□ 원 저 □

혈색소치 변화가 폐확산능에 미치는 영향

경희대학교 의과대학 내과학교실

박 원 도 · 서 원 교 · 윤 현 구
유 지 홍 · 강 홍 모 · 김 원 동

= Abstract =

The Effect of Hemoglobin Level on the Diffusing Capacity of the Lungs

Won Do Park, M.D., Won Kyo Suh, M.D., Hyun Koo Yoon, M.D.
Jee Hong Yoo, M.D., Hong Mo Kang, M.D. and Won Dong Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, Kyung Hee University, School of Medicine, Seoul, Korea

To evaluate the influence of low hemoglobin level on diffusing capacity of the lungs for CO (D_{LCO}), we measured diffusing capacity with single breath method and hemoglobin level before and after blood transfusion in 12 patients with acute gastrointestinal blood loss.

The results were as follows;

- 1) Mean hemoglobin levels before and after blood transfusion were 6.6 ± 1.0 g/dl, and 11.5 ± 1.5 g/dl.
- 2) Mean diffusing capacities before and after blood transfusion were $65 \pm 9.3\%$ and $89 \pm 16.5\%$ for normal predicted value.
- 3) There was a linear correlation between hemoglobin level and diffusing capacity. ($Y = 0.70X + 8$. 58. $r = 0.57$, $P < 0.05$).

In conclusion, this study confirmed the fact that D_{LCO} should be corrected for anemia in the evaluation of lung function.

서 론

폐확산능은 단위시간당 폐포 모세혈관막을 통해 확산되어 제거된 일산화탄소의 양을 말하며, 이 검사법은 여러 폐질환의 감별진단에 이용되어 왔다^{1,2)}.

그러나 일산화탄소는 실제로 두 단계의 확산과정을 거쳐야만 제거된다. 즉, 일산화탄소가 폐포에서 폐포 모세혈관막을 통과하여 혈액에 도달하면 혈액내에서 적혈구 내의 혈색소에 결합되어 전신으로 순환하게 된다^{1,2)}. 따라서 일산화탄소의 폐포 모세혈관막의 통과와 혈액량이 일정하다고 가정하면, 혈색소치의 변화가 폐확산능에 영향을 줄 수 있으리라고 예상할 수 있으며, 실제로 빈혈

이 일산화탄소 폐확산능 검사치에 영향을 준다는 많은 보고가 있었다^{3,5,10,15,16)}.

이에 저자는 혈색소치 변화에 따른 폐확산능의 변화를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

대상 및 방법

대상환자는 1986년 3월부터 10월까지 경희대학교 부속병원에 급성 위장관 출혈로 입원하여 혈색소치가 8.0 g% 이하로 심한 빈혈을 보였던 환자중 과거력 및 입원 시 임상상, 폐활량 측정법 및 흉부엑스선 촬영 소견상 심폐질환이 없는 12명(남 6명, 여 6명)을 대상으로 하였고, 연령은 14세에서 72세사이로 평균 48 ± 20 세였으며, 12명중 7명은 위궤양 출혈환자, 5명은 위암 출혈환자였으며, 3명은 흡연환자였다(Table 1). 모든 환자에서 입원

*본 논문은 경희대학교 의과대학 연구비 보조에 의해 이루어짐.

시 폐활량 측정법검사를 시행하여 이상이 있는 환자는 제외시켰으며, 혈액소치의 교정전후에 폐확산능을 측정하여 비교하였다.

혈액소치의 측정은 Coulter Counter®를 이용하였고, 폐활량 측정검사는 Gould사의 폐기능 검사기기 (1000 IV Computerized Pulmonary Function Lab.)를 이용하

였다. 폐확산능은 일산화탄소를 이용한 단호흡법 (Single breath method)으로 3회 시행하여 이들의 평균치로 하였으며, 측정된 폐확산능은 박등¹¹⁾, 최등¹²⁾에 의해 제시된 흡연자와 비흡연자의 정상추정치에 대한 백분율로 표시하였다.

