고 악설골근에서는 근전도가 기록되지 않았다. 그러나 기관기도를 인위적으로 잠시동안 완전폐쇄하면 양측 비공

Respiration

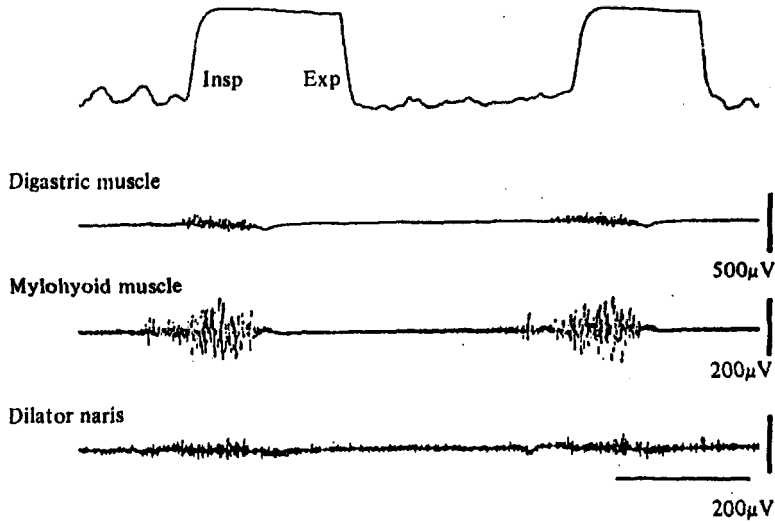


Fig. 4. Electromyographic recordings of mylohyoid muscle, anterior belly of digastric muscle and dilator naris after bilateral vagotomy during metabolic acidosis.

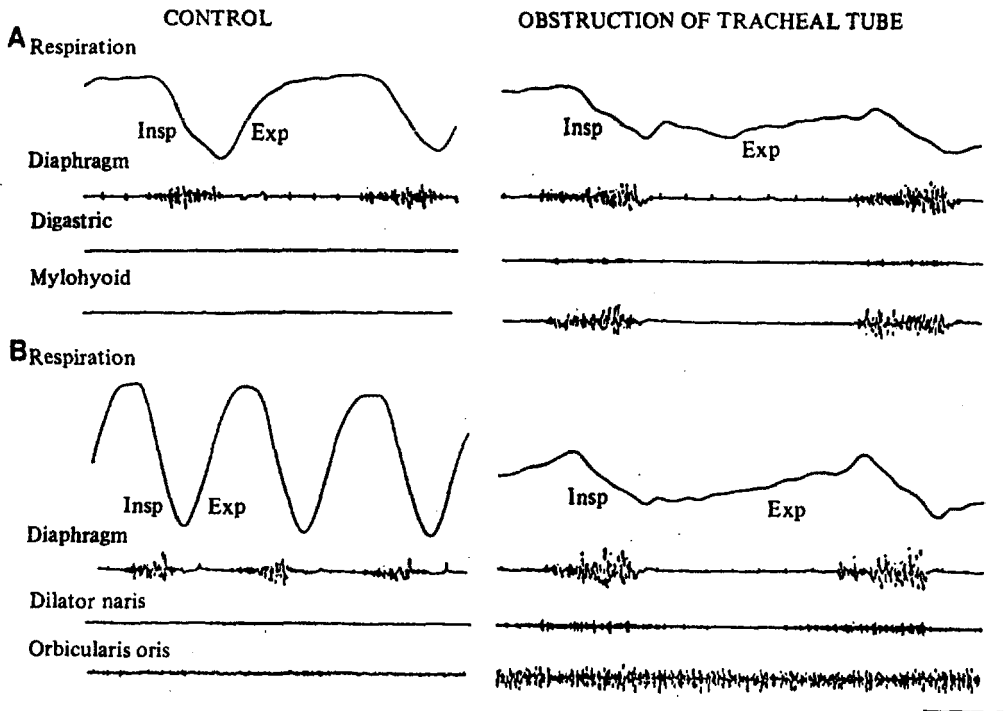


Fig. 5. Electromyographic recordings of mylohyoid muscle, anterior belly of digastric muscle (A), diaphragm, orbicularis oris and dilator naris (B) during control and temporary complete obstruction of tracheal cannula. Vertical bar means 500 μV. Horizontal bar is 1 second. Insp: Inspiration, Exp: Expiration.

