

셀레늄 영양과 건강

뉴트리 라이프

이 명 희

Selenium in Human Nutrition and Health

Myung-Hee Lee

Nutri Life, Gangnam-gu, Seoul 135-090, Korea

The essential trace element selenium is of fundamental importance to human and animal Health. As an active component of more than 30 selenoproteins, selenium is need for the proper functioning of the metabolism, immune system, sperm motility and for the protection of cells against oxidative damage. While Se-deficiency diseases have been recognized for some time, recent evidence shows that selenium may have generalized health promoting abilities, furthermore that supra-nutritional levels of selenium may give additional protection from some chronic disease. Selenium enters the food chain through plants, which take it up from the soil . Thus selenium content of soil is a determinant of selenium intakes of the population. Therefore low or diminishing selenium status in some part of the world including korea is giving cause for concern in the context of these health effect. For adequate supply of selenium through daily foods it is necessary to develop naturally selenium containing functional foods.

Key Words: Essential trace elements, Selenium, Functional food

필수영양소인 셀레늄

셀레늄은 1817년 스웨덴 화학자 베르첼리우스에 의하여 처음으로 발견되었으며 특유의 빛깔 때문에 그리스신화에 나오는 달의 여신 이름을 따서 셀레늄이라고 명명되었다. 그 후 약 100년 동안 셀레늄은 적당한 사용처를 찾지 못하여 잊혀진 원소로 존재하다가 2차 세계대전 이후부터 용도가 개발되기 시작하여 현재는 전 세계적으로

연간 1,850톤의 셀레늄이 전자산업, 페인트 등 화학 산업, 유리산업, 금속재료 등 분야에서 사용되고 있으며 이 중 약 5% 정도는 농업, 의약 및 생물 분야에서 사용되고 있다.

셀레늄은 많은 사람들에게서 아직까지 생소한 무기질이지만 사람과 동물의 건강을 유지하기 위하여 반드시 필요한 극미량 원소이며 필수 영양소이다. 셀레늄은 칼슘과 철분, 아연 등과 마찬가지로 식이를 통하여 매일 일정량으로 섭취하여야 하며 그렇지 못할 경우 셀레늄 결핍으로 인한 질

책임저자 : 이명희, ☎ 135-090, 서울특별시 강남구 삼성동 140-28 현축빌딩 3층 3호, 뉴트리 라이프

Tel: 02-555-4165, Fax: 02-555-4025, E-mail: myunghee@agatha.co.kr

접수일 : 2003년 2월 28일, 게재승인일 : 2003년 3월 1일

환으로 사망에 이를 수도 있다. 반면에 식이를 통하여 소량은 섭취하고 있지만 충분하지 못할 경우에는 장기적으로 암, 심혈관 질환, 관절염 등 만성질환의 발생위험이 증가할 뿐만 아니라 면역기능저하, 노화 촉진 등이 결과로 나타날 수 있다.¹⁻²⁾

인체 내 셀레늄 중 약 30%는 간, 15%는 신장, 30%는 근육 그리고 10%는 혈장에 분포한다. 체내에서 셀레늄은 함유된 셀레노아미노산의 황 대신에 셀레늄이 함유된 셀레노아미노에시드 형태로 단백질에 함유되어 있으며 우리 체내에는 적어도 30가지의 셀레늄을 함유하는 생리활성 단백질이 있는 것으로 알려져 있다.³⁾ 특히 셀레늄을 함유하는 생리활성 단백질에 함유되어 있는 셀레노아미노산은 셀레노시스테인이며 셀레노시스테인은 자연계에 존재하는 21번째 아미노산이다.⁴⁾ 한편 식물이나 효모에 의하여 생합성 되는 셀레노메티오닌은 단백질의 구성성분으로 체내로 흡수된 후 일단 단백질에 저장되었다가 서서히 메티오닌 대사 과정을 거치면서 셀레늄을 공급하게 된다. 따라서 셀레노메티오닌은 단백질에 저장된 형태라고 볼 수 있다.

셀레늄 공급원으로 무기 셀레늄(셀레네이트 혹은 셀레나이트)은 소화흡수과정에서 프로옥시단트(prooxidant)로 작용할 수 있으며 특히 비타민 C와 공존시 셀레늄이 불용성으로 되어 흡수될 수 없을 뿐만 아니라 생체이용성이 낮은 단점이 있다. 따라서 셀레늄은 식품을 통하여 천연 유기셀레늄 특히 셀레노메티오닌형태로 섭취하는 것이 바람직하다.⁵⁾

셀레늄연구의 역사

건강과 관련하여, 초기에 셀레늄은 필수영양소라기 보다는 독성원소로 먼저 알려지게 되었다. 셀레늄 독성에 관한 가장 오래된 기록으로는 13세기 마르코 폴로의 동방견문록에서 찾아볼 수 있으며,⁶⁾ 1860년에는 사우스 다코타지역에 주재 하던 군대의 군의관이 말에서 셀레늄 중독증상을 보고한 기록이 있다.⁷⁾ 1935년에는 미국 서부 로키산맥과 사우스다코타 지역에서 방목하던 말과 소들에서 털과 발굽이 빠지는 등의 치명적인 증상을 나타내는 “알칼리 질병”의 원인이 셀레늄의

