

## 제 2형 당뇨병 여성의 아연영양관리 방안 : 단백질 및 피틴산 섭취와의 관련성

윤진숙<sup>†</sup> · 이정희  
계명대학교 식품영양학과

### A Suggestion to Improve Zinc Status of Type 2 Diabetic Women: Relationship among Zn, Protein and Phytate intake

Jin - Sook Yoon<sup>†</sup> · Jung - Hee Lee  
*Dept. of Food and Nutrition, Keimyung University*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the relationships among zinc status, protein and phytate intake, and diabetic control indices of type 2 diabetic women. The mean age and the duration of diabetes were respectively 57.9±6.9 years old and 8.0±6.5 years. The mean daily energy intake of diabetic subjects was 1562 kcal. Both the zinc intake (6.2mg/day) and the zinc %RI (% of The Recommended Intake for zinc: 79.5%) of the diabetic participants were significantly lower than those of the control group (respectively p<0.01). As for the diabetic group, the higher the energy intake (kcal/day), the higher were the zinc intake (p<0.001) and %RI for zinc (p<0.001). Zinc intake was positively correlated with the protein (p<0.001), animal protein (p<0.001), and fat intake (p<0.001), but negatively correlated with the carbohydrate intake (p<0.001). Foods with high amount of phytate were the major source of zinc (p<0.01), but did not contribute to high zinc densities. The urinary zinc excretion was twice as high as in the diabetic group compared to the control group (p<0.001). In addition, the urinary zinc loss was positively correlated with the duration of diabetes (p<0.05), hyperglycemia (p<0.001) and insulin resistance (p<0.05). %RI for zinc was negatively correlated with the HbA<sub>1c</sub> (p<0.05). These results lead us to conclude that the appropriate intake of energy controlled by diet therapy could improve the total zinc intake and %RI for zinc in diabetic women. Also, normal blood glucose level controlled by diet therapy could improve the hyperzincuria. Dietetic practitioners should encourage consumption patterns that provide zinc-rich foods in the form of animal protein to improve the bioavailability as well as the total daily intake of zinc.

**Key Words** : Diabetes, Hyperzincuria, Protein, Phytate, Diet therapy, HbA<sub>1c</sub>

This research was supported by 2006 sabbatical research grant of Keimyung University.

접수일 : 2007년 8월 13일, 채택일 : 2007년 10월 4일

<sup>†</sup> Corresponding author : Jin-Sook Yoon, Department of Food and Nutrition, Keimyung University, 1000 Sindang-dong Dalseo-gu, Daegu 704-701, Korea

Tel : 053)580-5873, Fax : 053)580-5899, E-mail : jsook@kmu.ac.kr

## 서 론

최근에 이르러 당뇨병은 전 세계적으로 유병율과 사망률의 급속한 증가를 보이고 있는 질환이다. 당뇨병 사망률의 경우 우리나라는 10년 전에 비해 약 40% 증가한 상태이며 유병율은 1970년대 초반에는 30세 이상 인구의 1.5%에 불과하였으나 가장 최근의 국민건강·영양조사에서는 남자 9.0%, 여자 7.2%이었다(보건복지부 2007). 또한 건강보험 자료를 이용하여 분석한 바에 의하면 2030년에는 당뇨병 유병율이 총 인구의 14.3%에 달할 것이라는 어두운 전망을 제시하였다.

이와 같은 추세의 당뇨병 문제를 서구인과 비교했을 때 우리나라 사람들은 인슐린분비능이 무척 낮으며(1), 상당수가 이전의 영양결핍과 관련이 있을 것으로 추정한다(2,3). 특히 단백질결핍이 베타세포에 손상을 주고(4,5) 이로 인한 인슐린분비 장애에 영향을 주어 당뇨병이 발생하였을 것이라는 가설도 있다(6).

한편 동물실험에서 인슐린 작용을 조절하는 역할을 하는 것으로 알려진 아연(7)은 인슐린 호르몬 생리와 직접적으로 관련되는 인체에 필수적인 영양소이다. 제 2형 당뇨병의 대사적 특징인 고혈당(hyperglycemia)과 인슐린 저항성(insulin resistance)에 관련하여 식이의 아연 결핍 후 쥐의 당 불내용성(glucose intolerance)이 보고 된 바 있으며(8), 또한 인슐린저항성도 증가시킬 수 있음을 암시하였다(9).

당뇨병환자의 아연 영양상태에 관한 연구는 아직 부족한 편이다. 당뇨병환자에서 소변의 아연손실(hyperzincuria)이 증가됨은 여러 연구에서 보고 되고 있다(10-14). 정상인의 경우 아연이 결핍되면 항상성 유지를 위한 수단으로 아연의 장내 흡수량을 증가시키고 배설량을 감소시키는 조절작용을 하는 것으로 알려져 있다(15).

