

산모 혈액과 태줄 혈액의 연(鉛)함량에 관한 연구*

이화여자대학교 의과대학 생리학교실

김 동 준 · 김 명 희 · 정 애 순

이화여자대학교 의과대학 산부인과학교실

강 신 명

=Abstract=

The Study of Lead Concentration in Maternal and Umbilical Cord Blood

Dong Jun Kim, Myung Hee Kim and Ae Soon Chung

Department of physiology, College of Medicine, Ewha Womans University, Seoul, Korea

Shin Myung Kang

Department of Obstetrics and Gynecology, College of Medicine,
Ewha Womans University, Seoul, Korea

Motor vehicles are the major source of environmental air pollution through the combustion of lead-containing gasolines. People who live in the areas with heavy traffic usually have the higher blood lead levels.

This study was to investigate the lead level between the maternal blood and their infants cord blood. Immediately after placental delivery, the sampls of cord blood and maternal venous blood were obtained randomly from 14 infants whose mothers had spent their entire pregnancy in Seoul.

Lead concentration was determined by the dithizone method. The results obtained were summarized as follows:

1. Hemoglobin, Hct and RBC were significantly higher in cord blood than in the maternal blood, by 36%, 54.9%, 36.9% respectively.
2. MCV in cord blood was higher than that in maternal blood by 13.8%. But MCH and MCHC were lower than those in maternal blood, by 9.7%, 3.3% respectively. The differences were statistically significant.
3. Lead concentration of cord blood (23.93 μg%) was higher than that in maternal blood (21.93 μg%) by 9.1%

서 론

연(鉛)은 기원전 4,000년경 부터 고대인들에게 사용되어 온 금속으로서 인류문화의 발달과 연의 사용은 불가분인 것으로 생각된다. 1970년 전 세계 연사용량은 327만톤으로서 주로 축전지, 화학공업, 연관, 연관 등에 사용되었고¹⁾ 심지어 옥탄가를 높이기 위하여 사

에칠연[Pb(C₂H₅)₄]등 기타 유기연이 개솔린에 혼입되고 있어 우리들의 생활의 변천과 아울러 연의 용도는 실로 다양하다. 그러나 인간이 이제까지 이용한 많은 물질들이 그러하듯이 연도 편리한 점이 있는 반면 해독을 가져오기도 했다. Hippocrates 시대에 이미 알려진 연의 유독성은 오늘날 생활 환경이 복잡해짐에 따라 점점 심각한 문제로 대두되고 교통량의 증가에 따른 배기가스가 대기오염의 주 요인으로 지적되며²⁾ 대기의 연농도는 자동차의 배기가스에서 나온 연이 대부분

* 본연구는 이화여자대학교 생활과학연구소의 연구비와 동아자연과학 장학금의 지급을 받아 행한 것임

분을 차지한다고 한다³⁾.

공기중의 연이 체내에 흡수되어 혈중농도가 높아지면 중독증상으로서 빈혈, 안면창백, 적혈구수감소등의 혈액장애와 선통, 변비등의 소화기장애 및 두통, 현기증, 기억력감퇴, 말초신경염등의 신경장애까지도 발생한다고 한다⁴⁾. 인체의 소화기나 호흡기를 통하여 흡수된 연은 신경조직이나 골조직에 침착되는데 임신부의 경우에는 태아에 까지 그 영향이 나타난다는 보고가 있으며⁵⁾, 또한 Bell 등은 여러 종류의 동물실험을 통하여 관찰한 결과 연이 태반을 자유로히 통과한다고 하였다⁶⁾. Karlog 및 Möller는 태아의 골조직과 간조직의 연농도가 산모의 것 보다 높다고 하였고 Scanlon은 실제 태출혈액의 연농도를 측정하였다⁷⁾. 저자들은 서울에 거주하는 산모의 혈액과 태출 혈액중 연농도의 비교 관찰을 시도하였다.

