

통합의학에서 식이/영양 요법

Nutritional Approach for Integrative Medicine

오한진

관동대학교 의과대학 제일병원 가정의학과

Han Jin Oh, M.D., Ph.D.

Department of Family Medicine, College of Medicine,
Kwandong University, Korea

책임저자 주소: 100-380, 서울시 중구 목정동 1-19

제일병원 가정의학과

Tel: 02-2000-7069, Fax: 02-2000-7896

E-mail: hanjin_oh@gmail.com

투고일자: 2010년 4월 19일, 심사일자: 2010년 4월 22일, 게재확정일자: 2009년 5월 3일

Abstract

Nutrition is essential for our health. Various foods we take everyday are essential to live. Nutrients interact within and between all relevant biological, social and environmental systems. Because of the lack of evidence we don't realize that nutritional problems are critical. But, nutrition is a very critical for treatment and prevention of diseases. So, there is huge interest in the area of nutrition and health, including nutrigenetics and nutrigenomics. Especially, the importance of micro-nutrients is revealed in many aspects of health, especially in chronic diseases. Diabetes Mellitus is an example. Depletion and unbalanced micro-nutrients can create very severe illnesses, so an integrative approach on nutrition is very important.

Key Words: Nutrition, Nutrients, Micro-nutrients, Integrative approach

서론

사람이 생명을 유지하는 데에는 기본적으로 에너지를 만들어 내는 기본적 물질인 영양소가 필요하다. 영양소에는 크게 분류해서 칼로리 영양소와 미세영양소로 구분할 수 있다. 칼로리 영양소는 잘 알다시피 탄수화물, 지방, 단백질을 말하며, 미세영양소에는 비타민과 미네랄이 대표적이다. 인류가 곡류를 주식으로 하면서 탄수화물에서 에너지를, 곡류의 껍질부위에서 미세영양소인 비타민과 미네랄을 얻게 되었으나, 산업혁명 이후 곡류의 도정으로 인해 비타민과 미네랄을 소실하게 된다.¹ 현대인들이 자연식품 그대로 섭취하지 않고 도정, 또는 가공하여 섭취하는 것이 바로 큰 문제를 유발한다. 이미 오래 전부터 비타민과 미네랄이 생명유지를 위해 반드시 필요한 물질이라는 것이 알려져 있을 뿐만 아니라 질병과의 연관성도 많이 밝혀져 있다. 탄수화물, 지방, 단백질을 구성하는 원소를 살펴보면 C, H, O, N, S 등의 5가지 원소가 93.2%를 차지하며, 그 다음으로 Ca, P, Na, Mg 등이 나머지 부분을 차지한다. 최근 들어 이들 미량원소의 중요성이 부각되면서 과거에 결핍 증상을 해결하기 위해 사용하던 비타민과 미네랄이 향후에는 보다 나은 건강의 유지에 이용될 것으로 생각된다.

맞춤영양이란 환자 또는 개인 자신의 상황에 필요한 영양성분을 모아 공급하고 또한 부족한 부분만이 아니라 과잉에 대한 부분도 포함하여 조절해주는 의미로 이용된다. 따라서 개개인의 영양상태를 파악할 수 있는 진단도구를 이용해, 상태를 파악한 후 이를 정리하고 도와줄 수 있도록 하는 방법을 말한다.

본론

에너지 영양소에 의한 질병예방과 치료에의 이용은 이미 많이 알려져 있다. 콜레스테롤과 심장질환의 관계라든지, 비만과 고지혈증의 관계 등이 한 예이다. 에너지 영양소와는 달리 미세 영양소의 문제와 질병과는 최근 알려지기 시

작한 부분으로 통합의학적 영양요법의 중요한 부분으로 이용되고 있다. 예를 들면 항산화 효과로서의 비타민의 작용은 상당부분이 밝혀져 있다. 또한 미네랄 역시 에너지 생성과정의 보조 효소로 작용하는 사실은 이미 잘 알려져 있으며, 몇몇 미네랄의 특이한 작용 등도 많이 알려져 있다.

비타민 복용의 하루 최소한 용량을 RDA (recommended daily allowance)라는 개념으로 1940년대부터 정하고 권장되어 왔다. RDA란 질병을 예방할 수 있는 최소한의 섭취 용량을 말한다. 그러나 이 용량은 최근의 건강증진 개념과는 좀 차이가 있는 것으로 생각된다. 최근에는 ODA (optimum daily allowance)란 개념이 등장하였는데 이는 최적의 건강상태를 유지하기 위해 필요한 비타민의 섭취량을 말한다. 즉 질병을 예방하고 노화 과정을 억제할 수 있는 정도의 양을 말한다.² 이 둘의 개념에는 상당한 비타민 양의 차이가 있다(Table 1).

