

## 한국 여대생의 혈청과 두발중 아연 함량에 관한 연구\*

昇 正 子

숙명여자대학교 가정대학 식품영양학과

### A Study on the Zinc Concentration in Serum and Hair of Korean Female Collegians

Chong Ja Sung

*Dept. of Food Science and Nutrition, Sook Myung Women's University*

#### = ABSTRACT =

Due to the fact that blood gathering is not readily accepted by people, it has been difficult to make a full-scale study on zinc through blood analysis. For that reason, in this paper, a correlation of zinc contents in serum and hair was studied to find out whether only hair, which is relatively easy to collect, can be used for a measurement of zinc content.

The subjects were 47 healthy female collegians selected at random, whose average age was 22, mean height 159.1cm and average weight 49.7kg.

The mean zinc value in serum of subjects was  $107.1 \pm 29.0 \mu\text{g}/100\text{ml}$ , while the mean value in hair was  $150.2 \pm 42.7\text{ppm}$ . Correlation analysis shows that there was a significant correlation in zinc contents of serum and hair ( $p < 0.01$ ).

The results shows that measuring zinc level by using only hair samples would be satisfactory. But the use of hair sample for a measurement of zinc level has one demerit. That is, the method is more likely to be subjected to contamination because it makes more complicated procedures in sample preparation than the method of using blood sample.

#### 서 론

아연(Zn)에 관한 인체 연구는, 1963년 Prasad 등에 의하여 페르시아와 에집트 소년들을 대상으로 수행되

었는데, 아연이 결핍된 소년들에게서 생식기 부전 왜소증 (Hypogonadal Dwarfism), 성숙지연, 피부질환, 간경화증, 비장종증, 철결핍증등이 나타났다<sup>1)</sup>. 또한, 사람에게 아연이 결핍되면, 외과적 상처 치료의 지연<sup>2)</sup>, 미각 감퇴증(Hypogunia)<sup>3)</sup>과, 후각 감퇴증(Hyposmia)등<sup>3)</sup>이 나타났으며, 이때 아연을 보충시키면 다시

\* 본 연구는 문교부 학술연구비 지원으로 이루어짐.

접수일자 : 1984. 4. 6.

정상으로 되돌아 온다는 보고도 있다. 또한 아연은 여러 가지 질병과도 밀접한 관계가 있기 때문에, 아연의 체내 상태를 측정함으로써, 질환의 유무를 판정하고 있다. 즉, 당뇨병<sup>4)5)</sup>, 동맥경화증<sup>6)</sup>, 고혈압<sup>7)</sup>, 폐결핵<sup>8)</sup>, 알콜 과다 섭취에서 기인되는 간경변증<sup>9)10)</sup>, 악성빈혈<sup>1)</sup>, 류마티스성 관절염<sup>11)</sup>, 신경염<sup>12)13)</sup> 등과 피임약의 복용시에는<sup>14)</sup> 아연의 체내함량이 극히 저조한 것으로 나타났다. 따라서, 아연의 체내 보유상태를 측정한다는 것은 체내의 여러 기능을 검사해 봄과 동시에, 질환의 유무도 평가할 수 있는 방법으로서, 과거로부터 혈장, 혈청, 적혈구, 두발, 타액과 뇨 등의 아연 함량이 측정되어 왔다.

이 방법들 중에서, 혈청의 아연 함량을 측정하는 방법이 가장 많이 이용되고 있는 반면에, 두발을 이용하여 아연의 영양 상태를 판정하는 것에 관한 연구는 극히 드문 것으로 보여진다<sup>15)16)</sup>. 특히, 우리나라의 경우, 아연에 관한 연구는 채<sup>17)</sup>의 혈청 아연 측정과, 강등에 의한<sup>18)</sup> 각종 질환에 있어서의 혈청내 아연 함량 변동에 관한 연구와, 구등<sup>19)</sup>의 여드름 환자의 혈청내 아연 함량 조사등, 혈청에서 아연의 함량을 조사한 연구는 있으나, 두발내의 아연의 함량을 조사한 연구는 허등<sup>20)</sup>의 두발에 관한 연구, 김등<sup>21)</sup>의 도시 및 농촌 지역의 취학 아동의 두발중 미량 금속 원소의 함량 조사에 관한 연구등 극히 한정되어 있다.

