均衡麻酔中 上肢靜脈血과 動脈血 Gas 分析의 比較에 關한 研究

高麗大學校 醫科大學 麻酔科學敎室

張 元 榮 · 張 聖 鎭 · 辛 正 順

= Abstract =

A Comparative Study of Blood Gas Values between Venous and Arterial Blood from the Hand during Balanced Anesthesia

Won Young Chang, M.D., Seong Ho Chang, M.D. and Jung Soon Shin, M.D.

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

It is common to check arterial blood gas values during anesthesia to know the state of acid-base balance and tissue oxygenation, but there are many complications in performing arterial puncture or cannulation. The purpose of this study is to know the correlations of blood gas values between arterial and venous blood from the hand during balanced anesthesia.

Twenty five patients of both sexes were investigated. The values of pH, pCO_2 , pO_2 , B.E., B.B., and HCO_3^- of arterial and venous blood were compared graphically and regression equations were made.

All the measurements except pO_2 showed close correlation.

緒 論

麻酔中 患者의 血中酸鹽基平衡이나 組織의 酸素供給 狀態를 알기 위하여 血中 gas 分析을 實施하는 境遇가 있다. 이때 動脈穿刺를 實施하는데 이를 同伴하는 副作用으로 血栓症, 動脈閉塞症, 血腫, 動脈瘤, 動脈腔塞症, 斑狀出血, 梗塞症, 疼痛等이 있다¹⁻⁵⁾.

따라서 靜脈血로부터의 血液 gas 分析을 통하여 動脈血의 gas 分析狀態를 짐작할 수 있다면 動脈穿刺를 하지 않고, 또 그에 따른 副作用도 피할 수 있을 것이다.

上肢를 $45^{\circ} \sim 47^{\circ}C$ 의 물에 10分間 液浸後 손등에서 採血한 靜脈血로부터 gas 分析을 實施하여 動脈血의 gas 分析과 比較하여 매우 近似한 값을 얻은 報告가 있다⁶⁾.

그러나, 麻酔中 患者에게 發生하는 狀況의 變動은

빠른 判斷과 處置가 必要하므로 上記와 같은 方法을 適用하는에는 어려움이 따를 것이다.

그러므로 著者는 均衡麻酔中인 患者의 手등에서 特別한 操作 없이 採血한 靜脈血과 動脈血의 gas 分析值의 相互關係를 알아보고자 다음과 같은 實驗과 文獻考察을 實施하여 이를 報告하는 바이다.

對象 및 方法

16세부터 68세까지 美國麻酔科學會(A.S.A.) 患者 狀態分類에 의한 class 1, 2의 全身狀態에 있는 患者로 男女 各各 14名, 11名으로 모두 25名을 對象으로 하였다(表 1.2).

前處置는 모든 患者에게 麻酔誘導 30~60分前에 meperidine hydrochloride 1mg/kg 과 atropine sulfate 0.01mg/kg 筋肉注射하였고, 麻酔誘導는 酸素投與와 함께 thiopental sodium 3~5 mg/kg, succinylchol-

表 1. 靜脈血의 Gas 分析

No.	Sex/Age	pH	PCO ₂	PO ₂	B.E.	B.B.	HCO ₃ ⁻
1	F/57	7.318	37.0	79.6	-7.0	39.2	18.5
2	M/42	7.371	54.0	86.2	3.9	51.4	30.4
3	F/30	7.373	40.4	66.7	-2.0	44.7	22.7
4	M/27	7.405	35.7	79.0	-2.0	45.5	21.7
5	M/22	7.375	40.4	135.2	-1.7	45.8	23.0
6	F/51	7.454	34.9	145.9	0.7	47.1	23.8
7	M/37	7.418	40.1	89.0	1.0	47.4	25.2
8	M/45	7.467	30.6	60.7	-1.0	45.6	21.6
9	F/59	7.502	23.4	71.4	-3.0	43.6	17.8
10	M/27	7.484	29.7	61.0	0.3	45.3	21.7
11	F/19	7.346	37.4	42.2	-5.9	40.8	20.0
12	M/28	7.360	36.5	37.9	-5.4	40.4	20.1
13	M/50	7.496	30.4	71.8	0.8	47.5	22.9
14	F/27	7.479	22.8	79.8	-4.5	42.6	16.4
15	F/16	7.357	35.3	32.3	-6.4	39.0	19.1
16	F/21	7.498	29.3	114.8	0.3	46.6	22.2
17	M/27	7.517	26.1	104.8	0.4	48.8	20.6
18	F/28	7.394	35.4	63.6	-3.0	43.2	20.9
19	M/68	7.488	26.5	130.5	-4.6	41.6	24.8
20	M/46	7.356	43.3	96.4	-2.9	44.6	23.7
21	F/42	7.390	34.8	85.1	-3.6	42.6	20.5
22	M/24	7.519	23.0	70.4	-2.7	43.5	18.3
23	F/20	7.551	20.7	55.2	-2.4	43.9	17.6
24	M/18	7.518	24.4	67.4	-1.1	46.3	19.4
25	M/21	7.518	25.1	45.6	-1.7	44.1	19.9
Mean	34.1	7.438	32.7	78.9	-2.1	44.4	21.3
±S.D.	±14.6	±0.070	± 7.9	±29.6	±2.6	± 3.0	± 3.0