Table 1. Clinical Characteristics of Subjects

Patient No.	Sex	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Cause of anemia	FVC (% pred)	FEV (% pred)	FEF25-75% (% pred)
1	F	72	149	46	Peptic ulcer	117	112	82
2	M	14	165	62	Lower GI bleeding	112	121	111
3	F	34	150	58	Peptic ulcer	97	95	93
4	M	61	168	57	Stomach cancer	86	85	48
5	M	63	159	55	Stomach cancer	97	88	54
6	F	62	159	54	Peptic ulcer	85	95	107
7	M	68	153	47	Stomach cancer	103	99	56
8	F	24	148	44	Peptic ulcer	94	111	130
9	F	57	160	49	Stomach cancer	126	124	74
10	F	29	152	50	Peptic ulcer	90	88	83
11	F	44	163	65	Peptic ulcer	105	115	120
12	M	45	164	55	Peptic ulcer	103	109	101
Mean		48	158	54		101	104	88
S.D.		20	7	6		12	14	27

Patient 4, 5 and 7 were smoker

Table 2. Hemoglobin Levels and Diffusing Capacities Before and After Blood Transfusion

Patient No.	Anemic stage			After blood transfusion		
	Hemoglobin (g/dl)	DLCO (ml/min/mmHg)	DLCO (% pred)	Hemoglobin (g/dl)	DLCO (ml/min/mmHg)	DLCO (% pred)
1	8.1	10.6	74	9.5	11.2	78
2	6.5	14.6	46	9.4	18.0	57
3	7.9	15.4	75	12.0	16.4	88
4	6.5	12.2	68	13.2	17.7	99
5	6.1	10.9	67	11.7	20.3	125
6	4.5	11.4	62	14.0	13.7	74
7	7.7	9.1	64	12.3	12.8	90
8	6.5	13.8	64	11.1	19.6	91
9	6.3	14.1	72	12.1	20.0	103
10	6.5	10.4	48	12.0	18.5	85
11	5.6	14.4	65	9.8	19.8	89
12	7.2	16.1	72	10.3	19.8	87
Mean	6.6	12.8	65	11.5	17.1	89
S.D.	1.0	2.3	9.3	1.5	3.0	16.5

Fig. 1. Relationship between hemoglobin level and actual value of diffusing capacity of the lung.
o ; Anemic stage, ● ; After blood transfusion

결 과

대상환자의 폐활량 측정법검사상 노력성 폐활량, 1초 간 강제호기량, 그리고 노력성 폐활량 25~75%에서의 유속이 각각 정상추정치에 대해 평균 $101 \pm 12\%$, $104 \pm 14\%$, 그리고 $88 \pm 27\%$ 로서 모두 정상소견이었다(Table 1).

수혈전후의 혈색소치는 평균 6.6 ± 1.0 g/dl와 11.5 ± 1.5 g/dl이었으며, 폐확산능은 수혈전후 각각 정상추정치에 대해 평균 $65 \pm 9.3\%$, $89 \pm 16.5\%$ 로 수혈후 유의한 증가가 있었다(Table 2).

수혈전후 혈색소치와 폐확산능의 실측치와의 상관관계는 의미있는 정상관관계($r=0.57$, $P<0.05$)가 있었으며 (Fig. 1), 혈색소치와 폐확산능의 정상추정치에 대한 백분율과 상관관계는 유의한 정상관관계($r=0.71$, $P<0.05$)가 있었다(Fig. 2).

고 안

기체의 확산은 농도차에 의한 분자의 물리적 이동으로서 열량이 필요치 않은 과정이며, 폐확산능은 단위시간

과 압력당폐포 모세혈관막을 통해 확산되어 제거된 일산화탄소의 양을 말한다^{1,2)}.

이 폐확산능 검사는 여러 폐질환의 감별진단에 도움을 주며 그 측정방법은 단호흡법(Single breath method)이 임상에서 흔히 이용되고 있다.

또한 일산화탄소를 폐확산능에 이용하는 이유는 혈색소와의 친화력이 높기 때문이며, 이는 일산화탄소가 극히 낮은 분압에서도 혈중의 혈색소와 결합할 수 있기 때문이다¹⁾. 따라서 적혈구가 폐포 모세혈관을 따라 지날 때, 적혈구 자체내의 일산화탄소 분압의 상승은 무시할 수 있다. 그러므로 혈액내로 운반되는 일산화탄소의 양은 폐포 모세혈관막의 성상, 즉 두께와 면적, 그리고 혈색소와의 결합비율에 달려있다. 이 비율은 폐포의 산소 분압에 의존하며, 다양한 농도의 산소를 흡입시킨 후 일산화탄소 확산력을 측정함으로써 폐포 모세혈관막 자체의 확산성상과 폐포 모세혈관의 혈액량을 각기 결정할 수 있다¹⁾.