과잉섭취와 관련이 있는 것으로 밝혀지게 되었다.⁸⁾

이와 같이 가축에서 셀레늄 독성에 관한 연구가 진행되는 가운데 1957년 2차 세계 대전 중 독일에서 미국으로 건너와 국립보건연구원(NIH)에서 연구 활동을 하던 슈바르츠박사는 실험동물용 사료에 단백질 공급원으로 톨라리스트를 넣은 사료를 먹었을 때 간경변증이 나타났으나 제빵효모를 단백질공급원으로 먹었을 때는 간경변증 증상이 나타나지 않는다는 사실을 알게 되었다. 그 후 수많은 연구를 수행하여 제빵효모에는 셀레늄이 함유되어 있으나 톨라리스트에는 셀레늄이 함유되어 있지 않은 것이, 즉 셀레늄 결핍이 쥐에게서 간경변증을 유발한 원인임을 밝혀지게 되었다. 또한 셀레늄을 결핍시킨 사료를 먹었을 때 나타나는 간경변증상이 셀레늄을 투여함으로써 예방될 수 있다는 연구논문을 발표하여 셀레늄의 영양소로서의 가능성을 처음으로 학계에 알리게 되었다.⁹⁾

슈바르츠박사의 연구가 발표되던 시기에 또한 많은 연구자들에 의하여 가축에서 나타나는 전형적인 셀레늄 결핍증상이 알려지기 시작하였으며,¹⁰⁾(아래 Table 1 참조) 미국 중서부지역인 인디애나, 오하이오, 미시간과 켄터키 지역에서 사육하는 돼지에서 빈발하는 근육위축증(muscular dystrophy), 근육약화(pale muscle), 심장근육에 생기는 작은 출혈흔적(mulberry heart), 간경변증 등의 증상을 예방하는 데에 셀레늄 투여가 효과적이었음

Table 1. Diseases for animals and humans affected with selenium deficiencies¹⁰⁾

| Symptoms | Animals | Tissues/Organs |
|--|-------------------------------------|--------------------|
| 근육질환(white muscle, 'stiff-lamb' disease) | 소, 양, 염소, 돼지, 말, 닭, 오리, 칠면조, 토끼, 멧크 | 골격근, 심장근육, 모래주머니근육 |
| 간세포괴사 | 돼지 | 간 |
| 췌장조직괴사 | 닭 | 췌장 |
| 사산, 태아흡수 | 양 | 태아 |
| 위식도 궤양 | 돼지 | 식도, 위장 |
| 삼출성 소질 | 닭, 거위 칠면조 | 모세혈관 |
| 정자운동성 소실 | 양 | 정자 |

이 증명되었음에도 불구하고 한 때 셀레늄은 독성물질로 의심을 받았기 때문에 셀레늄 결핍지역에서 가축에게 셀레늄을 사료첨가제로 투여하는 것이 공식적으로 허용되지 않았었다.

한편으로는 셀레늄이 발암물질일 가능성에 대한 연구가 보고되었고,¹¹⁾ 이러한 연구에서는 사료의 단백질함량이 적정수준이 아니었을 뿐만 아니라 사료에 첨가한 셀레늄량도 셀레늄결핍을 예방하는 수준에 비하여 너무 높았기 때문에 1973년에 미국국립암연구소(National Cancer Institute)와 FDA (Food and Drug administration)과학자들은 연합하여 “적정한 량의 셀레늄을 가축에게 투여하였을 때 암을 유발하지 않는다.”는 것을 공식적으로 발표하였다.¹²⁾

그 후 많은 연구자들에 의하여 셀레늄 연구가 활발히 진행되었으며, 1970년에 톰슨과 스코트는 동물에게 셀레늄 결핍증상을 반복적으로 유발시킬 수 있음을 보고하게 되었고,¹³⁾ 1973년에는 프로에 등¹⁴⁾과 로트릭 등¹⁵⁾에 의하여 셀레늄이 동물 체내에서 항산화작용을 하는 효소인 글루타티온퍼옥시다제(GPX)의 필수 구성성분임이 밝혀지게 되었다(Table 2). 이어 1975년에는 아와치 등이 사람에게서 분리한 글루타티온퍼옥시다제의 활성구성성분으로 셀레늄을 발견함에 따라 셀레늄이 사람과 가축에서 필수영양소임이 밝혀지게 되었다.¹⁶⁾ 그리고 이러한 결과를 바탕으로 1978년에는 가축 사료에 필수영양소로서 셀레늄의 첨가가 처음으로 허용되었으며, 사람에게는 일일 섭취 권장량으로 50~200µg이 정해지게 되었다.

1960~80년대에는 셀레늄의 생화학적기능에 관한 연구와 병행하여 셀레늄과 심장질환 혹은 고혈압, 관절염, 암 등 유행병과 풍토병에 관한 역학적 연구가 셀레늄 결핍지역과 셀레늄 적정지역에 사는 주민을 대상으로 활발히 진행되었으며, 그 결과 오랫동안 동물과 조류 및 인간에게서 원인을 규명할 수 없었던 많은 질병증상이 셀레늄 결핍과 관련이 있음이 밝혀지게 되었다.

셀레늄 함유 단백질과 셀레늄의 영양·생리적 기능

1) 셀레늄 함유단백질의 종류(Table 2)

2) 셀레늄의 영양·생리적 기능(Table 3)

(1) **항산화작용:** 셀레늄의 항산화 작용은 세포막에서 이와 유사한 작용을 하는 비타민 E의 1,970배에 이르며, 셀레늄과 비타민 E는 서로 상승효과를 나타낸다. 셀레늄은 대사과정에서 생성되는 과산화지질 및 지질과산화물을 제거하여 세포손상을 억제하므로 노화방지, 암 예방, 피부질환개선 및 피부를 젊게 유지하는 작용을 한다.

