韓國大氣保全學會誌, 第 1 卷
Vol. 1, pp. 17 ~ 23, 1985

사상공단지역내 거주학생들과 대조군의 폐기능 비교

Comparative Pulmonary Function Studies in Students Living in Sa Sang Industrial Area & Control Group

이 강 희 · 박 순 규 · 신 영 기
부산대학교 의과대학 내과학교실

Kang Hi Lee, M.D., Soon Kew Park, M.D., Young Kee Shin, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine,
Pusan National University, Pusan, Korea

ABSTRACT

In order to study the effect of air pollution on the ventilatory function of lung, pulmonary function studies were carried out in middle school students (male) living in Sasang industrial area more than 10 years, and were compared with those of control group.

The following results were obtained;

1. Lung capacities were normal in observed & control group, and were not significantly different between two groups.
2. The respective parameters of ventilatory function test of observed group were smaller than that of control group, but FVC, FEV_1, FEV_1/FVC, FEF25-75%, Vmax50, MVV of two groups were normal.
3. PEFR, Vmax25, Vmax75 of observed group were significantly decreased, and there were statistically significant differences between two groups in FEF25-75% ($p<0.01$), Vmax25 ($p<0.05$), Vmax50 ($p<0.01$), Vmax75 ($p<0.05$), PEFR ($p<0.05$) and MVV ($p<0.02$).

1. 서 론

현대산업 특히 공업의 발전에 의한 대기오염으로 야기되는 공해는 환경위생학상 중요한 문제로 다루어져 왔으며 최근 우리나라에서도 급속한 경제 발전과 더불어 도시 공업지역에서 당면하게 된 환경오염은 점차 심각해져 선진 제국에서와 마찬가지로 현대 산업사회가 인간의 생존을 위하여 해결해야 할 커다란 과제로 대두되어 왔음은 주지의 사실이라 하겠다.

세계보건기구(WHO)는 대기오염을 "대기중에 인공적으로 오염물질이 발생하여 그 양, 농도, 지속 시간이 그 지역 주민중 상당히 많은 사람들에게 불쾌감을 주거나 또는 광범위한 지역에 대해서 공중 보건상 위해를 미치게 하거나 동물, 식물의 생활을 방해하는 상태"라고 정의하며 대기오염을 일으키는 주된 원인물질로는 매연,

아황산 가스, 일산화탄소, 분진, 비분 등이 지적되고 있다.[1)-6)]

대기오염에 의한 피해는 인간의 건강을 해치는 직접적인 피해는 물론 경제적 및 사회적 간접피해 등 실로 광범위하다 하겠으며, 오염물질이 인체에 미치는 영향으로는 각종 호흡기 질환[6)]을 포함하여 안 및 비질환을 증가시키며 성장기의 어린이에게는 신체 각 부위의 발육부진 및 구루병 등의 요인이 된다고 한다.[3)]

저자들은 대기오염의 인체에 대한 피해중 호흡기계에 미치는 영향을 추구하고자 대기오염이 비교적 심할 것으로 추측되는 부산시내 사상공단 지역내에서 장기간 거주한 학생들을 대상으로 폐기능 검사를 실시하고 이를 비공해지역으로 볼 수 있는 경남 김해군 장유면 학생들과 비교 관찰하였기에 그 성적을 보고하는 바이다.

2. 관찰대상 및 방법

2.1 관찰대상

관찰 대상은 공장 등이 밀집되어 있어서 대기오염이 비교적 심할 것으로 추정되는 부산직할시 북구 사상공단내의 사상중학교 2학년 학생중 이 지역내에서 10년 이상 장기 거주한 19명을 관찰군으로 하였고, 대조군으로는 비공해 지역일 것으로 추정되는 경남 김해군 장유면 장유중학교 2학년 학생 24명을 대상으로 하였다.

작업 또는 흡연이 폐기능에 미치는 영향을 배제하기 위하여 중학생들을 관찰 대상으로 하였으며, 호흡기 질환은 물론 기타 신체 질환의 현증 또는 과거력이 있는 학생은 관찰 대상에서 제외하였다.

