

## 비타민과 무기질 결핍이 피부건강에 미치는 영향

홍양희<sup>1</sup>, 김영숙<sup>2</sup>, 이성내<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 보건과학연구소, <sup>2</sup>동덕여자대학교 식품영양학과, <sup>3</sup>경인여자대학교 피부미용과

## Vitamins and Minerals Deficiency Effects on Skin Health

Yang-Hee Hong<sup>1</sup>, Young-Suk Kim<sup>2</sup>, Sung-Nae Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Research Institute of Health and Sciences, Korea University

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Dongduk Women's University

<sup>3</sup>Department of Cosmetology, Kyung-in Women's College

**Abstract** The skin is an important organ, and the need for attention to its metabolic requirements is often underestimated by professionals involved with its integrity and beauty. Vitamins and minerals are the indispensable nutritional basis for the maintenance of its integrity. The skin has very peculiar nutrition needs, which should be acknowledged and supplied if necessary. Skin aging is a continuous process heavily determined by the combined influences arising from intrinsic aging, the environment and lifestyle factors including our diet. While it has long been understood that balanced nutrition is essential for maintaining healthy skin, and certain nutritional deficiencies result in skin abnormalities; increasing evidence suggests that what we eat can affect our skin aging appearance. Therefore it is not surprising that diet has been identified as a possible modifiable environmental risk factor for premature skin aging.

**Keywords:** Vitamin, Mineral, Nutrition deficiency, Skin health

### I. 서론

최근에는 아름다움에 대한 욕망은 여성만의 것이 아닌 남성에게도 중요한 부분으로 자리잡아가고 있으며, 모든 이들에게 최대의 관심사로 대두됨에 따라 깨끗한 외모를 지니기 위해 피부미용에 대한 관심이 높아지면서 피부건강관리에 대한 중요성과 필요성이 새롭게 인식되고 있다(전연숙과 김향숙, 2008). 건강하고 아름다운 피부에 대한 사람들의 욕구와 관심이 증가함에 따라 화장품의 유효성분을 인체 외부에서 화장품으로 공급하는 것 뿐 아니라 내부에서도 피부에 도움이 되는 음식으로 영양성분을 공급해야 한다는 내면미용법(inner therapy) 개념이 등장하게 되었고(전세열과 이숙영, 1998), 이런 이유로 기능성 화장품이나 식이 화장품, 그리고 미용건강식품 등이 주요 관심사로 부각되고 있다.

피부는 성인 몸무게의 약 15%를 차지하며, 인체를 구성하는 총 단백질의 8분의 1을 피부가 차지하고 있다. 피부 단백질 중 가장 풍부하게 분포되어 있는 것이 콜라겐이고, 콜라겐 합성에는 반드시 여러 가지 영양소가 필요하다. 또한 피부는 신체에서 가장 바깥에 위치하고 있기 때문에 환경오염물질이나 오존, 방사선, 그리고 자외선 등과 같은 외부 자극에 끊임없이 노출되어 있어 산화적 손상에 의한 스트레스를 많이 받는 조직 중의 하나이다(Bickers & Athar, 2006). 특히 자외선은 피부에서 프리 라디칼(free radical)의 생성을 과도하게 유도하여 피부의 항산화 성분들을 파괴하고, 지질산화물의 생성이 촉진되면서 피부노화 및 피부와 관련된 여러 질환 등을 유발하게 된다(홍양희 등, 2012).

이렇듯 피부 또한 인체를 구성하고 있는 하나의 기관이므로 외부로부터 식이 및 영양보충제가 공급해주는 영양소에 의해 에너지를 공급받는다. 영양결핍과 직결되어 있는 피부질환들을 떠올리면 피부건강에 있어 영양소가 차지하는 역할을 가늠할 수 있으며, 비타민과 미네랄 같은 영양소의 결핍과 관련된 피부 질환에서 우선적으로 고려되는 치료방법은 결핍된 영양소를 보충해주는 것이고, 이를 통해 피부의 상태가 개선되는 것을 여러 연구 결과를 통해 알 수 있게 되었다(김설미와 김은화, 2009;

\*Corresponding author: Sung-Nae Lee, Department of Cosmetology, Kyung-in Women's College, Kyesangil 101 Kyeongyang Incheon 407-740, Republic of Korea  
Tel.: +82 32 5400 262, E-mail: dltjds@kic.ac.kr

Received April 2, 2012; Revised October 15, 2012;  
Accepted October 20, 2012; Published November 30, 2012

Axelrod, 1988; Boelama *et al.*, 2001; Hendricks, 1991). 2008 국민건강통계-국민건강영양조사 제4기 2차년도(2008) 결과보고서에 의하면 한국인은 하루에 필요한 영양소의 89%만을 섭취한다고 보고하였다. 즉 육류, 어패류와 곡류는 권장량보다 많이 먹지만 칼슘, 칼륨, 철, 비타민 B<sub>1</sub>와 B<sub>2</sub>, 그리고 비타민 C등은 부족하게 섭취한다고 하였다. 현대인의 질병 중 특히 만성질환은 오랜 기간 잘못된 식생활 때문에 유발되는데, 잘못된 식습관 중 가장 대표적인 요인은 에너지 및 지방의 과잉 섭취와 비타민, 무기질 등 미량 영양소의 섭취 부족이라 할 수 있겠다.

이에 본 연구에서는 특히 항산화제의 중요한 성분들인 비타민과 미네랄 결핍이 피부를 포함하여 피부부속기관(손, 발톱, 헤어 피지선, 그리고 한선) 등의 전반적인 피부건강에 대해 어떤 영향을 미치는지를 관련 연구들을 근거로 정리하고자 하였다.