(2) **지질과산화물 제거:** 식품과 함께 섭취하는 과산화지질과 대사과정에서 생성되는 과산화지질을 제거하여 과산화지질에 의한 세포손상을 방지하고, 피하지방층에 검은 갈색색소가 침착하는 것을 막아준다.

(3) **성장촉진:** 성장기에 셀레늄 결핍은 아주 민감하게 성장저하를 유발하며, 이 때 셀레늄의 투여는 성장촉진과 체중증가를 일으킨다.

(4) **갑상샘기능활성화:** 갑상샘은 신진대사를 활성화시키고 뇌에 작용하여 지적능력을 향상시키며, 성장을 촉진시키고 갈색지방세포에 의한 열발산을 촉진하므로 비만을 예방하는 작용을 한다. 셀레늄과 요오드의 결핍은 북아프리카지역 어린이에게서 많이 발생하는 지적능력저하의 중요한 원인으로 알려져 있다.

(5) **면역기능활성화:** 셀레늄은 세포성 면역기능과 체액성 면역기능을 증강시켜 세균, 박테리아 등을 효과적으로 퇴치하므로 각종질환에 대한 감염을 저하시킬 뿐만 아니라 권장량 보다 많은 양의 셀레늄을 투여하였을 때 암이나 바이러스에 대항하는 세포면역기능이 크게 향상된다.

(6) **염증억제반응:** 트롬복산과 프로스타그란딘 생성 비율을 조절하므로써 염증을 억제하므로 관절염 예방 및 치료효과를 나타낸다.

(7) **혈소판응집억제:** 셀레늄이 결핍되면 혈소판의 과응집을 유발하고, 지질과산화를 촉진하며, 프로스타사이클린 생합성을 저해하므로 동맥경화, 고혈압, 혈전생성으로 인한 심장혈관계질환

Table 2. Proteins of body containing selenium

| Proteins | Functions |
|---|---|
| Glutathion peroxidases: GPX1, GPX2, GPX3, GPX4 | 항산화 효소로 대사과정에서 생기는 과산화수소수, 지질 과산화물 및 인지질 과산화물을 제거하는 기능, 세포막의 기능유지, 아이코사노이드 생합성조절, 염증반응조절, 지질과 지단백 및 DNA를 산화적 공격으로부터 보호 |
| Iodothyronine deiodinases: Typ1, Typ 2, Typ 3 | 갑상선호르몬의 분비조절, 갑상선호르몬활성(TH4/TH3)조절, 타이록신생성에 관여, 셀레늄 결핍은 요오드 결핍을 악화시키게 되므로 특히 태아기와 성장기의 두뇌발달에 관여함. 또한 노인들에게서 관찰되는 갑상선호르몬 작용성의 저하의 원인도 셀레늄 부족과 관련이 있음 |
| Thioredoxin reductases: 1, 2, 3 | DNA생합성 과정에서 뉴클레오타이드의 환원, 항산화계의 재생, 세포내 산화환원상태 유지, 세포생존능력 및 세포분열에 관여, DNA에 전사인자가 결합하는 과정에서 redox control을 통하여 유전자 발현조절 Vit C를 포함하는 여러가지 항산화 시스템의 regearation에 관련하는 효소로 세포의 성장과 세포 생존에 관여하는 효소임 |
| Selenophosphate synthetase (SPS2) | 셀레노시스테인이 셀레노프로테인 생합성에 포함되도록 하는 효소로 셀레노프로테인 생합성에 반드시 필요한 효소일 뿐 만 아니라 셀레노프로테인 생합성의 전구체인 monosodium phosphate의 생합성을 촉진함 |
| Sperm mitochondrial capsule selenoprotein | 초기에는 성숙 중에 있는 정자를 산화적 손상으로부터 보호하는 항산화 효소로 작용하며 이후에는 성숙한 정자의 기능을 가지기 위하여 반드시 필요한 구조 단백질로 됨. 셀레늄이 부족하면 정자의 수가 감소할 뿐 만 아니라 정자의 운동성이 저하되어 남성불임을 유발하게 됨 |
| DNA-bound spermatid selenoprotein (34 kDa) | 글루타티온 퍼옥시다제와 유사한 활성을 지님, 위장과 정자의 세포핵에서 발견되며 성숙중인 정자를 보호하는 기능을 가진 것으로 보임 |
| Sperm nuclei GPx | 정자의 핵에 존재하며 프로타민 티올을 크로스 링킹시켜 염색질(chromatin)을 안정화시키므로 정자의 성숙과 정자의 생식능력에 필요함 |
| Seleniprotein P | 혈장에서 발견되며 혈관 내막을 이루는 혈관상피세포에도 관여하고 있다. 그 기능은 완벽히 규명되지 않았으나 운반단백질로서의 기능과 peroxynittrill이라 불리는 reactive nitrogen species(세포공격성이 높은 질소 함유 물질: 활성질소)에 의하여 혈관내막 상피세포가 산화적 손상을 입지 않도록 하는 기능을 가지고 있음 (셀레늄과 심혈관 질환, 고혈압, 당뇨합병증 등과 연관) |
| Selenoprotein W | 골격근 및 심장근육에서 만들어지는 셀레늄 함유효소로 정상적인 근육 대사에 필요한 효소이다. 결핍 시 근육질환, 백색근육증, 근육위축증, 다발성근육위축증 유발 |
| 15 kDa selenoprotein | 정상 조직과 암 조직에서 다르게 발현함, 전립선에 다량으로 존재하며 전립에 암이 생기는 것을 막아주는 것으로 생각됨 |
| 18 kDa selenoprotein | 셀레늄 결핍상태에서도 보존되는 단백질로 신장 등 다양한 조직에서 발견되는 중요한 셀레늄 함유 단백질 |

발생률이 증가한다.

