韓國農村醫學會誌 : 第 22 券 第 2 號 1997
Korean J. of Rural Med. Vol. 22, No. 2, 1997

頭髮中 一部 金屬 濃度와 인슐린非依存形 糖尿病과의 關聯性

울산동상병원환경의학연구소[1],
동국대학교 의과대학 내과학교실[2], 동국대학교 의과대학 예방의학교실[3]
정경동[1] · 권 삼[2] · 김두희[3]

Mineral Contents in Scalp Hair in Patients with Non-insulin Dependent Diabetes Mellitus

Kyeong Dong Chung[1], Sam Kwon[2], Doo Hee Kim[3]
Department of Preventive medicine, Ulsan Dongkang Hospital[1],
Department of Internal medicine, College of medicine, Dongguk Univerisity[2],
Department of Preventive medicine, College of medicine, Dongguk Univerisity[3],

= ABSTRACT =

To estimate association of minerals relating to non-insulin dependent diabetes mellitus(NIDDM) the contents of essential minerals and toxic heavy metals in the scalp hair were measured during the period from March 1993 to June 1993.

The cases were selected 69 (32 male, 37 female) from the patients who visited Kyungpook University Hospital during the period from March 1993 to June 1993 and 74 controls (47 male 27 female) from normal population. zinc, copper, manganese, lead, cadmium and aluminum were analyzed by atomic absorption spectrophotometer(IL. 551).

The results were summarized as follows.

In NIDDM group, mean contents of zinc and copper were 132.99±19.61 ppm, 8.58±5.07 ppm respectively; whereas 152.51±40.15 ppm, 12.48±6.55 ppm in control group. The mean of above two mineral content showed significant difference statistically ($p<0.01$). But, in manganese the content of NIDDM group; 0.44±0.27 ppm were significantly higher than the control group; 0.34±0.18 ppm ($p<0.05$).

A thesis submitted to the Council of the Graduate School of Kyungpook National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Ph.D. in Medical Science in June 1994.

The mean contents of toxic metals - lead, cadmium, aluminum - in NIDDM group were 10.04±4.60 ppm, 0.57±0.12 ppm, 11.31±3.98 ppm; whereas 8.10±2.45 ppm, 0.41±0.23 ppm, 7.61±4.16 ppm in control group. The mean of above three mineral contents showed significant difference statistically ($p<0.01$).

Cadmium, zinc and copper were selected statistically significant variables with presence of the NIDDM by multiple logistic regression analysis; copper, zinc and cadmium may be associated with NIDDM.

KEY WORDS : Essentral Minerals, Heavy Metal, NIDDM.

Ⅰ. 서 론

인슐린비의존형 당뇨병(non-insulin dependent diabetes mellitus, NIDDM)은 인슐린저항성과 인슐린의 부족에 의해 초래되는 대사성질환으로 알려져 있으며, 근년에 와서 국내에서 발생빈도가 증가하는 추세를 보이고 있다. 지금까지 알려져 있는 원인으로는 유전적 요인을 바탕으로 비만을 포함하여 생활양식의 변화 등 환경적 인자가 중요한 역할을 할 것이라는 많은 연구 결과가 있다(대한당뇨병학회, 1992). 유해중금속이 인체내로 유입되는 경로는 주로 음식물과 호흡을 통해 이루어진다. 국내에서도 수질오염과 토양오염으로 인한 상용식품의 오염가능성과 대기오염으로 인한 폭로가능성에 대한 많은 연구가 있다(염용태 등,1980; 김두희 등,1988; 김영오 등,1988). 그 가운데는 식생활을 포함한 섭취 음식물내의 금속성분과의 관계를 밝히고자 하는 노력도 적지 않았다. Spencer 등(1979)은 인체에 있어서 여러 중금속의 대사에 대하여, 김두희와 송형달(1984)은 금호강 유역의 수질, 토양과 무우중의 중금속함량에 대하여, 김성현과 김두희(1987)는 남강 담수어에서의 중금속함량을, 이상곤 등(1987)은 야년흡연자의 중금속에 대하여, 정규생 등(1988)은 생쥐에서 식이형태에 따른 카드뮴의 축적양상을, 정태호 등(1989)은 시판되고 있는 생약중의 연함량에 대하여 보고한 바 있다. 한편 인체에 흡수된 연, 카드뮴과 같은 유해중금속은 저농도로 폭로될 경우 고혈압과도 관련성이 있다는 보고로는 Masayoshi와 Schroeder(1969), Thind 등(1973), Perry(1983) 등의 연구와 국내에서는 박순우와 김두희(1991), 이덕희와 김두희(1992) 등의 보고가 있다.