의 일시적 완전폐쇄시와 같이 악이복근 전복, 악설골근, 비공확대근 및 구륜근에서 강력한 근전도가 기록되었으며, 근전도의 출현시간과 근육활성도가 비공의 완전폐쇄시와 유사하였다 (Fig. 5). 그리고 정상동물에 삽입된 기도카늘에 내경 17G인 튜브를 삽입하여 기도저항을 높여주면 흡식운동과 일치해서 비공확대근과 악설골근이 주기적인 활동을 보였다. 비공확대근의 근전도는 대조실험에서보다 증가되었으며, 악설골근에서는 미약한 활동이 기록되었다 (Fig. 6). 악설골근과 비공확대근의 근전도는 내경이 19G, 21G인 관을 삽입할 때 더욱 증가하였으며 일호흡량은 기도카늘의 내경을 감소시키면 초기에는 즉시 감소하였다가 점점 회복되는 양상을 보였다 (Fig. 7). 대사성 산증을 일으킨 경우 악설골근의 근전도가 흡식운동과

일치해서 16G관을 삽입했을 때부터 출현하며 17G, 19G, 21G관 삽입시 증가된 악설골근의 근전도가 기록되었다. 대사성 산증시 긴장성 수축을 보이던 비공확대근도 기관호흡 저항증가시 흡식운동과 일치하는 위상적 활동을 보이며 이러한 변화는 16G관 삽입시부터 관찰되었고 (Fig. 8), 관을 제거하면 다시 긴장성 수축을 보였다. 대사성 산증시 pH의 감소가 심해질수록 기관기도저항의 증가 변화에 따라 악설골근과 비공확대근의 활동이 예민하게 증가하는 것도 관찰되었다. 미주신경절단군에서도 미주신경절단시 항진되는 악설골근과 비공확대근의 활동이 기관기도의 호흡저항증가로 더욱 증가함을 볼 수 있었으며 (Fig. 9), 기도카늘에 삽입된 관을 제거하여도 즉시 회복되지 않고 몇 번의 호흡에 걸쳐 서서히 회복되었다.

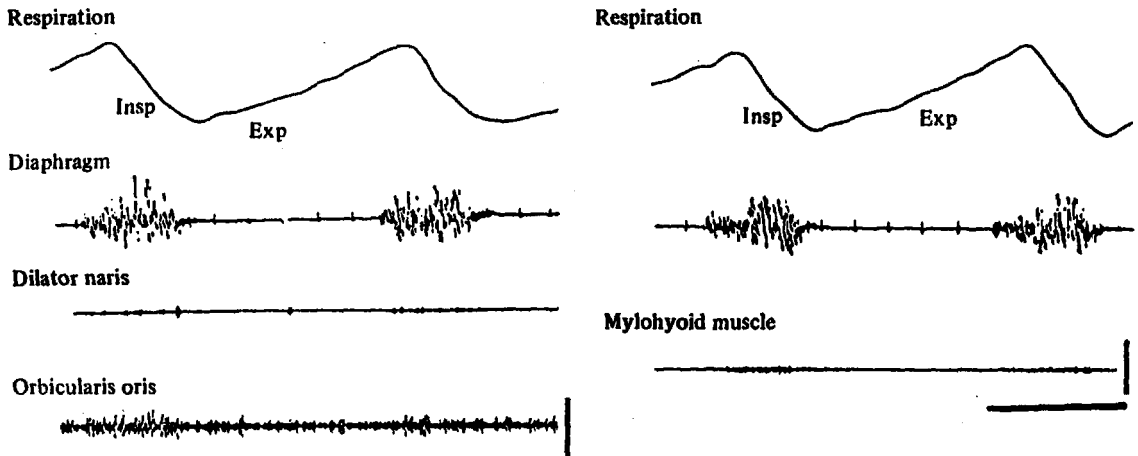


Fig. 6. Influence of increase of tracheal airway resistance induced by insertion of 17 G tube into tracheal cannula on mylohyoid muscle, dilator naris and orbicularis oris. Vertical bar means $500\mu V$. Horizontal bar is 1 second.

