

초등학생의 비만도와 영양소섭취상태가 혈청 IGF-1과 Serotonin 농도에 미치는 영향*

황 권 증 · 이 경 혜[§]

창원대학교 자연과학대학 식품영양학과

The Effect of Obesity and Nutrient intake on Serum IGF-1 and Serotonin Levels in School Children*

Hwang, Kwon-Jeung · Lee, Kyung-Hea[§]

Department of Food and Nutrition, Changwon National University, Changwon 641-773, Korea

ABSTRACT

To evaluate the role of obesity and nutrient intake on serum IGF-1 and serotonin levels in 80 elementary school children (aged 10.8 yr, 47 boys, 33 girls), we investigated the anthropometric data and the nutrient intake by questionnaires including food daily record, and measured serum IGF-1 and serotonin using RIA and HPLC F-1050 respectively. We obtained the following results by obesity index (underweight-, normal-, obese group). The protein intake of normal group was higher than the others ($p < 0.05$). The underweight and obese groups had snacks more often than the normal group. The obese group preferred 'cookies' and 'fries' more than the other groups. The serum serotonin levels showed weak correlation with fat ($r = 0.315, p < 0.01$), fiber ($r = 0.280, p < 0.05$) and energy intake ($r = 0.242, p < 0.05$), but no differences in anthropometric data by obesity index. The serum IGF-1 level was significantly correlated height ($r = 0.649, p < 0.001$), weight ($r = 0.437, p < 0.001$) and hip ($r = 0.417, p < 0.001$), but showed weak correlation with energy intake ($r = 0.232, p < 0.05$) and carbohydrate intake ($r = 0.244, p < 0.05$). In this study, we could see only partly correlation among the serum IGF-1 and serotonin and obesity and nutrient intake. Further research is required into consideration of the essential role of these hormones during a growth period. (*Korean J Nutrition* 35(5) : 524~530, 2002)

KEY WORDS: IGF-1, serotonin, children, obesity index, nutrient intake.

서 론

산업화에 따라 서구의 문물들이 들어오면서 생긴 가장 큰 변화는 곡류를 중심으로 가족 위주로 식사를 하던 과거와는 달리 편리하고 간편한 가공 식품과 간식이 많이 이용되고 있다는 것이다. 이런 현상은 핵가족이 많아지면서 아동을 중심으로 한 식사 문화에서 더욱 두드러지고 있으며, 이러한 경향을 나타내는 아동들의 연령대가 점점 낮아지고 있다. 그러나 이러한 음식들이 대부분 영양의 균형성을 고려하지 않은 패스트푸드나 지방 함량이 높은 식품들로 아동들의 건강과 성장 발달을 저해하는 과체중이나 비만의 원인이

된다는 것이 큰 문제점으로 여겨진다.^{1,2)} 또한 이러한 식생활의 변화는 아동들의 혈중 콜레스테롤 상승과 이로 인한 심혈관계질환의 위험을 증가시키고 있어³⁾ 이를 개선하기 위한 대책 마련을 위해 많은 연구들이 진행되어야 할 것이다.

Wurtman과 Wurtman⁴⁾에 따르면, Serotonin (5-HT)은 감정을 조절하는 신경전달물질로서 뇌에 calming effect 작용을 하여 사람을 차분하게 하지만, 부족할 경우에는 불안이나 우울증을 나타낸다. 뇌 내 serotonin이 부족하면 이를 생성할 수 있는 필수 아미노산인 tryptophan과 더불어 tryptophan의 흡수를 도와주는 단순당질에 대한 섭취욕구가 증가한다. Serotonin 부족을 자주 겪게 되면, tryptophan뿐만 아니라 당질에 대한 욕구도 점점 증가하여 이것이 비만을 유발할 수 있다 (carbohydrate-craving obesity, CCO). 최근에는 이러한 경로를 통해 serotonin이 식사량과 식행동에 영향을 미친다는 사실이 알려져 체중조절에 많이 이용되고 있다.^{4,5)}

Chowen 등⁶⁾이 동물에게 저영양 (undernutrition) 상

접수일: 2002년 5월 15일

채택일: 2002년 6월 11일

*This research was supported by grant No. (2000-1-22000-003-2) from the Korea Science and Engineering Foundation.

[§]To whom correspondence should be addressed.