Pidduck 등(1970a)과 Walter 등(1991)은 당뇨병이 있을 경우 아연, 구리, 망간, 마그네슘 등의 대사에 이상이 생길 수 있다고 하였다. Kinlaw등(1983), Schlienger 등(1988), Walter 등(1991)은 당뇨병환자의 혈장내 아연의 농도가 낮게 나타난다고 보고한데 반하여, Martin 등(1975)은 반대로 높다고 하였고, Prout 등(1963)과 Pidduck 등(1970b)은 차이가 없다고 하였다. Schlienger 등(1988)과 Walter 등(1991)에 의하면 특히 당뇨병의 합병증이 있는 경우 혈장내 구리의 농도가 더 높게 나타난다고 한 반면, Pidduck 등(1970b)은 차이가 없다고 하였다. 그 외 망간, 마그네슘의 경우도 연구자에 따라 상이한 결과를 보이고 있다(Hassanein등, 1966; Baly 등,1984; Paolisso 등, 1989). 이처럼 당뇨병환자의 미네랄 상태에 대해서는 조사에 따라 다양한 결과를 보이고 있다.

Pidduck 등(1970b)은 인체에 있어서 아연의 결핍이 당뇨병의 발생에 중요한 역할을 할 수 있다고 하였다. Marble 등(1985)은 동물실험에서 아연의 투여로 인슐린분비의 변화는 없으나 인슐린의 실함은 증가하는 것으로 보고하였다. Mills와 Dalgarno(1972) 및 Hathcock(1982)는 아연과 구리의 인체내 대사에 있어서 카드뮴이 길항적으로 작용한다고 하였다. Ferm과 Carpenter(1968)는 실험동물의 태생초기에 소량의 카드뮴을 주입하여 심한 안면 기형을 유발할 수 있었으나, 아연을 동시에 주입하므로써 안면 기형의 발생을 예방할 수 있었다고 하였다. 그리고 WHO(1992) 보고에 의하면 아연의 결핍과 카드뮴에 대한 과다노출이 동시에 일어날 경우 태아의 사망률이 훨씬 높다고 하였다. Gunn 등(1963)은 실험동물에 카드뮴을 피하내에 주입하여 발생될 수 있는 간질세포종양(interstitial cell tumor)이 아연의 투여로 예방될 수 있다고 하였다. 이처럼 길항적으로 작용할 수 있는 아연과 카드뮴은 종양의 발생에 있어서 뿐만 아니라 당대사에도 연관성이 있을 것으로 추정할 수가 있다.

그러나 필수원소와는 달리 유해중금속의 경우

당뇨병과의 관련성을 파악해 본 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구는 쉽게 구할 수 있는 두발중 중금속의 함량을 분석하여 일부 필수 중금속 이외에 흔히 문제시 될 수 있는 연, 카드뮴, 알루미늄과 당뇨병과의 관련성을 알아보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

당뇨병의 분류는 1985년 세계보건기구에서 제시한 분류방법을 가장 널리 사용하고 있는데 당뇨병환자의 약 90%가 인슐린 비의존형 당뇨병(이하 NIDDM으로약함)인 것으로 알려져있다(대한당뇨병학회,1992). 본 조사의 대상 선정 과정에 있어서도 이와 유사한 분포를 보여 대상자의 선정이 용이하지 않은 인슐린 의존형당뇨병(IDDM)환자는 제외 시켰다.

대상군은 1993년 3월부터 6월까지 경북대학교 병원에 내원한 인슐린 비의존형당뇨병(NIDDM) 환자중 말초신경증을 동반하여 동병원 신경과로 신경전달속도를 측정하기 위하여 의뢰된 69명(남자 32명, 여자 37명)과 그 대조군으로 유해중금속에 대한 뚜렷한 노출력이 없는 74명(남자 47명, 여자 27명)의 정상인을 선정하였다.

두발의 채취는 두피에서 5 cm 이만의 머리카락을 뒷목덜미 부근의 여러 곳에서 채취하는 것을 원칙으로 하여 약 1 g의 두발을 취했다.

