

# 인슐린 의존형 (제 1 형) 당뇨병 환자의 신체 조성 (Body Composition) 에 대한 연구

연세대학교 의과대학 소아과학교실, 생활과학대학 식품영양학과\*

강혜영 · 박미정 · 김덕희 · 박유경\* · 이종호\*

이화여자대학교 의과대학 소아과학교실

김 호 성

## 서 론

당뇨병은 인슐린 분비량의 절대적 부족 또는 기능의 장애로 생기는 대사성 질환으로 탄수화물, 지방 및 단백질 대사의 장애를 초래하며 원인 및 병리 생리학적 기전에 따라 크게 인슐린 의존형인 제 1 형 당뇨병 (insulin-dependent diabetes), 인슐린 비의존형인 제 2 형 당뇨병 (non-insulin-dependent diabetes) 과 2차성 당뇨병 (secondary diabetes) 로 분류된다.

원인 및 발병 기전으로 현재까지 밝혀진 바로는 제 1 형 당뇨병은 유전적 경향이나 바이러스 감염, 또는 자가면역 이상으로 발병하며 저체중인 경우가 많고, 제 2 형 당뇨병은 유전적인 인자가 관여되며 또한 비만과 관련이 깊어 비만으로인하여 체내의 인슐린에 대한 저항성이 증가하여 발병하며 비만과 당뇨병의 정도는 비례하는 것으로 알려져 있다.

제 1 형 당뇨병을 가진 환아가 사춘기에 접어들었을 때는 혈당 조절이 잘 안되고 혈당을 정상으로 유지하기 위해서 많은 양의 인슐린이 필요하게 되며, 또한 많은 양의 인슐린을 투여해도 혈당 조절 상태가 불량한 경우가 많은 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 이는 사춘기를 전후하여 성 호르몬 및 성장 호르몬의 분비가 증가하여 이들에 의해 말초 조직의 인슐린에 대한 감수성이 감소하고 또 급격한 성장등의 신체적 스트레스 및 정신적 스트레스에 의한다고 생각된다<sup>2,3,4)</sup>. 이론적으로 인슐린은 지방 분해를 억제하는 작용(anti-lipolytic

action)이 있기 때문에 다량의 인슐린이 투여되었을 때 이로 인해 체내에 지방이 축적되는 경향이 생기게 되어 지방 과다 내지는 심한 경우 비만까지 생길 수 있을 것으로 생각되는데, 제 1 형 당뇨병을 가진 성인에 있어서는 비만한 경우가 종종 있어 이로 인하여 혈당 조절에 악영향을 준다는 보고가 있으며<sup>5)</sup> 소아에서는 보고자에 따라서 차이가 많은데, Jackson<sup>6)</sup>은 8세 이상의 여자나 11세 이상의 남자 당뇨병 환아들은 그 지역의 같은 연령층 소아의 평균체중보다 무겁다고 보고하였으며 Abusrewil<sup>7)</sup>은 당뇨 환아들이나 정상 소아간에 차이가 없다고 보고하여 아직 인슐린 의존형 당뇨 환아에 있어서는 체지방이나 비만에 대하여 잘 알려져 있지 않은 실정이다. 또한 최근 소아의 비만 및 이로 인한 합병증의 빈도가 증가하는 것으로 보고됨에 따라 소아에서도 체지방 및 신체 조성 (body composition)에 대한 연구가 많이 시행되고 있으며 성장 장애가 있는 환아에서와 같이 내분비 질환을 앓는 환아에 있어서는 체지방에 대한 연구가 많은 시행되고 있으나 소아에서 비교적 흔한 대사성 질환의 하나인 인슐린 의존형 당뇨병 환자의 신체 조성 및 체지방율 (body fat content, %)에 대한 연구는 별로 되어 있지 않다.

저자들은 인슐린 의존형 당뇨병을 가진 학동기 및 청소년기 환자의 체지방율을 측정하여 알아보고, 이들의 체지방율이 성별이나 pubertal status에 따라 어떻게 변화하는지를 측정하였다. 또한 그 외에 체지방율에 영향을 줄수 있는 인자들로 인슐린 용량, HbA<sub>1c</sub> level, physical activity와 calory intake에 따른 energy balance등이 인슐린 의존형 당뇨병 환자의 체지방율

접수일자 : 1993년 9월 28일

승인일자 : 1993년 11월 12일

**Table 1.** Age Sex and Duration of 51 Children and Adolescents with IDDM

	Prepuberty (n=26)		Puberty (n=25)	
	Male (n=12)	Female (n=14)	Male (n=12)	Female (n=13)
Age (year)	9.2 (6.9~11.2)	7.1 (6.5~9.9)	14.8 (11.0~16.7)	13.5 (10.3~17.9)
Duration (year)	2.1 (0.5~7.0)	2.3 (0.3~6.0)	3.9 ( 0.4~ 5.5)	3.2 ( 0.3~10.6)

과 어떤 관련이 있는지 알아보았다.