태를 유도한 연구 결과에서, 조기의 저영양은 소뇌 (cerebellum)와 hypothalamus와 같은 중요한 뇌 일부의 무게를 감소시키고 성장과 발달에 관여하는 호르몬인 IGF-1의 농도도 낮춘다고 보고되었다. 영양 상태에 따라 생성량과 분비량이 크게 영향을 받는 IGF-1의 이러한 특성¹⁰⁾은 정상적인 발육, 발달에 충분한 영양 공급이 필수라는 것을 잘 보여준다.¹¹⁾

아동들에 있어 serotonin과 IGF-1은 특정 영양소의 과잉 공급으로 비만을 유발할 수도 있으며 또한 영양 공급이 부족한 경우는 성장 발달에 장애가 될 수 있으므로 균형을 이룬 식사가 매우 중요하다. 또한 아직 기전이 완전히 밝혀지지 않았지만, Lambert 등¹²⁾의 보고에 따르면 5-HT receptors의 증가가 IGF-1 활성을 촉진한다고 하므로 이 두 호르몬의 관계는 성장기 아동에 있어서 매우 중요할 것으로 짐작된다.

이에 본 연구에서는 일부 초등학교 아동들을 비만도에 따라 열량 영양소의 균형성 및 간식 섭취 양상과 이에 영향받는 serotonin과 IGF-1의 농도를 비교하고, 관련성을 알아보고자 하였다.

재료 및 연구방법

1. 연구 대상 및 기간

창원시 소재 1개 초등학교의 4, 5, 6학년 학생을 대상으로 체격조사를 한 후 저체중, 정상, 비만 그룹을 선택하여 학생과 학부모가 모두 동의한 80명을 연구 대상으로 2000년 10월 29일부터 4주 동안 학교 급식실에서 실시되었다.

2. 연구 방법

학동기 아동의 혈청 serotonin과 IGF (Insulin like growth factor-1)-1의 농도를 아동의 비만도에 따른 영양 상태와 함께 관찰하고 식사 및 간식 선택과의 관련성을 보고자 하였다.

1) 간식 및 식사섭취량 조사

간식과 영양섭취상태는 자가 기록법을 이용하였다. 1인분량 개념과 식사 기록법에 대한 교육을 하고 3일간의 예비 조사를 실시한 후 결과를 평가하여 재교육 후에 3일간의 식사와 간식을 기록하도록 하였다. 식사 기록일은 평일 2일과 휴일 하루로 하여 본 조사 자료를 수집하였다. 자료는 Can-pro¹³⁾를 이용하여 섭취 영양소를 산출하였다.

2) 신체계측

연구 대상들의 신장, 체중, 신체둘레 및 체지방량 (kg)을

측정하였다. 신장은 신장계를 이용하여 신발을 벗고 가벼운 옷을 입은 상태에서 0.1 cm까지 측정하였고 체중은 electronic digital scale을 이용하여 0.1 kg까지 측정하였다. 대상자들의 건강과 영양상태의 판정 기준으로 대한소아과학회¹⁴⁾에서 발표한 한국 소아의 신장별 표준체중 (ideal body weight: IBW)을 근거로 비만도 (Obesity Index: OI)를 구하였다. 비만도 90미만은 저체중, 90~110미만은 정상, 120이상을 비만으로 판정하였다.¹⁵⁾

$$OI (\%) = \{(\text{Body weight (kg)} / \text{IBW (kg)}) \times 100$$

허리, 엉덩이 둘레는 0.1 cm까지 측정하여 WHR (Waist-Hip Ratio)을 구하였고, 체지방량 (body fat (kg))은 공복 상태에서 Bioelectrical impedance fatness analyzer (길우 트레이딩사, 한국)를 이용하여 측정하였다.

3) 호르몬 농도

혈액은 12시간 공복 후에 채혈하였다. Serotonin은 HPLC F-1050 (Hitachi Ltd, Tokyo, Japan)으로 측정하였으며, IGF-1 (Biosource Europe S.A., Belgium)은 RIA (Radio Immuno Assay)법을 이용하여 Gamma counter (Hewlett packard, USA)로 측정하였다.

