

■ 특별기획 시리즈 ■

영양섭취기준의 새로운 패러다임:
미국/캐나다의 Dietary Reference Intakes (DRIs)
- 비타민 A, 비타민 K, 철분, 아연, 구리, 요오드와 망간 -

윤진숙¹⁾ · 조여원²⁾ · 유경희³⁾ · 정효지⁴⁾ · 신동순⁵⁾ · 서정숙⁶⁾

계명대학교 식품영양학과,¹⁾ 경희대학교 동서의학대학원 의학영양학과,²⁾ 울산과학기술대학교 호텔조리과,³⁾ 서울대학교 보건대학원,⁴⁾ 경남대학교 식품영양학과,⁵⁾ 영남대학교 식품영양학과⁶⁾

미량영양소 중 비타민 A, 비타민 K, 아연, 구리, 철분, 요오드, 망간 등에 대한 Dietary Reference Intakes (DRIs)를 제시하는 보고서가 2001년 미국/캐나다에서 발간되었다. 이는 미국/캐나다에서 영양소 섭취량에 대한 식사기준치를 나타내는 일련의 보고서 중 하나로서 해당 영양소에 대한 DRIs를 제시하고 있다. 이 보고서에서는 미량영양소가 전통적인 결핍성 질환에 작용하는 것으로 알려진 역할을 검토하고 만성질환에서의 가능한 역할을 평가하고 있다.

이 보고서에서 새롭게 제시하고 있는 사항은 다음과 같다. 즉 비타민 A 전구체인 카로티노이드가 체내에서 비타민 A로 전환되는 비율을 종래의 50%로 평가하였다. 구리에 대한 내용이 새로이 첨가되었고, 비타민 A, 구리, 요오드, 철분, 망간, 아연에 대한 상한 섭취량 (Tolerable Upper Intake Levels, ULs)이 제시되었다. 또한 미량영양소 필요량의 이해에 대한 정보와 다량 섭취시의 부작용에 대한 정보를 얻기 위한 연구들이 제안되었다. 따라서 이러한 영양소에 대한 새로운 섭취기준을 중심으로 그 배경과 구체적인 내용을 요약하여 제시하고자 한다.

비타민 A

비타민 A의 평균 필요량은 체내 비타민 A를 적정량 축적하는 것을 기본으로 하고 있다. 성인 남녀의 영양권장량 (Recommended Dietary Allowance, RDA)은 각각 일일 900과 700 μg RAE (retinol activity equivalent)이고 상한 섭취량도 책정되어 있다 (Table 1).

비타민 A의 급원은 매우 다양하며, 이미 활성을 가진 비타민 A는 동물성 식품에 존재하고 비타민 A 전구체인 카로티노이드는 짙은 색깔을 띤 과일과 채소 등에 풍부하다. 그런데 미국/캐나다의 2001년 Dietary Reference Intakes (DRIs) 보고서에서는 카로티노이드가 비타민 A로 전환되는 비율을 변화시켜 발표하였다 (Table 2). 단위는 μg RAE

를 사용하였고, 여러 연구 결과에 근거하여 기름 형태로 정제된 β -carotene의 비타민 A 활성은 retinol의 1/2이고, 식사 중의 β -carotene은 정제된 β -carotene이 가진 비타민 A 활성의 1/6로서 식품 중의 β -carotene과 retinol activity equivalency (μg RAE) 비율은 12 : 1이 된다. β -carotene 이외의 카로티노이드 (α -carotene, β -cryptoxanthin)는 1/24의 RAE 값을 나타낸다고 하였다. 생체전환율에서 이러한 변화로 인해 비타민 A 필요량을 충족시키기 위해서는 비타민 A 전구체인 카로티노이드의 섭취를 매우 증가시켜야만 하게 되었다.

비타민 A의 필요량을 추정하는데 사용되는 지표는 암적응 능력, 혈장 retinol 농도, 방사선동위원소 희석법에 의해 측정된 간 저장량, 상대적인 용량 반응법, 결막 Impression cytology, 면역반응 등을 들 수 있다. 그러나 각각 한계점이 있어 대개는 적절한 지표로 사용되기 어렵고 방사선동위원소 희석법에 의해 측정된 간 비타민 A 저장량이 주로 지표로 이용된다. 비타민 A의 간 저장량은 비타민 A의 식이 섭취량과 상관관계가 있다. 비타민 A의 평균 필요량은 다수 집단의 1/2이 바람직한 수준 (20 $\mu\text{g}/\text{g}$) 이상의 간 저장량을 가지고 있고, 1/2이 그 이하의 저장량을 가진 수준에서 대상집단의 비타민 A 섭취의 중앙값에 해당하는 섭취량을 알면 추정할 수 있다. 이론적으로 이러한 방법이 평균 필요량 설정에 사용될 수 있지만 시험 대상자에서 자세하고 장기적인 식이섭취 자료를 얻은 연구는 없는 실정이다.

비타민 A의 필요량에 영향을 미치는 요인으로는 장내 흡수에 영향을 주는 것으로 식이지방 섭취량, 감염상태, 섭취하는 식품 matrix, 식품의 조리상태 등을 들 수 있다. 영양소 간의 상호작용에 의한 경우에는 철분, 아연, 카로티노이드, 알코올 섭취 등이 영향을 미칠 수 있다.

성별, 연령별로 보고된 자료를 살펴보면 다음과 같다. 0~12개월의 영아에서는 식이섭취에 대한 반응을 반영하는 비타민의 기능지표가 없다. 그러므로 비타민 A의 권장 섭취량

Table 1. Dietary Reference Intakes (DRIs) of vitamins A and K in USA/Canada (/day)

Group	AI		EAR	RDA	UL
	Vit A ($\mu\text{g RAE}$)	Vit K (μg)	Vit A ($\mu\text{g RAE}$)	Vit A ($\mu\text{g RAE}$)	Vit A (μg)
Infants					
0 - 6 mon	400	2.0			600
7 - 12 mon	500	2.5			600
Children					
1 - 3 y		30	210	300	600
4 - 8 y		55	275	400	900
Males					
9 - 13 y		60	445	600	1,700
14 - 18 y		75	630	900	2,800
19 - 30 y		120	625	900	3,000
31 - 50 y		120	625	900	3,000
51 - 70 y		120	625	900	3,000
> 70 y		120	625	900	3,000
Females					
9 - 13 y		60	420	600	1,700
14 - 18 y		75	485	700	2,800
19 - 30 y		90	500	700	3,000
31 - 50 y		90	500	700	3,000
51 - 70 y		90	500	700	3,000
> 70 y		90	500	700	3,000
Pregnancy					
14 - 18 y		75	530	750	2,800
19 - 30 y		90	550	770	3,000
31 - 50 y		90	550	770	3,000
Lactation					
14 - 18 y		75	885	1,200	2,800
19 - 30 y		90	900	1,300	3,000
31 - 50 y		90	900	1,300	3,000

