

미량무기질 권장량

이혜성(경북대), 천중희(인하대), 윤진숙(계명대)

1. 철분 (Fe, Iron)

철분 필요량의 산출을 위해서 건강한 성인의 경우는 상피세포의 탈락이나 출혈에 의한 생리적 철분 손실량을 기초로 하였으며, 성장기 어린이와 임신부의 경우는 기본적 손실량에 신체의 성장과 관련된 철 화합물의 생성을 위한 철분 소요량이 더해진 양을 기초로 하였다. 이와 같은 생리적 손실량이나 성장을 위한 부가적 요구량을 충족시키기 위한 철분의 필요량을 추정한 후 소화관으로부터의 흡수율을 고려하여 식사중 철 섭취 요구량을 산출하였다. 철분의 섭취 권장량은 평균치보다 요구량이 더 많은 개인들을 위한 안전을 30%를 가산함으로써 대부분의 인구의 요구를 충족시키기에 충분한 양을 설정하였다.

성인 남자 건강한 남성의 1일 기본적 철 손실량은 체중 1kg 당 평균 $14\mu\text{g}$ (Bothwell 등, 1968)이다. 우리 나라 성인 남자의 평균 체중을 67kg으로 하면 1인 1일 당 평균 불가피 철 손실량은 0.94mg이다. 우리 나라 성인 남자의 철 흡수율은 보고된 자료가 없어 Monsen과 Hallberg(1978) 등이 제시한 개인의 철 저장량, 식사중 동물성 식품과 아스코르브산의 함량을 근거로 한 철분 흡수율의 평가방법에 의해 추정하여 평균 10%로 보면 식사중 철의 요구량은 9.4mg이 된다. 여기에 개인차를 위한 안전을 30%를 가산하여 성인 남자를 위한 1일 철분 권장량을 12mg으로 설정하였다.

성인 여자 가임기 여성(20~49세)에서는 기본적 철 손실량($14\mu\text{g}/\text{kg}$ 체중)이외에 월경에 의한 부가적인 철 손실이 있다. 우리 나라 여성의 주기 당 평균 월경철 손실량은 30.7ml이며 월경에 의한 1일 평균 철 손실량은 약 0.5mg이다(채범석, 1980). 성인 여자의 평균 체중을 54kg으로 볼때 1일 기본적 철 손실량은 0.76mg이며, 월경에 의한 손실량을 합치면 1일 평균 생리적 철의 손실은 1.26mg이 된다. 평상식을 하는 우리 나라 젊은 여성의 철의 흡수율은 11% 정도로 보고되고 있으나(계승희 등, 1993 ; 남해선 등, 1992) 전체 성인 여성의 평균 철 흡수율을 10%로 추정하면 식사중 철 요구량은 약 13mg이 된다. 이에 개인차를 위한 안전을 30%를 가하면 약 17mg이 되나 가임기 여성들의 철결핍성 빈혈의 빈도가 높다는 점을 감안하여 성인 여자의 1일 철분 권장량을 5차 개정 때와 같이 18mg으로 설정하였다.

임신부와 수유부 임신부는 월경이 없어지나 모체의 조혈항진, 태아의 발육과 태반의 형성을 위한 철 수요의 증가가 있다. 임신 전기간 중 철의 수요증가는 모체의 조혈에 450mg, 태아에 270mg, 태반 형성에 90mg, 분만시 출혈에 150mg 정도로 이들을 합치면 약 960mg이 되지만 모체의 조혈 항진에 의해 생산된 적혈구의 대부분은 분만 후 붕괴되고 저장철로 회수되므로 전 임신기간의