어패류, 육류 등의 동물성 식품에 함유된 아연은 체내에서의 이용률이 높다고 알려진 반면 식물성 식품은 아연의 이용률이 대체로 낮는데 곡류 등에 들어있는 피틴산(phytate)은 아연 흡수율을 감소시키

는 대표적인 식이요인이다. 피틴산은 아연과 결합하여 불용성복합체를 형성하며, 칼슘이 고농도로 존재할 때에는 불용성복합체의 형성이 더욱 증가하여 아연의 흡수를 방해한다(16).

현재 우리나라는 전국적인 규모의 국민건강 영양조사에서 아연 섭취량에 대한 실태파악이 이루어지지 못하고 있는 상태이다. 아연영양상태가 취약할 것으로 우려되는 당뇨병환자를 대상으로 식사관리에 대한 영양교육을 발전적으로 시행하려면 아연 이용률에 영향을 미치는 피틴산의 섭취나 단백질 섭취 등에 관한 파악이 선행되어야 하나 아직 이러한 관점에서 당뇨병환자의 식생활을 분석하려는 시도는 미흡한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 제 2형 당뇨병여성의 아연 영양상태를 평가하고 아연의 체내 이용률에 영향을 미치는 동물성 단백질과 피틴산 섭취상태와의 관련성을 분석하여 당뇨병 개선을 위한 식생활교육의 기초 자료로서 활용하고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상자 선정

대구지역 보건소, 개인병원 및 의료원에 내원한 제 2형 당뇨병환자들 중 본 연구 대상으로 동의하는 만 40세~69세까지의 당뇨병 여성을 대상으로 하였다. 아연흡수나 배설에 영향을 미칠 수 있는 소화기계 질환 및 심한 소모성질환을 보유한 사람을 제외하고 당뇨병군은 50명이 선정되었으며, 대조군은 공복혈당으로 확인하여 정상범위인 69명을 선정하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 인체 계측

신장과 체중을 측정하여 체질량지수(Body mass index : BMI)를 산출하였다.

## 2) 식품 및 아연 섭취량 조사

하루 식품섭취 조사는 실물 크기의 식품사진과 눈대중량 책자(17)를 활용하여 24시간 회상법에 의해 개별면담 방식으로 조사하였다. 영양섭취량의 분석은 CAN program(한국영양학회, 2005)을 이용하였고 아연섭취량 분석은 Lee 등(18)의 식품 아연함량 데이터베이스를 근거로 계산하였다. 아연의 권장량은 한국인 영양섭취기준(한국영양학회, 2005년)과 비교하였다. 아연흡수율에 영향을 줄 수 있는 식이요인인 피틴산에 대해서는 Kwun 등의 자료(19)를 근거로 하루 섭취량을 산출하였다.

## 3) 약물 복용상태 조사

당뇨병 관리를 위한 혈당 강하제 이외의 약은 복용을 중단하고 4~7일 이후에 채혈함으로써, 약물 작용의 영향을 가능한 배제하였다.

## 4) 생화학적 분석

### (1) 채혈 및 채뇨

채혈 당일에는 오전 9시~10시에 12시간 이상 공복상태 혈액을 채취한 뒤 4시간 이내에 혈장과 혈청을 분리하였다. 소변 수집은 오전 중 공복상태의 소변을 임의 수집하여 오염되지 않도록 주의하고, 4시간 이내에 준비된 시료를 -20℃ 냉동실에 보관하였다.

### (2) 혈당(HbA<sub>1c</sub>, 공복혈당) 측정

Hb 총량은 비색법으로, HbA<sub>1c</sub>는 면역비탁법으로 측정하여 최종적인 HbA<sub>1c</sub>의 결과를 얻었다. HbA<sub>1c</sub> 시약은 Roche(Switz)를 사용하였으며, 장비는 Cobas Integra 800(Roche, Switz)을 이용하였다. 공복혈당(FBS) 측정은 Glucose oxidase법(20)에 의해 측정하였다.

### (3) Insulin 수준 및 Insulin 저항성 측정

혈청 Insulin 수준은 Immuno radio matrix assay(IRMA) 방법(21)으로 Insulin RIA Kit 시약(제조

사 : Biosource, 제조국 : Belgium)을 이용하여 Gamma counter(제조사 : Hewlett packard, 제조국 : USA)로 측정하였다.

Insulin 저항성은 HOMA<sub>IR</sub> 방법으로 산출하였다. 즉  $[HOMA_{IR} = \text{공복 인슐린}(\mu\text{ U/ml}) \times \text{공복 혈당}(\text{mmol/L}) / 22.5]$ 로 계산하여 평가하였다.

### (4) 아연 영양상태 측정

혈장 아연은 탈 이온수로 혈장을 5배 희석한 후 Flame Atomic Absorption Spectrophotometry(AAS)를 이용하여 측정하였으며, 소변의 Zn 배설량은 ICP-Atomic Emission Spectrometer 4300 DV 장비로 측정하였다. 소변의 creatinine 측정은 Hawk 방법(22)에 의하여 540 nm에서 Spectrophotometer로 측정하였다.

