

인슐린 비의존형 당뇨병 여성환자의 혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량과 관련인자들과의 상관관계

주은정[†] · 차연수* · 박은숙**

우석대학교 식품영양학과

*여수수산대학교 식품영양학과

**원광대학교 가정교육학과

Correlation among Serum and Urinary Calcium, Zinc, Magnesium and Other Factors in Non-Insulin Dependent Diabetic Women

Eun-Jung Joo[†], Youn-Soo Cha* and Eun-Sook Park**

Dept. of Food and Nutrition, Woosuk University, Samnye-up 565-800, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Yosu National Fisheries University, Yosu 550-749, Korea

**Dept. of Home Economics Education, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

Abstract

Nineteen non-insulin-dependent diabetic(NIDD) and healthy control women were investigated to study the relationship between glyceimic control and the level of calcium, zinc, and magnesium in the serum and urine. Urinary calcium, zinc and magnesium levels in the NIDD women were significantly higher($p<0.01$) than those of the control women. There were no difference in serum magnesium and zinc levels between the two groups, but serum calcium level was lower($p<0.01$) in the NIDD women compared to that of the control group. In the NIDD women, serum magnesium was negatively related to fasting blood glucose($r=-0.533$; $p<0.05$), urinary glucose($r=-0.767$; $p<0.001$), urinary protein($r=-0.476$; $p<0.05$), and urine volume($r=-0.571$; $p<0.05$). The levels of zinc in both serum ($r=0.515$, $p<0.05$) and urine($r=0.623$; $p<0.01$) were related to urinary protein but only urinary zinc level($r=0.570$; $p<0.01$) was related to serum albumin. Urinary magnesium, not calcium was correlated with the urinary glucose($r=0.563$; $p<0.05$) and urinary protein($r=0.568$; $p<0.05$). Fasting blood glucose was positively correlated with duration of diabetes, as well as dietary fat and calorie intake. The results of this study suggest that NIDD alters all magnesium, zinc, and calcium utilization, particularly magnesium is involved in glyceimic control in this condition.

Key words: non-insulin-dependent diabetes mellitus, calcium, zinc, magnesium

서 론

당뇨병은 인슐린의 절대적 상대적 결핍 및 인슐린 저항성에 기인한 heterogenous한 질병으로서 당질 뿐만 아니라 지방질, 단백질 대사에 이상을 초래하고 전해질과 무기질대사 장애도 동반한다. 칼슘은 인슐린 의존형 및 인슐린 비의존형 당뇨병환자에서 뇨중 칼슘 배설량이 증가하였는데(1,2), 소장에서의 칼슘 흡수는 당뇨병에 의해 증가(3)하거나 차이가 없다고 보고 하였다(4). 이러한 변화는 혈당조절 인자들과 관계가

있었으나(1), 근본적인 대사과정은 알려져 있지 않다.

Hyperzincuria는 당뇨병이 있는 사람(5-11)과 동물(12)에서 모두 나타났으며 인슐린 치료는 당뇨병 환자의 뇨중 아연 배설을 감소시켰으나 총 아연 배설량은 여전히 정상 보다 많았다. 또한 당뇨병 환자의 혈중 아연 함량에 대한 보고는 정상인에 비하여 감소(9-11), 증가(8) 혹은 변화가 없다(5)는 등 일치하지 못한 연구 결과들이 있다.

마그네슘은 당뇨병의 종류에 관계없이 혈당이 잘 조절 되지 못했을 때에는 저마그네슘혈증(hypomagnesemia)

[†]To whom all correspondence should be addressed

이 나타났다(2,13-16). 혈청 마그네슘의 농도와 혈당 조절인자 및 cholesterol 사이에 음의 상관관계(17-20)가 나타남으로써 저마그네슘혈증과 당뇨병성 합병증 간의 연관성에 관심이 모아지고 있다. 따라서 당뇨병환자에서 혈청 마그네슘 함량이 당뇨 조절을 분석하는 한 방법으로 사용될 수 있다고 보고(18)하였다.

그리고 당뇨병은 신장기능에 병리학적인 변화를 초래하여(21), 사구체 여과율(glomerular filtration rate)도 달라져 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘의 배설을 증가시키기도 하였다(2,8). 특히 인슐린과 포도당은 칼슘의 신장 세뇨관 재흡수에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(22), 무기질의 종류에 따라서 체내 항상성이 다르게 조절되었다.

따라서 이 연구의 목적은 첫째, 인슐린 비의존형 당뇨병이 혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량에 미치는 영향을 살펴 보고, 둘째는 혈당 조절인자인 공복시 혈당, 뇨중 포도당, 혈청 알부민, 뇨중 단백질 함량을 측정하여 혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량과의 관계를 알아보려고 했으며, 셋째, 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 유병율, 합병증 및 영양소 섭취량과 혈당 조절 지표와의 관계를 찾아봄으로써 칼슘, 아연 및 마그네슘의 대사과정을 비교해 보고자 하였다.