양 군의 거주지 상황과 신체 조건은 각각 〈표 1, 2〉와 같다.

〈표 1〉 **Living Status of Subjects**

No.	Residence	Duration of residence (yrs) (Mean ±S.D.)
Sasang 19	Samrak-Dong, Buk-Ku, Pusan Goebup-Dong, Buk-Ku, Pusan Dukpo-Dong, Buk-Ku, Pusan	12.0±2.0
Kimhae 24	Jangyu-Myun, Kimhae	13.9±0.28

〈표 2〉 **Physical Charatenstics of Subjects**

	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
Sasang	14.0±0.94	155.26±8.80	43.68±7.30
Kimhae	13.9±0.28	150.04±7.30	38.13±5.46

2.2 관찰방법

Gould (미국)회사 제품인 "SRL 1000Ⅳ Computerized Pulmonary Function Laboratory"를 사용하여 부산대학교 의과대학 부속병원 폐기능검사실에서 폐용량 및 노력성 환기 검사법 등의 폐기능 검사를 실시하였으며, 폐기능 검사는 식후 약 2시간후 최소한 30분간의 안정을 시킨 뒤 검사방법을 충분히 설명하고 피검자로 하여금 폐용량은 좌위에서 그리고 노력성 환기검사는 입위에서 시행하였다.

본 관찰에서는 폐기능 검사에 이용된 "SRL 1000Ⅳ Computerized Pulmonary Function Laboratory"에 기억된 Goldman, Morris, Koly 등이[7)]제안한 추정 정상치를 그대로 이용하였으며, 계측치의 각 부분은 t-검정을 실시하여 양군의 검사 결과의 차이에 대한 유의성을 검토하였다.

본고에서는 참고문헌 위에 제시한 약어를 사용하였다.

3. 관찰 성적

3.1 폐용량

전폐용량은 관찰군에서 3.64±0.95ℓ, 대조군에서 3.90±1.08ℓ로 추정 정상치에 대한 비율은 각각 88.65±21.35% 및 99.22±23.89%였다〈표 3〉.

〈표 3〉 **Total Lung Capacity (L)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	3.64±0.95	4.13±0.52	88.65±21.35
Kimhae	3.90±1.08	3.91±0.38	99.22±23.89
P value			N. S.

폐확량은 관찰군에서 3.33±0.65ℓ, 대조군에서 3.16±0.68ℓ로 추정 정상치에 대한 비율은 각각 95.05±10.60%및 102.00±18.24%였다〈표 4〉.

〈표 4〉 **Vital Capacity (L)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	3.33±0.65	3.48±0.44	95.05±10.60
Kimhae	3.16±0.68	3.11±0.39	102.00±18.24
P value			N. S.

기능적 잔기량은 관찰군에서 1.54±0.34ℓ, 대조군에서 1.62±0.64ℓ로 추정 정상치에 대한 비율은 각각 79.29±14.60% 및 88.00±29.50%였다〈표 5〉.

〈표 5〉 **Functional Residual Capacity (L)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	1.54±0.34	1.94±0.25	79.29±14.60
Kimhae	1.62±0.64	1.82±0.19	88.00±29.50
P value			N. S.

즉, 폐용량은 양 군에서 모두 정상범위내에 있었으며 통계학적으로도 양 군에서 유의한 차이를 인정할 수 없었다.

3.2 노력성 환기 검사법

노력성 폐활량은 관찰군에서 3.33±0.65ℓ/sec, 대조군에서는 3.02±0.54ℓ/sec였으며 추정 정상치에 대한 비율은 각각 111.84±12.49% 및 114.08±14.91%였다〈표 6〉.

〈표 6〉 **FVC (L)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	3.33±0.65	2.96±0.37	111.84±12.49
Kimhae	3.02±0.54	2.65±0.33	114.08±14.91
P value			N. S.

노력성 호기량 1초치는 관찰군에서 2.89±0.57 ℓ, 대조군에서는 2.73±0.47ℓ였으며 추정 정상치에 대한 비율은 각각 109.00±13.77% 및 117.55±11.40%였다〈표 7〉.

