

위식도 역류질환 환아에서 보행성 이중채널 식도내 산도 검사에 대한 연구

조선대학교 의과대학 소아과학교실

안 영 준 · 문 경 래

A Study of Dual-probe Esophageal pH Meter in Children with Gastroesophageal Reflux

Young Joon Ahn, M.D. and Kyung Rye Moon, M.D.

Department of Pediatrics, College of Medicine, Chosun University, Kwangju, Korea

Purpose: The aim of this study was to determine how much acid exposure would occur in the proximal esophagus, both in normal and in patients with abnormal distal esophageal acid exposure.

Methods: Forty-six patients with suspected GER were classified into two groups, 24 patients with pathological distal reflux (group I); 22 patients with normal distal reflux (group II). The ambulatory dual-probe esophageal pH monitoring was performed for 18-24hr. The abnormal reflux was defined when the percent of time that pH was below 4.0 exceeded the 95th percentile of normal value.

Results: The significant differences between distal and proximal esophageal pH recordings in group I persisted for all parameters except for the longest episode, but didn't persist in group II. At the distal esophageal site, the median percent time with pH < 4.0 in group I was 19.3 and significantly higher than at proximal site. Half of patients with pathological distal reflux also had proximal acid reflux. Correlation coefficients between the distal and proximal esophageal sites in group I of the number of reflux episodes and time of the longest episode were 0.451 and 0.646 respectively.

Conclusion: The 50 percent of patients with pathological distal acid reflux also had abnormal acid exposure in the proximal esophageal site. Therefore, we recommend simultaneous pH recordings from dual probe esophageal sites in children with gastroesophageal reflux. (**J Korean Pediatr Gastroenterol Nutr 2000; 3: 9~16**)

Key Words: Gastroesophageal reflux disease, Ambulatory dual-probe pH monitoring

접수 : 2000년 1월 13일, 승인 : 2000년 2월 18일

책임저자 : 안영준, 501-717 광주광역시 동구 서석동 588번지, 조선대학교 의과대학 소아과학교실

Tel: 062) 220-3046, Fax: 062) 227-2904, E-mail: Jaundice@hitel.net

본 연구는 1999년도 조선대학교병원 임상 연구비 지원에 의해 수행되었음.

서 론

위식도 역류성 질환(gastroesophageal reflux disease, GERD)은 위산과 담즙이 식도로 역류되어 다양한 병적인 증상을 동반하는 경우를 말한다. 위식도 역류의 증상으로 우연한 트림에서부터 속 쓰림, 지속적인 구토에 이르기까지 다양하며 목 쉼소리, 인후통, 기침, 천식 등 재발성 호흡기 질환의 원인이 된다¹⁻³. 1980년대 초부터 위식도 역류와 재발성 호흡기 질환과의 관련성을 밝히려는 대대적인 연구가 진행되어 왔다. 그러나 위식도 역류가 호흡기 질환의 원인이 되는지 호흡기 질환에 의해 위식도 역류 질환이 발생하는지 이들의 원인과 결과 관계를 규명하기 어렵다. 보행성 식도 pH 측정검사는⁴ 위산 역류의 정도를 직접 측정할 수 있으며, 산 노출 시간과 식도의 산 배출능력 등 중요한 정보를 얻을 수 있다. 또한 일상생활을 하면서 생리적인 환경에서 검사한다는 장점이 있으며⁵, 자세 변환, 취침이나 식사에 따른 역류의 패턴을 알 수 있는 위식도 역류의 가장 이상적인 검사이다. 대부분 식도 pH 측정검사는 하부식도 괄약근 상방 한 부위에서만 실시하고 있다. Contencin 등⁶은 역류물은 중력, 식도 체부의 운동능력에 영향을 받기 때문에 특히 재발성 호흡기 증상이 있는 위식도 역류 질환 환자에서 식도의 근위부와 원위부에서 동시에 식도 pH 측정검사를 하는 것이 의의가 있다고 주장하였다. 그러나 Orenstein 등⁷은 근위부 식도 산도의 측정은 식도는 하부식도 괄약근과 상부 식도 괄약근 사이에 위치하는 기능적으로 단일 기관(single unit)이기 때문에 의의가 없다고 했다. 국내에서는 소아를 대상으로 하는 이중채널 식도 pH 검사 연구가 아직까지 없는 실정이다. 이에 저자들은 위식도 역류 질환 환자에서 이중 채널 24시간 식도 pH 검사의 유용성을 평가하고 식도 원위부와 근위부에서 얻은 식도 pH 검사 계측치를 비교 평가하고자 본 연구를 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

1997년 7월부터 1998년 12월까지 조선대학교병원 소아과에 식도역류가 의심되어 내원한 환자 46명을 대상으로 18~24시간 동안 식도의 상부와 하부 두 부위에서 동시에 식도 pH를 측정하였다. 대상환아의 증상은 구토 및 역류, 재발성 흡인성 폐렴, 흉통 등이 있었으며 연령분포는 6개월에서 7세였다.