IV. 고 찰

호흡시 공기의 폐출입은 대기압과 폐내압의 압력차에 의해 이루어지며, 이러한 압력차는 흉강의 확대에 의해 일어난다. 흉강을 확장시키는 흡식근으로는 횡격막과 외늑간근이 있으며 이들은 정상적으로 이루어지는 안정시의 호

흡에 활동하고, 폐환기량이 증가되면 보조흡식근까지 동원된다. 보조흡식근으로는 사각근 (scalene muscle)과 흉쇄유돌근 등이 있으며 기도저항이 클 경우 기도저항을 감소시키기 위하여 악설골근, 악이복근 전복, 비익근, 설근 등이 동원되어 입이 벌어지며 이를 구호흡이라 한다^(24,25). 기도저항이 증가하거나 폐환기량이 현저히 증가할 때 비강과 더불어 구강을 통해

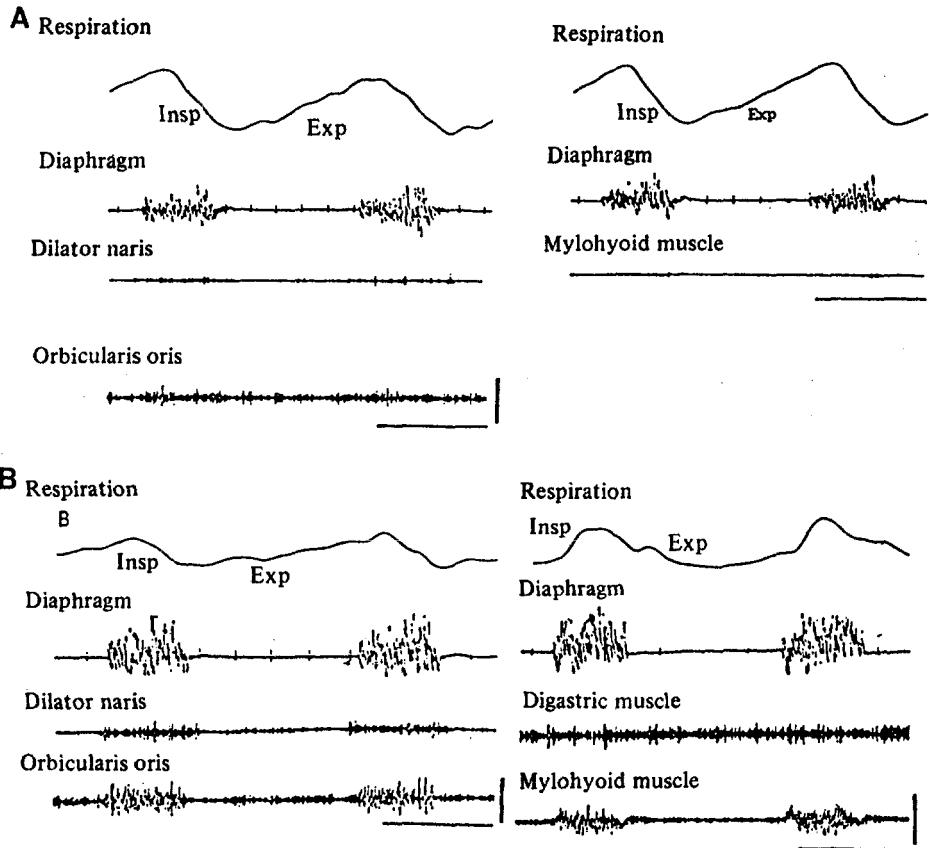


Fig. 7. Influence of increase of tracheal airway resistance induced by insertion of 19 G tube (A) or 21 G (B) into tracheal cannula on mylohyoid muscle, dilator naris and orbicularis oris. Vertical bar means $500\mu\text{V}$. Horizontal bar is 1 second.

