□ 원 저 □

기관지경술이 경피적 산소분압의 변화에 미치는 영향

경희대학교 의과대학 내과학교실

이중연 · 김정아 · 임선희 · 강홍모 · 김원동

=Abstract=

The Change of Transcutaneous Oxygen Tension($P_{tc}O_2$) during Bronchoscopy

Joong Yeon Lee, M.D., Jung Ah Kim, M.D., Shun Hee Yim, M.D.

Hong Mo Kang, M.D. and Won Dong Kim, M.D.

Department of Internal Medicine, Kyung Hee University Hospital

Determination of transcutaneous PO_2 potentially offers a non invasive method of determining arterial PO_2 in the presence of adequate skin perfusion.

To investigate the extent and duration of hypoxemia in patients undergoing fiberoptic bronchoscopy, we measured the change of transcutaneous PO_2 in 14 patients during and after fiberoptic bronchoscopy.

The results were as follows;

1) Mean $P_{tc}O_2$ was decreased from a prebronchoscopic value of 84.4 mmHg to 64.4 mmHg during bronchoscopy(11.6 to 41.4% from baseline).

2) Change in $P_{tc}O_2$ during the bronchoscopic procedure was significantly related to duration of the procedure($r=0.76$).

In conclusion, this study confirmed that bronchoscopic procedure cause a significant decline in PaO_2 and oxygen administration is recommended to prevent hypoxemia during bronchoscopic procedure.

서 론

굴곡성 기관지 내시경은 1968년 Ikeda¹⁾에 의해 소개된 후 국내에서도 폐질환의 진단 및 치료에 널리 사용되고 있다^{2~5)}. 임의로 호흡하는 환자에서 기관지경검사의 합병증은 아주 드문 것으로 알려져 있으나 심폐기능이 저하되어 있는 경우에는 기관지경술 자체가 큰 영향을 줄 수 있다고 보고되고 있다^{6,7)}. 1974년 Albertini⁸⁾등이 기관지경술 시행시 저산소증이 온다고 보고한 이후, 기관지경술로 인한 저산소증에 대한 여러 보고가 있었다^{9~13)}. 그러나 이러한 과거의 관찰은 일정한 간격으로 혹은 일정 순간의 동맥혈 검사에 의해서만

시행되었기 때문에, 기관지경 검사중 혹은 검사후 산소분압의 전체적인 변화양상 및 최저 산소분압은 잘 알려지지 않은 실정이다. 특히 저산소증을 나타내는 폐질환 환자에서 기관지경 시행에 의해 어느정도까지 산소분압이 떨어질 수 있는지에 대한 지식은 임상적으로 매우 중요하리라 생각된다.

최근 심장기능이 정상인 경우에는 동맥혈 산소분압을 잘 반영하고 비관혈적 방법인 경피적 산소분압측정기(transcutaneous oxygen monitor)가 개발되어 연속적으로 산소분압을 측정할 수 있어 임상적으로 매우 유용한 방법으로 평가되고 있다.

이에 저자들은 기관지경 검사중 연속적으로 경피적 산소분압($P_{tc}O_2$)을 측정하여 기관지경 검사중 산소분압이 최고 어느 정도까지 하강할 수 있는지, 어느 조

Table 1. Decrease of Transcutaneous PO₂ during the Bronchoscopic Procedure

Patient No	Duration of bronchoscopy (min)	P _{tc} O ₂ (mmHg) basal	P _{tc} O ₂ (mmHg) lowest	(mmHg) Δ P _{tc} O ₂	(%)	Recovery time (min)
1	30	82	48	34	(41.4)	90
2	19	88	55	33	(37.5)	21
3	10	76	50	26	(34.2)	10
4	23	80	54	26	(32.5)	120
5	22	90	74	26	(17.7)	11
6	15	80	56	24	(30.0)	6
7	24	104	80	24	(23.1)	16
8	15	100	82	18	(18.0)	28
9	26	76	60	16	(21.0)	60
10	12	80	64	16	(20.0)	18
11	15	81	65	16	(19.7)	50
12	8	79	67	12	(15.2)	5
13	8	80	70	10	(12.5)	9
14	8	86	76	10	(11.6)	11
Mean±S.D.	16.7±7.0	84.4±8.2	64.4±10.6	20.8±7.6	23.8±9.2	26.8±24.4

작후 가장 감소하였는지를 알아보고, 검사소요시간과 산소분압 하강정도와와의 관계를 알아보기 위해 기관지경 검사를 시행받은 14명의 환자를 대상으로 경피적 산소분압(transcutaneous PO₂, P_{tc}O₂)을 측정하여 그 결과를 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 대상

기관지경 검사를 시행받은 14명의 환자를 대상으로 하였으며 남자 9명, 여자 5명이었고 나이는 24세~73 세사이로 평균 44세였다. 이들 환자의 진단명은 폐결핵 6명, 폐암 3명, 만성 기관지염 3명, 폐렴 2명이 었다.

