

울산 지역 보건소 이용 임신부의 아연 영양상태에 관한 연구

유 경 희[§]

울산과학대학 호텔조리과

The Study of Zinc Nutritional Status of Pregnant Women Visiting in Public Health Centers in Ulsan

Yu, Kyeong Hee[§]

Department of Hotel Culinary Arts, Ulsan College, Ulsan 682-090, Korea

ABSTRACT

The study was designed to assess the zinc nutritional status by gestational age of pregnant women visiting in public health centers in Ulsan. The subjects were divided into 3 trimester by last menstrual period(LMP). Interview for dietary zinc intake and general characteristics of each subject was given and biochemical analysis of blood and urine was performed. Serum zinc concentration and urinary zinc excretion were analyzed by Flame Atomic Absorption Spectrophotometer, and alkaline phosphatase (ALP) activity was analyzed by Bowers & McComb's method with Schimadzu automatic analyser. Also urinary creatinine was analyzed by Hawk's method. Mean intake of zinc was $6.61 \pm 1.57\text{mg}$ and did not meet the RDA(44.1% of RDA) for pregnant women by gestational age. Zn intake of 3rd trimester was significantly increased but dietary zinc was almost supplied with cereal and grain(47.30%) which were reported with low zinc availability due to phytate. Mean concentration of serum Zn in 1st trimester was $86.4 \pm 10.8\mu\text{g}/\text{dl}$, was $72.4 \pm 10.3\mu\text{g}/\text{dl}$ in 2nd trimester and $65.1 \pm 10.8\mu\text{g}/\text{dl}$ in 3rd trimester and was declined significantly by gestational age during pregnancy. It was concluded that a decline in serum Zn by gestational age was not influenced by amount of Zn intake. However ALP activity and urinary zinc excretion increased significantly by gestational age. Zinc nutritional status of pregnant women was not confirmed yet due to the physiological changes during pregnancy. However, the pregnant women may be in a marginal zinc deficient status because of low amount of Zn intake and low bioavailability of Zn from dietary sources. (*Korean J Nutrition* 33(8) : 848~856, 2000)

KEY WORDS: pregnancy, serum Zn, urinary Zn, ALP.

서 론

아연은 인체에 존재하는 미량 원소의 하나로서 1934년 Todd 등¹⁾에 의해 쥐의 정상적인 성장에 필요한 원소임이 처음 밝혀진 이후 동물과 인간의 정상적인 생활에도 필수적임이 밝혀졌다.¹⁾ 1961년 중동 지역에 발생한 저생식선증(hypogonadism)과 왜소증(dwarfism)이 아연 결핍으로 인한 것이라고 알려진 이후 아연 결핍 상태의 임상적, 공중보건학적 중요성이 부각되었다.^{2,3)}

동물 실험 결과에 의하면 임신 중 어미의 적절한 아연 영양이 胎芽(embyro)와 胎兒(fetus)의 발달에 필수적이며 임신쥐의 아연 결핍은 태어나는 새끼에서 다양한 형태의 선천성 기형을 일으킬 수 있다고 한다.^{4,5)} 임신부의 연구 결과 인

간도 유사한 문제의 위험성을 안고 있다는 여러 증거들이 제시되고 있다. 첫째, 아연 흡수의 선천적 결함인 장성말단 피부염(Acrodermatitis Enteropathica, AE)을 앓고 있는 여성에게서 자연 유산과 선천적 기형이 보고되었으며,⁶⁾ AE 환자에게 임신 중 아연 보충을 함으로써 좋은 임신 결과를 얻을 수 있었다고 한다.^{6,7)} 둘째, Jameson⁸⁾은 건강한 임신 여성을 대상으로 조사한 결과 임신 중 경미한 아연 결핍이 바람직하지 않은 임신 결과와 상관이 있다고 보고했다. 즉 임신 14주의 혈청 아연 농도가 낮은 여성들에게서 조산, 자연 유산, 선천성 기형, 분만 지연 등 임신 합병증의 빈도가 증가했음을 관찰했다. 이와 같이 임신부의 아연 영양상태가 불리한 임신 결과를 가져올 수 있는 가능성 때문에 아연에 대한 많은 연구가 이루어졌으나 연구마다 서로 다른 결과를 보이고 있는 것은⁹⁻¹⁴⁾ 체내 아연의 항상성조절의 영향과 임신중 생리적 현상, 아연 영양상태 지표의 민감도 혹은 표준화 측면에서의 문제점등 여러 요인이 작용했기

제작일 : 2000년 10월 26일

[§]To whom correspondence should be addressed.

때문이라고 사료된다.

임신에 의해 추가되는 아연의 필요량은 임신 중에 증가된 조직의 무게와 그 조직에 함유된 아연 농도로서 계산될 수 있다. 표준 체중의 50% 백분율에 따라 성장하고 있는 태아의 아연 축적량은 임신 24주 경에 1일 약 0.2mg 정도이며 그 후 점차 증가하여 36주에는 1일 0.6mg으로 보고되고 있다.^{15,16)} 이 외에 자궁, 양수, 태반, 유선 조직, 모체 혈액 등에 아연이 보유되며 임신 중 필요한 아연의 총량은 100mg 정도이다.

대부분의 연구에서 임신 중 아연의 평균 섭취량은 10mg으로 보고되고 있으며 임신 중 아연 섭취량을 증가시키지 않는다면 태아에게 적절한 아연을 공급하기 위해 아연의 이용성을 높이는 생리적 적용이 이루어져야 한다.¹⁵⁾ 동물 연구에서는 임신 중 아연 흡수가 유의하게 높아지는 것으로 보고되고 있으나¹⁷⁾ 인간을 대상으로 한 획적 연구에서는 임신 중 아연 흡수를 증가시킨다는 증거를 제시하지 못했다.¹⁸⁾ 즉, 임신 중 아연 필요량이 전체 몸을 구성하고 있는 아연의 ~5%로 비교적 낮기 때문에 임신 중 아연 흡수의 변화는 종적인 연구가 이루어지지 않으면 밝히기 어려운 것으로 보고되고 있다.¹⁸⁾

임신 중 증가되는 요구량에 맞추어 나타나는 다른 생리적 적용 현상으로 내인성 아연 손실의 감소를 들 수 있다. 최저의 식이 아연(marginal Zn diet)을 쥐에게 공급하면 내인성 아연 손실을 줄임으로써 흡수된 아연을 보유하였으며 임신 쥐는 비임신 쥐보다 더 많은 아연을 보유하였다. 따라서 적은 양의 식이 아연을 섭취하는 임신부는 내인성 아연 분비를 줄임으로써 아연의 항상성을 유지할 수 있었다¹⁹⁾고 한다.