은 기본적으로 모유로 섭취된 평균 비타민 A 섭취량을 계산하여 반영하는 적정섭취량 (Adequate Intake, AI)에 기초를 두고 있다. 영아의 적정섭취량은 어린이의 영양권장량에 비해 큰데 이는 어린이의 영양권장량이 성인 자료를 외삽한 결과에 기초하기 때문이다. 1~18세에 해당하는 어린이와 청소년의 평균 필요량을 추정할만한 유용한 자료는 없다. 평균 필요량을 설정하기 위해 간 비타민 A의 적정 저장량에 대한 계산을 이용한 방법이 사용되었다. 어린이와 청소년의 평균 필요량 (EAR)은 대사 체중 등에 의해 성인의 자료에서 외삽되었다. 영양권장량 (RDA)은 전체체중을 사용하면 1~3세 어린이는 200 $\mu\text{g RAE/d}$ 이고, 대사체중 ($\text{kg}^{0.75}$)을 사용하면 300 $\mu\text{g RAE/d}$ 이 된다. 선진국에서는 인구건조증과 혈청 레티놀 농도, 식이섭취량 사이의 자료가 부족하지만 북아메리카에서는 학령전 아동의 영양권장량을

Table 2. Comparison of the 1989 National Research Council and 2001 Institute of Medicine Interconversion of Vitamin A and Carotenoid Units

NRC, 1989	IOM, 2001
1 retinol equivalent ($\mu\text{g RE}$)	1 retinol activity equivalent ($\mu\text{g RAE}$)
= 1 μg of all- <i>trans</i> -retinol	= 1 μg of all- <i>trans</i> -retinol
= 2 μg of supplemental all- <i>trans</i> - β -carotene	= 2 μg of supplemental all- <i>trans</i> - β -carotene
= 6 μg of dietary all- <i>trans</i> - β -carotene	= 12 μg of dietary all- <i>trans</i> - β -carotene
= 12 μg of other dietary provitamin A carotenoids	= 24 μg of other dietary provitamin A carotenoids

NOTE: 1 μg retinol = 3.33 IU vitamin A activity from retinol (WHO, 1966); 10 IU β -carotene = 3.33 IU retinol (WHO, 1966); 10 IU is based on 3.33 IU vitamin A activity $\times 3$ (the relative vitamin activity of β -carotene in supplements versus in diets). Thus, when converting from IU β -carotene from fruits or vegetables to $\mu\text{g RAE}$, IU is divided by 20 (2×10).

설정할 때 필요량을 충족시키기 위하여 성인의 자료를 외삽하였다.

비타민 A의 권장량은 간 비타민 A의 반감기를 계산한 것에 기초하여 20%의 변이계수 (Coefficient of Variation, CV)를 사용하여 설정되었다. 영양권장량은 다수 집단에서 개인의 97~98% 필요량을 충족하기 위해 평균 필요량에 2배의 변이계수를 더하는 것으로 하였다. 즉 비타민 A의 권장량은 평균 필요량의 140%에 해당된다.

비타민 A 필요량을 추정하기 위해 아래 계산이 사용되었는데 영양상태가 좋은 사람들이 자신의 신체를 유지하는데 필요한 식이 중의 비타민 A 양을 기초로 계산되었다.

$$A \times B \times C \times D \times E \times F$$

- A: 비타민 A가 제거된 식사를 섭취할 때 하루에 소비되는 신체 비타민 A 저장량의 %
- B: 최소한 용인되는 간 비타민 A 저장량
- C: 간 무게 : 체중 비율
- D: 특정 연령층과 성별에 해당되는 기준 체중
- E: 신체 전체: 간 비타민 A 저장량의 비율
- F: 섭취한 비타민 A의 저장 효율

이 방법을 사용하여 스트레스 상태나 비타민 A의 섭취가 낮을 때 증가되는 필요량을 충족하기 위한 비타민 A 저장량을 가정하는 일일 비타민 A 섭취량이 결정될 수 있는데 이 값이 비타민 A의 평균 필요량을 추정하는데 사용될 수 있다. 하루에 손실되는 체내 비타민 A 저장량의 비율은 0.5%이다. 최소 용인되는 비타민 A의 간 저장량은 20 $\mu\text{g/g}$ 이다. 이 저장량은 임상적인 결핍 증상이 없고 적정할 혈청 레티놀 농도를 유지하며 비타민 A의 담즙 배설이 유도되고, 비타민 A

결핍식사를 하더라도 약 4개월간 비타민 A 결핍증을 예방할 수 있는 함량에 기초한 것이다. 간 무게와 체중의 비는 영유아와 성인에서 평균 1 : 33 (0.03)이다. 성인 여자와 성인 남자의 기준체중은 각각 61 kg과 76 kg이다. 전체 신체의 비타민 A와 간 비타민 A 저장량의 비는 10 : 9 (1.1)이고 이는 비타민 A 상태가 걱정된 사람에게 기초한 것이다. 비타민 A의 저장효율은 40%로 제안되었다. 따라서 성인 남자의 EAR은 $0.005 \times 20 \mu\text{g/g} \times 0.03 \times 76 \text{ kg} \times 1.1 \times 2.5$ 이므로 $627 \mu\text{g RAE/d}$ 이 되고, 기준체중이 61 kg인 여자의 EAR은 $503 \mu\text{g RAE/d}$ 이 된다. 비타민 A 권장량은 간 비타민 A에 대해 계산된 반감기에 기초한 20% 변이계수를 사용하여 책정되었다.

임신기 동안 비타민 A의 필요량에 대한 직접적인 연구는 거의 제한되어 있다. 평균 필요량을 설정하는데 사용된 모델은 임신기 동안 태아의 간에 축적된 비타민 A에 기초를 두고 있다. 임신부의 EAR은 전 임신기 동안 비임신부의 EAR에 약 $50 \mu\text{g/d}$ 을 더한 값으로 추정한다. 비타민 A 권장량 (RDA)은 비임신부의 경우처럼 간 비타민 A에 대해 계산된 반감기에 기초한 20% 변이계수를 사용하여 설정되었으며 다수 집단에서 개인의 97~98% 필요량을 충족하기 위해 평균필요량에 2배의 변이계수를 더하는 것으로 하였다. 수유부에 있어서는 영아가 생후 6개월간 모유를 통한 비타민 A 섭취량이 일일 $400 \mu\text{g}$ 인 점을 감안하여 비임신부의 EAR에 $400 \mu\text{g}$ 을 더한 것으로 하였고 RDA는 EAR의 140%로 설정하였다.