4) 통계 분석

모든 자료는 SPSSwin 7.0을 이용하였고, 모든 측정치는 평균 ± 표준편차로서 나타내었다. 통계량의 검정에서 $p < 0.05$ 일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다. 연구대상자들을 비만도에 따라 저체중군, 정상군, 비만군으로 구분하여 비교, 분석하기 위해 one-way ANOVA를 실시하였으며, 상관 관계는 Pearson's correlation을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 신체적 특성

연구 대상들의 비만도 (obesity index)를 분류 기준으로 하여 신체적 특성을 파악하였다 (Table 1). 대상 아동들의 평균 연령은 10.8세이고, 남학생은 58.8%, 여학생은 41.2%였다. 신장은 비만도별로 차이가 없었으며, 체중은 비만군 ($p < 0.001$)이 52.6 ± 11.0 kg으로 다른 군에 비해 월등히 높은 것으로 나타났다. 대한소아과학회¹⁴⁾의 소아 및 청소년 발육치를 기준으로 한 연구 대상들의 비만도 (obesity index)는 체중과 마찬가지로 세 그룹간에 뚜렷한 차이 ($p < 0.001$)를 보였다. 생체 저항법을 이용하여 체지방을 측정된 결과, 비만군이 18.3 ± 4.6 kg으로 정상군과 저체중군의 각각 9.2 ± 3.3 kg과 6.2 ± 1.8 kg보다 유의적으로 높았다 ($p < 0.001$). 허

리 ($p < 0.001$)와 엉덩이 둘레 ($p < 0.001$) 역시 비만군이 가장 큰 수치를 나타내었으며, 이를 이용한 WHR (Waist-Hip ratio)도 0.86 ± 0.05 로 비만군이 다른 군과 유의적인 차이를 보였다 ($p < 0.001$). 아동들의 비만도 별로 신체적 특성을 살펴본 결과, 여러 비만지표들이 세 군간에 분명한 차이를 보였다.

2. 영양소 섭취 상태

열량 영양소의 섭취량에 관한 결과를 Table 2에 나타내었다. 열량섭취는 '98 국민건강·영양조사¹⁶⁾에 의하면 7~12세의 1일 평균 열량 섭취량은 1,965.5 kcal이었는데, 본 조사 대상 아동들은 이에 훨씬 못 미치는 권장량의 80% 미만의 수준으로 섭취하고 있었으며 비만도에 따라 유의적인 차이는 없었다. 또한 섭취 열량이 가장 높을 것으로 예상된 비만군 (1684.6 ± 562.0)이 정상군 (1769.0 ± 553.8)보다 오히려 적은 양을 섭취하고 있는 것으로 나타나 기존의 연구¹⁷⁻²¹⁾와 일치하는 경향을 보였다.

뇌로 트립토판을 공급하여 serotonin의 농도를 증가시키는 당질은 정상군 (257.3 ± 78.8 g)과 비만군 (256.3 ± 101.9 g)이 거의 비슷한 양을 섭취하고 있었으며 식이 섬유

소는 정상군이 약간 더 섭취하고 있었다.

Serotonin과 IGF-I의 재료가 되는 필수 아미노산 공급 원인 단백질은 세 군 모두 권장량 이상을 섭취하고 있었고, 특히 정상군의 단백질 섭취량 (79.9 g)은 '98 국민건강·영양조사¹⁶⁾의 7~12세의 1일 평균 섭취량인 75.0 g보다도 많았다. 비만군의 경우 다른 군과 유의적인 차이는 아니었지만 동물성 단백질을 더 많이 섭취하는 것으로 나타나 필수 아미노산의 공급에 유리할 것으로 생각되었다. 성장에 필수적이지만 지나치면 문제가 되는 지방은 세 군간에 유의적인 차이는 없었고, 급원 식품으로 세 군 모두 동물성과 식물성 지방을 비슷한 비율로 섭취하고 있었다.

연구 대상자들의 열량 영양소의 섭취비율은 61 : 15 : 24로 권장 비율인 65 : 15 : 20에 비해 당질 섭취가 감소하고 지질 섭취가 증가하는 것은 식생활의 서구화에 따른 영향일 것^{3,16)}으로 사료되었다. 그러나 Couch 등³⁾의 연구 결과를 통해, 급속한 식생활 변화는 아동의 신체에 부담을 주고 아동기에 시작되는 심혈관계질환의 유발율을 높일 뿐만 아니라, 영양 상태에 큰 영향을 받는 성장 관련 호르몬의 생성과 분비에도 영향을 미칠 수 있으므로 아동들이 균형을 이룬 식생활을 할 수 있도록 해야 할 것이다.