## 3. 자료처리 및 분석

통계처리는 SPSSWIN 12.0[SPSS KOREA(고려 정보산업, Seoul), 2004]으로 분석하였으며 측정치는 빈도수 및 백분율, 평균, 표준편차로 표시하였다. 당뇨병군과 대조군과의 비교는 t-test를 이용하였다. 각 변수와의 상관관계는 Pearson correlation coefficient 또는 Partial correlation coefficient로써 검증하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 당뇨병군의 특성

연구대상자들의 평균연령은 57.9±6.91세로서 대조군과 비교해 유의적인 차이가 없었으며, 체질량 지수(BMI)도 차이가 없었다(Table 1). 당뇨병군의 혈중 인슐린 수준은 평균 8.98±4.12μ IU/dl 로서 대조군과 유의적인 차이가 없었으나, 인슐린저항성 및 공복혈당은 대조군보다 각각 약 1.8배(p<0.001)와 1.7배(p<0.001)로 더 높아 제 2형 당뇨병의 특성을 나타내었다.

Table 1. Characteristics of diabetic and control group

Variables	Diabetic N=50	Control N=69
Age(yrs)	57.9±6.91	56.3±7.9
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.2±2.27	23.7±2.90
Insulin level(μIU)	8.98±4.12	8.75±3.29
Insulin resistance	3.37±1.73	1.84±0.80***
FBS(mg/dℓ)	146.0±45.13	84.4±9.44***

Values are mean±SD.

\*\*\* Mean values are significantly different at p<0.001 by t-test.

BMI : Body mass index.

FBS : Fasting blood sugar.

Table 2. Dietary intakes between diabetic and control group

Dietary intakes	Diabetic N=50	Control N=69
Energy(kcal/day)	1562.0±472.4	1662.4±396.1
Carbohydrate(g/day)	263.0±71.0	284.7±66.6
Protein(g/day)	57.2±20.3	60.3±19.8
Animal protein(g/day)	23.3±15.2	23.7±16.4
Fat(g/day)	35.8±27.2	31.5±17.3
Phytate(mg/day)	1811.0±843.4	1946.7±731.3
C : P : F ratio	67.5 : 14.7 : 17.8	69.0 : 14.4 : 16.6

Values are mean±SD.

## 2. 식사요법 원칙에 따른 영양평가 및 단백질 영양상태

당뇨병군의 하루 평균 열량섭취량은 1562.0kcal이었으며, 평균 단백질섭취량은 57.2g으로서(Table 2) 대조군과 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 총 섭취열량에 대한 탄수화물 : 단백질 : 지방의 섭취비율(CPF ratio)은 67.5 : 14.7 : 17.8 로서 당뇨병환자에게 권장된 식사요법에서 탄수화물 섭취를 총 열량의 55~60%, 단백질 15~20%, 지방을 20~25%로 추천하는 것에 비해 탄수화물 섭취량의 비율이 높고 단백질과 지방섭취 비율은 낮은 것으로 나타났다. 그러나 우리나라 국민건강영양조사 결과에 나타난 한국인 평균 열량 영양소 구성 비율과 비교하면 유사한 수준이므로 조사대상자들의 연령

Table 3. Zinc status between diabetic and control group

Variables	Zinc	
	Diabetic N=48	Control N=67
Energy intake(kcal)	1562.0±472.4	1662.4±396.1
Zinc intake mg/day	6.20±2.65	7.97±3.22**
mg/1000kcal	4.15±1.67	4.75±1.39*
%RI <sup>1)</sup>	79.5±35.0	101.2±40.1**
Plasma Zn(mg/L)	0.90±0.18	0.91±0.12
Urinary Zn/creatinine(mg/g)	0.79±0.56	0.38±0.26***

<sup>1)</sup> %RI : Percent of recommended daily allowances.

\* There is significant different of mean between diabetic and control group at 0.05 level by t-test.

\*\* p<0.01 Values are mean±S.D.

\*\*\* Mean value of Urinary excretion/creatinine is significantly different at p<0.001 by Univariate Analysis of variance. Covariance is diabetic nephropathy.

을 감안할 때 중 노년기 여성들의 일반적인 식습관을 반영하는 편이었다. 그러나 당뇨병환자들의 단백질 섭취부족으로 인한 췌장베타세포의 손상과 인슐린분비장애의 영향이 우려되었다(6). 아연의 장내 흡수율을 높여주는 동물성 단백질 섭취량은 하루 23.3g이었으며 대조군과 역시 유의적인 차이를 보이지 않았다. 아연의 흡수율을 저해하는 요인으로 알려진 피틴산의 섭취량도 두 군 간의 차이는 유의적인 수준이 아니었다.