ine 1mg/kg 을 靜脈注射後 氣管内 挿管을 實施한 후 亞酸化窒素—酸素를 2:1의 比率로 投與하면서 麻酔呼吸器로 調節呼吸을 實施하고 meperidine hydrochloride 2~3mg/kg 을 靜脈注射하였다. 筋弛緩劑로는 d-tubocurarine chloride 0.4 mg/kg 을 사용하였고 必要時마다 3~5 mg 을 追加하였다. 麻酔誘導 30分 以上 經過하였을 때 미리 heparin 으로 處理한 유리注射器로 動脈血을 採血하였고 同時에 靜脈血을 손등의 靜脈으로부터 採血하였으며 各各 約 3ml 가량 取하였다. 採血時 注射器에 空氣가 들어가지 않도록 注意하였으며, 採血 即時 고무마개로 注射針을 막았고 곧바로 gas 分析을 實施하였다.

血液 gas 分析機는 AVL 940을 사용하였고, 헤모그

로빈値는 Coulter photometer 法으로 測定하였으며, 體溫은 鼻腔에서 測定한 바 모두 正常範圍內에 있었다.

結 果

1) pH: 動脈血 및 靜脈血의 pH의 平均値는 各各 7.473 ± 0.072 , 7.438 ± 0.070 로 (表 1, 2, 3, 圖 1) 動脈血이 0.035 높은 値를 보였다. 25例中 3例에서 靜脈血이 動脈血보다 높은 値를 보였으며 가장 큰 差異는 0.058이었다. 이들의 回歸方程式은, $\text{pH art.} = 0.825 \times \text{pH vein.} + 1.337$ 이며 相關係數는 $r = 0.8$ 이었다(表4). 標準誤差는 0.044이었다.

2) PCO₂: 動脈血 및 靜脈血의 PCO₂의 平均値는 各

表 2. 動脈血의 Gas 分析

No.	Sex/Age	pH	PCO ₂	PO ₂	B.E.	B.B.	HCO ₃ ⁻
1	F/57	7.359	35.4	83.4	-5.2	41.0	19.4
2	M/42	7.398	44.9	110.6	1.9	49.5	27.0
3	F/30	7.396	37.6	163.1	-1.5	45.2	22.3
4	M/27	7.407	37.8	94.9	-0.7	46.7	23.2
5	M/22	7.388	39.2	168.2	-1.3	46.1	23.0
6	F/51	7.446	38.0	175.7	2.0	48.3	25.5
7	M/37	7.432	37.4	165.5	0.7	47.0	24.2
8	M/45	7.517	23.7	148.4	-1.9	44.7	18.8
9	F/59	7.516	22.9	154.9	-2.3	44.3	18.1
10	M/27	7.500	29.3	125.9	-0.5	46.2	22.1
11	F/19	7.466	22.3	159.8	-5.7	40.9	15.7
12	M/28	7.491	26.9	147.8	-1.8	44.0	20.0
13	M/50	7.513	26.0	149.2	-0.7	46.0	20.4
14	F/27	7.501	24.1	163.4	-2.3	44.8	18.3
15	F/16	7.489	23.9	124.4	-3.8	41.6	17.6
16	F/21	7.515	28.9	168.8	1.1	47.4	22.7
17	M/27	7.459	29.2	178.2	-1.5	46.8	20.1
18	F/28	7.402	34.4	186.3	-2.8	43.4	20.8
19	M/68	7.511	26.1	155.0	-3.7	43.0	24.8
20	M/46	7.384	38.5	92.8	-2.2	45.3	22.5
21	F/42	7.389	36.6	130.2	-2.6	43.6	21.6
22	M/24	7.559	21.3	140.0	-1.4	44.8	18.6
23	F/20	7.601	17.3	151.9	-1.8	44.4	16.6
24	M/18	7.559	19.4	152.3	-1.8	45.7	16.9
25	M/21	7.629	18.1	162.7	0.0	45.8	18.6
Mean ±S.D.	34.1 ±14.6	7.473 ±0.072	29.6 ± 7.8	146.1 ± 27.4	-1.6 ±1.9	45.1 ± 2.1	20.8 ± 3.0

