

탄광부 진폐증자의 흉부 방사선 사진상 소음영의 밀도에 따른 혈청 단백 농도 및 전기영동 분획상

근로복지공사 직업병연구소

홍 정 표 · 정 호 근

= Abstract =

Serum Protein Concentrations and Electrophoretic Patterns by Categories of Small Opacity Profusions in Coal Workers' Pneumoconioses

Jeong Pyo Hong, M. P. H., Ho Keun Chung, M. D., Ph. D.

Institute of Occupational Diseases

Korea Labour Welfare Corporation

The concentrations of serum proteins fractions and their electrophoretical patterns were investigated in 135 patients with coal workers' pneumoconiosis who participated in confirmative examination for pneumoconiosis in December 1989. Their radiographical profusions were classified as 1/0 or more. Agarose film and phosphoric acid-sodium hydroxide buffer(pH 8.6) were used for electrophoresis.

Concentration of each protein fractions and electrophoretical patterns seemed to be equivalent to reference values. Serum α_1 - and β -globulin concentrations, however, were significantly different ($p < 0.50$) among categories of small opacity profusions and showed the lowest level in the group of category 1. Albumin concentrations decreased and α_2 -globulin concentrations increased significantly ($p < 0.05$) in the group of complicated with pulmonary tuberculosis. γ -globulin concentrations were not varied by category of profusions nor by pulmonary tuberculosis complication.

Key words: coal workers' pneumoconiosis, serum proteins.

I. 서 론

체액 중에는 많은 종류의 단백질과 단백질 복합체가 혼합되어 생명 현상에 각기 특이적인 기능을 담당하고 있으며, 그 구성은 여러 병리학적 상태에 따라 다양하게 변한다. 그러므로 각종 체액 단백질의 정성, 정량 측정은 생리적인 면에서 단백질의 기능은 물론 질병 연구의 한

방법으로 널리 적용되고 있다. 단백질 구성을 측정하는 기법은 여러 가지가 있으나 임상검사를 위하여 가장 널리 이용되는 방법은 혈청 단백을 전기 영동에 의하여 알부민과 네 개의 글로불린 α_1 -, α_2 -, β -, γ -글로불린의 다섯개 분획으로 분리시켜 관찰하는 것이다.

탄광부 진폐증은 탄광 종사자들이 흡입한 탄 분진이 폐조직의 섬유화 결절 형성을 주 소견으로하는 질환이다. 혈청 단백질 중 이 질환과 관련있는 것으로 알려진 것은

면역글로불린 A와 G 및 자가항체 (Maura 등, 1984; 정호근 등, 1987; 정호근과 홍정표, 1989)와 보체, α_1 -antitrypsin (Hahon 등, 1980) 그리고 ceruloplasmin (Zhicheng 등, 1986)이 있으며 이 단백질성분들은 대조집단에 비하여 탄광부 진폐증에서 혈청 중의 농도나 발견 빈도가 높다고 보고되었다.

그러므로 본 연구는 탄광부 진폐증에 관한 여러 연구에서 보고된 혈청 단백질 성분의 변동이 전기영동 분석상으로 파악이 가능한지를 알아보고자 하였다. 또한 전기영동에 의하여 분리된 네 개의 글로불린 분획은 각각이 서로 이동 속도가 비슷한 여러 종류의 단백질로 형성되므로 특정 글로불린 분획의 변동은 그 분획에 포함되는 한 단백질, 또는 몇 개의 단백질에 의한 것이므로 현재까지 알려지지 않은 탄광부 진폐증과 관련 있는 다른 단백질성분이 있는지를 앞으로 연구하고자 이를 위한 전단계적 연구로 수행하였다. 이것은 탄광부 진폐증의 발생과 관련된 개인적 소질의 연구와 탄광부 진폐증의 진단 지표 개발에 필요한 것이다. 이와같은 연구의 목적을 위하여 탄광부 진폐증자의 혈청단백 전기영동 분석상과 분획별 농도를 소음영 밀도에 따라 조사하였다.