Table 1. Anthropometric characteristics by obesity index

Variables	Underweight (N = 37)	Normal (N = 23)	Obese (N = 20)	F value
Height (cm)	147.2 ± 10.7 ²⁾	142.2 ± 6.5	145.7 ± 9.9	1.977
Weight (kg)	33.6 ± 6.6 ³⁾	37.9 ± 7.3 ^a	52.6 ± 11.0 ^b	35.983***
Obesity index (%) ¹⁾	79.8 ± 5.8 ^a	100.4 ± 9.2 ^b	129.6 ± 7.7 ^c	296.065***
Body fat (kg)	6.2 ± 1.8 ^a	9.2 ± 3.3 ^b	18.3 ± 4.6 ^c	100.097***
Waist circumference (cm)	57.4 ± 4.9 ^a	61.5 ± 14.0 ^a	79.4 ± 8.8 ^b	37.584***
Hip circumference (cm)	75.0 ± 6.3 ^a	80.4 ± 6.7 ^b	92.1 ± 7.1 ^c	42.820***
WHR	0.77 ± 0.03 ^a	0.76 ± 0.16 ^a	0.86 ± 0.05 ^b	8.631***

1) Obesity index (%) = { (Body weight (kg)/Ideal body Weight (kg)) × 100

2) Mean ± S.D.

3) Means with different letters are significantly different at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test.

***: $p < 0.001$

Table 2. Mean daily intake of energy, caloric nutrient by obesity index

Variables	Underweight (N = 37)	Normal (N = 23)	Obese (N = 20)	P
Daily energy intake (kcal)	1540.0 ± 386.1 ¹⁾ (69.9) ²⁾	1769.0 ± 553.8 (78.0)	1684.6 ± 562.0 (78.6)	1.683
Carbohydrate (g)	237.0 ± 60.4	257.3 ± 78.8	256.3 ± 101.9	0.654
Dietary fiber (g)	3.39 ± 1.11	3.87 ± 0.81	3.53 ± 1.11	1.505
Protein (g)	55.8 ± 16.3 ³⁾ (101.4)	79.9 ± 61.0 ^b (147.1)	66.1 ± 22.7 ^{ab} (125.6)	3.147*
Animal/plant ratio	1.17	1.15	1.32	0.756
Fat (g)	41.0 ± 15.4	46.7 ± 14.4	43.9 ± 14.2	1.054
Animal/plant ratio	0.95	1.04	1.08	0.489

1) Mean ± S.D.

2) %RDA

3) Means with different letters are significantly different at $p = 0.05$ by Duncan's multiple range test

*: $p < 0.05$

3. 간식 섭취상태

식사에서 부족한 영양을 공급하는 간식에 관한 사항은 Table 3에 나타내었다. 전체 대상자중 53.2%가 1일 '1회'의 간식을 하고 있었고, '2회 이상' 간식을 하는 비율도 46.8%나 되었다. 비만도별로 보면 유의성은 없으나 정상군보다 저체중군과 비만군의 간식횟수가 다소 높음을 볼 수 있었다.

간식 이용 식품에 관한 문항은 복수응답을 하게 하였으며, 간식으로 주로 이용하는 것이 과자류라는 응답이 전체 36.2%로 가장 높았다. '사탕이나 초콜릿'은 저체중군 (4.5%)만이 간식으로 이용하고 있었고, 저체중군 (2.3%)과 비만군 (14.3%)만이 '튀김류'를 간식으로 하고 있었다.

대상 아동들의 간식 경향을 보면 정상군은 다른 군에 비해 단백질이 풍부한 '우유 및 유제품' (17.2%)과 '라면류' (10.3%)와 '빵류' (13.8%)에 대한 섭취 비율이 높았고, 비만군의 경우 단순 당질과 지질이 풍부한 '과자류', '과일과 주스', '튀김류' 등을 많이 이용했다.

간식으로 가장 많이 이용하는 과자류는 당질만이 아니라 과자의 재료의 구성 때문에 지방 섭취도 높게 된다.²²⁾ 간식은 부족한 영양을 고루 공급할 수 있도록 해야 하지만, 본 연구 아동들의 간식 식품은 주로 단순 당질이나 지질 등의 영양소에 치우쳐져 균형된 공급이 제대로 이루어지지 않고 있었다. 또한 Blundell과 Gillett의 연구²⁾에 따르면 아동의 잘못된 간식 선택은 차후에 비만으로 이어질 수 있으므로

주의해야 한다.