1. 비타민의 유용성에 대한 근거

1) 유해 산소와 산화스트레스

인체에서 생성되는 자유기 가운데 대표적인 것이 바로 산소 자유기, 즉 유해활성 산소이다.³ 이런 자유기, 즉 유해 산소가 체내에서 생성되면 이를 중화시키려는 노력이 나타난다. 그러나 어떤 이유로 이 자유기 생성과 중화 사이에 불균형이 발생하면 세포의 산화가 발생한다. 이를 산화스트레스, 또는 산화 손상이라 부른다. 즉 이는 과도한 자유기의 생성이나, 또는 체내 항산화 능력의 부족에 의해 유발된다. 이렇게 산화 스트레스가 과도해 지면 세포는 손상을 받고, 이로 인해 기능이 저하되며, 노화를 촉진하게 된다. 노인성 백내장, 심장질환, 종양, 치매 등의 만성 질환과 과도한 산화스트레스는 유의한 상관관계가 있다고 밝혀져 있다.⁴

Table 1. Recommended Allowances of Vitamin

Vitamin	RDA	ODA
A	2,500(f)~3,500(m) IU	5,000~10,000 IU
B1	1.1(f)~1.2(m)mg	100~250 mg
B6	1.5(f)~1.7(m)mg	25~250 mg
C	60 mg	1,000~6,000 mg
D	200 IU	200~1,000 IU
E	30 IU	400~1,600 IU

Abbreviations : RDA, recommended daily allowance; ODA, optima daily allowance

유해 활성산소에 의한 신체변화는 다음과 같다(Table 2).

2) 산화스트레스

활성 산소를 많이 생성하는 이유는 대단히 많다. 이들 중 잘 알려진 내용을 정리해 보면 먼저 식사량이 많은 경우(과식), 흡연, 극심한 운동, 과음, 스트레스, 자외선, 방사선 등이 있다. 이런 경우를 자주 겪는다면 유해한 활성 산소가 많이 생성되어 우리 신체의 여러 세포들에 손상을 주어 세포의 노화와 기능 부전에 이르도록 유도할 수 있다(Fig. 1).

3) 항산화 기전

체내에서 유해 산소로 인한 산화스트레스를 예방하기 위한 항산화 기전은 크게 3가지로 구별된다. 먼저 자유기 생성(유해산소의 생성)을 억제하는 물질인 lactoferrine, deferoxamine, ceruloplasmin, 및 transferrine 등이 있다. 두번째로 유해 산소를 중화시키는 효소로 SOD (superoxide dismutase), glutathione peroxidase, catalase 등이 있으며, 마지막으로 생성된 유해 산소를 제거하는 비타민 C와 E, 베타카로틴, urate 등을 이용할 수 있다.⁵

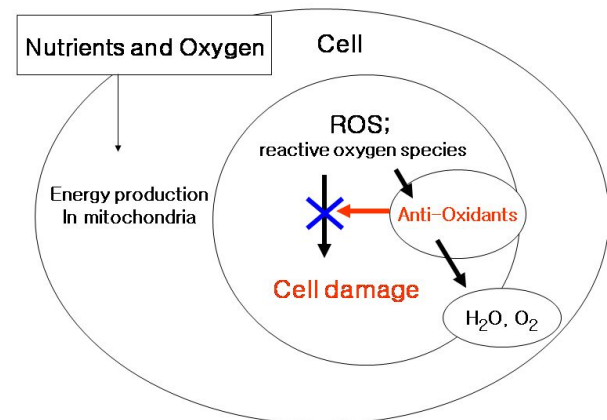


Fig. 1. Mechanism of anti-oxidants.