## 3. 아연 영양상태

Table 3에 제시된 바와 같이, 당뇨병군의 하루 아연섭취량은 6.20±2.65mg이었으며, 섭취량 밀도는 4.15±1.67mg/kcal이었다. 이는 한국인의 권장섭취량(%RI)에 대해 79.5% 수준이며, 당뇨병군의 %RI는 대조군보다 유의적인 차이로 낮았다(p<0.01). 혈장 아연수준이 두 군 간에 차이가 없는 것은 항상성이 작용한 결과로 추정된다. 반면에 소변의 아연배설량은 당뇨병군이 대조군보다 2배 이상 높게 나타났다(p<0.001). 뿐만 아니라 당뇨병군은 대조군에 비해

아연 섭취량( $p<0.01$ )과 아연섭취량 밀도( $p<0.05$ )가 유의적인 수준으로 낮으므로 아연결핍이 우려되었다.

#### 4. 아연 영양상태와 관련된 식이 요인

##### 1) 에너지, 탄수화물 및 지방 섭취량과의 관계

Table 4에서 당뇨병군의 에너지 섭취량(kcal/day)은 하루 총 아연 섭취량(mg/day) 및 아연권장섭취량에 대한 섭취비율(%RI)과 높은 양의 상관관계를 보여(각각  $r=0.591$ ,  $p<0.001$ ,  $r=0.614$ ,  $p<0.001$ ), 에너지섭취량이 높을수록 아연섭취량이 높고 아연권장섭취량에 대한 섭취비율도 높아짐을 의미하였다. 이는 미국 농무성(USDA)의 전국식품섭취조사(NFCS) 자료를 분석한 Moser-Veillon(23)의 연구결과에서 하루 총 아연섭취량의 차이가 에너지섭취량의 차이에 기인하는 것으로 보는 것과 일치한다.

반면 아연섭취량은 탄수화물 에너지구성비율( $r=-0.602$ ,  $p<0.001$ )에 음의 상관관계를 나타내어, 탄수화물이 에너지의 주요급원이긴 하지만 하루 총 섭취열량 중 탄수화물 섭취량의 비율이 높을수록 아연섭취량은 낮아짐을 뜻하였다. 탄수화물을 공급하는 식품은 주로 식물성인 곡류와 채소, 과일로서 우리나라의 아연섭취는 38~45%가 곡류로부터 섭취되며(18,24) 동물성식품에 비해 적은 양의 아연을 포함하고 있는 것으로 알려진(25,26) 바와 상통하는 결과이다.

아연섭취량(mg/day)은 지방의 하루 총 섭취량( $r=0.653$ ,  $p<0.001$ )과 섭취열량의 구성 비율(% total kcal)에도 매우 유의적인 양의 상관관계( $r=0.572$ ,  $p<0.001$ )가 있었으며, 지방은 아연함량이 낮은 것으로 보고 된 바와 상반된 결과이었다(26). 이에 식이요법에서 이용하는 6가지 식품군별로 섭취단위수를 산출하여 아연 영양상태와 지방군의 상관관계를 분석해 보았다(Table 5에서 결과 설명).

##### 2) 단백질 및 동물성단백질 섭취량과의 관계

아연섭취량(mg/day)은 단백질섭취량( $r=0.603$ ,  $p<0.001$ )

과 동물성단백질 섭취량( $r=0.514$ ,  $p<0.001$ )의 하루 총 섭취량에 매우 유의적인 양의 상관관계가 있었다(Table 4). 이는 단백질식품 중에서도 육류나 패류(굴), 간, 가금류 등의 동물성 단백질식품이 아연의 주요 급원식품으로 알려진 바(23,26-28)를 재확인할 수 있는 결과이다.

아연섭취량 밀도(mg/1000kcal)는 단백질의 에너지구성비율(% total kcal)과 양의 상관관계( $r=0.367$ ,  $p<0.05$ )를 나타내어 탄수화물을 제외한 단백질과 지방의 하루 총 섭취량이 많을수록 아연섭취량이 높아짐을 뜻하였다.

당뇨병 식사요법의 3대 열량소 구성비율의 원칙은 일반인보다 탄수화물의 구성비율이 낮은 대신 단백질과 지방의 구성 비율이 높으므로 식사요법은 아연 섭취의 효율을 위해서도 바람직함을 알 수 있다.

##### 3) 피틴산과의 관계

본 연구에서 피틴산 섭취량은 탄수화물( $r=0.579$ ,  $p<0.001$ ) 및 단백질( $r=0.599$ ,  $p<0.001$ ), 지방( $r=0.437$ ,  $p<0.01$ )의 섭취량과 유의적인 양의 상관관계를 나타내었으나 동물성단백질 섭취량과는 상관관계를 보이지 않았다(Table 4). 즉 탄수화물 및 식물성 단백질, 지방 식품을 많이 섭취하면 피틴산 섭취도 높아짐을 의미한다. 그런데 피틴산 섭취량이 많을수록 아연섭취량이 높고( $r=0.464$ ,  $p<0.01$ ) 아연권장섭취량에 대한 섭취비율(%RI)도 높게 나타났으나( $r=0.463$ ,  $p<0.01$ ), 아연섭취량 밀도(mg/1000kcal)와는 상관없이 없는 결과를 보여 주었다. 따라서 피틴산이 많은 식품은 아연 급원식품이지만 아연섭취량 밀도에는 기여하지 못함을 시사한다.