(8) 정자의 운동성증가: 정자의 생성 및 구조유지에 셀레늄이 중요한 기능을 가지고 있다. 셀레늄의 투여는 수정능력 향상에 의한 남성불임증치료에 효과를 나타내며, 계란의 부화율 증가에도 관여한다.

(9) 유해물질해독: 셀레늄에 의하여 유도되는 사

이토크롬 P-450 효소들은 발암물질, 각종 약물이나 살충제 등의 화학물질의 대사에 영향을 미친다. 또한 셀레늄은 수은, 카드뮴, 비소, 은 등 중금속을 해독시키는 작용을 통하여 암을 예방하는 작용을 한다.

(10) Apoptosis: 셀레늄은 티오레독신 환원효소와 산화환원을 촉매 하는 효소의 구성 성분이다.

이들 효소는 암세포의 성장을 억제 할 뿐만 아니라 암세포의 자살을 유도함으로써 돌연 변이된 세포가 다음 세대로 유전되는 것을 막아준다.

(11) **바이러스변종:** 셀레늄결핍은 바이러스의 산화적 손상을 초래하여 특히 RNA바이러스의 변종을 유발하므로 더욱 치명적인 바이러스의 출현을 가능하게 한다.

12) **두뇌기능:** 셀레늄이 결핍되면 몇 가지 신경 전달물질의 대사속도에 영향을 준다. 셀레늄을 투여하면 우울증, 혼란감, 적개심 등 좋지 않은 기분이 개선된다. 알츠하이머 환자 두뇌조직의 셀레늄 농도는 정상인의 60% 정도이다.

셀레늄의 결핍과 관련된 질환은 Table 3과 같다.

셀레늄 섭취량 및 셀레늄 공급식품

셀레늄 섭취량은 거주지역에서 생산되는 식품의 셀레늄 함량에 의하여 결정되며 식품의 셀레늄 함량은 토양의 셀레늄 함량에 의하여 결정된다. 인체 내 셀레늄 총량은 미국인이 13~20 mg, 뉴질랜드인이 4~10 mg 정도인 것으로 추정된다. 전 세계적으로 인구가 밀집되어 살고 있는 대부분의 지역은 토양의 셀레늄 함량이 낮은 셀레늄 결핍지역으로 알려져 있으며, 코넬대학의 Comb 교수는 "Selenium in global food system"에서 전 세계적으로 약 5~10억 인구가 셀레늄 결핍상태에 있을 것으로 추정하고 있다.¹⁷⁾

Table 3. Diseases related with selenium deficiencies

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 심장근육질환, 협심증 고혈압 심혈관계질환 | 낭포성섬유증 유아돌연사증후군 아토피성 피부염 |
| 근육약화, 근육통증 | 당뇨병성 망막증, 백내장, 황반부변성 |
| 다발성근석회화증 관절염 성장저하 | 남성불임 면역기능저하 감염성질환 |
| 용혈성 빈혈, 악성빈혈 알코올성 간경변 각종 암 | 말라리아 Werner syndrom AIDS |
| 당뇨병 | 변종바이러스 (독감, 에볼라, 심근염) |

셀레늄의 중요한 공급원은 곡류, 육류, 어패류, 등이며 곡류 및 식물성 식품의 셀레늄 함량은 그 식물이 자란 토양의 셀레늄 함량에 의존한다(Table 4, 5).^{18,19)} 한반도는 셀레늄 함량이 낮은 화강암과 현무암이 전국토의 70%를 이루고 있어 국토의 대부분이 셀레늄 함량이 낮은 토양이며(0.03~0.24 ppm),

Table 4. Contents of selenium from daily dietary intakes countries¹⁸⁾

| Nations | Daily dietary intakes (µg Se/day) |
|--------------|-----------------------------------|
| 미국: 저 셀레늄 지역 | 85 |
| 미국: 셀레늄 적정지역 | 122 |
| 미국: 고 셀레늄 지역 | 241 |
| 캐나다: 동부 | 116 |
| 캐나다: 서부, 북부 | 169 |
| 영국 | 51 |
| 이탈리아 | 42 |
| 구 서독 | 129 |
| 핀란드 | 32 |
| 뉴질랜드 | 32 |
| 중국: 셀레늄 결핍지역 | 13 |
| 중국: 셀레늄 적정지역 | 63 |
| 중국: 고셀레늄 지역 | 3,945 |
| 일본 | 66 |
| 베네주엘라 | 291 |
| 우크라이나 | 221 |