순수한 철 수요의 증가량은 약 510mg으로 추정된다(채범석, 1992). 임신중 철의 요구량은 기본적인 손실을 보충하는 양에 임신으로 인한 수요증가량을 가산함으로써 산출된다. 임신기간 동안 기본적인 손실량은 약 210mg ($14\mu\text{g}/\text{kg} \times 54\text{kg} \times 280\text{일}$)으로 비임신 여성과 비슷하다고 가정하면 정상 임신 동안 필요한 철분의 총량은 약 720mg이 된다. 즉 전 임신기간 중 철분의 1일 필요량은 평균 약 2.6mg ($720\text{mg}/280\text{일}$)이며 임신부의 식이 철 흡수율을 비임신시 보다 높은 12%로 추정하면 임신부의 식이 철 섭취 권장량은 임신 전기간 동안 1일 평균 22mg이 된다. 여기에 개인차를 위한 안전율을 30%를 가산하면 임신기간 중 1일 식사 철 섭취 권장량은 평균 28mg이 된다. 임신 동안 철 요구량은 임신 전기간중에 고루 분포되지는 않는다. 임신 초기에는 월경으로 인한 철 손실이 중지되어 이 기간 동안의 증가된 요구량을 보상해 주므로 철 섭취를 증가시킬 필요가 거의 없으나 임신 후반기 동안은 철 요구가 상당히 증가하고 또 식이 철의 이용율도 생리요구에 비례하여 증가한다(Apte 등, 1970). 그러나 정상 임신의 철 요구량을 만족시키기 위한 충분한 철 흡수를 확보하기 위해 임신 전반기에는 비임신시에 비해 1일 8mg이 증가된 26mg을, 후반기에는 1일 12mg이 증가된 30mg을 권장량으로 설정하였다.

수유기간중 모유 분비로 인한 철 손실은 1일 약 0.15~0.3mg으로서(Lonnerdal 등, 1981 ; 최미경 등, 1991) 이 양은 월경으로 인한 손실량(0.5mg/일)보다 적고, 수유기간 동안은 월경이 없으므로 수유부의 철 요구량은 비임신여성의 요구량과 크게 다르지 않다. 그러나 임신, 분만에 따르는 철의 손실을 수유기중에 회복하는 것을 돕기 위해 6개월간의 수유기간 동안 약 2mg의 증가를 권장하여 1일 20mg으로 설정하였다.

폐경 후 여자 및 노인 폐경 이후 여성과 노년기 남성에서는 정상적으로 철 저장량이 증가한다고 하나 우리 나라 노인들의 경우 철분의 섭취가 부족하고 빈혈의 가능성이 높다는 보고(천중회 등, 1988 ; 문창훈 등, 1991)와 흡수율의 감소 등을 감안하여 성인 남자와 같이 12mg으로 설정하였다.

성장기 정상 분만아는 출생시 저장철을 가지고 태어나므로(Dahro 등, 1983) 생후 3개월은 다른 철의 공급이 없이 모유만으로도 만족스러운 헤모글로빈 수준을 유지할 수 있으나, 4~6개월경에는 체내 철 저장량이 상당히 고갈되어(Dallman 등, 1980) 식이철의 흡수가 중요하게 된다. 생후 6개월 이후부터는 신체는 급격히 성장하나 우유중 철 함량이 낮아 철 결핍이 발생되기 쉬우므로 체내 철 저장량의 축적을 위해서는 생애 초기부터 충분한 철의 섭취가 필요하다고 본다. 생후 1년간 영아의 철분 1일 평균 요구량은 기본 철 손실량(0.21mg/일)과 성장 요구량(0.56mg/일)을 합친 0.77mg으로 보고되고 있고(FAO/WHO, 1988) 이 시기의 철 흡수 효율은 생리적 요구가 높은 만큼 10% 이상이 될 것으로 추정하여 이에 안전율을 더하여 생후 4개월까지는 1일 5mg, 5~12개월은 1일 10mg으로 권장량을 설정하였다.

아동기(1~12세) 동안은 영아기에 비해 체중에 비례하여 철의 기본 손실량은 증가되나 성장속

도가 생후 첫 1년간에 비해 늦추어지므로 성장을 위한 철 요구는 감소되는 경향이 있다. 이 시기의 1일 평균 철 요구량은 0.5~0.95mg 범위이므로(FAO/WHO, 1988) 흡수율과 안전율을 감안하여 섭취 권장량을 1~6세에 10mg, 7~12세에 12mg으로 설정하였다.

