

영양과 환경과의 관계

문 현 경

한국식품연구소

Nutritional Effects on the Environmental Health

Hyun-Kyung Moon Ph.D.

Korea Advanced Food Research Inst.

Abstract

The effects of environmental agents on health are great concern for all. It was recognized that each human has differential susceptibility to environmental effects. Susceptibility are changed by many factors including developmental processes, genetic factors, nutritional status, preexisting disease conditions, life style and personal habits. Of all factors nutritional factors seem to be the area most modifiable. Consequently, It is an area that must be more thoroughly evaluated.

In this paper, nutrient and environment interactions are reviewed briefly with published literatures.

This paper deals with the influence of micronutrients(energy, protein and fat), Vitamins (vitamin A, vitamin B-complex, vitamin C, vitamin D and vitamin E) and Minerals(calcium, iron, selenium, zinc and other minerals) on environmental effects. The role of each nutrient was assessed in modifying the expression of environmental pollutant toxicity with available literatures. In each nutrient section, the effect of environment was considered in following agents : heavy metals(lead, cadmium, mercury, silver and etc), inorganic agents(nitrites, sulfite, fluoride and etc), organic agents(benzene, carbon tetrachloride, aflatoxin, azo dye, diel-

drin etc), Irritant gas(ozone, carbon monooxide and etc), physical agents(X-irradiation, ultra-violet, temperature and noise) and insecticides.

The extent to which nutritional status modifies environmental effects and its converse, how environments affects nutritional status is very complex.

In deed, at the present time there are more than 50 chemical/physical agents that affect the nutrient metabolism and/or have their toxicity either directly diminished or enhanced by nutrients of those agents, small number of agents for each nutrients have sufficient evidence to warrant any reasonable degree of confidence in their hypothesized association. With these information at this present time it is hard to conclude that the recommended dietary allowance for each nutrient should be reconsidered.

I. 서 론

인간이 살아가고 있는 환경은 여러 가지 요인에 의하여 변화하고 있다. 환경은 인간의 삶의 질을 결정하는 중요한 요소이다. 완전한 건강의 상태가 아닌 것을 질병에 걸린 것으로 보았을 때, 질병의 원인 물질, 숙주, 즉 인간, 그리고 환경과의 관계를 우선 살펴보고자 한다. 이런 관계를 살펴봄으로써 영양과 환경과의 관계를 잘 이해할 수 있을 것이다.

원인물질(agent), 환경(environment), 그리고 숙주(host)의 관계를 보면 이 3가지는 서로 상호 관련을 맺고 서로가 서로에게 영향을 주고 있다. 원인물질은 질병을 일으키는 요소로 감염성 병원체, 화학물질, 방사선 같은 물리적 물질, 영양불균형 요인 등 여러 가지가 있을 것이다. 환경요인은 원인물질의 존재, 노출, 그리고 감수성에 영향을 주는 것으로 토양이나 기후같은 물리적 환경, 인구밀도, 식물생태계 같은 생물학적인 환경도시화나 산업화 같은 사회

경제적 환경이 있을 수 있을 것이다. 숙주 요인은 유전적 요인, 성별이나 연령같은 생물학적 요인, 과거의 질병력, 임신이나 출산, 영양상태 같은 생리학적 요인, 위생 습관이나 건강에 대한 관념같은 개인의 행동이나 습관 등이 모두 해당될 것이다. 이 숙주 요인들은 원인물질에 대한 노출(exposure), 감수성(susceptibility)과 거기에 대한 대응(response) 등에 영향을 미친다.”

이 숙주 요인들에 의해서 똑같은 환경의 변화에 따른 반응을 보이는 것이다. 보통의 환경요인들이 건강에 미치는 영향을 연구하는 경우 환경에 변화를 주는 여러 가지 공해물질에만 관심이 쏠다. 오염물질의 농도에 따른 독성에 대해서 연구되고 있다. 다시 말해서 인간의 건강에 영향을 주는 세 가지 관련 요인중 원인물질과 환경에 대해서 연구되고 있다. 그러나 세 가지 요인중 숙주요인은 빼 수 없는 중요 요인으로 똑같은 환경 공해물질에 노출되었을 때 이에 대한 감수성과 그 반응을 결정해준다. 위에서 언급했던 유전적인 요인이나 생물

학적 요인은 변화될 수 없는 요인이 대부분이고, 인간의 노력으로 변화될 수 있는 가능성이 가장 많은 요인이 영양상태이다.

영양상태를 숙주의 원인물질에 대한 감수성을 여러 가지 측면에서 변화시켜 주므로 환경이 인간의 건강에 어떻게 영향을 미치는가를 연구하기 위해서는 반드시 살펴보아야 한다. 여기에 대해서는 외국의 많은 연구가 있어 그것들을 살펴봄으로써 영양과 환경의 관계를 살펴보고자 한다.

II. 영양소별 환경과의 관계

환경은 전반적으로 신체 전체에 영향을 미친다. 영양을 우리 몸이 얻기 위해서 필요로 하는 위장기관의 경우 환경 물질에 대해서 영향을 받게된다. 특히 식품이나 음료를 통해서 들어오는 경우 소화기관에 영향을 미친다는 것이 알려져 있다.²⁾

이렇게 환경 물질이 소화기관의 영양소 흡수나 소화에 영향을 미치므로 이런 영향을 고려하고, 각 영양소별 효과를 살펴보아야 할 것이다.