실험대상 및 방법

서울 시내에 거주하는 건강한 여자로서 1974년 3월 부터 동년 10월까지 사이에 이화대학 부속병원 산부인과에서 정상분만한 14명의 산모를 대상으로 하였다. 혈액의 채취는 분만을 기다리는 산모의 정맥혈 5 ml를 헤파린이 첨가된 시험관에 채취하고 분만 즉시 태반이 박리되기 전 잘라진 태출에서 흐르는 혈액 5 ml를 같은 방법으로 취하고 혈구수와 혈색소 및 헤마토크릴을 측정한 후 나머지 혈액은 분석을 시행할 때 까지 4°C에 보관하였다.

혈액중 연의 분석은 Dithizone 비색법⁸⁾에 의한 것이나 그 원리는 알칼리성 용액중에서 Pb⁺⁺이 dithizone과 적색의 착염을 형성하므로 이를 유기용매로 추출하여 비색정량 하는 것이다. 여기에 사용되는 모든 유리기구는 5% 질산용액에서 30분 이상 가온한 후 세척하고 건조시켜 사용했으며 시약은 특급시약을, 증류수는 이온교환수지를 통과시킨 정제수를 사용하였다.

채취한 혈액을 평량병에 옮겨 중량을 측정한다 다음 5 ml를 취하여 20 ml 킬달 후라스크에 옮기고 진한 황산 2 ml를 가한 후 서서히 약하게 가열하면 1~2시간 후 액이 황색 투명하게 된다. 이때 질산 15 ml와 과염소산(60%) 2 ml를 가하고 2~3시간 더욱 가열하여 농축된 액이 미황색~무색이 된 후 백연이 발생하기 시작하면 회화는 종료된다. 그러나 농축액이 갈색을 보이는 경우에는 질산 10 ml를 추가하여 가열을 더 계속하였다. 일단 얻어진 회화 용액에 물 15 ml를 가하고 5~10분간 끓인 후 구연산암모늄용액 5 ml를 가하였다. Thymol blue를 지시약으로 하여 청색이 나타

날 때 까지 28% 암모니아용액을 가하고 끓는 물속에 5~10분간 가온하여 과잉의 암모니아수를 제거하고 전량을 검액으로 하였다.

분액여두에 Pb⁺⁺ 표준계열(0, 1, 5, 10 μg)과 검액(공시험 검액도 포함됨)을 넣어 각각의 양을 30 ml가 되도록 하고 구연산암모늄용액, 청산가리용액과 염산하이드록시라민 용액을 각각 2 ml씩 가하였다. Thymol-blue를 지시약으로 하여 28% 암모니아수로 산도를 9.6으로 조정하고, 물로 전량이 40 ml가 되도록 한 후 추출용 dithizone 용액 10 ml를 가하고 1분간 진탕하였다. 정지한 분액의 상층을 버리고 여기에 1% 질산용액을 25 ml 가하여 다시 진탕하고 정지한 후 아랫층을 버리고 여기에 암모니아 청산(ammonium cyanide)용액 약 30 ml를 가한 후 정량용 dithizone 용액 10 ml를 가하여 1분간 진탕하였다. 이를 정지한 후 상층을 버리고 아랫층의 흡광도를 520 m μ 에서 공시험 검액을 0로 놓고 읽었다. 혈중 연농도의 산출은 먼저 표준계열의 흡광도로 검량선을 작성하고 이에 의해 검액중의 분석치를 구한 후 아랫식에 의거하여 혈액중의 연농도를 계산하였다.

$$\text{혈중 연 } (\mu\text{g}/100 \text{ ml}) = \text{분석치} \times \frac{100}{\text{혈액량(ml)}}$$

성 적

표 1에 제시된 바와 같이 14례의 실험대상으로부터 얻은 모체 정맥혈의 연농도는 $21.93 \pm 1.78 \mu\text{g}\%$, 태출 혈액중 연농도는 $23.93 \pm 1.67 \mu\text{g}\%$ 로서 9.1%가 증가하였으며 이는 유의적인 차이였고($p < 0.01$) 혈색소의 함량은 모체정맥혈이 $10.88 \pm 0.46 \text{g}\%$, 태출혈액은 $14.82 \pm 0.54 \text{g}\%$ 로서 36%나 증가했으며 이 차도 유의한 것이었다($p < 0.01$).