각 지역 생산 식품으로 2,460 kcal, 83 g단백질을 함유하는 서양식을 조리하였을 때 섭취할 수 있는 셀레늄의 량

Table 5. Daily dietary intakes of selenium from foods (µg Se/day)¹⁹⁾

| Food | Nation | | | | |
|------------|--------|-----|----|----|-----|
| | 뉴질랜드 | 핀란드 | 영국 | 일본 | 미국 |
| 식물성식품 | | | | | |
| 채소, 과일, 설탕 | 1 | 2 | 3 | 6 | 5 |
| 곡류 | 4 | 3 | 30 | 24 | 45 |
| 동물성식품 | | | | | |
| 유제품 및 난류 | 11 | 7 | 5 | 2 | 13 |
| 고기 및 생선류 | 28 | 30 | 60 | 88 | 132 |
| 총 섭취량 | 28 | 30 | 60 | 88 | 132 |

특히 남부와 서부평야지대 토양의 셀레늄 함량은 0.03~0.06 ppm으로 다른 지역에 비하여 매우 낮다.²⁰⁾ 곡류의 도정과정에서 셀레늄의 50~90%가 손실되므로 실질적으로 곡류보다는 육류나 어패류가 셀레늄의 주공급원이라고 할 수 있다. Table 6 에는 우리나라에서 생산되는 일부 식품의 셀레늄 함량을 보여주고 있다.²¹⁾ 우리나라 사람은 음식을 통하여 하루에 약 43µg의 셀레늄을 섭취하는 것으로 추정되며, 이 중 70% 정도를 곡류를 통하여 섭취하는 것으로 알려져 있다.²⁰⁾

스웨덴 우메아 대학의 라르손 박사는 미국임상영양학회지에 실린 연구보고서에서 특히 채식을 하는 어린이는 영양보충제를 감안한다 하더라도 셀레늄 섭취가 여전히 부족하다는 보고를 하고 있다.²²⁾

셀레늄은 물에 잘 녹으며, 685°C 이상에서는 휘발하는 성질이 있어 물과 함께 가열하거나 불에 굽는 요리 시 손실이 비교적 크다. 한편 식품으로 섭취하는 셀레늄의 주형 태를 살펴보면 육류에는

셀레노시스테인이, 식물성단백질에는 셀레노메티오닌이 주로 함유되어 있다.²³⁾ 셀레늄의 독성, 흡수율 및 체내대사과정 및 생체이용성 등을 고려할 때 가장 바람직한 셀레늄공급 형태는 셀레노메티오닌이라고 볼 수 있다.²⁴⁾

셀레늄 투여 효과

셀레늄은 자외선에 의한 세포손상을 막아준다.²⁵⁻²⁶⁾ 따라서 셀레늄의 적절한 섭취는 피부조직이 경화되고 변성되는 노화과정을 지연시키거나 방지하므로 젊고 탄력 있는 피부를 유지할 수 있도록 도와준다. 또한 셀레늄은 혈전생성을 억제하고 혈관 벽과 심장세포를 활성산소 등 유리기의 공격으로부터 보호하므로 심장혈관계질환을 예방하는 작용이 있다.²⁷⁻²⁹⁾ 셀레늄의 투여는 근육 통증과 근육무력증 환자의 증상을 완화시킬 뿐만 아니라 근육약화의 진행을 중단시킨다고 보고되어 있다.³⁰⁾

셀레늄은 특정한 면역세포가 바이러스를 퇴치하는 능력을 증강시키고 항체 생성능력을 증진시키므로 면역기능을 활성화시키는 작용을 가지고 있다. 특히 셀레늄과 비타민 E를 둘 다 충분히 섭취하게 되면 항체 생성률이 20~30배 증가할 수 있다.³¹⁻³⁴⁾ 셀레늄 투여는 에이즈바이러스와 간염바이러스에 대한 면역기능을 증강시켜 에이즈환자의 사망률과 간염발생률을 저하시킬 뿐만

Table 6. Contents of selenium from Korean market foods²¹⁾

| Food | Contents (g Se/ 100 g) |
|------|------------------------|
| 쌀밥 | 1.3 |
| 정맥분 | 7.7 |
| 채소 | N.D. |
| 과일 | N.D. |
| 쇠고기 | 9.2 |
| 돼지고기 | 11.3 |
| 우유 | 2 |
| 달걀 | 27 |
| 고등어 | 40.9 |
| 새우 | 31.2 |
| 조개류 | 63.8 |
| 굴 | 76.1 |

Table 7. USRDA: Recommended Dietary Allowance for Selenium for Adults (2000)⁵⁸⁾

| Ages | Female | Male | Pregnant | Lactation |
|------------------|--------|-------|----------|-----------|
| 19세 이상 모든 연령대 | 55 mg | 55 mg | 60 mg | 70 mg |

Table 8. Recommended conditional allowance for selenium

| |
|---|
| 셀레늄 결핍증을 예방하기 위한 최소 셀레늄 섭취량: 30µg |
| 생물학적 기능의 최적상태유지를 위한 최소 셀레늄 섭취량: 90µg |
| WHO/FAO 셀레늄 섭취권장량: 50~200µg |
| 미국환경보호협회의 셀레늄 안전섭취기준량: <350µg |
| 최적의 건강상태를 위한 셀레늄 섭취권장량(영국): <450µg |
| 암예방을 위한 섭취권장량: <500µg |
| No Adverse Effect Level (NOAEL): 750~850µg ⁵⁾ |
| Lowest Adverse:Effect Level(LOAEL):1540653µg ⁵⁹⁾ |
| 암환자 치료목적의 셀레늄 투여량: 1,000~2,000µg |

*LOAEL: average daily selenium intake causing individuals within a populations to develop overt signs of toxicity'