Table 2. Results of Body Change by ROS

Changes of Body	Results
Lenz of Eye	Loss of vision
Inflammation of Joint	Arthritis
Neuronal cell damage	dementia
Atherosclerosis	stroke
Genomic damage	cancer
Cell damage	Ageing process

Abbreviation : ROS, reactive oxygen species

4) 항산화제로서의 비타민

녹황색 과일, 야채에 풍부하게 존재하는 것으로 알려져 있는 비타민은 체내의 산화 스트레스를 제거하는 중요한 역할을 담당한다.⁶ 비타민은 1911년 괴혈병을 예방하는 천연 물질을 발견하면서 처음 알려지게 되었다. 이렇게 중요한 비타민의 섭취를 최근 확인한 결과 미국인 중 약 80% 이상이 최소 한가지 이상의 비타민을 하루 권장량 이하로 섭취하고 있다고 밝혀졌다. 비타민은 체내에서 합성되지 않는다. 따라서 지속적으로 외부에서 공급되어야 한다. 이미 산화 스트레스를 제거하는 효과가 알려지고, 노화를 예방하는데 도움이 되는 비타민으로는 비타민 C, E, A 등이 있다.^{7, 8}

(1) 비타민 C

비타민 C는 체내에서 전자를 공급하는 작용을 가진다. 이에 따라 항산화 효과를 갖는데, 주로 저밀도 지단백의 과산화를 예방한다. 특히 흡연 시에 저밀도 지단백의 과산화 예방에 효과적으로 알려져 있다. 일반적으로 스트레스 상태에서 체내 배출이 증가한다. 성인 하루 최소 필요량은 60 mg이나 성인에서 노화 예방을 위한 용량으로는 1,000~2,000 mg이다. 갑자기 중단한 경우 재발하는 구루병(scurvy)과 복부 팽만, 적혈구 용혈, 칼슘신장결석 등이 유발될 수 있다.

(2) 비타민 E

이는 포화지방산 말단이 있는 토코페롤과 불포화지방산 말단이 있는 토코트리엔놀로 구분할 수 있다. 담즙산에 의해 흡수되며, 지방조직에 저장된다. 주로 불포화 지방산의 과산화를 막는 것으로 알려져 있다. 이에 따라 동맥 경화증의 예방에 관해 많이 연구되어 있다.⁷ 하루 최소 필요량은 남자 15 I.U., 여자 12 I.U.이다. 노화 방지를 위해서는 하루 200~400 I.U.이 권장되고 있다. 부작용으로는 고혈압 환자에서 혈압 상승의 우려가 있으므로 서서히 증량하는 것이 좋다.

(3) 베타카로틴

베타카로틴은 비타민 A의 전구 물질로 주로 간에 저장되며, 비타민 A 보다 흡수율이 낮다. 작용으로는 항산화 효과, 면역기능의 유도, 항 종양작용이 있으며, 면역 기능의 향상에는 비타민 A보다 우수한 것으로 나타나 있다.⁹ 일반

적으로 노화예방을 위한 권장량은 10,000~25,000 I.U.이다. 부작용으로는 묽은 변을 유발할 수 있으나 권장 용량에서는 특별한 부작용이 보고되어있지 않다. 흡연자에게서 베타카로틴의 복용으로 폐암의 발생 증가가 보고되어 있으므로 주의가 필요하다.¹⁰

2. 미네랄의 유용성과 근거

미량원소인 미네랄은 하루 필요량이 100 mg 이상인 칼슘, 마그네슘, 칼륨, 나트륨, 인 등의 영양미네랄과 100 mg 이하인 철분, 아연, 구리 셀레늄, 망간, 코발트 등의 미량 미네랄, 및 납, 수은, 알루미늄, 카드뮴 등의 독성 미네랄로 구분할 수 있다.¹¹ 이들 미네랄 중에 독성미네랄을 제외한 미네랄들은 에너지 생산과정과 아주 밀접한 연관이 있다. 세포질 내에서의 산화과정과 미토콘드리아 내에서 일어나는 TCA 회로에서의 ATP를 만들어 내는 과정에서도 아주 중요한 역할을 수행한다. 즉 에너지 생산과정에 조효소로 작용하며, 상당한 과정의 진행 정도와 연관이 있다. 즉 에너지를 만들어 내는 과정의 효율도 노화와 연관된 중요한 한 가지 요소가 될 수 있는 것이다. 따라서 이들 미네랄의 부족이나 또는 불균형적 상태가 노화를 유발하는 한 가지 요소로 작용할 수도 있다는 것이다.¹²

뿐만 아니라 이들 미네랄에 의해서 항산화 효과를 나타낼 수 있는데 이를 metal-SOD라 한다. 아연(zinc), 구리(copper), 망간(manganese) 등이 여기에 포함된다.