사춘기(13~19세) 동안은 신장과 체중의 급속한 증가에 대응하기 위한 철 요구량의 증가가 있으며 이에 더하여 여자에서는 12~13세부터 월경에 의한 철의 손실이 시작된다(이일하 등, 1983). 이 시기의 남녀의 1일 평균 철 요구량은 각각 1.46mg, 1.62mg으로 보고되며(FAO/WHO, 1988) 높은 생리적 요구에 대처하기 위하여 흡수율이 성인에 비해 상당히 높을 것으로 추정하여 13~19세 여자의 철 권장량은 월경이 있는 성인 여자의 권장량과 동량인 18mg으로 설정하였다. 남자의 경우는 월경으로 인한 철 손실은 없으나 발육의 정도가 여자에 비해 크므로 여자와 마찬가지로 권장량을 18mg으로 정하였다.

연령별 성별 철분 1일 권장량

	연령 세	철분 권장량 mg
영아	0 ~ 4개월	5
	5 ~ 12개월	10
소아	1 ~ 3	10
	4 ~ 6	10
	7 ~ 9	12
남자	10 ~ 12	12
	13 ~ 15	18
	16 ~ 19	18
	20 ~ 29	12
	30 ~ 49	12
	50 ~ 64	12
	65 +	12
여자	10 ~ 12	12
	13 ~ 15	18
	16 ~ 19	18
	20 ~ 29	18
	30 ~ 49	18
	50 ~ 64	12
	65 +	12
임신	전반기	+8
	후반기	+12
수유기		+2

2. 아연 (Zn, Zinc)

아연 영양상태를 민감하게 나타내는 적절한 지표는 현재로서는 아직 확실하게 밝혀지지 않았다. 서구인을 대상으로 한 대사실험의 결과를 보면, 저아연식이(=1일 0.3mg)를 투여했을 때 장관을 통한 불가피한 아연 손실량은 1일 0.67mg으로 나타났으며, 1일 5.5mg을 섭취했을 때 아연 평형이 유지되었다(King and Turnlund, 1989). 그렇지만, 아연은 동적 평형조절이 매우 원활하게 이루어지는 영양소이므로 평형유지에 필요한 양은 개개인의 체내 아연상태에 따라 많은 차이가 있다. 혈장 아연농도와 소변 배설량을 기준으로 적절한 아연상태를 유지하기 위해서는 평균 2.5mg의 아연이 흡수되어야 하며 흡수율을 약 20%라고 볼 때 성인의 일일 아연 필요량은 약 12.5mg이 된다. 따라서 이러한 실험결과들을 토대로 하여 미국의 아연 권장량은 성인남자 15mg, 성인여자 12mg으로 각각 설정되었다.

한편, 우리와 유사한 체형을 가진 일본에서는 아연 섭취량이 8~15mg이고 성인 여성에서 평형유지에 필요한 양이 10mg으로 산출되어 성인의 권장량을 15mg으로 설정하고 있다.

한국 성인의 경우에 있어 그 아연 섭취량은 서구인에 비해 상당히 낮은 편이며, 혈장의 아연 농도 역시 약간 낮거나 비슷한 수준이다(하은정과 나혜복, 1993). 그러나 한국인 아연 영양상태나 이용율에 관한 기초자료가 현재 매우 부족하기 때문에 한국인의 아연 필요량을 정확히 추정하는 것은 아직도 매우 어려운 과제이다.

한국인은 체격이 서구인에 비해 작은 반면, 아연 공급원으로서는 그 이용율이 낮은 곡류가 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 그러한 사정으로 볼때 한국인의 경우 필요량을 미국 일본의 사례와 비교해 볼 때 큰 차이는 없을 것으로 보여지므로, 성인 남자의 일일 권장량은 15mg, 성인여자는 12mg으로 각각 추정된다.