## II. 본론

### 1. 비타민

#### 1) 비타민 A (vitamin A)

지용성 비타민인 비타민 A는 레티노이드(retinoid)라는 일련의 화합물로, 그 중 알코올인 레티놀이 가장 효력이 강하며, 체내에서 알데히드인 레티날(retinal)로부터 합성될 수 있다. 그리고 레티날은 레티노익산(retinoic acid)으로 전환될 수 있다. 식품 속에 함유되어 있는 비타민 A 전구체 카로티노이드(provitamin A carotenoid) 중 베타 카로틴( $\beta$ -carotene)은 식품에 가장 흔한 전구체로 체내에서 두 분자의 레티날로 나누어 질 수 있다. 비타민 A는 면역을 증가시키고, 상피세포의 성장을 촉진시키며 이와 더불어 피부의 정상적인 각화작용(keratinization)을 조절시키고, 피부점막을 유지하는데 중요한 역할을 한다(Brenner & Horwitz, 1988). 또한 피지선과 한선의 기능을 조절하며, 세포의 저항력을 증진시켜 화농성 여드름 유발을 방지하고, 색소침착성 피부를 개선시키는 작용도 한다. 따라서 비타민 A가 부족하면 피부 점막에서 점액 분비가 감소하여 결국에는 건성피부와 노화를 초래하게 된다. 더 나아가 모낭의 각질탈락을 과도하게 촉진시켜 여드름을 유발시키기도 한다. 섭취하고 합성되어진 비타민 A는 세포막 안에서 지방산으로 에스테르화된 상태로 발견되는데 이것은 세포막을 안정시키는 역할을 하기도 한다(Neldner, 1984). 하지만 아주 드물게는 비타민 A의 결핍으로 피부가 탄력이 없어지는 것 뿐만 아니라 살이 안으로 파고 들어가는 피부연화증(dermomalacia)이 나타나기도 하는데 이런 이유로 비타민 A의 결핍으로 피부에 나타나는 증세는 매우 빠르며 명확하다(Valenta & Dabic, 2001).

또한 베타 카로틴은 광보호 작용(photoprotective)에 대한

효과가 뛰어나다고 알려져 왔다. 이것은 마우스나 기니피그의 피부에서 자외선 A에 대한 방어능력을 보여주고 있으며, 베타 카로틴과 비타민 A는 자외선이 조사된 쥐의 피부에서 과산화지질을 감소시키기 때문에 광보호 역할이 증가한다는 것을 발견했다(Bando *et al.*, 2004; Carraro & Pathak, 1988). 화장품에 첨가된 비타민 A나 그 유도체들은 표피세포의 성장이나 분화를 규칙적으로 만드는 능력이 있고, 레티노익산은 피부의 거칠음이나 주름 등을 감소시키는 효과가 있다. 이렇듯 비타민 A는 광보호 역할과 각화작용을 정상으로 돌려주는 역할이 있기 때문에 화장품에서는 비타민 A나 그 유도체들을 유용한 성분으로 널리 사용하고 있다.

#### 2) 비타민 B 복합체(vitamin B complex)

비타민 B 복합체 중 다양한 군에서 최근 피부보호와 관련이 있다고 보고되고 있는데, 정상적인 사람에게 있어서 비타민 B 복합체가 부족하면 당(glucose)과 지방의 대사 결핍으로 여드름이 생기고 피부가 거칠어진다(Jain *et al.*, 2002). 또한 B<sub>2</sub>와 B<sub>6</sub>는 피지 분비를 조절하고 거칠어진 피부에 도움을 주고, 비타민 B<sub>3</sub>는 피부조직을 탄력 있게 유지시켜 주는 특징을 가지고 있다. 특히 B<sub>5</sub>는 피부에 대한 보습효과와 유연작용이 있어서 화장품 산업에 많이 활용되고 있다.

##### (1) 비타민 B<sub>1</sub> (thiamine)

비타민 B<sub>1</sub>의 결핍 증상은 초기에 뚜렷한 증세를 나타내지 않으므로 그냥 지나치기 쉽다. 하지만 이것은 열량 대사에 관여하기 때문에 결핍되면 모든 기관에 영향을 미칠 수 있는데 열량을 많이 필요로 하는 신경계, 피부와 소화기관은 특별히 티아민 결핍에 민감하다. 티아민은 the pentose phosphate shunt의 보조효소로써, thiamine pyrophosphate는 콜라겐 재생에 주요한 역할을 한다(Alvarez & Gilbreath, 1982).

##### (2) 비타민 B<sub>2</sub> (riboflavin)

리보플라빈은 수용성 비타민으로서 flavin adenine dinucleotide (FAD)와 flavin mononucleotide (FMN)의 두 가지의 조효소 형태로 생물학적 산화·환원반응에 작용하므로 세포의 성장과 조직의 보수에 필수적인 요소이다. 그러나 한국인 식생활의 경우 우유 및 육류의 섭취량이 적어 리보플라빈 결핍이 중요한 영양문제 중의 하나로 항상 거론되어 왔다(한국영양학회, 2005). 비타민 B<sub>2</sub>는 피부의 신진대사를 원활하게 함으로써 세포의 재생을 돕는다. 하지만 결핍이 되면 콜라겐 합성이 저해되면서 피부의 각화작용이 느려지고, 코나 입 주변에 지루성 피부염과 비슷한 피부질환이 나타나기도 한다. 리보플라빈 결핍증은 나이에 따라 부위별로 다르게 표현되는데, 영·유아에서는 사타구니에 피부염 증세가 뚜렷하게 나타나고, 어린

이나 청년, 중년에서는 팔이나 다리가 접히는 부분이나 생식기에 피부염 증상이 나타난다. 그리고 노년층에서는 얼굴의 굵은 주름과 가는 주름을 만들며 특히 눈이나 코 주변에 피부염을 발생시키기도 한다. 혹은 대·소변 실금을 가지고 있는 사람들에게서는 항문이나 엉덩이 주변으로 발진이 퍼져나가기도 한다(Roe, 1991).

### (3) 비타민 B<sub>3</sub> (niacin)

나이아신은 체내에서 nicotinamide adenine dinucleotide (NAD)와 nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADP) 조효소의 구성성분으로 에너지 대사과정에서 수소를 전이하는 기능을 가진다. 따라서 나이아신은 지방산과 탄수화물 그리고 아미노산의 분해 및 생합성 과정에 직접적으로 관여할 뿐만 아니라 에너지의 효율적인 이용에 중요한 역할을 담당한다(Hendricks, 1991). 나이아신이 체내에 충분히 있을 때는 여드름을 개선시키는 효과를 보여준다는 연구결과도 있고(Shalita *et al.*, 1995), 피부장벽을 튼튼히 해주며, 세라마이드의 합성을 촉진시키기 때문에 표피의 수분손실을 감소시켜 피부노화도 지연시킨다. 하지만 반대로 나이아신의 결핍이 장기간 지속되면 펠라그라(pellagra)라는 병으로 발전되는데, 이 병은 다음과 같은 4D(설사(diarrhea), 피부염(dermatitis), 치매(dementia), 사망(death)의 특징을 가지고 있다. 결핍 초기에는 전조증상으로 소화기 계통의 문제를 일으켜 설사를 유발하고, 식욕저하로 허약함을 그리고 우울증과 광과민성의 징후를 일으킨다. 피부에 나타나는 나이아신 결핍 증상으로는 특징적으로 손등에 대칭적으로 발진이 생기기 시작하여 홍반, 가려움, 소양증 그리고 화끈거림을 동반하게 된다. 즉, 나이아신이 체내에서 부족하면 피부에 영향을 미치는데 피부염이나 색소침착을 일으킬 수 있고, 스트레스에 대한 저항력과 면역기능을 약화시킨다(Arnold *et al.*, 1990).