### 대상 및 방법

세브란스 병원 소아과에서 인슐린 의존형 당뇨병으로 진단된 51명의 학동기 및 청소년기 환아를 대상으로 하였다. 이 중 남아가 24명, 여아가 27명이었고 이들의 신장과 체중을 측정하였으며 Sex Maturity Ratings (SMRs, Tanner stages)에 의해 유방, 음모와 음경의 발달 상태를 측정하여 pubertal status를 정하였다. 체지방율(body fat content, %)은 적외선 분광 분석기의 일종인 체지방측정기(Futrex 5000A body fat content analyzer)를 이용하여 측정하였다. 체지방 측정기에 미리 대상 환아의 연령, 성별, 신장과 체중, 운동 정도를 입력시킨 후, 대상 아동을 긴장을 풀 상태에서 많이 사용하는 팔(주로 오른 팔)을 자연스럽게 늘어뜨리거나 책상위에 올려놓고 주먹을 편 상태에서 이두박근의 중간이 되는 지점에 체지방측정기의 light ward를 밀착시켜 빛(near-infrared)을 투과시켜 측정하였다. 그리고 조사 당시를 기준으로 당뇨병의 유병 기간, 투여하고 있는 인슐린 용량 및 HbA<sub>1c</sub> 농도를 조사하였으며 평상시 하루 동안의 열량 섭취량(energy intake과 활동량(physical activity)을 조사하였다. 조사 방법은 설문지 및 면담을 통하여 평소 하루동안의 활동량을 조사하여 total energy expenditure(이하 TEE)를 산출하였으며 역시 설문지와 면담을 통하여 하루동안 섭취하는 음식의 양 및 종류(24-hour usual food intake)를 조사하여 daily energy intake(이하 DEI)를 구하고 섭취한 식품의 종류를 분석하였다. 설문지의 작성과 면담시에는 환아 자신과 환자의 보호자(주로 어머니)가 함께 참석하여 답변의 정확성을 높이고자 노력하였다.

### 결 과

전체 대상 환아는 51명이었고 이 중 남아가 24명, 여아가 27명이었으며 이들의 연령은 6.5세부터 17.9세로 평균 11.6세였다.

대상 환아를 사춘기이전군과 사춘기군으로 나누었을 때 각 군의 평균 연령은 사춘기이전군이 남녀 각각 9.2세(6.9세~11.2세), 7.1세(6.5세~9.9세)였고 사춘기군 남녀가 각각(11.0세~16.7세), 13.5세(10.3세~17.9세)였다(Table 1).

당뇨병의 유병기간은 사춘기이전군의 남녀가 각각 2.1년, 2.3년이었고 사춘기군의 남녀가 각각 3.9년, 3.2년이였다.

대상 환아들의 신체구성(body composition)을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 1985년 대한 소아과학회에서 발표한 한국 소아의 연령별 및 신장별 체중 백분위의 50 percentile치를 표준체중으로 하여 대상 환아들의 체중을 표준체중에 대한 비율(% of median)로 나타내었을 때 전체 대상 환아는 대체로 표준 체중을 지니고 있었고 비만한 환아는 없었으며 사춘기 전후나 남녀간의 차이는 없었다. Body mass index (BMI)는 남아에서는 사춘기이전군이 16.1±1.1, 사춘기군이 18.6±2.2로 사춘기군이 사춘기이전군보다 유의하게 증가하였으며(p<0.01), 여아에서도 사춘기이전군이 15.1±2.0, 사춘기군이 18.4±2.1로 남녀 모두 사춘기군이 사춘기이전군보다 통계학적으로 유의하게 증가하였다. 체지방율은 사춘기이전 남아가 평균 19.5%, 여아가 17.9%로 사춘기이전군에서는 남녀간의 차이가 없었다. 또 사춘기군에서는 남아가 19.9%, 여아가 26.1%로 전체 사춘기군은 사춘기이전군보다 체지방율이 유의하게 높았으며(p<0.01), 사춘기 남아는 사춘기이전 남아와 비교하여 체지방율의 차이가 없었고 사춘기 여아는 사춘기 남아나 사춘기이전의 남녀

