

靜的 磁氣場에 長期間 露出된 mouse offspring의 毒性學的 研究(II) : 血液學的 研究

療 品 科

李丙天 · 徐錫子 · 金珍坤 · 朴聖培

Toxicological Studies in mouse offspring after long-term Exposure to a Static Magnetic Field (II) : Hematological Study

Cosmetic Division

Byung Cheon Lee, Suhk Ja Suh, Jin Gon Kim and Sung Bae Park

== Abstract ==

The purpose of the present study was to investigate the hematological parameters in mouse offspring long-term (13 weeks) exposed to the N pole or S pole of a Static Magnetic Field (about 0.1 Tesla). The counts of White Blood Cell were decreased; however not significantly. And the increases of Red Blood Cell, Hemoglobin and Hematocrit were observed with significance. But the counts of Mean Corpuscular Volume, Mean Corpuscular Hemoglobin and Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration were not altered. Blood biochemical parameters, glucose and total protein, were measured in N pole and S pole of a Static Magnetic Field respectively. Glucose content in serum was increased; however total protein content was decreased.

These results suggest that a Static Magnetic Field can cause hematological and blood biochemical alterations in mouse. But those effects were similar even though the contrary directions of N pole and S pole were applied.

緒 論

전자기장은 Electromagnetic Spectrum 중 원자를 이온화시킬 수 있는 X선이나 Gamma선과는 달리 원자 자체는 이온화시킬 수 없는 Nonionizing Electromagnetic Radiation¹⁾으로 이러한 전자기장은 전기 제품 어느 것에서나 형성될 수 있기 때문에 극저주파에 의한 전

자장이 생체에 미치는 연구가^{2,3,4)} 근래에 와서 증가하고 있다. 이러한 연구 방향의 한 부분으로 전기장⁵⁾이나 자기장⁶⁾ 단독에 의한 생체 효과에 대한 연구 또한 이루어지고 있으나 자기장의 생체 효과에 관한 연구도 교류 전류에 의한 Pulsed Magnetic Field(이하, P.M.F)와의 관계가 연구의 주류를^{6,7,8)} 이루고 있어 본 연구자들은 영구자석에 의한 Static Magnetic Field(이하, S.M.F)에 장기 노출 되었을 때의 생체에 미치는 독성에 관한 연

구로 뇌신경계에 대한 변화를 연구⁹⁾하여 S.M.F 단독으로도 생리적 변화를 가져올 수 있다고 사료되어 그 후속 연구로 S.M.F를 임신 초기 mouse에 장기간 노출시켰을 때 출산, 성장한 제 1세대 mouse의 자궁에 따른 혈액학적 변화를 관찰하여 몇 가지 결과를 얻었기에 보고하고자 한다.

실험 방법

1. 실험 동물 및 실험 장치

실험 동물은 ICR계 mouse중 임신한 지 5일 미만의 것 4 마리씩을 한 군으로 해 3군으로 나누어 control 군 및 S.M.F의 N극 방향에 노출시킨 군(Group N)과 S극 방향에 노출시킨 군(Group S)으로 나누어 사료와 물을 13주 동안 자유롭게 공급하였으며, 이 기간동안 출산, 성장한 제 1세대 mouse를 실험동물로 사용했다. 이 때 실험 장치는 본 연구자들의 정적 자기장에 장기간 노출된 mouse의 독성학적 연구(1)⁹⁾의 Fig. 4와 같은 방법으로 하였다.

2. 실험기기 및 재료

- 1) Coulter Counter: MODEL S-PLUS, Coulter electronics
- 2) Automatic Blood Analyzer: Fisher Co.
- 3) Gauss Meter : KANETSU KOGYO Co. LTD, Type TM-201
- 4) Magnet : 직경 약 16cm인 도우넛 형의 영구자석
- 5) Centrifuge : VISION SCIENTIFIC VS-20000

3. 자력 세기의 측정

Group N 및 Group S에 각각 사용된 두 개의 영구 자석의 세기를 위의 모델의 Gauss meter를 사용하여

mouse cage와 직접 닿는 부분에서의 자속밀도를 측정하였다.

각각의 자속 밀도는 약 0.1 Tesla (=1,000 Gauss)였다.

4. 채혈 및 측정

임신한 지 5일 미만의 mouse가 S.M.F에 피폭된 지 13주에 출산, 성장한 제 1세대의 mouse를 ether 마취 하에 복부를 절개하여 복부 대정맥에서 약 0.7ml 혈액을 채취하여 heparine이 담긴 tube에 넣은 후 Coulter counter로 White Blood Cell (WBC), Red Blood Cell (RBC), Hemoglobin (HGB), Hematocrit (HCT), Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) 등을 측정하였으며, 혈청은 같은 부위에서 약 0.7ml를 채혈하여 상온에서 30분간 방치 후 3,000rpm으로 30분간 원심분리시켜 혈청을 얻어 Automatic Blood Analyzer로 Glucose와 Total Protein을 측정하였다.