4. Serotonin과 IGF-1

대상 아동들의 혈청 serotonin과 IGF-1 (insulin-like growth factor 1)의 농도는 Table 4와 같다. Serotonin은 스트레스를 받을 때 생기는 생리적 현상들을 완화하는 특성^{7,23)}을 가지고 있어, 우울증 치료제로 이용되고 있으며 식행동과 식욕에도 영향을 미쳐 비만과도 관련이 있다고 알려져 있다.^{5,22-24)} Clapham 등²⁰⁾에 따르면 두뇌 serotonin이 부족하면 이를 증가시키기 위한 단당류에 대한 욕구가 높아지고, 또한 단당류 섭취를 자극해서 이러한 식행동이 계속해서 진행된다면 단당류 공급량이 증가하면서 비만이 유도된다고 한다. 따라서 비만인이 당류에 대한 욕구가 정상인에 비해 매우 높을 것이라는 가설을 검증하기 위한 실험이 이루어졌지만, 실제로 모든 비만인이 그러하지는 않았다.²⁰⁾ 본 연구에서도 유의적인 차이는 없었으나 간식으로 유일하게 사탕과 초콜릿을 섭취하던 저체중군이 236.19 ng/mL로 다른 군들보다 serotonin이 약간 더 높았으나 유의적인 차이는 없었다. 학동기 아동을 대상으로 serotonin을 연구한 결과가 별로 없기 때문에 다양한 비교는 할 수 없으나 본 연구에서는 비만도에 따른 당질 섭취 (Table 2)나 serotonin 값에 차이는 없는 것으로 나타났다.

Somatotropin의 한 종류인 Insulin like growth factor-1 (IGF-1)은 성장호르몬으로 체내 여러 장소에서 생성

Table 3. Snack characteristics by obesity index N (%)

Variables	Items	Underweight	Normal	Obese	Total	χ^2
Frequency of snack (a day)	Once	16 (43.3)	15 (68.2)	10 (55.6)	41 (53.2)	3.791
	2 times	17 (45.9)	5 (22.7)	6 (33.3)	28 (36.4)	
	≥3 times	4 (10.8)	2 (9.1)	2 (11.1)	8 (10.4)	
	Total	37 (48.0)	22 (28.6)	18 (23.4)	77 (100.0)	
Snack item (Double response)	Cookies	16 (36.4)	8 (27.6)	10 (47.6)	34 (36.2)	
	Ramyon & buns	4 (9.1)	3 (10.3)	1 (4.8)	8 (8.5)	
	Milk & dairy product	4 (9.1)	5 (17.2)	2 (9.5)	11 (11.7)	
	Fruits & juices	7 (15.9)	6 (20.8)	5 (23.8)	18 (19.1)	
	Ice creams	1 (2.3)	2 (6.9)	0 (0.0)	3 (3.2)	
	Candy & chocolate	2 (4.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (2.1)	
	Breads	5 (11.3)	4 (13.8)	0 (0.0)	9 (9.6)	
	Fries	1 (2.3)	0 (0.0)	3 (14.3)	4 (4.3)	
	Others	4 (9.1)	1 (3.4)	0 (0.0)	5 (5.3)	
	Total	44 (46.8)	29 (30.9)	21 (22.3)	94 (100.0)	

Table 4. Serum IGF-1 and serotonin levels by obesity index

Variables	Underweight (N = 37)	Normal (N = 23)	Obese (N = 20)	P
IGF-1 (ng/mL)	365.13 ± 186.54	406.20 ± 172.44	363.08 ± 205.59	0.41
Serotonin (ng/mL)	236.19 ± 96.86 ¹⁾	213.57 ± 68.36	221.90 ± 89.13	0.50

1) Mean ± S.D.

되는데, 주 합성 장소는 간으로 알려져 있다.^{27,28)} IGF-I은 체내에서 구조적·기능적으로 human insulin과 유사해서 glucose homeostasis를 조절하며 당뇨치료에 이용될 수 있을 것으로 기대되고 있다.^{29,30)} 성장 인자인 IGF-1은 정상적인 성장과 발달에도 필요하므로¹¹⁾ 학동기 아동에 있어서 중요한 요소이다. IGF-1은 생성과 분비량이 영양 상태와 연령에 의해 영향을 받는데,^{9,10)} 비만 성인의 경우 정상인에 비해 IGF-1이 낮은 농도를 나타낸다고 한다.³¹⁻³³⁾

본 연구에서도 다른 군들보다 영양공급 상태가 나은 정상군이 406.2 ng/ml로 가장 높은 농도를 보였으며, 비만 아동군이 363.1 ng/ml로 정상군보다 낮은 농도를 나타내어 성인과 같은 양상을 보였으나³¹⁻³³⁾ 통계적인 유의성은 없었으며 오히려 저체중군 (365.1 ng/ml)과 거의 비슷한 농도를 보였다. 저영양에 의해 IGF-1이 감소되었다는 Chowen 등의 보고⁹⁾를 고려해 볼 때, 본 연구에서는 저체중이나 비만군이 정상군에 비해 혈청 IGF-1 농도가 낮았으나 세 군간에 유의적인 차이가 없었으므로 체지방량이나 영양 상태에 영향을 받았다고 볼 수는 없었다.