실험대상 및 방법

대상 및 기간

당뇨병 환자는 전주시내 내과의 외래환자 중에서 심한 당뇨병성 대사장애, 간장질환, 알콜중독, 악성종양, 심한 영양결핍 등을 가진 환자를 제외한 인슐린 비의존형 당뇨병 여성환자 19명을 선정하였다. 정상대조군은 외견상 특별한 질환이 발견되지 않는 건강한 여성 19명을 대상으로 하였다. 대상자의 일반적인 사항과 식이 섭취조사는 1991년 12월 부터 1993년 2월에 걸쳐 직접 면담하여 기록하였으며, 시료수집도 함께 실시하였다.

식이 섭취 조사

대상자들에게 전날 섭취한 식품을 기록하게 하였으며, 식품분석표(23)를 이용하여 만들어진 현민 식품분석 프로그램으로 열량, 당질, 지질, 단백질, 섬유소의 함량과 칼슘, 인, 철분의 섭취량을 계산하였다.

혈액 채취 및 분석

공복시에 정상인과 당뇨병 환자의 혈액을 진공 채혈관에 채취하여 공복시 혈당, BUN(blood urea nitrogen)

및 혈청 중 albumin의 측정은 ASTRA system의 glucose reagent kit(P/N 668300), BUN reagent kit(P/N 667530) 및 albumin reagent kit(P/N 668705)를 사용하여 정량하였으며, 혈청 중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량은 atomic absorption spectrophotometer로 측정하였다.

뇨 수집

대상자들에게 채뇨하기 전날에 주의사항을 설명하였으며, 10% HNO₃용액에 24시간 이상 담가둔 후 이온제거수로 3번 이상 세척하여 건조시킨 plastic 채뇨용기를 나누어 주고 24시간 뇨를 수집하였다. 수집한 24시간 뇨의 총량을 기록하고 잘 섞은 다음 일부만 냉동보관한 후 사용하였다.

뇨성분 분석

크레아틴 함량은 Jaffe modified reaction법(24)으로, 당은 enzymatic method(영동 포도당 측정시약 glucose-E kit)를 이용하여, 단백질은 Bradford(25)의 micro protein assay에 의하여 정량하였으며, 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량은 냉동 보관된 뇨를 꺼내어 상온에서 방치하여 녹인 후 주(26)의 dilution method에 의하여 측정하였다.

통계처리

모든 실험결과는 평균치와 표준편차를 계산하였다. 정상인과 당뇨병 환자의 식이 섭취량, 혈액 및 뇨중 성분의 차이는 t-test에 의하여 유의성 검정을 하였으며, 당뇨병 환자의 혈액 및 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘, 그리고 식이 섭취량, 유병기간 및 다른 조절인자들과의 상관관계는 상관분석과 회귀분석으로 분석하였다.

결과 및 고찰

실험대상자들의 일반적인 사항

대상자들의 일반적인 사항은 Table 1과 같다. 당뇨

Table 1. Subject characteristics

	Control(n=19)	NIDD(n=19)
Age(yrs)	59.84±14.9 ¹⁾	60.33±8.08
Duration(yrs)	-	5.44±3.42
Weight(kg)	53.69±6.19	61.61±6.19
Height(cm)	153.26±7.81	153.33±3.58
BMI ²⁾	22.88±4.21	26.23±2.84

¹⁾Mean±S.D.

²⁾BMI(body mass index)=weight(kg)/[height(m)]²

병환자의 유병률은 5.4±3.4년이었으며, 10년 이상인 환자는 10.5%(2명)였다. BMI는 정상군이 22.9±4.2이며, 당뇨병군은 26.2±2.8로서 유의적(p<0.01)으로 높았고, BMI가 27 이상인 비만자도 42%였다. 특히 당뇨병군에서 연령은 BMI와 높은 상관관계(r=0.653 ; p<0.01)를 나타냈으며, 체중과다 및 비만이 인슐린 비의존형 당뇨병을 일으키는 중요한 인자임을 확인할 수 있다.

혈당조절 및 신장기능에 지표가 되는 요인

혈당조절 및 신장기능에 지표가 되는 공복시 혈당, 뇨중 포도당, 혈청 알부민, 뇨중 총 단백질, 뇨량, 뇨크레아티닌 및 blood urea nitrogen 함량은 Table 2와 같다. 공복시 혈당과 뇨중 포도당은 당뇨병군이 각각 143.4±62.4mg/dl, 20.39±31.9g/day로 정상인군의 84.8±12.6mg/dl, 0.04±0.05g/day 보다 유의적(p<0.01, p<0.01)으로 높았다. 미국 당뇨병학회에서는 인슐린 비의존형 당뇨병환자의 조절지표(27)로서 공복시 혈당이 200mg/dl는 불량상태이고, 보통이 140mg/dl이며, 115mg/dl 이하인 상태를 양호하다고 판정하였다. 본 연구에서는 평균 혈당이 143.4±62.4mg/dl로서 보통 상태임을 알 수 있고 115mg/dl 이하인 당뇨병 환자는 36.84%였다.