### (4) 비타민 B<sub>5</sub> (pantothenic acid)

비타민 B<sub>5</sub>는 자연에서 광범위하게 얻을 수 있기 때문에 결핍증은 매우 드물다. 하지만 쥐 실험에서는 비타민 B<sub>5</sub>가 부족할 경우 머리색이 탈색되며, 피부염과 눈 주변의 털이 손실되는 것을 확인했다(Valenta & Dabic, 2001). 하지만 인간에서는 상충되는 의견도 있는데 어떤 경우에는 인간에게서는 비타민 B<sub>5</sub> 결핍 증상이 없다고 하고(Axelrod, 1988), 어떤 경우에는 ‘족부 발열 증상(burning foot syndrome)’이 있다고 보고되어지고 있는데, 족부 발열 증상을 가지고 있는 영양실조 상태의 개인들에게 특별히 비타민 B<sub>5</sub>로 치료를 했을 경우에는 호전되는 반응을 나타냈다(Stögbauer *et al.*, 1999). 비타민 B<sub>5</sub> 혹은 판토텐익산의 알콜 형태인 판테놀은 오랫동안 헤어 제품에 많이 이용되었는데, 그 이유는 수분함량을 증가시키는 습윤

기능이 있어서, 머리카락의 탄력성을 증가시키기 때문이다. 또한 피부에서는 각질층의 수분을 끌어당기는 역할을 하기 때문에 피부를 부드럽게 하여 화장품에서 보습제로서의 역할을 담당하고 있다.

### (5) 비타민 B<sub>6</sub> (vitamin B<sub>6</sub>)

비타민 B<sub>6</sub>의 명칭은 유사한 대사 기능을 가진 화학적으로 관련된 pyridoxine, pyridoxamine, pyridoxal을 의미한다. 대사적으로 활성형인 비타민 B<sub>6</sub> 보조효소는 pyridoxal-5-phosphate (PLP)이며, decarboxylases, aminotransferases, sulfhy drases, tryptophanases를 포함한 아미노산 대사에 관여하는 여러 효소들에 보조효소로써 작용한다. 비타민 B<sub>6</sub>의 결핍은 젊은 사람들보다는 나이가 든 사람들에게서 많이 발견되는데, 비타민 B<sub>6</sub>의 피부에서의 결핍증상은 필수지방산 결핍과, 펠라그라 그리고 다른 비타민들의 결핍과 공통점이 있다. 하지만 화장품에서 비타민 B<sub>6</sub>는 대표적인 항피부염성 비타민으로 피부의 저항력과 피지조절능력이 있으며, 피부의 수분유지와 깊은 연관이 있어 여드름용 화장품 등에 많이 쓰이고 있다(김희진, 2005).

### (6) 비타민 B<sub>12</sub> (cobalamin)

피부에서 비타민 B<sub>12</sub>의 결핍은 사지 말단에 과색소침착이 대칭적으로 분포되고, 이 색소침착이 손바닥까지 발생하게 된다(McLaren, 1981). Noppakun과 Swasdikul (1986)에서는 비타민 B<sub>12</sub>이 결핍되면 색소침착이 확산되어 손이나 발톱을 푸른 빛이 도는 색깔로 바뀌면서 세로줄이 생긴다고 했다. 이렇게 심각한 색소침착이 나타나는 이유는 글루타치온(glutathione)은 일반적으로 티로시나제(tyrosinase)를 억제시키는 역할을 하는데 비타민 B<sub>12</sub>의 결핍으로 인하여 글루타치온의 감소로 증가된 티로시나제는 억제 과정 없이 멜라닌 합성을 촉진하기 때문이다.

### (7) 비오틴(biotin)

비오틴은 비타민 H, 혹은 vitamin7로 불리기도 하며 비타민 B군 중에 가장 최근에 발견된 것으로 지방과 단백질의 정상적인 대사과정은 물론 비타민 C 합성에도 필요하다. 결핍은 대부분 헤어에서 발견되는데 머리카락이 가늘어지거나 머리색이 탈색되거나 회색으로 변화한다(Zempleni *et al.*, 2008). 그리고 피부 발진도 나타나는데, 첫 번째로 눈, 코, 그리고 입 주변으로 발진이 나타나는데 이것은 아연 결핍을 연상시키기도 한다. 그 다음으로는 피부각질이 계속 탈락하면서 피부염이 증상이 일어나고, 특이하게 얼굴에 지방의 축적이 많아지면서, 눈 주변의 털이 빠지고, 머리카락이 빠지면서 ‘비오틴 결핍 얼굴(biotin deficiency facies)’이라고 하는 증상이 나타난다(Mock, 1991).

### 3) 비타민 C (ascorbic acid)

비타민 C는 콜라겐 합성에 반드시 필요하다. 세 개의 폴리펩티드 사슬이 꼬인 3중 나선 구조인 콜라겐 섬유는 프롤린 (proline)과 리신(lysine)의 수산화 반응(hydroxylation)에 의해 안정화가 유지되는데 비타민 C가 결핍되면 프롤린과 리신을 수산화 하는 과정에서 보조소로써 작용을 하지 못해 콜라겐 합성이 정상적으로 이루어지지 못하게 되어 피부의 탄력유지가 어렵게 된다(Ryan & Goldsmith, 1996). 즉 비타민 C의 결핍은 콜라겐 합성이나 교차 결합의 실패를 가져오기 때문에 상처가 치유되는 것을 더디게 만든다.