소변을 통한 아연 배설의 감소는 임신부가 태아를 위해 아연을 보유하는 또 다른 방법이다. 임신 초기에 임신부는 비임신부에 비해 소변을 통한 아연 배설이 더 적으며¹⁹⁾ 이는 기관 형성기(organogenesis) 동안 기형이 발생하기 가장 쉬운 시기와 일치한다. 이러한 관찰은胎芽(emryo) 조직이 기관 형성기간 동안 현저한 비율로 아연을 축적한다는 것으로 임신 초기에 아연이 중요하다는 것을 의미한다.²⁰⁾ 그러나胎兒(fetus) 성장을 위하여 아연의 요구량이 가장 큰 임신 말기에는 비임신부에 비해 소변으로의 아연 배설량이 더 많았다고 보고되었다.^{19,21)}

모체의 순환 아연은 임신 중 아연 이용성의 또 다른 지표이다. 혈장량은 임신 2기에 크게 증가하여 임신 34주경에 정체기에 이른다.^{22,23)} 그러므로 임신 중기에 상당한 혈액 희석(hemodilution)이 예상되며 혈장량의 증가 속도에 있어서도 유의한 변수가 있기 때문에 대상간에 혈장 아연치는 상당히 다양하게 나타난다. 따라서 혈장 아연은 아연 영양

상태의 지표로 이용하기에 혼란을 일으키는 요인이지만,^{19,24)} 더 좋은 지표의 부족으로 아연 상태를 측정하는데 혼히 이용된다. 따라서 임신 중 혈장량의 변수가 측정된 혈장 농도에 미치는 효과를 줄이기 위해, 이 혈장량 증가의 변수를 헤마토크리트를 이용하여 조절한 뒤 혈장 농도의 변화를 관찰하기도 하고²⁵⁾ 직접 혈장량을 측정함으로써²⁶⁾ 임신 진행에 따른 혈액 내 아연 함량의 변화를 조사하기도 하였다.

한편 호소 활성에 아연을 필요로 하는 alkaline phosphatase(ALP)는 아연 영양 저하시에 활성이 감소되는 것으로 알려져 있으며 이밖에도 아연 영양상태를 측정하는 방법으로 침, 땀, 정액, 머리카락, 등이 있다.

이와 같이 임신부의 아연 영양상태의 판정은 여러 변수의 영향에 따라 판정을 내리기가 모호하며 우리나라 임신부의 아연 영양에 대한 연구도 단 몇 편^{27,28)}에 불과한 실정이다. 이에 본 연구에서는 임신 시기별로 아연 섭취량과 혈청의 아연수준, ALP 활성도, 소변의 아연 수준을 측정 비교함으로써 임신 중의 생리적 현상에 의한 영향을 진단해보고 향후 임신부의 아연 영양상태와 임신 결과간의 관계를 밝히는데 필요한 기초 자료를 마련하고자 실시하였다.

연구 방법

1. 조사 대상 및 기간

울산 시내 보건소에서 산전 진료를 받고 있는 임신부들 중 당뇨, 심장 질환, 신장 질환이 없는 건강한 여성들 대상으로 하였다. 조사 대상자의 임신 시기는 마지막 월경의 첫 날을(Last Menstrual Period: LMP) 기준으로 하였으며 불확실한 경우 초음파를 통하여 확인하여 초기(~13주) 36명, 중기(14~26주) 102명, 말기(27~40주) 71명으로 분류하였다.

2. 면담 및 설문지 조사

1) 일반적 특성 조사 및 신체 계측

설문지를 이용하여 나이, 임신시기 등의 일반적 특성 및 산과적 특성을 조사하였으며, 면담을 통하여 임신 전의 신장과 체중을 조사하여 체질량 지수(BMI, kg/m²)를 계산하였다. 또한 조사 당시의 체중을 측정하여 임신 전 체중과 비교하여 임신 시기별 체중 증가량을 조사하였다.

2) 식이 섭취 조사

1일 24시간 회상법과 2일 식사 기록법을 작성하여 연속 3일 간의 식이 조사를 통하여 임신부의 1일 열량과 단백질 섭취량을 조사하였다. 기록된 모든 식품은 실 중량으로 환

산하여 대한영양사회에서 개발한 영양 관리 시스템 프로그램((주)현민 시스템)을 이용하였다. 아연 섭취량의 분석은 영양 관리 시스템으로 분석되지 않으므로 한국인 영양 권장량 제6차 개정에 수록된 식품 분석표²⁹와 미국 식품 분석표³⁰를 이용하여 3일 아연 섭취량을 조사하였다.

3. 생화학적 분석

1) 혈액 채취 및 소변 수집

오전 11~12시 사이에 대부분의 조사가 이루어졌으며 혈액은 21 gauge 바늘을 가진 원심 분리용 주사기를 이용하여 똑바로 앉은 자세에서 전주 정맥(anticubital vein)으로부터 채취하였다. 이 중 1ml는 헤마토크리트 분석을 위하여 EDTA가 들어 있는 전혈 세포 측정(complete blood cell count: CBC) 병에 모으고 나머지는 그대로 뚜껑을 닫아 얼음을 채운 통에 넣고 20~30분 동안 혈액이 응고하도록 방지해 두었다. 혈액은 4시간 이내에 2500rpm으로 10분 동안 원심 분리한 후 즉시 상등액을 취하여 alkaline phosphatase(ALP)를 측정한 후 나머지를 -20°C에 냉동 보관하였다.

24시간 소변 수집을 위하여 EDTA로 처리한 플라스틱 용기에 1ml toluene을 넣어 면접 바로 다음날 아침 첫 소변부터 그 다음날 첫 소변 이전까지 모아 오도록 하였다. 수집된 소변은 오염되지 않도록 주의하면서 전체 부피를 전후 일정량으로 나누어 분석할 때까지 냉동 보관하였다.

2) 분석 방법

연구 전반에 걸쳐 시료가 오염되지 않도록 주의하였으며 시료와 표준 용액 준비에 4차 증류수와 고 순도의 시약을 이용하였다. 실험에 사용된 모든 초자 기구와 플라스틱 용기는 1.0N 염산에 3시간 동안 담궈 놓은 뒤 탈 이온수로 6번 헹구어 사용하였다.