일산화탄소 폐확산능에 대한 정상치는 주로 개인의 폐용양에 따라 다르므로, 체표면적 특히 신장과 비례한다. 또한 정상인에서의 폐확산능에 영향을 줄 수 있는 인자들은 연령, 운동량, 그리고 체위등이며, 기타 폐포 모세혈관을 수축 또는 확장시키는 약물들과 혈색소치등이 있

Fig. 2. Relationship between hemoglobin level and percent predicted diffusing capacity of the lung.
○ ; Anemic stage, ● ; After blood transfusion

다^{13,14)}.

이에 저자들은 일산화탄소의 폐포 모세혈관막 통과와 혈액량이 일정하다고 가정할 때 한국인에서 혈색소치의 변화가 폐확산능에 얼마나 영향을 미치는가를 알기 위하여 위장관 출혈환자에서 수혈전후에 폐확산능을 측정하여 비교하였다. 과거 여러 연구들에서 빈혈이 일산화탄소 폐확산능을 감소시킬 수 있다고 보고하였으며, 처음 Burrow등¹⁵⁾은 개에서 혈색소치가 감소함에 따라 폐확산능도 감소한다는 사실을 알았으나 그 감소가 혈색소치의 감소에 따라 비례하는지는 명확하지 않았었다.

Rankin등¹⁶⁾은 심한 빈혈을 보인 5명의 환자에서 수혈 전후 혈색소치와 폐확산능을 비교한 결과, 혈색소치가 5 g%에서 11 g%로 증가하였을 때, 폐확산능은 정상추정치에 대해 55%에서 77%증가됨을 보고하였고, 또한 Mochizuk등¹⁰⁾은 마취된 개에서 산소 폐확산능을 측정하여 폐확산능이 혈색소치와 직접적으로 비례한다는 사실을 보고하였다.

이와같이 폐확산능과 혈색소 농도 사이에 관계가 있음이 알려졌으며, 최근에 다음과 같은 공식이 알려졌다.

$$\frac{1}{D_L} = \frac{1}{D_M} + \frac{1}{\theta \times V_c}$$

여기에서, D_L 은 총 폐확산능, D_M 은 폐포 모세혈관막

의 확산능, θ 는 혈장과 적혈구 사이에서 1 mmHg의 분압차이시 혈액 1 ml내의 적혈구에 의해 1분간 흡수되는 기체의 양(ml), V_c 는 폐포 모세혈관의 혈액량이며, 이 공식으로 적혈구 수의 감소 또는 혈색소치의 감소가 변수 θ 에 변화를 초래하여 확산능에 주요한 영향을 줄 수 있음을 알 수 있으며, 또한 빈혈로 인하여 그 대상작용으로 V_c 치가 증가하므로 폐확산능이 부분적으로 보상된다는 것을 알 수 있다.

Petermann³⁾은 빈혈에 의해 감소된 폐확산능의 정도를 정상인에서 다음과 이 계산될 수 있다고 했다.

$$\text{즉, 교정된 일산화탄소 폐확산능 } (D_{Lco}, \text{ ml}) = \frac{\text{폐확산능 실측치 (ml)} \times 100}{\text{측정된 혈색소치의 정상추정치에 대한 백분율}}$$

라고 했으며, Dinakara등¹⁰⁾은

$$\text{교정된 일산화탄소 폐확산능 } (D_{Lco}, \text{ ml/min/mmHg}) =$$

$$\frac{\text{측정된 일산화탄소 폐확산능}}{0.06965 \times \text{혈색소치}}$$

으로 나타내 빈혈시에 낮게 측정되는 일산화탄소 폐확산능의 교정을 가능하게 하였다. 또한 이들은 혈색소치가 1 g/dl씩 낮을 때 일산화탄소 폐확산능은 정상추정치 7%의 감소한다고 하였다.