II. 연구방법

1. 대상의 선정

강원도에 소재한 3 개 진폐증 환자 전문 요양기관에서 1989년 11월 한 달 동안 진폐 정밀진단을 수진한 남자 166 명 중 석탄광산에서 재직한 경험이 있거나 현재 재직하고 있으며 시료와 자료의 수집이 가능하였던 135 명을 대상으로 하였다.

2. 조사내용 및 방법

1) 흉부 방사선 사진의 판독

채혈 시점으로부터 4일 이내에 촬영된 흉부 방사선 사진을 방사선과 전문의가 흉부 방사선 사진에 의한 진폐증의 국제 분류(ILO, 1980)에 따라 판독하여 소음영 밀도의 카테고리 0, 1, 2, 3 으로 분류하였고 폐결핵의 합병 여부를 판단하였다.

2) 혈청 단백질 전기영동 분획별 분포 및 농도 측정

(1) 혈청의 분리 및 보관

공복시에 채혈한 혈액을 원심 분리하여 얻은 혈청을

분석시까지 -70°C 이하 에서 보관하였다.

(2) 전기영동 재료 및 방법

① 재료

- 지지체 : Agarose

- 완충액 : Phosphoric acid-sodium hydroxide (pH

8.6) 완충액 (PHAB)

- 염색액 : Amido black 10B (dis-azo acid)+5% 아세트산 용액

- 영동 및 판독 장치 : Corning 710 fluorometer / densitometer

② 방법

Agarose 지지체에 혈청 0.6 μl 를 분주하여 90 volt 전압으로 35 분간 전기영동 시키고 지지체를 염색 및 고정한 다음 5% 아세트산 세척액에 넣어 여분의 염색액을 제거하였다. 그 다음 이 지지체를 건조시켜서 520 nm 에서 각 분획의 분포를 측정하였다.

(3) 단백질 농도 측정

생화학분석기로 총 단백질량을 구하고, 전기영동에 의하여 얻은 각 단백질 분획의 백분율로 총 단백질에 대한 분획별 절대량을 산출하였다.

3. 통계분석

소음영 밀도와 폐결핵 합병 여부에 따른 각 단백질 분획의 농도의 차이를 각각 1 요인 분산분석과 t-검정으로 유의성을 검정하였다. 또한 1 요인 분산분석 결과 집단 간에 평균값의 차이가 유의한 경우에는 수정된 최소유의적차이(modified least significant difference) 검정으로 다중비교하였다.

III. 결 과

1. 조사대상

1) 일반적 사항

조사대상의 평균 연령은 51.7 세 였으며 석탄광산에서의 평균 근무기간은 19.6 년이었다.

조사대상 중 소음영 밀도의 카테고리가 0인 예는 없었으며 카테고리 1이 55 명, 2는 59 명이었고 카테고리 3으로 분류된 사람은 21 명이었다. 또한 35 명이 폐결핵 합병 소견이 있었으며 이 가운데 3 명은 활동성 결핵 소견을 보였다(표 1).

Table 1. Characteristics of subjects

Characteristics	Cases	%	Mean \pm standard deviation
Age(years)			51.7 \pm 7.34
\leq 39	4	3.0	
40 - 49	45	33.3	
50 - 59	67	49.6	
60 \leq	19	14.1	
Duration of exposure(years)			19.6 \pm 6.83
\leq 9	9	6.7	
10 - 19	59	43.7	
20 - 29	52	38.5	
30 \leq	15	11.1	
Categories of profusion			
1	55	40.7	
2	59	43.7	
3	21	15.6	
Pulmonary tuberculosis			
Absent	100	74.1	
Inactive	32	23.7	
Active	3	2.2	
Total	135	100.0	

2. 혈청 단백 전기영동 분획상 및 농도

조사대상 전체의 혈청 중 총 단백 농도는 평균 70.7 g/L였으며 알부민 농도는 42.6 g/L였고 글로불린 영역의 각 분획별 농도는 α_1 -글로불린이 2.3 g/L, α_2 -글로불린은 6.4 g/L, 그리고 β -글로불린과 γ -글로불린 농도는 각각 6.7 g/L와 12.7 g/L였다. 따라서 글로불린에 대한 알부민의 비는 1.53 배였다(표 2). 또한 조사대상의 일반적인 단백 분획 densitogram은 그림 1과 같다.