헤마토크릴은 모체정맥혈이 $36.93 \pm 1.32\%$, 태출혈액이 $57.21 \pm 1.75\%$ 로 54.9%나 유의적으로 증가하였으며 적혈구수 역시 모체혈액이 $378.64 \pm 11.98 \times 10^6/\text{mm}^3$ 인데 비하여 $518.4 \pm 18.39 \times 10^6/\text{mm}^3$ 로 36.9% 증가되었는데 이도 역시 유의적인 것이었다($p < 0.01$).

평균 혈구용량(MCV)은 모체정맥혈이 $97.45 \pm 1.89 \mu$, 태출혈액이 $110.86 \pm 2.40 \mu$ 로 태출혈액쪽이 13.8% 증가되었으며 이것 역시 유의적인 증가였으나 이와는 반대로 평균혈구내 혈색소(MCH)는 모체정맥혈이 $28.84 \pm 0.97 \mu\text{g}$, 태출혈액이 $26.04 \pm 0.80 \mu\text{g}$ 으로 오히려 9.7% 감소되었고 평균 혈구내 혈색소농도(MCHC)역시 모체정맥혈이 $29.64 \pm 0.96 \text{g}\%$ 인데 비하여 태출혈액이 $28.67 \pm 0.62 \text{g}\%$ 로 3.3% 감소되었는데 이들도 모

Table 1. Laboratory Data of Maternal and Umbilical Cord Blood

Test	No of case	Maternal Blood Mean±SE	Cord Blood Mean±SE	Increasing rate
Blood lead ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	14	21.93±1.78	23.93±1.67*	+9.1%
Hemoglobin (g/dl)	14	10.89±0.46	14.82±0.54*	+36.0%
Hematocrit (%)	14	36.93±1.32	57.21±1.75*	+54.9%
R.B.C. ($10^6/\text{mm}^3$)	14	378.64±11.98	518.4±18.39*	+36.9%
M.C.V(μ)	14	97.45±1.89	110.86±2.40*	+13.8%
M.C.H($\mu\mu\text{g}$)	14	28.84±0.97	26.04±0.80*	-9.7%
M.C.H.C (g/dl)	14	29.64±0.96	28.67±0.62*	-3.3%

*: $p < 0.01$

M.C.V: Mean corpuscular volume

M.C.H: Mean corpuscular hemoglobin

M.C.H.C: Mean corpuscular hemoglobin concentration

두 유의한 차였다. 따라서 모체정맥혈을 기준으로 하여 태출혈액의 각항목에 걸친 비교는 평균혈구내 혈색소와 평균혈구내 혈색소농도를 제외하고는 모든 항목에서 태출혈액이 유의적인 증가를 나타냈다.

고 찰

문명의 발달과 아울러 대기중의 연농도는 급증하고 있어서 서울이 $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 동경이 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 로스앤젤레스가 $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이고 특히 북반구의 오염은 가속적으로 매년 5%씩 상승한다고 한다⁹⁾. 이런 환경에서 생활하는 인체는 항상 미량이나마 연에 폭로되어 있는 상태로서 소화기나 호흡기를 통하여 연이 흡수되고 이들이 조직뿐만 아니라 태아에 까지도 축적되며 혈색소의 성분인 heme 합성에 관여하는 여러가지 효소들에 억제적으로 작용하여 이 합성을 방해하므로써 빈혈을 초래한다고 한다.

Bell 등은 연이 태반을 자유로히 통과한다고 하였고 Scanlon 에 의하면 산모가 고농도의 연에 노출되면 임신 제 1기에 태아에 가장 위험한데 도시인 산모 태출혈액중의 연함량은 평균 $22.1 \mu\text{g}\%$ 로 시외에 거주하는 사람들의 $18.3 \mu\text{g}\%$ 보다 높고, 산모가 담배를 피우는 경우에는 태출혈액중의 연농도는 $24.2 \mu\text{g}\%$ 로 담배를 안 피우는 산모의 그것에 비하여 현저히 높다고 보고하였다.