이렇게 여러 가지 식이요인이 아연섭취량 및 흡수율을 고려한 이용률에 영향을 미치므로 WHO(1996)에서는 아연의 이용률이 높은 식이(A), 보통 이용률 식이(B), 낮은 이용률 식이(C)로 구분하였다. A형의 식이는 도정된 곡류를 소량 섭취하고 육류가 많이 함유된 식사로 아연의 이용률은 50~55%, B형의 식이는 육류와 생선이 포함된 혼합식으로 이용

Table 4. Correlation matrix among zinc, carbohydrate, protein, fat and phytate intake

N=50

Variables	Zn intake			Plasma Zn	Urinary Zn/creatinine	Phytate	
	mg/day	mg/1000kcal	%RI	mg/L	mg/g	mg/day	
Energy	intake(kcal/day)	.591***	-.248	.614***	.131	-.141	.644***
Carbohydrate	intake(g/day)	.288	-.445**	.301*	.124	-.157	.579***
	% total kcal	-.602***	-.174	-.617***	.019	.071	-.264
	intake(g/day)	.603***	-.011	.620***	.189	.019	.599***
Protein	% total kcal	.318*	.367*	.301*	.141	.099	.104
	intake(g/day)	.514***	.097	.535***	.132	-.090	.255
Animal protein	intake(g/day)	.653***	-.039	.683***	-.035	-.133	.437**
	% total kcal	.572***	.040	.597***	-.086	-.131	.279
Phytate	intake(mg/day)	.464**	-.151	.463**	.127	.117	1.000

\* Correlations of variables are significant at  $p < 0.05$  by Pearson correlation.

\*\*  $p < 0.01$ . \*\*\*  $p < 0.001$ .

Correlations of urinary Zn/cr is not significant at  $p < 0.05$  by Partial correlation.  
Covariance is diabetic nephropathy.

률은 30~35%, C형의 식이는 통밀 등 도정하지 않은 식물성 식품이 많이 함유된 식사로 이용률이 섭취량에 관계없이 15% 정도이다. 이러한 기준에서 볼 때, 우리나라 식이는 B형이거나 채식을 많이 하는 경우 C형일 것으로 추정하고 있다(29). 본 연구대상자들은 식사내용 분석 결과에서 육류와 생선이 포함된 혼합식이를 섭취하고 있었으며, 곡류의 섭취량이 높고(Table 2) 동물성 단백질 섭취량은(23.3g/day) 전체 단백질 섭취량(57.2g/day)의 40% 수준이므로 B형에 해당된다고 하겠다.

당뇨병 식사요법에서는 6가지 기초식품군을 균형 있게, 골고루, 적절한 양을 섭취하도록 권장하고 있다. 구체적인 실천방안은 육류뿐만 아니라 생선, 콩류와 그 제품들을 포함하고, 골고루 선택해서 교환 단위수를 하루 권장 단위수 만큼 알맞게 섭취하는 것이다. 본 연구에 참여한 대상자들과 유사한 사회경제적, 인구학적 특성을 가진 중·노년기 여성 당뇨병환자들이 식사요법을 실천하면 대부분 B형 식이를 취하게 될 가능성이 높다. 그러므로 아연 영양상태가 특히 불량한 환자들에 대해서는 아연 영양상태의 개선을 위해 A형 식단의 실천이 이루어질 수 있도록 식품선택, 조리방법 등을 포함하는 구체

적인 실천방안에 대한 영양상담 또는 지도가 수반되어야 할 것이다.

## 5. 아연 영양상태와 식품군별 섭취량과의 상관관계

Table 5에서 아연섭취량(mg/day)은 육류군( $r=0.652$ ,  $p < 0.001$ ), 채소군( $r=0.368$ ,  $p < 0.05$ ) 및 지방군( $r=0.402$ ,  $p < 0.01$ )의 섭취 단위수와 유의적인 양의 상관관계를 보였고, 아연섭취량 밀도(mg/1000kcal)는 곡류군과 유의적인 음의 상관관계( $r=-0.305$ ,  $p < 0.05$ )를 나타내었다. 즉 아연섭취량에 가장 많이 기여한 식품군은 육류군>지방군>채소군의 순위였음을 의미한다. 이는 아연함량이 높은 육류를 섭취하면서 지방도 함께 비례적으로 많이 섭취하게 된 결과일 것으로 추정된다.

Table 6과 같이 아연섭취와 관계없이 식품군 간의 관련성을 분석해 본 결과에서는 곡류군은 어육류군과 채소군의 섭취단위수와 양의 상관관계(각각  $r=0.371$ ,  $p < 0.01$ ,  $r=0.389$ ,  $p < 0.01$ )가 있었으며, 어육류군의 섭취단위수는 채소군의 섭취단위수와 양의 상관관계( $r=0.495$ ,  $p < 0.001$ )를 보였다.