뇨중 총 단백질은 당뇨병군이 267.9±316.6mg/g creatinine(cr)으로 정상인군의 127.1±55.5mg/g.cr 보다 유의적(p<0.05)으로 높았으나, 혈청 알부민 함량은 차이가 나타나지 않았다. 뇨량은 당뇨병군이 1831±567.3 ml/day로 정상인인 1293±678.4ml/day 보다 유의적(p<0.05)으로 많이 배설되었으나 뇨중 크레아틴 함량은 차이가 없었다. 특히 뇨량은 뇨중 총 단백질 배설량 및 뇨중 포도당과 각각 상관관계(r=0.455 ; p<0.05, r=0.635 ; p<0.01)를 가지고 있었다. 혈청 중 creatinine과 blood urea nitrogen(BUN)은 glomerular function 평가에 사용되는데 serum creatinine 농도는 glomerular filtration 을 그대로 반영한다(28). 그러나 BUN은 glomerular filtration 이외에도 많은 다른 요인에 의해 영향을 받게 되지만, 본 실험에서 당뇨병군의 BUN은 14.82±

3.72mg/dl로서 정상인군의 10.84±3.18mg/dl 보다 유의적(p<0.05)으로 높았으나 모두 정상범위에 속하였고, 박 등(29)의 결과와 일치하였다. 단백뇨는 정상인이 하루 약 150mg이 배설되고 이중 알부민이 7~11% 차지하나, 조기 당뇨병성 신증에서는 알부민이 22%를 차지하고, 신장증세가 계속 증가하면 40~50%까지 증가하는 fraction albumin clearance가 상승하게 된다. 성 등(30)의 연구에서는 당뇨병 유병기간에 따라 24시간 뇨 알부민 배출속도(albumin excretion rate)와 albumin/cr 농도비가 유의적으로 증가하였으며, 당뇨병 환자의 20%가 신장 질환의 합병증을 일으킬 수 있는 위험 상태라고 보고(21)하였다. 본 연구에서는 당뇨병군의 뇨중 단백질 함량이 267.91±316.6mg/g.cr으로 고단백뇨를 보이지만 당뇨병의 합병증인 신장질환은 10.5% 뿐이었으며, 안과질환(retinopathy)이 63.2%로 가장 많고 다음이 신경질환(neuropathy)으로 57.9%, 고혈압을 포함한 심혈관질환이 42%였다.

식이섭취량

24시간 회상법으로 조사하고 현미시스템 프로그램을 이용하여 계산한 식이 섭취량은 Table 3과 같다. 열량 섭취량은 정상군이 권장량의 90%인 1806kcal이며 탄수화물, 단백질, 지방의 비율은 78 : 11.6 : 10.4였다. 당뇨병군은 열량섭취가 1619kcal로서 탄수화물, 단백질, 지방의 비율이 75.6 : 14.4 : 10.0이고 단백질 섭취량중 동물성 단백질은 31.9%였다. 당뇨병 환자군은 연령이 60세이고, 체중이 61.6kg인 여성 환자이므로 kg당 25kcal인 1일 1540kcal의 열량공급으로 체중조절도 고려할 수 있게 된다. 그러나 본 연구에서 당뇨병군의 열량섭취는 1619kcal로서 kg당 26.3kcal를 섭취하고, 당질 305.9g, 섬유소 5.83g을 섭취하여 정상군과는 차이가 없었다. 특히 인슐린을 사용할 경우라도 당질을 250g 이상 섭취하면 혈당조절이 어려우므로 그 섭취량을 제한하여야 한다. 칼슘의 섭취량은 정상인군과 당뇨병군이 463.1mg과 443.8mg으로 권장량의 77.2%

Table 2. Measurements of glycemic control and renal function in control and diabetic women

	Control(n=19)	NIDD(n=19)	p-value
Fasting blood sugar(mg/dl)	84.79±12.57 ¹⁾	143.44±62.44	<0.01
Urinary glucose(g/day)	0.04±0.05	20.39±31.92	<0.01
Serum albumin(g/dl)	4.21±0.34	4.43±0.24	N.S
Urinary protein(mg/g.cr)	127.13±55.48	267.91±316.60	<0.05
Urine volume(ml/day)	1293.0±678.4	1831.8±567.3	<0.05
Urinary creatinine(g/day)	0.99±0.28	0.99±0.28	N.S
Blood urea nitrogen(mg/dl)	10.84±3.18	14.82±3.73	<0.01

¹⁾Mean±S.D.

