

비 타 민 E



<화학적 특성>

자연계에는 비타민 E의 활성을 가진 화합물이 여덟 가지 존재한다. 이 중 네 가지는 토코페롤(tocopherol) 계통이고, 나머지 네 종류는 토코트리에놀(tocotrienol)계이다. 토코페롤과 토코트리에놀 모두 α , β , γ , δ 로 구분되며, 이 중 알파-토코페롤(α -tocopherol)의 생물학적 활성이 가장 크다.

비타민 E를 구성하고 있는 긴 탄소 꼬리에 있는 탄소원자 중 3개는 2가지 공간구조(R과 S)를 가질 수 있으므로 8가지($2^3=8$)의 이성체가 만들어질 수 있다. 이중 첫 번째 탄소에서 R 구조를 가진 비타민 E 이성체(RRR, RSR, RRS, RSS)만 체내에서 활성을 갖는다. 식품에 함유된 비타민 E는 모두 RRR 구조를 가지므로 활성형태라 할 수 있다(RRR- α -tocopherol은 예로부터 d- α -tocopherol로도 표시된다). 합성 비타민 E는 RRR- α -tocopherol ester 또는 *all rac*- α -tocopherol의 형태로 판매된다. *all rac*- α -tocopherol란 처음 탄소에서 R 구조를 갖는 이성체(RRR, RSR, RRS, RSS)와 S 구조를 갖는 이성체(SRR, SSR, SRS, SSS)가 동량 혼합된 것으로, 체내에서 절반의 활성을 갖는다. *all rac*- α -tocopherol은 예로부터 dl- α -tocopherol로도 표시된다.

비타민 E의 활성은 국제단위 (international unit: IU) 또는 알파-토코페롤 당량(α -TE)으로 나타낸다.

$$\begin{aligned} 1 \text{ IU} &= 1\text{mg } \textit{all rac}\text{-}\alpha\text{-tocopheryl acetate} \\ &= 0.67\text{mg RRR-}\alpha\text{-tocopherol} \\ &= 0.74\text{mg RRR-}\alpha\text{-tocopheryl acetate} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ } \alpha\text{-TE} &= \alpha\text{-tocopherol, mg} \times 1.0 \\ &= \beta\text{-tocopherol, mg} \times 0.5 \\ &= \gamma\text{-tocopherol, mg} \times 0.1 \\ &= \delta\text{-tocopherol, mg} \times 0.03 \\ &= \alpha\text{-tocotrienol, mg} \times 0.3 \\ &= \beta\text{-tocotrienol, mg} \times 0.05 \end{aligned}$$

<급원식품>

비타민 E의 급원식품은 콩, 옥수수, 목화씨, 해바라기씨 등의 식물성기름과 씨눈이 여기에 해당된다. 육류, 생선, 동물성 기름 그리고 대부분의 채소에는 비타민 E가 거의 들어있지 않으나 녹색채소에는 소량의 비타민 E가 함유되어 있다. 동물성 식품의 비타민 E는 대부분 알파-토코페롤의 형태이나, 식물성 식품의 경우에는 여러 가지 다양한 이성체의 형태로 들어 있다. 예를 들어 옥수수, 대두 및 들기름에는 감마-토코페롤(γ -tocopherol)이 많은 부분을 차지하고 있다. 이 외에도 이들 식품의 추출물 또는 다음의 합성원료를 첨가한 가공식품과 비타민 E 보충용 식품도 주요 급원이다.

- d-알파-토코페롤(d- α -tocopherol, d- α -tocopherol conc)
- d ℓ -알파-토코페롤(d ℓ - α -tocopherol)
- d-알파-토코페릴에시드호박산(d- α -tocopheryl succinate)
- d-알파-토코페릴 초산염(d- α -tocopheryl acetate)
- d ℓ -알파-토코페릴 초산염(d ℓ - α -tocopheryl acetate)

<권장량>

성인의 비타민 E 권장량은 적혈구 막의 용혈을 예방하는데 필요한 양인 알파-토코페롤 10mg이며, 성별에 따라 필요량의 차이가 없으므로 남녀 동일하게 설정되었다. 노인의 경우에도 질병예방과 건강증진을 위해 성인보다 더 많은 비타민 E를 섭취해야 한다는 과학적 근거가 부족하므로 성인과 같은 수준으로 제안된다.

<흡수, 분포, 대사, 배설>

섭취된 비타민 E의 약 30~50%가 흡수되며, 섭취량이 증가할수록 흡수율은 감소한다. 흡수 시에는 담즙과 체장액이 필요하므로, 체장에 이상이 생긴 낭포성 섬유증이나 담즙울체성 간 질환이 있을 경우에는 비타민 E 흡수가 감소될 수 있다.