그러나, 돼지의 경우, 아연이 결핍되었을 때, 혈장이나 혈청보다는 돼지털이나, 뼈에서 더 현저한 아연 결핍증을 관찰할 수 있었다는 보고<sup>22)</sup>와, 두발의 아연 함량이 다른 기관에 비하여 10 배 이상의 많은 양이 함유되어 있으며, 혈장이나 혈청보다는 약 20 배 가량 더 많이 함유되어 있다는 보고도 있고 하여<sup>23)</sup> 두발의 아연 함량 측정 방법도 아연의 영양 상태를 판정하는데 있어서 좋은 지침이 되리라고 생각된다. 따라서 본 연구에서는, 아연의 영양 상태를 정확히 보여준다는 혈청의 아연 함량과, 두발의 아연 함량을 비교하여, 혈청과 두발의 아연 함량간의 상관관계를 알아봄으로써,

두발의 아연 함량 측정만으로도 아연의 영양 상태를 정확히 판정할 수 있는지의 여부를 확인해보고, 우리나라 여대생들의 혈청과 두발의 아연 함량의 평균치를 알아 보는데 그 목적을 두었으며, 1955년 Walsch<sup>24)</sup>에 의하여 개발된 원자흡광분석법 (Atomic Absorption Spectroscopy: A.A.S.)을 이용하여 실시하였다.

## 실 험

### 1) 실험 대상자

숙명여자대학교 식품영양학과에 재학중인 21~25 세까지의 건강한 여학생으로, 총 대상자 수는 47 명이었다. 1983년 10월 12일에 sample을 채취하였으며, 이와 더불어 신장과 체중, 그리고 질병의 유무를 알아보았다.

### 2) 실험 방법

Atomic Absorption Spectrophotometer Jarrel-Ash Model 82-526 U.S.A.를 이용하여 아연을 정량하였으며 측정 조건은 Table 1과 같다.

#### (1) 두발의 전처리 및 정량:

Petering과 Yeager<sup>25)</sup>의 방법에 의하여 원자흡광도계를 이용하여 다음과 같은 조작으로 측정하였다.

##### ① 시료의 전처리

두발을 각 개인별로 약 1g을 채취하여, 불순물을 제거 하기 위해 500ml 비이커에 담은 후, 50~60℃의 재증류수 200ml와 2% sodium laurylsulfate (중성세제) 용액 200ml를 넣고, 가끔 유리 막대로 저으면서 60분 동안 방치한 다음, 여과기로 흡입 여과 시킨 후, 더운 재증류수로 여러 차례에 걸쳐 충분히 씻고 건조 여과지 사이에서 수분을 제거한 후, 작은 비이커에 옮겨 40℃ 이하의 건조기속에서 하룻밤 건조시킨 후에 작은 용기에 넣어 보존하여 시료로 사용하였다.

##### ② 유기물 분해

①에서 전처리한 시료 약 500mg을 정확히 달아 250ml Kjeldahl flask에 넣고 진한 질산과 과염소산을 3:1의 용량비로 하여 가열분해하였다. 완전히 분해시킨 액을 냉각시킨후 탈염수를 넣어 200ml로 정확히 만들어 검액으로 사용하였다.

##### ③ 아연의 정량

위의 검액 10ml를 정량 pipette으로 정확히 취하여, 200ml분액 깔대기에 넣고 50% ammonium citrate(dibasic) 시액 10ml를 넣고, thymolblue 지시액을 2~3방울 넣은 후에, ammonia 수로 pH를 약 8.3으로 조

Table 1. Measuring condition of Zinc

Wave length (A)	2139
Current (mA)	20
Slit width (mm)	0.1
Burner height (mm)	7.0
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> flow rate (l/min)	1.5-2.0
Air flow rate (l/min)	12

Table 2. Zinc concentration in serum and hair of female collegians

Subjects	Age ( year )	Height ( cm )	Weight ( kg )	Blood ( g / 100 ml )	Hair ( ppm )
47	22 + 1 ( 21 - 23 )	159.1 ( 150 - 166.6 )	49.7 ( 43 - 58 )	107 ± 29 <sup>a</sup> ( 64 - 168 )	150.2 ± 42.7 <sup>a</sup> ( 49.3 - 237.2 )

a : mean ; SD ( ) : mean ; range

절하고, 여기에 10% DDTC(sodium diethyldithiocarbamate)시액 10 ml를 넣어 혼합하고, 수분간 방치한 후, MIBK(Methyl isobutyl ketone) 20 ml를 정확히 넣고 2분간 강하게 흔들어 섞고, 방치후 MIBK층을 건조 여과지로 여과한 다음에 흡광도를 측정하고, 따로 아연 표준액을 가지고 작성한 검량선으로부터 아연의 양을 산출하였다.