여러 역학 연구에서 식품을 통해 섭취한 β -carotene과 다른 카로티노이드의 혈중 농도가 높을 때 만성질환의 위험이 낮아지는 것과 관계가 있다고 알려져 있지만 현재 비타민 A 필요량을 충족시키기 위해 일정량을 카로티노이드로부터 섭취해야 한다고 정하고 있지는 않다. 그러나 건강을 증진시키기 위해 카로티노이드가 풍부한 과일과 채소를 많이 섭취하도록 권장하고 있다.

비타민 K

비타민 K의 영양섭취기준 (Dietary Reference Intakes, DRIs)은 미국과 캐나다에서 설정되어 있지 않다. 비타민 K의 1일 필요량을 예측할 수 있는 자료가 매우 부족하여 비타민 K의 적정섭취량 (Adequate Intake, AI)은 건강한 사람들의 대표적인 식이섭취 자료에 의해 설정하였다 (Table 1). 비타민 K의 과잉섭취에 따른 부작용은 보고되지 않고 있기 때문에 상한섭취량 (Tolerable Upper Intake Level, UI)은 정립되어 있지 않은 상태이다.

1세 미만 영아에서 비타민 K는 태반을 거의 통과하지 못하므로 신생아는 비타민 K 결핍 위험에 놓일 수 있다. 제대혈의 비타민 K 농도는 보통 0.1 nmol/L 이하이며 비타민 K가 부족한 상태는 출생 시 혈장내 혈액응고인자의 농도를 저하시키고 이것은 생후 첫 주에 출혈의 위험을 증가시킨다. 미국과 캐나다에서는 일반적으로 신생아들에게 $0.5\sim 1.0 \text{ mg}$ 의 phylloquinone을 근육 주사하거나 2.0 mg 을 생후 6 시간 내에 경구로 투여하고 있다.

비타민 K의 권장섭취량은 모유로 섭취한 비타민 K 양과 보충투여 받은 비타민 K 양으로부터 산출된 적정섭취량 (AI)에 의거하여 설정되었다. 성숙유에 함유된 비타민 K의 농도는 $0.85\sim 0.92 \mu\text{g/L}$ 이며 초유의 비타민 K 함유량은 성숙유보다 조금 높다. 모유의 비타민 K 함량은 산모의 약리학적 비타민 K 투여에 의해 증가될 수 있다. Greer와 동료들의 연구에서, 12주간 5 mg/day phylloquinone을 산모에게 공급한 결과 모유의 비타민 K 농도가 70배 증가하였다. 이유식의 비타민 K 함량과 비타민 K의 식이 섭취량에 관한 자료는 매우 미비한 실정이다.

1세 이상 18세 이하의 아동 및 청소년을 위한 비타민 K의 평균필요량 (Estimated Average Requirement, EAR)에 관한 자료는 찾을 수 없다. 따라서 Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)에 의해 보고된 각각의 연령층에 따라 최대 중간섭취량(highest median intake)을 토대로 정하였다. 유아기에서 초기 유년기에 적정섭취량의 급격한 증가는 측정 방법에 따른 것이며 또한, 식사가 다양해져서 비타민 K가 풍부한 과일과 야채를 함유한 1회 식사분량의 증가 때문이다.

19세 이상의 성인 및 노인에서 임상적으로 비타민 K 결핍증은 매우 보기 힘들며 이러한 사례는 비타민 K 대사를 방해하는 것으로 알려진 약물로 치료를 받거나 흡수불량 증후군을 가진 사람에게 제한된다. 최근 발견된 비타민 K 섭취에 민감한 지표들은 식사가 비타민 K 상태에 미치는 영향을 설명하기에 유용하지만, EAR을 정립하는데 이용되지는 않는다. 따라서 성인을 위한 AI는 건강한 성인에서 조사된 비타민 K 식이 섭취량에 기초하며, NHANES III의 중앙값 자료에 근거를 둔다. 최근 연구에서 비타민 K의 평균 섭취량은 55세 이상에서 $150 \mu\text{g/day}$, 45세 이하에서는 $80 \mu\text{g/day}$ 로, phylloquinone의 섭취량은 $61\sim 210 \mu\text{g/day}$ 로 조사되었다. NHANES III자료에서는 성인의 비타민 K 섭취량의 중앙값은 $82 \mu\text{g/day}\sim 117 \mu\text{g/day}$ 인 것으로 조사되었으며 남성에서, 노인에서 섭취량이 높게 나타났다.

임산부의 비타민 K 섭취에 관한 자료는 제한되어 있지만 임상적 결핍 징후나 혈중 비타민 K 농도 등에서 비임산

부와 다르지 않다. 임신 기간동안 추가로 요구되는 비타민 K 양을 측정하기 위한 자료는 전무한 실정이다. 비타민 K의 AI 설정에 비타민 K의 섭취 중앙값이 사용되었으며 NHANES III에서 임신부의 비타민 K 섭취 중앙값은 80 $\mu\text{g}/\text{day}$ 으로 조사되었다. Booth와 동료들에 의한 최근 연구에서, 소그룹의 임신부 (n=17)의 14-day 식사일기에서 측정된 phyloquinone의 섭취는 비임산부의 섭취 수준 (73 \pm 46 $\mu\text{g}/\text{day}$)과 비슷하였다 (72 \pm 56 $\mu\text{g}/\text{day}$). 몇몇 연구에서 임신 말기동안 비타민 K의 보충이 혈중 비타민 K 농도를 증가시키고 임신부의 혈액응고 기능을 향상시키는 것으로 조사되었으나 분만 전 보충 효과에는 논란이 있다. 임신부를 위한 AI가 비임산부를 위한 AI와 달라야 한다는 증거는 없으며 비임산부를 측정된 NHANES III의 섭취 중앙값에 토대를 둔다.

수유부의 비타민 K 상태를 비수유부의 경우와 비교한 결과 비타민 K 섭취량은 비수유부의 섭취량과 특별히 다르지 않았다. 모유의 phyloquinone 함량은 수유부에게 비타민 K 보충에 의해 증가할 수 있지만, 모유의 비타민 K 함량은 전형적인 식사를 하는 수유부에서 섭취량에 의해서 영향을 거의 받지 않는다. 수유부의 AI가 비수유부와 달라야 한다는 증거는 없으며 비수유부를 위한 AI와 같다.

철 분

철분은 효소 및 헤모글로빈을 포함한 많은 단백질의 구성분으로서 기능을 나타내며, 특히 헤모글로빈은 대사를 위해 신체 조직에 산소를 운반하는 중요한 역할을 한다. 흡수된 철 요구량의 추정은 factorial modeling을 기초로 이루어졌으며, factor로는 불가피하게 손실되는 기본적 손실량, 월경에 의한 손실량, 임신 중 태아에 필요한 요구량, 성장에 필요한 혈액부피의 팽창, 조직과 저장 철의 증가 등에 요구되는 량 등이다.