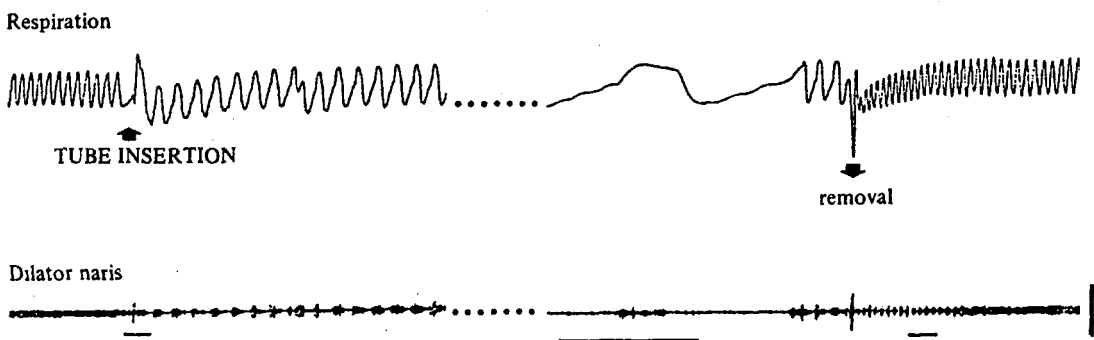


Fig. 8. Influence of increase of tracheal airway resistance by insertion of 17 G tube into tracheal cannula on dilator naris during metabolic acidosis. Tonic activity changes to rhythmic activity after insertion of 17 G tube, but tonic activity was recovered after removal of tube. Vertical bar means $500\mu\text{V}$. Horizontal bar is 1 second.

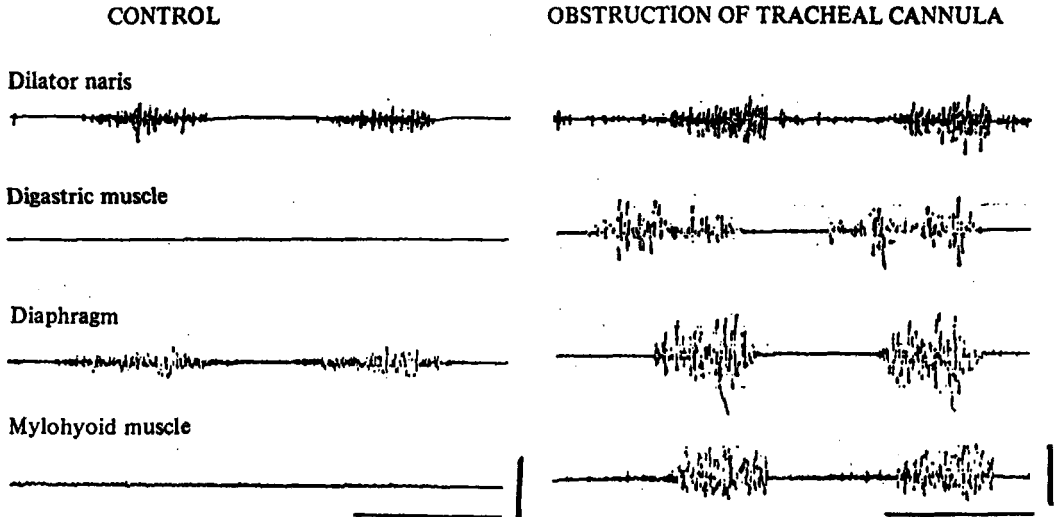


Fig. 9. Influences of increase of tracheal airway resistance by insertion of 21 G tube into tracheal cannula on dilator naris, mylohyoid muscle and anterior belly of digastric muscle after bilateral vagotomy. Activity of diaphragm indicates the inspiration. Vertical bar means $500\mu\text{V}$. Horizontal bar is 1 second.