피부는 자외선에 장시간 노출되면 활성산소 발생에 따른 광노화 현상(photoaging)이 일어나 주름과 노화, 그리고 반점 등이 생긴다(Uitto *et al.*, 1989). 광노화는 진피 안에 있는 결합조직의 심각한 손상을 초래하는데, 특히 피부에 탄력과 인장력을 유지하는 진피 조직인 extracellular matrix (ECM)의 성분 변화를 일으킨다. ECM은 콜라겐, 엘라스틴 섬유, 글리코사미노글리칸(glycosaminoglycans) 등으로 구성되어 있는데 이중 주성분인 콜라겐은 광노화 과정을 겪으면서 생성이 급격히 저하된다(Oikarinen *et al.*, 1985; Quan *et al.*, 2009). 이렇듯 비타민 C는 자외선으로 유발된 활성 산소에 의한 콜라겐의 손상으로부터 인체를 지켜주는 역할을 하는 주된 보호제 중 하나이다(Austria *et al.*, 1997). 특히 피부 내의 중요한 항산화제로서 활성산소를 제거하고, 지질과 세포막의 보호 역할을 하는 비타민 E의 활용도를 높여주는 역할을 하며 또한 티로시나제의 활성을 억제하여 멜라닌 색소의 생성을 억제함으로써 기미를 치료하고 미백효과를 나타내며 활성산소나 프리 라디칼을 강력하게 제거하는 역할로 주름생성도 억제한다고 알려져 있다(Nusgens *et al.*, 2001).

비타민 C는 수용성이기 때문에 피부 각질층을 통한 투과도가 매우 낮으며 또한 매우 불안정하여 공기 중에서나 제품 내에서 쉽게 산화되어 그 활성을 잃는 것으로 알려져 있다. 이러한 불완전성을 극복하게 위해 피부 내로 흡수된 후 L-아스코르빅산(L-ascorbic acid)으로 변하는 아스코르빅 팔미테이트(ascorbyl palmitate), 아스코르빅 디팔미테이트(ascorbyl dipalmitate, ascorbyl stearate), 아스코르빅 마그네슘 포스페이트(ascorbyl magnesium phosphate) 등의 다양한 전구약물이 개발되어 사용되고 있다(Elmore, 2005; Takeuchi *et al.*, 2003). 아스코르빅 팔미테이트는 비타민 C의 지용성 합성 에스터로써 썬번(sun burn) 후에 처치를 하면 그렇게 하지 못한 사람보다 홍반 정도가 50% 정도 낮아진다는 보고가 있다(Perricone, 1993). 이렇듯 아스코르빅 팔미테이트는 항산화제와 항염제로 사용되고, 건선이나 습진을 치료하는데 효과를 보여준다(Perricone, 1997). 아스코르빅 마그네슘 포스페이트는 항산화제의 역할이 다양하게 연구되고 있다. 이것은 털이 없

는 마우스에서 자외선 B로 유발되는 지질산화를 방어하는 역할이 발견되어졌고(Kobayaoshi *et al.*, 1996), 인간의 섬유아세포를 연구하는 in vitro에서 아스코르빅산과 비슷하게 type I 콜라겐 합성과 세포의 성장을 강화시키는 것을 알 수 있었다(Geesin *et al.*, 1993). 아스코르빅산은 도파민을 감소시켜 멜라닌 합성을 억제시키고, 아스코르빅산의 가장 활성화된 형태인 L-아스코르빅산은 피부에서 아주 많은 작용을 하는데 섬유아세포를 배양하고, type I, II의 전구콜라겐의 mRNA를 증가시킨다(Pinnel *et al.*, 1987).

### 4) 비타민 E (tocopherol)

비타민 E는 가장 중요한 지용성 항산화제로서 생물학적으로 가장 활성이 있는 형태는  $\alpha$ -토코페롤이다. 비타민 E는 모든 지질막의 구성성분이며 활성산소종(reactive oxygen species)에 의한 공격으로부터 지질막을 보호하는 역할을 한다(Diplock, 1984). 지질막의 불포화지방산은 특히 활성산소종에 의한 공격에 약하며, 비타민 E는 세포막에 위치하며 과산화반응을 억제시키는 가장 중요한 항산화제이다. 몇몇의 연구에서는 자외선으로 유발된 홍반이나 부종, 과산화지질을 감소시킨다는 보고가 있다(Noguchi *et al.*, 2003; Putnam & Comben, 1987). 비타민 E는 피부에서 지질의 산화를 억제하고, 자외선이나 약물에 의한 피부손상을 보호하며 수술 후 상처치유를 촉진하는 기능은 물론 피부 상피세포의 활성화로 피부의 탄력성을 증진시키며 주름이 많이 생긴 결합조직의 섬유성분에 긴장감을 주어 노화방지나 세포재생에도 도움을 준다(Calabrese *et al.*, 1999).

## 2. 무기질

### 1) 철분(iron)

철분은 콜라겐이 합성되는 과정에서 프롤린과 리신이 수산화되는 과정에 필수적인 보조인자로 작용한다. 이것은 상처 후에 세포로부터 방출되어지고, 프리 라디칼로 인한 조직의 손상으로부터 촉진되어진다(Sato, 1991). 철분 결핍으로 인한 피부질환은 손톱이 쉽게 부서지며, 손톱에 세로의 선이 나타나는 특징이 있다. 또한 케라틴 단백질의 불완전한 생산으로 인해 손톱과 같은 케라틴 단백질로 이루어진 머리카락이 윤기가 없어지며, 건조해지고, 잘 부서진다.

모발질환 중에 모간을 따라 밝은 띠와 어두운 띠가 교대로 나타나는 분절상 모발 색소이상증(segmental heterochromia)은 그 원인이 명확하게 밝혀지지 않았으나, 철분 결핍성 빈혈이나 단백질 결핍 시 동반될 수 있다. 일본 여학생에서 빈혈의 호전과 함께 흐려진 모발색소가 진해진 예를 보고하여 분절상 모발 색소이상증이 철분 결핍과의 관련이 있음을 시사한 연구 결과가 있고(Sato *et al.*, 1989), 국내에서는 강광속과 임철환