〈표 7〉 **FEV (L)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	2.89±0.57	2.63±0.39	109.00±13.77
Kimhae	2.73±0.47	2.32±0.30	117.55±11.40
P value			N. S.

폐활량에 대한 노력성 호기량 1초치의 비율은 관찰군에서 85.63±8.38%, 대조군에서 88.50±4.97%였으며 추정 정상치에 대한 비율은 각각 97.45±9.76% 및 99.96±5.86%였다〈표 8〉.

〈표 8〉 **FEV_1 / FVC (%)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	85.63±8.38	87.90±0.74	97.45±9.76
Kimhae	88.50±4.97	88.54±0.66	99.96±5.86
P value			N. S.

최대 중간 호기류량은 관찰군에서 3.12±0.93 ℓ/sec, 대조군에서 3.34±0.72 ℓ/sec였고 추정 상치에 대한 비율은 각각 79.68±19.87% 및 96.63±17.62%였다〈표 9〉.

〈표 9〉 **FEF 23~75% (L/sec)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	3.12±0.93	3.89±0.52	79.68±19.87
Kimhae	3.34±0.72	3.46±0.46	96.63±17.62
P value			P < 0.01

최대 호기류 속도는 관찰군에서 4.83±1.36ℓ/sec, 대조군에서 4.99±1.22ℓ/sec였으며, 추정 정상치에 대한 비율은 각각 71.42±15.65% 및 82.54±17.84%였다〈표 10〉.

〈표 10〉 **PEFR (L/sec)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	4.83±1.36	6.62±0.68	71.42±15.65
Kimhae	4.99±1.22	6.04±0.61	82.54±17.84
P value			p<0.05

폐활량 25%를 호출했을 때의 기류 속도(Vmax 25)는 관찰군에서 4.46±1.23ℓ/sec, 대조군에서 4.72±1.21ℓ/sec였으며, 추정 정상치에 대한 비율은 각각 73.11±15.33% 및 84.46±19.43%였다〈표 11〉.

〈표 11〉 **FEF 25% (L/sec)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	4.46±1.23	6.07±0.62	73.11±15.33
Kimhae	4.72±1.21	5.58±0.55	84.46±19.43
P value			p < 0.05

폐활량 50%를 호출했을 때의 기류 속도(Vmax50)는 관찰군에서 3.45±1.12 ℓ/sec, 대조군에서 3.97±0.83 ℓ/sec였으며, 추정 정상치에 대한 비율은 각각 81.58±23.14% 및 102.67±17.11%였다〈표12〉.

〈표 12〉 **FEF 50%(L/sec)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	3.45±1.12	4.18±0.44	81.58±23.14
Kimhae	3.97±0.83	3.81±0.40	102.67±17.11
P value			p〈0.01

폐활량 75%를 호출했을 때의 기류 속도($\dot{V}$max75)는 관찰군에서 1.89±0.68 ℓ/sec, 대조군에서 2.02±0.49 ℓ/sec였으며 추정 정상치에 대한 비율은 각각 71.58±23.06% 및 86.35±18.88%였다〈표13〉.

〈표 13〉 **FEF 75%(L/sec)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	1.89±0.68	2.55±0.28	71.58±23.06
Kimhae	2.02±0.49	2.32±0.25	86.35±18.88
P value			p〈0.05

최대 환기량은 관찰군에서 100.68±24.36 ℓ/min, 대조군에서 103.04±18.82 ℓ/min였으며, 추정 정상치에 대한 비율은 각각 100.16±17.66% 및 114.00±16.17%였다〈표14〉.

