뇌척수액 및 동정맥혈액 정상 가스분압치의 연령에 따른 비교

계명대학교 의과대학 마취과학교실

최 경 돈 · 전 재 규

= Abstract =

Comparison of Normal Gas Values in the CSF, Arterial and Venous Blood between Young and Old Age

Kyung Don Choi, M.D. and Jae Kyu Jeon, M.D.

Department of Anesthesiology, Keimyung University School of Medicine, Taegu, Korea

Normal values of CSF gases in young Koreans were reported by Song and Jeon as follows: $P_{CSF}O_2$ 76.5 ± 8.6 torr and $P_{CSF}CO_2$ 44.9 ± 3.6 torr. The pH of the CSF was 7.329 ± 0.017 , HCO_3^- was 23.6 ± 1.8 mEq/L and the B.E. was -2.2 ± 1.5 . The CSF and arterial and venous blood gases of a group of relatively healthy patients aged 60~80 years scheduled for elective surgery were measured. Prior to the induction of anesthesia, lumbar tapping was performed at a level of L_{3-4} using a 22 gauge needle and CSF samples were obtained. Then, radial arterial blood samples were taken. The subclavian vein was cannulated with a 20 gauge catheter and venous blood samples were collected.

The gas values of this group were compared with those of the young age group as shown in the tables and figures.

The results of this study were as follows: $P_{CSF}O_2$ was 72.76 ± 10.49 torr and $P_{CSF}CO_2$ was 44.52 ± 3.5 torr. The pH of CSF was 7.318 ± 0.04 . HCO_3^- was 22.62 ± 2.5 and B.E. was 3.07 ± 2.4 .

Key Words. CSF gases

서 론

뇌척수액의 생리에 대해선 비교적 잘 알려져 있으나 정상 한국인의 뇌척수액 가스분압치에 대한 보고는 별로 없다. 따라서, 저자들은 송등¹⁾의 '뇌척수액과 동정맥 혈액 중 정상 가스분압치의 비교'를 근거로 하여 60세 이상의 노인을 대상으로 하여 송등과 동일한 방법으로 뇌척수액과 동정맥혈액의 가스분압치를 구하고 양자를 비교하여 보았다.

대상 및 방법

계획수술이 예정된 노인 15명을 대상으로 하였으며 평

균연령은 69.33 ± 7.41 세였고 남자가 10명, 여자가 5명이었다. 이들의 혈액소 및 기타 검사소견은 정상범위에 속하였고, 전신상태는 미국 마취과학회 분류 2급에 해당하였다.

수술전날 오후 환자를 방문하여 환자가 받을 시술에 대하여 충분히 설명하였다. 마취전투약은 atropine 0.4 mg 과 hydroxyzine 1 mg/kg 근주하였고 환자가 수술실에 도착하면 마취유도전에 각종 감시장치를 부착한 후 좌위로 제 3~4 또는 제 4~5 요추간을 요추천자하여 뇌척수액을 채취하였으며 바로 양와위로 하여 modified Allen's test를 시행한 후 요골동맥에서 22 gauge 나비바늘로 동맥혈을 채취하고, 정맥혈은 쇄골상위식 쇄골하정맥 카테터 삽입법을 이용하여 쇄골하정맥에 중심정맥압용 카테터를 삽입하여 상대정맥에서 채취하였다. 이때 주사기는

Table 1. Normal Gas Values in the CSF, Arterial and Venous Blood in the Young Age Group

Age		pH	Pco ₂	Po ₂	HCO ₃ ⁻	B. E.
28.45 ± 10.15	Arterial blood	7.419 ± 0.026	38.8 ± 4.2	99.3 ± 6.3	25.1 ± 2.4	1.4 ± 2.2
	CSF	7.329 ± 0.017**	44.9 ± 3.6**	76.5 ± 8.6**	23.6 ± 1.8**	-2.2 ± 1.5**
	Venous blood	7.379 ± 0.027	47.5 ± 4.8	38.6 ± 5.7	27.9 ± 2.5	2.6 ± 2.2

Values are mean ± S.D.