**Table 1.** Skin deficiency Symptoms (adapted by <https://straussheartdrops.com>)

Symptoms	Deficiency
Acne	Vitamins A, B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , niacin, biotin, C, E, zinc
Bedsores	Vitamins C, E
Blisters	Vitamin E
Dry skin	Vitamins A, C
Eczema, skin ulcers	Vitamin B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , C, zinc
Eczema, infantile	Vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Edema	Vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Fingers white, numb, stiff, swellings	Vitamins B <sub>1</sub> , niacin, B <sub>6</sub>
Gangrene	Vitamins B <sub>1</sub> , C, E,
Greasy dermatitis around eyes, nose	Vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Greasy skin eruptions (seborrhea)	Vitamin B <sub>2</sub>
Horny red skin on pressure areas	Vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Hot flushes	Vitamin E
Ichthyosis (fish-like scales)	Vitamin A, retinoic acid
Infections of the skin	Vitamins A, B <sub>6</sub> , C, zinc,
Itching	Vitamins B, C,
Jaundice	Vitamins A, B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> , C, E
Keratosis, horny, goose-pimple-like skin	Vitamin A
Lemon-yellow skin	Vitamin B <sub>12</sub>
Oily skin, white-heads	Vitamin B <sub>2</sub>
Over-sensitivity to sunlight	Beta-carotene, vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Pale skin	Vitamin B <sub>6</sub> , biotin, iron
Prickly-heat rash	Vitamin C
Psoriasis	Vitamins A, B <sub>2</sub> , niacin, B <sub>6</sub> , biotin, C, E, zinc
Purplish or blue-black skin areas	Vitamin B <sub>2</sub> , C
Rash	Vitamin C
Red-brown or dark-red spots	Manganese
Rosacea (redness of part of face)	Vitamin B <sub>2</sub>
Scaly dermatitis	Biotin
Scaly eczema around nose, ears, scrotum, vulva	Vitamin B <sub>2</sub>
Scar tissue	Vitamin E
Scleroderma (hardening and swelling of skin)	Vitamin A, C, E
Sensitivity to insect bites	Vitamin B <sub>1</sub> , C
Shingles	Vitamins A, B <sub>12</sub> , C, E, zinc
Skin cancer	Vitamins A, B <sub>6</sub> , zinc
Skin-folds red, infected	Niacin
Stretch-marks	Vitamins B <sub>6</sub> , E, zinc
Subcutaneous bleeding	Vitamin C
Swellings (for example, face)	Vitamins B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> , zinc
Vaginal itching	Vitamins B <sub>2</sub> , C, E
Warts, moles	Vitamins A, C, E
Weals on the skin (urticaria)	Vitamin B <sub>6</sub> , vitamin C, zinc,
White skin patches (vitiligo)	Pantothenic acid, vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Wrinkles or aging skin	Vitamins A, C, E

(1991)이 두발의 빈약과 탈모를 호소하는 18세와 20세의 외견 상 건강한 처녀들에서 체내 철분 결핍을 발견하고 이를 교정함으로써 두발 상태가 좋아진 결과를 보고한 바 있다. 그리고 전 일선과 이무형(1996)은 17세 여학생에서 분절상 모발 색소이상증과 철분 결핍성 빈혈이 동반되었는데, 빈혈의 호전과 함께 모발색소의 호전을 보이는 예를 임상으로 경험하고, 철분의 결핍이 모발건강과 관련이 있음을 보고하기도 했다.

우리 몸에서 세포의 증식·성장이 활발한 대표적인 조직은 모기질 세포이다. 그러므로 철분 결핍 시 모발에 장애가 올 수 있다는 것을 예측할 수는 있었으나 충분히 연구되지 못하였다. 모발 색소에서 멜라닌 합성에 대한 철분의 필요성은 확실하게 알려져 있지 않았으나, Palumbo 등(1985)에 의하여 미량의 철분이온이 멜라닌 생합성 과정에서 티로시나제를 촉진하는 것으로 알려졌다. Sato 등(1989)은 모발 내의 멜라닌 양과 혈청 철분량 사이의 관련성에 대해 조사하였는데 낮은 혈청 철분이 정상으로 된 뒤 호전된 모발의 유멜라닌(eumelanin)양은 증가하고 페오멜라닌(pheomelanin)양은 변화가 없는 것으로 보아 유멜라닌 합성과정에서의 철분의 역할에 대해 필요성을 강조하였다.

## 2) 아연(zinc)

식이로 섭취한 아연은 약 10-30%만이 체내로 흡수된다. 그리고 흡수된 아연 중 20%는 피부에 저장할 수 있는데(Brenner & Horwitz, 1988), 진피보다 표피에 3-6배 더 많이 저장된다. 아연의 결핍은 드물게 나타나지만, 만성설사나 흡수장애 뿐 아니라 사지말단에 피부염 증세를 보이는 장병성 선단 피부염(acrodermatitis enteropathica) 등이 있다(Moynahan, 1974). 아연 결핍 초기에는 입 주변의 피부가 건조해지면서 인설이 생기고, 더 진전되면 수포나 농포가 생기기 시작한다. 그리고 눈, 코, 귀, 볼 그리고 목 부분에 발진이 일어나고 복부와

허벅지로도 확장되기도 한다. 그리고 결핍이 심해지면 면역력이 저하되어, 상처치유가 지연되며 진행 중인 피부질환이 더 악화된다(임연순 등, 2000). 아연은 수 세기 동안 상처치유에 필요한 요소로 가장 널리 알려져 왔으며, 아연 결핍이 상처치유를 더디게 한다는 연구 결과도 발표되었다(김동건 등, 1992). 또한 아연은 피부의 항산화성, 항노화성, 항암성 및 피부질환 및 상처치유에도 중요한 역할을 하며 비타민 A와 함께 피부의 보습과 탄력유지에 중요한 콜라겐과 엘라스틴의 생성작용 및 피지선 연구에서 정상적인 기능에 도움을 준다고 알려져 있다(Hayashi *et al.*, 2001).

## 3) 구리(copper)

멜라닌 생성과정에 작용하는 구리는 콜라겐과 엘라스틴을 성숙시키는 과정에서도 중요한 역할을 하고, 프리 라디칼의 독소를 감소시키기도 한다. 사람에게서 구리의 결핍은 매우 드물지만 만성적인 영양분의 흡수장애를 가진 경우에는 나타난다. 구리의 결핍은 머리칼의 구조적인 변화를 초래해 '멘키즈 킨키 헤어 증후군(menke's kinky hair syndrome)'을 발생시키는데, 이 증상은 머리칼이 윤기가 없어지며, 뒤엉키며, 탈색이 되는 특징이 있으며, 이와 더불어 눈썹과 속눈썹이 잘 빠지고, 모낭 안에서 과각질화 증상이 생기며, 피부에 탄력이 없어지고, 피부 색소가 없어진다(Fister *et al.*, 2006; Rushton, 2002).