철 요구량의 추정은 최소의 저장량으로, 정상적이며, 기능적인 철분의 농도를 유지하는데 필요한 양에 기초를 두었다. 따라서 어린이, 성장기, 어른에서는 약 15 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 혈청 ferritin 농도를 지표로 사용하였으며, 영아에서는 다소 낮은 10~12 $\mu\text{g}/\text{L}$ 의 수준을 기초로 하였다. 식이 철 요구량을 계산하는데 필요한 또 다른 요인은 철 이용률이다. 이 두 가지 요인을 기초로 EAR은 흡수된 철요구량의 median percentile 값을, RDA 값은 97.5 percentile 값을 식이 철 흡수 상한값으로 나눔으로서 결정하였다. 식이철분의 흡수율은 미국과 캐나다에서 대표적인 혼합식을 섭취하는 1세 이상의 어린이, 청소년, 비임신 성인 등의 경우 18%로 가

정하였으며, 대부분의 7~12개월 영아의 경우 이유식에 육류보다 시리얼과 야채가 많기 때문에 10%의 이용률로 추정하였다.

철분의 요구량은 정상분포를 이루지 않을 뿐 아니라 정상분포로 변환시킬 수도 없기 때문에 요구량 추정에 필요한 각 요소들의 합을 이용한 Monte Carlo 가상의 분포가 이용되었다. 이 경우 요인가산법의 요소들이 독립적인 random 분포로부터 오는 것으로 처리되었다. 예로서 기본적 철 손실을 추정할 경우, 예상되는 손실에 대한 분포를 얻었으며, 이 분포로부터 각 개인에 대해, 철 손실량의 값을 얻었다. 철 필요량 추정의 모든 각각의 요소들에 대해 이와같은 방식으로 값을 얻을 수 있으며 따라서 개개인의 요소들의 값을 합하여 가상의 총 철 필요량을 구하였고, 이 분포에서 50 percentile값과 97.5 percentile값을 추정하여 EAR과 RDA값을 추정하였다.

Table 3에서 살펴보면 0~6개월 영아에서는 상당량의 철분과 매우 높은 헤모글로빈 농도를 갖고 태어나기 때문에 모유만으로 영아의 철분 필요량을 충족시킬 수 있다고 보고, 주로 모유를 먹는 영아가 섭취하는 평균 철분량을 Adequate Intake (AI)로 설정하였다. 따라서 이시기의 영아의 Adequate Intake (AI)는 모유에 분비되는 1일 철분량 0.27 mg/d으로 추정하였다.

7~12개월 영아는 적절한 철분의 저장과 유지를 위해 공급이 이루어져야 하므로 기본적 철 손실량과 헤모글로빈 양의 증가, 조직 철분의 증가, 저장 철의 증가를 위한 요구량 등을 토대로 10%의 식이 철분의 이용률을 고려하여 11 mg/d RDA 를 추정하였다.

1~8세 어린이 또한 factorial modeling을 이용하여, 기본적 철 손실량과 헤모글로빈 양의 증가, 조직 철분의 증가, 저장 철의 증가를 위한 요구량을 기초로 추정하였다. 철 흡수된 철 요구량의 97.5 percentile값을 18% 철 흡수 상한선을 이용하여, 1~3세에 7 mg/d, 4~8세에 10 mg/d의 RDA를 추정하였다.

9~18세 청소년은 기본적 철 손실량과 헤모글로빈 증가, 조직 철 함량의 증가 이외에 14~18세 소녀의 경우 월경에 의한 철 손실량이 추가되었으며, 저장철 공급을 위한 요구량은 추가되지 않았다. 이 시기 철 요구량 추정에 영향을 미치는 요인은 급격한 성장이었으며, 또한 여자의 경우 초경, 남자의 경우 헤모글로빈 농도의 증가 등이 고려되었다. 요구량 추정에 필요한 요소들의 modeling으로부터 얻은 97.5 percentile값에서 18% 흡수 상한선을 적용하여 9~13세 소년, 소녀의 경우 모두 8 mg/d, 14~18세 소년의 경우 11 mg/d, 소녀의 경우 15 mg/d의 RDA값을 추정하였다.

Table 3. Dietary Reference Intakes (DRIs) of Zn, Cu, Fe, I and Mn in USA/Canada (//day)

Group	AI					RDA				UL				
	Zn (mg)	Cu (μg)	Fe (mg)	I (μg)	Mn (mg)	Zn (mg)	Cu (μg)	Fe (mg)	I (μg)	Zn (mg)	Cu (μg)	Fe (mg)	I (μg)	Mn (mg)
Infants														
0 - 6 mon	2	200	0.27	110	0.003					4				
7 - 12 mon		220		130	0.6	3		11		5				
Children														
1 - 3 y					1.2	3	340	7	90	7	1,000		200	2
4 - 8 y					1.5	5	440	10	90	12	3,000		300	3
Males														
9 - 13 y					1.9	8	700	8	120	23	5,000		600	6
14 - 18 y					2.2	11	890	11	150	34	8,000		900	9
19 - 30 y					2.3	11	900	8	150	40	10,000		1,100	11
31 - 50 y					2.3	11	900	8	150	40	10,000		1,100	11
51 - 70 y					2.3	11	900	8	150	40	10,000		1,100	11
> 70 y					2.3	11	900	8	150	40	10,000		1,100	11
Females														
9 - 13 y					1.6	8	700	8	120	23	5,000		600	6
14 - 18 y					1.6	9	890	15	150	34	8,000		900	9
19 - 30 y					1.8	8	900	18	150	40	10,000		1,100	11
31 - 50 y					1.8	8	900	18	150	40	10,000		1,100	11
51 - 70 y					1.8	8	900	8	150	40	10,000		1,100	11
> 70 y					1.8	8	900	8	150	40	10,000		1,100	11
Pregnancy														
14 - 18 y					2.0	12	1,000	27	220	34	8,000	45	900	9
19 - 30 y					2.0	11	1,000	27	220	40	10,000	45	1,100	11
31 - 50 y					2.0	11	1,000	27	220	40	10,000	45	1,100	11
Lactation														
14 - 18 y					2.6	13	1,300	10	290	34	8,000	45	900	9
19 - 30 y					2.6	12	1,300	9	290	40	10,000	45	1,100	11
31 - 50 y					2.6	12	1,300	9	290	40	10,000	45	1,100	11

성인 남자 (19~70세 이상)의 경우에 기본적 손실량 14 μg/kg/d만 고려하여 흡수된 철 요구량에 18% 흡수율을 이용한 결과 8 mg/d RDA를 추정하였으며, 성인 여자 (19~50세)의 경우에는 기본적 철 손실량과 월경에 의한 철 손실량을 고려하여, RDA는 18 mg/d로 추정하였다. 폐경 후 여성 (51~70세 이상)은 남성과 같이 기본적 철 손실량만 고려하여 RDA 8 mg/d으로 추정하였다.