헤마토크리트 분석은 자동 분석기인 Coulter counter STKS(USA)를 이용하였다. 혈청은 분리한 후 곧바로 alkaline phosphatase(ALP)를 측정하였으며 Bowers & McComb's method³¹에 의한 p-nitrophenyl phosphate를 기질로 사용하여 자동 분석기(Schimadzu CL 20-D, Japan)로 이루어졌고 1달간 ALP 분석의 CV(coefficient of variation)는 3.77%였다. ALP 1 unit의 활성도는 30°C에서 분당 기질 1μmol을 가수분해시키는 단위로 정의되고 있다.³²

혈청 아연 농도의 측정은 실온에서 녹인 혈청을 털이온수로 5배 희석한 후 직접 희석법³³에 의해 Flame Atomic Absorption Spectrophotometer(FAAS, Schimadzu AA-

680/GV-5)를 이용하여 측정하였다. 일반적으로 Graphite Furnace AAS가 효율이 높고 좀더 분석에 민감하나 matrix peak로부터 element peak를 분리하는데 문제를 일으키는 방해 효과가 큰 것으로 알려져 있다. 그러나 FAAS는 효율은 낮고 덜 민감하지만 혈청 시료를 분석할 때 이러한 문제가 없고 분석이 매우 빨라 많은 시료를 분석할 경우 유리하다고 한다.³⁴ 적정 곡선을 위한 아연 표준 용액은 혈청과 비슷한 점도를 맞추기 위해 glycerol 용액(5/95, v/v)을 이용하여 원자 흡광 분석용 아연 표준 원액(Junsei Chemical Co. Ltd, Japan. 1000ppm)을 0.1ppm, 0.2ppm, 0.3ppm, 0.4ppm으로 희석하여 만들었다. 분석의 정확성을 위하여 정상인의 pooled serum을 sample 20개 시료마다 측정하였으며, pooled serum을 연속 측정한 CV(coefficient of variation)는 4.28%였다.

소변 중 아연 배설량은 희석하지 않고 직접 FAAS로 측정하였으며 표준 용액은 아연 표준 원액을 0.1M 염산에 희석시켜 사용하였다. 소변 수집이 완전하였는지를 확인하기 위하여 소변 중에 배설되는 creatinine을 Hawk 방법³⁵에 의하여 520nm에서 spectrophotometer로 측정하였다.

4. 자료 처리 및 분석

모든 실험의 분석 결과는 SAS(Statistical analysis system) package로 통계 처리하였다.

점수화된 모든 자료들에 대해서는 임신 시기별로 평균과 표준 편차를 구하고 유의성 검정은 t-test 및 일원 분산 분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 아연 영양상태 지표들간의 상관성을 살펴보기 위해 피어슨 상관 계수(Pearson's correlation coefficient)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 임신부의 일반적, 산과적 특성 및 신체 계측

조사 대상자의 나이는 평균 27.9 ± 2.9 세로 임신 초기에 28.3 ± 3.19 , 임신 중기에 27.8 ± 2.9 , 임신 말기에 27.6 ± 2.6 세로 시기별로 유의한 차이가 없었다. 또한 조사시 초기 임신 대상자의 임신주는 9.7 ± 2.0 주였으며, 중기에는 19.7 ± 2.4 주, 말기에는 33.8 ± 2.8 주에 해당되었다. 조사 대상자의 임신 전 평균 신장은 159.4 ± 3.9 cm, 평균 체중은 53.4 ± 8.4 kg이었으며 비만의 정도를 나타내는 임신 전 체질량지수(Quetelet's index: BMI)는 평균 21.1 ± 3.2 였다. 임신 중의 체중 증가는 임신 초기에 평균 0.94 ± 1.33 kg, 임신 중기에 3.28 ± 2.63 kg, 임신 말기에는 10.0 ± 3.02 kg이었다(Table 1).

Table 1. General characteristics of pregnant women by trimester

Variable	Trimester			All periods
	1st (n = 36)	2nd (n = 102)	3rd (n = 71)	
Age(yr)	28.3 ± 3.1	27.8 ± 2.9	27.6 ± 2.6	27.9 ± 2.9
Gestational age(wk)	9.7 ± 2.0	19.7 ± 2.4	33.8 ± 2.8	19.4 ± 7.6
Prepregnancy weight(kg)	52.6 ± 8.7	53.7 ± 8.5	53.5 ± 8.1	53.4 ± 8.4
Prepregnancy height(cm)	158.9 ± 3.3	159.3 ± 3.8	159.5 ± 3.9	159.4 ± 3.9
BMI	20.8 ± 3.1	21.2 ± 3.3	21.0 ± 2.7	21.1 ± 3.2
Weight increase(kg)	0.94 ± 1.33	3.28 ± 2.63	10.0 ± 3.02	5.18 ± 4.44

Values are Mean ± SD. BMI: body mass index

Table 2. General characteristics of pregnant women

Variable	No. of subjects(%)
Prior pregnancy	0.74 ± 0.54
1st gravida	46(31.3)
2nd gravida	94(63.9)
3rd gravida	7(4.8)
Spontaneous abortion	30(20.4)
1st time	27(18.4)
2nd time	3(2.0)
Induced abortion	44(30.0)
1st time	32(21.8)
2nd time	9(6.1)
3rd time	2(1.4)
4th time	1(0.7)
Still births	4(2.7)
Morning sickness	
None	16(10.9)
Mild	42(28.6)
Moderate	61(41.5)
Severe	22(15)

임신부의 산과적 특성은 Table 2에 나타내었으며 조사 대상 임신부의 31.3%가 초산부이며, 63.9%가 두번째 임신, 4.8%가 3번째 임신이었다. 이전의 임신 경력에 있어서는 자연 유산을 1번 경험한 경우가 18.4%나 되며 전체 대상의 1/5 이상이 자연 유산을 경험한 것으로 조사되었다. 그리고 인공 유산을 경험한 대상은 30.0%였으며 2번 이상 경험한 경우도 8.2%였다. 또한 조사 대상자의 2.7%가 사산의 경험이 있었던 것으로 조사되었다. 입덧 정도에 대한 조사는 4등급으로 나누어 분류하였으며 1) 임신 전과 같이 전혀 아무렇지 않다의 경우가 16명(10.9%)을 차지하였고, 2) 조금 속이 메스꺼운 정도로 식사량은 임신 전과 같다의 경우는 42명(28.6%)이었다. 3) 구토는 없으나 속이 거북하여 평소 식사량의 반정도 섭취한다 응답한 경우가 61명(41.5%)으로 가장 많은 비율을 차지하였고, 4) 구토가 끊시 심하여 음식을 전혀 못 먹는다의 경우가 22명(15%)으로 조사 대상자의 반 이상이 입덧으로 식사 섭취에 영향을 받은 것으로

조사되었다. 임신부의 흡연은 신생아의 체중을 감소시키는 것으로 알려져 있어서 본 연구에서 조사 대상자의 흡연에 관한 조사를 한 결과 흡연을 하는 임신부는 한 명도 없었다. 음주의 경우 7명이 소량 마신 경험이 있는 것으로 응답하여 조사 내용에서 제외하였다.