表 3. 動脈血과 靜脈血의 Gas 分析 平均

구 분 血	pH	PCO ₂	PO ₂	B.E.	B.B.	HCO ₃ ⁻
動 脈 血 (Mean±S.D.)	7.473 ±0.072	29.6 ± 7.8	146.1 ± 27.4	-1.6 ±1.9	45.1 ± 2.1	20.8 ± 3.0
靜 脈 血 (Mean±S.D.)	7.438 ±0.070	32.7 ± 7.9	78.9 ± 29.6	-2.1 ±2.6	44.4 ± 3.0	21.3 ± 3.0

各 29.6±7.8, 32.7±7.9mmHg 이었으며, 靜脈血이 動脈血보다 3.1 mmHg 높은 値를 보였다(表 1, 2, 3, 圖 2). 靜脈血의 PCO₂가 動脈血보다 낮았던 例는 4例로써 가장 큰 差는 3.1 mmHg 이었다.

이들의 回歸方程式은 $\text{PaCO}_2 = 0.814 \times \text{PvCO}_2 + 2.96$

이며 相關係數는 $r = 0.822$ 이었다(表 4). 標準誤差는 4.54이었다.

3) PO₂: 動脈血 및 靜脈血의 PO₂의 平均値는 各各 146.1±27.4, 78.9±29.6 mmHg 이었다(表 1, 2, 3).

이들의 回歸方程式은 $\text{PaO}_2 = 0.167 \times \text{PvO}_2 + 133.084$

圖 1. 動脈血과 靜脈血의 pH 關係.

圖 3. 動脈血과 靜脈血의 B.E. 關係.

圖 2. 動脈血과 靜脈血의 PCO₂ 關係.

圖 4. 動脈血과 靜脈血의 B.B. 關係.

이었으나 相關係數는 $r=0.180$ 이었다(表 4). 標準誤差는 27.58이었다.

4) B.E.: 動脈血 및 靜脈血의 B.E.의 平均値는 各各 -1.6 ± 1.9 , -2.1 ± 2.6 mmol/l 이었으며(表 1, 2, 3, 圖 3) 이들의 回歸方程式은 $B.E. \text{ art.} = 0.623 \times B.E. \text{ ven.} - 0.257$ 이었고, 相關係數는 $r=0.870$ 이었다(表 4). 標準誤差는 0.95이었다.

5) B.B.: 動脈血 및 靜脈血의 B.B.의 平均値는 各各 45.1 ± 2.1 , 44.4 ± 3.0 mmol/l 이었으며, (表 1, 2, 3, 圖 4) 이들의 回歸方程式은 $B.B. \text{ art.} = 0.673 \times B.B. \text{ ven.} + 15.15$ 이었으며, 相關係數는 $r=0.946$ 이었다(表 4). 標準誤差는 1.55이었다.

考 按

vein. + 15.15이었으며, 相關係數는 $r=0.946$ 이었다(表 4) 標準誤差는 0.7이었다.

6) HCO_3^- : 動脈血 및 靜脈血의 HCO_3^- 의 平均値는 各各 20.8 ± 3.0 , 21.3 ± 3.0 mmol/l 이었으며, (表 1, 2, 3, 圖 5) 이들의 回歸方程式은 $HCO_3^- \text{ art.} = 0.852 \times HCO_3^- \text{ ven.} + 2.59$ 이었으며, 이들의 相關係數는 $r=0.859$ 이었다(表 4). 標準誤差는 1.55이었다.