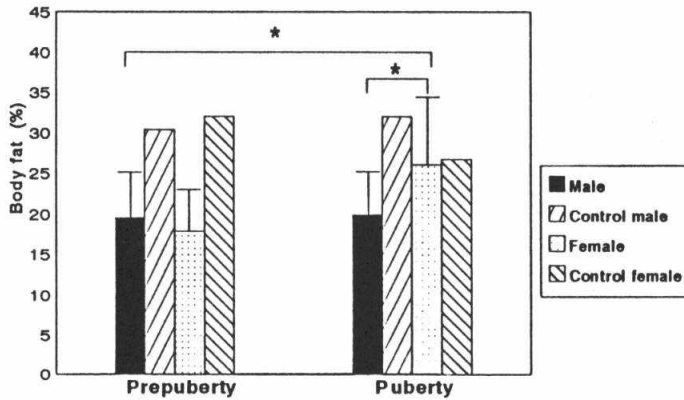


Fig. 1. Body of (%) (Mean ± SD; \*p < 0.01).

Table 2. Body Composition in Children and Adolescents with IDDM

	Prepuberty		Puberty	
	Male	Female	Male	Female
Weight (% of median)	100.6 ± 5.2	102.1 ± 8.6	97.4 ± 5.5	97.4 ± 8.5
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	16.1 ± 1.1	15.1 ± 2.0	18.6 ± 2.2 <sup>a</sup>	18.4 ± 2.1 <sup>b</sup>
Body fat (%)	19.5 ± 5.0	17.9 ± 4.6	19.9 ± 4.7	26.1 ± 5.4 <sup>c,d</sup>

Mean ± SD

<sup>a</sup>p < 0.01 vs prepubertal males, <sup>b</sup>p < 0.001 vs prepubertal females

<sup>c</sup>p < 0.01 vs prepubertal females, <sup>d</sup>p < 0.05 vs pubertal males

보다 체지방율이 유의하게 높았다(p < 0.05). 사춘기군에서 체지방율은 증가하였지만 표준체중에 대한 비율(% of median)은 증가하지 않은 것으로 보아 신체 조성(body composition) 중 lean body mass보다는 fat mass가 증가한 것으로 생각되었다.

본 연구 대상 환아들의 체지방율을 서울시의 건강한 초중고생 1401명을 대상으로 역시 적외선분광분석기의 일종인 Futrex 1000 body fat tester로 측정된 체지방율<sup>8)</sup>과 비교하여 보았다(Fig. 1). 인슐린 의존형 당뇨병 환아들은 비교군의 건강한 아동들보다 사춘기이전군에서는 남녀 모두 체지방율이 낮았으며(p < 0.01), 사춘기 남아는 체지방율이 비교군보다 낮았으나(p < 0.01) 사춘기 여아는 비교군과 통계학적으로 차이가 없었다. 따라서 인슐린 의존형 당뇨병 환아에서 사춘기 이전에는 비슷한 연령군의 정상 아동과 비교하여 체지방율이 낮다가 사춘기가 되면서 여아에서는 체지방이 증가하여 정상 아동과 체지방율이 비슷해지는 것을 볼 수 있었다.

다음은 체지방율에 영향을 줄 수 있는 여러 인자들을 조사하였는데 먼저 인슐린 용량 및 혈당 조절 상태와 체지방율과의 관계를 알아보기 위해 인슐린 용량 및 HbA<sub>1c</sub>치를 조사하였다(Table 2). 환아들이 조사 당시 투여받고 있던 평균 인슐린의 양은 각 군에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었으며 당뇨의 조절상태를 나타내는 HbA<sub>1c</sub>치도 사춘기군이 사춘기이전군보다 높은 추세를 보였지만 통계학적인 의의에는 미치지 못하였다. 체지방율과의 상관관계를 보았을 때 인슐린 용량이나 HbA<sub>1c</sub>치 모두 체지방율과의 유의한 상관관계가 없었다.