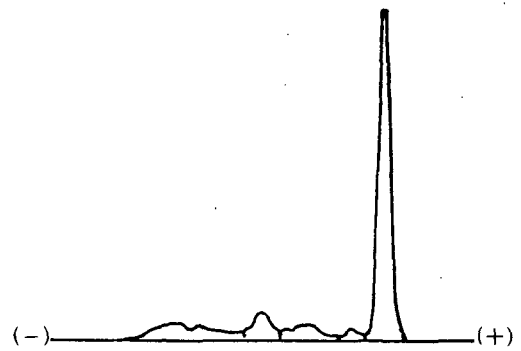


Figure 1. Electrophoretic densitogram of serum proteins in subjects

Table 2. Electrophoretic distributions and concentrations of serum proteins in subjects

	Albumin ⁺	Globulin ⁺				Total
		α_1	α_2	β	γ	
Distribution(%)	60.3 \pm 3.97	3.2 \pm 0.64	9.1 \pm 1.86	9.5 \pm 1.97	17.9 \pm 3.07	100.0
Concentration(g/L)	42.6 \pm 4.47	2.3 \pm 0.40	6.4 \pm 1.38	6.7 \pm 1.44	12.7 \pm 2.78	70.7 \pm 6.32

N=135, albumin / globulin=1.53

⁺ Mean \pm standard deviation

3. 소음영 밀도에 따른 혈청 단백 분포

소음영의 밀도에 따라 각 단백 분획의 농도를 비교하고 1 요인 분산분석으로 검정하였다(표 3). 알부민 농도는 카테고리 1과 2에서 각각 42.8 g/L, 43.0 g/L로 거의 비슷하였으나 카테고리 3에서는 41.1 g/L로 다소 낮았다. 그러나 세 집단 간의 평균 농도의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. α_1 -글로불린 농도는 카테고리 1 집단에서 2.2 g/L로 가장 낮았으며 카테고리 2에서 2.4 g/L, 카테고리 3에서 2.3 g/L로 카테고리 2에서 가장 높았으며, α_2 -글로불린 농도는 카테고리 1과 3에서는 모두 6.3 g/L로 같았고 카테고리 2에서는 6.5 g/L였다. 또한 β -글로불린 농도는 카테고리 1에서 6.3 g/L로 가장 낮았고 카테고리 2와 3 집단에서는 각각 7.0 g/L, 6.8 g/L였다. γ -글로불린 농도는 카테고리 1에서 12.3 g/L, 2에서 13.1 g/L, 3에서 12.6 g/L로 카테고리 1에서 가장 낮았다. 세 카테고리

집단 간에 각 글로불린의 평균 농도의 차이를 검정한 결과 α_2 -글로불린과 γ -글로불린은 세 집단 간에 유의한 차이가 없었으며 ($p > 0.05$), α_1 -글로불린과 β -글로불린 농도는 카테고리 집단 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.05$) 수정된 최소유의적차이 검정으로 다중 비교한 결과 두 분획 모두 카테고리 1 집단과 카테고리 2 집단 간의 차이가 유의하였다.

4. 폐결핵 합병 소견에 따른 혈청 단백 분포

흉부 방사선 사진 소견상 폐결핵의 합병 유무에 따라 각 단백 분획별 평균 농도를 비교한 결과 알부민 농도만 폐결핵 유소견 집단에서 낮았고 α_1 -, α_2 -, 그리고 β -글로불린 농도는 모두 유소견 집단에서 높았다(표 4). 두 집단 간에 각 분획별 평균 농도의 차이를 검정한 결과 알부민, α_1 -, α_2 -글로불린 농도가 유의하였다 ($p < 0.05$). 또한 γ -글로불린 농도는 두 집단 모두 12.7 g/L로 같았다.