공기가 출입하게 되는데 임상적으로 비강기도의 저항이 아데노이드와 편도선의 비대, 비강의 비정상적인 구조, 알러지성 비염 등으로 증가할 경우 구호흡이 관찰되며^{1,26,27}, 악안면 근육의 활동변화로 안면성장에 영향을 주어 부정교합의 원인으로 작용할 수 있다^{4,28,29}. Miller 등¹¹, 김과 성¹³, Miller와 Vargervik¹⁰, Harvold 등¹²은 실험적으로 구호흡을 일으킬 때 설근, 비공확대근, 개구근, 폐구근 및 상하순 근육이 울동적 혹은 긴장성 수축을 일으키며 이러한 근육의 활동변화가 안면성장에 영향을 준다고 보고하였다.

구호흡을 야기하는데 중요한 역할을 하는 기도저항은 정상적으로 $2-3 \text{ Cm. H}_2\text{O}/1/\text{sec}$ 인데 비강기도저항이 50%, 상기도가 20%, 기타 기도에서 30% 정도된다^{24,30}. 기도저항에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 기도의 크기 변화이다. 기도의 직경이 조금만 변화하여도 기도저항은 매우 큰 변화를 보이는데²⁴ 임상적으로 비강기도의 저항증가가 구호흡을 일으키는 주원인이라고 하지만 기관기도저항이 증가하여도 구호흡이 일어날 수 있다. 본 실험에서 구호흡

의 발생여부를 구호흡시 울동적 활동을 보이는 악설골근이나 악이복근 전복의 근전도 발생으로 판단하기 위하여 기관기도의 공기출입구를 17G로 감소시켜 기관기도저항을 증가시키면 악설골근의 근전도가 흡식운동과 일치해서 나타나고 그 이상 크기를 감소시키면 더 강력한 근전도가 기록되어 비강기도와 관계없이 기관기도의 저항증가로도 구호흡이 일어나는 것이 관찰되었다. 기관기도저항의 증가는 폐환기량의 감소를 초래하며 산소의 공급과 탄산가스 배출을 정상으로 유지하기 위해서는 흡식근의 강력한 운동과 더불어 보조흡식근이 동원되는데, 이와 같은 호흡근의 변화에는 폐신장수용기의 작용이 관계되었으리라 생각된다. 폐신장수용기는 폐포벽이나 흉강벽에 존재하며³⁰ 폐팽창시 흥분하여 반사적으로 흡식활동을 억제시켜^{24,31,32}, 폐의 과도한 팽창을 방지하여 주는데, 본 실험에서 관찰된 것처럼 기도카눌의 공기출입구가 감소되면 일호흡용적이 감소되므로 폐신장수용기의 흥분이 감소하고 폐신장수용기를 통한 흡식억제 반사가 억제됨으로써 흡식활동이 강화되었다고 생각된다. 식역시 폐팽

창으로 흥분하는 폐신장수용기의 구심성 흥분은 미주신경을 통해 전달되는데 만일 폐신장수용기가 구호흡을 야기하는데 관여한다면 구심신경인 미주신경을 절단하면 구호흡 발생에 차이를 초래할 것이다. 이 기전을 구명하기 위해 미주신경을 양측성으로 절단하면 구호흡시 작용하는 악안면 근육의 활동성이 증가되어 악설골근과 악이복근 전부의 규칙적인 활동이 기도저항의 증가가 없어도 자발적으로 나타나고 이 현상은 대사성 산증이 있을 때 더욱 현저하게 증가하는 것을 볼 수 있는데 본 실험결과로 볼 때 기도저항의 증가로 나타나는 구호흡의 발생에는 폐신장수용기가 관여한다고 볼 수 있으며 이것 이외에도 혈액성분의 변화도 관여한다고 볼 수 있다.