2. 방법

모든 환자에서 18시간에서 24시간동안의 지속적인 식도 pH검사를 시행하였다. 환자는 최소한 6시간 이상 금식을 시켰고 위식도 역류에 영향을 줄 수 있는 산분비 억제제나 운동조절제는 48시간 이상, proton pump 저해제는 7일 전부터 중단하도록 했다. 보행성 식도 pH검사시 환자에게는 활동을 제한하지 않았으며 보호자에게 기록지를 주어 음식 먹은 시간, 누운 시간, 증상이 발행한 시간, 각 증상의 정도, 취침시간 등을 기록하도록 했다. 보행성 식도 pH meter는 고체형 휴대용 디지털 기록기(Digitrapper Mark II Gold, Synetics)를 사용하였으며 이중 pH 전극은 신장이 114 cm 이하인 경우는 두 pH 전극 간격이 5 cm, 신장이 114 cm 이상인 경우는 두 pH 전극 간격이 10 cm인 안티모니 전극을 사용하였다. 정확한 검사를 위하여 모든 전극은 검사전에 pH 7과 1의 완충용액에서 보정하였다. 환자의 머리가 움직이지 않도록 잘 잡고 pH 전극을 환자의 비인두로 삽입하였다. 원위부 전극의 위치는 Strobel's method⁸ ($5 \text{ cm} + 0.252 \times \text{height in centimeter}$)로 하부식도 괄약근의 위치를 계산한 후 0.87를 곱하여 나온 수치만큼 삽입하였다. 삽입 후에는 투시검사나 흉부방사선 촬영하여 전극의 위치를 조정하였다⁹. 기준전극은 흉부에 위치하며 인공음영이 생기지 않도록 밀착시켜 부착하였다. 데이터 분석은 Synectics사에서 개발한 Esophagogram™ Analysis Module Version 2.0 (Synetics)을 사

용하여 분석하였다. 식도 pH 검사결과는 전체 검사시간 중에서 pH가 4 이하인 기간의 백분율, 총 역류의 횟수, 5분 이상 지속된 역류횟수, 최장 역류시간, composite score를 분석하였다^{10,11}. 병적 역류의 기준은 Vandenplas 등^{10,11}의 연구에서 얻어진 95백분위수 이상의 역류지표를 병적 역류로 정의하였다.

3. 통계방법

통계방법으로 모든 변수에 대한 평균치와 범위를 계산하였고 분석은 Mann-Whitney u-test와 Wilcoxon 순위검증을 이용하였다.

결 과

1. 대상아의 특성

원위부 병적 위식도 역류를 보인 환자군(group I)

Table 1. Characteristics of Patients

	Group I	Group II
Number	24	22
Mean age (months±SD)	36.7±12	31.4±19
Presenting symptoms		
Regurgitation/Vomiting	16	16
Recurrent aspiration	4	2
Heartburn	2	2
Asthma	2	2

은 24명으로 평균연령이 36.7±12개월이었으며, 원위부 생리적 위식도 역류를 보인 대조군(group II)은 22명으로 평균연령이 31.4±19개월이었다. 가장 흔한 증상은 구토와 역류였으며 재발성 흡인성 폐렴, 속쓰림, 천식 등이었다(Table 1).