결론적으로 제 2형 당뇨병 환자들은 식사에서 주

Table 5. Correlation matrix among zinc status and intake units of food groups in diabetic women

N=50

Variables	Intake units of food groups					
	Cereals	Meats	Vegetables	Oils & Fats	Milk & dairy products	Fruits
Zn intake(mg/day)	.192	.652***	.368*	.402**	-.037	.156
% RI	.202	.669***	.380*	.409**	-.028	.158
Plasma Zn(mg/L)	-.070	.064	-.051	-.204	-.044	.164
Urinary Zn/cr(mg/g)	.101	.081	-.098	-.305	-.054	-.058

\*Correlations of variables are significant at  $p<0.05$  by Pearson correlation.\*\*  $p<0.01$ . \*\*\*  $p<0.001$ .Correlations of urinary Zn/cr is not significant at  $p<0.05$  by Partial correlation.

Covariance is diabetic nephropathy. Zn : zinc. cr : creatinine.

Table 6. Correlation matrix among intake of food groups

N=50

Variables(Exchange units)	Cereals	Meats	Vegetables	Oils & Fats	Milks & dairy products	Fruits
Cereals	1.000					
Meats	.371**	1.000				
Vegetables	.389**	.495***	1.000			
Oils & Fats	.186	.194	.094	1.000		
Milks & dairy products	-.163	-.144	-.105	.275	1.000	
Fruits	-.226	.216	.016	.042	-.012	1.000

\*\* Correlation is significant at  $p<0.05$  by Pearson's correlation.\*\*\*  $p<0.001$ 

Variables are exchange units of food intake in food groups.

식인 곡류군을 섭취하면서 어육류군과 채소군을 함께 섭취하고 있었고, 아연 섭취량에 기여율이 높은 어육류군을 섭취할 때 지방군의 섭취가 동반되므로 그 결과 지방 섭취량과 아연섭취량 간에 양의 상관관계( $p<0.001$ )를 보인 것으로 해석된다(Table 4).

## 6. 아연 영양상태 지표와 당뇨병 대사지표와의 상관관계

Table 7에서는 권장섭취량에 대한 아연의 섭취 비율(%RI)이 높을수록 당화혈색소(HbA<sub>1c</sub>)가 낮아지는 역상관 관계를 나타내었다( $r=-0.322$ ,  $p<0.05$ ). 이는 당뇨병군의 아연섭취량이 권장섭취량의 79.5% 수준인 것을 감안하면(Table 3) 식사요법으로 권장섭취량만큼 아연 섭취율을 높이는 것이 정상수준으로 혈당을 낮추는데 도움이 될 것임을 시사한다.

소변으로의 아연배설량이 높을수록 당화혈색소의

농도가 높아지는 양의 상관관계( $r=0.636$ ,  $p<0.001$ )를 보여 Kim 등(13)의 연구결과와 일치하였다. 선행연구(14)에서 제2형 당뇨병 환자의 아연 영양상태에 영향을 미치는 요인에 관해 다중회귀분석을 실시하였을 때 아연의 소변배설량에 가장 영향을 미치는 요인은 당화혈색소임을 보고한 바 있다. 이는 혈당 조절이 정상수준으로 조절되는 경우 소변 배설량도 감소될 것으로 예측되므로 결국 아연배설량을 줄이는데 크게 기여할 것을 의미하는 것으로 해석된다.

이 밖에 소변의 아연배설량은 당뇨병의 유병기간이 길수록( $r=0.386$ ,  $p<0.05$ ), 인슐린저항성이 클수록( $r=0.345$ ,  $p<0.05$ ) 많아졌으며(Table 7), 이러한 소변 아연과다증(hyperzincuria)은 당뇨병환자에서 흔히 보고되고 있음(10-14)을 선행연구(14)에서 전술한 바 있다.

Table 7. Correlation coefficients among diabetic indices, zinc status, protein and phytate intake in diabetic women N=50

Variables	Zn intake % RI	Plasma Zn	Urinary Zn/cr
Age	.073	-.231	.170
Diabetic duration	-.248	-.086	.386*
FBS(mg/dℓ)	-.177	.153	.293
HbA <sub>1c</sub> (%)	-.322*	.027	.636***
Insulin(uIU/dℓ)	.264	.220	.119
Insulin resistance	.134	.157	.345*

\*Correlations of variables are significant at  $p < 0.05$  by Pearson correlation.

\*\*\*  $p < 0.001$ .

\*Correlations of urinary Zn/cr is significant at  $p < 0.05$  by Partial correlation. Covariance is diabetic nephropathy.

FBS : Fasting blood sugar. HbA<sub>1c</sub> : Glycosylated hemoglobin A<sub>1c</sub>.

Zn : zinc. cr : creatinine.

## 결론 및 제언

대구지역 40~69세의 제 2형 여성당뇨병환자 50명과 정상인 여성 69명을 대상으로 아연 영양상태를 평가하고 단백질 및 동물성 단백질, 피틴산 섭취상태와의 관련성을 파악하기 위하여 영양소섭취상태, 신체계측 및 생화학적 분석을 한 결과는 다음과 같다.