또한 열량 섭취량(daily energy intake, DEI) 및 활동량(physical activity)이 체지방율에 미치는 영향을 살펴 보았는데(Table 4), 하루 동안의 섭취하는 에너지의 양(DEI, Cal/kg)은 체지방율이 낮았던 사춘기이전군이 사춘기군 보다 유의하게 높았으며(p < 0.01), total energy expenditure (TEE)를 비교하였을 때는 체지방율이 높았던 사춘기군이 사춘기이전군보다

**Table 3.** Comparison of Insulin Dose, HbA1c of Prepubertal and Pubertal Group and the Correlation between Insulin dose, HbA1c and Body Fat

	Prepuberty		Puberty		Correlation between body fat
	Male	Female	Male	Female	
Insulin (U/kg/D)	0.69 (0.2~1.3)	0.75 (0.4~1.3)	0.69 (0.4~1.0)	0.72 (0.1~1.0) <sup>a</sup>	NS
HbA1c (%)	12.8 (7.0~18.9)	14.7 (11.6~20.1)	16.1 (9.7~24.0)	15.7 (9.3~23.0) <sup>b</sup>	NS

Mean (range): NS, not significantly different

<sup>a,b</sup>NS, prepubertal vs. pubertal group

**Table 4.** Comparison of Daily Energy Intake (DEI), Total energy Expenditure (TEE) of Prepubertal and Pubertal Group and the Correlation between DEI, TEE and Body Fat

(Cal)	Prepuberty		Puberty		Correlation between body fat
	Male	Female	Male	Female	
DEI	2041.8±148.7	1984.6±215.8	2205.8±198.0	2219.6±205.3	r = -0.48, p < 0.0001
DEI/kg	73.9 ± 9.9	92.5 ± 12.2	49.8 ± 10.9 <sup>a</sup>	53.0 ± 11.7 <sup>b</sup>	
TEE (Cal)	1837.9±340.1	1498.5±252.7	2337.7±428.7	2147.8±337.8	r = -0.55, p < 0.0001
TEE/kg	65.6 ± 7.3	69.4 ± 6.5	51.2 ± 5.7 <sup>a</sup>	50.4 ± 7.6 <sup>b</sup>	
DEI/TEE (%)	113.6 ± 17.3	134.5 ± 18.3	96.3 ± 14.6 <sup>a</sup>	106.3 ± 22.0 <sup>b</sup>	r = -0.28, p < 0.05

Mean ± SD

<sup>a</sup>p < 0.01 vs prepubertal males

<sup>b</sup>p < 0.01 vs prepubertal female

**Table 5.** Comparison of Diet Composition, Body Fat of Prepubertal and Pubertal Group and the Correlation between Diet Composition and Body Fat

	Prepuberty		Puberty		Correlation between body fat
	Male	Female	Male	Female	
CHO (%)	51.7 ± 5.2	55.2 ± 7.0	58.4 ± 4.4 <sup>a</sup>	57.2 ± 4.7	r = 0.4, p < 0.01
PRO (%)	18.9 ± 2.8	17.3 ± 2.9	18.3 ± 2.5	17.2 ± 2.2	NS
FAT (%)	29.3 ± 2.7	27.9 ± 5.6	23.2 ± 3.9 <sup>b</sup>	25.7 ± 4.6	r = -0.46, p < 0.01
Chol (g/d)	303.5 ± 157.7	318.7 ± 152.9	275.3 ± 102.8	310.1 ± 147.6	NS
P/S (ratio)	0.88 ± 0.63	0.64 ± 0.26	0.57 ± 0.37	0.52 ± 0.37	NS

Mean ± SD; P/S, polyunsaturated fatty acid/saturated fatty acid; NS, not significantly different

<sup>a</sup>p < 0.05 vs prepubertal male

<sup>b</sup>p < 0.05 vs prepubertal male

의미있게 적었다(p < 0.01). Energy balance를 보기 위해 daily energy intake와 total energy expenditure의 비율(DEI/TEE, %)을 비교하였을 때 체지방

율이 낮았던 사춘기이전군에서 오히려 소모하는 에너지의 양보다 섭취하는 양이 많은 것으로 나타나 체지방율을 결정하는 요인이 열량의 균형만으로는 설명되

지 않는 것으로 생각되었다. 이에 저자들은 체지방에 영향을 주는 요인을 더 알아보기 위하여 섭취하는 식품의 성분을 조사하였다(Table 5). 하루 동안 섭취하는 열량 중 탄수화물이 차지하는 비율이 높을 수록 체지방률이 증가하는 것으로 나타났으며( $p < 0.01$ ), 지방 섭취량은 체지방률이 높았던 사춘기군에서 오히려 적은 것으로 나타났다( $p < 0.01$ ). 단백질이나 콜레스테롤 섭취량, 포화지방산/불포화지방산의 비율 등은 각 군에서 차이가 없었다.

