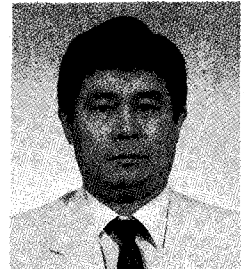


# 광물질(VI)

—철(Fe)과 구리(Cu)—



최진호  
최진호연구소

철분(Fe)은 산소(O<sub>2</sub>)를 운반하고 각 세포에 산소를 공급하여 호흡을 가능하게 하는 매우 중요한 광물질이다.

## 1. 체내에 철(Fe)이 존재하는 형태

동물의 체내에 존재하는 철(Fe)은 여러 가지 형태로 존재하는데 그 중요한 것들을 열거하면 대략 다음과 같다.

### 1) 헤모글로빈(Hemoglobin)

실제로 체내에 존재하는 철(Fe)의 가장 많은 양이 이 형태로 존재하는데 혈액의 적혈구안에 함유되어 있어서 일명 혈색소(血色素)라고도 한다. 헤모글로빈의 기능은 혈액내에서 산소(O<sub>2</sub>)를 운반하는 일이다.

### 2) 마이오글로빈(Myoglobin)

이것은 화학구조상 헤모글로빈과 비슷한 구조를 가지며 화학적 성질도 헤모글로빈과 비슷하지만 헤모글로빈은 혈액내에 존재하는데 비하여 마이오글로빈은 근육내에 존재한다. 따라서 마이오글로빈을 일명 근육 헤모글로빈(muscle hemoglobin)이라 하기도 한다. 마이오글로빈의 주요기능은 근육내에 산소를 비축하는 역할이다.

### 3) 싸이토크롬(Cytochrome)

싸이토크롬에도 몇가지의 형태가 있어서 cytochrome a, cytochrome b, cytochrome c 등으로 부른다. 이들은 세포내에서 산소를 이용하여 영양소를 산화시켜 에너지를 발생하는데 가장 중심적인 역할을 하는 물질들

이다.

#### 4) 카탈레이스(Catalase)

이것은 철(Fe)을 함유하는 효소로서 체내 대사 과정에서 생성되는 과산화수소(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)를 분해하여 해독시키는 기능을 수행한다.

#### 5) 트랜스페린(Transferrin)

헤모글로빈이 적혈구내에 존재하며 산소를 운반하는 역할을 하는데 비하여 트랜스페린(transferrin)은 혈청중에 존재하여 철분(Fe)의 수송에 관여한다.

#### 6) 웨리틴(Ferritin)

웨리틴(ferritin)은 장내에서 철(Fe)의 흡수에 관여하며 체내 철분(Fe)의 저장 형태이기도 하다.

#### 7) 헤모시데린(Hemosiderin)

철(Fe)의 체내 저장 형태이다.

체내에 존재하는 전체 철분(Fe) 중에서 대략 75%는 실제로 기능을 수행하는 형태로 존재하며 나머지 약 25%는 저장형태로 존재한다. 만일 철분의 공급이 충분하면 체내 저장 형태의 철분이 증가하여 전체의 약 30%까지 달할 수도 있으며 반대로 철분이 결핍하게 되면 저장형태가 먼저 감소하고 계속해서 결핍하며 기능수행하는 형태의 철분의 양도 점차 감소하게 되어 결국은 빈혈을 일으키게 된다.

## 2. 헤모글로빈(Hemoglobin)과 빈혈

헤모글로빈의 분자구조는 헴(Heme)이라고 하는 비단백질성 구조물과 글로빈(globin)이라고 하는 단백질의 두가지 부분으로 구성되어 있다. 헤모글로빈이라는 이름도 이 두가지 단어에서 유래된 것이다. 이중 중량으로 비교하면 헴(heme)이 전체의 약 4%를 차지하고 96%는 글로빈(globin)이다.

철분(Fe)은 헴(heme)부분에 환원된 형태(Fe<sup>++</sup>)로 존재하는데 헤모글로빈 1분자는 4개의 철(Fe)원자를 함유한다. 철(Fe)원자 하나가 산소(O<sub>2</sub>)한분자를 운반하므로 헤모글로빈 한분자는 포화되었을 때 4분자의 산소(O<sub>2</sub>), 즉 8개의 산소(O)원자를 운반할 수 있다. 한편 적혈구 하나는 280분자의 헤모글로빈을 함유하므로 하나의 적혈구는 총 1,120분자의 산소(O<sub>2</sub>)를 운반할 수 있다. 만일 철분(Fe)이 결핍하게 되면 헤모글로빈의 합성이 원활하게 이루어지지 못하여 적혈구내의 헤모글로빈 함량이 감소하게 되고 적혈구의 크기도 감소한다. 결과적으로

#### 빈혈의 원인

철분(Fe)의 결핍 외에도 여러가지 영양소가 결핍시에는 빈혈의 원인이 되는데 이들을 정리하면 다음과 같다.

- 1) 코발트(Co), 구리(Cu) 결핍
- 2) 콜린(choline)결핍
- 3) 라이보플라빈(riboflavin), 나이아신(niacin), 피리독신(pyridoxine), 엽산(folic acid), 비타민 B<sub>12</sub>, 비타민 C 등의 결핍
- 4) 트립토판(tryptophan), 라이신(lysine), 메치오닌(methionine)결핍
- 5) 단백질 섭취 부족
- 6) 에너지 섭취 부족

산소 운반 능력이 저하되는데 이것을 빈혈증(anemia)이라 한다.