2. 방 법

검사방법은 8시간정도 공복상태를 유지시키고 전 처치로 시술 30분전에 atropine 0.5 mg 과 demerol 25 mg 을 근육주사 하였으며 4% lidocaine 을 흡입시켜 국소마취후 비강을 통하여 기관지경술을 시행하였고 환자의 자세는 외위를 취하도록 하였다.

경피적 산소분압측정기는 미국 Novamatrix medical system 사의 Transcutaneous oxygen monitor(Tran-

scom 807)를 사용하였고 transcutaneous sensor 는 우측 흉부전면에 부착시켰으며 sensor 를 부착시키기 전에 부착부위를 알코올로 세척하여 이물질을 제거하고 소독된 거즈로 닦았다. sensor 를 피부에 부착시킨 후 20분 이상 지나 경피적 산소분압이 안정된 다음 기관지경 검사를 시행하였다.

결 과

대표적인 한 예에서 기관지경 검사동안 경피적 산소 분압의 변화를 보던 기관지경이 성대를 통과하고 나서 P_{tc}O₂ 는 80 mmHg 에서 56 mmHg 까지 감소되었고 기관지경을 제거한 후 곧바로 P_{tc}O₂ 가 회복됨을 보여주고 있으며 분비물의 흡입(suction)등 조작시 P_{tc}O₂ 가 감소되었다(Fig. 1).

기관지경 검사의 시술시간은 8분에서 30분으로 평균 16.7±7.0분(mean±S.D.)이었으며 경피적 산소분압이 기저치로 돌아올때까지의 시간은 5분에서 120분까지 다양하였다. 기관지경술전 P_{tc}O₂ 의 기저치는 76~104 mmHg 로 평균 84.4±8.2 mmHg 이었으며 기관지경술 중 하강한 최저치는 48~82 mmHg 로 평균 64.4±10.6 mmHg 이었다(Table 1). 경피적 산소분압의 기관지경 술전 기저치와 기관지경술중 최저치의 차이는 10 mm Hg 에서 34 mmHg 로 평균 20.8±7.6 mmHg 이었으며

Fig. 1. The change of $P_{tc}O_2$ during bronchoscopy in a representative case.

*: insertion of bronchoscope through vocal cord.

**: suction of secretion.

***: removal of bronchoscope.

Fig. 2. Maximal changes of transcutaneous PO_2 before and during bronchoscopy.

통계학적으로 유의있는($p < 0.005$) 차이를 보였다(Fig. 2).

기관지경 검사의 시술시간과 경피적 산소분압의 변화와의 상관관계를 보면 기관지경술 시술시간이 길수록 $P_{tc}O_2$ 의 변화가 증가되는 유의한($r = 0.76$) 상관관계를 보였다(Fig. 3).

고 안

저자들이 기관지경술중 초래되는 저산소증을 측정하

Fig. 3. Correlation between change in $P_{tc}O_2$ and duration of bronchoscopy.

기 위해서 사용한 경피적 산소분압측정법은 1969년 신생아에서 처음으로 동맥혈 산소분압을 반영한다고 보고된 이래¹⁴⁾ 임상적으로 호흡곤란이 있는 신생아의 모니터, 심폐소생술중의 산소공급, 피부판(skin flap)의 산소공급 정도 및 혈관장애가 있는 사지의 생존성등을 확인하는데 사용되어 왔다¹⁵⁻¹⁹⁾.

경피적 산소분압과 동맥혈 산소분압과의 관계를 보면 Schonfeld 등²⁰⁾이나 Hentze 등²¹⁾은 유의한($r > 0.9$) 상관관계가 있다고 하였지만 Rithalia 등²²⁾은 이에 미치지 못한다고($r = 0.5$) 보고하였다. 이처럼 보고자에 따라 차이가 있는 이유는 기술적인 면에서 sensor의 부착이 잘못되었다거나, sensor를 부착시킨후 평형상태까지 시간이 충분하지 못한 경우, sensor의 calibration이 정확히 안될때 이라고 하며²³⁾, 해부학적 구조 면에서 보면 신생아에서는 피부가 얇아 $P_{tc}O_2$ 는 거의 P_{aO_2} 와 유사하지만¹⁵⁾ 성인에서는 피부가 더 두껍고 환자마다 capillary loop 수가 다양하며 동맥경화등의 혈관질환이 동반되어 있는 경우 $P_{tc}O_2$ 가 P_{aO_2} 보다 낮다고 한다²³⁻²⁶⁾. 일반적으로 $P_{tc}O_2$ 는 P_{aO_2} 의 $79 \pm 12\%$ 정도되며 심박출량이 정상인 환자에서 $P_{tc}O_2$ 는 P_{aO_2} 를 잘 반영한다고 알려져 있다²⁴⁾.