또 하나 염두에 두어야 할 것은, 영양소의 섭취는 식품을 통해서 이루어지며 식품은 한 가지 영양소만을 가지고 있지 않다는 것이다. 특이한 생태계에 처해 있어 특수한 식품만을 섭취하는 경우를 제외하고는 한 가지 영양소의 섭취가 부족한 경우는 대부분 다른 영양소도 부족할 수 있다는 것이다. 왜냐하면 전반적인 식품섭취의 양이 적기 때문에 일어나는 일일 수도 있기 때문이다. 그래서 많은 연구결과가 분명하게 결론지을 수 없는 경우도 있으며,

동물 실험같이 규제된 실험 결과를 사람의 경우로 확대 해석하기도 어렵다.

1. 열 량

환경중 온도의 변화는 열량 필요량에 변화를 주고, 발열 기전에 변화를 준다는 것은 많은 동물 실험이나 특수환경에 처한 인간의 관찰로 잘 알려져 있다. 추운 환경에 처한 경우 대사율이 증가하고, 더운 환경에 처한 경우 대사율이 떨어져서 열량의 공급을 줄였을 경우도 인간의 수행능력에 영향이 없는 것으로 나타나고 있다. 같은 온도의 환경이라도 과거의 환경 경험, 주거 밀도, 식사형태와 주기, 기압, 연령 등에 따라 그 영향은 달라질 수 있으나, 온도변화는 열량대사에 영향을 주고 있다.³⁻⁴⁻⁵⁾

2. 단백질

단백질과 환경과의 관계를 보기 위해서는 두 가지 점을 고려하여야 한다. 단백질은 단백질의 양 뿐만 아니라 질이 중요하다는 것이다. 둘째는 단백질 부족이나 과잉의 경우 그것이 급성인지 만성인지 또 그 정도가 경계(marginal)인지 아니면 심한 부족이나 과잉인지 고려하여야 한다.

전반적인 단백질의 질과 양은 간 microsomal enzyme의 체내에 들어오는 물질의 대사에 영양을 미친다. 이 효소들은 체내에 들어오는 오염물질의 독성을 제거하는 역할을 할뿐 아니라 이 효소의 작용으로 새로운 물질은 변형되어 때로는 더 독성이 많은 물질을 만들기도 한다.

무기물질중에서는 납이 연구가 가장 많이 되었다. 모든 연구가 일치하지는 않지만

전반적으로 식이내의 단백질이 낮을 경우 납의 독성이 더 심하게 나타나는 것으로 알려지고 있다. 비소, 코발트, Cyanide, 수은의 경우 상당한 연구가 행해졌으나 어떤 결론을 맺기에는 충분하지 못했다.

셀레니움의 경우 위에서 말한 물질과는 달리 인간에게 꼭 필요한 무기질이지만 농도가 높아지면 독성을 보여주는 무기질로 단백질의 양이 적은 경우 독성이 높아졌다. Nickel, Phosphorus, Potassium Chromate, Uranium nitrate, Vanadium 의 경우도 상당한 연구가 행해졌으나 결론을 유도하기에는 충분하지 못했다.

유기물질의 경우 아플라톡신은 낮은 단백질 섭취의 경우 독성은 증가했으나, 발암성을 낮추는 것으로 나타났으며, Azodye 는 낮은 단백질이 발암성을 높이는 것으로 나타났다. Benzene, Carbon tetrachride, Chlorform, Methyl chloride 의 경우 많은 연구 결과가 있으나 결론을 내리지는 못했다. 살충제의 경우 hepachlor 를 제외하고는 단백질이 낮은 식이는 독성을 강화시켰다.

아미노산의 경우 Sulfar 를 포함한 Cysteine 과 methionine 은 여러 가지 무기·유기물질의 독성에 영향을 미쳤다.⁶⁻¹⁰⁾

3. 지 방

지방과 환경오염 물질과의 연구중 가장 뚜렷하게 영향을 보여준 것은 납이다. 납의 경우 포화지방산의 섭취가 많을수록 독성이 높은 것으로 나타났다. 불소와 Polycyclic Aromatic Hydrocarbon 의 경우 독성을 높이는 것으로 나타났다. 그외의 여러 물질에

대해서는 연구가 충분하지 못했으며, 방사선도 지방의 섭취가 높을수록 발암성이 높았다. 여러 역학연구에 의하면 지방의 섭취가 높을수록 암의 발생률이 높은 것으로 연구되어 지고 있어 지방의 높은 섭취가 환경오염물질의 발암성을 높이는 것이 아닌가 의심되나, 지방의 경우 양뿐만 아니라, 종류도 문제가 되므로 확실한 결론은 얻기 어렵다.^{6,7,11-14)}

4. 비타민 A

비타민 A 는 레티놀과 그 유도체가 항암작용이 있는 것으로 알려져 많은 관심이 되고, 연구되어지는 영양소의 하나로 특히 epithelial cell 의 암을 방지하는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려지고 있다. 비타민 A 가 부족한 경우는 암의 발생을 증가시키는데, 이것은 비타민 A 부족은 DNA 가 암을 발생하는데 필요한 결합을 하도록 하고, 비타민 A 가 충분하면 precarcinoge 을 더 이상 진행시키는 효소에 작용하거나, 발암물질중 어떤 것은 비타민 A 의 대사를 촉진시켜 비타민 A 를 부족하게 하는 것이 아닌가 여겨지고 있다.

Monobromobenzene 이나 azodye 같은 Hydrocarbons 의 경우 간에의 비타민 A 저장을 적게 하도록 하는 것으로 알려져 있으나 결론을 내리기에는 충분한 자료가 없다.

아플라톡신의 경우 암의 발생이 비타민 A 가 부족한 경우 더 잘된다는 연구가 있으나, 결론짓기에는 충분치 못하며, N-Nitro compounds 도 마찬가지이다.