Table 3. Serum protein concentrations by categories of profusions

Categories	Cases	Albumin(g/L)*	Globulin(g/L)†			
			α_1	α_2	β	γ
1	55	42.8 ± 4.72	2.2 ± 0.36	6.3 ± 1.37	6.3 ± 1.56	12.3 ± 2.73
2	59	43.0 ± 4.28	2.4 ± 0.43 ^a	6.5 ± 1.31	7.0 ± 1.39 ^a	13.1 ± 2.50
3	21	41.1 ± 4.18	2.3 ± 0.33	6.3 ± 1.60	6.8 ± 0.99	12.6 ± 3.56
Total	135	42.6 ± 4.47	2.3 ± 0.40	6.4 ± 1.38	6.7 ± 1.44	12.7 ± 2.78
F-value		1.53	4.15*	0.36	3.09*	1.22

* Mean ± standard deviation

† p < 0.05

^a Significantly different from that of category 1 group.

Table 4. Serum protein concentrations by pulmonary tuberculosis complication

Pulmonary tuberculosis	Cases	Albumin(g/L)*	Globulin(g/L)†			
			α_1	α_2	β	γ
Absent	100	43.2 ± 4.05	2.2 ± 0.33	6.3 ± 1.25	6.5 ± 1.24	12.7 ± 2.88
Present	35	40.9 ± 5.24	2.4 ± 0.53	6.9 ± 1.60	7.0 ± 1.68	12.7 ± 2.51
Total	135	42.6 ± 4.47	2.3 ± 0.40	6.4 ± 1.38	6.7 ± 1.44	12.7 ± 2.78
t-value		2.63*	-2.87*	-2.02*	-1.34	-0.04

* Mean ± standard deviation

† p < 0.05

IV. 고 찰

본 연구의 대상은 대부분 광산에서의 근무기간의 10년 이상이며 40대 이상의 연령층이었고 흉부 방사선 사진 소견상 소음영의 밀도는 모두가 1/0이상 이었다. 그러므로 일반집단에서의 혈청 단백에 관한 연구 결과와 비교할 경우 본 연구 대상의 연령이 비교적 높은 편일 것이며, 따라서 알부민의 분포나 농도가 저하되었을 가능성이 있다.

조사대상 전체의 혈청 총 단백 농도는 70.7 ± 6.3 (평균 \pm 표준편차) g/L였으며 글로불린에 대한 알부민의 비(A/G 비)는 1.53으로 정상 혈청 중의 총 단백 농도 범위인 64.0 ~ 86.0 g/L와 A/G 비의 정상 범위인 1.5 ~ 2.5구간(이귀녕, 1986) 내에 속하였다.

조사대상 전체의 각 분획별 평균 농도는 알부민이 42.6 g/L였고, α_1 -글로불린이 2.3 g/L, α_2 글로불린은 6.4 g/L였으며 β -글로불린과 γ -글로불린은 각각 6.7 g/L, 12.7 g/L로 표 5에 제시한 분획별 정상 참고치(이귀녕, 1986)와 비교하였을 때 알부민과 모든 글로불린 분획의 농도는 모두 정상 범위 내에 있었다.

알부민 농도는 소음영의 밀도에 따라서는 유의한 차이가 없었으나 탄광부 진폐증자의 폐결핵 합병 소견 유무에 따라서는 합병이 있는 경우 40.9 g/L로 합병이 없는 집단의 43.2 g/L에 비하여 유의하게 낮았다. 각종 질환에서 알부민의 농도가 보편적으로 감소하는 것과 마찬가지로 탄광부 진폐증자에서도 폐결핵이 합병되는 경우 혈청 알부민 농도는 감소하는 것으로 보인다.

혈청을 전기영동하였을 때 α_1 -글로불린 분획으로 이

동하는 주요 단백성분은 α_1 -fetoprotein, α_1 -acid glycoprotein, α_1 -lipoprotein 등이다. α_1 -fetoprotein과 α_1 -lipoprotein은 주로 감염이나 간암 등에서 증가하고 드물게는 폐암의 경우에서도 증가하며(Tietz, 1983), α_1 -acid glycoprotein과 α_1 -antitrypsin은 염증성 질환에서 증가하는데 특히 α_1 -antitrypsin은 일반 인구의 결핵 감염에 의하여 증가할 뿐만 아니라(Yemul 등, 1983; Chawhan 등, 1984) 폐결핵 합병 증상이 있는 탄광부 진폐증자는 더욱 증가한다(차봉석 등, 1990). 본 연구에서 α_1 -글로불린 분획의 농도는 폐결핵 합병 유소견 집단에서 유의하게 높았으며, 소음영 밀도의 카테고리에 따라 유의한 차이가 있었는데 카테고리가 1인 경우 2.2 g/L, 2인 경우 2.4 g/L, 3인 경우 2.3 g/L로 소음영 밀도의 카테고리가 2, 3인 경우 카테고리 1에 비하여 높았다. 이 결과는 폐결핵 감염 및 염증성 질환과 관련이 있으며 진폐증과 관련이 있는 α_1 -antitrypsin과 α_1 -acid glycoprotein의 증가에 의한 것으로 추측된다.