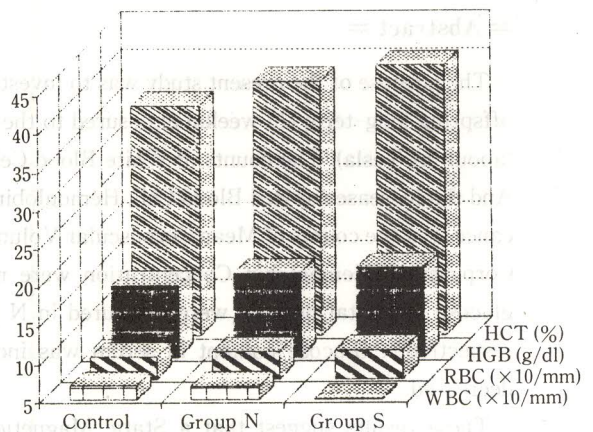


Fig. 1. Counts of the WBC, RBC, HGB, HCT

Table 1. Effects of a Static Magnetic Field on the WBC, RBC, Hemoglobin (HGB) and Hematocrit (HCT).

Group	No. of mice	WBC ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	RBC ($\times 10^6/\text{mm}^3$)	HGB (g/dl)	HCT (%)
Control	6	6.9 ± 0.8	7.8 ± 0.2	14.4 ± 0.3	35.0 ± 1.0
Group N	4	6.8 ± 1.0	*8.5 ± 0.4	*15.9 ± 0.4	*38.1 ± 1.1
Group S	4	5.1 ± 0.8	*8.7 ± 0.3	*16.6 ± 0.8	*40.2 ± 2.0

Each data represents the mean ± S.E.

* : Significantly different from control ($p < 0.05$)

실험결과 및 考察

S.M.F에 13주 동안 피폭된 mouse의 혈액 중의 WBC, RBC, HGB, HCT의 변화를 Table 1 및 Fig. 1에 나타내었다. 면역계의 중요한 지표인 WBC는 유의성은 없었으나 감소 경향이 나타난 반면, RBC, HGB, HCT는 유의성 있게 증가하여 S.M.F에 의해 적혈구의 분화가 촉진되었을 것이라고 추정할 수 있을 것이다. 다른 문헌의 보고(10)에 따르면 WBC의 증가가 나타났으며, 이러한 부류의 연구는 본 연구와는 달리 P.M.F에 의해 mouse가 피폭되었기 때문이라 생각된다. 그러나 최근의 전자기장과 생체와의 상관관계에 대한 역학조사에 따르면(11) 12) 13) 전자기장이나 자기장 단독으로 장기간 피폭되면, 인간에게 백혈병을 야기시킬 수 있으리라는 보고가 있는 것으로 보아 혈액학적 변화를 예상할 수 있었으나, Table 2와 Fig. 2에 나타낸 것처럼 MCV, MCH, MCHC에서는 거의 변화를 찾아볼 수 없

Table 2. Effects of a Static Magnetic Field on the Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH), Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC).

Group	No. of mice	MCV (μ^3)	MCH ($\mu\mu\text{g}$)	MCHC (%)
Control	6	50.0 \pm 0.5	20.7 \pm 0.2	45.9 \pm 0.4
Group N	4	49.5 \pm 0.8	20.7 \pm 0.4	46.4 \pm 0.4
Group S	4	51.3 \pm 1.0	21.2 \pm 0.4	45.8 \pm 0.2

Each data represents the mean \pm S.E.

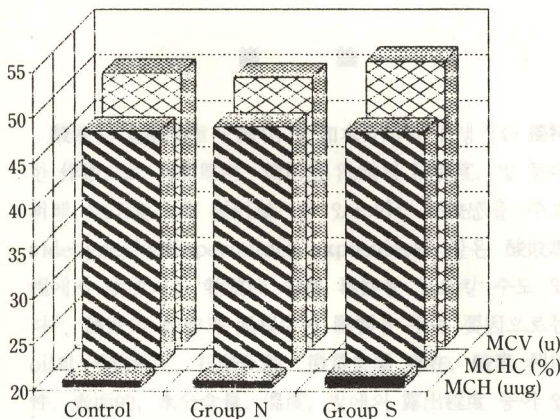


Fig. 2. Counts of the MCV, MCH, MCHC.

었으며, 지금까지의 문헌으로도 그 일관성은 나타나지 않았다.

한편 혈청에서의 변화를 보면 유의성은 나타나지 않았으나 Glucose는 증가하였으며 Total Protein은 감소하는 경향이 나타나 본 연구진의 첫 논문(9)에서 나타난 것처럼 그 노출 기간을 증가시켰는데도 동일한 변화가 나타났다(Table 3).

Table 3. Protein and Glucose Concentrations in Serum.

Group	No. of mice	Total Protein (g/dl)	Glucose (mg/dl)
Control	7	5.7 \pm 0.2	80.6 \pm 13.7
Group N	7	5.6 \pm 0.2	93.1 \pm 8.8
Group S	7	5.4 \pm 0.1	87.4 \pm 10.2

Each data represents the mean \pm S.E.