아니라,³⁵⁾ 간염이 간암으로 진행되는 것을 방지하는 효능이 입증되었다.³⁶⁻³⁷⁾ 셀레늄은 체내에서 염증반응을 일으키는 프로스타그란딘 생성을 억제하므로 관절염 증상과 통증을 완화시키고 장기적으로는 관절염을 치유하는 효능이 있다고 알려져 있다.³⁸⁾

일부 연구에서는 셀레늄의 투여가 갱년기장애를 완화시키는 효능이 있는 것으로 알려져 있으며,³⁹⁾ 남성불임증개선에 효과 있음이 입증되었다.⁴⁰⁻⁴²⁾ 또한 셀레늄의 투여는 암 발생률을 현저히 감소시킬 뿐만 아니라 암으로 인한 사망률도 크게 낮추는 효과가 있다.⁴³⁻⁴⁹⁾ 1996년 미국의 학회지에는 평균나이 63세의 남성 1,312명을 대상으로 하루에 200µg의 셀레늄을 섭취 시켰을 때 전립선암 발생률이 63%, 대장암 발생률이 58%, 폐암 발생률이 46% 각각 감소되었으며 이외 모든 다른 암에 걸릴 위험률도 37% 감소되었다는 임상연구결과가 발표되었다. 이외에도 셀레늄의 투여는 유방암과 난소암, 갑상선 암, 식도암, 위암의 발생위험을 낮추어 주는 작용이 있는 것으로 알려져 있으며,⁴⁶⁾ 아토피성 피부염에도 치료 효과가 있는 것으로 밝혀지고 있다.⁵⁰⁾ 셀레늄은 단백질생합성과정 및 신체의 성장, 발달과정에도 관여하므로 셀레늄 결핍은 어린이의 성장저하를 유발할 수 있다. 또한 셀레늄결핍은 산화적 공격으로 RNA성 바이러스의 돌연변이를 유발하므로 독감바이러스,⁵¹⁾ 콕사키 바이러스의 변종⁵²⁻⁵³⁾ 및 에볼라 바이러스와⁵⁴⁻⁵⁵⁾ 에이즈 출현과도⁵⁶⁻⁵⁷⁾ 관련이 있음이 밝혀지고 있다.

셀레늄이 부족해지는 원인

- 1) 우리나라는 토양의 셀레늄 함량이 매우 낮으며 특히 농경지는 산악지역에 비하여 더 적은 양의 셀레늄을 함유하고 있다. 따라서 곡류 등 식물성식품의 셀레늄 함량이 매우 낮다.
- 2) 반복되는 경작과 이산화황을 함유하는 산성비의 영향으로 셀레늄이 불용성형태로 바뀌게 되므로 식물이 이용할 수 없게 된다.
- 3) 셀레늄 주공급원인 곡류의 가공과정에서 대부분의 셀레늄이 손실된다.
- 4) 장시간 끓이고 불에 굽는 등의 조리방법으로

셀레늄의 손실이 크다.

- 5) 만성질환, 스트레스, 자외선조사량 증가 등은 셀레늄 요구량을 증가시킨다.
- 6) 살충제, 중금속, 환경오염물질 등에 의하여 셀레늄 요구량이 증가된다.
- 7) 노화로 인하여 셀레늄 요구량이 증가하는 반면에 셀레늄 흡수율은 오히려 저하된다. 따라서 45세 이후에는 체내셀레늄 함량이 지속적으로 감소한다.

셀레늄 섭취권장량

셀레늄의 섭취권장량은 Table 7과 같으며,⁵⁸⁾ Table 8은 조건 별 셀레늄 섭취권장량을 나타낸다.⁵⁹⁾

현재 진행 중인 장기임상실험

현재 장기임상실험이 진행 중인 과제는 SELECT (SELNium and/or vitamin E cancer Prevention Trial), PRECISE (PREvention of Cancer by Intervention with Selenium), PREADVISE (PREvention of Alzheimer Disease by Vitamin E and Selenium)가 있다.

참 고 문 헌

- 1) Brown KM, Arthur JR. Selenium, Selenoproteins, and human health: a review. *Public Health Nutrition* 2001; 4: 593-599.
- 2) Navaro-alarcon N, Lopez-Martinez MC. Essentiality of selenium in the human body: relationship with different disease. *Sci Total Environ* 2000; 249: 347-371.
- 3) Behne D, Pfeifer H, Rothlein D, Kyriakopoulos A. Cellular and subcellular distribution of selenium and selenoproteins. In: Roussel AM, Favier A, Anderson RA, eds. Trace elements in man and animals 10: proceedings of the tenth international symposium on trace elements in man and animals. New york: Plenum Press, 2000: 29-33.
- 4) Gladyshev VN. Identity, evolution and function of selenoproteins and selenoprotein genes. In: eds, by Hatfield DL Selenium: Its Molecular Biology and Role in Human Health. pp. 99-104, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2001.
- 5) Schrauzer GN. Nutritional selenium supplement: Product Types, Quality, and Safety. 2001; 20: 1-4.