Polychlorinated biphenyls(PCB)의 경우

비타민 A의 영양상태에 따라 그 독성이 다르게 나타난다는 여러 연구가 있으나, PCB의 이성체가 여러 가지이고, 실험동물의 비타민 A 상태에 대한 확실한 자료가 부족해서 단언은 어렵다.

살충제의 경우 DDT에 대해서 많은 연구가 되었다. 그 결과 DDT는 비타민의 저장과 이용에 영향을 미치는 것으로 나타났다. DDT 이외의 다른 염화 hydrocarbon을 이용한 살충제의 경우도 비타민 A의 저장에 영향을 미치는 것으로 나타났다. DDT의 경우 사람을 대상으로 한 경우도 같은 결과가 나왔으나, 비타민 A 상태에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것이다. 살충제중 유기인제의 경우 대사가 빨리 진행되기 때문에 연구가 어려우나, 이것도 비타민 A의 저장에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

중금속과 비타민 A와의 연구는 살충제나 PCB의 연구보다는 적으나 불소, 납, 실리콘, 알루미늄 먼지가 어떤 영향을 미치는가 연구되었다. 비타민 A의 상태는 이런 중금속들의 독성과 조직의 분포에 관계가 있는 것으로 보인다.

Ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide 같은 가스의 경우 점막에 영향을 주기 때문에, 점막의 보호에 중요한 비타민 A가 많은 영향을 줄 것으로 여겨지나, 연구결과가 충분하지 않아 결론을 내리기에는 부족하다.

Nitrate/Nitrite의 경우 비타민 A나 carotene을 소화기내에서 파괴하고, 흡수를 방해 한다는 연구결과와 비타민 A의 저장에 영향을 미친다는 것이 동물에서 보여졌다.

식이내의 비타민 A 섭취정도가 귀의 기능과 관련이 있다는 것이 동물의 연구에서 밝혀졌으며, 사람에게서도 연구되어졌다. 귀가 먹은 경우 비타민 A를 많이 투여해서 치료하기도 했으며, 비타민 A를 투여할 경우 소리에 의한 피로가 쉽게 회복되었다. 비타민 A가 낮은 경우 귀가 소리에 의해 손실이 빨리 오는 것으로 나타났다. 비타민 A와 소음에 대한 관계는 확실하나 어느 정도의 비타민 A를 어느 정도의 소음에 투여해서 효과가 있을 것인가 또는 비타민 A의 독성은 없을 것인가 하는 연구는 되어 있지 않다.

비타민 A를 쥐에게 치료했을 때, 방사선에 의한 피해가 적었으며, 원상복귀도 빠른 것으로 나타났다.

대부분의 영양소들이 온도가 낮은 환경에서 오래있게 되는 경우 그 요구량이 증가하는데, 수용성 비타민중 티아민, 피리독신, ascorbic acid가 대표적인 예이다. 비타민 A의 경우 더울 경우 정상 온도보다 필요량이 증가하고, 대사를 증가시키는 것으로 나왔으며, 추운 온도와는 무관한 것으로 보인다.

비타민 A의 경우 DDT나 PCB같이 널리 퍼져있는 환경 공해물질과 서로 상호 관련을 맺고, 비타민 A의 간에의 저장이나 수송 등에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 다른 환경오염물질, 소음 등에 의한 영향도 비타민 A의 상태에 따라 그 효과가 다른 것으로 보인다. 그렇다면 환경오염이 심한 경우 영양권장량을 증가시켜야 할 것인가는 앞으로 행해져야 할 중요한 연구과제일 것이다.^{15~22)}

5. 비타민 B 군

비타민 B 군은 여러 가지 화학구조가 다른 물질을 말하지만, 역할은 효소 시스템에서 중요한 작용을 하는 것이다. 효소는 세포의 대사에서 반응에 필요한 생물학적 촉매로 수소이온의 결합이나 분리, 에스터기나 펩타이드기의 가수분해, 탄소결합의 분리 등 생명체에서 꼭 필요한 반응에 필요로 한다. 효소는 단백질과 Cofactor로 구성되어 있는데, 이 Cofactor에는 무기이온이나 유기이온, 즉 비타민 유도체가 있다. Cofactor로 작용하는 것으로는 phosphorylated thiamin, riboflavin, pyrdoxal 같은 것 이외에도 NAD, NADP, FAD 등이 있다. 위에서 볼 수 있는 바와 같이 비타민 B 군은 우리 몸의 대사에 중요한 역할을 하기 때문에 비타민 B 군의 상태에 따라서 여러 환경오염물질의 영향이 다르게 나타난다. 특히 오염물질의 대사에 영향을 미치는 간의 microsomal enzymc system이나 cytochrome P-450의 경우 연령, 성별, 스트레스, 흡연, 영양상태의 영향을 받는데 영양상태 중 비타민 C와 E 그리고 비타민 B 군의 영향을 받는다고 한다.

Aflatoxin, benzopyrene, dimethyl benzanthracene 등 발암성 물질의 경우, aflatoxin은 choline의 경우 암 발생과 기간을 짧게하거나, riboflavin의 흡수를 적게하는 등 영향을 미친다. riboflavin의 부족한 경우 DMBA의 발암성을 높이는 등 이들 발암성 물질의 작용에 비타민 B 군이 영향을 미친다.

Azo-dye의 경우 비타민 B 군의 영양이 나쁠수록 발암성이 높았으며, 비타민 B 군

을 복합해서 주었을 경우 발생빈도나 주기가 적었다.

Dimethyl hydrozine, Ethionine, Nitrosamines, Urethane도 비타민 B 군의 영향을 받았다.