모든 조직에서의 포피산소공급은 혈류, 동맥혈 산소분압 및 산화혈색소 해리곡선에 의해 좌우되는데 경피적 산소분압을 측정하기 위해서는 피부에 부착하는 산소분압 측정용 oxygen sensor 하방 피부를 $43 \sim 45^\circ C$ 로 가열시켜야 한다²⁴⁾. 그 이유는 첫째 각질층을 $40^\circ C$ 이상 가열시켜 각질층의 구조에 변화를 초래하여 산소확산이 증가되고²⁷⁾ 둘째 진피 모세관혈액을 가열시켜 산화혈색소 해리곡선을 우측으로 이동시켜 국소 산소분압을 증가시키며²⁸⁾ 셋째 열에 의해 진피 모세관중혈

을 초래하여 모세관혈액이 동맥혈화(arterialization)한다고 한다²⁴⁾. 이와같이 경피적 산소분압이 동맥혈 산소분압을 반영함에 따라 수술중에 연속적으로 산소분압을 측정함으로써 환자가 저산소증에 빠지는지 여부를 관찰하는데 널리 사용되어 왔다^{24, 29)}.

기관지경술의 병발증은 대별하여 국소마취제에 의한 반응, 기관지경을 삽입시 초래된 손상, brushing 혹은 생검에 의한 병발증 및 기관지경술후의 발열, 기침등이 있다⁷⁾. 골공성 기관지경의 병발증 빈도는 경직성 기관지경에 비해 훨씬 낮으며, Credle⁶⁾등은 약 25,000회의 기관지경술중 0.01%의 치명율을 보고하여 낮은 치명율을 보였다.

기관지경술은 그 자체가 동맥혈의 산소분압을 낮추며, 폐질환이 있는 경우 10~40 mmHg 까지 감소시킨다고 한다^{8, 12, 30~32)}. 그 주된 이유는 기관지경이 점막적인 기도폐쇄를 초래하여 기도저항이 증가되기 때문이라고 한다. Lindholm³⁰⁾등은 기관지경이 기관과 윤상연골 부분을 지날때 횡단면적(cross-sectional area)의 10~15%를 차지하여 기도폐쇄를 가져오고 이는 기관지경의 내경이 클수록 심하다고 하며 기관내도관(endotracheal tube)을 삽입하는 경우에도 그 자체가 기도폐쇄 및 기도저항을 증가시킨다고 한다. 그외에도 기관지경 시술의 전 처치제에 의한 호흡억제, 국소 마취제의 부작용, 분비물을 제거하기 위해 과도하게 음압을 적용한 경우의 기도내 공기제거 및 기존의 폐질환 등에 의해 저산소증이 온다고 한다¹²⁾. 그러나 일반적으로 전 처치만으로는 저산소증이 오지 않는 것으로 알려져 있으나 과도한 전 처치는 저산소증을 유발시키며^{6, 11)} 국소마취제는 PaO_2 를 6~15 mmHg 정도 감소시킨다 이는 5~10분 이내에 소실된다고 한다¹²⁾. 또한 분비물을 제거하기 위해 과도하게 음압을 적용하여 흡인함으로써 발생하는 기도내의 공기제거는 PEEP(positive end-expiratory pressure)를 없애줌으로써 폐용적(lung volume) 및 기능성폐잔기량(functional residual capacity)을 감소시켜 저산소증을 유발시킨다고 하며³⁰⁾, 기관지경술중 bronchial brushing 및 기관지폐포 세척액검사등도 저산소증을 유발한다^{11, 32, 33)}.

이러한 저산소증은 기관지경을 제거한 후 15~30분이면 회복된다고 하나^{12, 30, 34)} 보고자에 따라서는 4시간이 소요된 경우도 있다⁸⁾. 본 예에서도 14예중 10예에서 30분 이내에 산소분압이 정상으로 되었고 2시간후 모두 기저치로 회복되었다.