5. 상관분석

1) 신체적 특성과 serotonin, IGF-1의 상관성

비만도를 비롯한 비만 판정 지표들과 호르몬간의 상관관계는 Table 5에 나타내었다. 영양상태에 많은 영향을 받는 serotonin은 식행동과 섭취량에 관여하여 비만과 관련이 있는 것으로 알려져 있어 아동들의 비만지표들과 serotonin의 상관성을 보고자 하였다. 그러나, 세 군은 비만도에 따른 신체적 특성이 뚜렷했지만, 비만지표들과 serotonin은 상관성이 없는 것으로 나타났다.

정상적인 성장 발달에 관계하는 IGF-1¹⁰⁾은 신장 ($r = 0.649$, $p < 0.001$), 체중 ($r = 0.437$, $p < 0.001$), 엉덩이 둘레 ($r = 0.417$, $p < 0.001$)와 높은 상관성을 보였다. IGF-1은 insulin과 유사한 기능을 나타내며, 성인의 비만 요인 중 복부 지방이 많은 경우 IGF-1의 농도가 낮다고 보고³³⁾와는 달리 아동을 대상으로 한 본 연구에서는 허리둘레와도 약한 양의 상관관계를 띄어 ($r = 0.264$, $p < 0.05$) 성인을 대상으로 연구와는 다른 경향을 보여주었다.

2) 섭취 영양소와 serotonin, IGF-1의 상관성

Serotonin과 IGF-1은 영양상태에 영향을 받는 것으로 알려져 있어^{37,10)} 대상 아동들의 섭취 영양소와 이들간에 상관성을 알아보았다 (Table 6). Serotonin은 그 자체를 투여하면 식사량과 체중을 감소시키는 효과가 있지만, 이것이 부족하게 되면 "carbohydrate cravers"라고 표현될 정도

Table 5. Pearson's correlation coefficient among obesity indices and IGF-1 and serotonin

	IGF-1	Serotonin
Height	0.649***	0.198
Weight	0.437***	0.081
Obesity index	-.005	-.119
Body fat	0.127	-.037
Waist	0.264*	0.016
Hip	0.417***	0.010
WHR	0.050	0.019

*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$

Table 6. Pearson's correlation coefficient among nutrient intakes

	IGF-1	Serotonin
Energy	0.232*	0.242*
Carbohydrate	0.244*	0.205
Protein	0.099	0.085
Fat	0.173	0.315*
Fiber	0.110	0.280*

*: $p < 0.05$

로 단당류에 대한 욕구가 높아지기 때문에 비만인에 있어 비만 치료제의 동기가 되어 5-HT releasing drug이나 SSRIs (selective serotonin reuptake inhibitors)를 만들어 가능성을 확인하는 연구들이 많이 이루어졌다.^{8,22,26)} 그러나 학동기 아동을 대상으로 한 본 연구에서는 섭취 당질과는 상관성이 없었으며, 지질 ($r = 0.315$, $p < 0.01$), 식이섬유 ($r = 0.280$, $p < 0.05$), 열량 ($r = 0.242$, $p < 0.05$)과 약한 양의 상관성을 보였다.

영양상태에 영향을 많이 받는 IGF-1^{9,10)}은 단백질과는 상관성이 없었으며, 열량 ($r = 0.232$, $p < 0.05$), 당질 ($r = 0.244$, $p < 0.05$)과만 약한 양의 상관성이 있는 것으로 나타났다. 당질의 상관성은 IGF-1이 insulin과 같이 사람의 glucose homeostasis를 유지하는 작용²⁰⁾이 있기 때문에 나타나는 것으로 사료된다. IGF-1과 serotonin의 상관계수는 $r = 0.248$ ($p < 0.05$)이었는데, 열량과 IGF-1 ($r = 0.242$, $p < 0.05$) 및 serotonin ($r = 0.232$, $p < 0.05$)의 상관성에 영향을 받은 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 볼 때 본 연구의 목적인 영양상태나 간식선택에 따른 혈청 serotonin과 IGF-1의 농도 비교에서 부분적으로 상관성을 볼 수 있었으나, 아동들간에 비만도별로 뚜렷한 차이가 나타나지 않아 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요약 및 결론

학동기 아동의 비만도별로 영양상태에 따른 serotonin과

IGF-1의 농도와 상관관계를 연구한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 세 군간에 비만 지표들이 뚜렷한 차이를 보였지만, 섭취 영양소는 단백질만 유의성을 나타내었고 ($p < 0.05$), 정상군만 유의적으로 단백질을 많이 섭취하고 있었다.