임신부의 흡수된 철 요구량 추정은 기본적 손실량 250 mg과 태아와 관련 조직에 보유된 철 320 mg, 헤모글로빈 양 팽창에 필요한 철 500 mg을 기초로 이루어졌다. 이중 적혈구 팽창에 이용된 500 mg 중 태반에 남은 혈액을 포함하여 분만시 혈액에서 손실되는 철의 양 150~250 mg을 제외한 나머지는 모체의 저장으로 남기 때문에 임신 중 순 필요량은 700~800 mg 정도로 추정된다. 식이 철 흡수의 상한선은 임신 중 25%로 추정하여 계산하였으며, 청소년

년 임신부의 경우 임신중 필요량 이외에 기본적 손실과 조직의 철 보유량을 포함하였다.

수유 중 철 필요량은 모유에 분비된 철과 기본적 손실을 합한 것으로 추정하였다. 기본적 철 손실량은 비임신, 비수유 여성의 경우와 같게 적용하였으며, 모유에 분비된 철의 양을 측정하여 수유 중 흡수된 철의 총 요구량을 추정하였다. 사춘기 수유모의 경우 이 추정치 이외에 성장 예상의 일부로 조직의 철보유량과 헤모글로빈 양에 대한 공급이 추가되었다. 따라서 이들에 대한 97.5 percentile값의 추정은 가상의 model로부터 얻어졌으며 식이 중 철분의 흡수율은 18%로 가정하여 14~18세인 경우 10 mg/d, 19~50세의 수유모의 경우 9 mg/d의 RDA를 추정하였다.

이외에도 철분의 경우 특별하게 고려되어야 할 요인으로 다음과 같다. 경구 피임약의 사용으로 월경혈에 의한 철분의 손실이 60% 정도 감소하는 것으로 고려되어야 하며, 채식

주의자의 철 이용률은 10%로 추정하여 고려되어야 한다. 또한 장내 기생충 감염 시 기생충 제거 및 이용률이 높은 철분의 적절한 섭취 등의 조치가 필요하며, 잦은 헌혈로 인한 저장 철 농도의 감소에 대한 철 보충제의 필요성, 운동과 강도 높은 훈련으로 인한 철 손실의 증가에 대해 30% 더 높은 철 요구량의 반영 등이 고려되어야 할 것으로 제시하고 있다.

아 연

아연은 단백질 구조의 보전을 위한 효소들과 유전 형질 발현의 조절과정에서 작용하는 효소들에서 구성요소로서 역할을 한다. 인간의 아연 결핍은 흔하지 않으나 대사과정에서 다양한 역할을 하므로 경계결핍은 관찰되고 있다. 미국/캐나다 영양섭취기준에서는 요인분석으로 아연의 요구량을 추정하였으며, 권장량과 상한섭취량을 설정하였다.

0~6개월 영아의 필요량을 추정할 수 있는 기능적 지표가 없으므로, 모유만을 먹는 영아를 대상으로 조사한 아연의 평균 섭취량을 근거로 AI를 설정하였다. 이 기간 동안 모유의 아연 함유량은 2주 4 mg/L, 1개월 3 mg/L, 2개월 2 mg/L, 3월 1.5 mg/L, 6개월 1.3 mg/L로 기간이 경과함에 따라 급속도로 감소한다고 보고하였으며, 섭취량 기준인 0.78 L/d를 적용하면 1개월 2.1 mg/d, 2개월 1.56 mg/d, 3개월 1.15 mg/d, 그리고 6개월 0.94 mg/d의 아연을 섭취하게 된다. 실제로 측정된 결과도 2주에는 2.3 mg/d, 3개월에는 1 mg/d로 유사하였다. 이 기간의 AI는 초기 몇 주 섭취량에 맞추어 2.0 mg/d (2.5 mg/L*0.78 L/d)로 설정하였다.

7개월의 유아는 모유를 통해 0.5 mg/d를 섭취하고 미국 국민건강영양조사 결과 이유식에서 1.48 mg/d를 섭취하므로 아연의 평균 섭취량은 2.0 mg/d로 추정된다. 7개월 이상의 유아는 내인성 아연 분비량을 측정할 수 없으므로 성인치로부터 추정하여 사용한다. 내인성 장관내 분비량은 1세 미만은 450 ug/d (50 ug/kg/d * 9 kg), 1~3세 아동의 경우 442 ug/d (34 ug/kg/d * 13 kg)이고, 소변 배설량은 각각 126 ug (14 ug/kg/d * 9 kg)과 182 ug/d (14 ug/kg/d * 13 kg)이므로 내인성 총 분비량은 1세 미만은 576 ug/d (64 ug/kg/d * 9 kg), 1~3세는 624 ug/d (48 ug/kg/d * 13 kg)이다. 성장에 추가로 필요한 양은 1세 미만은 260 ug/d (13 g/d * 20 ug/g), 1~3세는 120 ug/d (6 g/d * 20 ug/g)으로 보고되었다. 따라서 아연의 총 필요량은 내인성 배설량, 소변 배설량, 성장에 필요한 양을 합하면, 7~12개월은 836 ug/d, 1~3세는 744 ug/d이다. 7~12개월의 경우

모유에서 500 ug/d를 섭취하고, 모유의 흡수이용율을 50%로 가정하면 이유식에서 586 ug (836~250)을 섭취해야 하므로, 이유식에 30% 흡수율을 적용하여 2.5 mg/d (586/0.3)이 추정평균요구량 (EAR)이 된다. 1~3세의 경우에도 필요량에 흡수 이용율 30%를 적용하면, 2.5 mg/d (744/0.3)가 추정평균요구량 (EAR)이 된다. 이 연령층의 필요량에 대한 편차 자료가 없으므로, 대상집단의 97~98%의 요구를 충족할 수 있도록 10%의 변이계수를 2배로 적용하여 RDA를 정하면 EAR의 120%가 되므로, 7~12개월은 3 mg/d, 1~3세 3 mg/d가 아연의 권장량이다.

4~8세에서 내인성 장관내 분비량은 34 ug/kg/d, 소변 배설량 14 ug/kg/d, 성장 7 g/d * 20 ug/g로 22 kg의 아동을 기준으로 할때 약 1.2 mg/d가 필요량이다. 여기에 30%의 흡수이용율을 적용하면 약 4.0 mg/d가 평균추정요구량이 된다. 따라서 권장량은 필요량의 편차에 대한 자료가 없으므로 10%의 변이계수를 적용하면 EAR의 120%가 RDA가 되므로 4~8세의 권장량은 5 mg/d이다.