α_2 -글로불린 분획은 폐결핵 합병 소견 유무와 유의한 관련이 있었으며 폐결핵 유소견 예에서 농도가 높았으나 소음영의 밀도에 따라서는 유의한 차이가 없었다. 혈청의 전기영동시 α_2 -글로불린 구획으로 이동되는 단백 성분 중 주요한 것은 ceruloplasmin, haptoglobin, α_2 -macroglobulin 등이다. ceruloplasmin은 간에서 합성되며 동을 결합하여 운반하며 급성반응이나 만성 감염증에서 증가하고(Sass-Kortsak, 1965) 진폐증에서도 증가한다(Zhicheng 등, 1986). 또한 haptoglobin은 급만성 감염증과 활동성 자가 면역성 질환에서 증가하고(Javid, 1982) α_2 -macroglobulin의 증가는 주로 간질환에서 나타난다(Tietz, 1982). 따라서 폐결핵이 합병된 탄광부 진폐증자에서 α_2 -글로불린 농도가 증가한 것은 ceruloplasmin이나 haptoglobin의 염증 반응에 의한 증가와 관련 있을 것으로 생각된다. 그러나 진폐증에서도 증가하는 ceruloplasmin이 포함되는 α_2 -글로불린 분획이 소음영의 밀도에 따라 차이가 없었던 이유는 이 분획을 α_2 -macroglobulin과 haptoglobin이 주로 차지하고 있으므로 ceruloplasmin 농도의 변화가 α_2 -글로불린 분획 전체 농도 변화에는 반영되지 않은 때문(Tietz, 1982)으로 보인다.

β -글로불린 분획은 음영의 밀도와 유의한 관련이 있었다. 음영의 밀도에 따라 β -글로불린 농도는 카테고리가 1인 경우 6.3 g/L, 2인 경우 7.0 g/L, 그리고 카테고리 3인 경우 6.8 g/L로 카테고리 1인 예에서 가

Table 5. Electrophoretic distributions and concentrations of serum proteins

Fraction	Distribution of total protein(%)	Concentration(g/dl)
Albumin	52.0 - 68.0	3.6 - 5.0
α_1 -globulin	2.4 - 5.3	0.1 - 0.4
α_2 -globulin	6.6 - 13.5	0.5 - 1.0
β -globulin	8.5 - 14.5	0.6 - 1.2
γ -globulin	10.7 - 21.0	0.6 - 1.6

Source : 이귀녕. 혈청 단백질의 EP 및 IEP 상, 서울, 여문각, 1987

장 낮았다. β -글로불린은 알부민과 마찬가지로 여러 질환에서 대부분 감소하며 Hemopexin, transferrin, β -lipoprotein 등이 분획의 주요 성분이다. β -글로불린 분획의 주요 구성 성분인 β -lipoprotein 농도의 증가는 선천적이거나 후천적인 hyperlipoproteinemia에서 나타나며 hemopexin 은 종양이나 당뇨병에서 증가할뿐 대부분의 질환에서 감소한다. 또한 transferrin이 증가하는 경우는 주로 만성 철 결핍성 빈혈에서 나타나며 악성 종양이나 급만성 감염증 등, 대부분의 질환에서 감소한다 (Tietz, 1983). 음영의 밀도가 높은 집단에서 β -글로불린의 농도가 증가된 이유는 불명확하나 β -글로불린 분획을 구성하는 단백질의 하나인 보체 C₃ 농도가 탄광부 진폐증에서 증가한다고 하므로 (Hahon 등, 1980) 이 성분의 증가에 의한 것으로 추측된다.