〈표 14〉 **MVV(L/min)**

	Act.	Pred.	% Pred.
Sasang	100.68±24.36	99.84±11.15	100.16±17.66
Kimhae	103.04±18.82	90.26±9.90	114.00±16.17
P value			p〈0.02

즉, 환기 기능 검사의 각 매개 변수에서 관찰군은 대조군에 비하여 낮은 관찰치를 보였으나 노력성 폐활량, 노력성 호기량 1초치, 노력성 폐활량에 대한 노력성 호기량, 조치의 비율, 최대 중간호기류량, $\dot{V}$max50, 최대 환기량 등은 양 군 모두 정상범위내에 있었다. 그러나 최고 호기류 속도, $\dot{V}$max25, $\dot{V}$max75 등은 관찰군에서 저하되어 있었고, 양 군 사이에 통계학적으로 유의한 차이가 있었던 경우는 최대 중간 호기류량($p<0.01$), $\dot{V}$max25 ($p<0.05$), $\dot{V}$max50 ($p<0.01$), $\dot{V}$max75 ($p<0.05$), 최고 호기류 속도($p<0.05$) 및 최대 환기량($p<0.02$) 등이었다.

4. 고 찰

최근 대기 오염이 인간의 건강에 미치는 영향에 대한 관심이 점차 높아지고 있으며, 호흡기계는 대기오염에 의해 가장 심한 피해를 받게 되는 장기이다. 특히 현대 의학은 질병의 예방에 더 중요한 의의를 두고 있으므로 대기오염에 의한 폐기능의 변화에 관한 추구는 공중 보건의 측면에서 볼 때 중요한 과제로 제시되고 있다.[8)-11)]

오염물질에 의한 호흡기계의 장애로는 비특이성 상부 호흡기 질환과 만성 기관지염, 폐기종 및 기관지천식 등의 만성 폐쇄성 질환, 급성 폐감염증, 폐암의 발생, 성장기에 있는 소아에 있어서 폐의 정상발육 부전, 반복적 혹은 만성 폐질환 등이 지적되고 있다.[8)]

Douglas 등[12)] 및 Colley 등[13)]은 오염상태가 심한 지역에서 생활하는 어린이에서는 저오염 지역 거주자와 비교하여 폐감염증의 빈도가 3배라고 하였으며 감염에 대한 감수성 증가의 원인으로 섬모 작용의 저하[14)], 폐포 대식 세포의 살균능력의 저하[15)] 등이 제시되고 있다. 또한 고농도의 아황산가스를 흡입하면 기관지 확장을 초래하게 되며, 이는 감염에 대한 감수성을 증가시키며 이런 자극이 장기간 지속되면 만성 폐질환의 원인이 된다고 한다.[16)]

Valic 등[5)]은 모직 공장에서 10년 이상 장기 취업자는 10년 이하의 근무자에 비해 만성 기도 질환의 증상의 빈도가 현저히 높다고 하였다. 그러나 대기 오염은 이와 같이 호흡기 질환의 빈도를 증가시킬 뿐만 아니라 생리적 폐기능에도 장애를 초래하며, 만성 폐질환을 가진 환자에서는 그 경과를 악화시킨다고 한다.[17)]

분진에 의한 대기 오염이 기도에 영향을 미쳐 병적 변화를 초래하는 부위는 분진의 크기에 따라서 주기관지(2.0μ~50.0μ), 종말 세기관지(0.01μ~2.0μ), 폐포(0.01μ~0.05μ)에 각각 병변을 일으킨다고 하나 현대 도시의 공기중에는 비교적 크기가 작은 분진이 많으므로 일차적 병변부위는 주로 세소기도라고 알려져 있다.[18)19)]

오염 물질에 노출된 상태에서 장기간 생활하게 되면 임상 증상이 나타나기 전부터 호흡기계의 기능적 혹은 해부학적 변화가 선행된다[18)]고 하며 이런 오염 물질에 의한 기관지의 초기 변화는 직접적인 기관지 수축, 기관지의 점액 분비 증가, 점액선 세포의 비대, 급성 염

증 등의 가역성 변화가 지적되고 있으며, 만성적 변화로는 반복적 감염, 점진적인 폐실질의 손상 등에 의한 폐용압율의 증가 및 폐탄성 반동의 감소 등의 비가역성 변화가 일어난다고 한다.[20] 이들 변화는 기도 저항 증가의 요인이 되며 Surfactant의 기능 장애를 일으키고 폐포 대식세포에서 단백분해효소의 분비를 증가시켜 세소기도의 폐색성 변화가 초래된다고 한다.[6]

이와 같이 대기 오염으로 인하여 폐기능의 변화 또는 각종 폐질환이 유래되나 그 초기에는 주로 세소기도의 장애에 국한되므로 이 시기에는 이들 변화를 임상적으로 판단하기는 어렵고, 질병 진단에 보조적 역할을 할 뿐만 아니라 건강인의 생리적 기능 판정에도 중요한 의의를 가지는 각종 폐기능 검사를 통하여 병변의 유무와 정도를 파악하게 된다.