2. 식이 아연 섭취량

조사 대상자의 식이 섭취량은 Table 3에 제시하였으며 전체 평균 에너지 섭취는 1988.5 ± 417.2kcal로서 권장량의 88.2 ± 17.6%를 섭취하였다. 임신 초기에는 권장량의 79.6%, 중기에는 87.1%, 말기에 94.4%를 섭취하는 것으로 조사되었으며 시기별로 유의한 차이가 있었다. 그러나 에너지 섭취량에 비해 단백질의 섭취는 다소 높은 수준으로 임신 초기에 63.6 ± 22.0g, 임신 중기에 72.3 ± 16.0g, 임신 말기에 79.3 ± 21.9g으로 임신 시기별로 유의한 차이가 있었으며 평균 권장량의 97.4 ± 26.5%를 섭취하였다.

아연의 경우 평균 6.61mg을 섭취하는 것으로 조사되었으며 권장량의 44.1%에 해당하였다. 임신 초기에는 6.06 ± 1.94mg, 중기에는 6.57 ± 1.46mg이었으며 임신 말기에는 유의하게 높은 6.98 ± 1.44mg이었다. 우리나라 임신부의 아연 섭취량에 대한 조사는 전보³⁶⁾에서 보고한 임신부의 아연 섭취량 조사와 Ahn과 Park²⁹⁾이 보고한 임신부의 아연 섭취량 연구에 불과하며 이들의 연구에서도 임신부의 1일 평균 아연 섭취량은 7.68mg/day로 본 연구 임신부보다는 다소 높은 수준으로 권장량에 못 미치는 것으로 보고하였다. 조사 대상자의 아연 급원 식품군별로 섭취량을 분석한 결과 곡류군에서 47.3%로서 가장 많고, 그 다음이 육류와 난류에서 20.1%, 우유 및 유제품에서 10.9%, 과일 및 채소류에서 8.9%, 생선 및 해산물에서 6.36%, 유지류 및 견과류에서 6.4%를 섭취하는 것으로 조사되었다. 성인 여성을 대상으로 한 Park과 Chyun³⁷⁾의 연구와 비교해 볼 때 곡류군에서 44.4%, 어육류군에서 34.8%, 우유에서 8.8%의 아연을 섭취하는 것으로 보고하여 본 연구 대상자들의 어육류 섭취는 낮고 우유 섭취는 높은 것으로 분석되었다.

Table 3. Dietary nutrient intakes and percentages of RDA of pregnant women by trimester

Nutrient	Trimester			All periods	P-value
	1st	2nd	3rd		
Energy(kcal)	1715.7 ± 494.0 ^a (79.6 ± 23.0) ^b	1936.9 ± 338.6 ^b (87.1 ± 15.0) ^b	2216.2 ± 369.6 ^c (94.4 ± 15.8) ^c	1988.5 ± 417.2 (88.2 ± 17.6)	0.0000 (0.0002)
Protein(g)	63.6 ± 22.0 ^a (84.8 ± 29.4) ^a	72.3 ± 16.0 ^b (96.3 ± 21.4) ^b	79.3 ± 21.9 ^c (105.8 ± 29.2) ^c	73.0 ± 19.9 (97.4 ± 26.5)	0.0006 (0.0006)
Animal(g)	29.3 ± 13.4 ^a	33.6 ± 13.9 ^a	37.5 ± 18.3 ^b	34.1 ± 15.6	0.0223
Plant(g)	35.7 ± 12.0 ^a	38.7 ± 8.4 ^b	41.8 ± 8.2 ^c	39.2 ± 9.2	0.0019
(% kcal)	14.9 ± 2.8	15.0 ± 2.4	14.2 ± 2.2	14.7 ± 2.4	NS
Zn(mg)	6.06 ± 1.94 ^a (40.4 ± 13.0) ^a	6.57 ± 1.46 ^{ab} (43.8 ± 9.7) ^{ab}	6.98 ± 1.44 ^b (46.5 ± 9.6) ^b	6.61 ± 1.57 (44.1 ± 10.3)	0.0181 (0.0181)

Values are Mean ± SD. % RDA are in parenthesis

SAS general linear models procedure with Duncan multiple range test

Values in a row not sharing the same subscripts are significantly different at p < 0.05

Table 4. Zinc status indices by trimester during pregnancy

Index	Trimester			All periods	P-value
	1st	2nd	3rd		
Serum Zn(μg/dl)	86.4 ± 10.8 ^a	72.4 ± 10.3 ^b	65.1 ± 10.8 ^c	72.6 ± 12.8	0.0000
Adjusted Zn(μg/dl)	135.8 ± 19.9 ^a	108.7 ± 16.8 ^b	100.5 ± 18.2 ^c	111.0 ± 21.7	0.0000
ALP(U/L)	35.7 ± 7.4 ^a	36.9 ± 8.4 ^a	78.0 ± 26.6 ^b	50.6 ± 25.9	0.0000
Urinary Zn(mg/d)	0.27 ± 0.13 ^a	0.26 ± 0.13 ^a	0.37 ± 0.22 ^b	0.30 ± 0.17	0.0000
Urinary creatinine(g/d)	0.83 ± 0.21	0.86 ± 0.21	0.89 ± 0.19	0.87 ± 0.20	NS
Urinary Zn/creatinine(mg/g)	0.33 ± 0.15 ^a	0.31 ± 0.18 ^a	0.42 ± 0.25 ^b	0.35 ± 0.20	0.0016
Hematocrit(%)	36.1 ± 2.9 ^a	33.1 ± 2.6 ^b	34.8 ± 3.5 ^c	34.2 ± 3.2	0.0000

Values are Mean ± SD

SAS general linear models procedure with Duncan multiple range test

Values in a row not sharing the same subscripts are significantly different at p < 0.05

ALP: alkaline phosphatase

3. 생화학적 아연 영양상태

임신부의 혈청 아연 농도는 전체 평균 $72.6 \pm 12.8 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 임신 초기 $86.4 \pm 10.8 \mu\text{g}/\text{dl}$, 중기 $72.4 \pm 10.3 \mu\text{g}/\text{dl}$, 말기에 $65.1 \pm 10.8 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로서 임신 시기별로 유의하게 감소하였다(Table 4).