Boric acid의 경우 비타민 B 중 nicotine amide나 riboflavin으로 독성이 많이 감소된 동물 실험이 있다. Boric acid의 경우 산업체에서 흔히 쓰이고 있으며, 이것을 흡수하는 경우 riboflavin의 요구량을 증가시키는 것으로 나타났으며, 전반적인 기관에 영향을 미치는 것으로 동물 실험에서 보여졌다.

Cadmium의 경우 Pyridoxine의 부족한 경우 그 독성이 증가했으나 Pyridoxine을 너무 많이 주었을 때도 Cadmium의 독성을 증가시키는 결과를 보여주어서 적절한 영양상태에서의 효과 측정이 필요하다.

Cyanide의 경우 hydroxycobalamin의 적절한 수준인 경우 독성이 감소했으며, 비타민 B₁₂가 부족한 경우 독성이 증가한 것으로 나타났다.

불소를 과잉 섭취할 경우, 골격에 불소의 축적을 가져오는데 thiamine의 경우 이것을 감소시키는 것으로 나타났으나 다른 비타민의 영향 등은 분명히 규명되지 않았다.

납의 중독을 적게하기 위해 여러 비타민이 연구되었다. 비타민 B 군도 납의 독성에 대해서 많은 연구가 이루어졌다. 적혈구 전체가 heme 생성에 niacine, pyridoxine, vitamin B₁₂, thiamin, riboflavin 등이 정상이거나, 보충해주었을 때 납의 독성이 감소하는 것으로 나타났다. 기전이나 오랜 기간동안의 작용에 대해서는 충분한 자료

가 없다. nitrate, 셀레니움, sulfite 도 비타민 B 군의 영향을 받는다.

Benzene, carbondisulfide, dieldrin 등의 유기물도 비타민 B 군의 영양상태에 따라 그 영향이 다르게 나타났다. choline 의 보충으로 독성이나 발암성이 감소하고 부족한 경우 그 반대인 것으로는 carbon tetrachloride, 1,2-dichloroethane 1,2-dichloropropane 이 있다. vitamin B₁₂의 보충에 의해 조직이나 혈청내의 영향을 받은 것은 carbon tetrachloride 가 있다.

Nicotinic acid 의 보충으로 이것의 대사에 의해 독성이 감소하는 것으로는 carbon disulfide, carbon tetrachloride dichloroethane, hydrazine 등이 있다. 또 carbon tetrachloride 는 pantothenic acid 를 감소시키는 원인이 되기도 했다. pyridoxine 부족을 일으키거나 정상적인 작용을 못하게 한 것은 carbon disulfides, ethylene glycol, hydrazine 등이 있다. riboflavin 의 부족이 독성을 증가시킨 것은 carbon tetrachloride, dieldrin 이며, riboflavin 의 대사에 영향을 미친 것은 tetrachloromethane trichloroethylene 등이었다.

Thiamine 부족이 독성을 유발하거나 오염원의 효과가 thiamin 의 부족을 일으키는 것은 dieldrin, carbon monooxide 등이 있다.

가스물질로는 ozone 의 경우 para-amino-benzoic acid 가 독성에 보호효과를 나타내는 것으로 보였으며, nitrous oxide 는 비타민 B₁₂의 대사에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

X-선이나 자외선 같은 물리적인 물질에

대해서도 비타민 B 군의 영향이 연구되었다. pyridoxine 은 X-선의 독성을 감소시키고, 비타민 B₆도 영향을 미치고 있다. pyridoxine 의 경우 X-선 치료후 많은 양을 주입하면 치료의 부작용을 막는데 도움이 되나, 일반적인 농도의 효과에 대해서는 연구되어 있지 않다. 자외선의 경우 riboflavin, P-aminobenzoic acid 등이 영향을 끼치는 것으로 나타났다.

Riboflavin 은 DNA 의 보호효과를 내는 것으로 추정되고, P-aminobenzoic acid 는 자외선의 침투를 막는 역할을 하는 것으로 추정되었다.

온도의 변화도 비타민 B 군에 영향을 준다. B 군이 부족한 동물은 추운 기온에 잘 적응하지 못했으며, 온도가 올라가도 비타민 B 군의 필요량이 증가하는 것으로 실험 결과 보여졌다.²²⁻²³⁾

6. 비타민 C

비타민 C 는 환경 물질과의 관계가 가장 많이 연구되고 논란 되어진 비타민이다. 비타민 C 는 수소이온의 운반, hormone 의 작용, 아미노산 대사 등 세포안에서 중요한 역할을 할뿐만 아니라, 산화방지제로서도 중요한 역할을 수행한다. 여러 연구 결과로 비타민 C 가 현재 섭취하는 것보다 더 높은 것이 좋다는 의견으로 비타민 C 를 많이 섭취하기를 권장하자는 학자도 있으나 너무 많이 섭취했을 경우 도리어 acidosis 를 일으키거나 여러 가지 부작용과, 환경 오염 물질중 비소, 수은, 아연 등은 도리어 그 독성을 증가시키는 것으로 나타났다.

환경오염 물질 50 여 가지가 비타민 C

와의 관계가 연구되었는데, 그 중 cadmium, chromium, nitrites, nitrosamines 등이 관계를 보여주는 충분한 자료가 있고, chlorinated hydrocarbon insecticide, 불소, 납, 수은, PCBS, vanadium, endogenous aromatic amines 등이 충분치 않거나 중요한 관계를 보여주고 있다.

살충제나 제초제의 독성이 비타민 C의 영양상태에 따라 영향을 받는다 연구되었다. DDT 나 lindane 같은 chlorinate hydro carbon의 경우 동물실험에서 비타민 C가 부족한 경우 몸 안에 오래남아 있다는 것이 동물실험에서 나타났다. 비타민 C가 살충제에 따라 보호효과를 나타내나 연구되었으나 특별히 어떤 종류의 살충제가 영향을 받지는 않으며, 유기인제의 경우 비타민 C의 투여가 배설을 돕는 것으로 여겨졌다.