## 고 찰

신체 조성(body composition)의 측정은 일반적인 영양상태의 평가와 비만의 측정뿐 아니라 여러가지 내분비 장애나 대사성 질환에 있어서 질병의 병태 생리나 진행 상태, 치료에 대한 반응들을 알아보는 데 유용한 자료로 쓰일 수 있다. 신체 조성의 측정은 인체를 크게 지방성분(fat mass)와 비지방성분(fat-free mass)의 두가지 성분으로 나눌 수 있으며, 지방 성분에는 수분이 함유되어 있지 않고 비지방 성분은 주로 수분으로서 그 무게의 73%가 수분으로 구성되어 있다는 이론에 근거하여 그동안 여러가지 측정 방법이 발달되어 왔다.

신체 조성을 측정하는 방법은 여러가지가 있는데 직접적으로 측정하는 방법과 간접적으로 측정하는 방법으로 나눌 수 있다. 직접 측정하는 방법에는 사체를 이용하여 화학적으로 분석하는 방법이 있고 간접적으로 측정하는 방법에는 물속과 물밖에서의 체중차이를 구하여 체밀도를 구함으로써 공식을 이용하여 체지방률(%)을 구하는 수밀도 측정법(hydrosatic weightig technique)<sup>9)</sup>, 방사성 동위원소를 사용하여 체내에서 희석시킴으로써 체내 총수분량을 계산하여 체지방을 구하는 방법<sup>10)</sup>, 체내의 potassium양을 측정함으로써 지방량을 산출하는 방법<sup>11)</sup>, 전기전도율 응용법(total body electrical conductivity)<sup>12-13)</sup>, bioelectrical impedance방법<sup>14)</sup> 등이 있으나 임상에서 널리 이용되기에는 방법이 복잡하고 시간이 오래 걸리며 비싼 장비가 필요한 문제점이 있다. 임상에서 이용될 수 있는 간접 측정 방법으로는 skinfold caliper를 사용하여 피하지방을 측정하는 방법이 있는데 비교적 정확하고 방법이 간단하여 널리 받아들여지고 있으며 이 방법을

이용하여 국내외에서 체지방에 대한 연구가 많이 시행되어져 왔다. 그러나 이 방법은 측정자에 따라서나 또는 측정자의 숙련도에 따라 측정치가 달라질 수 있고 피하지방의 신장도의 영향을 받아서도 측정치가 변할 수 있으므로 반드시 여러번 측정하여 평균치를 구해야 한다<sup>10,15)</sup>, 그런데 1984년 Conway등이 발표한 infrared interactance 방법은 빛의 흡수 및 반사와 infrared spectroscopy의 원리를 이용한 검사로서 이는 지방이 존재할 때 빛의 spectrum이 변하는 성질을 이용한 "light interactance"가 그 원리로, 이 방법을 이용하여 측정한 체지방률은 피부 지방 두께 측정방법과 초음파 측정법으로 측정한 체지방률과도 잘 일치하며, 신속하고 안전하며 비관혈적인 방법으로서 개인검진이나 집단검진시 간편하고 쉽게 쓸수 있는 방법으로 보고되었다<sup>16)</sup>.

국내에서는 이 infrared interactance 방법을 이용하여 건강한 성인 및 당뇨병 환자를 대상으로 체지방률을 측정한 보고<sup>17)</sup>가 있으며 소아에서도 최근에 건강한 학동기 및 청소년기의 소아에서 측정한 체지방률의 보고<sup>18)</sup>가 있었으나 아직 질병이 있는 환자의 체지방률에 대한 자료는 없는 실정이다. 이에 저자들은 infrared interactance방법을 이용한 체지방 측정기를 사용하여 소아의 대표적 대사성 질환인 인슐린 의존형 당뇨병 환자의 체지방을 측정하고 이들의 성별 및 pubertal status에 따른 변화를 살펴보았다.