본 연구에서는 Dawson 등이 헤마토크리트를 이용하여 임신이 진행됨에 따라 혈장량 증가에 따른 혈청 아연 농도의 감소 현상을 보완한 다음의 식을 이용하여 adjusted serum Zn를 계산하여 보았다.²⁵⁾

$$\text{adjusted serum zinc} = \frac{\text{measured serum Zn}}{(100 - \text{Hct})} \times 100$$

그 결과 조절된 아연 농도 역시 임신 초기에 $135.8 \pm 19.9 \mu\text{g}/\text{dl}$ 에서 중기 $108.7 \pm 16.8 \mu\text{g}/\text{dl}$, 말기에는 $100.5 \pm 18.2 \mu\text{g}/\text{dl}$ 까지 임신 시기에 따라 유의하게 감소하였다($p = 0.0000$).

혈청 아연 농도에 관한 연구 결과는 여러 조사자들의 조사 방법과 조사 시기에 따라 서로 다르게 보고되고 있다.^{11,12,25,26)} 임신부를 대상으로 한 Ahn과 Park²⁸⁾의 연구에 의하면 혈

청 아연 농도가 평균 $94.03 \pm 36.99 \mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 상당히 높게 보고되었고 중기에 증가하였다가 말기에 감소한 것으로 보고하였으며, Ha와 Na²⁷⁾의 연구에서는 임신 초기 $71.16 \mu\text{g}/\text{dl}$, 임신 후기 $56.53 \mu\text{g}/\text{dl}$ 로 임신에 의해 혈청 아연 농도가 낮아짐을 보고하였다. 정상 임신부의 혈청 아연 농도는 임신 시기가 진행됨에 따라 감소한다고 알려져 있다.¹⁹⁾ 혈청 아연 농도의 감소를 일으키는 기전은 여러 가지가 알려져 있으나 명백하게 밝혀지지 않고 있다. 일부만이 혈액 내에서 아연을 수송하는 기본 단백질이기 때문에 일부만 농도의 감소 때문이라고도 한다.³⁸⁾ 또한 혈장 아연 농도의 감소가 호르몬의 변화 때문이라고 하며 Smith 등³⁹⁾은 임신부의 혈장 cortisol 농도와 혈장 아연 농도 간에 음의 상관 관계가 있음을 보고하였다. 혈청 아연 농도의 변화를 혈장량 팽창에 의한 생리적 현상으로 보고 있으며 말기의 감소는 태아에 의한 요구량 증가 때문이라고 보고하고 있다.⁴⁰⁾ 본 연구 결과 혈청 아연 농도는 초기 임신부의 경우 $86.4 \mu\text{g}/\text{dl}$, 중기 임신부는 $72.4 \mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 11.6% 감소하였으며, 말기 임신부의 경우 $65.1 \mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 중기 임신부에 비해 10.1% 감

소하였고 초기 임신부에 비해서는 24.7%의 감소를 나타냈다. 이는 Tuttle 등²⁵⁾이 보고한 결과와 비슷하였으나 이들은 임신 시기별로 혈장량을 직접 측정하여 혈액 중의 아연량(Zn mass)을 계산한 결과 임신이 진행됨에 따라 혈장 아연량은 증가하였으므로 임신 14주 후에 나타나는 혈장 아연 농도의 감소는 혈장량 증가에 따른 생리적 현상으로 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 혈장량 증가에 대한 보완책으로 헤마토크리트를 이용하여 혈청 아연 농도를 조절한 결과 조절된 아연 농도 역시 시기별로 감소하였다. 따라서 본 연구 대상자의 아연 영양상태는 단순히 혈장량 증가에 따른 생리적 현상으로 보기 어려우며 임신이 진행됨에 따라 아연 결핍이 있을 수 있다고 생각된다. Hunt 등⁴¹⁾의 연구에서는 20mg의 아연 보충제를 섭취한 임신부와 보충제를 섭취하지 않은 임신부 간에 혈청 아연 농도의 차이가 없었지만 아연 보충제 섭취로 53 μ g/dl 이하의 낮은 혈청 아연 수준을 나타내는 임신부의 수가 감소하였다. 본 연구에서 Hunt 등⁴¹⁾이 제시하는 53 μ g/dl 이하의 낮은 농도를 나타내는 임신부의 수를 살펴보면 임신 초기에는 한명도 없으며 임신 중기에는 3명, 말기에는 11명으로 임신 진행에 따라 아연 결핍의 위험이 나타난다고 하겠다.

아연 의존성 효소인 ALP(alkaline phosphatase) 활성도는 임신 초기에는 35.7 ± 7.4U/L였으며 임신 중기에는 36.9 ± 8.4U/L, 말기에는 78.0 ± 26.6U/L로 임신 시기별로 유의하게 증가하였다. 이 효소 활성의 정상 범위는 20~100 units/L⁴⁵⁾ 임을 고려할 때 본 연구 대상자의 초기 활성도는 낮은 한계치에 가까운 수준이었다.

낮은 혈청 ALP 활성도는 아연 결핍 판정의 유용한 지표로 알려져 왔으며^{42,43)} 아연 보충 후에 효소 활성도의 증가는 아연 결핍을 확인하는 유용한 지표로 보고되고 있다.⁴⁴⁾ Hambidge 등¹⁹⁾의 연구에서도 아연 보충군과 비보충군 임신부의 혈청 아연 농도의 변화에는 유의한 차이가 없었으나 보충군 임신부에서 ALP 활성도가 높게 나타나 비보충군 임신부의 아연 영양상태가 적절하지 못했다고 보고하였다. ALP 1 unit의 활성도는 30°C에서 분(minute)당 기질 1 μ mol을 가수분해시키는 단위로 정의되고 있다.³²⁾ 효소 활성의 정상 범위가 20~100 units/L임을 고려할 때⁴⁵⁾ 본 연구 대상자의 초기 활성도는 낮은 한계치에 가까운 수준으로 Park과 Chyu³⁷⁾의 정상 성인 여성을 대상으로 보고한 55.43 units/L보다도 낮아 임신 초에 경미한 아연의 결핍이 있을 것으로 판단된다. 그러나 임신 중기, 말기로 진행됨에 따라 ALP 활성도는 유의하게 증가하는 것으로 나타나 임신부에 있어서 ALP 활성도에 대한 해석을 어렵게 하는 결과를 가져왔다.