### 3. 혈청중의 철분(Fe)

혈청중의 철분은 크게 두가지 형태로 존재한다. 그중 하나는 단백질과 결합한 형태로 이것을 트랜스페린(transferrin)이라 하는데 이 형태로 존재하는 철의 함량은 혈청 100ml당  $100\mu\text{g}$ 정도이다.

이것은 3가 철( $\text{Fe}^{+++}$ )의 형태로 혈청중의 글로불린(globulin)이라는 단백질과 결합되어 있는데 트랜스 페린 1분자내에 2원자의 철(Fe)을 함유하고 있다. 혈청중에는 소량이지만 유리된 이온형태의 철분도 존재한다. 3가 이온( $\text{Fe}^{+++}$ )으로 존재하며 혈청 100ml당  $1\mu\text{g}$ 정도 함유되어 있다.

트랜스페린(transferrin)의 기능은 혈액을 통해서 철분(Fe)을 체내의 필요한 부분으로 수송하는 역할을 하며 혈액내에서의 철분(Fe)의 저장 형태이기도 한다. 만일 혈액내에 철분이 유리 이온 형태로 대부분 존재한다면 독성을 나타낸다. 그러나 철분이온( $\text{Fe}^{+++}$ )이 단백질과 결합함으로써 독성을 방지한다. 이밖에도 철분이 이온 상태로 존재하면 오줌으로 쉽게 배설될 것이나 단백질과 결합한 형태로 존재함으로써 배설을 막아주는 효과도 있다. 실제로 동물체로부터 철분의 배설은 오줌을 통해서 거의 일어나지 않으며 대부분 똥으로 배설되는데 단백질과 결합한 형태로 배설된다.

### 4. 철분의 저장 형태



철분의 저장 형태는 웨리틴(ferritin)과 헤모시데린(hemosiderin)의 2가지가 중요하다.

#### 1) 웨리틴(Ferritin)

글로빈(globin)이라고 하는 단백질이 주 성분으로 분자량은 460,000 정도이다. 전 분자량의 약 23%가 철분(Fe)으로 철분은 3가인  $\text{Fe}^{+++}$ 형태로 존재한다. 웨리틴(ferritin)은 대사에 직접 관여하지는 않으며 주요 기능은 철분의 체내 저장 기능과 철분의 흡수에 관여하는 것이다. 체내에서는 주로 간(liver), 지라(spleen), 장점막(intestinal mucosa) 및 신장(kidney)에 존재한다.

#### 2) 헤모시데린(Hemosiderin)

이것은 체내 철분의 최종적인 저장 형태로 콜로이드성 물질로 되어 있으며 철분은  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 의 화합물로 존재하며 중량비로 35%의 철분을 함유한다. 주로 지라, 간, 신장에 저장되나 장점막에는 존재하지 않는다.

### 5. 철분의 흡수

철분의 대사는 다른 광물질의 대사와는 매우 다른 특이한 점이 있는데 그것이 바로 흡수와 배설에 있어서의 특성이다. 철분은 소화기관에서의 흡수율이 매우 낮아서 보통 섭취량의 5% 정도이다. 반면에 철분은 배설되는 양도 극히 적어서 일단 몸안에 들어 오면 계속해서 재이용되는 특징을 가지고 있다.

철분의 흡수에는 웨리틴(ferritin)이 밀접하게 관여한다. 철분을 결합하지 않은 단백질인 아포웨리틴(apoferritin)이 철분과 결합하여 웨리틴(ferritin)이 되는데 이 반응에 의하여 철분 흡수가 조절된다.

사료중에 인(P)의 함량이 높으면 철분(Fe)의 흡수가 감소되며 사료내의 유기산에 의하여 산도가 높으면 철분(Fe)의 흡수는 증가한다.

## 구리(Cu)

### 1. 구리의 기능 및 결핍증

#### 1) 조혈기능(造血기능, Blood formation)

구리(Cu)는 철분(Fe)과 비슷한 특성을 가지는 광물질로 헤모글로빈(hemoglobin)생산에 관여하며 결핍하면 빈혈증을 일으킨다. 또한 구리(Cu)는 철분(Fe)의 대사와 관계가 있는 듯하다. 구리(Cu)의 결핍시에는 간에 철분(Fe)이 축적되는 현상을 볼 수 있으며 과다한 구리(Cu)의 섭취는 철분(Fe)의 흡수를 저하시킨다.

#### 2) 뼈의 형성에 관여한다.

구리(Cu)는 뼈를 형성하는 세포에 필요한 것으로 알려져 있다.

#### 3) 우모(羽毛)의 착색에 관여한다.

구리(Cu)가 결핍하면 우모에 멜라닌(melanin)색소의 침착이 불량해진다. 멜라닌 색소를 합성하는데 필요한 전구물질은 아미노산의 하나인 타이로신(tyrosine)인데 타이로신으로부터 멜라닌을 합성하는데 구리(Cu)가 조효소로서 관여한다.

#### 4) 번식에 관여한다.

포유가축에 있어서 구리(Cu)가 결핍할 경우 정상적인 임신은 일어나지만 태아의 사망율이 높아진다. 닭에 있어서는 부화율이 떨어진다.

## 2. 구리(Cu)의 흡수와 배설

구리(Cu)는 소장중에서 공장(空腸)의 상부에서 흡수되는데 철분(Fe)과 마찬가지로 흡수율은 매우 낮아서 섭취량의 5~10% 정도이다. 배설은 주로 단백질과 결합된 형태로 담즙을 통해서 똥으로 배설되며 오줌으로는 소량이 배설된다. 사료중의 구리(Cu)의 함량이 높으면 철분(Fe)과 아연(Zn)의 흡수가 저하되므로 이들 광물질의 함량을 높여주는 것이 바람직하다. **양계**