(2) 혈액의 전처리 및 정량 :

Sprague 와 Slavin<sup>26)</sup>의 방법에 의하여, 원자흡광도계를 이용하여 다음과 같은 조작으로 측정하였다.

① 시료의 전처리

12 시간 공복후, 앉은 자세에서, Zn-free인 진공채혈관으로 정맥혈 5 ml를 채취하여, 1 시간 정도 방치한 후, 3000 r.p.m. 으로 10 분간 원심분리하여 분리된 혈청을 Zn-free인 다른 진공 채혈관에 옮겨 보관하였다.

② 아연의 정량

①의 시액을 재증류를 이용하여 곧바로 1:4의 비율로 희석하여 흡광도를 측정 하였다. 각 sample 은 5 차례씩 반복 측정한 후, 그 평균치를 사용하였으며, 따로 만들어 놓은 아연 표준액을 가지고 작성한 검량선으로부터 아연의 양을 산출하였다.

3) 자료의 통제 처리

분석 결과는 student's t-test 를 통해 유의 수준을 검정하였다.

결과 및 고찰

본 실험에서 혈청과 두발의 아연 함량을 측정한 결과는 다음과 같았다.

여대생 47 명의 평균 연령은 22 세였고 (21~23), 평균 신장 159.1cm(150~166.5), 평균 체중은 43.58kg (43~58) 이었으며, 혈청과 두발의 아연 함량은 Table 2와 같았다.

Fig. 1 은 여대생들의 혈청의 아연 함량의 분포도이다.

다.

이 분포도를 살펴보면, 81~150 μg/100 ml 수준이 전체의 74.5%를 차지하며, 151~170 μg/100 ml 수준은 14.9%, 51~80 μg/100 ml 은 10.6%를 차지하고 있다. 이 결과는 Bertram<sup>33)</sup>이 여러 학자들의 실험 결과를 종합한 사람의 혈청의 아연 함량인 80~150 μg/100 ml 의 수준에 일치된다. 또한, 본 실험을 통하여 조사된 여대생들의 혈청의 평균 아연 함량인 107.4 ± 20.0 μg/100 ml 는 채<sup>17)</sup>가 조사한 우리나라의 성인 24 명의 혈청의 평균 아연 함량 (109.1 ± 10.86 μg/100 ml) 과 유사하며, 구<sup>19)</sup>가 조사한 6 명의 우리나라 성인의 평균 혈청 함량 (116 ± 4 μg/100 ml) 보다는 낮았다.

Table 3 은 현재까지 여러 학자들에 의하여 조사된 혈청의 아연 함량 수준이다.

Fig. 2 는 여대생들의 두발의 아연 함량의 분포도이다.

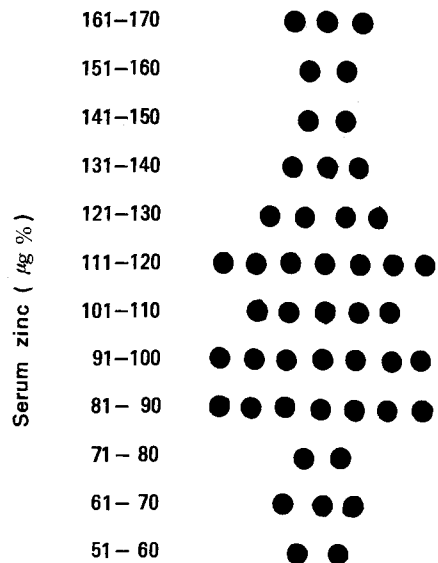


Fig. 1. The distribution of serum zinc levels in 47 women students.