본 연구에서 측정한 성별 및 사춘기 발달여부에 따른 신체조성의 변화 중 지방의 비율은 사춘기 이전에는 남녀간의 차이가 없다가 사춘기가 되면서 여아에서는 지방률의 현저한 증가를 볼 수 있었는데, 이러한 결과는 이중에너지 X-선 흡수법으로 측정한 이등<sup>18)</sup>의 연구결과나 피부 두께를 측정하여 보고한 이등<sup>19)</sup>의 보고와도 일치하는 것으로서 이들의 연구 결과에서도 여아는 10세 이후에 체지방률이 급속한 증가를 나타내는 것으로 나타났다. 또한 비슷한 연령군의 건강한 초중고 학생을 대상으로 infrared interactance 방법의 일종인 Futrex-1000 체지방 측정기로 측정한 체지방률<sup>8)</sup>과 비교해 보면 본 연구의 대상인 인슐린 의존형 당뇨병 환자들은 사춘기 이전 남녀나 사춘기 남아에서 모두 정상 소아보다 낮은 지방률을 나타내었으며 사춘기 여아만이 정상 소아와 같은 지방률을 보여 여아에서는 사춘기에 지방축적이 가속화 되는 반면 남자는 비교적

일정하게 유지됨을 알 수 있었다. Gregory등<sup>20)</sup>이 1992년에 피부지방 두께 측정방법과 bioelectrical impedance방법을 이용하여 측정한 학동기 및 사춘기 당뇨 환자의 체지방에 대한 보고에세도 사춘기 여아에서 체지방이 현저히 증가하였는데, 이들은 사춘기 여아에서 체지방율이 증가하는 이유를 사춘기에 접어들면서 성 호르몬이나 성장 호르몬의 분비 증가와 급격한 성장에 따른 신체적, 정신적 스트레스 등에 의해 인슐린에 대한 말초 조직의 인슐린에 대한 감수성이 감소하고 따라서 인슐린의 요구량이 늘어나 이로 인해 다량으로 투여된 인슐린의 지방분해 억제작용으로 설명하려 하였으나 인슐린 용량과 지방율간의 상관관계를 찾는 데 실패하였고 또한 남아에서는 사춘기에 지방율이 사춘기전과 큰 차이를 보이지 않는 이유를 설명하지 못하였다.

본 연구에서도 사춘기 여아에서 체지방율이 유의하게 증가하였으나 인슐린 용량이나 HbA<sub>1</sub>C와 지방율간의 상관관계를 찾지 못하였고 사춘기 여아와 남아간에도 차이가 없었기 때문에 저자들은 사춘기 남아와 여아간에 차이를 나타낼 수 있는 인자로 생각되는 열량 섭취량(energy intake), 활동량(activity level)과 식품의 성분(diet composition)을 조사해 보았다. 만약 체내에 지방이 축적되는 기본적인 기전이 소모하는 열량보다 섭취하는 열량이 많은 energy balance만의 문제라면 체지방의 증가는 열량의 과다 섭취와 소모량의 부족으로 설명될 수 있을 것이다. 하지만 비만에 대한 많은 보고자들의 연구결과<sup>21-23)</sup>나 본 연구에서도 나타났듯이 DEI/TEE (%), 즉 energy balance만으로는 체지방의 축적을 설명할 수 없어 섭취하는 식품의 성분이나 식사습관등 다양한 인자들에 대한 연구가 시도되었다.

Miller등<sup>21)</sup>이나 Romieu등<sup>22)</sup>의 보고에 의하면 섭취하는 열량중에서 총지방의 양이나 포화지방산의 비율이 높았던 경우에 지방율이 높았다고 하였으나 본 연구에서는 지방 섭취량이 체지방율이 낮았던 사춘기 전 남아가 사춘기의 남아보다 높게 나타났고 오히려 탄수화물의 섭취량이 많을수록 지방율이 높은 것으로 나타났으며 단백질이나 콜레스테롤의 섭취량과 지방율과는 관계가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 지방율과 식품의 구성 성분과의 관계에 대한 서구의 다른 연구자들의 보고와 일치하지 않는데 그 이유는 명확하지

않지만 탄수화물의 섭취가 많고 육류나 지방의 섭취가 적은 우리의 식습관과 관련이 있지 않을까 생각되며 또한 설문지와 면담을 통한 조사 방법상 환아나 보호자의 답변에 따라서도 어느 정도의 오차가 있을 것으로 생각된다.