Table 3. Nutrients intake of control and diabetic women

	Control(n=19)	NIDD(n=19)
Energy(kcal/day)	1806.4±477.3 ¹⁾	1619.3±417.8
Carbohydrate(g/day)	350.02±98.60	305.86±67.37
Fiber(g/day)	5.46±2.62	5.83±2.81
Protein(g/day)	52.37±22.29	58.36±25.64
Fat(g/day)	20.74±10.46	18.77±13.20
Calcium(mg/day)	463.12±249.18	443.84±269.79
Phosphorus(mg/day)	697.52±346.16	617.54±409.77
Iron(mg/day)	14.82±7.29	11.49±6.40

¹⁾Mean±S.D.

Table 4. Serum and urinary calcium, zinc and magnesium levels in control and diabetic women

	Control(n=19)	NIDD(n=19)	p-value
Serum calcium(mmol/L)	2.53±1.39 ¹⁾	1.17±0.56	<0.01
Urinary calcium(24hr mg/g.cr)	96.08±46.74	235.81±66.17	<0.01
Serum zinc(ug/dl)	51.73±15.16	52.88±9.69	N.S
Urinary zinc(24hr ug/g.cr)	247.29±92.91	516.11±157.31	<0.01
Serum magnesium(mEq/L)	1.55±0.29	1.67±0.05	N.S
Urinary magnesium(24hr mg/g.cr)	76.05±31.26	146.97±34.01	<0.01

¹⁾Mean±S.D.

와 74.0%이고 두군 사이도 유의적인 차이는 없었다.

본 연구에서는 당뇨병군의 영양소 섭취량과 혈당 지표와의 상관관계는 나타나지 않았으며, 식이 섬유소와 지방의 섭취량은 연령과 음의 상관관계($r=-0.593$; $p<0.01$, $r=-0.508$; $p<0.05$)를 보여주었다. Kalk 등(15)의 보고에서 인슐린 의존형 당뇨병 환자의 단백질 섭취량은 사구체 여과율(GFR)과는 유의적인 상관관계를 보였으나 알부민배출 속도(AER)와는 관계가 나타나지 않았으며, Hodges 등(31)은 불포화지방 식이는 혈중 유리지방산이나 총 지질량을 저하시키고 생체의 인슐린 수요를 감소시켜서 당뇨병의 증상을 호전시킨다고 하였다. 미국 당뇨병협회에 의하면 지질 섭취량은 칼로리의 30% 미만으로 하고, PUFA는 칼로리의 6~8%, 포화지방산은 10% 미만 그리고 cholesterol은 1일 300mg 미만으로 섭취하도록 권장하고 있으나(32), 우리나라 식생활에 준한다면 총 칼로리의 20%를 지방으로 섭취하는 것이 바람직하다고 사료된다. 본 연구 결과는 지방 섭취량이 10%로 매우 낮고, 당질 섭취량이 75.6%로 당뇨병 환자의 이상적인 3대 열량소 섭취 비율인 60 : 20 : 20과는 차이가 많았다. 따라서 당뇨병 환자들에게 실제로 당뇨병의 조절에 영향을 미칠 수 있는 영양교육이 필요하다고 생각된다

혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량

혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량은 Table

4와 같다. 당뇨병군의 혈청 칼슘 함량은 $1.17\pm0.56\text{mmol/L}$ 로 정상인의 $2.53\pm1.39\text{mmol/L}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 낮았으며, 뇨중 칼슘은 반대로 당뇨병군이 $235.81\pm66.17\text{mg/g.cr}$ 으로 정상군인 $96.08\pm46.74\text{mg/g.cr}$ 보다 유의적으로 높았다. 혈청 중 아연 함량은 당뇨병군과 정상인군이 각각 $51.73\mu\text{g/dl}$ 와 $52.9\mu\text{g/dl}$ 로서 차이가 없었으나 뇨중 아연 함량은 당뇨병군이 $516.1\mu\text{g/g.cr}$ 으로서 정상인군의 $247.3\mu\text{g/g.cr}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 많이 배설되었다. 혈청과 뇨중 마그네슘 함량도 아연과 마찬가지로 혈청 마그네슘 함량은 차이가 없었으며, 뇨중 마그네슘 함량은 당뇨병군이 $146.97\pm34.01\text{mg/g.cr}$ 으로 정상인군의 $76.05\pm31.26\text{mg/g.cr}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 높게 나타났다.