같은 S.M.F에 대한 생체 효과면에서 자력선 방향이 주는 영향을 조사하기 위해 행한 N극 및 S극을 달리해 노출시킨 실험에서는 대조군에 대한 차이가 Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 S극에 의해 노출된 군이 N극에 의해 노출된 군보다 대조군에 비해 더 현격한 차이를 보이고 있으나, 이는 S극 노출에 사용된 영구 자석이 N극 노출에 사용된 영구 자석에 비해 자속 밀도가 약 20gauss 정도 큰데서 기인할 뿐이라 생각되며 자력선 방향의 차이에 따른 변화는 본 실험에서는 관찰할 수 없었다.

결 론

임신 초기의 mouse가 장기간 동안 정적 자기장에 노출되는 가운데 출산, 성장한 제 1세대 mouse는 자력선의 방향에 무관하게 혈액학적으로는 백혈구의 감소와 적혈구 및 Hemoglobin, Hematocrit의 증가가 나타났으며 혈청생화학적 변화로는 혈당치의 증가와 단백질의 감소를 가져옴으로써, 정적 자기장에 장기간 노출되면 뇌 신경계⁹⁾ 뿐만아니라 혈액에도 변화를 야기시키는데 이러한 변화는 강한 전기장의 노출⁵⁾에서도 나타나지 않은 것으로 보아 자기장은 원자 자체를 이온화 시킬수는 없는 에너지이나 아직은 밝혀지지 않은 어떤 기전에 의해 생명체와 상호 작용을 할 수 있으리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. John B. Sullivan and Gary R. Krieger: Hazardous Materials Toxicology. Willams & Wilkns, Maryland, p.1175 (1992).
2. Andrew A. Marino and Rober O. Becker: Biological Effects of Extremely Low Frequency Electric and Magnetic Fields: A Review. *Physiol. Chem. & Physics* 9 : 131 (1977).
3. Luigi Zecca, Paolo Ferrario and Girolamo Dal Conte: Toxicological and Teratological Studies in Rats After Exposure to Pulsed Magnetic Fields. *Bioelectrochemistry and Bioenergetis* 14 : 63 (1985).
4. Jack R.N. McLean, Maria A. Stuchly, Ronald E.J. Michei, Diana Wikinson, H. Yang, Michael Goddard, David W. Lecuyer, Michael Schunk, Eva Callary and David Morrison: Cancer Promotion in a Mouse-Skin Model by a 60-Hz Magnetic Field: II. Tumor Development and Immune Response. *Bioelectromagnetics* 12 : 273 (1991).
R. portet and J. Cabanes: Development of Young Rats and Rabbits Exposed to a Strong Electric Field. *Bioelectromagnetics* 9 : 95 (1988).
5. A. Bellossi, J.P. Moulinoux and V. Quemener: Effect of a Pulsed Magnetic Field on Healthy Mice: A Study of the Weight of the Thymus. *in vivo* 3 : 29 (1989).
6. Stuchly MA, Lccuyer DW and McLean J: Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60-Hz magnetic field: I. Experimental design and exposure system. *Bioelectromagnetics* 12 : 261 (1991).
7. Bellossi A: Effect of a pulsed magnetic field on AKR female mice offspring. *Panminerva Med* 34 : 40 (1992).
8. 李丙天, 朴建用, 吳善泳, 金珍押, 尹源庸: 靜的 磁場에 長期間 露出된 mouse의 毒性學의 研究 (I). 서울特別市 保健環境研究院報 27 : 97 (1991).
9. Ragan, H.A. *et al.*: Hematologic and serum chemistry studies in rats and mice exposed to 60-Hz electric Fields. *Bioelectromagnetics* 4 : 79 (1983).
10. Milham S.: Mortality from leukaemia in workers exposed to electrical and magnetic fields. *New England Journal of Medicine* 307 : 249 (1982).
11. Coleman M., Bell J. and Skeet R.: Leukaemia incidence in electrical workers. *The Lancet*: 982 (1983).
12. Cancer and magnetic field. *The Lancet* 340: 1218 (1992).

Group	No. of mice	MCH (%)	MCHC (g/dl)
Control	3	30.0 ± 0.2	30.7 ± 0.2
Group 2	4	30.5 ± 0.8	30.7 ± 0.4
Group 3	4	31.3 ± 1.0	31.2 ± 0.1

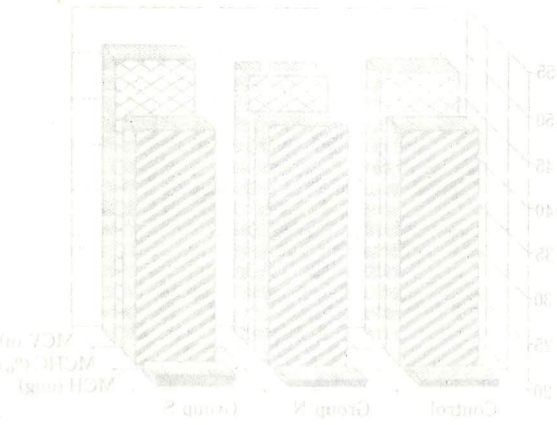


Fig. 2. Counts of the MCH, MCHC.