* : Significantly different from the arterial values (p < 0.01)

* : Significantly different from the venous values (p < 0.01)

Table 2. Normal Gas Values in the CSF, Arterial and Venous Blood in the Old Age Group

Age		pH	Pco ₂	Po ₂	HCO ₃ ⁻	B. E.
69.33 ± 7.41	Arterial blood	7.421 ± 0.035	41.28 ± 3.2	84.0 ± 6.3	25.9 ± 2.9	2.14 ± 2.8
	CSF	7.318 ± 0.045**	44.52 ± 3.5**	72.7 ± 10.4**	22.6 ± 2.5**	-3.07 ± 2.4**
	Venous blood	7.379 ± 0.029	48.18 ± 3.6	38.6 ± 3.4	27.8 ± 3.0	2.33 ± 3.1

Values are mean ± S.D.

* : Significantly different from the arterial values (p < 0.01)

* : Significantly different from the venous values (p < 0.01)

heparin액으로 처리한 후 사용하였다. 채취한 표본은 곧 얼음상자에 보관하여 검사실로 보냈으며 5분 이내에 pH/혈액가스분석기(Model Corning 178, Corning, Medfield, Massachusetts, U.S.A.)를 이용하여 pH, 이산화탄소분압, 산소분압, HCO₃⁻, 염기과잉 (base excess, B. E.) 등을 분석하였다. 결과는 평균±표준편차(mean±S. D.)로 표시하였고 결과간 차이의 유의성은 paired t-test를 이용하여 p-value가 0.05이하인 경우를 유의성이 있는 것으로 인정하였다. 그리고 송등의 결과와 본 실험결과와의 비교도 동일한 방법으로 하였으며 송등의 실험 결과는 다음과 같다(Table 1).

성 적

실험성적은 Table 2와 같다.

피실험자의 연령은 69.33±7.41세였고 송등의 피실험자 연령은 28.45±10.15세이었다.

pH는 동맥혈이 7.41±0.35, 뇌척수액이 7.318±0.045, 정맥혈이 7.379±0.029로 뇌척수액치가 동정맥혈치에 비해 가장 낮았으며(P<0.01) 젊은층의 7.419±0.026, 7.329±0.017, 7.379±0.027과 유사한 양상을 나타내나 연령 차이의 유의성은 없었다(Fig. 1).

Fig. 1. Comparison of the pH values in the CSF, arterial (A) and venous (V) blood (mean ± S.D.)

이산화탄소 분압은 동맥혈 41.28±3.2, 뇌척수액 44.52±3.5, 정맥혈 48.18±3.6로써 뇌척수액 이산화탄소 분압이 동맥혈에 비해 3 torr 높았고, 정맥혈에 비해 약 4 torr 낮았으며(P<0.01) 젊은층의 38.8±4.2, 44.9±3.6, 47.5±4.8과 유사한 양상을 나타내나 동맥혈에서 노인층이 젊은층보다 3 torr 정도 높아 유의한 차이를 보였다(P<0.05)(Fig. 2).

Fig. 2. Comparison of the P_{CO_2} values in the CSF, arterial (A) and venous (V) blood (mean $\pm$ S.D.).
* : Significant difference between young and old age group ($p < 0.05$).

Fig. 3. Comparison of the P_{O_2} values in the CSF, arterial (A) and venous (V) blood (mean $\pm$ S.D.).
** : Significant difference between young and old age group ($p < 0.01$).

산소분압은 동맥혈이 84.01 ± 6.3 , 뇌척수액이 72.76 ± 10.49 , 정맥혈이 38.68 ± 3.36 으로 뇌척수액이 동맥혈치와 유의한 차이가 있었으며 ($P < 0.01$) 젊은층의 99.3 ± 6.3 , 76.5 ± 8.6 , 38.6 ± 5.7 과 유사한 양상이나 동맥혈에서 노인층이 젊은층보다 15 torr 정도 낮았다 ($P < 0.01$).

그러나 뇌척수액의 산소분압은 노인층에서 감소하는 경향을 있었으나 유의성이 없었고 정맥혈 산소분압은 양자가 동일하였다 (Fig. 3).