폐기능 검사는 대별하여 환기 기능, 관류 상태 및 가스 교환 능력 검사 등으로 구분되며[21], 이 중 대기 오염의 기도에 대한 일차적 영향은 주로 폐 환기 기능 장애이므로 초기의 폐기능 장애를 평가하는 데는 우선 환기 기능 검사가 적용된다고 하겠다.

전술한 바와 같이 대기 오염에 의한 호흡기계의 초기 변화로 세소기도의 저항 증가가 중요시되고 있지만, 세소기도는 총기도 저항의 아주 작은 부분에 관여하므로[18] 초기 말초 기도 폐색의 추구에 동적 폐용압율 등이 예민한 검사로 추천되고 있으나 이는 통상의 검사법으로 이용되기는 어려운 점이 많으므로 노력성 호기량 1초치, 최대 중간 호기류량, Closing volume 등이 비교적 예민한 환기 기능 검사로 임상에서 널리 이용되고 있다.[22]

노력성 폐활량은 환기 기능 생리의 이해, 환기 장애의 병형의 감별 등에 응용되며 특히 노력성 호기량 1초치는 최대 중간 호기류 속도 검사와 함께 기도 폐색의 조기 진단, 즉 세소기도의 병변을 찾아내는데 많은 도움이 된다고 한다.[24]

또한 최대 호기류량-용적 곡선의 분석으로는 기도의 기계적 성질의 파악 및 각 폐활량 수준에서 호기류 속도의 감소에 대한 정량적인 정보를 얻을 수 있다고 하겠다. 즉, high lung volume에서의 최대 호기류 속도는 주로 근력에 의해 좌우되는 노력 의존성 부분으로 대기도, 즉 중심기도의 기능을 나타내며, Low lung volume에서의 최대 호기류 속도는 폐의 기계적 특성에 의해 좌우되는 비노력 의존성 부분으로 세소기도, 즉 말초기도의 폐색성 병변을 추구하는데 유용하다고 한다.[25]-[27]

폐색성 폐질환의 조기 병변은 주로 직경 2㎜ 이하의 세소기도에 발생하므로[18] closing volume의 측정 또한 기도 폐색의 조기 진단에 예민한 검사법으로 강조되고 있는 바,[28] 폐기능 장애의 추적에는 어느 한 가지 검사법보다는 여러가지 검사를 통하여 이를 종합 분석하는 것이 바람직하다 하겠다. 본 관찰에서도 closing volume을 측정하였으나, 측정예가 적어 본고에 포함시키지 못하였음을 유감스럽게 생각한다.

최대 호흡량(환기량)도 폐색성 기도 질환의 초기에는 정상일 때도 있으나 기류에 대한 저항이 중등도 이상일 때는 감소한다고 한다.[29]

Holland 등[30] 및 Lambert 등[31]은 대기 오염이 심한 지역의 거주자에서는 노력성 호기량 1초치가 현저히 감소하였다고 보고하였으며 Zapletal 등[8]은 대기 오염 지역에 거주하는 어린이들을 대상으로 폐기능 검사를 실시하여 약 20%에서 노력성 호기량이 감소함을 관찰하였고, 이들에게 실시한 전폐용량, 기능적 잔기량, 잔기량 등 폐용량은 모두 정상이었으며 노력성 폐활량에 대한 노력성 호기량 1초치의 비율, 기도 저항, 용압율 등도 대부분 정상이었다고 하였다. 그러나 최고 호기류 속도, $\dot{V}max\,25$, $\dot{V}max\,50$ 등은 약 20%에서 비정상치를 보였으며 최대 호기류량-용적 곡선은 폐색성 폐질환시에 볼 수 있는 초기 함몰을 나타내었다고 하였다.