미네랄의 특징으로는 체내에서 생성되지 않기 때문에 반드시 식이로 섭취해야 한다는 점과, 배설은 주로 소변, 대변을 통해 또는 땀으로도 일어난다, 또한 미네랄의 흡수와 대사 및 배설은 내분비계의 활성화와 신경의 조절에 의해 이루어진다. 그리고 이들 미네랄 사이에는 협력적 관계와 길항적 관계가 존재하며, 정상적인 대사를 위해서는 여러 미네랄들의 적절한 비율이 더 중요한 것으로 알려져 있다.¹³

(1) 마그네슘

혈중, 또는 세포내의 마그네슘 결핍은 인슐린 저항성과 깊은 연관이 있다.^{14, 15} 따라서 마그네슘의 감소는 인슐린 수용체의 tyrosine kinase를 억제하여, 인슐린 저항성을 유발한다.^{16, 17} 또한 정신적인 반응에 영향을 동시에 줄 수 있다. 이미 수많은 연구들이 진행되었으며, 지금도 진행되고 있는 실정이다. 이들의 연구 결과 마그네슘의 부족은 자극에 대한 반응도 매우 빨라지고 격렬해지며, 불안정한 태도

를 보일 수 있다.¹⁸ 만성적인 노출일 경우에는 장기간 지속되는 기침과 피부에 두드러기가 발생과 연관이 있다. 마그네슘은 클로로필이라고 불리는 엽록소에 많이 포함되어 있다. 따라서 이런 녹색 채소가 매우 중요한 공급원이 된다. 그러나 마그네슘이 가진 또 다른 문제점은 일반적으로 섭취가 적다는 문제점 외에 흡수도 아주 어렵다는 것이다. 따라서 마그네슘이 부족한 사람에서 치료를 위해서는 흡수가 잘되도록 만들어진 마그네슘을 섭취하는 것이 매우 도움이 될 수 있다.

(2) 크롬

크롬은 당대사에 작용하는 미네랄이다. 혈중의 당은 인슐린에 의해 이용된다. 이 인슐린의 활성은 당대사에 매우 중요하며 인슐린과 수용체의 결합에 의해 활성화된다.¹⁹ 인슐린이 이용되기 위해서는 수용체가 활성화되어야 한다. 크롬은 인슐린 수용체에 직접 결합하여 인슐린 수용체의 완벽한 활성화를 유발하기 때문에 비만 또는 당뇨와 같은 인슐린 저항성이 있는 경우 매우 중요하다.²⁰

(3) 아연

아연은 DNA와 RNA의 복제에 중요한 역할을 한다. 즉 단백질을 복제하는 효소의 중요한 보조 물질로 아연의 부족이 있는 경우 단백질의 생성이 문제가 된다.²¹ 따라서 성장과 발육에 문제가 나타나 기형 등이 나타날 수 있고, 화상 및 수술 등으로 발생한 상처의 치유 지연 등이 나타날 수 있다. 또한 세포 면역에 중요한 작용을 하기 때문에 면역력이 약화되면 문제가 되는 경우 즉 노인, 어린이에서 질병 예방을 위해 매우 중요하다. 뿐만 아니라 성 호르몬의 생성에도 관여하여 남성, 여성호르몬을 생성할 때 문제를 일으켜 저성선증 등을 유발할 수 있다.²² 아연이 포함된 여성호르몬 수용체와 성장호르몬 수용체 등의 작용에도 영향을 미친다.²³ 중금속 등의 독성 물질의 체내에서 유해한 작용을 하지 못하도록 억제하기 위해 metallothionein을 합성하는 데 아연은 매우 중요한 물질이다.²⁴ 또한 뇌에서의 중요한 여러 작용이 있다. 한 예로 아연은 전신적인 경련을 억제하는 작용을 가지고 있어 천연적인 경련 억제제로 생각 된다.^{25, 26}

(3) 칼슘

칼슘은 골다공증과 연관이 많다.²⁷ 뿐만 아니라 세포끼리

의 자극 전달에 매우 중요하다. 최근의 연구 결과 칼슘의 보충으로 체중의 유지 또는 감소가 나타날 수 있음을 보고하고 있기도 하다.²⁸

(4) 셀레늄

미량 영양소의 하나인 셀레늄은 글루타치온 과산화 효소의 보조 효소로 작용한다.²⁹ 셀레늄의 낮은 농도는 심장 질환 및 뇌졸중의 위험성 증가와 연관이 있다. 따라서 셀레늄을 보충하면 고밀도 지단백/저밀도지단백의 비율 증가 혈소판 응집의 억제 등을 통해 심방질환의 예방 효과가 있다고 알려져 있다. 이외에도 중금속의 독성을 감소시키는 효과도 보고되어 있다. 과량을 사용하는 경우 부작용으로 간 기능 이상, 골 및 치아 성장장애, 우울증, 예민함, 정신적 불안정, 오심, 구토 두피와 손톱의 손실 등이 보고되었다.³⁰ (Table 3)

