마취중 이노제(Furosemide) 투여에 따른 호흡능 변화에 관한 연구

서울대학교 의과대학 마취과학교실

김광우 · 김규삼 · 김동수 · 함병문

=Abstract=

A Study on Respiratory Effects of Diuretics(Furosemide) during General Anesthesia

Kwang Woo Kim, M.D., Kyu Sam Kim, M.D.,
Dong Soo Kim, M.D. and Byung Moon Ham, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Seoul National University

Diuretics have been used as one of therapeutics for acute respiratory failure. We observed the change of arterial blood gases at the same ventilatory level, after intravenous injection of 20 mg of furosemide, in ten of twenty patients without diseases of heart, lung or kidney.

The obtained results were:

- 1) 30 minutes and 1 hour after the injection of furosemide, there were peak increments in arterial PO_2 .
- 2) There were no significant changes in pH and $PaCO_2$.

서 론

급성 호흡부전증에 대한 진단 및 치료법의 발달로 그 성격이 점차 호전되어 가고 있거니와^{1-3,9)}, 치료목표는 허실된 폐포를 산개시켜 충분한 환기량을 호흡운동으로 확보하여 폐동맥을 통하여 온 정맥혈을 적절하게 동맥혈화시키도록 심폐기능을 정상으로 유지함에 있다 하겠으며^{4,9)}, 치료원칙은 폐 병변의 진행방지와 폐포허실방지 및 폐포에서의 가스 교환이 잘 되도록 함에 있다¹⁰⁾.

따라서 치료법으로 산소흡입요법, 인공호흡요법, 기도유지법, 감염조절, 대량의 steroid투여 및 albumin 또는 이노제 투여 등을 들 수 있는 바, 이중 이노제투여법은 급성 호흡부전증의 발생의 과정에서 폐실질의 울혈 및 삼출성병변으로 인하여 폐혈관의 수분량의 증가를 이노작용으로 막을 수 있다는 점에서, 급성 호흡 부전증의 치료시 약물요법으로 많이 시도되어 온 바가 많았다.

Table 1. 실험대상 및 호흡상태

No.	Age	Sex	Wt	FIO ₂	V _E	f
1	22	M	60	30	6.5	12
2	21	F	45	31	5.5	10
3	25	F	40	30	5.2	11
4	30	M	50	31	6.5	14
5	32	M	55	30	5.5	13
6	34	F	45	32	5.0	12
7	35	M	52	28	5.2	12
8	63	F	42	30	5.0	11
9	38	F	40	29	4.5	12
10	36	M	50	30	5.0	12
$\bar{x}$	30.9		47.9	30.1	5.3	11.9

이에필자 등은 이노제로서 furosemide(Lasix)를 투여할 때 나타나는 혈액가스 함량의 변화를 실험적으로 관찰하였기에 문헌적 고찰과 더불어 그 결과를 보고한다.

※ 本論文은 1976年度 文教部 研究助成費에 의하여 作成되었음.

Table 2. Lasix 투여 이후의 동맥혈 PO_2 및 PCO_2

No.	PO_2					PCO_2				
	Control	30min	1hr	2hr	3hr	Control	30min	1hr	2hr	3hr
1	170	180	180	173	170	38.2	38.5	38.7	38.9	38.0
2	174	184	184	176	174	40.1	40.0	39.5	39.4	40.0
3	169	181	181	170	168	41.0	41.2	40.5	41.6	41.0
4	175	186	186	176	175	37.5	37.6	37.5	37.4	37.5
5	172	181	182	173	171	39.6	39.6	38.2	39.8	40.0
6	180	192	193	182	180	42.0	42.2	42.3	42.5	41.0
7	167	178	178	168	167	41.5	41.2	41.0	41.4	42.0
8	171	183	183	172	170	39.0	39.2	39.4	39.4	39.2
9	165	175	176	165	164	41.0	40.5	41.2	42.0	41.3
10	170	182	181	170	170	39.0	39.2	39.4	39.4	39.2
$\bar{x}$	171.3	182.2	182.4	170.9	172.5	39.7	39.8	39.7	40.1	39.9
SD	4.3	4.7	4.9	6.7	4.4	1.43	1.71	1.55	1.78	1.42