Fig. 4. Comparison of the HCO_3^- values in the CSF, arterial (A) and venous (V) blood (mean $\pm$ S.D.).

Fig. 5. Comparison of the base excess (B.E.) in the CSF, arterial (A) and venous (V) blood (mean $\pm$ S.D.).

HCO₃⁻는 동맥혈이 25.98 ± 2.9 , 뇌척수액이 22.62 ± 2.5 , 정맥혈이 27.80 ± 3.0 으로 뇌척수액이 가장 낮았고 젊은층은 25.1 ± 2.4 , 23.6 ± 1.8 , 27.9 ± 2.5 였으며 연령별 차이에 유의성은 없었다 (Fig. 4).

B.E.는 동맥혈이 2.14 ± 2.8 , 뇌척수액이 -3.073 ± 2.4 , 정맥혈이 2.33 ± 3.1 로 뇌척수액이 가장 낮았고 젊은층은 1.4 ± 2.2 , -2.2 ± 1.5 , 2.6 ± 2.2 였으며 연령 차이에 따른 유의성은 없었다 (Fig. 5).

고 찰

뇌척수액은 맥락막층에서 생성되는 액체와 상의세포(ependyma) 및 경막(meninges)을 통해 확산되는 뇌간질액의 혼합액이다. 그러므로 뇌척수액의 구성성분은 뇌간질액과 유사할 것이나 혈뇌장벽의 세포막투과성에 의해 물, 이산화탄소, 산소 그리고 지용성 분자 예를 들어 알콜 등은 혈뇌장벽을 아주 잘 통과하며 능동적 이동기전 및 신체 항상성조절(homeostasis)에 의해 생리적으로 중요한 이온인 Na^+ , H^+ , Cl^- , K^+ , Mg^{++} 및 Ca^{++} 등은 혈중 농도에 무관하게 거의 일정하게 유지된다. 그리고 단백질, Sucrose, arsenic, sulfur, gold 등은 거의 통과하지 못한다¹⁻⁸⁾.

뇌척수액의 pH는 정상적으로 7.30~7.36사이로 유지되는데, 이는 CO_2 와 H_2CO_3 는 혈뇌장벽을 잘 통과하여 이온화된 분자인 HCO_3^- 가 잘 통과하지 못하기 때문이며 일반적으로 뇌척수액의 pH는 동맥혈보다 낮은 것으로 보고되어 있다⁹⁾.

본 실험에서도 뇌척수액의 pH가 7.318로 동맥혈과 정맥혈 pH보다 낮았다.

이산화탄소 분압은 Lamberstein¹⁰⁾은 뇌척수액 이산화탄소분압이 뇌정맥치와 유사하다고 하였고, Brady와 Simple¹¹⁾ 그리고 Pappenheimer등¹²⁾은 뇌척수액 이산화탄소분압이 동맥혈치보다 10 torr 정도 높다고 하였으나 본 실험에 의하면 뇌척수액 이산화탄소분압이 동맥혈보다 약 3 torr 정도 높았고 정맥혈보다는 약 4 torr 낮았다. 송등¹⁾의 실험(젊은 층)에서도 뇌척수액 이산화탄소분압이 동맥혈치보다 6 torr 높았고 정맥혈치보다 약 3 torr 낮았다.

뇌척수액 산소분압은 본 실험에서 동맥혈과 정맥혈치의 중간이었는데 Grieb등¹³⁾은 뇌세포액의 산소분압이 5~40 torr이고 일반적인 세포간질액이 20~60 torr이며 뇌척수액의 산소분압은 대체로 동맥혈과 정맥혈의 중간이라 하였고 젊은층의 실험에서도 유사한 결과이었다.

젊은층과 노인층을 비교해 볼 때 동맥혈에서 이산화탄소분압과 산소분압치에 유의한 차이가 있었던 것은 늙어감에 따라 폐잔기량(RV)의 증가, 기능성 호기에비량(FRV), 최대호흡량(MBC), 확산능력의 감소에 의한 것이라 사료되며 폐포의 산소분압은 나이에 관계없이 대체로 일정하나 동맥혈 산소분압은 매년 여자에서는 0.31

torr, 남자에서는 0.43 torr씩 감소한다고 한다⁹⁾.