결 론

사람은 매일 음식을 섭취하고 운동을 하며, 자신에게 주어진 일을 하고 산다. 즉 매일 매일의 섭취 음식이 사람을 만들고 변화시키는 것이다.³¹ 그럼에도 우리들은 음식의 중

Table 3. Sources of Anti-oxidants

Name	Sources
Allium sulphur comp.	leeks, onions and garlic
Anthocyanins	eggplant, grapes and berries
Catechins	red wine and tea
Cryptoxanthins	red capsicum, pumpkin and mangoes
Flavonoids	tea, green tea, citrus fruits, red wine, onion and apples
Indoles	cruciferous vegetables such as broccoli, cabbage and cauliflower
Isoflavonoids	soybeans, tofu, lentils, peas and milk
Lignans	sesame seeds, bran, whole grains and vegetables
Lutein	leafy greens like spinach, and corn
Lycopene	tomatoes, pink grapefruit and watermelon
Polyphenols	thyme and oregano
Manganese	seafood, lean meat, milk and nuts
Zinc	seafood, lean meat, milk and nuts
Copper	seafood, lean meat, milk and nuts
Selenium	seafood, offal, lean meat and whole grains
Zoochemicals	red meat, offal and fish. Also derived from the plants animals eat

요성에 대해 무관심하다. 그저, 질병의 치료와 예방을 위해서는 병원과 약물을 생각한다. “한가지 약제로 질병을 치료하고 예방할 수 있다면 얼마나 좋겠는가?” 답은 물론 그렇지 않다. 따라서 미세영양소의 불균형에 대한 확인과 이를 개개인에 맞춘 영양치료가 반드시 필요하며, 질병의 치료와 예방을 위해 약물, 운동과 함께 이용되어야 한다.³²

최근까지 알려진 미세 영양소에 대한 내용들은 아직 대규모 전향적 연구들이 없어 맞춤 영양치료의 개념이 완전하게 인정받기 어려울 수 있다. 대규모 전향적 연구의 어려움으로는 연구를 위해 음식에 대한 통제를 한다는 것이 어렵거나 비인간적 일 수 있기 때문이다.

따라서 미세 영양소가 풍부한 음식을 각 개인의 상태에 맞추어 섭취하는 것이 매우 중요하다.³³ 영양소의 과잉 투여로 인한 부작용은 아주 적지만, 부족이나 불균형에 의한 문제는 매우 심각할 수 있기 때문에 스스로의 상태를 확인하는 것이 중요할 것으로 생각된다.