실험방법 및 결과

실험 방법

심폐 및 신질환이 없는 20대 남녀 10명을 무작위로 택하여 N_2O-O_2 -halothane-pavulon으로 전신마취를 실시하고, 흡기의 산소농도를 평균 30%로 유지하면서 $PaCO_2$ 가 평균 39.7torr가 되도록 tidal volume과 호흡수를 결정하여 Ohio Anesthesia Ventilator로 동일하게 호흡시키면서(표 1참조) 이때의 동맥혈의 산소, 이산화탄소 분압과 pH를 측정하여 대조치로 하고, furosemide 20mg을 정주한 30분 후, 1시간 후, 2시간 후, 3시간 후의 동맥혈을 요골동맥에서 채혈하여 IL 213 Blood Gas Analyzer로 PaO_2 와 $PaCO_2$ 및 pH를 측정하였다.

실험결과

표 2, 도 1에서 보는 바와 같이 PaO_2 는 대조치 171.3 ± 4.3 torr에서 furosemide 정주후 30분에 182.2 ± 4.3 torr로 증가하였으며($p < 0.05$), 1시간 후에는 182.4 ± 4.9 torr로 PaO_2 의 증가를 보이다가($p < 0.05$), 2시간 후에는 172.5 ± 6.7 torr로서 PaO_2 상승효과가 아주 적어져 3시간후에는 170.9 ± 4.4 torr로서 주사전 대조치와 비슷했다($p > 0.2$).

$PaCO_2$ 는 furosemide 정주로 대조치 39.7 ± 1.4 torr에 비해 30분, 1시간, 2시간, 3시간후에 유의한 차이가 없었다(표 2, 도 2 참조).

Fig. 1. Lasix 투여에 따른 동맥혈 산소분압의 변동.

Fig. 2. Lasix 투여에 따른 동맥혈 이산화탄소 분압의 변동.

Table 3. Lasix 투여 이후의 동맥혈 pH

No.	Control	pH			
		30min	1hr	2hr	3hr
1	7.405	7.412	7.412	7.413	7.414
2	7.395	7.398	7.396	7.398	7.399
3	7.410	7.414	7.406	7.407	7.408
4	7.405	7.407	7.406	7.408	7.410
5	7.413	7.414	7.415	7.414	7.410
6	7.385	7.387	7.388	7.389	7.385
7	7.395	7.390	7.392	7.396	7.394
8	7.415	7.412	7.413	7.414	7.416
9	7.376	7.375	7.378	7.390	7.392
10	7.412	7.413	7.412	7.414	7.415
$\bar{x}$	7.4011	7.4012	7.4018	7.4043	7.4043
SD	0.018	0.013	0.015	0.010	0.014

또한 furosemide 정주전 대조치 7.412 ± 0.018 에 비해 유의한 차이가 없었다($p > 0.2$, 표 3 도 3 참조). 따라서 furosemide에 의한 혈액가스에 미치는 효과는 산소함량은 상승시키나 이산화탄소 및 pH는 주사 후 유효 시간은 30분과 1시간에는 현저하나 2시간후에는 경미하고 3시간 후에는 없음을 나타낸 것이라 하겠다⁷⁾(표 3, 도 2 참조).

고 안

신장의 중요한 기능의 하나로서는 세포의 체액량과 염분 함량의 조절을 수행하고 있는 바⁷⁾, 이는 신세뇨관에서 염분의 재흡수과정을 통하여 진행되고 있다. 특히 근위 세뇨관에서 신사구체 여과액의 60~70%를 흡수하고 있는데, furosemide등의 이뇨제는 헨레의고리(loop of henle) 상행부에서 염분 재흡수방지로써 신수질의 간질액의 염분 물질의 농도를 하강시켜 소변농도를 체액과 유사한 등장액으로 만듦으로써 이뇨 작용을 나타내며, 작용시간은 대체로 정주후 30분경이 최대이며 2시간정도 이뇨작용이 있다고 하는 바⁷⁾, 이는 본 실험에서 PaO_2 치의 상승효과에서 나타난 것과 같으며(표 2, 도 1 참조), 비록 정상인이라 하더라도 전신 마취하에 있어서는 폐 간류기능능력의 감소와 폐 탄력성이 감소하고 일시적인 폐혈관의 수분량이 증대되므로¹²⁾ furosemide같은 이뇨제 투여로 본 실험에서와 같이 효과를 볼 수 있다 하겠다. 특히 급성 호흡 부전 증시 나타나는 폐의 병변은 그것이 폐의 호흡기도계 또는 혈관계 중 어느 곳에서 비롯하는가에 관계없이³⁾

Fig. 3. Lasix 투여에 따른 동맥혈 pH의 변동.