이상에서 저자들은 인슐린 의존형 당뇨병을 가진 학동기 및 청소년기 환아를 대상으로 신체구성을 측정하여 사춘기 여아에서 사춘기 이전 남녀나 사춘기 남아보다 체지방율이 증가함을 알 수 있었고 이러한 체지방율의 차이를 나타낼 수 있는 원인으로서 인슐린의 용량이나 HbA<sub>1</sub>C, 열량의 섭취 및 소모, 식품의 성분 등을 살펴보았으나 그 원인을 명확히 밝혀내지는 못하였다.

따라서 체지방율과 인슐린 용량, 당뇨조절상태 및 사춘기의 호르몬의 변화의 관계에 대해서는 추후 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

## 결 론

세브란스병원 소아과에서 인슐린 의존형 당뇨병으로 진단된 51명의 학동기 및 청소년기 환아를 대상으로 적외선분광분석기의 일종인 Futrex 5000A 체지방 측정기를 이용하여 신체조성을 측정하였으며 이들의 성별이나 사춘기 발달 여부에 따른 신체조성의 변화를 살펴 보았다. 또한 인슐린 용량, 당뇨 조절 상태, 열량 섭취와 소모의 균형상태 및 섭취하는 식품의 종류와 체지방율간의 상관관계를 조사하였다.

1) 인슐린 의존형 당뇨병을 가진 대상 환자의 체중(% of median)은 평균 99.4%(81.8%~11.9%)로 과체중이나 비만을 나타낸 환아는 없었다.

2) 대상 환아들의 체지방율은 사춘기 이전군의 남아가 각각 19.4±5.0%, 17.9±4.6%였으며 사춘기군 남아가 각각 19.9±4.7%, 26.1±7.6%로 사춘기 여아에서 사춘기 남아나 사춘기이전 남녀에서 보다 체지방이 유의하게 증가하였다.

3) 대상 환아들이 투여 받고 있던 인슐린의 용량과 HbA<sub>1</sub>C치는 체지방율과 유의한 상관관계가 없었다.

4) 대상 환아들이 섭취하는 식품의 성분중 탄수화물의 비율이 높을수록 체지방율이 증가한 것으로 나타났다.