### 1) 당뇨병군의 특성

당뇨병군의 평균 연령은  $57.9 \pm 6.91$ 세로서 대조군과 유의적인 차이가 없었다. 체질량 지수(BMI) 및 혈중 인슐린 수준도 당뇨병군과 대조군 사이에 차이가 없었다. 그러나 당뇨병군의 인슐린저항성과 공복혈당은 정상군보다 유의하게 더 높았다(각각  $p < 0.001$ ).

### 2) 식사요법 원칙에 따른 영양평가 및 단백질 영양상태

당뇨병군의 하루 평균 에너지섭취량은 1562.0kcal, 단백질섭취량은 57.2g 이었다. 에너지 및 3대 열량소 섭취량은 통계적으로 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 권장하는 식사요법에 비해 탄수화물 섭취량의 비율이 높고 단백질과 지방 섭취비율은 낮게 나타났다. 동물성단백질 섭취량은 하루 23.3g이었으며, 역시 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 피틴산의 섭취량도 두 군 간의 차이는 유의적인 수준이 아니었다.

### 3) 아연 영양상태

당뇨병군의 하루 아연섭취량은  $6.20 \pm 2.65$ mg으로서, 아연 권장섭취량(%RI)에 대해 79.5% 수준이며, 대조군보다 유의적인 차이로 낮았다( $p < 0.01$ ). 반면에 소변의 아연배설량은 당뇨병군이 대조군보다 2배 이상 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 혈장의 아연수준은 항상성으로 인하여 유의적인 차이가 없었다. 당뇨병군은 대조군에 비해 아연섭취량( $p < 0.01$ ) 및 아연섭취량 밀도( $p < 0.05$ )가 유의적인 수준으로 낮으므로 아연결핍이 우려되었다.

### 4) 아연 영양상태와 관련된 식이 요인

아연섭취량(mg/day)과 아연권장량에 대한 섭취비율(%RI)은 에너지섭취량이 많을수록 높아졌다( $p < 0.001$ ). 반면 아연섭취량은 하루 총 섭취열량 중 탄수화물의 구성비율이 높을수록 낮아졌으며( $p < 0.001$ ), 단백질( $p < 0.001$ ), 동물성단백질( $p < 0.001$ ) 및 지방( $p < 0.001$ )의 섭취량이 많을수록 높아졌다. 아연 섭취량 밀도(mg/1000kcal)는 단백질의 에너지 구성비율(% total kcal)이 높을수록 높아지는 상관관계( $p < 0.05$ )를 나타내었다.

피틴산 섭취량은 탄수화물( $p < 0.001$ ), 단백질( $p < 0.001$ ) 및 지방( $p < 0.01$ ) 식품을 많이 섭취할수록 높아졌으나 동물성 단백질섭취량과는 상관관계를 보이지 않았다. 피틴산이 많은 식품은 아연급원식품이지만 아연섭취량 밀도에는 기여하지 못함을 의미하였다.



5) 아연 영양상태와 식품군별 섭취량과의 상관관계  
아연섭취량(mg/day)에 가장 많이 기여한 식품군은 육류군( $p<0.001$ )이었고 다음으로 지방군( $p<0.01$ )과 채소군( $p<0.05$ )의 순위였다. 곡류군은 아연섭취량 밀도에 음의 상관관계( $p<0.05$ )가 있었다.

#### 6) 아연 영양상태 지표와 당뇨병 대사지표와의 상관관계

아연권장섭취량에 대한 섭취비율(%RI)이 높을수록 당화혈색소가 낮아지는 역상관계( $p<0.05$ )를 보여, 식사요법을 통해 아연의 섭취를 권장섭취량만큼 높이는 것이 혈당수준을 정상으로 유지하는 것 뿐만 아니라 소변의 아연 손실량을 줄이는데도 도움이 될 것이다.

이상의 결과로부터 다음과 같은 제언을 할 수 있다.

중 노년기 당뇨병 여성들에서 소변으로의 아연 배설량은 높으나 식사를 통한 아연 섭취량은 권장 섭취량의 79.5%인 수준이므로 아연 영양상태를 향상시키려면 평소 식사요법을 통해 적정 에너지 섭취 및 아연 섭취량을 증가시켜야 할 것으로 평가되었다. 영양관리 전문가들은 당뇨병 환자들의 아연 섭취량뿐만 아니라 아연 이용률을 높이기 위해 아연의 섭취가 아연 밀도는 낮고 피틴산 함량이 높은 식품에 주로 의존하지 않도록 유의해야 할 것으로 보인다. 이를 위해 동물성 단백질을 적정 수준으로 섭취하는 식생활을 실천하게끔 배려하여야 하며, 한편으로는 환자의 식습관 특성을 고려한 효율적인 식단의 작성, 식품선택과 조리방법까지 구체적으로 실천할 수 있도록 상담하고 지도하여 지속적인 식습관 변화를 유도해 나가는 것이 필수적일 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