기관지경 시술시간과 산소분압의 관계를 보면 Harrell³⁵⁾ 등이나 Albertini³⁾등은 기관지경검사 시술시간

에 따른 PaO_2 의 감소는 시술시간이 길수록 저산소증의 정도가 심하다고 보고하였고 Salisbury¹²⁾등은 산소분압의 감소는 저산소증의 정도나 기관지경 검사시간 및 기도폐쇄의 정도와는 무관하다고 한다. 본 연구에서 보면 기관지경 시술시간이 길수록 산소분압의 감소정도도 증가하는 유의한 관계를 보여, 과도한 기관지경 시술시간을 피하는 것이 중요하리라 생각되며 Ikeda¹⁾에 의하면 조작시간은 30분 이내가 적당하다고 한다. Dubrawsky¹¹⁾등에 의하면 동맥혈 산소분압을 측정하여 70 mmHg 이하인 환자에서는 산소투여가 필요하다고 하였고 Seidenfeld³²⁾등의 보고에서 보면 PaO_2 가 60~70 mmHg 인 환자에서 기관지경 검사를 시행하려면 FiO_2 를 0.30~0.35로 유지되도록 산소를 공급해야 되며, PaO_2 가 산소투여로도 65~70 mmHg 까지 교정되지 않는 심한 저산소증 환자에서는 기관지경술을 시행하지 말도록 권장하였다.

본 연구에서 시행한 경피적 산소분압 측정은 그 측정 절대치가 동맥혈과 반드시 일치하지 않을수도 있으나 기관지경술중 연속적으로 그 변화상태와 그 정도를 측정할 수 있다는데 의의가 있다고 하겠으며 본 연구에서 기관지경술 중 경피적 산소분압이 술전 기저치에 비해서 의의있게 감소하고 따라서 기관지경술중 산소투여가 필요함을 확인하였다.

결 론

저자들은 기관지경 검사가 경피적 산소분압의 변화에 어떠한 영향을 주는지를 알아보기 위하여 기관지경술을 시행받은 14명의 환자를 대상으로 경피적 산소분압을 측정하여 다음과 같은 성적을 얻었다.

1) 기관지경 검사의 시술시간은 8분에서 30분으로 평균 16.7분이었으며 경피적 산소분압이 기저치로 돌아올때까지의 시간은 5분에서 120분까지 다양하였다. 기관지경술전 경피적 산소분압의 기저치는 평균 84.4 mmHg 이었고 기관지경술중 64.4 mmHg 로 감소되어 기관지경술전 기저치에 비해 통계학적으로 의의있게 ($p(0.005)$ 감소되었다.

2) 기관지경 검사의 시술시간과 경피적 산소분압의 변화와의 상관관계를 보면 기관지경술 시술시간이 길수록 경피적 산소분압의 변화가 증가되는 유의한($r=0.76$) 상관관계를 보였다.

이상으로 기관지경술중 경피적 산소분압이 술전 기저치에 비해서 의의있게 감소하고 따라서 기관지경술중 산소투여가 필요함을 확인하였다.