서 등[32]은 공해 지역의 학생이 대조군에 비하여 폐활량 및 노력성 호기량 1초치는 차이가 없었으나, 노력성 폐활량에 대한 노력성 호기량 1초치의 비율 및 최대 환기량은 현저한 차이가 있었다고 보고하였다.

본 관찰에서 전폐용량, 폐활량 및 기능적 잔기량 등 폐용량은 모두 정상범위였으며 통계학적으로도 양군에서 유의한 차이를 볼 수 없었고, 노력성 호기량 1초치 및 노력성 폐활량에 대한 노력성 호기량 1초치의 비율도 모두 정상 범위였다.

한편 최대 중간 호기류량, 최고 호기류 속도, $\dot{V}max\,25$, $\dot{V}max\,50$, $\dot{V}max\,75$ 및 최대 호기량 등은 관찰군이 대조군에 비해 현저한 감소를 보였으며 통계학적으로도 양 군에서 유의한 차이를 인정할 수 있었던 바 이는 공단 지역내 거주학생들의 세소기도 폐색성 환기장애를 시사하는 소견으로 간주된다 하겠다.

그러나 양 지역에서 대기 오염의 정도를 측정하지 못하였고 또 관찰예가 적어서 대기 오염을 그 원인으로 제시하기에는 어렵겠으며 추후 이 방면에 대한 계속적인 추적 조사가 기대된다.

5. 요 약

저자들은 대기 오염이 폐기능에 미치는 영향을 추구하고자 비교적 대기 오염이 심할 것으로 추측되는 사상공단 지역내에 장기간 거주한 학생들을 대상으로 폐기능 검사를 실시하고 이를 대조군과 비교 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 폐용량은 양 군에서 모두 정상 범위내에 있었으며 통계학적으로도 양 군에서 유의한 차이를 인정할 수 없었다.

2. 환기 기능 검사의 각 계측치에서 관찰군은 대조군에 비하여 낮은 관찰치를 보였으나 노력성 폐활량, 노력성 호기량 1초치, 노력성 폐활량에 대한 노력성 호기량 1초치의 비율, 최대 중간 호기류량, $\dot{V}max\,50$, 최대 환기량 등은 양 군 모두 정상 범위 내에 있었다.

3. 최고 호기류 속도, $\dot{V}max\,25$, $\dot{V}max\,75$ 등은 관찰군에서 저하되어 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 인정할 수 있었던 계측치는 최대 중간 호기류량($p<0.01$), $\dot{V}max\,25$ ($p<0.05$), $\dot{V}max\,50$ ($p<0.01$), $\dot{V}max\,75$ ($p<0.05$), 최고 호기류 속도($p<0.05$) 및 최대 환기량($p<0.02$) 등이 있다.

약 어

Act.	: Actual Value
Pred.	: Predicted Value
% Pred.	: Act./Pred. x 100
N.S.	: Not Significant
FEV1	: Forced Expired Volume in 1 sec.
FVC	: Forced Vital Capacity
FEF	: Forced Expired Flow
PEFR	: Peak Expiratory Flow Rate
MVV	: Maximal Voluntary Ventilation