두발중 필수원소인 아연(Zn), 구리(Cu), 및 망간(Mn)과 유해중금속인 연(Pb), 카드뮴(Cd), 알루미늄(Al)의 함량을 측정하였다.

두발중 금속원소의 함량은 Intrumentation Laboratory Inc.(1981)의 분석법으로 측정하였다. 즉, 두발을 일정량 취하여 녹슬지 않은 스텐레스 가위로 약 0.5 cm 길이로 절단한 후 외부 오염물질의 영향을 제거하기 위하여 잘 세척된 비이커에 넣고 0.3% Triton X-100 용액을 적당량 넣어 약 10분간 진탕한 후 진공펌프와 여과지(Toyo No.2, 일본)를 사용하여 흡인 여과하였다. 이어 300 ml 정도의 탈이온수로 3회, 10 ml의 아세톤으로 다시 1회 세척하였다. 이를 110℃의 건조기에 넣어 2시간 건조시킨 후 실온이 될 때까지 식혀서 전자천평을 사용하여 200mg을 0.1mg의 오차범위로 무게를 달아 고압 산분해로(acid digestion bomb, Parr, 미국)에 넣고 유해금속측정용 질산(純正化學株式會社, 日本)을 넣어 5ml로 맞추고 이를 150℃의 건조기에 넣어 약 90분간 분해시켰다. 이 액을 적당량 희석하여 중수소 바탕보정 장치(deuterium back-ground corrector)를 갖춘 원자흡광분광광도계(IL. 551,미국)로서 아연 및 구리의 함량은 염광법으로, 카드뮴, 연, 알루미늄 및 망간은 무염광 원자화장치(controlled temperature furnace atomizer; CTF IL. 655, 미 국)를 이용한 무염광법으로 정량하였으며 이때의 기기의 분석조건은 표 1과 같다

Table 1. Analytical condition of the instrument for minerals in scalp hair

	Cd	Pb	Al	Mn	Zn	Cu
Wave length(nm)	228.8	283.3	309.2	279.5	213.9	324.7
Lamp current(mA)	3	5	8	5	3	5
Analysis mode	DB A-Bkg	DB A-Bkg	DB A-Bkg	DB A-Bkg	DB	DB
Intergration time(sec)	8	8	4	8	0.2	0.2
Readout mode	P/H	P/H	P/H	P/H	Auto	Auto
Purge gas	Argon	Argon	Argon	Argon	-	-
Temperature program						
Dry(℃ / sec)	100/50	100/50	110/50	100/50		
Ash(℃ / sec)	225/20	500/15	1150/55	800/70	-	-
Automize(℃ / sec)	1000 / 10	1800 / 10	2500 / 5	2200 / 5		

III. 성 적

조사 대상으로 선정한 NIDDM환자 69명과 대조군 74명의 일반적 특성은 표 2와 같이 나타났다. NIDDM군은 남자 32명, 여자 37명으로 평균 연령이 58.0±9.4세로 남자 47명, 여자 27명인 대조군의 30.9±17.4세와 성별구성 및 연령에 있어서 유의한 차이가 있었다($p<0.01$).

표 3은 필수원소로 알려져 있는 아연, 구리, 망간 두발중 함량을 분석한 성적이다. 아연과 구리의 함량은 NIDDM군이 각각 132.99±19.61 ppm, 8.58±5.07 ppm으로 대조군의 152.51±46.15 ppm, 12.48±6.55 ppm으로 유의하게 낮게 나타났다($p<0.01$). 반면에 망간의 함량은 NIDDM군이 0.44±0.27 ppm으로 대조군의 0.34±0.18 ppm에 비해 유의하게 높게 나타났다($p<0.05$).

두발중 연, 카드뮴, 알루미늄 등의 유해중금속의 함량은 표4와 같다. 연의 함량은 NIDDM군이 10.04±4.60 ppm으로 대조군의 8.10±2.45 ppm에 비해 유의하게 높았고($p<0.01$), 카드뮴과 알루미늄의 함량도 각각 0.57±0.12 ppm, 11.31±3.98 ppm으로서 NIDDM군이($p<0.01$) 대조군의 0.41±0.23 ppm, 7.61±4.16 ppm에 비해 유의하게 높았다.