중금속의 경우 비소, cadmium, chromium, cobalt, copper, 시안화물, 불소, 납, 수은, 실리카, tellurium, selenium 등이 연구되었다. 비소는 치료에 쓰인 경우 비타민 C의 섭취가 충분하면 그 부작용이 적었다. cadmium의 경우 그 효과가 많이 연구되어 동물실험에서 비타민 C의 섭취가 부족하면 그 독성이 증가하고, 비타민 C의 충분한 투여는 독성을 감소시키는 것으로 동물실험에서 보여졌다.

Chromium의 경우 산업체에 널리 쓰여 작업 환경에서 발견되는 것으로 비타민 C의 충분한 투여가 발암성에 영향을 주었다. 수은과 시안화물은 비타민 C를 다량 투여했을 때 도리어 독성이 증가되는 것으로, 비타민 C가 부족한 경우 불소의 부작

용이 나타나는 것으로 나타났다. 지역사회 전체에 불소가 함유된 수도수가 공급되는 경우 비타민 C의 영양상태에 따라서 어떤 영향이 있을 것인가 좀더 연구되어야 할 것이다. 납, tellurium, selenium 등도 비타민 C의 영양상태에 따라 영향을 받으며 그 작용 기전을 확실히 연구되지 않았다.

Benanthrone, benzene, chloform과 carbon tetrachromium, acetaldehyde, glycerol, hydrazine 등을 비타민 C의 투여는 독성의 발현을 감소시켰다. PCB, vinyl chloride나 TNT 같은 경우 많이 연구되어 비타민 C와의 관계가 여러 실험에서 확인되었으나 사람의 경우 확인되지는 않았다.

비타민 C는 황산화제로서 몸 안에서 Free radical의 생성을 막아주어 암 발생을 견제한다고 알려져 있다. 여러 가지 알려진 발암제와의 연구도 같은 결과를 보여주었다. witrite, nitrosamine, endogenous aromatic amines, DMBA 등에서 효과를 동물 실험에서 보여주었다.

일산화탄소와 ozone 같은 가스의 경우 그 독성이 비타민 C에 의해서 감소될 수 있다. 일산화탄소 중독의 경우 비타민 C는 일산화탄소가 헤모글로빈과 결합된 것을 분리시키고, 산소와 헤모글로빈이 쉽게 결합되도록 해준다는 이론으로 많은 임상치료에 사용되고 있으나 중독은 아닌 정도의 낮은 농도에서의 효과에 대해서는 충분히 연구되지 않았다. 비타민 C는 피부를 보호하여, ozone이 침투하는 것을 막는 것으로 여겨진다. 특히 기관지가 약하거나 한 사람이 ozone에 노출되었을 때 비타민 C의 영양상태는 그 결과에 중요한 영향을

미칠 것으로 여겨져 그런쪽에 더 연구가 되어야 할 것이다.

섬유공장에서 섬유 먼지의 경우 먼지에 반응을 나타내는 사람들에게 비타민 C를 투여한 결과 좋은 결과를 얻었다고 한다. 이 경우 비타민 C가 antihistamine 제의 역할을 했다고 보겠다.

소음의 경우 비타민 C의 식이내의 보충으로 그 효과가 감소된 것이 사람을 통한 실험에서 보여졌다. 물론 결론을 내릴만 하지는 못했으나, 연구되어야 할 분야일 것이다.

기온의 변화에서도 비타민 C의 요구량이 증가되었고, 비타민 C의 영양상태가 좋은 경우 추운 온도에 더 잘 적응한다는 것으로 나타났다. 더운 온도에서는 비타민 C의 요구량이 증가하는데 땀을 많이 흘린 사람이 더 많이 요구된다고 한다. 이것은 비타민 C를 땀으로 잃기보다는 땀을 내는 과정이 비타민 C를 많이 요구하는 것으로 여겨졌다.

방사선의 경우도 비타민 C의 영양상태가 좋은 경우 그 부작용이 적은 것으로 나타났다.^{22, 29-34)}

7. 비타민 D

비타민 D는 앞의 비타민들에 비해 환경오염 물질과의 관계가 알려지지 않았다. 비타민 D는 체내에서 홀몬같은 역할을 하면서, 칼슘의 흡수, 저장, 평형에 중요한 역할을 하며, 또한 뼈의 성장 발달에 관계가 있다.

비타민 D는 주로 위장관계에서의 환경오염 물질의 흡수에 주로 관여한다. 그래서

동물실험에서 보면, 불소, 납, strontium, cadmium의 흡수를 비타민 D가 많을수록 잘하게 해준다. 이것은 또 자외선이 피부에서 비타민 D를 만드는데, 이 자외선이 비타민 D를 많이 만드는 여름에 이런 오염물질의 흡수가 많을 것으로 추정된다. 수은의 흡수는 비타민 D와 무관한 것으로 여겨진다.

불소의 경우 부작용으로서 뼈에 불소가 축적되는데 비타민 D의 영양상태가 낮은 경우 이 정도가 더 심해지는 것으로 여겨진다. Aflatoxin도 그 독성이 비타민 D의 영양상태가 나쁜 경우 더 심한 것으로 연구되어졌다. ozone의 경우 비타민 D의 영양상태를 나쁘게 하는 것으로 연구되어졌다.^{19, 22, 35-38)}

8. 비타민 E

비타민 E는 항산화제로 잘 알려져 있으며 불소나 지방을 많이 섭취할 경우 그 필요량이 증가한다. 비타민 E는 체내 적혈구의 세포막의 평형을 유지해주고, 대사의 중간에 작동하며 그 외에 여러 작용을 하는 것으로 알려져 있다.