한편, 임신에 따른 추가 필요량은 약 100mg으로 산출된다(King과 Turnlund, 1989). 즉 임신 초기에는 일일 0.1mg, 말기에는 0.6mg의 아연을 추가로 요구한다고 보아 현재 미국에서는 임신부의 섭취량을 15mg으로 권장하고 있다. 우리나라에서는 임신부의 아연 필요량에 대해 아직 연구되지는 않았지만 임신에 따른 추가 필요량은 식습관이나 체형에 따른 차이가 크지 않을 것으로 보아 미국과 동일하게 성인 여성에 비해 3mg을 추가로 섭취할 것을 권장한다. 미국의 경우 수유기에 유즙 분비량을 약 750ml으로 보면 1.2mg의 흡수된 아연을 추가로 요구하므로 흡수율을 20%로 가정하고 모유 분비량의 개인차를 고려하여 성인여자의 권장량보다 7mg을 많게 권장량으로 책정하였다. 우리나라의 경우 일부의 사례연구들에 의하면(이종숙과 김울상, 1991, 최미경 등, 1991) 수유부의 모유 분비량은 외국자료와 비슷한 범위에 있으며, 모유의 아연농도는 약간 높은 수준이었다. 따라서 모유를 통한 아연 공급량은 미국에서의 연구결과와 크게 다르지 않을 것으로 추정되므로 수유부의 섭취량으로 19mg을 권장한다.

영유아, 성장기 어린이의 경우 성장발달에 아연이 매우 중요한 역할을 하므로 체중에 비해 높은 양을 권장하는 것이 일반적이다. 그러나 영아의 최적성장에 필요한 아연 필요량은 아직도 확실하지 않다. 신생아가 모유 섭취만을 하는 경우 약 2mg의 아연을 섭취하게 되는데 이때 아연 결핍증상은 관찰되지 않았다고 한다(Hambidge 등, 1979). 모유에 비해 우유는 아연의 이용율이 낮기 때문에 조제분유 섭취시에는 영아의 아연 필요량이 높아질 것으로 추정된다. 미국의 경우 영아는 1세까지 우유의 평균 섭취량이 750ml일 것으로 보고 표준편차를 감안하여 일일 5mg을 권장량으로 하였다. 평형실험 결과에 의하면 사춘기 이전 어린이의 아연 필요량은 6~7mg으로 산출되었다(Engel 등, 1966). 1일 5~6mg을 섭취하는 2~6세의 아동들에게 아연 섭취량을 10mg으로 증가시켰을 때 성장이 개선되었기 때문에 미국의 경우 사춘기 이전 어린이들의 권장량을 10mg으로 책정하고 있다. 일본의 경우 3~6세 아동의 평형유지에 필요한 아연 섭취량은 4~6mg으로 보고되었지만, 세부 권장량은 책정하지 않고 있다. 현재 우리나라의 실정으로는 성장기 아동에 관한 자료가 매우 부족하기 때문에 세부적인 권장량을 적절히 추정하기 어려우므로 미국과 동일한 수준으로 권장한다.

연령별 성별 아연 1일 권장량

	연령 세	아연 권장량 mg
영아	0 ~ 3개월	5
	4 ~ 6개월	5
	7 ~ 9개월	5
	10 ~ 12개월	5
소아	1 ~ 3	10
	4 ~ 6	10
	7 ~ 9	10
남자	10 ~ 12	15
	13 ~ 15	15
	16 ~ 19	15
	20 ~ 29	15
	30 ~ 49	15
	50 ~ 64	15
	65 +	15
여자	10 ~ 12	12
	13 ~ 15	12
	16 ~ 19	12
	20 ~ 29	12
	30 ~ 49	12
	50 ~ 64	12
	65 +	12
임신	전반기	+3
	후반기	+3
수유기		+7