- 6) Komroff Manuel ed. The travels of Marco Plo. Revised from Marsden's translation. New York, Liverright. 1926; Chapter 43: p 81.
- 7) Fanke KW. A New toxicant occurring naturally in certain samples of plant foodstuffs. I. Results obtained in preliminary feeding trials. *J Nutr* 1934; 8: 57-608.
- 8) Moxon AL. Alkali disease or selenium poisoning. South Dakota Agric Exp Sta, Brookings. 1937; Bull 331.
- 9) Schwarz K, Folz CM. Selenium as an integral part of Factor 3 against dietary necrotic liver degeneration. *J Am Chem Soc* 1957; 79: 3292-3293.
- 10) Oldfield JE. Observations on the efficacy of various forms of selenium for livestock. *Biomed Environ Sci* 1997; 10: 280-291.
- 11) Nelson AA, et al. Liver tumors following cirrhosis caused by selenium in rats. *Cancer Res* 1943; 3: 230-236.
- 12) USFDA. Selenium in animal feed. Prepared food additives regulation. Fed. Reg. 38:10458, April 27, Washington, D.C. U.S Food and Drug Administration.
- 13) Thomson JN, Scott ML. Impaired lipid and vitamin E absorption related to atrophy of the pancreas in selenium-deficient chicks. *J Nutr* 1970; 100: 797.
- 14) Flohe L, Guenzler W, Schock HM. Glutathion peroxidases: A Selenoenzymes. *FEBS Lett* 1973; 32: 132-134.
- 15) Rotruck JT, Pope AL, Panther HE, Swandown AD, Halfman DE, Homester EG. Selenium: Biochemical role as a component of glutathion peroxidase. *Science* 1973; 179: 588-590.
- 16) Awasthi YC, Beutler E, Srivastava SK. Purification and properties of human erythrocytes glutathione peroxidase. *J Biol Chem* 1975;250:5144-5149.
- 17) Combs GF Jr. Selenium in global food system. *Br J Nutr* 2001; 85: 517-547.
- 18) The Role of Selenium in Nutrition: Academic Press, 1986.
- 19) Robinson MT, Thomson CD. Status of the food supply and residents of New Zealand. In L Vombs GF Selenium in Biology and Medicine, pp 631-644, New York, AVI Van Nostrand 1984.
- 20) 오상환, 조무연. 한국인과 한국산 식품 중 셀레늄 함량 분포. *한국영양학회지* 1983; 15: 185-192.
- 21) 조승현, 홍우정, 이정연, 강상훈, 정용삼. 중성지방사 화학분석법에 의한 국내 식품원재료의 무기질 분포 연구. *한국식품과학회지* 2002; 34: 390-359.
- 22) Larsson CL, Johansson GK. Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am J Clin Nutr* 2002 76: 100-106.
- 23) Wen H, Shi B, Boylan LM, Chen JJ, Davis R, Spallholz JE. A comparison of the Bioavailability of Selenium from Meat, Poultry, Seafood fed at adequate (0.10 ppm) and inadequate (0.05 ppm) dietary levels to selenium-deficient Fischer 344Rats. *Biol Trace Element Res* 1997; 58: 43-58.
- 24) Schrauzer GN. Selenomethionine: A review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. *J Nutr* 2000; 130: 1653-1656.
- 25) Emonet N, Leccia MT, Favier A, Beani JC, Richard MJ. Thiols and selenium: protective effect on human skin fibroblasts exposed to UVA radiation. *J Photochem Photobiol B* 1997; 40: 84-90.
- 26) Burke KE, Burford RG, Combs GF Jr, French IW, Skeffington DR. The effect of topical L-selenomethionine on minimal erythema dose of ultraviolet irradiation in humans. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 1992; 9: 52-7.
- 27) Salonen JT, Alfthan G, Juttunen JK, Pikkariainen J, Puska P. Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched-pair longitudinal study. *Lancet* 1982; 2: 175-179.
- 28) Salonen JT, Huttunen JK. Selenium in Cardiovascular Disease. *Ann Clin Res* 1986; 18: 30.
- 29) Lapenna D, de Gioia S, Ciofani G, Mezzetti A, Ucchino S, Calafiore AM, Napolitano AM, Di Llio C, Cuccurullo F. Glutathione-related antioxidant defences in human atherosclerotic plaques. *Circulation* 1998; 97: 1930-4.
- 30) Jameson S, Arfors K-E, Hoeglund NmJ. Pain relief and selenium balance in patients with connective tissue disease and osteoarthritis: A double blind selenium and tocopherol supplementation study. *Nutr Re* 1983; Suppl: 391-7.
- 31) Perez A, Neve J, Desmedt J, Duchateau J, Dramaix M, Famaey JP. Lymphocytes response is enhanced by supplementation of elderly subjects with selenium-enriched yeast. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1323-1328.
- 32) Kiremidjian-Schmacher L, Roy M, Wishe HL, Cohen MW, Stotzky G. Supplementation with selenium and human immune cell functions. *Biol Trace Elem Res* 1994; 41: 115-127.
- 33) Kiremidjian-Schmacher L, Roy M, Wishe HL, Cohen MW, Stotzky G. Supplementation with selenium arguments the functions of natural killer and lymphokine-activated killer cells. *Biol Trace Elem Res* 1996; 52: 227-239.
- 34) Roy M, Kiremidjian-Schumacher L, Wishe HI, Cohen MW, Stotzky G. Supplementation with selenium and