## 4) 셀레늄(selenium)

셀레늄은 불포화지방산으로부터 형성된 과산화물을 대사하는 적혈구 안에 있는 항산화효소인 glutathion peroxidase (GSH-Px)의 구성성분인데, 이 효소는 적혈구의 막과 세포막을 과산화물로부터 보호해주는 항산화제로서의 작용을 하며, 주로 간에서 항산화 방어 역할을 한다(Combs & Combs, 1984). 일반적으로 셀레늄은 비타민 E와 상호 협조적으로 생체 내에서 항산화 기능을 수행하는 것으로 알려졌다. 셀레늄의 결핍은 각질의 각화작용을 촉진시킨다. 또한 셀레늄 결핍이 장기화되면 네일 베드나 머리칼, 피부 등의 색소가 없어지는 알비니즘과 비슷한 유사알비니즘(pseudoalbinism) 증상이 나타난다(Pigatto *et al.*, 1990; Victon *et al.*, 1987). 셀레늄이나 GSH-Px의 수준이 낮은 환자들에게서는 건선이나 아토피 피부염 등이 자주 나타나는데 이런 환자들에게 셀레늄을 투여하면 치료효과가 증가하였다(Fairris *et al.*, 1989; Lockitch, 1989).

비타민 E와 셀레늄은 어느 정도는 상호보완작용을 할 수 있지만 두 영양소 중 한 가지가 일정량 이하의 결핍상태일 때는 보완작용이 불가능하다. 심각한 셀레늄 결핍증이 있을 때에는 아무리 많은 양의 비타민 E를 첨가해도 효과가 없었지만 미량의 셀레늄(0.05 ppm)의 첨가에 의해서 쉽게 결핍증이 치료될

**Table 2.** Hair and Nail Deficiency Symptoms (adapted by <https://straussheartdrops.com>)

Symptoms	Deficiency
Coarse, brittle hair	Zinc
Dandruff	Vitamins B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , biotin, zinc
Dry hair	Vitamin A, zinc
Graying hair	Pantothenic acid, biotin,
Hangnails	Vitamin C
Hair loss	Vitamin B <sub>6</sub> , biotin, copper, selenium, zinc
Nails opaque, white spots/bands	Vitamin B <sub>6</sub> , zinc
Oily hair	Vitamin B <sub>2</sub>
Peeling nails	Vitamins A, C
Ridges on nails, longitudinal	Vitamin A
Scaling of cuticle or lips	Biotin

수 있었다. 또한 셀레늄이 결핍된 상태에서는 셀레늄에 관여하는 항산화작용이 잘 이루어질 수 없으므로 비타민 E의 산화가 촉진되어 체내에서의 비타민 E의 손실을 초래하였다(Hill & Burk, 1984).

### 5) 망간(manganese)

망간은 멜라닌의 자동 산화를 유발하기 때문에 멜라닌 세포에서 높은 농도로 발견되어진다. 또한 표피 안에서 알지나아제(arginase)의 활성화에 필요하기 때문에 표피를 비후하게 만드는 역할을 하기도 한다(Butterworth & Prestman, 1984). 인간에게서 결핍 증상이 많이 발견되지는 않지만 만약 망간이 만성적으로 결핍된다면 피부염 발생과 머리색의 변화 그리고 머리칼 성장을 더디게 한다는 연구보고가 있다(Watts, 1990).

## III. 결론

이상으로 비타민과 무기질 결핍이 피부와 피부부속기관에 미치는 영향에 대하여 살펴보았다. 또한 이외에 비타민과 무기질의 부족으로 인해 유발될 수 있는 피부 및 손톱과 헤어에 대한 질환들은 Table 1과 Table 2에 따로 정리하였다. 즉 피부건강 및 미용에 대한 비타민과 무기질의 효능은 주로 이들이 지니고 있는 항산화 활성과 생체 대사 반응에서 조효소로서 맡고 있는 역할에서 비롯된다. 결국 비타민과 무기질이 체내에서 부족하면 콜라겐 합성에 문제가 생기고, 각화 작용을 불규칙하게 만들고, 자외선으로 인한 체내의 과산화지질의 생성을 억제하는 항산화로서의 역할을 하지 못해 마침내 피부와 피부부속기관에 여러 질환을 유발하여 결국에는 노화에 이르게 만든다. 최근에는 본 논문에서는 언급하지 않았지만 비타민, 무기질과 더불어 항산화제의 역할을 하는 코엔자임 Q10이나 플라보노이드, 피토케미컬 등의 피부에 대한 효과에 대해 다양하게 연구되어지고 있다.

대부분의 비타민과 미네랄은 과다복용해도 문제가 없지만, 한편으로는 비타민 A, B<sub>6</sub>, D, 철, 아연, 구리, 셀레늄 등은 기준치 이상 섭취하였을 경우 과잉 증상에 대한 여러 가지 임상결과들이 보고되기도 한다(장남수, 1995; Hathcock, 1986; Papanikolaou & Pantopoulos, 2005; Penniston & Tanumihardjo, 2006; Ross & Moss, 1990; Vieth, 2007). 그러므로 비타민과 미네랄을 보충제로 섭취하는 경우 주의할 점은 이 영양소들이 질병 치료를 목적으로 복용하는 의약품이 아니므로 피부건강과 미용에서 기대하는 효능을 얻기 위해서는 일일 필요량을 고려하여 지속적으로 섭취해야 한다는 것이다.

더 나아가 앞으로는 영양소의 결핍과 과다 복용이 피부나 피부부속기관에 정확히 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 심도 있

고 지속적인 연구를 통해 계속해서 확인할 필요가 있다고 생각된다. 결국 피부의 건강은 식이와 밀접한 관련이 있으므로 건강하고 아름다운 피부를 유지하기 위해서는 피부타입에 맞는 화장품을 선택하여 사용하는 것은 물론이고, 각각 영양소 하나하나의 성분들도 피부건강에 주요한 역할을 하므로 골고루 균형 잡힌 식생활을 하는 것이 가장 중요하다고 사료된다.