표 5는 분석대상 원소와 당화혈색소치 (HbA1C) 및 당뇨병의 유병기간과의 단순상관관계를 본 결과이다. 분석 대상 전 원소에 있어서 당화혈색소치 및 당뇨병의유병기간과 함량사이에는 유의한

Table 2. General characteristics of study population

		NIDDM	Control	Significance
Sex	Male	32	47	$p<0.05$
	Female	37	27	
Age		58.0 ± 9.4*	30.9 ± 17.4	$p<0.01$

NIDDM : non-insulin dependent diabetes mellitus

Table 3. Contents of essential minerals in hair (ppm)

	NIDDM	Control	Significance
Zn	132.99±19.61	152.51±46.15	$p<0.01$
Cu	8.58± 5.07	12.48± 6.55	$p<0.01$
Mn	0.44± 0.27	0.34± 0.18	$p<0.05$

Table 4. Contents of toxic metals in hair (ppm)

	NIDDM	Control	Significance
Pb	10.04±4.60	8.10±2.45	$p<0.01$
Cd	0.57±0.12	0.41±0.23	$p<0.01$
Al	11.31±3.98	7.61±4.16	$p<0.01$

Table 5. Correlation coefficient between mineral contents and glycosylated hemoglobin(HbA1C) and duration of diabetes mellitus

	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Al
HbA_1C	.0683	.0543	.0378	.2153	.2284	.0645
Creatinine	-.0539	.0017	.0127	.0012	-.1598	-.0500

Table 6. Correlation coefficient beMeen mineral contents and blood urea nitrogen (BUN) and serurn creatinine

	Zn	Cu	Mn	Pb	Cd	Al
BUN	.1602	-.1071	-.0812	-.1648	-.1060	-.1920
Creatinine	-.1697	-.1716	-.0174	-.1734	-.1784	-.1688

Table 7. Variable」s significantly related with presence of NIDDP나 by multiple logistic regression analysis

Variable	Beta	Standard error	Probability
Cd	13.0394	2.9340	0.0001
Zn	-0.0277	0.0177	0.0180
Cu	-0.2388	0.0671	0.0004

Age and sex were adjusted

상관관계가 나타나지 않았다.

표 6은 분석대상 원소와 혈중 요소질소(blood urea nitrogen, BUN) 및 크레아티닌(creatinine)과의 단순상관관계를 본 결과이다. 분석대상 전 원소에 있어서 혈중요소질소 및 크레아티닌과 두발중 함량 사이에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다

대조군과 NIDDM군 사이에 대해 실시한 다중 로지스틱 회귀분석(multiple logistic regression analysis)에서 연령과 성을 조정하였을 때 카드뮴, 아연, 구리등이 유의한 변수로 나타났다(표 6). 아연과 구리의 경우 회귀계수가 각각 -0.0277, -0.2388으로 나타났으나 카드뮴의 경우 13.0394로 나타났다.

Ⅳ. 고 찰

체내 중금속 함량을 분석함에 있어서 보편적으로 두발을 많이 사용하고 있다. 이는 두발중 중금속의 함량으로 체내의 함량을 유추할 수 있을 뿐만 아니라, 분석과 채취가 쉽기 때문에 여러 학자들에 의해 두발중의 중금속함량을 측정하여 인체내 농도의 지표로 사용되어 왔다(Klevay, 1973; Petering 등, 1973; Pihl과 Parkes,1977).

대부분의 포유류에 있어서 인슐린은 췌장의 베타세포에 아연크리스탈(zinc crystal) 형태로 저장되어 있는데, Arquilla 등(1978)은 아연은 인슐린이 간세포막에 결합되도록 촉진시킬 뿐 아니라 저장에도 관여하며 동시에 분해도 어렵게한다고 하였으며, Park(1986)에 의하면 아연은 필수지방산과 프로스타그란딘의 형성에 필요한 요소로서 결핍이 일어날 경우 세포막의 구조와 기능에 변화를 가져와서 말초조직내 당의 이용에 문제를 일으킴으로서 동물실험에서 아연 결핍시 내당성(glucoseintolerance)을 초래할 수 있다고 한다. Coulston과 Dandona(1980)는 동물실험에서 아연이 인슐린의 지방형성(lipogenesis)에 상승작용을 한다고 하였다.