9~13세는 10 g/d의 새로운 조직이 구성된다고 할 때, 상기와 동일한 방법으로 40 kg을 기준으로 계산하면 이 시기 아동의 필요량은 2.1 mg이고, 30%의 흡수이용율을 적용하면 EAR는 7 mg/d이다. 따라서 권장량은 필요량의 편차에 대한 자료가 없으므로 10%의 변이계수를 적용하면 EAR의 120%가 RDA가 되므로 9~13세의 권장량은 8 mg/d이다.

14~18세는 아연의 손실량과 성장 필요량을 합하여 남아는 64 kg, 여아는 57 kg을 기준으로 상기와 동일한 방법을 적용하면 남아의 필요량은 3.37 mg/d, 여아는 2.94 mg/d가 된다. 30%의 흡수이용율을 적용하면 EAR는 남아 8.5 mg/d, 여아 7.3 mg/d 이고, 10%의 변이계수를 적용하여 RDA는 남아 11 mg/d, 여아 9 mg/d이다.

19세 이상 성인에서 아연의 필요량은 내인성 배설량을 보충하기에 필요한 양으로 추정된다. 위장관 이외의 배설량은 남자의 경우 1.27 mg/d (소변 0.63 mg/g, 땀 0.54 mg/d, 정액 0.1 mg/d), 여자는 1.0 mg/d (소변 0.44 mg/d, 땀 0.46 mg/d, 월경 0.1 mg/d)이고, 위장관 배설량은 남자 2.57 mg/d, 여자 2.3 mg/d로 이 둘을 합하면 남자 3.84 mg/d, 여자 3.3 mg/d가 필요량이다. 대사실험 자료에 의하면 아연의 내인성 배설량은 아연 흡수량과 양의 관련성이 있으며, 체내 균형을 위해서는 흡수는 내인성 배설량과 비내인성 배설량을 보충할 수 있는 수준이어야 한다. 회귀식에 대입하면 남자는 9.4 mg/d 이고 여자는 6.8 mg/d 인데 이는 남자는 41%, 여자는 48%의 흡수이용율에 해당한다. 10%의 변이계수를 적용하면 남자의 RDA는 11 mg/d, 여자는 8 mg/d이다.

구 리

구리는 산화환원효소의 구성요소로서 작용한다. 구리의 필요량 추정에는 대사실험 결과를 이용하였으며, 미국/캐나다 영양섭취기준에서는 권장량과 상한섭취량이 설정되어 있다 (Table 3).

0~12개월에서는 구리상태를 잘 반영하는 민감한 지표가 없으므로 영아의 섭취량에 근거하여 AI를 설정하였다 (Table 3). 6개월까지 모유 중의 구리 함량은 250 ug/L 이었고, 표준 섭취량 0.78 L/d를 적용하면 AI는 200 ug/d 이다. 7~12개월은 미국 국민영양조사 결과 이유식으로 100 ug/d를 섭취하고 있다고 보고되었고, 모유섭취량 (0.6 L/d) 과 모유 중 구리의 함량 (200 ug/L)를 이용하여 계산하면 1 일 구리의 섭취량은 220 ug/d가 된다.

1~18세는 EAR을 추정할 만한 자료가 부족하므로 성인 자료를 외삽법으로 이용하였다. 성인자료는 구리의 손실량을 보충하는데 필요한 양으로 추정할 수 있으나 건강한 성인을 대상으로 한 자료는 없다. 최소량의 구리 (380 ug/d)를 섭취할 때 내인성 위장관 배설량이 240 ug/d, 소변 20 ug/d, 체표면 42 ug/d, 정액 혹은 월경 42 ug/d로 약 344 ug/d가 손실되며, 75%의 흡수이용율을 적용하면 460 ug/d의 구리의 보충이 필요하다. 섭취량을 460 ug/d 수준으로 높이면 구리의 배설량이 50 ug/d 증가하는 것으로 보아 510 ug/d 정도가 필요량으로 추정된다. 그러나 미국의 EAR은 세 연구의 생화학적 지표를 근거로 집단의 50%가 유의한 감소를 보이지 않고 정상 수준을 유지하는 700 ug/d를 필요량으로 설정하였다. 1~19세의 아동의 추정 평균 요구량은 성인의 필요량에서 체중을 이용한 외삽법으로 구하였고, 1~3세 260 ug/d, 4~8세 340 ug/d, 9~13세 540 ug/d, 14~18세 685 ug/d 이다. 권장량은 15%의 변이계수를 적용하여 97~98%의 대상자의 요구를 만족하는 EAR의 130% 수준으로 정하였다. 따라서 권장량은 1~3세 340 ug/d, 4~8세 440 ug/d, 9~13세 700 ug/d, 14~18세 890 ug/d 이다.

19세 이상 성인에서는 상기의 방법으로 구한 EAR은 700 ug/d이고, 권장량은 15%의 변이계수를 적용하여 97~98%의 대상자의 요구를 만족하는 EAR의 130% 수준인 900 ug/d이다.

요 오 드

요오드 (Iodine)는 갑상선 호르몬, thyroxine (T₄)과 triio-

dothyronine (T₃)의 필수 구성성분으로, 전 세계적으로 부족되기 쉬운 무기질이다. 요오드 결핍증세는 인지기능 손상, 갑상선종 (goiter) 등이 있으며 최근에는 요오드 섭취와 관련하여 면역기전 손상, 위암 발생율의 증가 등이 보고되었다. 요오드는 위장관에서 흡수된 후, 주로 갑상선에서 thyroglobulin (Tg)과 결합하여 갑상선호르몬을 합성하며 섭취량의 약 90%가 뇨로 배설된다. 혈액 내 갑상선 호르몬 농도에 따라 thyrotropin (TSH) 분비량이 변화함으로써 갑상선 기능을 조절한다.

미국과 캐나다에서는 요오드 섭취기준을 1세 미만의 영유아를 제외한 모든 연령에서 RDA로 제시하였다 (Table 3). 다만 1세 미만의 영유아에 대하여는 AI로 제시하고 있는데, 0~6개월 연령에서는 모유의 요오드 분비량 (114 μg/d)과 생후 6개월 영유아의 뇨 요오드 배설량 (90 μg/d)에 근거하여 AI를 110 μg/d로 설정하였다. 7~12개월 연령의 경우 성장에 따른 필요량이 크게 다르다는 증거가 없으므로 체중에 기초하여 0~6개월 영유아의 AI로부터 추정하였다.

1~8세 아동의 경우 균형연구 결과를 근거로 하여 EAR을 설정한 후, 20%의 변이계수 (CV)를 적용하여 RDA (90 μg/d)를 산출하였다.