DMBA나 방사선같은 발암성 물질은 비타민 E의 섭취가 적은 경우 그 정도가 더 심하게 나타났으나, 연구결과가 일관성을 보이지 못했다. Nitrosamine의 경우는 α -tocopherol을 투여했을 경우 빨리 배설되는 등 비타민 E의 투여로 그 영향이 적어졌으며, Ascorbic acid와 같이 투여했을 때 더 효과가 좋은 것으로 나타나, 이 두 가지의 상호관계도 밝혀져야 할 것이다. 비타민 E가 이렇게 항암제로 작용하는 것은

오염물질로 인한 변이를 예방하거나, 간의 microsomal 효소작용에 영향을 미치거나 하는 것으로 추정되고 있다.

Cadmium, 납, 수은, 은 같은 중금속의 경우 비타민 E의 여러 수준에 따라서 독성이 다르게 나타나는 것으로 연구되어지고 있다. 특히 납의 경우 비타민 E의 부족이나 낮은 경우 그 독성이 심하게 나타난다.

Ozone이나 nitrogen dioxide 같은 가스 물질도 비타민 E의 상태에 따라 그 영향이 달라졌다. ozone이나 nitrogen dioxide는 폐에서 반응을 일으킬 뿐만 아니라, 신체 전체에 영향을 미치는 것으로 연구되었는데, 비타민 E의 영양상태는 적혈구에 ozone의 영향을 적게하는데 역할을 하는 것으로 알려졌다.

유기인제나 제초제는 비타민 E가 만성적으로 부족한 경우 그 독성이 강조되는 것으로 나타났으며, selenium과 비타민 E가 서로 관련을 맺고 작용하는 것으로 나타났다. carbon tetrachloride의 경우 비타민 E에 의해서 독성이 예방되었다. 이 경우 식이내의 단백질의 질이나 양도 관련이 있는 것으로 나타났다.^{22, 39~42)}

9. 칼슘

칼슘의 경우 여러 가지 식이내의 독성 특히 중금속의 경우에 영향을 준다. cadmium과 납의 독성과 체내에 잔존하게 하는데 동물실험에서 칼슘의 역할이 크다. 칼슘과 납의 상호관계에서 칼슘이 낮은 경우 납이 체내에 머물게 하므로 큰 해를 주게 된다. 불소의 부작용도 칼슘과 상호작용

으로 감소될 수 있다.

Carbon tetrachloride, chloroform, 살충제 중 chlorinated hydrocarbon과 칼슘이 연구되었다. 칼슘의 섭취가 적절한 경우 그 효과가 감소되나 모든 연구의 결과가 확인할 만큼 충분하지 않았다.^{22, 35, 43~45)}

10. 철분

철분은 식이로 적게 섭취했을 경우 카드미움, 납, 망간, 플루토늄 같은 몇개의 중금속이 체내에 부담이나 독성을 증가시킨다. 간의 약품과 공해물질의 대사를 하는 mixed function oxidase의 용량을 변화시키면서, dimethyl hydrozine 같은 발암물질의 발암성을 증가시킨다. 철분의 카드미움과 납에 대해서 많이 연구되어졌다. 이 두 가지 모두 짙게는 몇주만 철분의 식이섭취가 낮아도 조직내의 중금속 함유가 많아지는 것으로 나타났다. 이것은 철분결핍의 위험이 있는 집단에서의 cadmium과 납에 노출되었을 때의 감수성을 높일 수 있으므로 이 관계가 좀더 연구되어야 할 것이다.^{22, 47, 49~51)}

11. 셀레늄

셀레늄이 환경에서 발견되는 많은 오염물질의 독성이나 변이성, 발암성 등을 감소시키는 것으로 보인다. 셀레늄에 의해서 그 독성이 줄어드는 물질은 여러 가지가 있는데, 카드미움, 납, 수은, 은 같은 중금속에서 benzene, CCl₄, PCB 같은 유기물질, ozone 같은 가스, 방사선 등이 있다. 셀레늄에 대한 연구는 다른 영양소에 비해서 최근에 이루어진 것이다.

가장 많이 연구된 것은 카드미움과 수은으로 셀레니움이 이 두 중금속으로부터 보호역할을 한다. 이 두 중금속에 대해서는 충분한 동물실험은 했으나, 역학조사나 임상실험은 없다.

BAP, DMBA, DMN 같은 발암성 물질과 benzene 에 대한 셀레니움의 보호역할에 대해서는 최근에 많은 관심이 기울여지고 있다.^{22, 48~51)}

12. 아 연

아연은 너무 많이 섭취해도 독성이 있으며, 식이에서 적게 섭취하는 경우 카드미움, 구리, 납, 수은 같은 중금속의 독성을 증가시키고, nitrosamines 의 발암성을 증가시킨다. 아연을 보충할 경우 CCl_4 나 NO_2 , DMBA 의 경우 그 발암성이 낮아지는 것으로 나타났다.

납의 경우 아연을 보충해서 그 독성이 줄어들은 것이 동물실험에서 확인되었으며, nitrosamines 에 의한 식도암이 동물실험에서 증가했다.^{22, 29~52)}

13. 기타 무기질

위에서 언급된 무기질 이외에 다른 무기질에 대해서도 언급되었다. 구리의 경우 철분, 아연과 함께 작용하여 카드미움의 독성에 영향을 미치며, 납의 독성도 구리가 부족한 경우 더 심한 것으로 나타났다.

코발트도 납이나 요오드의 독성을 감소시켰으며, 요오드는 PCB 같은 오염물질의 독성에 영향을 주었다.