당뇨병환자의 혈중 아연농도에 관한 연구에서는 서론에서 서술한 바와 같이 조사자에 따라 다양한 결과를 보이고 있으나 본 조사에서는 대조군에 비해 낮게 나타났다. 당뇨환자군의 소변중 아연농도는 원인 미상의 아연대사 이상으로 인해 유의하게 증가되어 나타난다는 보고가 많다(Pidduck등 1970b; Kinlaw등, 1983; Walter등, 1991). Kinlaw 등(1983)은 NIDDM환자의 아연 결핍현상을 위장관을 통한 흡수증가가 없는 상태에서 소변을 통한 배출이 증가하기 때문이라고 하면서 오래된 당뇨환자의 단백뇨를 아연과 같은 금속의 단백질화상과 연관지어 설명하기도 하였다. 아연의 결핍이 있을 경우 상처치유의 지연과, 세포 매개성 면역의 지연(Allen 등,1981), 망막의 기능적, 해부학적, 생화학적 결함 등(Leure-delPree 등, 1982)이 생길 수 있다고 한다.

본 연구에서 NIDDM군과 대조군에 대해 실시한 다중 로지스틱 회귀분석에서 아연과 구리는 회귀계수가 각각 음으로 나타났는데, 아연의 경우는 아연 결핍이 당뇨병을 일으킬 수 있다는 Pidduck(1970b)등의 보고와 일치하는 결과를 보였다. 반면 유해중금속중에서는 카드뮴이 회귀계수가 양으로 13.0384를 나타내어 당뇨병의 발생과 중요한 관련성이 있을 가능성이 있는 것으로 보였다.

카드뮴은 20세기 이후 급격히 사용량이 증가된 대표적인 유해 중금속의 하나로 주 흡입경로는 카드뮴이나 철 등의 제련과정에서 발생하는 직업적 폭로, 오염된 토양에서 자란 농작물을 통한 섭취, 흡연 등이 있다(WHO,1992). 폐로 흡입된 경우 약 50%가, 음식물을 통한 경우는 약 5%가 흡수되어 주로 신장과 폐에 저장되어 있는데 반감기가 약 10년으로 대부분이 조직에서 연령이 증가함에 따라 증가한다고 한다(WHO,1992). 카드뮴을 비롯한 여러 금속의 운반과 저장에 있어서 metallothionein이 중요한 역할을 하는데, 조직내에서 metallothionein과 결합되지않은 상태의 카드뮴이 조직손상에 중요한 위인이 될 것으로 추측하고 있다(WHO,1992). 그외 독성의 기전은 정확하지 않으나 아연, 구리, 철을 필요로 하는 과정이나 효소를 대사의 표적으로 알 것으로 여겨지고 있다(Petering 등,1979). Hanthcock (1982)는 카드뮴은 아연의 흡수를 방해할 수 있다고 하였다. Petering등(1979)은 쥐에게 소량의 카드뮴을 일정기간 투여할 경우 아연대사에 변화가 초래될 수 있는데 이때 양 반응 관계도 성립하였다고 하면서, 카드뮴의 경구 투여로 유발될 수 있는 실험동물의 폐기종이나 폐기능의 저하가 다량의 아연 투여로 저지될 수 있다고 하였다. 이러한 점은 대부분의 사람들이 하루 섭취하는 아연의 양이 하루 필요량에 미달된다(Pfeiffer 등,1982)는 점을 감안하면 임상적으로 응용될 가치가 있을 것으로 여겨진다. 카드뮴은 태반을 통과하지는 않으나 태생기에 투여할 경우 구리와 철의 대사에 지장을 줄 수 있다고도 한다(Petehng 등,1979). 즉 어떤 경로로서든지 인체내 카드뮴의 증가가 일어날 경우 아연대사의 이상을 초래함으로써 당뇨병을 유발시켰을 가능성을 추정할 수가 있다. 일본에서 일어난 itai-itai병환자의 부검소견에서 당뇨병성 신장병증이 보고된 바 있다(WHO,1992). 이 경우 당뇨병환자에게 일정량의 아연을 투여하였을 때 당뇨병의 호전이 있을 것인지의 여부는 앞으로 더 연구가 있어야할 것으로 여겨진다.

본 연구의 제한점으로는 NIDDM군과 정상군을 구분 시우는 가장 중요한 변수로 나타난 카드뮴에 영향을 줄 수 있는 흡연력, 생활근거지, 직업 등에 대한 조정이 이루어지지 못한 점을 들 수 있겠다. 조사대상군의 일반적 특성에서 나타난 성과 연령의 차이는 다중 로지스틱 회귀분석시 그 차이를 보정하여 분석에 사용하였다.