인슐린 의존형 당뇨병 환자의 혈청 중 칼슘 함량은 정상인군과 같거나(2,33) 낮게 나타났으며, 뇨중 칼슘 함량도 차이가 없거나(2) 오히려 증가되었다고(1,33) 보고하였다. Monnier 등(3)의 연구에서 칼슘 흡수는 당뇨병군이 증가하는 것으로 나타났으나, double isotope method를 이용하여 소장에서의 칼슘 흡수를 측정된 결과 당뇨병군과 정상인군 사이에 차이가 없음을 보고(4)하였다. 그리고 당뇨병환자의 무기질대사 연구(1)에서 혈장 칼슘은 conventional therapy에서 $9.26\pm0.4\text{mg/dl}$ 이며, insulin pump therapy에서는 $9.07\pm0.2\text{mg/dl}$ 로서 차이가 없었으나, 뇨중 칼슘은 insulin pump therapy일 때가 유의적($p<0.025$)으로 낮게 나타났으며, 7~14일 이상 정상적인 혈당조절이 이루어지면 뇨

중 칼슘과 인의 배설이 감소되어졌다. 본 연구 결과에서도 당뇨병군의 혈당이 정상적으로 조절되지 않은 상태이므로 뇨중 칼슘 배설량이 정상인군 보다 증가한 것으로 생각할 수 있다. 그리고 정상적인 혈당 조절하에 뇨중 칼슘의 감소는 칼슘 항상성을 지배하는 PTH, 1,25(OH)₂D 농도와는 동반되지 않음을 함께 보고(4)하였다.

당뇨병 환자의 혈중 아연 농도가 보고자에 따라 차이가 있는 것은 검사방법, 당뇨조절 정도, 당뇨병 유형의 차이 때문이라고 하였다. 본 연구에서는 당뇨병군의 혈중 아연 농도는 정상인에 비하여 차이가 없었으며 모두 정상 범위에 있었고, 이는 Kim 등(5)과 McNair 등(7)의 결과와 일치하였다. Sjogren 등(11)의 보고에서 혈장 아연 농도가 당뇨병 환자 중에서도 남자가 여자 보다 더 높게 나타났고, 정상인에 비하여 당뇨병 환자가 남, 여 모두 낮게 나타났다(9,10). 근육과 적혈구내의 아연 함량은 유의적인 차이가 없었으며(11), 백혈구와 혈소판은 당뇨병 환자에서 유의적(p<0.01)으로 낮았고(10) 간장과 신장의 아연 함량은 당뇨병일 때 증가하였다(7,9,11). Streptozotocin으로 당뇨병을 유발시킨 rats에서 아연 흡수량이 대조군에 비하여 3배가 증가하였으며(34) hyperzincuria는 당뇨병 환자에게 나타나는 것이 널리 알려져 있다.

Fort 등(17)은 당뇨병이 있는 어린이에서 혈청 칼슘은 대조군과 차이가 없었으나 골격과 혈장 중의 마그네슘은 당뇨병군이 유의적으로 낮았으며, 뇨중 마그네슘은 오히려 높다고 하였다. 마찬가지로 인슐린 의존형 당뇨병 환자에서 혈장 마그네슘 함량은 정상인군에 비하여 유의적으로 낮거나(13-15,20) 차이가 없다고 보고(9) 하였는데 본 연구결과에서도 차이가 없었다. Hypomagnesemia와 hypermagnesiuria는 인슐린 의존형 당뇨병 환자에서 주로 나타나는 현상이고, 포도당 자극에 의한 인슐린 분비에는 세포외액내 적정량의 칼슘과 마그네슘이 필수적이며, 각각의 농도 보다는 두 양이온의 농도의 비가 더욱 중요하다고 보고(35)하

였다. 그러나 본 연구는 인슐린 비의존형 당뇨병 여자 환자를 대상으로 한 것으로 혈청 마그네슘 함량이 정상군 보다 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 당뇨병군에서 뇨중 마그네슘은 정상인에 비하여 유의적으로 높거나(2,9,17) 차이가 없는(20) 것으로 보고되었는데 본 연구결과도 당뇨병군이 매우 유의적(p<0.01)으로 높게 나타났으며, 뇨중 마그네슘은 포도당 및 뇨중 단백질 배설량과 상관관계(r=0.563 ; p<0.05, r=0.568 ; p<0.05)를 가지고 있었다.

혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘과 관련인자들과의 상관관계

당뇨병군의 혈당, 뇨중 포도당, 혈청 알부민, 뇨중 단백질, 뇨량, 혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘과의 상관관계는 Table 5와 같다.