Table 3. Serum zinc concentration as reported by various investigators

Investigator	Subjects and Country	Serum zinc, $\mu\text{g}/100\text{ml}$
Prased et al. (1965) (10)	14 Normal adults, Egypt	$104 \pm 14^a$
Davis et al. (1968) (4)	30 Normal adults, England	$95 \pm 13^a$ (♂)
	" " "	$96 \pm 10.5^a$ (♂)
Withers et al. (1968) (27)	25 Normal adults U.S.A.	$110 \pm 21^a$
Tchai et al. (1971) (17)	23 Normal adults, Korea	$109.1 \pm 10.86^a$
Bergmann et al. (1979) (28)	285 Normal German children (4 years), Germany	$110^a$
Love et al. (1979) (29)	6 Normal adults (27-55 years), Ireland	$95.0 \pm 12.5^a$ (76.0-150)
Schechter et al. (1979) (30)	28 Normal adults, France	$83.5 \pm 9.1^a$
	23 Normal adults, France	$84.1 \pm 10.5^a$ (♂)
Kapu et al. (1979) (6)	127 Normal adults, Nigeria	105.3
Culebrans et al. (1979) (5)	10 Normal adults, Spain	$147 \pm 45^a$ (96-248)
Henkin et al. (1979) (31)	9 Infants with TPD, U.S.A.	$80 \pm 7^a$
Schwanson (1983) (32)	5 Women (26 years), U.S.A.	$87 \pm 3^a$
Koo et al. (1980) (19)	6 Normal adults (15-24 years), Korea	$116.0 \pm 4$ (98-141)

a: Values are mean  $\pm$  SE. b: Values are mean  $\pm$  SD.

두발의 아연 함량에 관한 분포도를 살펴보면, 106 ~ 205ppm 수준이 전체의 78.7%이며, 206~245ppm 수준이 4.3%, 45~105ppm 수준이 17.0%로서, 본 실험 결과의 정상 범위는 Bertram<sup>33)</sup>에 의해 실시된 여러 결과를 종합한 사람의 두발의 아연 함량의 정상 범위인 100~250ppm에 포함된다.

본 실험을 통하여 조사된 여대생들의 두발의 평균 아연 함량은  $150.2 \pm 42.7\text{ppm}$ 으로서, 김<sup>21)</sup>이 조사한 60명의 우리나라 농촌 지역 취학 아동의 두발 아연 함량의 평균치인  $153.9 \pm 8.87\text{ppm}$ 과 유사하며, 60명의 서울 지역 취학 아동의 두발의 평균 아연 함량인  $170.1 \pm 4.16\text{ppm}$  보다는 낮았다. Table 4는 여러 학자들에 의하여 조사된 두발의 아연 함량을 나타낸다.

본 실험에서, 혈청과 두발의 아연 함량간의 상관 관계를 살펴보면,  $P < 0.01$ 에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

혈청과 두발의 아연 함량에 관한 연구는 Bergmann<sup>28)</sup>의 나이에 따른 혈청과 두발의 아연 함량에 관한 연구가 있으며, 아연의 영양 상태를 판정하기 위하여 본 실험과 유사한 혈청과 두발의 아연 함량간의 상관관계에 대한 연구는 조사된 바 없고, 다만, 혈청대신에, Klevy<sup>35)</sup>는 여러 연령층의 두발과 혈장의 아연 함량 연구에서, 30명의 소녀들과 (11~15세), 11명의 소년들

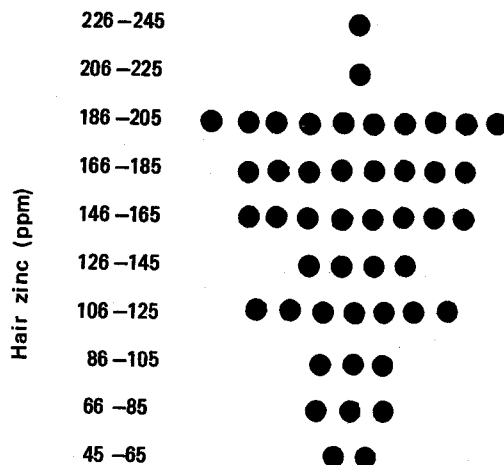


Fig. 2. The distribution of hair zinc levels in 47 women students.