2) 대상 아동중 41명이 1일 1회 이상 간식을 섭취하고 있었고, 비만군은 과자류, 과일과 주스, 튀김류를 간식으로 섭취하는 비율이 다른 군에 비해 높았다.

3) 혈청 serotonin 값은 저체중군이 다소 높았으나 신체적 비만지표들과 상관성이 없었고 IGF-1과는 $r = 0.248$ ($p < 0.05$)로 상관성을 보였다.

4) 혈청 IGF-1은 정상군에서 농도가 높았으나 유의적인 차이는 없었다. IGF-1은 신장 ($r = 0.649$, $p < 0.001$), 체중 ($r = 0.437$, $p < 0.001$), 엉덩이 둘레 ($r = 0.417$, $p < 0.001$) 및 허리둘레와 유의적인 상관성 ($r = 0.264$, $p < 0.05$)을 보였다.

5) Serotonin은 지질 ($r = 0.315$, $p < 0.01$), 식이섬유 ($r = 0.280$, $p < 0.05$), 열량 ($r = 0.242$, $p < 0.05$)과 IGF-1은 열량 ($r = 0.232$, $p < 0.05$), 당질 ($r = 0.244$, $p < 0.05$)과 약한 양의 상관성을 보였다.

Serotonin, IGF-1은 성장과 발달이 활발한 아동기 아동에게 중요하며, 아동이 적합하고 균형된 영양을 공급받을 때 그 기능을 할 수 있다. 아쉽게도 주관적인 자료인 식사 섭취량에서는 이들과 영양소 섭취간의 상관성이 뚜렷하지 않아 아동을 대상으로 한 식사 섭취량 조사도구가 더 개발되어야 할 것으로 생각된다. 혈청 serotonin은 영양소 섭취와 약한 상관성을, 성장 호르몬인 IGF-1은 신체적 지표들과 상관성을 보였다. 특히 IGF-1은 영양 섭취 상태가 가장 양호한 정상군에서 높은 경향을 보였다. IGF-1과 serotonin은 성장기 어린이에게 중요한 영향을 미치는 만큼 영양 상태나 건강 상태에 따른 농도 변화에 관한 연구가 앞으로 더 진행되어야 할 것이다.

Literature cited

1) Davis SP, Northington L, Kolar K. Cultural considerations for treatment of childhood obesity. *J Cult Divers* 7(4): 128-132, 2000
 2) Blundell JE, Gillett A. Control of food intake in the obese. *Obes Res* 9: S263-S270, 2001
 3) Couch SC, Cross AT, Kida K, Ros E, Plaza I, Shea S, Deckelbaum R. Rapid westernization of children's blood cholesterol in 3 contries: evidence for nutrient-gene interactions? *Am J Clin Nutr* 72(suppl): 1266S-1274S, 2000
 4) Wurtman RJ, Wurtman JJ. Serotonergic mechanism and obesity. *J Nutr Biochem* 9: 511-515, 1998