저자들이 측정 한 태출혈액중의 연농도는 $23.93 \mu\text{g}\%$ 로 Scanlon 의 보고와 거의 일치하였고 대기중의 연농도가 우리나라와 유사한 일본인의 혈중연농도를 약 $20 \mu\text{g}\%$ 로 WHO¹⁰⁾에서 보고하였는데 이것 역시 저자들이 측정 한 산모 정맥혈중의 연농도와 거의 일치하는 것이다. 또한 태출혈액중의 연함량이 모체정맥혈에 비해

월등히 높은것은 다른 영양소나 각종 무기이온들처럼 배반에서 능동적수송에 의해 축적되는 것이 아닌가 사료된다. 그러나 태출혈액쪽의 적혈구수가 모체 정맥혈에 비해 현저하게 높은것을 감안해 볼 때 혈구 1개당 연의 농도는 정맥혈보다 오히려 태출혈액쪽이 낮을 것이며 이런 점을 고려한다면 능동적 수송에 의해 농축되어진다고 하기는 어려운 것 같다. 전해오는 민간요법에서 유산의 목적으로 사용된 연 화합물이 모체의 생명에는 위험을 가져오지 않고도 목적을 달할 수 있었던 점을 미루어 볼 때 그 기전은 아직 미상이나 모체 혈액쪽보다는 태출혈액쪽에 연의 농도가 높음은 명확한 사실인 것 같다. 따라서 앞으로 태반을 통한 연의 수송에 관한 기전은 좀 더 연구해야 할 과제이며 또 대기중의 연농도와 주민의 혈중 연농도는 교통량의 증가에 따라 매년 증가하는 경향이 있어 이들의 추적 연구가 더욱 필요하다고 생각된다.

결 론

서울 시내에 거주하는 건강한 여자로서 1974년 3월부터 10월까지 사이에 이화대학병원 산부인과에서 정상분만한 14명의 산모를 대상으로 모체의 정맥혈과 태출혈액을 채취하여 여러가지 혈액 소견을 검사하는 한편 연의 농도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 혈색소의 함량은 모체정맥혈에 비해 태출혈액이 36%나 유의적으로 높았다.
2. 헤마토크릴과 적혈구수 역시 태출혈액쪽이 54.9%, 36.9%로 각각 유의하게 높았다.
3. 평균 혈구용량은 태출혈액쪽이 모체에 비해 13.8% 높은 반면, 평균혈구내 혈색소와 평균혈구내 혈색

소농도는 오히려 9.7%, 3.3% 태아혈액이 낮았는데 이들은 모두 유의한 차이였다.

4. 연의 함량은 모체정맥혈이 21.93 $\mu\text{g}\%$ 인데 비하여 태아혈액은 23.93 $\mu\text{g}\%$ 로 9.1%유의적으로 높았다.

REFERENCES

- 1) 김병수, 윤혜정, 고영수 : 서울과 고속도로 주변의 공기, 토양 및 농산물중에 있는 Pb 오염에 관한 연구. 한국생활과학연구원 논총, 11:309, 1973.
- 2) Hunter, D.: *The disease of occupations*. 3rd ed., The English University Press, London, 1962.
- 3) Goldsmith, J.R. & A.C. Huxter.: *Respiratory exposure to lead: epidemiology and experimental dose response relationship*. *Science*, 158:132-134, 1967.
- 4) 정규철 : 연 중독의 진단. 대한의학협회지, 15:40, 1967.
- 5) Karlog, O., & K.O. Möller.: *Three cases of acute lead poisoning*. *Acta pharm. Tox.* 15:8-16, 1958.
- 6) Bell, W.B.: *Influence of lead on normal and abnormal cell growth*, *Lancet*. 1:268-276, 1924.
- 7) Scanlon, J.: *Umbilical cord blood lead concentration*, *Am. J. Dis. Child.* 121:325-326, 1971.
- 8) Association of Official Analytical Chemists.: *Methods of AOAC*. 12th. ed., 449-447, 1975.
- 9) 김동준 : 생활환경속의 연과 건강. 대한의학협회지 17:331-336, 1974.
- 10) 三島昌夫, 星合尙, 久野由基一, 鈴木武夫 : 埼玉縣草加市に於ける自動車排氣ガス汚染に關する一つの調査 公衆衛生院研究報告, 21:212, 1972.
- 11) Guyton.: *Text book of Medical physiology*. 5th. ed., Saunders, Philadelphia, 1976.