대표적인 유해중금속인 연의 경우 조혈기능의 장애, 중추신경 및 말초신경장애, 신장 및 소화기계의 장애 등이 알려져 있다(Zenz,1988). 본 조사에서 NIDDM군과 정상군간에 유의한 농도 차이가 있었으나 다중 로지스틱 회귀분석에서는 유의한 변수에 포함되지 않았던 결과는 앞으로 계속 연구해 볼 필요가 있다고 생각된다.

망간의 경우 당뇨병 환자와 정상군이 Ward와 Pim(19임), Walter 등(1991)의 보고에서는 차이가 없다고 하였으나, Kosenko(1965)는 당뇨병환자가 낮게 나타난다고 하였다. Hassanein 등(1966)은 만성 망간중독환자의 혈당치에 관한 연구에서 만성 망간중독이 있을 경우 성상 멈춰내이기는 하나 공복시 혈당치가 80.2±3.3 g/dl로서 정상군의 89.4±2.8 g/dl에 비해 저하되어 나타난다고 보고하였다. Baly 등(19임)은 쥐를 통한 실험에서 음식중 망간의 섭취가 결핍된 어미쥐로부터 태어난 새끼쥐에게 1 μg Mn/g diet 정도로 저망간 식이를 시켰을 때 인슐린 분비의 이상으로 탄수화물 대사에 이상을 가져올 수 있으며, 이 경우 충분한 망간의 투여로 당뇨병의 증상은 회복될 수 있다고 하였다. 그러나 본 조사에서는 오히려 당뇨병군의 혈중 망간 농도가 높게 나타났으나 다중 로지스틱 회귀분석에서 유의한 변수에 포함되지는 않았다. 그외 본 연구의 분석에는 포함시키지 못하였으나 필수 중금속의 하나인 바나듐의 경우도 동물실험에서 인슐린과 유사한 작용을 한다는 보고도 있다(Manci 등,1989). Walter 등(1991)에 의하면 당뇨병의 조절정도와 혈관 합병증의 유무에 따라 중금속의 농도는 상당한 차이를 나타낼 수

있다고 하였는데, 본 조사에서는 당뇨병의 조절정도를 반영하는 당화혈색소치와 분석원소간에 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 또한 신장의 배설기능의 장애로 인해 이러한 금속원소들의 함량차이도 생각할 수 있으나 혈중요소질소 및 크레아티닌과 두발중 함량 사이에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

이처럼 본 연구에서도 아연과 구리의 함량이 낮은 경우 당뇨병 발생과 연관성이 있는 것으로 나타났으며, 유해 중금속중 본 연구에서 선택한 카드뮴의 함량이 높을 경우 당뇨병 발생과 연관성이 있는 것으로 생각되나 일부 중금속의 경우 서로가 상반된 의견이 있어 앞으로 더욱 많은 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

V. 요 약

두발의 중금속 성분분석을 통하여 필수 원소 이외에 흔히 문제시 될 수 있는 유해중금속과 당뇨병과의 관련성을 파악하기 위하여 1993년 3월부터 6월까지 경북대학교병원 내과에 내원한 69명(남자 32명, 여자 37명)의 인슐린 비의존형 당뇨병(NIDDM)환자와 그 대조군으로 74명(남자 47명, 여자 27명)의 정상인을 대상으로 필수원소인 아연, 구리, 망간과 유해중금속으로 연, 카드뮴, 알루미늄의 함량분석을 원자흡광광도계(IL,551)로 분석하였다.

필수원소인 아연과 구리의 경우 대조군이 각각 152.51±46.15 ppm, 12.48±6.55 ppm으로 NIDDM군의 132.99±9.61 ppm, 8.58±5.07 ppm에 비해 유의하게 높게 나타났다. 망간의 경우는 당뇨군이 0.44±0.27 ppm으로 대조군의 0.34±0.18 ppm에 비해 오히려 높게 나타났다.

유해중금속인 연의 경우 대조군의 8.10±2.45 ppm에 비해 NIDDM군이 10.04±4.00 ppm으로 유의성 있게 높게 나타났고, 카드뮴과 알루미늄의 경우도 대조군의 0.41±0.23 ppm, 7.61±4.16 ppm에 비해 각각 0.57±0.12 ppm, 11.31±3.98 ppm으로 NIDDM군이 모두 높게 나타났다.