혈액의 성분변화를 감지하는 화학수용기는 대동맥소체, 경동맥소체 및 연수에 존재하며 동맥혈액의 산소분압, 탄산가스분압, 수소이온농도의 변화에 대해 반응하여 호흡을 조절하고 있다²⁴⁾. 횡격막을 지배하는 신경인 횡격막신경과 설하신경의 활동성은 저산소증이나 탄산가스 과잉증일 때 증가하며^{18,20)} 비공확대근도 탄산가스 과잉증이나 저산소증에서 그 활동이 증가한다²²⁾. 설하근 및 이설근 등은 구호흡시 호흡주기에 일치해서 율동적인 수축을 나타내는 대표적 근육인 것으로 보이며^{10,11,13)} 화학적요인에 의해서도 구호흡이 일어남을 알 수 있었다. 탄산가스나 산소농도변화 이외에도 혈액의 수소이온농도변화가 호흡에 영향을 주는데 혈액산도의 증가(pH감소)는 보상반응으로 탄산가스배출을 증가시키기 위하여 호흡을 촉진시킨다²⁴⁾. 본 실험에서도 pH를 감소시키면 비공확대근의 긴장성 수축이 증가하고, 기도카눌의 공기출입구의 크기를 감소시킬 때 정상동물에서 보다 적게 감소시켜도 단시간내에 악설골근의 주기적 활동이 나타나고, pH감소가 심한 경우에는 악설골근, 악이복근 전부, 교근 등에서도 호흡주기에 일치하는 근활동이 관찰되어 구호흡발생과 혈액의 pH가 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 그리고 본 실험에서 인위적으로 호흡용적과 호흡빈도를 조절하여보면 일호흡용적이 클 경우에도 호흡빈도가 느리면

악설골근의 근전도가 나타나고, 구호흡을 일으키는 일호흡용적과 호흡빈도에서 호흡용적의 변화없이 호흡빈도를 증가시키면 악설골근의 근전도가 소실되는 것으로 보아 구호흡을 일으키는 데는 폐신장수용기의 작용보다는 혈액성분의 변화가 더 중요한 것 같으며 혈액성분의 변화에 대해 반응하는 연수의 신경세포와 삼차신경운동핵이나 설하신경핵사이에 어떤 신경로를 가지며 어떤 역할을 하는지를 신경해부학적 및 신경전기생리학적 연구로 밝히는 것이 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

악안면 성장과 발육에 영향을 주는 구호흡의 발생기전을 구명하기 위하여 호흡조절에 영향을 줄 수 있는 혈액의 산도와 기관기도저항의 변화 및 미주신경의 작용과 구호흡시 작용하는 악안면 근육의 활동관계를 관찰하였다.

실험동물로는 체중 2.0kg 이상 되는 가토를 Nembutal로 경마취하고 경부피부를 절개하여 악이복근 전부와 악설골근을 노출시켰다. 이들 근육과 비공확대근에 선전극을 한쌍씩 고정하고 교류중폭기에 연결하여 근전도를 기록하였으며, 호흡운동을 기록하기 위해 한쌍의 핀 전극을 가슴부위의 피하에 고정하고 impedance 변화를 이용하여 호흡을 기록하였고 동맥혈 채취와 산주입을 위해 고동맥과 고정맥에 카눌을 삽입하였다. 미주신경은 감상연골 부위에서 노출시켜 양측성으로 절단하였고, 비공폐쇄시를 제외하고는 모든 실험동물에서 기관절개술을 시행하였다. 기관기도저항의 변화를 관찰하기 위하여 기관카눌의 입구에 16G, 17G, 19G 및 21G의 폴리에틸렌관을 차례로 삽입하여 공기출입구의 크기를 변화시켰으며, 혈액의 pH변화가 일으키는 효과를 보기 위하여 0.3N 염산 용액을 일정속도로 고정맥을 통해 주입하여 대사성 산증을 유발시켰고 이때 동맥혈의 pH변화를 수소이온농도 측정계로 측정하였다. 각 실험군에서 악설골근의 근전도가 호흡주기와

일치해서 울동적으로 기록될 때를 구호흡 발생으로 인정하여 실험결과를 분석한 결과 다음의 결론을 얻었다.

1. 비공과 기관기도의 일시적 완전폐쇄후에 나타나는 악설골근, 악이복근 전복, 구륜근 및 비공확대근의 근전도는 폐쇄후 출현시간과 그 크기에 있어서 상당히 유사하였다.
2. 대조군에 비하여 대사성 산증이 심할수록 호흡이 증가되고 비공확대근, 악설골근의 근전도가 강화되었다.
3. 기관기도저항을 증가시킬수록 비공확대근, 악설골근, 악이복근 전복의 근전도 출현시간이 단축되고 근전도 크기가 증가하였다.
4. 미주신경절단 후에도 기관기도 저항이 증가될수록 악이복근 전복, 악설골근, 비공확대근의 근전도는 증가되었다.
5. 대사성 산증을 일으킨 후 미주신경을 절단하면 기관기도 저항이 증가되지 않아도 호흡용적이 대단히 커지고 흡식과 호식시간이 길어지며, 악설골근, 악이복근 전복 및 비공확대근이 강력한 근전도를 나타내었다.