의 (16~20세) 두발과 혈장의 아연 함량에서 유의적인 차이가 있다고 보고한 바 있다. 혈청과 혈장의 아연 함량에 대한 여러 학자들의 실험 결과를 종합해보면, 건강한 사람의 혈장 아연의 평균치는  $90 \sim 120 \mu\text{g}/100\text{ml}$ <sup>9)10)27)35)42)</sup> 이라고 하며, 건강한 성인의 혈청 아연의 평균치가  $80 \sim 120 \mu\text{g}/100\text{ml}$ <sup>5)7)9)10)17)32)</sup> 라고 보고되었다. Sullivan과 Lankford<sup>43)</sup>은 혈장보다 혈청의

Table 4. Hair zinc concentration as reported by various investigators

Investigator	Subjects and country	Hair zinc, ppm
Strain et al. (1966) (15)	12 Normal Egyptians (27-40 years), Egypt	103±4.4 <sup>a</sup>
Reinhold et al. (1966) (16)	19 Male village adults, Lebanon	139±16.4 <sup>a</sup>
Eminians et al. (1967) (34)	Control village Iranian male, children, mean age 10.8 years, Iran	163±22 <sup>b</sup>
Klevay (1970) (35)	19 Panamanian females (16-20 years), Panama	210±288 <sup>a</sup>
	14 Panamanian males (16-20 years), Panama	163±27 <sup>a</sup>
Lois et al. (1971) (23)	75 Iranian children (6-12 years), Iran	199±22 <sup>a</sup> (151-254)
Hambidge et al. (1978) (36)	Female adults, U.S.A.	160-180
Bergmann et al. (1979) (28)	96 Preschool children (4 years), Germany	146.2±59.2 <sup>a</sup>
Reimold (1979) (13)	33 American children (7 years), U.S.A.	135 (125-150)
Butler et al. (1979) (37)	16 Normal Negro adults, U.S.A.	220±14.2 <sup>b</sup>
	16 Normal Caucasian adults, U.S.A.	228±17.3 <sup>b</sup>
Bergmann et al. (1980) (38)	17 German mothers, Germany	181.6±31.4 <sup>a</sup>
Freeland-Graves et al. (1980) (39)	5 Women (20-29 years), U.S.A.	263±75 <sup>a</sup>
	7 Women (20-29 years), U.S.A.	260±34 <sup>a</sup>
Kim Dong Hyun et al. (1982) (21)	60 School children in urban (Seoul), Korea	170.1±4.16 <sup>a</sup>
	60 School children in agricultural areas, Korea	153.9±8.87 <sup>a</sup>
Michele et al. (1983) (40)	24 Normal adults (18-24 years), U.S.A.	181.72±44.29 <sup>a</sup>
Walravers et al. (1983) (41)	40 Preschool children (2-6 years), U.S.A.	107±35 <sup>a</sup>
Schwanson et al. (1983) (32)	5 Women, U.S.A.	175±16 <sup>b</sup>
	5 Women, U.S.A.	195±11 <sup>b</sup>

a: Values are mean±SE. b: Values are mean±SD.

아연 함량이 낮다고 보고 했으며, Foley 등<sup>42)</sup>은 혈청이 혈장보다 16% 정도 높다고 보고 하였다. 또한 Bertram<sup>33)</sup>은 여러 학자들의 실험을 종합해본 결과 혈장과 혈청의 아연 함량은 80~150 µg/100 ml의 범위내에 있으며, 혈청과 혈장의 아연 함량이 유사하다고 보고 하였다. 그러므로, 본 실험의 결과를 통하여, 두발만으로도, 아연의 영양 상태를 판정할 수 있는 좋은 자료가 될 수 있으며, 시료 수집이 용이하고, 특히, 혈액 채취가 어려운 어린 아이들의 아연의 영양 상태를 쉽게 판정할 수 있지않을까 사려되는 바이다. 그러나, 예외적으로, 아연의 결핍이 극심한 경우 (acrodermatitis enteropathia)<sup>44)</sup>에는 오히려 아연의 함량이 증가한다는 보고도 있기 때문에, 두발 하나만의 아연 함량으로 아연의 결핍증을 알아보는 데는 그 정확성이 어느정도 결여될 것으로 사려된다. 또한, 혈청의 아연 함량은 사람의 아연 결핍을 예민하게 반영해 주는데 비하여, 두발의 아연 함량은 몇 주, 혹은, 몇 달 후에 서서히

변화되며, 아연을 보충시켜 주어도 두발은 아연 함량 회복 속도가 느리다는 보고도 있어서<sup>28)45)</sup>, 현재의 아연 영양 상태를 판정하는 데는 혈청이 더 정확하다고 볼 수 있겠으나, 대조군과 실험군간의 비교는 두발 하나만의 시료로도 아연이 관련된 질병의 유무를 알아보는 데 충분하다고 생각한다.