공복시 혈당은 뇨중 포도당과 높은 상관관계(r=0.740 ; p<0.001)를 가지고 있으며, 뇨중 단백질과 뇨량과도 상관관계(r=0.650 ; p<0.01, r=0.586 ; p<0.01)를 나타내었다. 혈청과 뇨중 아연은 뇨중 단백질과 상관관계(r=0.515 ; p<0.05, r=0.623 ; p<0.01)를 보인 반면 혈청 알부민은 뇨중 아연과 유의적인 관계(r=0.570 ; p<0.01)가 있었다. 혈청 마그네슘은 혈당 조절 인자인 혈당(r=-0.533 ; p<0.05), 뇨중 포도당(r=-0.767 ; p<0.001), 뇨중 단백질(r=-0.476 ; p<0.05) 및 뇨량(r=-0.571 ; p<0.05)과 음의 상관관계가 있었지만 뇨중 마그네슘은 뇨중 포도당(r=0.563 ; p<0.05)과 뇨중 단백질(r=0.568 ; p<0.05) 배설량만이 양의 상관관계를 나타내었다. 그러나 혈청과 뇨중 칼슘 함량은 혈당 조절 인자와는 관계가 없었다. 그외에도 혈당은 유병기간과 상관관계(r=0.595 ; p<0.05)가 있으며, 식이 중 지방과 열량 섭취량과도 상관관계(r=0.595 ; p<0.01, r=0.489 ; p<0.05)를 나타내었다. 그러나 뇨중 단백질 배설량은 단백질 섭취량과 관계(r=0.248 ; p>0.05)가 없었는데, Kalk 등(15)의 연구에서 단백질 섭취량이 알부민 배출속도와 관계가

Table 5. Correlation matrix among serum and urinary calcium, zinc, magnesium and glycemic control factors in non-insulin dependent diabetic women

	FBS ¹⁾	u-glu ²⁾	u-pro ³⁾	s-alb ⁴⁾	u-vol ⁵⁾
s-Ca	0.041	-0.214	0.007	-0.158	-0.100
u-Ca	0.276	0.099	0.282	0.215	-0.205
s-Zn	0.312	0.443	0.515*	0.372	0.149
u-Zn	0.441	0.443	0.623**	0.570**	-0.049
s-Mg	-0.533*	-0.767***	-0.476*	0.005	-0.571*
u-Mg	0.406	0.563*	0.568*	0.217	0.094

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

¹⁾Fasting blood sugar, ²⁾Urinary glucose, ³⁾Urinary protein, ⁴⁾Serum albumin, ⁵⁾Urinary volume

없음을 보고한 결과와 유사하였다.

당뇨병의 형태와 인슐린 치료 여부에 관계없이 혈장내 마그네슘과 혈당조절 인자 사이에는 음의 상관관계들이 보고(2,18-20)되었다. 즉, 한 등(18)은 혈청 마그네슘이 공복시 혈당과는 유의적인 관계가 없었으며, 식후 2시간 혈당과 Hb A1c 사이에서 음의 관계($r=-0.208$; $p<0.01$, $r=-0.32$; $p<0.005$)를 보고하였고, 인슐린 의존형 당뇨병 여성 환자에서 혈청 마그네슘이 뇨중 포도당과 음의 관계($r=-0.758$; $p<0.001$)를 보였으며, 뇨중 칼슘 배설량은 GFR과 유의적인 관계($r=0.476$; $p<0.05$)를 나타내었다. 그러나 인슐린 비의존형 당뇨병 환자를 대상으로 한 본 실험에서는 뇨중 마그네슘이 뇨중 포도당 및 단백질과 양의 상관관계를 보여 주었다.

그러므로 당뇨병 환자에 있어서 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘의 배설이 정상인에 비하여 유의적으로 높은 것은 같으나 혈당 조절인자와의 관계는 각각 달랐다. 즉, 뇨중 칼슘 함량은 혈당 조절인자와 관계가 없었으며, 뇨중 아연은 뇨중 단백질과 혈중 albumin과 상관관계가 있었다. 뇨중 마그네슘은 혈당 조절인자와 양의 상관관계가 있으나, 혈중 마그네슘은 음의 관계를 나타내었다. 따라서 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 칼슘, 아연 및 마그네슘의 대사과정은 각각 다르게 작용하고 있음을 알 수 있다.

요 약

인슐린 비의존형 당뇨병이 칼슘, 아연 및 마그네슘의 대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 인슐린 비의존형 당뇨병 여성환자 19명과 정상 성인 여성 19명을 대상으로 식이 섭취량을 조사하고, 칼슘, 아연 및 마그네슘의 혈청 농도와 24시간 뇨중 배설량을 측정하였다. 그리고 혈당조절 지표로서 이용되는 공복시 혈당, 뇨중 포도당, 혈청 알부민, 뇨중 단백질을 정량하여 혈청과 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘 함량과의 상관관계를 살펴보았으며, 그 결과는 다음과 같다. 혈청 중 칼슘 함량은 당뇨병군이 $1.17 \pm 0.56 \text{mmol/L}$ 로서 정상인의 $2.53 \pm 1.39 \text{mmol/L}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 낮았으며, 뇨중 칼슘은 반대로 당뇨병군이 $235.81 \pm 66.17 \text{mg/g.cr}$ 으로 정상인의 $96.08 \pm 46.74 \text{mg/g.cr}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 증가하였다. 뇨중 아연과 마그네슘 배설량은 당뇨병군이 $516.11 \pm 157.31 \text{ug/g.cr}$ 과 $146.97 \pm 34.01 \text{mg/g.cr}$ 으로 정상인의 $247.29 \pm 92.91 \text{ug/g.cr}$ 과 $76.05 \pm 31.26 \text{mg/g.cr}$ 보다 유의적($p<0.01$)으로 증가하였으나, 혈청 중 아연과 마그네슘 함량은 차이가 없었다.