REFERENCES

- 1) Ikeda S: The flexible bronchofiberscope. *Keio Med J* 17:1, 1968
- 2) 노관택 : 기관지경검사 : flexible fiberoptic bronchoscopy 를 중심으로. *대한내과학회잡지* 19:276, 1979
- 3) 김원동 : 기관지경을 사용한 폐질환의 진단법. *대한내과학회잡지* 22:179, 1979
- 4) 김계방, 김진우, 김원동 : 굴곡성기관지경의 임상적 이용에 관한 경험. *대한내과학회잡지* 22:210, 1979
- 5) 김원동 : 경기관지법에 의한 폐질환의 진단. *대한내과학회잡지* 25:268, 1982
- 6) Credle WFJR, Smiddy JF, Elliot RC: Complications of fiberoptic bronchoscopy. *Am Rev Resp Dis* 106:67, 1974
- 7) Sackner MA: Bronchofiberscopy: state of the art. *Am Rev Resp Dis* 111:62, 1975
- 8) Albertini RE, Harrell JH, Moser KM: Hypoxemia during fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 65:117, 1974
- 9) Albertini RE, Harrell JH, Kurihara N, Moser KM: Arterial hypoxemia induced by fiberoptic bronchoscopy. *JAMA* 230:1666, 1974
- 10) Britton RM, Nelson KG: Improper oxygenation during bronchofiberscopy. *Anesthesiol* 40:87, 1974
- 11) Dubrawsky C, Awe RJ, Jenkins DE: The effect of bronchofiberscopic examination on oxygenation status. *Chest* 67:137, 1975
- 12) Salisbury BG, Metzger LF, Altose MD, Stanley NN, Cherniack NS: Effect of fiberoptic bronchoscopy on respiratory performance in patients with chronic airway obstruction. *Thorax* 30:441, 1975
- 13) Zavala DC: Diagnostic fiberoptic bronchoscopy; techniques and results of biopsy in 600 patients. *Chest* 68:12, 1975
- 14) Burki NK, Albert RK: Noninvasive monitoring of arterial blood gases. In: Huch A, Huch R, Lubbers DW: Quantitative polarographische Sauerstoffdruckmessung auf der Kopfhaut des Neugeborenen. *Arch Gynaekol* 207:443, 1969
- 15) Huch R, Huch A, Albani M: Transcutaneous PO₂ monitoring in routine management of infants and children with cardiopulmonary problems. *Pediatrics* 57:681, 1976
- 16) Rowe MI, Weinberg G: Transcutaneous oxygen monitoring in shock and resuscitation. *J Ped Surg* 14:773, 1979
- 17) Tremper KK, Waxman K, Bowman R: Continuous transcutaneous oxygen monitoring during respiratory failure, cardiac decompensation, cardiac arrest, and CPR. *Crit Care Med* 8:377, 1980
- 18) Achauer BM, Black KS, Beran AV: Transcutaneous PO₂ monitoring of flap circulation following surgery. *Birth Defects* 15:517, 1979
- 19) Matsen FA, Wyss CR, Pedegana LR: Transcutaneous oxygen tension measurement in peripheral vascular disease. *Surg Gynecol Obstet* 150:525, 1980
- 20) Schonfeld T, Sargent CW, Bautista D: Transcutaneous oxygen monitoring during exercise stress testing. *Am Rev Resp Dis* 121:457, 1980
- 21) Hentze G, Kettler: Clinical suitability and accuracy of a new combined system for the transcutaneous and intravascular determination of PO₂. *Biotel Patient Monit* 6:66, 1979
- 22) Rithalia SVS, Pozkovec A, Tinker J: Characteristics of transcutaneous oxygen tension monitors in normal adults and critically ill patients. *Interns Care Med* 5:147, 1979
- 23) Whitesell RC, Dhamee MS, Munshi C: Transcutaneous PO₂ monitoring in adults. *Anesthesiol (Abstracts)* 53:372, 1980
- 24) Tremper KK, Shoemaker WC: Transcutaneous oxygen monitoring of critically ill adults, with and without low flow shock. *Crit Care Med* 9:706, 1981
- 25) Burki NK, Albert RK: Noninvasive monitoring of arterial blood gases: A report of the ACCP section on respiratory physiology. *Chest* 83:666, 1983
- 26) Shoemaker WC, Vidyasagar D: Physiological & clinical significance of P_tO₂ and P_tCO₂

- measurement. Crit Care Med 9:689, 1981
- 27) Beran AV, Tolle CD, Huxtable RF: Cutaneous blood flow and its relationship to transcutaneous O_2/CO_2 measurements. Crit Care Med 9:736, 1981
- 28) Bradley AF, Stupfel M, Severinghaus JW: Effects of temperature on PCO_2 and PO_2 of blood in vitro. J Appl Physiol 9:201, 1956
- 29) Tremper KK, Shoemaker WC, Shippy CR, Nolan LS: Transcutaneous PCO_2 monitoring on adult patients in the ICU and operating room. Crit Care Med 9:752, 1981
- 30) Lindholm CE, Ollman B, Snyder JV, Millen BS, Grenvik A: Cardiorespiratory effects of flexible fiberoptic bronchoscopy in critically ill patients. Chest 74:362, 1978
- 31) Matsushima Y, Jones RL, King EG, Moysa G, Alton JDM: Alterations in pulmonary mechanics and gas exchange during routine fiberoptic bronchoscopy. Chest 86:184, 1984
- 32) Seidenfeld JJ, Zavala DC: Oxygen delivery during oral fiberoptic bronchoscopy. Respir Care 29:46, 1984
- 33) Berman L, Jones NL: Fiberoptic bronchoscopy; monitoring oxygenation with ear oximetry. Am Rev Resp Dis 114:651, 1976
- 34) Albertini RE, Harrell JH, Moner KH: Management of arterial hypoxemia induced by fiberoptic bronchoscopy. Chest 67:134, 1975
-