2. 환자군에서 근위부와 원위부의 24시간 식도 pH 검사의 성적

최장 역류시간을 제외하고 pH 4.0 이하인 시간의 백분율, 총 역류횟수, 5분 이상 지속된 역류횟수, score 등 항목에서 통계학적으로 유의있는 차이를 보였다($p < 0.01$)(Table 2). 원위부와 근위부의 pH 검사 성적을 비교해 보았을 때 최장 역류시간과 총 역류횟수에서 상관계수가 각각 0.646과 0.451로 높은 상관관계가 있었다(Table 3). score는 근위부

Table 3. Correlation Coefficient between Distal & Proximal Esophageal Sites in Group I Patients

	Correlation Coefficient*	P value
% Time at pH < 4		
Total	.018	0.9
Upright	.093	0.5
Supine	.025	0.9
Episodes (24 hour)	.451	0.03
Longer than 5 min	.083	0.5
Longest episode (min)	.646	0.001

*Pearson's correlation coefficient

Table 2. 24 Hour pH-Monitoring at Distal and Proximal Esophageal Site in Group I Patients (Median and Range)

	Distal	Proximal	P value*
% Time at pH < 4			
Total	19.3 (2-70)	6.0 (0-21)	0.002
Upright	22.3 (0.2-73)	9.4 (0-52)	0.01
Supine	16.0 (2-63)	4.5 (0.1-15)	0.004
Episodes (24 hour)	273.1 (22-587)	130.1 (1-325)	0.001
Longer than 5 min	9.2 (1-32)	2.5 (0-7)	0.001
Longest episode	58.7 (5.4-357)	42.5 (1-135)	0.252
Score	91.7 (19-240)	39.5 (2-54)	0.005

에 비해 원위부에서 현저하게 높은 점수를 보였으나 3명의 환자에서는 오히려 근위부에서 점수가 더 높았다(Fig. 1).

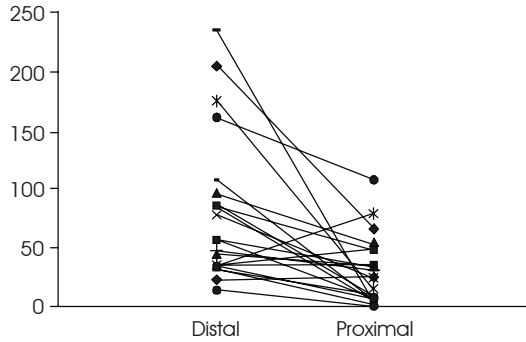


Fig. 1. Scores of esophageal pH monitoring at distal & proximal level in group I patients.

3. 대조군에서 근위부와 원위부의 24시간 식도 pH 검사의 성적

근위부와 원위부의 24시간 pH치의 검사결과를 비교해 보았을 때 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$)(Table 4).

4. 환자군과 대조군의 원위부와 근위부에서 24시간 식도 pH 검사의 성적 비교

환자군과 대조군의 원위부 pH 검사 결과는 pH 4.0 이하인 기간의 백분율, 총 역류횟수, 5분 이상 지속된 역류횟수, 최장 역류시간, score 등 모든 항목에서 통계학적으로 유의 있는 차이가 있었다($p < 0.01$)(Table 5). 그러나 근위부 pH 검사 결과에서는 pH 4. 이하인 기간의 백분율, 총 역류횟수와 score에서는 유의 있는 차이($p < 0.05$)가 있었으나 5분

Table 4. 24 Hour pH Monitoring at Distal and Proximal Esophageal Sites in Group II Patients (Median & Range)

	Distal	Proximal	P value
% Time at pH < 4			
Total	1.7 (0.2-7.2)	2.5 (0.1-6.2)	0.4
Upright	1.9 (0-4.8)	3.6 (0-5.2)	0.1
Supine	1.6 (0.1-2.4)	0.9 (0-1.3)	0.1
Episodes (24 hour)	71.5 (2-157)	66.9 (2-137)	0.1
Longer than 5 min	0.7 (0-1)	1.6 (0-1)	0.1
Longest episode (min)	12.7 (0.8-27)	6.1 (0.5-27)	0.3
Score	15.2 (0.5-28)	16.4 (0.9-34)	0.8

Table 5. 24 Hour pH Monitoring at Distal & Proximal Esophageal Site in Group I & Group II Patients (Median & Range)

	Distal			Proximal		
	Group I	Group II	P value*	Group I	Group II	P value*
% Time at pH < 4	19.3 (2-70)	1.7 (0.2-7.2)	0.001	6.0 (0-21)	2.5 (0.1-6.2)	0.03
Episodes (24 hour)	273.1 (22-587)	71.5 (2-157)	0.000	130.1 (1-325)	66.9 (2-137)	0.02
Longer than 5 min	9.2 (1-32)	0.7 (0-1)	0.001	2.5 (0-7)	1.6 (0-4)	0.33
Longest episode (min)	58.7 (5.4-357)	12.7 (0.8-27)	0.01	42.5 (0.1-135)	6.1 (0.5-16)	0.06
Score	91.7 (19-240)	15.2 (0.5-28)	0.001	39.5 (2-54)	16.4 (0.9-34)	0.04