당뇨병 환자에 있어서 혈청 중 마그네슘은 공복시 혈당($r=-0.533$; $p<0.05$), 뇨중 포도당($r=-0.767$; $p<0.001$), 뇨중 단백질($r=-0.476$; $p<0.05$) 및 뇨량($r=-0.571$; $p<0.05$)과 음의 관계를 나타내었다. 뇨중 마그네슘은 뇨중 포도당($r=0.563$; $p<0.05$)과 뇨중 단백질($r=0.568$; $p<0.05$)과 양의 관계가 있었다. 당뇨병환자에 있어서 혈청 아연 함량은 뇨중 단백질과 상관관계($r=0.515$; $p<0.05$)가 있으며, 뇨중 아연은 뇨중 단백질($r=0.623$; $p<0.01$) 및 혈청 알부민($r=0.579$; $p<0.01$)과 양의 관계를 나타내었다. 당뇨병 환자에 있어서 공복시 혈당은 유병기간($r=0.595$; $p<0.05$)과 양의 관계가 있었으며, 식이중 지방 및 열량 섭취량($r=0.595$; $p<0.05$, $r=0.489$; $p<0.05$)과도 상관관계를 나타내었다. 그러므로 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 뇨중 칼슘, 아연 및 마그네슘의 배설이 정상인에 비하여 유의적으로 증가한 것은 같은 현상으로 보이지만, 혈당 조절인자와의 관계는 각각 다르게 작용하고 있었다. 특히 마그네슘이 혈당조절인자와 가장 밀접하게 관련되어 있음을 알 수 있다.

문 헌

- Gertner, J. M., Tamborlane, W. V., Horst, R. L., Sherwin, R. S., Felig, P. and Genel, M. : Mineral metabolism in diabetes mellitus : changes accompanying treatment with a portable subcutaneous insulin infusion system. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **50**, 862(1980)
- Smith, R. G., Heise, C. C., King, J. C., Costa, F. M. and Kitzmiller, J. L. : Serum and urinary magnesium, calcium and copper levels in insulin dependent diabetic women. *J. Trace Elem. Electrolytes Health Dis.*, **2**, 239(1988)
- Monnier, L., Colette, C., Aguirre, L., Sony, C. and Mizouze, J. : Intestinal and renal handling of calcium in human diabetes mellitus. *Eur. J. Clin. Invest.*, **8**, 225(1978)
- Health, H., Lambert, P. W., Service, F. J. and Arnaud, S. B. : Calcium homeostasis in diabetes mellitus. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, **49**, 462(1979)
- Kim, S. Y., Oh, Y. S., Lee, H. K. and Min, H. K. : Zinc and copper metabolism in diabetes mellitus. *J. Kor. Diab. Assoc.*, **9**, 81(1985)
- Park, J. H., Ro, S. R., Oh, Y. S. and Shinn, S. H. : A study on the zinc, copper and chromium content in serum and 24-hr urine of normal subjects and non-insulin dependent diabetics. *J. Kor. Diab. Assoc.*, **15**, 109(1991)
- Mcnair, P., Kiilerich, S., Christensen, M. S., Madsbad, S. and Trcnbal, I. : Hyperzincuria in insulin treated diabetes mellitus-its relation to glucose homeostasis and insulin administration. *Clinica Chimica Acta*, **112**, 343(1981)