9~13세 아동과 14~18세 청소년의 EAR은 체중에 기초하여 어른의 EAR로부터 추정하였으며 (아래 공식), 이때 단백질 필요량의 증가에 따른 성장요인 0.15를 적용하였다.

$$EAR_{child} = EAR_{adult} \times F$$

$$F = (Weight_{child}/Weight_{adult})^{0.75} \times (1 + \text{growth factor } 0.15)$$

이 EAR에 20%의 변이계수 (CV)를 적용하여 RDA를 산출하였다. 풍토병 발현율이 2% 정도인 지역에서 조사된 9~13세 아동의 평균 뇨 요오드 농도는 100 μg/L이며 하루 뇨 배설량은 1.15L/d로서, 섭취한 요오드의 92%가 뇨로 배설된다고 볼 때, 요오드의 섭취량이 125 μg/d로 계산되어 산출된 RDA와 매우 근사한 값을 보인다.

성인의 경우 요오드 영양상태와 갑상선 기능이 정상일 때 하루동안 교체되는 요오드는 개인의 필요량을 반영해 준다. 따라서 ¹³¹I를 정맥 주입하여 갑상선으로 흡수되는 양과 뇨로 제거되는 양을 측정하여 EAR을 설정한 뒤, 20% 변이계수 (CV)를 적용하여 성인의 RDA를 산출하였다. 이 값은 지난 RDA (1989, 10차 권장량)와 같다. 연령별, 성별에 따른 RDA는 자료가 불충분하여 별도로 제시되지는 않았다.

임신부를 대상으로 한 균형 연구에 기초하여 임신기 여성의 EAR은 160 μg/d로 제시되었다. 수유기 여성의 EAR은 14세 이상 여성의 EAR (95 μg/d)에 모유 내 요오드

분비량 (114 $\mu\text{g/d}$)을 가산하여 결정하였으며, 여기에 20% 변이계수 (CV)를 적용하여 임신기와 수유기의 RDA를 각기 220 $\mu\text{g/d}$, 290 $\mu\text{g/d}$ 으로 설정하였다. 성인의 UL은 섭취 요오드 수준에 따른 혈청 TSH 농도 변화에 의거하여 설정하였다.

망 간

망간은 골격 형성과 아미노산, 콜레스테롤 및 탄수화물 대사에 필수적인 영양소로서, 망간을 함유하는 효소에는 arginase, Mn superoxide dismutase 등을 포함하여 매우 다양하다. 식사로 섭취한 망간의 불과 1~3% 정도가 흡수되며 흡수 후 담즙을 거쳐 신속하게 소장으로부터 배설되므로 노로 배설되는 망간량은 매우 적다. 따라서 신생아나 간 질환자처럼 담즙 배설이 낮은 경우 망간 독성의 위험이 높아진다. 망간은 철 흡수를 억제하며, 칼슘, 아연 등은 망간의 체내 이용률에 영향을 미친다. ^{54}Mn 의 반감기가 남성이 여성보다 길어서 혈청 망간 농도가 남녀간에 차이를 보이므로 망간 필요량은 성별에 따라 다르다.

흡수된 망간의 체내 보유율이 섭취량에 비례하지 않으며, 철 영양상태에 따라 체내 균형이 서로 상반된 값으로 나타남에 따라, EAR 추정치가 쉽지 않다고 판단하였다. 따라서 모든 연령에서 망간 섭취기준은 AI로 제시되었다 (Table 3).

0~6개월 영유아의 망간 섭취상태를 반영하는 기능적 지표에 관한 연구가 없으므로 유아의 모유 섭취량 (0.78 L/d) 과 모유 내 망간 농도 (3.5 $\mu\text{g/L}$)를 근거로 하여 유아의 평균 망간 섭취량으로부터 0~6개월 영유아의 AI (0.003 mg/d)를 설정하였다.

7~12개월 영유아의 경우, 체중에 기초하여 아래 공식에 따라 성인의 AI로부터 추정하였다. 성장함에 따라 단백질 필요량이 증가하게 되므로 성장요인 (growth factor) 0.3을 적용하여 7~12개월 연령의 AI (0.6 mg/d)를 설정하였다.

$$AI_{\text{child}} = AI_{\text{adult}} \times F$$

$$F = (\text{Weight}_{\text{child}}/\text{Weight}_{\text{adult}})^{0.75} \times (1 + \text{growth factor } 0.3)$$

Total Diet Study에서 조사된 섭취량은 1~3세 아동의 경우 1.22 mg/d, 4~8세 아동의 경우 1.48 mg/d이었다. 그리고 9~13세 남아와 여아의 섭취량은 각기 1.91 mg/d, 1.57 mg/d으로, 14~18세 남자와 여자의 섭취량은 각기 2.17 mg/d과 1.55 mg/d으로 조사되었다. 이러한 섭취량을 근거로 하여 망간의 AI를 제시하였다.

성인 남자의 망간 섭취량 (median)은 2.1~2.3 mg/d으로, 성인 여자의 섭취량은 1.6~1.8 mg/d으로 조사되었으며, 식이섭취 조사는 평소 섭취량보다 과소평가하는 경향이 있다

고 판단하여 가장 큰 값을 AI로 제시하였다.

태아의 망간 필요량에 대한 자료가 미흡하고 그 결핍증이 사람에서는 뚜렷하지 않아서 임신부 AI는 14~18세 청소년 여자와 성인여자의 AI로부터 추정하였다. 한편 모유로 분비되는 망간 양이 매우 적기 때문에 수유부의 경우 그 섭취량에 근거하여 AI를 2.6 mg/d로 제시하였다. 미국에서 전형적인 식사를 하는 사람과 채식주의자들이 망간을 최고 10.9 mg/d까지 섭취한다는 자료에 근거하여 성인의 UL을 설정하였다.