그러나, 아연은 그 자체가 극 미량 원소이기 때문에, 측정 방법에 있어서 많은 요인들을 고려해야 할 것으로 사려된다. 예를 들어,

- 1) 가능한 한, 분석 절차를 감소시켜야 하며,
- 2) 금속이 들어 있지 않은 기구를 사용하여야 하며,
- 3) 조사 대상자 수는 가능한 많이 측정 하고, blank test도 여러번 해야 한다는 것.
- 4) 혈액 채취전에는 최소한 4시간 가량 공복 상태가 유지되어야 할 것.
- 5) 혈액을 냉동 보관할 때는, 그 기간, 온도등에도 세심한 주의가 기울어져야만 된다는 점등이다.

이와 같은 문제점들을 고려해 볼 때, 혈청은 Zn-free 인 진공 채혈관을 사용하여, 즉시 재증류수로 희석하여 측정할 수 있기 때문에, 측정 과정이 간단하고, 오염의 가능성이 적으나, 두발을 시료로 이용할 경우, 전처리 과정에서, 그 절차가 혈액보다 복잡하기 때문에, 경우에 따라서는 정확도가 결여되기 쉬우므로, 세심한 주의가 요구된다.

## 결 론

평균 연령 22세, 평균 신장 159.1cm, 평균 체중 49.7 kg 인, 우리나라의 건강한 여대생 47 명을 대상으로, 원자흡광도계를 사용하여, 혈청과 두발의 아연 함량을 측정하여 그 상관관계를 살펴보고, 그 두 종류의 시료를 이용한 측정 방법을 비교해 본 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 실험 대상자의 혈청내 평균 아연 함량은  $107.1 \pm 29.0 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$  였다.
- 2) 실험 대상자의 두발의 평균 아연 함량은  $150.2 \pm 42.7 \text{ ppm}$  이었다.
- 3) 실험 대상자의 혈청과 두발의 아연 함량간의 상관관계를 살펴 본 결과, 서로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다 ( $P < 0.01$ ). 따라서, 두발의 아연 함량 측정만으로도 아연의 영양 상태를 판정할 수 있는 것으로 사려된다.
- 4) 혈청의 아연 측정 방법과 두발의 아연 측정 방법을 비교해 본 결과, 두발을 이용한 측정은 혈액을 이용한 측정 방법에 비하여 많은 전처리와 복잡한 과정이 요구되므로, 두발을 이용하여 아연의 함량을 측정하고자 할 때는, 정확성을 기하기 위하여, 혈액, 뇨, 타액, 적혈구, alkaline phosphatase 등의 다른 시료의 측정을 병행하는 것이 바람직하리라고 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Prasad, A.S., Schulert, A.R. Jr.: Zinc and iron deficiency in male subjects with dwarfism and hypogonadism but without an cyclostomiasis, schistosomiasis or severe anemia. *Amer. J. Clin. Nutr.* 12: 437-444, 1963.
- 2) Pories, W.J., Henzel, T.H., Bob, G.G.: Acceleration of healing with zinc sulfate. *Ann. Surg* 165: 432-436, 1967.
- 3) Henkin, R.I., Schechter, P.J., Hoye, R.: Idiopathic hypoguesia with dysgeusia, hyposmia, and dysosmia. A new syndrome. *J.A.M.* 217: 434-440, 1971.
- 4) Davies, T., Musa, M. & Dormandy, T.L.: Measurements of plasma zinc. *J. Clin. Path.* 21: 359-365, 1968.
- 5) Culebras, J.M., Luque, M.J., Ribas, B., Santiago, M. & Dean, M.: Levels of iron, copper and zinc in serum and urine in the diabetes mellitus. In Kirchgessner, M. ed., Trace element metabolism in man and animals-3. Institut fuer Ernahrungspysiologie Technische Universitaet Muenchen. pp. 381-382, 1979.
- 6) Kapu, M.M., Fleming, A.F. & Edington, G.M.: Trace element changes (zinc and copper) in normal nigerians, those with sickle cell disease and pulmonary tuberculosis. *ibid* pp. 363-365, 1979.
- 7) Zumkley, H. & Richter, K.D.: Einfluss von Zink Mangel -Diet bei Ratten mit spontaner Hypertonie. *Akt. Ernaehr.* 8: 113-115, 1983.
- 8) Koo, S.I. & Ramlet, J.S.: Dietary cholesterol decreases the serum level of zinc: further evidence for the positive relationship between serum zinc and high density lipoprotein. *Am. J. Clin. Nutr.* 37: 918-923, 1983.
- 9) Schechter, P.J., Giroux, E. & Sjoerdsma, A.: Zinc distribution in human serum, with data on alterations in pregnancy and hepatic cirrhosis. In Kirchgessner M. ed., Trace element metabolism in man and animals -3. Institut fuer Ernahrungsphysiologie Technische Universitaet Muenchen. pp. 343-344, 1979.
- 10) Prasad, A.S., Oberleas, D., & Halsted, J.A.: Determination of zinc in biological fluids by atomic absorption spectrophotometry in normal and cirrhotic subjects. *J. Lab. Clin. Med.* 66: 508-510, 1965.
- 11) Tiggelen, van C.J.M.: Zank in der Geriatrie. *Akt. Ernaehr.* 8: 140-142, 1983.