8. Heise, C. C., King, J. C., Costa, F. M. and Kitzmiller, J. L. : Hyperzincuria in IDDM women. *Diabetes Care.*, **11**, 780(1988)
9. Walter, R. M. : Trace element status and complications of diabetes mellitus. Univ. California, Davis, Dept. Internal Medicine, *M.S. Thesis*(1990)
10. Pai, L. H. and Prasad, A. S. : Cellular zinc in patients with diabetes mellitus. *Nutr. Res.*, **8**, 889(1988)
11. Sjogren, A., Edvinsson, L., Floren, C. H. and Abdulla, M. : Zinc and copper in striated muscle and body fluids from subject with diabetes mellitus type I. *Nutr. Res.*, **6**, 147(1986)
12. Failla, M. L. and Gardell, C. Y. R. : Influence of spontaneous diabetes on tissue status of zinc, copper and manganese in the BB wistar rat. *Pro. Soci. Exp. Biol. Med.*, **180**, 317(1985)
13. Mather, H. M. and Levin, G. E. : Magnesium status in diabetes. *The Lancet, April*, **28**, 924(1978)
14. Paolisso, G., Passariello, N., Pizza, G., Giunta, R., Sgambato, S., Varrichio, M. and D'Onofrio, F. : Dietary magnesium supplements improve β -cell response to glucose and arginine in elderly non-insulin dependent diabetic subjects. *Acta Endocrinologica.*, **121**, 16(1989)
15. Kalk, W. J., Osler, C., Contable, J., Kruger, M. and Panz, V. : Influence of dietary protein on glomerular filtration and urinary albumin excretion in insulin-dependent diabetes. *Am. J. Clin. Nutr.*, **56**, 169(1992)
16. Wibell, L., Gebre-medhin, M. and Lindmark, G. : Magnesium and zinc in diabetic pregnancy. *Acta Padiatr. Scand.*, Suppl, **320**, 100(1985)
17. Fort, P., Lifshitz, F., Wapnir, L. L. and Wapnir, R. A. : Magnesium metabolism in experimental diabetes mellitus. *Diabetes*, **26**, 882(1977)
18. 한제호, 윤건호, 강무일, 홍관수, 차봉연, 이광우, 손호영, 강성구 : 당뇨병 환자에서의 마그네슘 농도와 당뇨 조절정도 및 관련 인자들과의 상관관계. *당뇨병*, **13**, 163(1989)
19. Yajnik, C. S., Smith, R. F., Hockaday, T. D. and Ward, N. I. : Fasting plasma magnesium concentrations and glucose disposal in diabetes. *Brit. Med. J.*, **288**, 1032(1984)
20. Sjogren, A., Floren, C. H. and Nilsson, A. : Magnesium deficiency in IDDM related to level of glycosylated hemoglobin. *Diabetes*, **35**, 459(1986)
21. Giampietro, O., Miccoli, R., Clerico, A., Palma, L. D., Bertolotto, A., Anichini, R., Cristofani, R. and Navalesi, R. : Urinary albumin excretion in normal subjects and in diabetic measured by a radioimmunoassay : methodological and clinical aspects. *Canad. Soc. Clin. Chem.*, **21**, 63(1988)
22. Hoskins, B. and Scott, J. M. : Evidence for a direct action of insulin to increase renal reabsorption of calcium and for an irreversible defect in renal ability to conserve calcium due to prolonged absence of insulin. *Diabetes*, **33**, 991(1984)
23. 농촌 진흥청 농촌 영양 개선 연수원 : 식품성분표. 제4 개정판(1991)
24. Bonsnes, R. W. and Taussky, H. H. : On the colorimetric determination of creatinine by the Jaffe reaction. *J. Biol. Chem.*, **158**, 581(1945)
25. Bradford, M. A. : Rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein ; dye binding. *Analy. Biochem.*, **72**, 248(1976)
26. 주은정 : 회화 방법에 따른 뇨중의 칼슘, 마그네슘 및 아연의 함량 비교 연구. 전주 우석대학 논문집, **14**, 17(1992)
27. 정민영 : 자가혈당 측정의 지도. 제2차 호남지역 당뇨병 교육자 세미나 초록집, p.18(1993)
28. Montgomery, R., Dryer, R. L., Conway, T. W. and Spector, A. A. : Biochemistry(A case-oriented approach). Mosby Company, p.499(1983)
29. 박면애, 임숙자, 유정렬 : 당뇨병 환자의 혈액성분 고찰 및 혈중-Ca농도에 대한 1,25-dihydroxycholecalciferol의 급여 효과. *한국영양학회지*, **17**, 273(1984)
30. 정상규, 한경아, 권용준, 김두만, 유형준 : 인슐린 비 의존형 당뇨병 환자들의 미세단백뇨(microalbuminuria) 측정에서 24시간 소변의 알부민 배출속도, 주간단일 소변에서의 알부민 농도, 알부민/크레아티닌 치에 관한 연구. *당뇨병*, **12**, 159(1988)
31. Hodges, R. E. : Present knowledge of nutrition in relation to diabetes mellitus. *Nutr. Rev.*, **24**, 257(1966)
32. Carroll, K. K. : Diet, nutrition and health. The Royal Society of Canada, McGill-Queen's university Press, p.104(1989)
33. Witt, M. F., White, N. H., Santiago, J. V., Seino, Y. and Avioli, L. V. : Use of oral calcium loading to characterize the hypercalciuria of young insulin dependent diabetics. *J. Clin. Endocrinol. Meta.*, **57**, 94(1983)
34. Craft, N. E. and Failla, M. L. : Zinc, iron and copper absorption in the streptozotocin-diabetic rat. *Am. J. Physiol.*, **244**, 122(1983)
35. 윤건호, 유순집, 손현식, 강무일, 홍관수, 차봉연, 이광우, 손호영, 강성구 : 포도당 자극에 의한 관류 원위 체장의 인슐린 분비에 대한 칼슘과 마그네슘의 관련성. *당뇨병*, **15**, 63(1991)

(1996년 5월 9일 접수)