## 참고문헌

- 강광숙, 임철완. 철 결핍성 빈혈과 동반된 두발의 저색소성 위축 2예 보고. *대한피부과학회지*, 29: 861-867, 1991.
- 김동건, 구상완, 이은소, 이정복. 백서 피부에서 식이 아연 결핍이 산소 free radical 방어체계에 관여하는 수종의 효소 활성화에 미치는 영향. *대한피부과학회지*, 30: 334-339, 1992.
- 김설미, 김은화. 안면 피부관리와 항산화 비타민 섭취의 피부건강 상태 변화. *대한피부미용학회지*, 7: 111-125, 2009.
- 김희진. 20대 초반 여성의 피부 건강상태 관련요인과 평가지표. *한국미용학회지*, 11: 210-216, 2005.
- 임연순, 이미우, 최지호, 성경제. 장병성 선단 피부염의 소견을 보인 아연 결핍성 피부질환의 임상적 고찰. *대한피부과학회지*, 38: 155-162, 2000.
- 장남수. 영양소 섭취의 안전상한한계 필요성. *한국영양학회지*, 28: 229-238, 1995.
- 전연숙, 김향숙. 건강증진행위, 피부건강관리 및 외모관리행동의 상관관계에 대한 연구 -고등학생을 중심으로- *한국미용학회지*, 14: 985-991, 2008.
- 전세열, 이숙경. *피부영양학*. 도서출판 정담, 서울, pp45, 1998.
- 전일선, 이무형. 철분 결핍성 빈혈과 동반된 분절상 모발 색소 이상증. *대한피부과학회지*, 34: 430-433, 1996.
- 한국영양학회. *한국인 영양섭취기준*, (사)한국영양학회, 서울, pp232, 2005.
- 홍양희, 박혜란, 이성내. 자외선 B가 조사된 무모쥐 피부조직에 도포한 마늘화장품의 광보호. *대한피부미용학회지*, 10: 469-476, 2012.
- Alvarez OM, Gilbreath RL. Thiamine influence on collagen during the granulation of skin wounds. *J. Surg. Res.*, 32: 24-31, 1982.
- Arnold HL, Odom RB, James WD. *Diseases on the skin*. Philadelphia W. B. Saunders, 22: 560- 569, 1990.
- Austria R, Semenzato A, Bettero A. Stability of vitamin C derivatives in solution and topical formulation. *J.*

- Pharm, Biomed, Anal*, 15: 795–801, 1997.
- Axelrod AE. Role of the B vitamins in the immune response. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 135: 93–106, 1988.
- Bando N, Hayashi H, Wakamatsu S, Inakuma T, Miyoshi M, Nagao A, Yamauchi R, Terao J. Participation of singlet oxygen in ultraviolet-a-induced lipid peroxidation in mouse skin and its inhibition by dietary beta-carotene: an ex vivo study. *Free Radic. Biol. Med.*, 37: 1854–1863, 2004.
- Bickers DR, Athar M. Oxidative stress in the pathogenesis of skin disease. *J. Invest. Dermatol.*, 126: 2565–2575, 2006.
- Boelama E, Hendriks HF, Roza L. Nutritional skin care: health effects of micronutrients and fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, 73: 853–864, 2001.
- Brenner S, Horwitz C. Possible nutrient mediators in psoriasis and seborrheic dermatitis. II. Nutrient mediators: essential fatty acids; vitamins A, E and D; vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, niacin and biotin; vitamin C selenium; zinc; iron. *World Rev. Nutr. Diet.*, 55: 165–182, 1988.
- Butterworth J, Priestman D. Substrate specificity of manganese-activated prolidase in control and prolidase-deficient cultured skin fibroblasts. *J. Inherit. Metab. Dis.*, 7: 32–34, 1984.
- Calabrese V, Randazzo SD, Morganti PG, Rizza V. An ex vivo biochemical model to study the antioxidant clinical properties of cosmetic products in human antiaging skin care. *Drugs Exp. Clin. Res.*, 25: 43–49, 1999.
- Carraro C, Pathak MA. Studies on the nature of in vitro and in vivo chemiluminescence in murine skin exposed to UVA radiation. *Photo. Chem. Photobiol.*, 38: 215–219, 1988.
- Combs GF Jr, Combs SB. The nutritional biochemistry of selenium. *Ann. Rev. Nutr.*, 4: 257–280, 1984.
- Diplock AT. Vitamin E, selenium and free radicals. *Med. Biol.*, 62: 78–80, 1984.
- Elmore AR. Final report of the safety assessment of L-ascorbic acid, calcium ascorbate, magnesium ascorbate, magnesium ascorbyl phosphate, sodium ascorbyl phosphate as used in cosmetics. *Int. J. Toxicol.*, 24: 51–111, 2005.
- Fairris GM, Perkins PJ, Lloyd B, Hinks L, Clayton BE. The effect on atopic dermatitis of supplementation with selenium and vitamin E. *Acta. Derm. Venereol.*, 69: 359–362, 1989.
- Fister P, Rakus J, Primec ZR, Strazisar BG. Menkes kinky hair disease (Menkes syndrome). A case report. *Acta. Dermatovenerol. Alp. Panonica, Adriat.*, 15: 126–130, 2006.
- Geesin JC, Gordon JS, Berg RA. Regulation of collagen magnesium salts of ascorbyl-2-phosphate. *Skin Pharmacol.*, 6: 65–71, 1993.
- Hathcock JN. Quantitative evaluation of vitamin safety. *J. Pract. Nurs.*, 36: 20–27, 1986.
- Hayashi S, Takeshita H, Nagao N, Nikaïdo O, Miwa N. The relationship between UVB screening and cytoprotection by microcrystalline ZnO or ascorbate against DNA photodamage and membrane injuries in keratinocytes by oxidative stress. *J. Photochem. Photobiol. B.*, 64: 27–35, 2001.
- Hendricks WM. Pellagra and pellagralike dermatoses: etiology, differential diagnosis, dermatopathology, and treatment. *Semin. Dermatol.*, 10: 282–292, 1991.
- Hill KE, Burk RF. Influence of vitamin E and selenium on glutathione-dependent protection against microsomal lipid peroxidation. *Biochem. Pharmacol.*, 33: 1065–1068, 1984.
- Jain AK, Lim G, Langford M, Jain SK. Effect of high-glucose levels on protein oxidation in cultured lens cells, and in crystalline and albumin solution and its inhibition by vitamin B<sub>6</sub> and N-acetylcysteine: its possible relevance to cataract formation in diabetes. *Free Radic. Biol. Med.*, 33: 1615–1621, 2002.
- Kobayaoshi S, Takehana M, Itoh S, Ogata E. Protective effect of magnesium-L-ascorbate-2-phosphate against skin damage induced by UVB irradiation. *Photochem. Photobiol.*, 64: 224–228, 1996.
- Lockitch G. Selenium: clinical significance and analytical concepts. *Crit. Rev. Clin. Lab. Sci.*, 27: 483–541, 1989.
- McLaren DS. The luxury vitamins-A and B<sub>12</sub>. *Am. J. Clin. Nutr.*, 34: 1611–1616, 1981.
- Mock DM. Skin manifestations of biotin deficiency. *Semin. Dermatol.*, 10: 296–302, 1991.
- Moynahan EJ. Letter; Acrodermatitis enteropathica: a lethal inherited zinc-deficiency disorder. *Lancet.*, 17:



- 399-400, 1974.
- Neldner KH. Nutrition, aging and the skin. *Geriatrics*, 39: 69-88, 1984.
- Noguchi N, Hanyu R, Nanaka A, Okimoto Y, Kodama T. Inhibition of THP-1 cell adhesion to endothelial cells by alpha-tocopherol and alpha-tocotrienol is dependent on intracellular concentration of the antioxidants. *Free Radic. Biol. Med.*, 34: 1614-1620, 2003.
- Noppakun N, Swasdikul D. Reversible hyperpigmentation of skin and nails with white hair due to vitamin B<sub>12</sub> deficiency. *Arch. Dermatol.*, 122: 896-899, 1986.
- Nusgens BV, Humbert P, Rougier A, Colige AC, Haftek M, Lambert CA, Richard A, Creidi P, Lapière CM. Topically applied vitamin C enhances the mRNA level of collagen I and III their processing enzymes and tissue inhibitor of matrix metalloproteinase 1 in the human dermis. *J. Invest. Dermatol.*, 116: 853-859, 2001.
- Oikarinen A, Karvonen J, Uitto J, Hannuksela M. Connective tissue alterations in skin exposed to natural and therapeutic UV-radiation. *Photodermatol.*, 2: 15-26, 1985.
- Palumbo A, Misurca G, D'Ischia M, Prota G. Effect of metal ions on the kinetics of tyrosine oxidation catalyzed by tyrosinase. *Biochem. J.*, 228: 641-651, 1985.
- Papanikolaou G, Pantopoulos K. Iron metabolism and toxicity. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 202: 199-211, 2005.
- Penniston KL, Tanumihardjo SA. The acute and chronic toxic effects of vitamin A. *Am. J. Clin. Nutr.*, 83: 191-201, 2006.
- Perricone NV. The photoprotective and anti-inflammatory effects of topical ascorbyl palmitate. *J. Ger. Dermatol.*, 1: 5-10, 1993.
- Perricone NV. Topical vitamin C ester (ascorbyl palmitate). *J. Ger. Dermatol.*, 5: 162-170, 1997.
- Pigatto PD, Bigardi A, Fumagalli M, Altomare GF, Riboldi A. Allergic dermatitis from parenteral vitamin K. *Contact Dermatitis*, 22: 307-308, 1990.
- Pinnel SR, Murad S, Darr D. Induction of collagen synthesis by ascorbic acid. A possible mechanism. *Arch. Dermatol.*, 123: 1684-1686, 1987.
- Putnam ME, Comben N. Vitamin E. *Vet. Rec.*, 121: 541-550, 1987.
- Quan T, Qin Z, Xia W, Shao Y, Voorhees JJ, Fisher GJ. Matrix-degrading metalloproteinases in photoaging. *J. Invest. Dermatol. Symp. Proc.*, 14: 20-24, 2009.
- Roe DA. Riboflavin deficiency: mucocutaneous signs of acute and chronic deficiency. *Semin. Dermatol.*, 10: 293-295, 1991.
- Ross JB, Moss MA. Relief of the photosensitivity of erythropoietic protoporphyria by pyridoxine. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 22: 340-342, 1990.
- Rushton DH. Nutritional factors and hair loss. *Clin. Exp. Dermatol.*, 27: 396-404, 2002.
- Ryan AS, Goldsmith LA. Nutrition and the skin. *Clin. Dermatol.*, 14: 389-406, 1996.
- Sato S. Iron deficiency: structural and microchemical changes in hair, nails, and skin. *Semin. Dermatol.*, 10: 313-319, 1991.
- Sato S, Jitsukawa K, Sato H. Segmental heterochromia in black scalp hair associated with iron-deficiency anemia. Canities segmentata sideropaenica. *Arch. Dermatol.*, 125: 531-535, 1989.
- Shalita AR, Smith JG, Parish LC, Sofman MS, Chalker DK. Topical nicotinamide compared with clindamycin gel in the treatment of inflammatory acne vulgaris. *Int. J. Dermatol.*, 34: 434-437, 1995.
- Stögbauer F, Young P, Kuhlenbäumer G, Kiefer R, Timmerman V, Ringelstein EB, Wang JF, Schröder JM, Van Broeckhoven C, Weis J. Autosomal dominant burning feet syndrome. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, 67: 78-81, 1999.
- Takeuchi M, Yamauchi T, Yoshida I, Soda R, Ueda T, Takahashi K. Pharmacokinetics of a standard dose of cytarabine in a patient with acute promyelocytic leukemia undergoing continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Int. J. Hematol.*, 77: 196-198, 2003.
- Uitto J, Fazio MJ, Olsen DR. Molecular mechanism of cutaneous aging. Age-associated connective tissue alterations in the dermis. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 21: 614-622, 1989.
- Valenta C, Dabic T. Effect of urea and pantothenol on the permeation of progesterone through excised rat skin from polymer matrix systems. *Drug Dev. Ind. Pharm.*, 27: 57-62, 2001.

Victor NE, Dahlstrom KA, Strobel CT. Macrocytosis and pseudoalbonism: manifestations of selenium deficiency. *J. Pediatr.*, 111: 711-777, 1987.

Vieth R. Vitamin D Toxicity, Policy, and Science. *J. Bone Miner. Res.*, 22: 64-68, 2007.

Watts DL. The Nutritional Relationships of Manganese. *J. Orthomol. Med.*, 5: 219-222, 1990

Zempleni J, Hassan YI, Wijeratne SS. Biotin and

biotinidase deficiency. *Expert Rev. Endocrinol. Metab.*, 3: 715-724, 2008.

#### 기타

2008 국민건강통계-국민건강영양조사 제4기 2차년도(2008) 결과보고서. [http:// knhanes.cdc.go.kr](http://knhanes.cdc.go.kr)

Vitamin and mineral deficiency symptoms. [http:// straussheartdrops.com](http://straussheartdrops.com)