- Huh KB, Lee HC, Jung YS, Park SW, Park YK, Park EJ, Lee JH. Affects of insulin secretion on glucose and lipid metabolism in Korean. *Korean J Inter Medicine* 47:295-304, 1994
- Huh KB, Kim HM, Lim SK, Lee EJ, Kim DY, Kim KR, Lee HC, Kim DH. Atypical diabetes in Koreans. *Korean J Inter Medicine* 33:762-770, 1987
- Huh KB, Lee HC, Kim HM, Cho YW, Kim YL, Lee KW, Lee EJ, Lim SK, Kim DH, Yoon JW. Immunogenic and nutritional profile in insulin-using youth-onset diabetes in Korea. *Dia Res Clin Prac* 16:63-70, 1991
- Rao RH. The role of undernutrition in the pathogenesis of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 7:595, 1984
- Rao RH. Diabetes in the undernourished: coincidence or consequence? *Endocrine Reviews* 9:67-87, 1988
- Lee HC, Park SW, Huh KB. Malnutrition in the pathogenesis of NIDDM. *J Korean Diabetes Assoc* 20(1):1-9, 1996
- Goldman J, Carpenter FH. Zinc binding, circular dichroism and equilibrium sedimentation studies on insulin(Bovine) and several of its derivatives. *Biochemistry* 13:4566-4574, 1974
- Roth H, Kirchgessner M. Zinc and insulin metabolism. *Biol Tr El Res* 3:13-32, 1981
- Mooradian AD, Morley JE. Micronutrient status in diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr* 45:877-895, 1987
- Kinlaw WB, Levine AS, Morley JE, Silivis SE, McClain CJ. Abnormal zinc metabolism in type II diabetes mellitus. *Am J Med* 75:273-277, 1983
- Pidduck HG, Wren PJJ, Price Evans DA. The hyperzincuria of diabetes mellitus and possible genetic implications of this observation. *Diabetes* 19(4):240-247, 1970
- Meltzer LE, Rutman J, George DD, Rutman R. The urinary excretion pattern of trace metal in Diabetes Mellitus. *Am J Med Sci* 282-289, 1962
- Kim SY, Oh YS, Lee HK, Min HK. Zinc and copper metabolism in diabetes. *J Korean Diabetes Assoc* 9(1):81-88, 1985
- Lee JH, Lee HJ, Lee IK, Yoon JS. Zinc and copper status of middle- and old-aged woman in type 2 diabetes. *Korean J Nutr* 38(1):56-66, 2005
- King JC, Shames DM, Woodhouse LR. Zinc homeostasis in humans. *J Nutr May* 130(5S suppl):1360S-1366S, 2000

16. LÖnnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr* 130:1378S-1383S, 2000
17. Korean Food Research Institute. Handbook of Portion Size for Food Intake Research. Seoul. 1998
18. Lee JY, Paik HY, Joung HJ. Supplementation of zinc nutrient database and evaluation of zinc intake of Korean adults living in rural area. *Korean J Nutr* 31(8): 1324-1337, 1998
19. Kwun IS, Kwon CS. Dietary molar ratios of phytate : zinc and millimolar ratios of phytate × calcium : zinc in South Koreans. *Biol Tr El Res* 75:29-41, 2000
20. Mieling GE, Pardue HL, Thompson JE, Smith RA. A kinetic method for glucose that is insensitive to variations in temperature and enzyme activity. *Clin Chem* 25(9):1581-1590, 1979
21. Dowlati B, Firooz A, Khamesipour A, Lotfi M, Stuart CA, Smith EB, Larijani B, Dowlati Y. Insulin quantification in patients with seborrheic dermatitis. *Arch Dermatol* 134(8):1043-1045, 1998
22. Hawk PB, Oser BL, Summerson WH. Practical physiology chemistry. 13th ed. Blakiston co Inc Toronto, p.899, 1954
23. Moser-Veillon PB. Zinc: Consumption patterns and dietary recommendations. *J Am diet assoc* 90(8):1089-1093, 1990
24. Park JS, Chyun JH. Dietary zinc analysis and changes of zinc nutriture with zinc supplementation in Korean adults. *Korean J Nutr* 26(9):1110-1117, 1993
25. Sandstead HH, Smith JC. Deliberations and evaluations of approaches, endpoints and paradigms for determining zinc dietary recommendations. *J Nutr* 126:2410S-2418S, 1996
26. Black MR, Medeiros DM, Brunett E, Welke R. Zinc supplements and serum lipids in young adult white males. *Am J Clin Nutr* 47:970-975, 1988
27. Sandström B, Arvidsson B, Cederblad Å & Björn-Rasmussen E. Zinc absorption from composite meals. I. The significance of wheat extraction rate, zinc, calcium and protein content in meals based on bread. *Am J Clin Nutr* 33:739-745, 1980
28. Sandström B, Cederblad Å. Zinc absorption from composite meals. II. Influence of the main protein source. *Am J Clin Nutr* 33:1778-1783, 1980
29. Paik HY. Assessment of zinc status. *Korean J Nutr* 31(9):1540-1549, 1998