혈청 중의 전체 ALP는 모체에서 분리되는 열에 불안정한 종(heat-unstable ALP)과 태반에서 분리되는 열에 안정한 종(heat-stable ALP)으로 이루어지며, 후자는 임신 초기에 나타나서 분만 시까지 계속 증가하다가 산욕기에 떨어지는 것으로 보고되고 있다.^{19,26)} 그러나 태반에서 분리되는 ALP가 아연 의존성 효소인지는 알려지지 않고 있으며²⁶⁾ 만약 뼈나 간에서 분리되는 ALP와 다른 이성체 효소라면 아연 결핍 시 태반은 다른 조직보다 덜 영향을 받을 것이라고 하였다.¹⁹⁾

소변을 통한 1일 아연 배설량은 임신 초기에 0.27 ± 0.13mg을, 중기에는 0.26 ± 0.13mg, 말기에는 0.37 ± 0.22mg으로 임신 말기에 유의하게 증가하였다. 정상적으로 1일 0.3~0.6mg으로 보고되고⁴⁶⁾ 있으며 임신 초기의 1일 평균 배설량이 0.27 ± 0.13mg으로 정상 범위의 낮은 한계에서 벗어나 경미한(marginal) 아연 결핍이 예상된다. 임신부의 소변을 통한 아연 배설량은胎芽(emryo)의 기관 형성기(organogenesis)인 임신 초기에는 비임신부보다 감소한다고 한다.¹⁹⁾ 본 연구에서는 대조군으로 비임신부의 결과가 없어서 임신 초기에 소변을 통한 배설량의 감소가 어느 정도인지 알 수가 없다. 그러나 우리나라의 농촌 여성은 대상으로 한 Sung 등⁴⁷⁾의 연구에서 소변을 통한 아연 배설량은 1일 0.29mg으로 보고하였으며, Oh와 Yoon⁴⁸⁾의 연구에서는 20대 여성에서 1일 0.30mg으로 보고하고 있어 본 연구 임신부의 초기 아연 배설량 1일 0.27mg은 다소 낮은 수준이었다. 임신 말기에는 태아가 요구하는 아연량이 가장 큰 시기이나 소변을 통한 아연 배설량이 비임신부보다 더 많다고 한다.²¹⁾ 이는 임신 말기에 사구체 여과율의 증가에 따른 것으로 아연 뿐만 아니라 칼슘, 포도당, 아미노산, 수용성 비타민 등의 배설이 증가한다¹⁵⁾고 한다. 임신에 의해 glucagon 농도의 변화가 나타나며 따라서 glucagon/insulin 비가 변화함으로써 소변을 통한 아연 배설량이 증가한다고 보고되고 있다.³⁸⁾ 그러나 본 연구에서는 임신 시기별로 사구체 여과율의 변화를 따로 조사하지 않았기 때문에 임신부의 소변을 통한 아연 배설량만으로 아연 영양상태를 판정하는데는 신중을 기해야 하리라 생각된다.

임신 중 아연 상태 지표들의 변화 추세를 자세히 추정해 보기 위해 대상 임신부의 임신 시기를 좀 더 세분화하여 그 래프로 나타내었다(Fig. 1).

4. 아연 영양상태 지표간의 상관성

아연 영양상태 지표들 간의 상관 계수를 분석한 결과 임신 중 혈청 아연 농도는 ALP 활성도와 음의 상관을 나타내었으며($r = -0.34$, $p < 0.001$), 소변의 아연 배설량은

ALP 활성도와 양의상관($r = 0.20$, $p < 0.01$)을 보였다 (Table 5).

아연상태 지표와 임신부의 일반적 특성간의 상관관계를 Pearson 상관 계수를 이용하여 살펴보았다(Table 6). 혈청 아연 농도는 임신 시기에 따라 유의하게 감소하는 관계

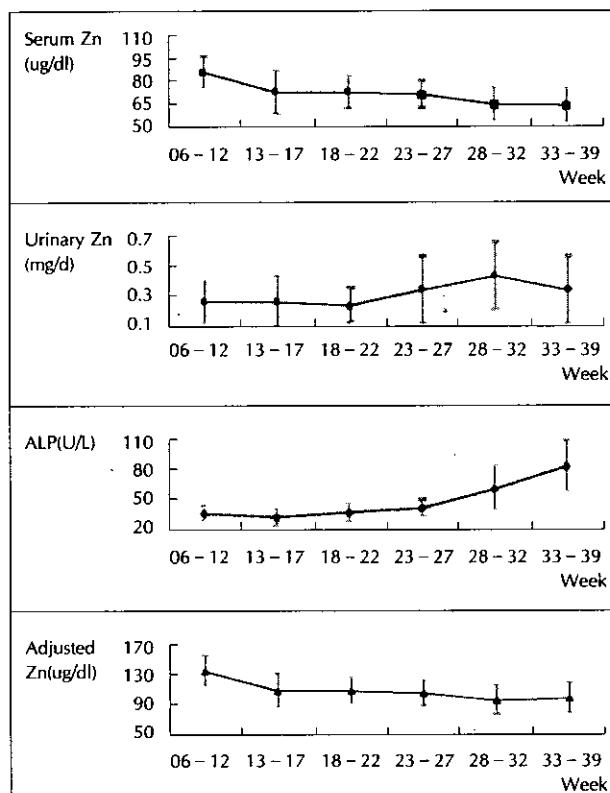


Fig. 1. Concentrations of zinc status indices as means per discrete week intervals during pregnancy.

를 나타내었으며($r = -0.51$, $p < 0.001$) 임신부의 체중이 증가할 수록 유의하게 감소하는 관계($r = -0.29$, $p < 0.001$)를 보였다. 소변을 통한 아연 배설량은 임신 시기($r = 0.24$, $p < 0.001$), 임신부의 인공 유산 횟수($r = 0.20$, $p < 0.01$), 임신 전 체중($r = 0.24$, $p < 0.001$), BMI($r = 0.24$, $p < 0.001$) 등과 유의한 양의 상관성을 보였으며 입덧의 정도와는 음의 상관($r = -0.16$, $p < 0.05$)을 나타내었다. 또한 ALP는 임신 시기가 진행됨에 따라 유의하게 증가를 보였으며($r = 0.74$, $p < 0.001$) 체중 증가와는 양의 상관을 나타내었다($r = 0.40$, $p < 0.001$).

요약 및 결론

임신부의 아연 영양상태를 파악하기 위하여 보건소에서 산전 진료를 받고 있는 임신부를 대상으로 임신부의 일반적 특성과 영양소 섭취 상태를 조사하고 생화학적 분석으로 혈청 아연 농도, ALP활성도, 소변의 아연 배설량을 조사하였다. 조사된 자료를 임신 시기에 따라 초기(~13주), 중기(14~26주), 말기(27주~)로 구분하여 시기별로 아연 영양 상태를 파악하였다.