3. 기타 미량 원소

1) 요드

요드의 필요량은 뇨중 요드 배설량을 기준으로 책정된다. 뇨중 요드의 배설이 $50\mu\text{g/g}$ creatinine 이상이면 충분량의 요드 섭취를 의미하며, $25\sim 50\mu\text{g/g}$ creatinine은 hypothyroidism의 위험증가, $25\mu\text{g/g}$ creatinine 이하이면 cretinism의 심한 위험성을 의미한다고 보고되었다(Querido 등, 1974). 여기에 기준하여 $50\mu\text{g I/g}$ creatinine 이상의 요드 배설을 유지하기 위해서는 최소 $50\sim 75\mu\text{g/day}$ 의 요드 섭취가 필요한 것으로 볼 수 있다(National Research Council, 1989). 미국에서는 1989년 성인 남녀를 위한 요드의 권장량이 안전을 위한 양을 포함하여 $150\mu\text{g/day}$ 로 책정되었고 임신부는 태아를 위해 $25\mu\text{g/day}$ 의 요드를 추가 섭취하도록 권장하고 있다(NRC, 1989). 우리나라의 경우 요드 결핍이나 요드 섭취량에 대한 보고는 거의 없으나 1일 $75\sim 200\mu\text{g}$ 정도가 안전하고 적절한 섭취범위로 생각된다.

2) 셀레늄

셀레늄의 섭취량에 대한 기준은 미국에서 1980년에 처음으로 안전하고 적절한 양으로서 $50\sim 200\mu\text{g/day}$ 으로 책정된 후 많은 연구가 이루어졌다. Glutathione Peroxidase의 활성을 최대화 시킬 수 있는 셀레늄의 양에 기본을 두고 미국에서는 1989년 셀레늄의 권장량을 성인 남자 $70\mu\text{g/day}$, 성인 여자 $55\mu\text{g/day}$ 로 책정되었다(NRC, 1989). 임신부는 전기간을 통하여 평균 $10\mu\text{g/day}$ 을 추가 섭취하며 수유부는 $20\mu\text{g/day}$ 를 추가 섭취할 것을 권장하고 있다. 한국인의 셀레늄 영양상태에 관한 연구는 거의 보고된 바 없으며 일부 성인의 혈청 셀레늄 수준은 $196.94\mu\text{g/L}$ 로 정상 혈청 셀레늄 농도 범위에 있는 것으로 보고되었다. 따라서 현 시점에서 한국인을 위한 안전하고 적절한 1일 셀레늄 섭취 범위는 $50\sim 200\mu\text{g}$ 으로 책정하고자 한다.

3) 구리

한국 농촌 여성의 구리 섭취량은 $1.7\sim 2.1\text{mg/day}$ (김애정, 1988, 오영주 등, 1987)로 보고되었으며 최근 발표된 농촌 성인 남녀의 평균 섭취량은 $2.23\sim 3.41\text{mg/day}$ 로 다소 높게 나타났고(이승교 등, 1990, 송정자 등, 1993) 여대생의 경우 1.44mg/day 로 보고되고 있다(장수영 등, 1991). 혈청 구리 함량은 성인의 경우 $116.62\mu\text{g/dl}$ (정유덕 등, 1991), 농촌 성인 남녀의 경우 $120\mu\text{g/dl}$ (송정자 등, 1993)으로 보고되었고 가입 여성의 혈장 구리 농도는 $72.93\mu\text{g/dl}$ (하은정 등, 1993)로 나타났다. 미국의 National Research Council에서는 1989년 안전하고 적절한 구리 섭취 범위로서 성인의 경우 $1.5\sim 3\text{mg/day}$ 를 제시하였다(NRC, 1989). 우리나라는 아직 한국인을 대상으로 한 구리 섭취 및

영양상태에 관한 자료의 부족으로 권장량이나 안전하고 적절한 범위를 설정하기는 어렵지만 미국의 경우를 참조하여 1.5~3.2mg/day로 책정하고자 한다.