*Mann-Whitney u test

Table 6. Comparison of Reflux Score with or without Proximal Esophageal Reflux in Group I patients

	With proximal reflux (n=12, Ia)		Without proximal reflux (n=12, Ib)	
	Distal	Proximal	Distal	Proximal
Score	98.1±67.9	62.2±30*	85.3±62.3	16.8±15.3 [†]

*P>0.05 between distal & proximal in group I with proximal reflux, [†] P<0.01 between distal & proximal in group I without proximal reflux

이상 지속된 역류횟수, 최장 역류시간은 차이가 없었다(p>0.05)(Table 5).

5. 환자군에서 역류점수의 비교

원위부 병적 위식도 역류를 보인 환자 24예 중 근위부에서 비정상 역류점수를 보인 군(group Ia)이 12예(50%), 정상 역류점수를 보인 군(group Ib)이 12예 이었다. 비정상 원위부 식도 pH치를 보인 24명중 12명(50%)에서는 하부식도 뿐만 아니라 상부식도에서도 역류소견을 보였다. group Ia와 group Ib간에 근위부의 역류점수는 유의 있는 차이가 있었으나(p<0.01) 원위부에서는 유의 있는 차이가 없었다(p>0.05)(Table 6).

고 찰

위식도 역류질환의 병태 생리 기전으로는 하부식도 괄약근의 길이가 짧고, 하부식도 괄약근의 미성숙, 일시적인 하부식도 괄약근 이완, 중력과 연동운동에 의한 식도 체부의 청소기능의 감소, 위배출 시간의 지연 등이 있다^{12,13}. 위식도 역류의 임상증상의 정도는 우연한 트림에서부터 지속적인 구토에 이르기까지 다양하다. 구토 없이도 위내용물이 인두까지 올라가 흡인되어서 재발성 기관지폐렴이나 알레르기성 기관지염 또는 천식같은 다양한 호흡기 합병증^{14,15}을 동반 할 수 있다. 신생아 및 미숙아의 호흡곤란 및 무호흡의 원인이 될 수 있다¹⁶. 위식도 역류에 동반되는 호흡기증상의 발생 기전으로는 첫째, 역류된 위 내용물이 폐로 미세 흡인되거나, 후두, 기관지 등을 직접 자극하여

염증반응을 일으키거나(reflux theory)³, 둘째, 역류로 하부식도가 산성화되면 구심성 미주신경을 자극하여 반사성으로 후두 및 기관지의 경련을 일으켜(reflex theory)^{1,2} 호흡기 증상을 일으킨다는 설이 있다. 기침이나 천식자체가 위식도역류를 초래한다. 위식도 역류의 진단방법은 위식도 조영술, 위식도 신티그래피, 식도 내압검사, 식도내시경검사 및 생검, 초음파검사, 식도 pH측정 검사 등 다양하다¹⁷⁻¹⁹. 그중 보행성 식도 pH측정검사가 예민도와 특이도가 가장 높은 진단 방법이다⁴. 재발성 천식, 천명, 무호흡, 흡인성 폐렴 등과 같은 호흡기 증상과 위식도 역류의 원인과 결과(cause and effect)의 관계를 규명하기 위하여 다중 채널 pH meter를 이용하여 많은 연구가 시행되고 있다²⁰. 최근에 원위부 식도와 인두 하부 혹은 근위부 식도 두 부위에서 이중채널 pH 검사는 식도의 증상을 더 엄밀히 밝혀내는데 사용되어 왔다. 상부 식도 괄약근 바로 하부에 위치하는 근위부 전극을 가진 이중 채널 식도 pH 검사는 후두 증상을 가진 환자들에서 상당한 근위부 식도산 노출을 증명하였다²¹⁻²³. 그러나 국내에는 소아를 대상으로 하는 이중채널 식도 pH 검사 연구가 아직까지 없는 실정이다. 보행성 식도 pH 측정 검사에서 역류정도를 정확히 측정하기 위해서는 식도내 전극의 위치 설정이 아주 중요하다. Clark 등²⁴은 출생시 식도의 길이는 11 cm 정도이며 매년 0.65 cm씩 늘어나 성인에서는 24~30 cm 정도 된다고 하였다. 어린 소아에서는 식도 내압 검사를 실시하기 어렵기 때문에 대부분 Strobel's method⁸ (5 cm+0.252× height in centimeter)를 이용하여 식도에서부터 하