저자들의 결과에서도 수혈전후 혈색소치가 평균 6.6 ± 1.0 g/dl에서 11.5 ± 1.5 g/dl로 폐확산능은 수혈전후 정상 추정치에 대해 $65 \pm 9.3\%$ 에서 $89 \pm 16.5\%$ 로 유의하게 증가되어 혈색소치의 감소에 폐확산능의 측정결과가 현저하게 감소하는 것으로 확인하였다.

결 론

혈색소치와 폐확산능 사이의 관계를 알기 위하여 심폐 질환이 없으며 혈색소치가 8 g/dl이하로 빈혈을 보인 급성출혈환자 12명을 대상으로, 수혈로 빈혈교정 전후 폐확산능을 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 혈색소치는 수혈전후 평균 6.6 ± 1.0 g/dl와 11.5 ± 1.5 g/dl였으며
 - 2) 폐확산능은 수혈전후 평균 $65 \pm 9.3\%$ 와 $89 \pm 16.5\%$ 로 유의하게 증가되었다($P < 0.05$).
 - 3) 혈색소치와 폐확산능과의 사이에는 유의한 정상관계가 있었다($Y = 0.70X + 8.58$, $r = 0.57$, $P < 0.05$).
- 이상의 결과로 폐기능을 알기위해 폐확산능을 측정하는 경우, 빈혈이 있으면 이에 대한 교정이 필요하다는 사실을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Brawnwald E, Isselbacher KJ, Petersdorf RG, Wilson JD, Martin JB, Fauci AS: Harrison's Principles of Internal Medicine 1050-1051, 1987
- 2) Wyngaarden JB, Smith Jr LH: Cecil Textbook of Medicine 376-377, 1985
- 3) Petermann W: Effect of low hemoglobin levels on the diffusin capacity of the lungs for Co, Respiration 47:30, 1985
- 4) Roughton FJW, Forster RE: Relative importance of diffusion and chemical reaction rates in determining rate of exchange of gases in the human lung. With special references to true diffusing capacity of pulmonary membrane and volume of blood in the lung capillaries. J Appl Physiol 11:290, 1957
- 5) Rapaport E, Kuida H, Haynes FW, Dexter L: Pulmonary red cells and plasma volumes and pulmonary hematocrit in the normal dog. Am J Physiol 185:127, 1959
- 6) Bates DV, Varvis CJ, Donevan RE, Christie RV: Variations in the pulmonary capillary blood volume and membrane diffusion component in health and disease. J Clin Invest 39:1401, 1960
- 7) Johnson RL, Taylor HF, DeGraff AC: Functional significance of a low pulmonary diffusin capacity for carbon monoxide. J Clin Invest 44:789, 1965
- 8) Weibel ER: Measurement of the alveolo-capillary diffusing surface and of the volume of the capillary bed in normal human lungs. Fed Proc 20:425, 1961
- 9) Magnussen H, Holle JP, Hartmann V, Schoenen JD: Dco at various breath-holding time: comparison in patients with chronic bronchial asthma and emphysema. Respiration 37:177, 1979
- 10) Dinkara P, Blumenthal WS, Johnson RF, Kauffman LA, Solnick PB: The effect of anemia on pulmonary diffusing capacity with derivation of a correction equation. Am Rev Res Dis 102:965, 1970
- 11) 박정옥, 최인선, 박경옥: 비흡연건강인에 있어서 폐확산능의 추정 정상치에 관한 연구. 대한내과학회지 28: 76, 1985
- 12) 최인선, 범희승, 정은택, 정원재, 박경옥: 흡연자에 있어서 폐확산능에 관한 연구. 대한내과학회지 28:8, 1985
- 13) Daly WJ, Giammona ST, Ross JC, Feigenbaum H: Effects of pulmonary vascular congestion on postural change in the perfusion and filling of the pulmonary vascular bed. J Clin Invest 43:68, 1964
- 14) McGrath WM, Thomson ML: The effect of age, body size and lung volume change on alveolar-capillary permeability and diffusing capacity in man. J Physiol 146:572, 1959
- 15) Burrow B, N iden AH: Effect of anemia CO diffusion in the perfused dog lung. Fed Proc 21:443, 1966
- 16) Rankin J, McNeil RS, Foster RE: The effect of anemia on the alveolar capillary exchange of Carbon Monoxide in Man. J Clin Invest 40:1323, 1961