참 고 문 헌

1. Love R G and Muir D C F : Aerosol deposition and airway obstruction. Am Rev Resp Dis, 114: 891, 1976.
2. 김돈균 : 부산 터널의 대기오염 상태와 그 영향에 관한 연구. 부산의대 잡지, 12:11, 1972.
3. 이성관 외 17인 : 예방의학과 공중보건. 2판 pp. 63, 64, 71, 계축문화사, 서울, 1980.
4. Smith T J, Peters J M, Reading J C and Castle C H : Pulmonary impairment from chronic exposure to sulfur dioxide in a smelter. Am Rev Resp. Dis, 116:31, 1977.
5. Valic E J F and Bouhuys A : Effect of wool dust on respiratory function. Am. Rev. Resp Dis, 114: 705, 1976.
6. Bates D V : Air pollutant & the human lung. Am Rev. Resp Dis, 105:1, 1972.
7. 1000 IV Computerized pulmonary function lab. operator's manual. 1981.
8. Zapletal A, Jech Paul T and Samanek M : Pulmonary function studies in children living in an air polluted area. Am Rev Resp. Dis, 107:400, 1973.
9. Ferris B.G. Jr. : Effect of air pollution on school abscences and differences in lung function in first and second grade in Berlin, New Hampshire, January 1966 to June 1967. An. Rev. Resp. Dis, 102:509, 1970.
10. Ferris B.G Jr., Higgins I T T, Higgins M W, Peters J M, Van Ganse W F and Goldman M D : Chronic nonspecific respiratory disease, Berlin, New Hampshire, 1961-1967. Am. Rev. Resp. Dis, 104:232, 1971.
11. Lave L B and Seskin E P : Air Pollution and human health. Science, 169:723, 1970.
12. Douglas J M and Waller R E : Air pollution and respiratory infection in children. Brit Prev Soc Med, 20:1, 1966.
13. Colley J R T and Reid D D : Urban and social origins of childhood bronchitis in England & Wales. Brit Med J, 2:213, 1970.
14. Hilding A C : On cigarette smoking, bronchial carcinoma and ciliary action. N Engl J Med, 254:1155, 1956.
15. Finley T N and Landman A J : Low yield of pulmonary surfactant in cigarette smokers. N Engl J Med, 286:223, 1972.
16. Bates D V and Christe R V : Respiratory function in disease. W B Saunders Co, Philadelphia, p.396, 1964.
17. Oshima Y, Ishizaki T, Miyamoto T, Shimizu T, Shida T, and Kabe J : Air pollution and respiratory disease in the Tokyo-Yokohama area. Am Rev. Resp Dis, 90:572, 1964.
18. Hogg J C, Macklem P T, and Thurlbeck W : Site and nature of airway obstruction in chronic obstructive lung diseases. N Engl J Med, 278: 1355, 1968.
19. McCarthy D S, Spencer R, Greene R and Milic-Emili J : Measurement of "closing volume" as a simple and sensitive test for early detection of

small airway disease. Am J Med, 52:747, 1972.
20. Tockman M, Menkes H, Cohen B, Permutt S, Benjamin J, Ball W C Jr and Tonascia J : A comparison of pulmonary function in male smokers and nonsmokers. Am Rev Resp Dis, 114:711, 1976.
21. Comroe J H, Forster II R E, Dubois A B, Briscoe W A and Carlsen E : The lung. 2nd Ed, Chicago, Year Book Medical Publisher, Inc, 1962.
22. Abboud R T and Morton J W : Comparison of maximal mid-expiratory flow, flow-volume curves and nitrogen closing volumes in patients with mild airway obstruction. Am Rev Resp Dis, 111:405, 1975.
23. Sobol B J, Park S S and Emirgil C : Relative value of various spirometric tests in the early detection of chronic obstructive pulmonary disease. Am Rev Resp. Dis, 107:753, 1973.
24. Petty T L : Pulmonary diagnostic techniques. Lea and Febiger, Philadelphia, 1975.
25. Bass H : The flow volume loop, Normal standards and abnormalities in chronic obstructive pulmonary disease. Chest, 63:171, 1973.
26. Kryger M, Bode F, Antic R and Anthoniseu N : Diagnosis of obstructive of the upper and central airways. Am J Med, 61:85, 1976.
27. Zapletal A, Motoyama E K, Gibson L and Bouhuys A : Pulmonary mechanics in asthma and cystic fibrosis. Pediatrics, 48:64, 1971.
28. Buist A S, Van Fleet D N and Ross B B : A comparison of conventional spirometric tests and the test of closing volume in an emphysema screening center. Am Rev Resp Dis, 107:735, 1973.
29.
30. Holland W W and Reid D D : Urban factor in chronic bronchitis. Lancet, 1:455, 1965.
31. Lambert P M and Reid D D : Smoking and air pollution and bronchitis in Britian. Lancet, 1:853, 1970.
32. 서덕준, 정재화, 김용근, 이상호 : 부산지방 공해지역 학생의 폐 기능에 관한 연구. 부산시 의사회지, 16:25, 1980.