임신부의 1일 평균 아연 섭취량은 6.61mg으로 권장량의 44.4%에 해당되었고 섭취량의 50% 정도가 아연 이용률이 낮은 곡류에서 섭취되었다. 임신 초기에는 6.06 ± 1.94 mg, 중기에는 6.57 ± 1.46 mg이었고 임신 말기에는 유의하게 높은 6.98 ± 1.44 mg을 섭취하는 것으로 나타났으며 임신이 진행됨에 따라 아연섭취량은 증가하는 것으로 나타났다. 아연의 생화학적 지표는 임신 시기별로 유의한 차이를 나타

Table 5. Correlation matrix between zinc status indices

	Serum Zn	Urinary Zn	ALP	Urinary Zn/creatinine
Serum Zn	1.00			
Urinary Zn	-0.04	1.00		
ALP	-0.34***	0.20**	1.00	
Urinary Zn/creatinine	0.05	0.89***	0.15*	1.00

ALP: alkaline phosphatase

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

Table 6. Pearson's correlation coefficient between zinc status indices and characteristics of subjects

	Age	Ge age	Parity	SA	IA	MS	Pwt	BMI	Wt gain
Serum Zn	0.01	-0.51***	-0.02	0.12	-0.00	-0.02	0.05	0.08	-0.29***
Urinary Zn	-0.05	0.24***	0.02	-0.00	0.20**	-0.16*	0.24***	0.24***	0.13
LP	-0.04	0.74***	-0.02	-0.09	0.09	-0.09	0.02	-0.01	0.40***
Urinary Zn/creatinine	0.01	0.20**	0.00	-0.06	0.13	-0.12	0.10	0.10	0.12

*: $p < 0.05$ **: $p < 0.01$ ***: $p < 0.001$

Ge age: gestational age, SA: spontaneous abortion, IA: induced abortion

MS: morning sickness, Pwt: prepregnancy weight, BMI: body mass index

내었다. 혈청 아연 농도의 경우 임신 초기에는 $86.4 \pm 10.8 \mu\text{g/dl}$ 이었으나 중기에는 11.6% 감소한 $72.4 \pm 10.3 \mu\text{g/dl}$ 였고 임신 말기에는 초기에 비해 24.7% 감소하여 $65.1 \pm 10.8 \mu\text{g/dl}$ 로 시기별로 유의하게 감소하였다. ALP(alkaline phosphatase) 활성도는 초기 $35.7 \pm 74\text{U/L}$ 였으나 중기에는 $36.9 \pm 8.4\text{U/L}$, 말기에는 $78.0 \pm 26.6\text{U/L}$ 로 유의하게 증가하였다. 또한 임신부의 소변을 통한 1일 아연 배설량은 임신 초기에 평균 $0.27 \pm 0.13\text{mg}$, 중기에는 $0.26 \pm 0.13\text{mg}$ 였으며 말기에는 $0.37 \pm 0.22\text{mg}$ 으로 유의하게 증가하였다.

이상을 요약해 보면 임신부의 경우 임신 시기에 따른 혈장 량 증가로 인하여 혈청 아연 농도는 아연 상태를 판정하는데 민감한 지표가 되지 못한다. 또한 아연 상태를 판정하는데 유용한 정보를 제공하는 것으로 알려진 소변을 통한 아연 배설량과 ALP 활성도가 임신에 의한 신장 기능의 생리적 현상과 태반에서 분리되는 ALP의 분비로 임신부의 아연 영양상태의 판정을 더욱 어렵게 하였다. 그러나 혈장 량 증가에 따른 혈청 아연 농도를 보완한 후에도 계속 혈청 아연 농도가 감소하였으며 본 연구 대상자의 아연 섭취량이 매우 낮고 아연 이용률이 낮은 곡류 위주의 식습관 때문에 임신이 진행됨에 따라 아연 결핍이 있을 것으로 생각된다. 따라서 임신부의 아연 영양상태는 백혈구의 아연 농도, 적혈구의 아연 농도, 여러 아연 의존 효소들의 분석을 통하여 세밀한 판정이 이루어져야 한다. 그리고 보충제 투여로 대조군과의 비교에 의해 좀더 정확한 판정이 이루어질 수 있다고 생각한다.