REFERENCES

1. Bresolin, D., P.A. Shapiro, G.G. Shapiro, M.K. Chapko and S. Dassel: Mouth breathing in allergic children; its relationship to dentofacial morphology. *Am. J. Orthod.* 83:334-340, 1983.
2. Subtelny, J.D.: The significance of adenoid tissue in orthodontia. *Angle Orthod.* 24: 59-69, 1954.
3. Linder-Aronson, S.: Naso-respiratory function and craniofacial growth. In: Naso-respiratory function and craniofacial growth. McNamara, J.A., Jr. (ed.), pp. 121-147, Center for Human Growth and Development, The University of Michigan, Ann Arbor, 1979.
4. Cheng, M.C., D.H. Enlow, M. Papsidero, B.H. Broadbent, Jr., O. Oyen and M. Sabat: Developmental effects of impaired breathing in the face of the growing child. *Angle Orthod.* 58:309-320, 1988.
5. Bibby, R.E.: The hyoid bone position in mouth breathers and tongue-thrusters. *Am. J. Orthod.* 85:431-433, 1984.
6. Hesling, E. and P. L'strange: Change in lip pressure following extension and flexion of the head and at changed mode of breathing. *Am. J. Orthod.* 91:286-294, 1987.
7. Lowe, A.A. and B.J. Sessle: Tongue activity during respiration, jaw opening, and swallowing in cat. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 51:1009-1011, 1973.
8. Miller, A.J. and J.P. Bowman: Divergent synaptic influences affecting discharge patterning of genioglossus motor units. *Brain Res.* 78:179-191, 1974.
9. Asakura, K., K. Hoki, A. Kataura, T. Kasaba and M. Aoki: Respiration related movements of the nose in dogs. *Acta Otolaryngol.* 101:122-128, 1986.
10. Miller, A.J. and K. Vargervik: Neuromuscular adaptation in experimentally induced oral respiration in the rhesus monkey (*Macaca mulata*). *Arch. Oral Biol.* 25: 579-589, 1980.
11. Miller, A.J., K. Vargervik and G. Chierici: Experimentally induced neuromuscular changes during and after nasal airway obstruction. *Am. J. Orthod.* 85:385-392, 1984.
12. Harvold, E.P., B.S. Tomer, K. Vargervik and G. Chierici: Primate experiments on oral respiration. *Am. J. Orthod.* 119: 359-372, 1981.
13. 김신호, 성재현: 비호흡 장애가 가토의 악안면 근육활동에 미치는 영향. *대한구강생*