자료 전체 Literature cited

- 1) IOM, Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids, Washington DC: National Academy Press, 2002
- 2) Cappuccio FP, MacGregor GA. Does potassium supplementation lower blood pressure? A meta-analysis of published trials. *J Hypertens* 9: 465-473, 1991.
- 3) Geleijnse JM, Kok FJ, Grobbee DE. Blood pressure response to changes in sodium and potassium intake: A meta-regression analysis of randomised trials. *J Hum Hypertens* 17: 471-480, 2003
- 4) Morris RC Jr, Sebastian A, Forman A, Tanaka M, Schmidlin O. Normotensive salt-sensitivity: *Effects of race and dietary potassium Hypertension* 33: 18-23, 1999b
- 5) Curhan GC, Willett WC, Speizer FE, Spiegelman D, Stampfer MJ. Comparison of dietary calcium with supplemental calcium and other nutrients as factors affecting the risk of kidney stones in women. *Ann Intern Med* 126: 497-504, 1997
- 6) Hirvonen T, Pietinen P, Virtanen M, Albanes D, Virtamo J. Nutrient intake and use of beverages and the risk of kidney stones among male smokers. *Am J Epidemiol* 150: 187-194, 1999
- 7) Rosa RM, Silva P, Young JB, Landsberg L, Brown RS, Rowe JW, Epstein FH. Adrenergic modulation of extrarenal potassium disposal. *N Engl J Med* 302: 431-433, 1980
- 8) Miner KL, Rowe JW. Potassium homeostasis during hyperinsulinemia: Effect of insulin level, β -blockade, and age. *Am J Physiol*, pp.E373-E377, 1982
- 9) Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Food and Nutrition Board. National Academy Press. Washington, DC, 2002
- 10) Van het Hof KH, Gartner C, West CE, Tjiburg LB. Potential of vegetable processing to increase the delivery of carotenoids to man. *Int J Vitam Nutr Res* 68: 366-370, 1999
- 11) de Pee S, West CE, Permaesih D, Martuti S, Muhilal, Hautvast JG. Orange fruit is more effective than dark-green, leafy vegetables in increasing serum concentrations of retinol and beta-carotene in schoolchildren in Indonesia. *Am J Clin Nutr* 68: 1058-1067, 1998
- 12) Parker RS, Swanson JE, You CS, Edwards AJ, Huang T. Bioa-

vailability of carotenoids in human subjects. *Proc Nutr Soc* 58: 155-162, 1999

- 13) IOM. Iron Deficiency Anemia: Recommended Guidelines for the Prevention, Detection, and Management Among U.S. Children and Women of Childbearing Age. National Academy Press, Washington DC, 1993
- 14) Davidsson L, Galan P, Cherouvrier F, Kastenmayer P, Juillerat MA, Herberg S, Hurrell RF. Bioavailability in infants of iron from infant cereals: Effect of dephytinization. *Am J Clin Nutr* 65: 916-920, 1997
- 15) Green R, Charlton R, Seftel H, Bothwell T, Mayer F, Adams B, Finch C, Layrisse M. Body iron excretion in man. *Am J Med* 45: 336-353, 1968
- 16) Barret JF, Whittaker PG, Williams JG, Lind T. Absorption of non haem iron from food during normal pregnancy. *Br Med J* 309: 79-82, 1994
- 17) Nilson L, Solvell L. Clinical studies on oral contraceptives- A randomized, doubleblind, crossover study of 4 different preparations. *Acta Obstet Gynecol Scand* 46: 1-31, 1967
- 18) Cook JD, Dassenko SA, Lynch SR. Assessment of the role of nonheme-iron availability in iron balance. *Am J Clin Nutr* 54: 717-722, 1991
- 19) Stoltzfus R, dreyfus M. Guidelines for the use of iron Supplements to prevent and Treat Iron Deficiency Anemia. ILSI Press, Washington DC, 1998
- 20) Garry P, Korhler KM, Simon TL. Iron stores and iron absorption: Effect of repeated blood donations. *Am J Clin Nutr* 62: 611-620, 1995
- 21) Ehn L, Carlmark B, Hoglund S. Iron status in athletes involved in intense physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 12: 61-64, 1980
- 22) Krebs NF, Reidinger CJ, Hartley S, Robertson AD, Hambidge KM. Zinc supplementation during lactation: Effects in maternal status and milk zinc concentrations. *Am J Clin Nutr* 61: 1030-1036, 1995
- 23) Krebs NF, Reidinger CJ, Robertson AD, Hambidge KM. Growth and intakes of energy and zinc in infants fed human milk. *J Pediatr* 124: 32-39, 1994
- 24) Davidsson L, Mackenzie J, Kastenmayer P, Aggett PJ, Hurrell RF. Zinc and calcium apparent absorption from an infant cereal: A stable isotope study in healthy infants. *Br J Nutr* 75: 291-300, 1996
- 25) Fairweather-Tait SJ, Wharf SG, Fox TE. Zinc absorption in infants fed iron fortified weaning food. *Am J Clin Nutr* 62: 785-789, 1995
- 26) Hunt JR, Mullen LK, Lykken GI. Zinc retention from an experimental diet based on the US FDA Total Diet Study. *Nutr Res* 12: 1335-1344, 1992
- 27) Jackson MJ, Jones DA, Edwards RH, Swainbank IG, Coleman ML. Zinc homeostasis in man: Studies using a new stable isotope-dilution technique. *Br J Nutr* 51: 199-208, 1984
- 28) Lee DY, Prasad AS, Hydrick-Adair C, Brewer G, Johnson PE. Homeostasis of zinc in marginal human zinc deficiency: Role of absorption and endogenous excretion of zinc. *J Lab Clin Med* 122: 549-556, 1993
- 29) Taylor CM, Bacon JR, Aggett PJ, Bremner I. Homeostatic regulation of zinc absorption and endogenous losses in zinc-deprived men. *Am J Clin Nutr* 53: 755-763, 1991
- 30) Wada L, Turnlund JR, King JC. Zinc utilization in young men fed adequate and low zinc intakes. *J Nutr* 115: 1345-1354, 1985
- 31) Milne DB, Nielsen FH. Effects of a diet low in copper on copper-status indicators in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 63: 358-364, 1996
- 32) Turnlund JR, Keen CL, Smith RG. Copper status and urinary and salivary copper in young men at three levels of dietary copper. *Am J Clin Nutr* 65: 72-78, 1990
- 33) Turnlund JR, Scott KC, Perffer GL, Jang AM, Keyes WR, Keen CL, Sakanashi TM. Copper status of young men consuming a low-copper diet. *Am J Clin Nutr* 65: 72-78, 1997
- 34) Venturi S, Venturi A, Cimmini D, Arduini C, Venturi M, Guidi A. A new hypothesis: Iodine and gastric cancer. *Eur J Cancer Prev* 2: 17-23, 1993
- 35) Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc, Food and Nutrition Board. National Academy Press, Washington DC, 2001
- 36) FAO/WHO/UNA. Energy and Protein Requirement Report of a joint FAO/WHO/UNA Expert Consultation. Technical report series No.724, WHO, Geneva, 1985
- 37) WHO. Nutrition Unit. Indicators for assessing Iodine deficiency disorders and their control through salt iodization. WHO, Geneva, 1994
- 38) Health Technomics, Inc., 2000

정보표

■ 한국영양학회지 제37권 제8호 (2004년 10월호) p749 ■

Table 2. Food and nutrition board, institute of medicine-national academy of sciences dietary reference intakes: recommended intakes for individuals

Life stage group	Niacin (mg/d)	Vitamin B ₆
Infant 7-12 mo	4*	0.3*