Literature cited

- 1) Jackson MJ. Physiology of zinc: General aspects. In: Zn in human biology, edited by CF Mills. Springer-Verlag, New York, pp.2-14, 1989
- 2) Hambidge KM, Casey CE, Krebs NF. Zinc. In: Trace elements in human and animal nutrition. 5th ed, vol. 2. Edited by W. Mertz. Orlando FL, Academic Press. pp.1-137, 1986
- 3) King JC, Keen CL. Zn. In: Modern nutrition in health and disease. Edited by Shils ME, Olson JA, Shike M. 8th ed. pp.214-230, 1994
- 4) Warkany J, Petering HG. Congenital malformations of the central nervous system in rats produced by maternal zinc deficiency. *Teratology* 5: 319-334, 1972
- 5) Hurley LS. Teratologic aspects of manganese, zinc and copper nutrition. *Physiol Rev* 61: 249-295, 1981
- 6) Hambidge KM, Neldner KH, Walravens PA. Zinc, acrodermatitis enteropathica and congenital malformations. *Lancet* 1: 577-578, 1975
- 7) Brenton DP, Jackson MJ, Young A. Two pregnancies in a patient with AE treated with zinc sulphate. *Lancet* 2: 500-502, 1981
- 8) Jameson S. Effects of zinc deficiency in human reproduction. *Acta Med Scand* 593(suppl): 1-89, 1976.
- 9) Soltan MH and Jenkins DM. Maternal and fetal plasma zinc concentration and fetal abnormality. *Br J Obstet Gynecol* 89: 56-58, 1982
- 10) Crosby WM, Metcoff J, Costiloe JP, Mameesh M, Sandstead HH, Jacob RA, McClain PE, Jacobson G, Reid W, Burns G. Fetal malnutrition: an appraisal of correlated factors. *Am J Obstet Gynecol* 128: 22-31, 1977
- 11) Neggers YH, Cutter GR, Acton RT, Alvarez JO, Bonner L, Goldenberg RL, Go RCP, Roseman JM. Positive association between maternal serum zinc concentration and birth weight. *Am J Clin Nutr* 51: 678-684, 1990
- 12) Kirskey A, Wachs TD, Yunis F, Srinath U, Rahmanifar A, McCabe GP, Galal OM, Harrison GG, Jerome NW. Relation of maternal zinc nutriture to pregnancy outcome and infant development in Egyptian village. *Am J Clin Nutr* 60: 782-792, 1994
- 13) Metcoff J, Costiloe JP, Crosby WM, Bentle L, Seshachalam D, Sandstead HH, Bodwell CE, Weaver F, McClain P. Maternal nutrition and fetal outcome. *Am J Clin Nutr* 34: 708-721, 1981
- 14) McMichael AJ, Dreosti H, Gibson GT, Hartshore JM, Buckley RA, Colley DP. A prospective study of serial maternal serum zinc levels and pregnancy outcome. *Early Hum Dev* 7: 59-69, 1982
- 15) Swanson CA, King JC. Zinc and pregnancy outcome. *Am J Clin Nutr* 46: 763-771, 1987
- 16) King JC, Turnlund JR. Human zinc requirements. In: Zn in human biology. Edited by CF Mills. Springer-Verlag, London, pp.335, 1989
- 17) Davies NT, Williams RB. The effect of pregnancy and lactating on the absorption of zinc and lysine by the rat duodenum in situ. *Br J Nutr* 38: 417-423, 1977
- 18) Swanson CA, Turnlund JR, King JC. Effect of dietary zinc sources and pregnancy on zinc utilization in adult women fed controlled diets. *J Nutr* 113: 2557-2675, 1983
- 19) Hambidge KM, Krebs NF, Jacobs MA, Favier A, Cuyette L, Ikle DN. Zinc nutritional status during pregnancy: a longitudinal study. *Am J Clin Nutr* 37: 429-442, 1983
- 20) King JC, Bronstein MN, Fitch WL, Weininger J. Nutrient utilization during pregnancy. *Wld Rev Nutr Diet* 52: 71-142, 1987
- 21) Swanson CA, King JC. Zinc utilization in pregnant and nonpregnant women fed controlled diets providing the zinc RDA. *J Nutr* 112: 697-707, 1982
- 22) Hutchins CJ. Plasma volume changes in pregnancy in Indian and European primigravidae. *Br J Obstet Gynecol* 87: 586-589, 1980
- 23) Gibson HM. Plasma volume and glomerular filtration rate in pregnancy and their relation to differences in fetal growth. *J Obstet Gynecol Br Commonw* 80: 1067-1074, 1973
- 24) Thompson RPH. Assessment of Zn status. *Proc Nutr Soc* 50: 19-28, 1991
- 25) Dawson EB, Albers J, McGanity WJ. Serum zinc changes due to iron supplementation in teenage pregnancy. *Am J Clin Nutr* 50: 19-28, 1973
- 26) Tuttle S, Aggett PJ, Campbell D, McGillivray I. Zinc and copper nutrition in human pregnancy: a longitudinal study in normal primigravidae and in primigravidae at risk of delivering a growth retarded baby. *Am J Clin Nutr* 41: 1032-1041, 1985
- 27) Ha EJ, Na HB. The study on concentrations of plasma zinc and copper of nonpregnant and pregnant in Korea. *Korean J Nutr* 26(3): 347-356, 1993
- 28) Ahn HS, Park SH. Maternal serum zinc concentration and pregnancy outcomes. *Korean J Nutr* 32(2): 182-188, 1999
- 29) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 30) Whitney EN, Rolfes SR. Understanding Nutrition. 6th ed. West Publishing Company, 1993
- 31) Bowers GN, McComb RB. A continuous spectrophotometric method for measuring the activity of serum alkaline phosphatase. *Clin Chem* 12: 70-89, 1966
- 32) Bloxam DL, Williams NR, Waskett RJD, Pattison-Green PM, Moranji

- Y, Stewart SG. Maternal zinc during oral iron supplementation in pregnancy: a preliminary study. *Clin Sci* 76: 59-65, 1989
- 33) Smith JC, Butrimovitz GP, Purdy WC. Direct measurement of zinc in plasma by atomic absorption spectroscopy. *Clin Chem* 25(8): 1487-1491, 1979
- 34) Breskin MW, Worthington-Roberts BS, Knopp RH, Brown Z, Plovie B, Mottet NK, Mills JL. First trimester serum zinc concentrations in human pregnancy. *Am J Clin Nutr* 38: 943-953, 1983
- 35) Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. Blakiston Co. Inc. Toronto, pp.809, 1954
- 36) Yu KH, Yoon JS. A cross-sectional study of nutrient intakes by gestational age and pregnancy outcome(1). *Korean J Nutr* 32(8): 877-886, 1999
- 37) Park JS, Chyu JH. Dietary zinc analysis and changes of zinc nutriture with zinc supplementation in Korean adults. *Korean J Nutr* 26(9): 1110-1117, 1993
- 38) Giroux E, Schechter PJ, Schoun J. Diminished albumin binding of zinc in serum of pregnant women. *Clin Sci Mol Med* 51: 545-549, 1976
- 39) Smith MA, Moser-Veillon B, Nagey DA, Douglas LW, Smith JC. Blood and urinary zinc changes after glucose challenge in early and late pregnancies. *Am J Clin Nutr* 48: 664-670, 1988
- 40) Swanson CA, King JC. Reduced serum zinc concentration during pregnancy. *Obstet Gynecol* 62: 313-318, 1983
- 41) Hunt IF, Murphy NJ, Cleaver AE, Faraji D, Swendseid ME, Coulson AH, Clark VA, Laine N, Davis CA, Smith JC. Zinc supplementation during pregnancy: zinc concentration of serum and hair from low-income women of Mexican descent. *Am J Clin Nutr* 37: 572-582, 1983
- 42) Kasarkis EJ, Schuna A. Serum alkaline phosphatase after treatment of zinc deficiency. *Am J Clin Nutr* 33: 2609-2612, 1980
- 43) Neldner KH, Hambidge KM. Zinc therapy of acrodermatitis enteropathica. *New Eng J Med* 292: 879-882, 1975
- 44) Prasad AS, Rabbani P, Abasii A, Bowersox E, Fox MRS. Experimental zinc deficiency in humans. *Ann Intern Med* 89: 483-490, 1978
- 45) Bauer JD. Clinical laboratory methods. 9th ed, the C.V. Mosby Company, pp.580-581, 1982
- 46) Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford, pp181, pp. 349-376, 1990
- 47) Sung CJ, Choi MK, Jo JH, Lee YJ. Relationship among dietary intakes, blood level, and urinary excretion of minerals and blood pressure in Korean rural adult men and women. *Korean J Nutr* 26(1): 89-97, 1993
- 48) Oh HM, Yoon JS. Zinc status of adult female in the Taegu region as assessed by dietary intake and urinary excretion. *Korean J Comm Nutr* 2(1): 52-62, 1997