- 12) Ritz, E. & Klooker, P. : *Zinkmangel bei Uraemie? Akt. Ernaehr.* 8 : 128-132, 1983.
- 13) Reimold, E.W. : *Zinc excretion and plasma zinc level in children with nephrotic syndrome.* In: *Kirchgessner, M. ed., Trace element metabolism in man and animals-3. Institut fuer Ernaehrungsphysiologie Technische Universitaet Muenchen, pp. 346-349, 1979.*
- 14) Moghissi, K. & Stryker, J.C. : *Effect of oral contraceptives agent on nutritionts.* *Am. J. Clin. Nutr.* 28 : 377-384, 1975.
- 15) Strain, W.H., Steadmann, L.T., Lankau, C.A.Jr., Berliner, W.P. & Pories, W.J. : *Analysis of zinc levels in hair for the diagnosis of zinc deficiency in man.* *J. Lab. Clin. Med.* 68 : 244, 1966.
- 16) Reinhold, J.G., Kfoury, G.A., Ghalebmon, M. A. & Bennett, J.C. : *Zinc and copper concentration in hair of iranian villagers.* *Am. J. Clin. Nutr.* 18 : 294-296, 1966.
- 17) 채범석, 석영건, 박동수 : 원자흡광분석법에 의한 혈청의 Zn의 측정. *한국영양학회지*, 4(3) : 1-3, 1971.
- 18) 강신일 : 각종 질환에 있어서 혈청 Zn량의 변동에 관한 연구. *대한내과학회지*, 12 : 203, 1969.
- 19) 구성자, 고인석 : 여드름 환자 혈청중의 아연 함량 조사. *경희약대논문집*, 8 : 7-9, 1980.
- 20) 허 령, 오성태, 이해빈 : 모발에 대한 연구. *중앙화학연구보*, 53 : 58, 1958.
- 21) 김동현, 고인석 : 도시 및 농촌지역의 취학아동 두발중 미량 금속원소의 함량 조사에 관한 연구. *경희약대논문집*, 10 : 59-64, 1982.
- 22) Lewis, P.K. Jr., Hoekstra, W.G., & Gummer, R. H. : *Restricted calcium feeding versus zinc supplementation for the control of parakeratosis in swine.* *J. Animal Sc.* 16 : 578, 1957.
- 23) Lois, D. Mc Bean, Mohsen, M.S., Reinhold, J. G. & Halsted, J.A. : *Correlation of zinc concentrations in human plasma and hair.* *Am. J. Clin. Nutr.* 24 : 506-509, 1971.
- 24) Walsch, A. : *The application of atomic absorption spectra to chemical analysis.* *Spectrochim. Acta* 7 : 108-117, 1955.
- 25) Petering, H.G. & Yeager, D.W. : *Zinc, copper, cadmium and lead content of hair of a sample of U.S. urban population.* *Proc. Western Hemisphere Nutr. Congr. II, pp. 38, 1969.*
- 26) Sprague, S. & Slavin, W. : *Determination of iron, copper, and zinc in blood serum by atomic absorption method requiring only dilution.* *At. Absorption Newsletter* 4 : 228, 1965.
- 27) Withers, A.F., Baker, H., Musa, M. & Dormandy, T.L. : *Plasma zinc in psoriasis.* *Lancet* 2 : 278-281, 1968.
- 28) Bergmann, K.E., Stegner, W., Klarl, A., Mako-sch, G., Tews, K.H. & Bergmann, R.I. : *Zinkmangel im Kindesalter, In Gladtk E. ed., Spurenelemente, Georg Thieme Verlag Stuttgart, 95-104, 1979.*
- 29) Love, A.H.G., Elmes, M., Golden, M.K. & McMaster, D. : *Zinc deficiency and coeliac disease, In Kirchgessner M. ed., Trace element metabolism in man and animals -3. Institut fuer Ernaehrungsphysiologie Technische Universitaet Muenchen. pp. 357-358, 1979.*
- 30) Schechter, P.J., Giroux, E. & Sjoerdsma, : *Zinc distribution in human serum, with data on alteration in pregnancy and hepatic cirrhosis. ibid pp. 343-344, 1979.*
- 31) Henkin, R.I. & Grover, W.D. : *Trichopoidoostrophy (TPD) New Aspects of pathology and treatment. In Kirchgessner M. ed., Trace element metabolism in man and animals -3. Institut fuer Ernaehrungsphysiologie Technische Universitaet Muenchen. pp. 405-408, 1979.*
- 32) Swanson, C.A., Turnlund, J.R. & King, J.C. : *Effect of dietary zinc sources and pregnancy on zinc utilization in adult women fed controlled diets.* *J. Nutr.* 113 : 2557-2567, 1983.
- 33) Bertram, H.P. : *Klinisch-praktische Aspekte der Zinkbestimmung in Humanproben.* *Akt. Ernaehr.* 8 : 104-106, 1983.
- 34) Eminians, J., Reinhold, J.G., Kfoury, G.A., Amirhakami, G.H., Sharif, H. & Ziai, M. : *Zinc nutrition of children in Fars province of Iran.* *Am. J. Clin. Nutr.* 20 : 734, 1967.
- 35) Klevay, L.M. : *Hair as a biopsy material.* *Am. J. Clin. Nutr.* 23 : 284-289, 1970.
- 36) Hambidge, K.M. & Mauer, A.M. : *Trace elem-*