- 물학회지 11 : 51-59, 1987.
14. Lourenco, R.V., N.S. Cherniack, J.R. Malm and A.P. Fishman: Nervous output from the respiratory center during obstructed breathing. *J. Appl. Physiol.* 21:527-533, 1966.
 15. Shelton, Jr. R.L. and J.F. Bosma: Maintenance of the pharyngeal airway. *J. Appl. Physiol.* 17:209-214, 1962.
 16. McCaffrey, T.V. and E.B. Kern: Laryngeal regulation of airway resistance; II. Pulmonary receptor reflexes. *Ann. Otol.* 89: 462-466, 1980.
 17. Band, D.M., I.R. Cameron and S.J.G. Semple: The effect on respiration of abrupt changes in carotid artery pH and pCO₂ in the cat. *J. Physiol.* 211:479-494, 1970.
 18. Onal, E., M. Lopata and T.D. O'connor: Diaphragmatic and genioglossal electromyogram responses to CO₂ rebreathing in humans. *J. Appl. Physiol.* 50:1052-1055, 1981.
 19. Eldridge, F. and J.M. Davis: Effect of mechanical factors on respiratory work and ventilatory responses to CO₂. *J. Appl. Physiol.* 14:721-726, 1959.
 20. Weiner, D., J. Mitra, J. Salamone and N.S. Cherniack: Effect of chemical stimuli on nerves supplying upper airway muscles. *J. Appl. Physiol.* 52:530-536, 1982.
 21. Strohl, K.P., M.J. Hensley, M. Hallett, N.A. Saunders and R.H. Ingram, Jr.: Activation of upper airway muscles before onset in normal humans. *J. Appl. Physiol.* 49:638-642, 1980.
 22. Blum, D.J. and T.V. McCaffrey: Effect of chemoreceptor and pulmonary receptor stimulation on dilator nares EMG activity in the dog. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 91:648-652, 1983.
 23. 엄용의, 남기용 : 대사성 산증 및 알카리증에 있어서 SCN공간의 변화. *대한생리학회지*, 5 : 137-140, 1971.
 24. Thews, G.: Pulmonary respiration. In: *Human physiology.* Schmidt, R.F. and G. Thews (Ed), pp. 456-487, Springer-Verlag, Berlin, 1983.
 25. Agostoni, E.: Action of respiratory muscles. In: *Handbook of physiology. Respiration*, Vol. 1, Fenn, W.O. and H. Rahn (Ed), pp. 377-386, Amer. Physiol. Soc., Washington, D.C., 1964.
 26. Diamond, O.: Tonsils and adenoids; why the dilemma? *Am. J. Orthod.* 78:495-503, 1980.
 27. Schulhof, R.J.: Consideration of airway in orthodontics. *J. Clin. Orthod.* 12:440-444, 1978.
 28. McNamara, J.A., Jr.: Influence of respiratory pattern on craniofacial growth. *Angle Orthod.* 51:269-300, 1981.
 29. Hershey, H.G., B.L. Stewart and D.W. Warren: Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod.* 69:274-284, 1976.
 30. Miller, A.J., K. Vargervik: Neuromuscular changes during long-term adaptation of the rhesus monkey to oral respiration. In: *Naso-respiratory function and craniofacial growth.* McNamara, J.A., Jr. (ed.), pp. 1-26, Center for Human Growth and Development. The University of Michigan, Ann Arbor, 1979.
 31. Widdicombe, J.G.: Respiratory reflexes excited by inflation of the lungs. *J. Physiol.* 123:105-115, 1954.
 32. Enler, C. and H.W. Fritts, Jr.: Quantitative aspects of respiratory reflexes from the lungs and chest walls of cats. *Acta Physiol. Scand.* 57:284-309, 1963.

— ABSTRACT —

THE INFLUENCE OF METABOLIC ACIDOSIS, AIRWAY RESISTANCE AND VAGOTOMY ON THE DEVELOPMENT OF MOUTH BREATHING

Woo Sung Son, D.D.S., M.S.D., Won Sik Yang, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Seoul National University

Respiration is one of the most important functions which are carried out in stomatognathic system. When nasal orifice is obstructed or the resistance of upper airway is increased mouth breathing is initiated. Mouth breathing is regarded as an important etiologic factor of dentofacial anomalies. This experiment was performed to observe the influences of metabolic acidosis, tracheal resistance and vagotomy on mouth breathing. After rabbits were anesthetized with sodium pentobarbital, a pair of wire electrode was inserted into mylohyoid muscle, anterior belly of digastric muscle and dilator naris muscle to record EMG activity. Femoral vein and artery were cannulated for infusion of 0.3N HCl and collection of blood sample to determine the blood pH, and tracheal intubation was done to control airway resistance. Mouth breathing was induced by metabolic acidosis. Increase of the airway resistance through tracheal cannula intensified the activity of dilator naris, mylohyoid and digastric muscle. The higher the resistance, the larger the EMG amplitude. After bilateral vagotomy, respiratory volume and inspiatory time were increased and the activities of dilator naris, mylohyoid and digastric muscle were strengthened. It was concluded that the muscle activity related to mouth breathing was induced by metabolic acidosis and increase of tracheal tube resistance.

Key words: mouth breathing, metabolic acidosis, airway resistance, vagotomy