5) 사춘기 여아에서 사춘기 남아보다 체지방율이 높

은 기전은 아직 명확하지 않으며 여기에 대해서는 사춘기의 호르몬의 변화나 식습관, 에너지 균형등과 관련하여 추후 지속적인 연구가 필요할것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Hindmarsh PC, Matthews DR, Di Silvio L, Kurtz AB, Brook CGD: *Relation between height velocity and fasting insulin concentrations. Arch Dis child* 63:665-666, 1988
- 2) Mauras N, Blizzard RM, Link K, Johnson ML, Rogol Ad: *Augmentation of growth hormone secretion during puberty: Evidence for a pulse amplitude-modulated phenomenon. J Clin Endocrinol Metab* 64:596-601, 1987
- 3) Smith CP, Dunger DB, Williams AJ: *Relationship between insulin, insulin-like growth factor 1, and dehydroepiandrosterone sulfate concentrations during childhood, puberth, and adult life. J Clin Endocrinol Metab* 68:932-937, 1989
- 4) Editorial: *Insulin resistance in puberty. Lancet* 337: 1259-1260, 1991
- 5) Hundley JM: *Diabetex-overweight: US problems. J Am diet Assoc* 32:417-422, 1956
- 6) Jackson RL: *Grwoth and maturation of children with insulin-dependent diabetes. Pediatr Clin North Am* 34:545-567, 1984
- 7) Abusrewil Ss, Savage DCL: *Obesity and diabetic control. Arch Dis Child* 64:1313-1315, 1989
- 8) 최석민 : 체지방 측정기(Futrex-1000 body fat tester)로 측정한 소아의 체지방율에 관한 연구-학동기와 청소년기 아동을 대상으로-, 순천향대학교 대학원 학위논문집, 1991
- 9) Behnke AR, Feen BG, Welham WC: *The specific gravity of healthy men. JAMA* 118:495-498, 1942
- 10) Fosenbaum M, Leibel RL: *Obesity in childhood. Pediatr Rev* 11:43-55, 1989
- 11) Forbes GB, Reina JC: *Adult lean body mass decline with age: Some longitudinal observations. Metabolism* 19:653-663, 1970
- 12) Harrison Gg, Van Itallie TB: *Estimation of body composition: a new approach based on electromagnetic principles. Am J Clin Nutr* 35:1176-1179, 1982
- 13) Presta E, Wang J, Harrison Gg, Bjorntrop P, Har-ker WH, Van Itallie Tb: *Measurement of total body electrical conductivity: A new method for estimation of body composition. Am J Clin Nutr* 37:735-739, 1983
- 14) Gregory JW, Greene Sa, Scrimgeour CM, Rennie MJ: *Body water measurement in growht disorders: A comparison of bioelectrical impedance and skinfold thickness techniques with isotope dilution. Arch Dis Child* 66:220-222, 1991
- 15) Dietz WH: *Prevention of childhood obesity. Pediatr Clin North Am* 33:823-833, 1986
- 16) Conway JM, Norris KH, Bodwell CE: *A new approach for the estimation of body composition: Infrared interactance: Am J Clin Nutr* 40:1123-1130, 1984
- 17) 김은경 : 한국인의 체지방량 측정방법 및 분포에 관한 종합적인 연구-건강인과 당뇨병환자를 실제측정 대상으로 하여-, 연세대학교 대학원 학위논문집, 1989
- 18) 이규영, 임병열, 차성호, 조병수, 안창일, 김영설 : 우리나라 정상소아에서 골밀도 측정에 관한 연구. 소아과 34:605-613, 1991
- 19) 이정희, 김찬영 : 한국 소아의 상완둘레및 피부두께에 관한연구-백분위수 표준곡선-. 부산의대잡지 24: 211-228, 1984
- 20) Gregory JW, Wilson Ac, Greene SA: *Body fat and overweight among children and adolescents with diabetes mellitus. Diabetic Med* 9:334-348, 1992
- 21) Miller Wc, Lindeman AK, Wallace J, Niederpruem M: *Diet composition, encrgy intake, and exercise in relation to boddy fat in men and women. Am J Clin Nutr* 52:426-430, 1990
- 22) Romieu I, Willett WC, Stampfer MJ, Colditz GA, Sampson L, Rosner B, Hennekens CH, Speizer FE: *Energy intake and other determinants of relative weight. Am J Clin Nutr* 47:406-412, 1988
- 23) Barkeling B, Ekman S, Rossner S: *Eating behavior in obese and normal weight 11-year-old-children. Int J obes* 16:355-360, 1992

= Abstract =

## Body Composition of Children and Adolescents with Insulin-dependent Diabetes Mellitus

Hye Young Kang, M.D., Mi Jung Park, M.D. and Duk Hi Kim, M.D.

*Department of Pediatrics, Yonsei University, College of Medicine, Seoul, Korea*

You Kyung Park, M.D. and Jong Ho Lee, M.D.

*Department of Food & Nutrition, Yonsei University, College of Human Ecology, Seoul, Korea*

Ho Seong Kim, M.D.

*Department of Pediatrics, Ewha Women's University, Seoul, Korea*

Body composition measurement is useful in the diagnosis of pathology, assessment of disease process and response to treatment in many endocrinologic and metabolic diseases. The Techniques used currently are mostly indirect, often expensive, difficult and time-consuming. A new method for estimation of body composition, infrared interactance, is rapid, safe, noninvasive, and may be useful in research and clinical studies.

Body composition was assessed in 51 children and adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus by infrared interactance method using a Futrex 5000A body fat content analyzer. Percentage body fat of pubertal girls was  $26.1 \pm 7.6\%$ , significantly greater than prepubertal girls ( $17.9\%$ ,  $0 < 0.01$ ) and pubertal boys ( $19.9\%$ ,  $p < 0.05$ ). Body fat content was increased through puberty in girls, but not increased in boys. Our data do not explain why body fat of pubertal boys was not increased. There was no significant association of insulin dose and HbA<sub>1c</sub> level with percentage body fat. Thus, we had to attempt measure calorie intake, activity level and diet composition. Our data revealed that dietary carbohydrates may prompt fat deposition, but energy balance does not explain the differences between pubertal girls and boys.

In conclusion, Body fat increased through puberty in girls, but the etiology of differences in pubertal girls and boys is not clear, and in view of potential adverse effect of fat deposition of long-term health, further larger case-controlled study will be necessary.

### Key Words:

Body Composition, Insulin-Dependent Diabetes Mellitus, Puberty, Insulin Dose, Energy Balance, Diet Compositions