γ -글로불린 분획은 소음영의 밀도나 폐결핵 합병 소견의 유무와 모두 유의한 관련이 없었다. 탄광부 진폐증에서 면역글로불린 A와 G의 혈청 중 농도가 증가하는 점 (Hahon 등, 1980; Maura 등, 1984; 정호근 등, 1987) 과 진폐증에서 발견 빈도가 높은 류마티스 인자나 항핵항체 (Lippman 등, 1973; Souter 등, 1974; Pearson 등, 1981; Boyd 등, 1982; 정호근과 홍정표, 1989)는 면역 글로불린 M의 농도를 증가시킨다는 점 (홍정표, 1988)을 고려할 때 면역 글로불린으로 구성되는 γ -글로불린 분획의 분포나 농도가 흉부 방사선 소견상 진폐증의 정도에 따라 차이가 있을 것으로 기대되었으나 소음영 밀도의 정도에 따라 유의한 차이가 없었던 것은 본 연구자들의 이전의 연구 (1987)에서 탄광부 진폐증자의 면역 글로불린 A는 대조군과는 차이를 보였으나 음영의 밀도에 따라서는 차이가 없었던 점을 감안할 때 소음영의 밀도와 면역 글로불린 농도 간의 상관성이 적기 때문으로 보인다.

본 연구에서 정상 대조집단에 관한 분석은 없었으므로 정상 집단과 탄광부 진폐증자의 혈청 단백질 전기영동 분획상 및 분획별 농도를 직접 비교할 수는 없었다. 그러나 본 연구에서 얻은 결과를 기존의 연구 결과와 비교할 때 각 단백질의 분포는 정상 구간에 있으므로 진단의 참고자료로서 중요한 정보를 제공하지 못할 것으로 생각된다. 그러나 흉부 방사선 사진 소견상 진폐의 정도와 유의한 관련이 있었던 α_1 -글로불린과 β -글로불린 분획의 구성 성분중 어느 성분이 구체적으로 관련이 있는지를 밝히기 위하여 혈청 단백질의 면역 전기영동상에

대한 연구가 보완될 필요가 있으며 더 세부적으로 α_1 -글로불린 분획의 구성 성분, 즉 α_1 -antitrypsin, α_1 -lipoprotein 등과 β -글로불린 분획의 구성 단백질인 transferrin, β -lipoprotein, hemopexin, 그리고 보체 등에 관한 연구가 필요하리라고 본다.

V. 요약 및 결론

본 연구는 탄광부 진폐증에서 혈청 단백질 전기영동 분획상과 소음영 밀도의 카테고리 및 폐결핵 합병유무에 따라 각 단백질 분획별 농도의 차이를 알아보려고 1989년 11월 한 달 동안 강원도에 소재한 3개 진폐증환자 전문요양기관에서 진폐 정밀진단을 수진한 남자 135 명을 대상으로 조사하였다.

혈청 단백질 전기영동은 agarose 지지체를 이용하여 pH 8.6의 완충액 (PHAB)에서 35 분간 전기영동을 시킨 후 분획별 분포의 %를 구하고 총단백 농도를 측정하여 분획별 절대농도를 산출하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조사대상의 혈청 단백질 전기영동 분획상은 정상적인 양상을 보였다.
2. 혈청 알부민 농도는 폐결핵 합병 유소견군에서 유의하게 낮았으나 ($p < 0.05$) 소음영 밀도에 따라서는 유의한 차이가 없었다.
3. α_1 -글로불린 농도는 소음영의 밀도 및 폐결핵 합병 여부에 따라 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.05$) 카테고리 1에서 가장 낮았고 폐결핵 유소견 집단에서 높았다.
4. α_2 -글로불린 농도는 폐결핵 합병 유소견군에서 유의하게 높았으나 ($p < 0.05$) 소음영 밀도에 따라서는 유의한 차이가 없었다.
5. β -글로불린 농도는 소음영의 밀도에 따라 유의한 차이가 있었으며 ($p < 0.05$) 카테고리 1에서 가장 낮았다. 그러나 폐결핵 합병 소견 유무에 따라서는 유의한 차이가 없었다.
6. γ -글로불린 분획의 농도는 소음영 밀도의 카테고리나 폐결핵 합병 소견 유무에 따라 유의한 차이가 없었다.