- ents. In : *Laboratory Indices of Nutritional Status in pregnancy, committee of nutrition of the mother and preschool child, food and nutrition bord. National Rearch Council, National Academy of Sciences, Washington, DC. pp. 157-193, 1978.*
- 37) Butler, L.C., Taylor, M.L., McCurdy, P.R. & Mahmood, L.: *Zinc and Copper investigations in sickle cell anemia. In Kirchgessner, M. ed., Trace element metabolism man and animals - 3. Institut fuer Ernaehrungsphysiologie Technische Universitaet Muechen. pp. 366-369, 1979.*
- 38) Bergmann, K.E., Makosch, M.D. & Tews, K.H.: *Abnormalities of hair zinc concentration in mothers of newborn infants with spina bifida. Am. J. Clin. Nutr. 33: 2145-2150, 1980.*
- 39) Freeland-Graves, J.H., Lavone, M., Ebangit, M. A. & Pamela, J., Hendrikson, M.A.: *Alterations in zinc absorption and salivary sediment zinc after a lacto-ovo-vegetarian diet. Am. J. Clin. Nutr. 33: 1757-1766, 1979.*
- 40) Michele, A., Colin, L., Taper, J. & Ritchey, S. J.: *Effect of dietary zinc and protein levels on the utilization of zinc and copper by adult females. J. Nutr. 113: 1480-1488, 1983.*
- 41) Walravens, P.A., Nancy, M.D., Krebs, M.S., Hambidge, K.M.: *Linear growth of low income preschool children receiving a zinc supplement. Am. J. Clin. Nutr. 38: 195-201, 1983.*
- 42) Foley, B., Jahnsen, S.A., Hackeley, B., Smith, J.C.Jr. & Halsted, J.A.: *Zinc content of human platelets. Pro. Soc. Exptl. Biol. Med. 128: 265-268, 1968.*
- 43) Sullivan, J.F. & Lankford, H.G.: *Zinc metabolism and chronic alcoholism. Am. J. Clin. Nutr. 17: 57-61, 1965.*
- 44) Neldner, K.H. & Hambidge, K.M.: *Zinc therapy of acrodermatitis enteropathica. New Engl. J. Med. 292: 879, 1975.*
- 45) Pallauf, J. & Kirchgessner, M.: *Zink Konzentration des Rattenhaares bei Zink-Depletion und -Replation. Zur Eignung des Haares als Indikator fuer die Zinkversorgung. Zbl. Vet. Med. A 20: 100-108, 1973.*