5) Curzen G. Serotonin and appetite. *Ann N Y Acad Sci* 600: 521-530; discussion 530-531, 1990
 6) Dourish CT. Multiple serotonin receptors: opportunities for new treatments for obesity? *Obes Res* 3: 449S-462S, 1995
 7) Leibowitz SF, Alexander JT. Hypothalamic serotonin in control of eating behavior, meal size, and body weight. *Biological Psychiatry* 44(9): 851-864, 1998
 8) Robins A, Davies Don. Influence of dietary choline and tryptophan on motivational state. *Nutrition & Food Science* 31(3): 147-154, 2001
 9) Chowen JA, Goya L, Ramos S, Busiguina S, Garcia-Segura LM, Argent J, Pascual-Leone AM. Effects of early under on the brain insulin like growth factor-I system. *J Neuroendocrinol* 4(2): 163-169, 2002
 10) Oh HJ, Kim JH, Yoon HK, Han IK, Min HK. Menopause associated changes in plasma lipis, Insulin-like Growth Factor-1 and blood pressure in obese Korean women. *J Korean Soc Obes Study* 8(2): 115-123, 1999
 11) Le Roith D, Scavo L, Butler A. What is the role of circulating IGF-1? *TRENDS in Endocrinology & Metabolism* 12(2): 48-52, 2001
 12) Lambert HW, Weiss ER, Lauder JM. Activation of 5-HT receptors that stimulate the adenylyl cylase pathway positively regulates IGF-I in cultured craniofacial mesenchymal cells. *Dev Neurosci* 23(1): 70-77, 2001
 13) The Korean Nutrition Society. CAN-Pro (Computer Aided Nutritional Analysis Analysis Program for Professionals), 1998
 14) Standard for Physical development of children and adolescents in Korea. *Korean J Pediatr Soc*, 1999
 15) Choi H. Nutrition 2th. Kyomunsa, Seoul, Korea, 1996
 16) Korea Health Industry Development Institute. Report on 1998 national health and nutrition survey (Dietary intake survey), 1999
 17) Yim KS, Yoon EY, Kim C, Kim KT, Kim CI, Mo S, Choi H. Eating behavior, obesity and serum lipid levels in children. *Korean J Nutr* 26(1): 56-66, 1993
 18) Son SM, Lee JH. Obesity, serum lipid and related eating behaviors of school children. *Korean J Community Nutr* 2(2): 141-150, 1997
 19) Kim MH, Sung CJ. The study of relationship among serum leptin, nutritional status, serum glucose and lipids of middle-school girls. *Korean J Nutr* 33(1): 49-58, 2000
 20) Joo EJ, Kim IS, Kim YS, Seo EA. Determining the frequency of obesity and eating habits of older (4th, 5th, 6th grade) elementary school students in Iksan city by some obesity indices. *Korean J Community Nutr* 6(1): 16-27, 2001
 21) Kim EK, Lee AR, Kim JJ, Kim MH, Kim JS, Moon HK. The difference of biochemical status, dietary habits and dietary behaviors according to the obesity degree among obese children. *J Korean Diet Assoc* 6(2): 161-170, 2000
 22) Wurtman RJ, Wurtman JJ. Serotonergic mechanism and obesity. *J Nutr Biochem* 9: 511-515, 1998
 23) Suh KO, Kim H. A study on immunomodulation and serotonin metabolism changes by immobilization stress in mice fed tryptophan supplemented diet. *Korean J Nutr* 27(2): 153-161, 1994
 24) Cheon JS. Neurobiology of depression in women. *J Korean Assoc Geriatric Psychiatry* 3(2): 129-139, 1999
 25) Yamada J, Sugimoto Y, Ujikawa M. The serotonin precursor 5-hydroxytryptophan elevates serum leptin levels in mice. *Eur J Pharmacol* 383: 49-51, 1999

- 26) Clapham JC, Arch JRS, Tadayyon M. Anti-obesity drugs: a critical review of current therapies and future opportunities. *Pharmacology & Therapeutics* 89: 81-121, 2001
- 27) D'Ercole AJ, Stiles AD, Underwood LE. Tissue concentration of somatomedin-C: further evidence for multiple sites of synthesis and paracrine or autocrine mechanism of action. *Proc Natl Acad Sci* 81: 935-939, 1984
- 28) Miller LL, Schalch DS, Draznion B. Role of the liver in regulating somatomedin activity: effects of streptozotocin diabetes and starvation on the synthesis and release of insulin-like growth factor and its carrier protein by the isolated perfused rat liver. *Endocrinology* 108: 1265-1271, 1981
- 29) Acerini CL, Dunger DB. Insulin-like growth factor-1 for the treatment of type 1 diabetes. *Diabetes Obes Metab* 2: 335-343, 2000
- 30) Jansen M, van Schaik FM, Ricker AT, Bullock B, Woods DE, Gabbay KH, Nussbaum AL, Sussenbach JS, Van den Brande JL. Sequence of cDNA encoding human insulin-like growth factor I precursor. *Nature* 306(5943): 609-11, 1983
- 31) Gama R, Teale JD, Marks V. The effect of synthetic very low calorie diets on the GH-IGF-1 axis in obese subjects. *Inter J Clin Chem* 188(1): 31-38, 1990
- 32) Copeland KC, Colletti RB, Devlin JT, McAuliffe TL. The relationship between insulin-like growth factor-1, adiposity, and aging. *Metabolism* 39(6): 584-587, 1990
- 33) Marin P, Kvist H, Lindstedt G, Sjostrom L, Bjorntorp P. Low concentrations of insulin-like growth factor-I in abdominal obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 17(2): 83-9, 1993