References

1. Goldsmith GA. Clinical nutritional problems in the United States. *Nutr Rev* 1965 ;23:1-3.
2. Omaye ST. Safety of megavitamin therapy. *Adv Exp Med Biol* 1984; 177:169-203.
3. antioxidants; An integrative approach. *Nutrition* 2001; 17:835-8.
4. Antioxidants in health and disease. *J Clin Pathol* 2001; 54:176-86
5. The benefits and hazards of antioxidants; Controlling apoptosis and other protective mechanism in cancer patients and the human population. *J Am Coll Nutr* 20; 464S-75S, 2001
6. Suskind DL. Nutritional deficiencies during normal growth. *Pediatr Clin North Am* 2009;56:1035-53.
7. Ortiz-Andrellucchi A, Henríquez-Sánchez P, Sánchez-Villegas A, Peña-Quintana L, Mendez M, Serra-Majem L. Dietary assessment methods for micronutrient intake in infants, children and adolescents: a systematic review. *Br J Nutr* 2009;102 Suppl 1:S87-117.
8. Benzie I, Wachtel-Galor S. Vegetarian Diets and Public Health: Biomarker and Redox Connections. *Antioxid Redox Signal* 2010;11.
9. Brown LA, Riby LM, Reay JL. Supplementing cognitive aging: a selective review of the effects of ginkgo biloba and a number of everyday nutritional substances. *Exp Aging Res* 2010;36:105-22.
10. Goralczyk R. Beta-carotene and lung cancer in smokers: review of hypotheses and status of research. *Nutr Cancer* 2009;61:767-74.
11. Marian M, Sacks G. Micronutrients and older adults. *Nutr Clin Pract* 2009;24:179-95.
12. Silver HJ. Oral strategies to supplement older adults' dietary intakes: comparing the evidence. *Nutr Rev* 2009;67:21-31.
13. Park S, Johnson M, Fischer JG. Vitamin and mineral supplements: barriers and challenges for older adults. *J Nutr Elder* 2008;27:297-317.
14. Resnick LM. Ionic basis of hypertension, insulin resistance, vascular disease, and related disorders. The mechanism of "syndrome X". *Am J Hypertens* 1993; 6: 123S-34S.
15. Tosiello L. Hypomagnesemia and diabetes mellitus. A review of clinical implications. *Arch Intern Med* 1996; 156:1143-8.
16. Barbagallo M, Gupta RK, Bardicof O, Bardicof M, Resnick LM. Altered ionic effects of insulin in hypertension: role of basal ion levels in determining cellular responsiveness. *J Clin Endocrinol Metab* 1997;82:1761-5.
17. Barbagallo M, Dominguez LJ, Galioto A, Ferlisi A, Cani C, Malfa L, Pineo A, Busardo A, Paolisso G. Role of magnesium in insulin action, diabetes and cardio-metabolic syndrome X. *Mol Aspects Med* 2003;24:39-52.
18. Paolisso G, Barbagallo M. Hypertension, diabetes mellitus, and insulin resistance: the role of intracellular magnesium. *Am J Hypertens* 1997;10:346-55.
19. Grimaldi BL. The central role of magnesium deficiency in Tourette's syndrome: causal relationships between magnesium deficiency, altered biochemical pathways and symptoms relating to Tourette's syndrome and several reported comorbid conditions. *Med Hypotheses*

- 2002;58:47-60
20. Djahanschiri H, Brune H. [Effect of chromium as a trace element on glucose regulation in rats. I. Distribution and retention of various quantities of chrome in the organism] *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelkd*. 1975;35:40-50.
21. Djordjević PB, Dimitrijević V, Maksimović R, Vrić M, Vucetić J. Application of organic bound chrome in disturbed glycoregulation therapy. *Transplant Proc* 1995; 27:3333-4.
22. Wegener WS, Romano AH. Zinc stimulation of RNA and protein synthesis in *Rhizopus Nigricans*. *Science* 1963; 27:142:1669-70.
23. Millar MJ, Elcoate PV, Mawson CA. Sex hormone control of the zinc content of the prostate. *Can J Biochem Physiol* 1957;35:865-8.
24. Emanuel MB, Oakey RE. Effect of Zn⁺⁺ on the binding of oestradiol-17 beta to a uterine protein. *Nature* 1969; 223:66-7.
25. Cherian MG. Studies on the synthesis and metabolism of zinc-thionein in rats. *J Nutr* 1977;107:965-72.
26. Taly AB, Prashanth LK, Sinha S. Wilson's disease: An Indian perspective. *Neurol India* 2009;57:528-40.
27. Doering P, Stoltenberg M, Penkowa M, Rungby J, Larsen A, Danscher G. Chemical blocking of zinc ions in CNS increases neuronal damage following traumatic brain injury (TBI) in mice. *PLoS One* 2010;5:e10131.
28. Frumar AM, Meldrum DR, Geola F, Shamoni IM, Tataryn IV, Deftos LJ, Judd HL. Relationship of fasting urinary calcium to circulating estrogen and body weight in postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 1980;50:70-5.
29. Green J, Diplock AT, Bunyan J, Muthy IR, McHale D. Vitamin E and stress. 4. The metabolism of D-alpha-tocopherol during nutritional hepatic necrosis in the rat and the effects of selenium, methionine and unsaturated fatty acids. *Br J Nutr* 1967;21:497-506.
30. Desai ID. Beneficial and ineffective levels of selenium for growth and muscular dystrophy. *Br J Nutr* 1968; 22:645-50.
31. Myklebust M. The healing foods pyramid: an integrative nutrition tool. *Explore (NY)* 2006;2:352-6.
32. Lee DH, Jacobs DR Jr, Porta M. Hypothesis: a unifying mechanism for nutrition and chemicals as lifelong modulators of DNA hypomethylation. *Environ Health Perspect* 2009;117:1799-802. Epub 2009 Jul 8.
33. da Costa E Silva O, Knöll R, Jager M. Personalized nutrition: an integrative process to success. *Genes Nutr* 2007;2:23-5.