부식도 괄약근까지의 길이를 계산한 후에 0.87를 곱하여 나온 수치만큼 삼입하여 원위부 전극의 위치를 설정한다¹⁵⁾. 본 연구에서 Clark 등²⁴⁾의 측정치와 Strobel's method⁸⁾를 이용하여 식도 길이를 계산한 후에 pH 전극을 삼입하였으며, 이중 pH 전극은 신장이 114 cm 이하인 경우는 두 pH 전극 간격이 5 cm, 신장이 114 cm 이상인 경우는 10 cm 간격을 둔 안티모니 전극을 사용하였다.

보행성 식도 pH 측정 검사에서 얻을 수 있는 지표는 어떻게 해석하고 병적 역류 기준에 대해서는 많은 논란이 제기 되고 있으나 소아에서는 대체로 Vandenplas 등^{10,11)}의 연구결과를 진단기준으로 사용하고 있다.

국내에는 많은 소아를 대상으로 실시한 결과가 아직 없기 때문에 저자들도 Vandenplas 등^{10,11)}의 연구에서 얻어진 95백분위수 이상의 역류지표를 병적 역류의 기준으로 잡았다. 그 결과 위식도 역류증상을 가진 환자중 24명(52%)이 병적 위식도 역류를 보였으며, 이는 Clarke & Hinder 등²⁵⁾의 66%, Anggiansah 등²⁶⁾의 58%보다 낮았고, 국내에서 김 등²⁷⁾의 28%보다는 높았다. 보고자에 따른 위식도 역류의 빈도에 차이가 심하므로 국내의 생리적 위식도 역류의 기준과 병적 위식도 역류기준 설정이 필요하리라 생각된다. Anggiansah 등²⁶⁾과 Singh 등²⁸⁾은 환자군에서 근위부와 원위부의 24시간 pH 검사 결과를 비교해 보았을 때 모든 항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. 본 연구결과도 환자군에서 원위부와 근위부 사이의 식도 pH 검사 결과를 비교 해 보았을 때 최장 역류시간을 제외하고 모든 항목 즉 총, 직립, 양와위 자세에서 pH 4.0 이하인 시간의 백분율, 총 역류횟수, 5분 이상 지속된 역류횟수, score 항목에서 유의한 차이를 보였다. 또한 환자군에서 원위부와 근위부의 pH 검사 성적을 비교해 보았을 때 최장 역류 시간과 총 역류횟수에서 상관계수가 각각 0.646과 0.451로 높은 상관관계가 있었다. Anggiansah 등²⁶⁾은 대조군에서 근위부와 원위부의 24시간 pH 검사 결과를 비교해 보았을 때 총 역류횟수, pH 4.0 이하인 시간의 백분율에서 유의한 차이가 있다고 하

였으나 본 연구에서는 원위부와 근위부사이의 pH치의 비교는 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다. Antonio 등²¹⁾은 대조군에서 pH 4.0 이하인 시간의 백분율, composite score가 원위부보다 근위부에서 의의 있게 낮았다고 했다. Antonio 등²¹⁾은 비정상 원위부 식도 pH치를 25%에서 하부식도 뿐만 아니라 상부식도에서도 역류소견을 보였다고 했다. 본 연구 결과는 원위부 비정상 식도 역류를 보이는 환자의 50%에서 상부 식도에도 역류의 소견을 보여 2배 정도 근위부 식도의 역류빈도가 높았다. 이런 결과는 대상 환자군, 진단기준, 탐침위치가 서로 다른 것에 기인하는 것으로 생각된다. Orenstein 등⁶⁾은 위식도 역류 환자에서 근위부 식도 산도의 측정은 식도가 하부식도 괄약근과 상부 식도 괄약근 사이에 위치하는 기능적으로 단일기관(single unit)이기 때문에 의의가 없다고 했다.