당화혈색소치 및 당뇨병의 유병기간과 분석대상 원소의 함량과는 유의한 상관 관계가 나타나지 않았다.

혈중요소질소 및 크레아티닌과 분석대상 원소의 함량과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

대조군과 NIDDM군에 대해 실시한 다중 로지스틱 회귀분석에서 유의한 변수는 카드뮴, 아연, 구리 등으로 나타났다. 아연과 구리는 함량이 낮을 경우 당뇨병의 발생과 연관성이 있는 것으로, 카드뮴은 그 함량이 높을 경우 당뇨병의 발생과 연관성이 있는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 김두희, 김용구, 장봉기. 낙동강 본류에 서식하는 붕어에서의 납, 카드뮴, 아연의 함량. 예방의학회지 1988;21(2):307-319
2. 김두희, 송형달. 금호강 유역의 수질, 토양 및 무우의 중금속함량. 경북대학교산업개발연구소 연구보고 1984;12:131-144
3. 김성현, 김두희. 남강 담수어에서의 중금속함량의 조사. 경북대학교환경과학연구소 논문집 1987;1:1-16
4. 김영오, 유형렬, 이재형, 기노석, 황인담. 금강유역의 논토양과 현미의 중금속 함량에 관한 연구. 예방의학회지 1988;21(2):320-328
5. 대한당뇨병학회. 당뇨병학. 서울, 고려의학,1992, 쪽 139-141,218
6. 박순우, 김두희. 저농도 혈중연과 혈장레닌활성도 및 혈압과의 관련성. 예방의학회지 1991;24:516-530
7. 염용태, 배은상, 윤배중. 농작물중 중금속 오염도와 1일 섭취량 및 허용 기준 설정에 관한 연구. 예방의학회지 1980;13:3-12
8. 이덕희, 김두희. 저농도 혈중 카드뮴과 아연이 혈압에 미치는 영향. 예방의학회지 1992;25:148-156
9. 이상곤, 이상숙, 장봉기, 김두희. 악년흡연자의 혈중 Co-Hb, 연, 카드뮴 함량. 경북대학교환경과학연구소 논문집 1987;1:17-27
10. 정규생, 김두희, 정경동. 생쥐에 있어서 카세인, 칼슘 및 우지가 카드뮴의 조직내 축적에 미치는 영향. 예방의학회지 1988;21:340-350
11. 정태호, 김경철, 채성칠, 김두희, 주강, 이인선, 김승래. 대구에 시판하는 생약중의 연함량.