重症者 管理를 하면서 中心靜脈血의 gas 分析 所見과

表 4. 各測定値의 回歸式 및 相關係數

	回	歸	式	相 關 係 數
pH art.	=pH vein	$\times 0.825 + 1.337$		$r=0.8$ $p<0.005$
PaCO ₂	=PvCO ₂	$\times 0.814 + 2.96$		$r=0.822$ $p<0.005$
PaO ₂	=PvO ₂	$\times 0.167 + 133.084$		$r=0.180$ $p=N.S$
B.E. art.	=B.E. vein.	$\times 0.623 - 0.257$		$r=0.870$ $p<0.005$
B.B. art.	=B.B. vein.	$\times 0.673 + 15.15$		$r=0.946$ $p<0.005$
HCO ₃ ⁻ art.	=HCO ₃ ⁻ vein.	$\times 0.852 + 2.59$		$r=0.859$ $p<0.005$

圖 5. 動脈血과 靜脈血 HCO₃⁻關係.

動脈血의 所見을 比較한 結果 兩者間에 매우 높은 相關關係가 있는 것이 알려졌다⁷⁻⁹⁾. 그러므로 患者의 換氣나 代謝의 適合性을 測定하는데 中心靜脈血의 gas 分析을 實施함은 有用하며 動脈穿刺의 어려움 및 그에 따르는 副作用을 피할 수 있다고 하였다. 毛細血管으로부터의 血液 gas 分析은 動脈血의 그것과 거의 가까운 結果를 보여주나 PO₂만은 動脈血에서 直接 測定하지 않는 한 正確하게 알수 없다고 하였고^{10,11)} 이때 얻은 毛細血管血의 gas 分析 所見은 動脈血과 상당히 흡사하다고 하였다¹²⁻¹⁴⁾.

中心 靜脈血의 gas 分析 所見으로써 動脈血의 pH, PCO₂, 標準重碳酸鹽, 酸素飽和度 등을 正確하게 豫測하는 데는 별로 價値가 없고, 다만, 選別檢査의 하나로써 呼吸性 및 代謝性酸症을 일찍이 알아내는데 有用하다고 하였다^{9,15)}.

上肢靜脈에서는 血流가 間歇의 으로 이루어지는 特徵

이 있어서 酸性代謝物質이 蓄積되는 경향이 있으며 그들의 散發의 인 放出은 靜脈血의 pH와 PCO₂가 一定하게 維持되는 것을 방해한다고 한다⁷⁾.

Goldschmidt(1925)¹⁾ 등은 손등에서의 靜脈血은 前肘部의 靜脈血보다도 높은 酸素飽和度와 낮은 二酸化炭素含量을 보인다고 하였다. 이러한 이유로 본 연구자는 수배 靜脈에서 채혈하였다.

Brooks(1959)¹⁶⁾ 등은 全身麻醉中 손등 및 손목의 피부溫度를 15分間 38°C 까지 加溫 採血하여 動脈血과 比較한 結果 pH, PCO₂, TCO₂值가 거의 一致하는 양상을 보였다고 한다.

Gambino(1959)¹⁷⁾는 休息을 取하고 있는 사람에서 上肢로 부터 動脈血과 靜脈血을 採血 pH를 比較해 본 結果 動脈血의 pH가 平均 0.0128이 더 높았으나 본 研究에서는 動脈血이 靜脈血보다 0.035가 더 높은 差를 보였다.

이는 麻醉中の 患者는 調節 呼吸의 實施, 室溫變化에 따른 體溫의 減少, 麻醉劑의 心血管系에 대한 영향 등으로 인한 血流의 減少로 動, 靜脈間의 差가 增加될 수 있다고 思料된다.

男자와 女子 사이에도 靜脈血의 CO₂含量에 差異가 있다고 하며 正常人에서는 男子가 女子보다 2.5 mM/l 가량 높았으며, 이는 男女間의 活動度의 差異 때문이라고 했다^{18,19)}.

그러나 본 研究에서는 全身麻醉中の 患者를 對象으로 하였고, 調節呼吸을 實施한 때문에 이를 考慮하지 않았으나 麻醉中에도 差異가 있을 것인지는 더 研究가 必要하고 본 研究는 더운 여름철에 실시되었지만 일반적으로 채취부위의 피부온도와 실내온도가 큰 영향을 미치므로 이점도 考慮해야 한다고 생각된다.