- human immune cell function. I Effect on lymphocyte proliferation and interleukin 2 receptor expression. *Biol Trace Res* 1994; 41: 103-114.
- 35) Schrauzer GN. Selenium in the maintenance and therapy of HIV-infected patients. *Chem Biol Interact* 1994;91:199-205
 - 36) Yu MW, Hong IS, Chiang YC, Liaw YF, Chen CJ. Plasma selenium levels and the risk of hepatocellular carcinoma among men with chronic hepatitis virus infection. *Am J Epidem* 1999; 150: 367-374.
 - 37) Yu M-W, Zhu YJ, Li WG. Protective role of selenium against hepatitis B virus and primary liver cancer in Qidong. *Bio Trace Elem Res* 1997; 56: 117-124.
 - 38) Heinle K, Adam A, Gradl M, Wiseman M, Adam O. Selenium concentration in erythrocytes of patients with rheumatoid arthritis. Clinical and laboratory chemistry infection markers during administration of selenium. *Med Klin* 1997; Suppl 3: 29-3.
 - 39) Finley JW, Penland JG. Adequacy or deprivation of dietary selenium in healthy men: Clinical and psychological findings. *J Trace Element Exp Med* 1998; 11:11-27.
 - 40) Scott R, MacPherson A. Selenium supplementation in sub-fertile human males. *Br J Urology* 1998; 82: 76-80.
 - 41) Scott R, MacPherson A, Yates RW, Hussain B, Dikon J. The effect of selenium supplement on human sperm motility. *Br J Urol* 1998; 82: 76-80.
 - 42) Pfeifer A, Conrad M, Roethlein D, Kyriakopoulos A, Brielmeier M, Bornkamm GW, Behne D. Identification of a specific sperm nuclei selenoenzyme necessary for protamine thiol cross-linking during sperm maturation. *FASEB J* 2001; 15: 1326-1238.
 - 43) Shamberger R, Frost DV. Possible protective effect of selenium against human cancer. *Canad Med Assoc J* 1969; 104: 682.
 - 44) Shamberger RJ, Willis CE. Selenium distribution of human cancer mortality. *CRC Crit Rev Clin Sci* 1971; 2: 211-219.
 - 45) Schrauzer GN, White DA, Schneider DJ. Cancer mortality correlation studies. III Statistical association with dietary selenium intakes. *Bioinorga Chem* 1977; 7: 35-56.
 - 46) Clark LC, Combs GF, Turnbull BW, Slate EH, Chalker DK, Chow J, Davis LS, Glover RA, Graham GF, Gross EG, Krongard A, Leshner JL Jr, Park HK, Sanders BB Jr, Smith CL, Taylor JR. Effect of selenium supplementation for cancer prevention in patients with carcinoma of the skin. *JAMA* 1996; 276: 1957-63.
 - 47) Combs GF Jr, Gray WP. Chemopreventive agents: selenium. *Pharmacology and therapeutics* 1998; 79: 179-192.
 - 48) Schrauzer GN. Anticarcinogenic effects of selenium. *Cell Mol Life Sci* 2000; 57: 1864-1873.
 - 49) Mark SD, Qiao YL, Dawsey SM, Wu YP, Katki H, Gunter EW, Fraumeni JF Jr, Blot WJ, Dong ZW, Taylor PR. Prospective study of serum selenium levels and incident esophageal and gastric cancers. *J Natr Cancer Inst* 2000; 92: 1753-1763.
 - 50) Ranjbar A, Pizzulli A. Systemic Treatment with Sodium Selenite, A New Therapeutical Concept for the Treatment of Atopic Dermatitis in Children. *Int Pediatrics* 2001; 16: 96-104.
 - 51) Beck MA, Nelson HK, Shi Q, Van Dael P, Schiffrin EJ, Blum S, Barclay D, Levander OA. Selenium deficiency increases the pathology of an influenza virus infection. *FASEB J* 2001; 15: 1481-1483.
 - 52) Beck MA, Shi Q, Morris VA. Rapid genomic evolution of a non-virulent Coxsackievirus B3 in selenium-deficient mice results in selection of identical virulent isolates. *Nat Med* 1995; 1: 433-36.
 - 53) Beck MA, Esworthy RS, Ho YS, Chu FF. Glutathione peroxidase protects mice from viral-induced myocardial. *FALSB J* 1998; 12: 1143-1449.
 - 54) Taylor EH, Ramanathan CS. Theoretical evidence that the Ebola virus Zaire strain may be selenium dependent: a factor in pathogenesis and viral outbreaks? *J Orthomolecular Med* 1995; 10: 131-138.
 - 55) Ramanathan CS, Taylor EW. Computational genomic analysis of hemorrhagic fever viruses: viral selenoproteins as a potential factor in pathogenesis. *Biol Trace Element Res* 1997; 56: 93-106.
 - 56) Taylor EW, Nadimpalli RG, Ramanathan CS. Novel isoforms of HIV-1 nef are expressed by frameshifting and selenium-dependent suppression of UGA termination codons. *Antiviral Res* 1997; 34: A48, #23.
 - 57) Taylor EW, Bhat A, Nadimpalli RG, Zhang W, Kececioglu J. HIV-1 encodes a sequence overlapping env gp41 with highly significant similarity to selenium-dependent glutathione peroxidases. *J AIDS Human Retrovirol* 1997; 15: 393-394.
 - 58) Institute of medicine, Food and nutrition board. Dietary reference intakes: Vitamin C, vitamin e, Selenium, and Carotenoids. National academy press, Washington, DC, 2000.
 - 59) Yang G, Yin S, Zhou R, Gu L, Yan B, Liu Y, Liu Y. Studies of safe maximal daily Se-intake in a seleniferous area in China. *J Trace Element Electrolyte Health Dis* 1989; 3: 123-130.