나타나는 임상증상은 폐수종을 수반한 폐 병변을 나타내고 있으므로¹³⁾ 폐수종 증상의 개선은 급성 호흡부전 증의 호전을 의미할 수 있다¹¹⁾.

이뇨제로서는 심인성 폐수종에서 가장 효과가 좋으나 이뇨제가 폐혈관의 수분을 폐에서 쉽게 이동시켜 폐 모세혈액의 수분압을 감소시킬 수 있다는 점에서 다른 원인외 폐수종에도 유효하다¹³⁾.

이같은 사실은 Robin 등¹⁴⁾에 의하여 증명된 바와 같이 급성 호흡 부전증시 폐 간질액이 혈관의 투과성 증대로 인하여 혈액의 이동으로 증대되므로 이뇨제의 투여는 폐 간질액의 감소를 일으켜 폐에서 산소 섭취를 개선시킬 수 있다.

그러나 이뇨제 투여는 장기 투여에서 저혈량증을 야기할 수 있기 때문에 주의를 요한다¹¹⁾.

결 론

20대의 심폐, 신 질환이 없는 10명에서 furosemide 정주로 나타나는 동맥혈 가스분압변화를 관찰한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Furosemide투여로 PaO_2 는 30분 및 한시간후에 현저한 증가를 보이나, 2시간 후에는 약간의 증가를 나타냈으며, 3시간후에는 증가가 없었다.
- 2) Furosemide투여로 $PaCO_2$ 및 pH치에는 변화가 없었다.

REFERENCES

- 1) Bendixen, H.H., Egbert, L.D., Hedley-Whyte, J., Laver, M.B. and Pontoppidan, H.: *Respiratory Care*. St. Louis, C.V. Mosby Co., 1965.
- 2) Pontoppidan, H., Geffin, B. and Lowenstein, E.: *Acute Respiratory Failure in the Adult*. Boston, Little, Brown and Co., 1973.
- 3) Wilson, R.S. and Pontoppidan, H.: *Acute*

- respiratory failure. Diagnostic and Therapeutic criteria. Crit. Care Med.* 2:293, 1974.
- 4) Fairley, H.B.: *Management of Reapiratory Failure. Refresher Courses in Anesthesiology* 1:41, 1973.
 - 5) Blaisdell, F.W., Lim, R.C. and Stallone, R.J.: *The mechanism of pulmonary damage following traumatic shock. Surg. Gyn. & obst.* 130:15, 1970.
 - 6) Surgerman, H.J., Rogers, R.M. and Mille, L. D.: *Positive end-expiratory pressure (PEEP). Indication andphysiological considertions. Chest* 62:865, 1972.
 - 7) Frazier, H.S. and Yager, H.: *The clinical use of diuretics. N.E.J.M.* 288:246, 455, 1973.
 - 8) Wilson, J.W.: *The Pulmonary cellular and subcellular alteration of extracorporeal circulation. Surg. Clin. North America* 54:1203, 1974.
 - 9) 김광우, 김성덕, 염광원, 신현우, 김용락, 박일용 : 중환자의 호흡관리 실태보고, 대한의학협회지 9:19, 1976.
 - 10) Petty, T.C. and Asburg, D.G.: *The adult repsiratory distress syndrome. Chest* 60:233, 1973.
 - 11) Robin, E.D., Cross, L.F. and Zalis, R.: *Pulmonary edema. N.E.J.M.* 288:239 and 292, 1973.
 - 12) Marshall, B.E. and Wyche, M.Q., Jr.: *Hpyoxemia during and after anesthesia. Anesthesiology* 37:178, 1972.
 - 13) Sheinman, M., Brown, H., and Rapaport, E.: *Hemodynamic effect of ethacrynic acid in patient with refractory acute left ventricular failure. Am. J. Med.* 50:291, 1971.
 - 14) Robin, E.D., Carey, L.C. and Gremic, A. et al: *Capillary leak syndrome with pulmonary edema. Arch. Intern. Med.* 130:66, 1972.