경북의대지 1989;3이3):229-235
12. Allen J, Kay N, McClain C. Severe zinc deficiency in humans : association with a reversible T-lymphocyte dysfunction. Ann Intern Med 1981;95:154-157
13. Arquilla ER, Packer S, Tarmas W, Miyamoto S. The effect of zinc on insulin metabolism. Endocrinol 1978 ; 103 : 1440-1M9
14. Baly DL, Curry DL, Keen CL, Hurley LS. Effect of manganese deficiency on insulin secretion and carbohydrate homeostasis in rats. J Nutr 1984;114:1438-1446
15. Coulston L, Dandona P. Insulin-like effect of zinc on adipocytes. Diabetes 1980;29:665-667
16. Davies IJT, Musa M, Dormandy TL. Measurements of plasma zinc I. In health and disease. II. In malignant disease. J Clin Path 1968;21:359
17. Ferm VH, Carpenter SJ. The relationship of cadium and zinc in experimental mammalian teratogenesis. Lab Invest 1968;18:429-432
18. Gunn SA, Gould TL, Anderson WAD. Cadmium-induced interstitial cell tumors in rats and mice and their prevention by zinc. J Nat Cancer Inst 1963;31:745-759
19. Hassanein M, Ghaleb HA, Haroun EA, Hegazy MR, Khayyal MAH. Chronic manganism; Preliminary observations on glucose tolerance and serum proteins. Br J Indusr Med 1966;23:67-70
20. Hathcock. Nutritional toxicology III, New York, Academic Press, 1982, pp. 139-171
21. Kinlaw WB, Levine AS, Morley JE, Silvis SE, McClain CJ. Abnormal zinc metabolism in type II diabetes mellitus. Am J Med 1983;75:273-277
22. Mevay LM. Hair as a biopsy material. Arch Environ Health 1973;26:169- 172
23. Kosenko LG. Concentration of trace elements in blood of patients with diabetes mellitus. Fed Proc 1965;24(Suppl.):237 238
24. Leure-dePree AE, McClain CJ. Effect of severe zinc deficiency on the molphology of the rat retinal epithelium. Invest Ophthalmol 1982;23:425-434
25. Manci EA, Cheryl M, Smith CSM, Ganong CA. Placental vanadium in gestational diabetes mellitus. Placenta 1989;10:417-425
26. Marble A, Krall LP, Bradley RF, Christlieb AR, Soeldner JS. Joslin's Diabetes Mellitus, 12th ed. Philadelphia, Lea & Febiger 1985, pp. 851-852
27. Martin MMC, Bustamante BJ, Fernandez B, de Quiros J, Oritz MO. A study of the zinc metabolism : its metalloenzymes in diabetes mellitus. Biomedicine 1975;23:1A-136
28. Masayoshi K, Schroeder HA. Renal arteriolar changes in hypertensive rats given cadmium in drinking water. Exper Mole Pathol 1969;10:81-98
29. Mills CF, Dalgarno AC. Copper and zinc status of ewes and lambs receiving increaesd dietmy concentrations of cadmium. Nature 1972;239:171-173
30. Paolisso G, Sgambato S, Pizza G, Passariello N, VmTicchio M, D'Onofrio F. Improved insulin response and action by chronic magnesium administration in aged NIDDM subjects. Diabetes Care 1989;12:265-269
31. Park JHY, Grandjean CJ, Hart MH, Erdman SH, Pour P, Vanderhoof JA. Effect of pure zinc deficiency on glucose tolerance and insulin and glucagon levels. Am J Physiol 1986;251:E273-E278
32. Perry HN4, Erlanger MW, Perry EF. Effects of second metal on cadmium induced hypertension. Mch Envir Hlth 1983;38(2):80-85
33. Petering HJ, Chouldhury H, Stemmer KL. Some effects of oral ingestion of cadmium on zinc, copper, and iron metabolism. Environ Health Perspectives 1979;28:97-106.
34. Petering HJ, Yeager DW, Witherup SO. Trace metal content of hair. Arch Environ

Health 1973;27:327-330
35. Pfeiffer CC, Braverman ER. Zinc, the brain and behavior. Biol Psych 1982;13(2):513-532
36. Phil RO, Pakes M. Hair element contents in leanring disabled children. Science 1977;198 : 204-206
37. Pidduck HG, Wren PJJ, Price EDA. Plasma zinc and copper in diabetes mellitus. Diabetes 1970b;19:234-239
38. Pidduck HJ, Wren PJJ, Price EDA. The hyperzincuria of diabetes mellitus and possible genetical implication of this observation. Diabetes 1970a;19:2Q-A7
39. Prout TD, Asper SP. Jr. Lee T. Zinc metabolism in patients with diabetes mellitus. Metabolism 1969;9:10
40. Schlienger JL, Grunenberger F, Maier EA, Simon C, Chabrier G, Leroy MJF. Perturbation des oligoelements plasmatiques dans le diabete. Presse Med 1988;17:1076-1079
41. Spencer H, Asmussen CR, Holtzman RB, Kramer L. Metabolic balances of cadmium, copper, manganese, and zinc in man. Am J Clin Nutr 1979;32:1867-1875
42. Thind GS, Biery DN, Bovee KC. Production of arterial hypertension by cadmium in the dog. J Lab Clin Med 1973;April:549-556
43. Walter RM, Uriu-Hare JY, Olin KL, Oster MH, Anawalt BD, Critchfield JW, Keen CL. Copper, zinc, manganese, and magnesium status and complications of diabetes mellitus. Diabetes Care 1991;14:1050-1056
44. Ward NJ, Pim B. Trace element concentrations in blood plasma from diabetic patients and normal individuals. Biol Trace Elem Res 1984;6:161-162WHO.
45. Environmental Health Criteria IM Cadmium. Geneva, 1992, pp. 17-19,123
46. Zenz C. Occupational medicine, 2nd ed., Chicago, London, Boca Raton, Year Book Medical Publisher, Inc., 1988, pp. 547-582.