동맥혈 산소분압치가 노인층에서 감소함에도 불구하고 정맥혈 산소분압치는 노인층과 젊은층간에 차이가 없음은 노인층에 있어서 세포의 산소 소모량이 적기 때문이라 생각된다. 따라서 노인의 동맥혈 산소분압의 감소는 세포의 산소 소모량의 감소와 합해서 균형상태가 된다고 할 수 있다.

HCO_3^- 와 B.E.는 뇌척수액이 동정맥혈치에 비해 가장 낮았고 젊은층과 비교해 볼 때 유의한 차이가 없었다. 뇌척수액의 HCO_3^- 와 B.E.가 가장 낮은 것은 뇌척수액에는 적혈구가 없을 뿐만 아니라 용해된 이산화탄소는 혈뇌장벽을 잘 통과하므로 혈중 이산화탄소분압의 변화는 뇌척수액 이산화탄소분압에 바로 반영되나 HCO_3^- 는 맥락막층의 작용으로 뇌척수액의 pH를 조절하기 위한 특별기전에 기인한 것으로 사료된다.

결 론

한국 정상 성인의 뇌척수액과 혈액 가스분압치를 비교한 결과 노인층에서 뇌척수액의 산소분압, 이산화탄소분압치는 모두 동맥혈과 정맥혈의 중간이었고 뇌척수액의 pH, HCO_3^- B.E.는 가장 낮았으며 젊은층과 비교해 볼 때도 같은 양상을 나타내었다.

동맥혈의 이산화탄소분압은 노인층에서 젊은층에 비해 유의하게 높았고 동맥혈의 이산화탄소분압은 노인층에서 젊은층에 비해 유의하게 높았고 동맥혈의 산소분압은 노인층에서 유의하게 낮았고 뇌척수액의 산소분압은 낮은 경향이었으나 유의성이 없었고 정맥혈의 산소분압은 젊은층과 동일하였다.

참 고 문 헌

- 1) 송선옥, 전재규: 뇌척수액과 동정맥혈액중 정상가스 분압치의 비교, 대한마취과학회지 20(3), 1987
- 2) Plum F, Siesjo BK: Recent advances in CSF. Physiology 42:708, 1975
- 3) Churchill-Davidson HC: A practice of anaesthesia. 5th ed, Chicago, Year Book Medical Publis hers, 1984, p37
- 4) Gray TC, Nunn JF, Utting JE: General anaesthesia. 4th ed, London, ButterWoods, 1980, p861
- 5) Guyton AC: Textbook of medical physiology. 7th ed,

- Philadelphia, WB Saunders, 1986, p377
- 6) Goundsouzian N, Karamanian A: *Physiology for the anesthesiologist*, 2nd ed, London, Prentice-Hall Inc, p339
 - 7) Smith G, Aitkenhead AR: *Textbook of anesthesia*. New York, Churchill Livingstone, 1985, p90
 - 8) Leusen IR: *Regulation of cerebrospinal fluid composition with reference to breathing*. *Physiological Reviews* 52:1, 1972
 - 9) Ronald D, Miller: *Anesthesia*. 2nd ed, New York, Churchill Livingstone, 1986, p1115
 - 10) Lambersten CJ: *Carbon dioxide and respiration in acid-base homeostasis*. *Anesthesiology* 21:642, 1960
 - 11) Bradly RD, Semple SJG: *A comparison of certain acid base characteristics of arterial blood, jugular venous blood and cerebrospinal fluid in man*. *J Physiol (Lond)* 160:381, 1962
 - 12) Pappenheimer JR, Frencl V, Heisey SR, Held D: *Role of cerebrospinal fluid in control of respiration as studied in unanesthetized goats*. *Am J Physiol* 208:436, 1975
 - 13) Grieb P, Forster RE, Strome D: *O₂ exchange between blood and brain tissues studied with 18 O₂ indicator dilution technique*. *J Appl Physiol* 58:1929, 1985