마그네슘은 납과 불소의 독성에 영향을 미쳤고, molybdenum 은 sulfite 와 관련이

있었다. 여기서 서술한 내용 이외에 여러 무기질과 환경오염물질의 연구가 되어지고 있다.^{22, 49~51)}

III. 결 론

환경에 의한 인간의 건강에 대한 효과를 측정하기는 매우 어렵다. 환경은 한 가지 조건만이 존재하는 것이 아니고, 여러 가지 조건이 함께 존재하기 때문이다. 영양상태 또한 측정하기가 어렵다. 영양상태의 측정은 각 영양소의 섭취 정도에 따라서 사용하는 방법이 달라야만 측정이 가능하고 아주 심한 부족이나 과잉 이외에는 아직은 쉽게 측정하는 방법이 발견되지 않았다.

이런 여러 가지 문제 때문에 환경에 대한 영향을 영양상태와 같이 연구할 때는 현재에서는 동물실험을 하거나, 극한 상황에 처한 인간을 관찰하는 방법 뿐이 없다. 그러나 동물실험의 경우, 영양소를 영양소 별로 투여해서 그 효과를 보는 수 밖에 없으나, 실제 우리가 섭취하는 것은 영양소가 아니라 식품이기 때문에 이 결과를 인간에게 적용하는데 문제가 있다. 물론 환경의 효과 자체도 자연스러운 상태가 아니라 극심한 상태이기 때문에 해석에 어려움이 있다. 식품을 섭취하는 경우 한 가지 영양소를 섭취하는 것이 아니라 거기에 많은 영양소들이 들어 있어 서로간에 작용을 할 뿐만 아니라, 식품 자체가 환경오염물질의 전달자가 될 수도 있다.

그러므로 영양과 환경과의 관계에 대한 많은 연구가 인간에게 그대로 적용되어, 필요로 하는 영양소들을 더 섭취하도록 권

장하여야 할 것인가는 앞으로의 연구과제 일 것이다. 소련의 경우 특수한 작업환경에 처한 노동자에게 영양소를 보충시키는 것으로 알려져 있다.⁵³⁾

참 고 문 헌

1. Lilienfeld A.M., Lilienfeld D.E. : Foundations of Epidemiology 2nd Ed. Oxford University Press, New York, 1980.
2. International Labor Organization and World Health Organization Guidelines on studies in environmental epidemiology Environmental Health criteria 27. World Health Organization, 1983. Geneva.
3. Campbell I.T. : Nutrition in adverse environment 2. Energy balance under polar Condition. Human Nutrition : Applied Nutrition(1982) 36 A. 165~178.
4. Crowdy J.P., Consolazio E.F. et al : Nutrition in adverse environments 3. The metabolic effects of restricted food intake on men working in a tropical environment Human Nutrition : Applied Nutrition(1982) 36 A, 325~344.
5. Rothwell N.J. & Stock M.J. : Diet-Induced Thermogenesis advanced in Nutrition Research Edited by Draper H.H. Plenum Press, N.Y. 1983.
6. Calabrese E.J. : Nutrition and Environmental Health The influence of Nutritional Status on pollutant Toxicity and Carcinogenicity. 2. Minerals and Macronutrients John Wiley & Sons N.Y. 1981.
7. Barltro P.D. & Khoo H.E. : The Influence of Nutritional Factors on lead Absorption Post, Grad, Med, J. 51 : 795-800
8. Boyd E.M.(1969) : Dietary Protein and Pesticide Toxicity in Male Weanling rats. Bull. World Health Org. 40 : 801~805.
9. Hill, C.H.(1979) : The effect of dietary protein levels on mineral toxicity in Chicks J. Nutr. 109 : 501~507.
10. Larkin D.V. et al(1965) : Effects of Starvation and Protein Depletion Mercury retention in two Strains of Chicks Nature. 208 : 706~707.
11. Jensen, L.S. & Maurice(1979) : Influence of Sulfur amino acids on Copper Toxicity in Chicks F. Nutr. 109 : 91~97.
12. McGown E.L. & Suttie, J.W.(1974) : Influence of fat and Fluoride on gastric emptying of rats. J. Nutr. 104 : 909~915.
13. Hamilton, P.O. et al(1972) : The Effect of Dietary fat on Aflatoxicosis in Furkeys. Poult. Sci. 51 : 165~170.
14. Hopkins G.J. & West C.E.(1976) : Possible roles of dietary fats in Carcinogenesis. Life Sci. 19 : 1103~1116.
15. Enry M.G. et al(1978) : Dietary fat and Cancer trends-a Critique Fed Proc. 37 : 2215~220.