本研究中에서 pH, PCO₂, B.E., B.B., HCO₃⁻에서는 모두 有意한 相關關係를 보였으나 PO₂는 相關係數가 r=0.180으로 有意성이 없었다. 그러나 PO₂의 測定은 循環系의 指標로서 또는 體內最低限의 PaO₂의 指標로서 重要한 意味가 있다고 하였다⁸⁾.

結 論

動脈血의 gas 分析 所見을 靜脈血의 所見으로서 換算할 수 있다면 動脈穿刺로 인한 어려움이나 副作用을 피할 수 있을 것이다.

均衡麻酔中 16세부터 68세까지의 男女患者 25名을 對象으로 손등의 靜脈血과 動脈血의 血液 gas 分析 所見을 比較한 결과 PO₂를 除外하고 pH, PCO₂, B.E., B.B., HCO₃⁻에서 有意한 相關關係를 보였다.

따라서 麻酔中일 때 呼吸性 또는 代謝性 산염기 平衡은 꼭 動脈血이 아니더라도 손등의 靜脈血로 그 정도를 대략 짐작할 수 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Bedford RF and Wollman H: *Complication of percutaneous radial-artery cannulation. Anesthesiology* 38(3):228, 1973
- 2) Brown AE, Sweeney DB and Lumley J: *Percutaneous radial artery cannulation. Anaesthesia* 24(4):532, 1969
- 3) Mathieu A, Dalton B, Fischer JE and Kumar A: *Expanding aneurysm of the radial artery after frequent puncture. Anesthesiology* 38(4):401, 1973
- 4) Matthews JI and Gibbons RB: *Embolization complicating radial artery puncture. Annals of Internal Medicine* 75:87, 1971
- 5) Mortensen JD: *Clinical sequelae from arterial needle puncture, cannulation, and incision. Circulation* 35:1118, 1967
- 6) Goldschmidt S and Light AB: *A method of obtaining from veins blood similar to arterial blood in gaseous content. J Biol Chem* 64:63, 1925
- 7) Zahn RL and Weil MH: *Central venous blood for monitoring pH and pCO₂ in the critically ill patient. Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 52(1):105, 1966
- 8) 落合亮一, 宮坂勝之: 靜脈血 血液가스分析의 再評價. *ICU と CCU* 8(2):87, 1984
- 9) Phillips B and Peretz D.I: *A comparison of central venous and arterial blood gas values in the critically ill. Annals of Internal Medicine* 70(4):745, 1969
- 10) Jung, RC Balchum OJ and Massey FJ: *The accuracy of venous and capillary blood for the prediction of arterial pH, pCO₂ and pO₂ measurements. Am J Clin Path* 45:129, 1966
- 11) Cooper ES and Smith H: *Indirect estimation of arterial pCO₂. Anaesthesia* 16:445, 1961
- 12) Langlands JHM and Wallace WFM: *Small blood samples from ear-lobe puncture. A substitute for arterial puncture. Lancet* 11:315, 1965
- 13) Gandy G, Grann L, Cunningham N, Adamsons K, and James S: *The validity of pH and pCO₂ measurements in capillary samples in sick and healthy newborn infants. Pediatrics* 34:192, 1964
- 14) Koch G: *The validity of pO₂ measurement in capillary blood as a substitute for arterial PO₂. Scand J Clin Invest* 21:10, 1968
- 15) Sutton RN, Wilson RF and Walt AJ: *Differences in acid-base levels and oxygen-saturation between central venous and arterial blood. Lancet* 11:748, 1967
- 16) Brooks D and Wynn V: *Use of venous blood for pH and carbon-dioxide studies especially in respiratory failure and during anesthesia. Lancet* 1:227, 1959
- 17) Gambino SR: *Comparisons of pH in human arterial, venous, and capillary blood. Am J Clin Pathol* 32(3):298, 1959
- 18) Gambino SR: *Normal values for adult human venous plasma pH and CO₂ content. Am J Clin Pathol* 32(3):294, 1959
- 19) Shock NW and Hastings AB: *A microtechnique for the determination of the acid-base balance of the blood. J Biol Chem* 104:565, 1934