결론적으로 탄광부 진폐증자의 혈청 단백질 전기영동상은 기존 연구 결과의 정상 구간에 포함되므로 진폐증

진단에 직접적인 정보를 제공하지 못할 것으로 생각되며, 흉부 방사선 사진 소견상 진폐증의 정도와 유의한 관련이 있는 α_1 -글로불린 분획과 β -글로불린 분획의 구성 성분에 관한 앞으로의 구체적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 이귀녕. 임상화학검사 (해석과 응용), 서울, 여문각, 1986
- 이귀녕. 혈청 단백질의 EP 및 IEP 상, 서울, 여문각, 1987
- 정호근, 천용희, 홍정표. 탄광부 진폐증자의 혈청 면역단백 농도에 관한 연구. 예방의학회지 1987; 20:247-254
- 정호근, 홍정표. 일부 탄광부 진폐증자의 항핵항체와 류마티스 인자에 관한 조사. 대한산업의학회지 1989; 1:24-31
- 차봉석, 정호근, 홍정표. 혈청 항트립신의 활성도에 관한 연구 (탄광부 진폐증 환자를 중심으로). 대한산업의학회지 1990; 2:34-43
- 홍정표. 탄광부 진폐증자의 항핵항체와 류마티스 인자의 항체 역가와 혈청 면역단백 농도. 연세대학교 보건과학 대학 임상병리학과 학회지 1988; 2:1-8
- Boyd JE, Robertson MD, Davis JMG. Autoantibodies in coalminers: Their relationship to the development of progressive massive fibrosis. *Am J Ind Med* 1982; 3:201-208
- Chawhan RN, Mehta SM, Sengupta SR, et al. Serial estimation of alpha₁ antitrypsin in active pulmonary tuberculosis. *Ind J Med Res* 1984; 79:187-190
- Hahon N, Morgan WKC, Peterson M. Serum immunoglobulin levels in coal workers' pneumoconiosis. *Ann Rev Occup Hyg* 1980; 23:165-174
- ILO: Guidelines for the use of ILO International Classification of Radiographs: Occupational safety and Health Series No 22, Rev.(Ed.), Geneva, 1980
- Javid J. Human haptoglobin. In Ritzmann S(Ed.), *Protein abnormalities, vol. 1, Physiology of immunoglobulins: Diagnostic and clinical aspects.* New York, Alan R. Liss, Inc., 1982
- Lippmann M, Eckert HL, Hahon N, et al. Circulating antinuclear and rheumatoid factors in coal miners—A prevalence study in Pennsylvania and Westvirginia. *J Int Med* 1973; 79:807-811
- Maura DR, Janice EB, Heather PRC, et al. Serum immunoglobulin levels and immune competence in coal workers. *Am J Ind Med* 1984; 6:387-393
- Pearson DJ, Mentnech MS, Elliott JA, et al. Serologic changes in pneumoconiosis and progressive massive fibrosis of coal workers. *Am Rev Respir Dis* 1981; 124:696-699
- Sass-Kortsak A. Copper metabolism. In *clinical chemistry.* Sobotka H, Stewart CP(Eds.), New York, Academic Press, 1965
- Soutar CA, Turner-Warwick K, Parkers WR. Circulating antinuclear antibody and rheumatoid factor in coal pneumoconiosis. *Br Med J* 1974; 3:145-152
- Tietz NW. *Fundamentals of clinical chemistry,* Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1982
- Tietz NW. *Clinical guide to laboratory tests,* Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1983
- Yemul VL, Jad CY, Kelkar SS. Serum α_1 -antitrypsin levels in pulmonary tuberculosis. *Ind J Med Res* 1983; 77:613-615
- Zhicheng S, Zhirning Y, Lata A, et al. Serum angiotensin converting enzyme, ceruloplasmin, and lactic dehydrogenase in anthracosilico tuberculosis. *Br J Ind Med* 1986; 43:642-643