4) 망간

권장량 책정을 위한 기초 실험으로는 평형실험이 많이 사용된다. 그러나 미량원소의 평형실험은 여러가지 문제점을 가지므로 사용하기 어렵다(Freeland-Graves 등, 1988). National Research Council에서는 1989년 미국인의 안전하고도 적절한 망간 섭취 범위를 성인의 경우 2.0~5.0mg/day로 책정하였다(NRC, 1989). 이는 현재의 섭취량이 결핍증을 유발하지 않으며 또한 안전하다는 근거로 책정된 것이다. 미국인의 경우 1982년과 1986년 사이에 조사한 바에 의하면 성인 남성이 1.7mg/day, 성인 여성이 2.2mg/day의 망간을 섭취했으며 10대 소년들은 2.8mg/day인데 비해 10대 소녀들은 1.8mg/day로 낮게 섭취하였다(Pennington 등, 1989). 한국인의 망간 섭취에 관한 연구는 아직 보고된 바 없다. 따라서 현 시점에서는 한국인을 위한 적절하고도 안전한 망간 섭취 범위는 미국 권장량을 참고로 2.0~5.0mg/day로 책정하고자 한다.

5) 불소

한국인의 불소 섭취 및 영양상태에 관한 보고는 거의 없다. 미국인의 불소 섭취량은 물에 불소를 첨가하지 않는 지역은 약 0.9mg/day, 정책적으로 물에 불소를 첨가하여 급수하는 지역은 약 1.7mg/day로 보고되었다(Singer 등, 1980). 섭취하는 식품에 따른 불소 섭취량의 차이는 보통 0.3~0.6mg/day 정도 밖에 되지 않으므로 실제 불소 섭취량의 차이는 사용하는 물의 불소 함량 차이에 의한다고 볼 수 있다. 미국의 National Research Council에서는 1989년 안전하고 적절한 불소 섭취 범위로서 성인의 경우 1.5~4mg/day로 책정하였다(NRC, 1989). 그리고 The American Academy of Pediatric Committee on Nutrition에서는 물에 불소가 첨가되지 않는 지역에 사는 생후 2주에서 2년까지의 어린이는 0.25mg/day의 불소를 보충할 것을 권하였다. 또한 충치 예방 효과를 고려하여 the Food and Nutrition Board에서는 자연 불소 함량이 0.7mg/L 이하인 지역에서는 수도물에 불소를 첨가할 것을 권하고 있다. 우리나라에서도 1981년부터 몇몇 도시에서 상수도에 불소를 첨가하고 있다. 우리나라의 경우도 안전하고 적절한 불소 섭취 범위로서 1.5~4mg/day로 책정하고자 하며 특히 자연 불소 함량이 적은 지역의 상수도 불화사업을 권장한다.

6) 크롬

대부분의 서구인들은 1일 50 μ g 이하의 크롬을 섭취하는 것으로 보고되며(Anderson 등, 1985)

정제식품의 섭취가 많아질수록 크롬의 섭취량은 적어진다. 한국인의 크롬 섭취량에 대해서는 아직 보고된 바가 없다. 크롬 섭취량에 대한 권장은 1989년에 처음 이루어졌으며 성인의 1일 안전하고 적절한 섭취 범위로서 50~200 μg 이 잠정적으로 설정되었다(NRC, 1989). 이 범위는 하루 평균 50 μg 을 섭취하는 정상인들의 대부분에서 크롬 결핍의 증세가 없다는 사실과 식사 섭취이외에 하루 150 μg 의 크롬을 장기간 보충 투여 받은 사람에서 역효과가 나타나지 않았다(Glinsmann 등, 1966)는 사실로부터 확립되었다. 한국인의 크롬 섭취에 대해서는 보고된 바 없으나 잠정적으로 미국인의 권장 범위인 50~200 $\mu\text{g/day}$ 정도가 안전하고 적절한 것으로 생각된다.

<한국 성인의 안전하고 적절한 기타 미량 원소 1일 섭취범위>

원소	안전하고 적절한 권장 섭취범위
요드	75-200 $\mu\text{g/d}$
셀레늄	50-200 $\mu\text{g/d}$
구리	1.5-3.2 mg/d
망간	2.0-5.0 mg/d
불소	1.5-4.0 mg/d
크롬	50-200 $\mu\text{g/d}$