Contencin 등⁷⁾은 역류물은 중력, 식도 체부의 운동능력에 영향을 받기 때문에 특히 재발성 호흡기 증상이 있는 위식도 역류 질환 환자에서는 식도의 근위부와 원위부에서 동시에 식도 pH 측정 검사를 하는 것이 의의가 있다고 주장하였다. 본 연구에서 원위부 병적 위식도 역류를 보인 환자군에서 근위부에서 비정상 역류점수를 보인 군과, 정상 역류점수를 보인 군간에 원위부 식도의 역류 점수에는 차이가 없었다. 이 결과는 근위부 위식도 역류는 원위부 역류외에도 중력, 식도 체부의 운동능력에 영향을 받은 것으로 생각되며 특히 재발성 호흡기 증상을 보이는 환자에서 이중채널 식도 pH 측정 검사를 실시할 것을 권장한다.

요 약

목적: 위식도 역류 질환 환자에서 이중 채널 24시간 식도 pH 측정 검사의 유용성을 평가하고 식도 원위부와 근위부에서 얻은 식도 pH 검사 계측치를 비교 평가하고자 본 연구를 하였다.

대상 및 방법: 1997년 7월부터 1998년 12월까지 조선의대 병원 소아과에서 식도역류가 의심되어 내원한 환자 46명을 대상으로 18~24시간 동안 식

도의 상부와 하부 두 부위에서 동시에 식도 pH를 측정하였다. 병적 역류의 기준은 95백분위수 이상의 역류지표를 병적 역류로 정의하였다.

결 과:

1) 원위부 병적 위식도역류를 보인 환자군(group I)은 24명으로 평균연령이 36.7±12개월이었으며, 원위부 생리적 위식도 역류를 보인 대조군(group II)은 22명으로 평균연령이 31.4±19개월이었다. 가장 흔한 증상은 구토와 역류였으며 재발성 흡인성 폐렴, 속 쓰림, 천식 등이었다.

2) 환자군에서 근위부와 원위부의 24시간 식도 pH 검사의 성적을 비교하면 최장 역류시간을 제외하고 pH 4.0 이하인 시간의 백분율, 총 역류횟수, 5분 이상 지속된 역류횟수, score 등의 항목에서 통계학적으로 유의 있는 차이를 보였다(p<0.01). 원위부와 근위부의 pH 검사 성적을 비교해 보았을 때 최장 역류시간과 총 역류횟수에서 상관관계수가 각각 0.646과 0.451로 높은 상관관계가 있었다.

3) 대조군에서 근위부와 원위부의 24시간 pH 검사결과를 비교해 보았을 때, 모든 항목에서 유의한 차이가 없었다(P>0.05).

4) 원위부 병적 위식도 역류를 보인 환자군의 50%에서는 근위부 식도에도 병적 역류가 있었다.

근위부에서 비정상 역류점수를 보인 군과 정상 역류점수를 보인 군간에 원위부에서 역류점수는 유의한 차이가 없었다(p>0.05).

결 론: 근위부 위식도 역류는 원위부 역류외에도 중력, 식도 체부의 운동능력에 영향을 받은 것으로 생각되며 위식도 역류 환아 특히 재발성 호흡기증상을 보이는 경우에는 이중채널 식도 pH 측정검사가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1) Mansfield LE, Stein MR. Gastroesophageal reflux and asthma; A possible reflux mechanism. *Ann Allergy* 1978;41:224-6.
 2) Spaulding HS, Mansfield LE, Stein MR. Further investigation of the association between gastroeso-