소장에서 흡수된 비타민 E는 킬로마이크론의 형태로 혈액을 통해 간으로 운반된다. 간세포에는 토코페롤 결합단백질(α -TTP)이 있어서 토코페롤을 다시 VLDL로 옮겨 혈액으로 분비시킨다. 따라서 혈액중의 비타민 E 수준은 간에서 혈액으로 분비되는 단계에서 조절된다고 할 수 있다. 즉, 간에 있는 토코페롤 결합단백질과 우선적으로 결합하는 알파-토코페롤이 혈액으로 분비되므로, 토코페롤 결합단백질이 혈중 알파-토코페롤 수준을 조절해주는 중요한 역할을 할 것으로 간주된다. 한편 간에서 혈액으로 분비된 토코페롤의 약 65%는 LDL, 8%는 VLDL, 24%는 HDL의 형태로 운반된다. 따라서 혈액의 총 지질 함량과 총 토코페롤 함량 사이에는 상당한 상관성이 있다.

비타민 E는 모든 조직에 존재하나, 특히 간이나 부신에 고농도로 존재하며, 심장, 골격근, 정소에도 상당량 존재한다. 각 조직에서 비타민 E는 주로 인지질과 함께 세포막에 위치한다.

혈액, 간, 신장과 비장에서는 빠르게 대사되며(반감기 5~7일), 지방 함량이 높은 조직에서는 비교적 천천히 대사된다. 알파-토코페론산(α -tocopheronic acid), 알파-토코페로노락톤(α -tocopheronolactone)과 2,5,7,8-tetramethyl- 2-(2'-carboxy ethyl)-6-hydroxychroman (α -CEHC)이 소변으로 배설되며, 이때 α -CEHC의 배설량은 혈액 알파-토코페롤 양에 비례한다. 그러나 흡수되지 못한 상당량의 비타민 E는 대변으로 배설된다.

<비타민 E의 기능>

비타민 E의 주된 기능은 항산화작용을 통해 세포막을 구성하는 불포화지방산의 과산화를 막아주는 것이다. 세포막을 구성하는 다가불포화지방산은 세포에서 만들어진 유리라디칼에 의해 쉽게 산화되는데, 알파-토코페롤은 이러한 산화과정을 중단시키고 유리라디칼을 제거하므로 세포막을 산화적 손상으로부터 보호할 수 있다. 즉 산화환원제로 작용하여 자신이 산화되면서 다른 물질의 산화를 막기 때문에 산화제의 공격으로부터 다른 분자나 세포의 일부분을 보호하는 역할을 한다. 따라서 비타민 E가 부족하면 세포막에 존재하는 불포화지방산이 쉽게 산화되어 세포가 손상되며, 적혈구의 용혈현상이나 근육 및 신경세포의 손상까지 가져올 수 있다.

<기능성 표시의 예>

- 비타민 E는 유해산소로부터 세포를 보호하는데 필요합니다.

<결핍>

비타민 E의 결핍증은 동물마다 다르게 나타나는데, 대표적인 증상은 생식 불능, 근육 위축(muscular dystrophy), 신경질환, 빈혈, 및 간 괴사 등이다. 그러나 사람에게 있어서 비타민 E의 결핍증은 거의 나타나지 않아, 일상식사를 통해 비타민 E 결핍증을 예방하기에 충분한 양의 비타민 E가 섭취되고 있음을 알 수 있다. 실제로 유전적으로 토코페롤 결합단백질이 부족하거나, 단백질-에너지영양불량(PEM) 또는 심한 흡수불량의 경우를 제외하고는 비타민 E 결핍증은 잘 나타나지 않는다. 그러나 어떤 이유로든 일단 비타민 E가 결핍되면 심각한 신경손상 증상이 나타난다.

<독성>

식품에 자연적으로 함유된 비타민 E를 섭취하여 나타난 유해영향은 보고 된 바 없다. 그러나 초고용량의 비타민 E는 다른 지용성 비타민(비타민 A, D, K)의 기능을 저해할 수 있다. 비타민 E를 하루에 1,000IU 이상 섭취하면 두통, 피로, 구역질, 근무력화, 위장장애 등의 부작용이 나타난다고 보고되었다.

식이보충제의 형태로 비타민 E를 과량 섭취하였을 때 나타나는 위해영향은 출혈 증가, 프로트롬빈 시간 증가, 혈소판 응집과 흡착 억제, 혈액 응고 억제 등과 같은 출혈독성이다. 특히 비타민 K가 부족한 상태이거나 항혈전제를 복용하는 경우에는 더 위험하다. 따라서 비타민 E의 독성종말점은 출혈 독성에 관한 생체지표를 주로 사용하고 있으며, 혈액 응고 방해와 프로트롬빈 감마-카르복시화의 저하, 오스테오칼신의 카르복시화 저하 등과 같은 비타민 K 길항작용에 관한 지표들이 이에 해당한다.

<참고문헌>

한국영양학회. 한국인 영양섭취기준, 2005

Expert Group on Vitamin and Minerals. Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals, 2003

김미경, 왕수경, 신동순, 정해랑, 권오란, 배계현, 노경아, 박주연. 생활 속의 영양학, 2006



.....
식약청 건강기능식품규격팀

Tel. 02-380-1317~9 / E-mail. kfdae-2@kfda.go.kr