16. Sporn M.D., Roberts, A.B. Goodman O. S.(1984) : The retinoids Vol. I & Vol II. Academic Press Inc. N.Y.
17. Hill, D.L. and Shid T.(1974) : Vitamin A Compounds and analogs as inhibitors of mixed function Oxidases that metabolize Carcinogenic Poly Cyclic hydrocarbons and other compounds. *Cancer Res.* 34 : 564~570.
18. Sporn M.B., et al(1926) : Prevention of Chemical Carcinogenesis by Vitamin A and its syntheic analogs. *Fed, Proc.* 35 : 1232~1338.
19. Hamilton P.B. et al(1974) : Interaction of dietary aflatoxin with some Vitamin deficiency. *Poultry Sci.* 53 : 871~877.
20. Rogeres A.E. and Newberne P.M.(1971) : Nutrition and Aflatoxin carcinogenesis. *Nature* 229 : 62.
21. Innami S. et al(1977) : Polychlorobiphenyl Toxicity and Nutrition II. PCB Toxicity and Vitamin A. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 20 : 363~370.
22. Young M.L. et al(1973) : Effect of Protein and Methionine on Vitamin A Liver Storage in Rats Fed DDT. *J. Nutr.* 103 : 218~229.
23. Calabrese E.J. : Nutrition and Environmental Health The influence of Nutritional Status on Pollutant Toxicity and Carcinogenicity. Vol. 1-The Vitamins.
24. Leevy, C.M. and Baker, H.(1968) : Introduction to special articles on Vitamins and Alcoholism. *Am, J. Clin. Nutr.* 21(11) : 1325~1328.
25. Alpert M.E. et al(1971) : Association Between Aflatoxin Content of Food and Hepatance frequency in Uganda. *Cancer* 27 : 253~260.
26. Rogers A.E. and Newberne P.M.(1971) : Nutrition and Aflatoxin Carcinogenesis. *Nature* 229 : 62~63.
27. Wynder E. and Chan P.C.(1970) : The Possible Role of Riboflavin Deficiency in epithelial Neoplasia II. Effects on Skin Tumor Development. *Cancer* 26 : 1221~1224.
28. Kaplan J.C. and Chirouge M.(1978) : Theraphy of Recessive Congenital Methahemoglobinemia by ora! Riboflavin. *The Lancet* 2 : 1043~44.
29. Linnell J.C. et al(1978) : Nitrous Oxide and Megaloblastosis : Biochemical mechanism. *The Lancet* 3 : 1272.
30. Conrad H.E., and Burton J.C.(1987) : Factors Effecting the Absorption and Excretion of lead in the rat. *Gastroenterology* 74 : 731~740.
31. Herbrt J. and Jacob E.(1974) : Distruction of Vitamin B₁₂ by Ascorbic acid *JAMA* 230 : 241.
32. Irwin M.I. and Hutchins B.K.(1975) : Research on Vitamin C Requirements of Man. *J. Nutr.* 106 : 823~879.
33. Stich H.F. et al(1976) : Mutagenic Action of Ascorbic acid. *Nature.* 260 : 722~723.
34. Liyod, E.L.(1976) : Ascorbic acid and

- Paraquat Toxicity. *Lancet* 2(7997) : 12
55.
35. Hill, C.H.(1979) : Studies on the Ameliorating Effect of Ascorbic acid on Mineral Toxicities in the chick. *J. Nutr.* 109 : 84~90.
36. Richardson, M.E. et al(1974) : Pathological Changes Produced in Japanese Quail by Ingestion of Cadmium. *J. Nutr.* 104 : 323~338.
37. Koo, S.I. et al(1978) : Intestinal Absorption and Retention of ¹⁰⁹Cd : Effects of Cholesterol, Calcium Status and Other Variables. *J. Nutr.* 108 : 1812~22.
38. Washko P.W. and Cousins R.J.(1977) : Role of Dietary Calcium and Calcium Binding Protein in Cadmium Toxicity in Rats. *J. Nutr.* 107 : 920~928.
39. Smith C.M. et al(1978) : Stimulation of lead absorption by vitamin D administration. *J. Nutr.* 108 : 843~84.
40. Eddy T.P.(1975) : Atmospheric ozone and femoral fractures. *Lancet* 1 : 1388~1389.
41. Horwitt. M.K.(1974) : Status of human requirements for Vitamin E. *Am. J. clin. Nutr.* 27 : 1182~1193.
42. Lo.W.B and Black H.S.(1973) : Inhibition of carcinogen formation in skin radiated with U.V. *Nature* 246 : 289~291.
43. Cerklewski, F.L. and Forbes, R.M.(1977) : Influence of dietary copper on lead toxicity in the young male rat. *J. Nutr.* 107 : 143.
44. Klauder D.S. and Petering H.G.(1977) : Anemia of lead intoxication : a role for copper *J. Nutr.* 107 : 1799.
45. Hamilton, D.L. and Smith, M.W.(1977) : Cadmium inhibits calcium absorption in rat intestine. *J. Physio* 265(1) : 54.
46. Spencer H. et al(1969) : Effects of sodium fluoride on calcium absorption and balances in man. *Am.J.clin. Nutr.* 22 : 381~390.
47. Hsu.F.S. et al(1975) : Interactions of dietary calcium with toxic levels of lead and zinc in pigo. *J.Nutr.* 105 : 112~118.
48. Hamilton, D.C. and Valberg, L.S.(1974) : Relation ship between cadmium and iron absorption, *Am. J. Physiol* 227(5) : 1033~1037.
49. Lamola, A.A. and Yamane, T.(1974) : Zinc protoporphyrin in the erythrocytes of patients with lead intoxication and iron deficiency anemia. *Science* 186 : 936
50. Hafeman, D.G. and Hoekstra, W.G.(1977) : Protection against carbontetra chloride induced lipid peroxidation in the rat by dietary vitamin E, selenium, and methionine as measured by ethane evolution. *J. Nutr.* 107 : 656~665.
51. Hathcock. J.N.(1982) : *Nutritional Toxicology* Vol. 1. Academic Press. N.Y.
52. Hathcock. J.N.(1987) : *Nutritional Toxicology* Vol. 2. Academic Press. N.Y.

- cology Vol. II. Academic Press. N.Y.
53. Hathcoke, J.N.(1989) : Nutritional Toxicology Vol. III. Academic Press. N.Y.
54. Cerklewski, F. and Forbes R.M.(1976)
: Influence of dietary Zinc on lead Toxicity in the rat. J. Nutr. 106 : 689~696.
55. Sutphen E.I.(1985) : Soviet Prophylactic nutrition for Workers in Toxic Chemical Environments. Am. J. Clin. Nutr. 42 : 746~748.