phageal reflux and bronchoconstriction. *J Allergy Clin Immunol* 1982;69:516-21.
 3) Chernow B, Johnson LF, Janowitz WR. Pulmonary aspiration as a consequence of gastroesophageal reflux. *Dig Dis Sci* 1979;24:839-44.
 4) Hill JL, Pelligrini CA, Burrington JD. Technique and experience with 24-hour esophageal pH monitoring in children. *J Pediatr Surg* 1977;12:877-87.
 5) Jolley SG, Johnson DG, Herbst JJ. The significance of gastroesophageal reflux patterns in children. *J Pediatr Surg* 1981;16:859-65.
 6) Orenstein SR. Gastroesophageal reflux. In: Hyman PE editors. *Pediatric gastrointestinal motility disorders*. 1st ed. Philadelphia: Academy Professional Information Services Inc. 1994;55-88.
 7) Contencin P, Narcy P. Gastroesophageal reflux in infants and children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;118:1028-30.
 8) Strobel CT, Byrne WJ, Ament ME, Euler AR. Correlation of esophageal lengths in children with height; Application to the Tuttle test without prior esophageal manometry. *J Pediatr* 1979;94:81-4.
 9) Klauser A, Schindlbeck N, Muller-Lissner S. Esophageal 24-hr pH monitoring; Is prior manometry necessary for correct positioning of the electrodes ? *Am J Gastroenterol* 1990;85:1463-7.
 10) Vandenplas Y, Sacre L. Continuous 24-hour esophageal pH monitoring in 285 asymptomatic infants 0-15 months old. *J pediatr Gastroenterol Nutr* 1987;6:220-4.
 11) Vandenplas Y, Goyvaerts H, Helven R, Sacre L. Gastroesophageal reflux, as measured by 24-hour pH monitoring, in 509 healthy infants screened for SIDS-risk. *Pediatrics* 1991;88:834-40.
 12) Werlin SL, Dodds WJ, Hogan WJ, Amdorfer BC. Mechanism of gastroesophageal reflux in children. *J Pediatr* 1980;97:244-9.
 13) Cucchiara S, Staiano A, Di Lorenzo C, D'Ambrosio R, Andreoti MR, Prato M. Esophageal motor abnormalities in children with gastroesophageal reflux and peptic esophagitis. *J Pediatr* 1986;108:907-10.
 14) Berger D, Bischof-Delaloye A, Landry M. Bronchopulmonary aspiration syndrome and gastroesophageal reflux in infants and children. *Pediatr Surg* 1986;1:168-71.
 15) Danus O, Casar C, Larrain A, Pope CE II. Esophageal

- reflux-an unrecognized cause of recurrent obstructive bronchitis in children. *J Pediatr* 1976;89:220-4.
- 16) Herbst JJ, Minton SD, Book LS. Gastroesophageal reflux causing respiratory distress and apnea in newborn infants. *J Pediatr* 1979;95:736-68.
- 17) Christie D, Rudd TG. Radionuclide test for gastroesophageal reflux in children. *Pediatr Res* 1978;12:432.
- 18) Mc Clauley RG, Darling DB, Leonidas JC. Gastroesophageal reflux in infants and children: A useful classification and reliable physiologic technique for its demonstration. *Am J Roentgenol* 1979;130:47-50.
- 19) Naik DR, Bolia A, Moore DJ. Comparison of barium swallow and ultrasound in diagnosis of gastroesophageal reflux in children. *Br Med J* 1985;290:1943-5.
- 20) 문경래. 위식도 역류의 최신진전. *소아과* 1988;41:43-9.
- 21) Antonio RDL, Concepcion SM, Julio PDL, Carlos T, Manuel DAR. Simultaneous two-level esophageal 24-hour pH monitoring in patients with mild and severe esophagitis does probe position influence results of esophageal monitoring? *Digestive Disease and Science* 1995;40:1423-7.
- 22) Richard D, Donald OC. Normal and abnormal proximal esophageal acid exposure; Results of ambulatory dual-probe pH monitoring. *Am J Gastroenterol* 1993; 88(1):25-9.
- 23) Judith M, Sondheimer, Gerald MH. Simultaneous pH recordings from multiple esophageal sites in children with and without distal gastroesophageal reflux. *J Pediatr Gastroenterol and Nut* 1988;7:46-51.
- 24) Clark JH. Anatomy and physiology of the esophagus. In Wyllie R. and Hyams(eds) *Pediatric Gastrointestinal Disease. Pathophysiology, Diagnosis and Management*: Philadelphia, W.B. Saunders Co, 1988; 313-7.
- 25) Clark G, Hinder R. Alkaline gastroesophageal reflux. In: Richter JE, ed. *Ambulatory esophageal pH monitoring. Practical approach and clinical application*. Tokyo: Igaku-shon, 1991:209-24.
- 26) Anggiansah A, Sumboonnanda K, Wang J, Linsell J, Hale P, Owen WJ. Significantly reduced acid detection at 10 centimeters compared to 5 centimeters above lower esophageal sphincter in patients with acid reflux. *Am J Gastroenterol* 1993;88:842-6.
- 27) 김경모, 심정연, 홍수중. 소아에서 수면 및 식사에 따른 위식도역류의 발생에 관한 연구. *소아과* 1997;40:1419-25.
- 28) Singh P, Adamopoulos A, Taylor RH, Colin-Jones DG. Results of simultaneous two level esophageal pH monitoring in patients with gastroesophageal reflux disease and controls. *Gut* 1991;32:A1214.
-