

## 자폐증 아동의 영양소 섭취 및 두발과 소변 중의 무기질 함량에 관한 연구

허 귀 엽 · 손 숙 미<sup>†</sup>

가톨릭대학교 식품영양학과

### The Study of Nutrient Intake and Mineral Contents of Hair and Urine in Autistic Children

Gy Yeup Heo, Sook Mee Son<sup>†</sup>

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Pucheon, Korea

#### ABSTRACT

The anthropometric measurements, nutrient intake, concentrations of minerals in scalp hair and urine and urinary 5-hydroxyindoleacetic acid(5-HIAA) of 30 autistic children not taking psychoactive drugs and 30 nonautistic control children were determined. The autistic children were taking significantly lower amounts of vitamin A, niacin, ascorbic acid and iron.

The intake of vitamin A, niacin, and iron in autistic children were found to be 22%, 75% and 58% of RDA, respectively.

The decreased anthropometric measurements in height and weight of autistic children seems partly due to lower intake of these micronutrients.

The food intake in vitamin and mineral group of autistic children was significantly lower. It is probably related to decreased intake of fruit in autistic children. There was no toxicity of cadmium and aluminum in both groups according to their contents in scalp hair. Autistic children showed elevated levels of hair calcium and zinc but lowered levels of copper and iron. The urinary excretion of calcium and aluminum was higher in autistic children but there was no significant difference in urinary excretion of 5-HIAA. (*Korean J Community Nutrition* 1(3) : 346~353, 1996)

**KEY WORDS** : autistic children · nutrient intake · mineral content.

---

#### 서 론

---

취학전 어린이들의 행동이상증은 심리적인 면과 더불어 환경 인자와의 상호작용에서 고찰되어 왔으며 최근에는 환경 인자 중에서도 특히 영양이 행동에 미치는 영향에 관한 관심이 고조되고 있다(Galler 1984).

어린 시기에 영양소나 에너지가 낮은 식사를 계속하게

<sup>†</sup>교신저자 : 손숙미, 422-743 경기도 부천시 원미구 역곡동 산 43-1.  
전화) 032) 650-3318, 팩스) 032) 341-9798

되면 뇌의 발달에 영구적인 구조 변화를 일으켜(Winick, Noble 1966) 인지 작용과 행동에 영향을 끼치게 된다고 보고되었으며 뇌의 신경 전달 물질은 식사의 영양 성분 따라 몇 분 안에 영향을 받을 수 있다고 하여(Ferstrom, Wurtman 1971) 심하지 않은 suboptimal malnutrition도 사람의 행동에 영향을 끼칠 수 있다고 보고되었다.

이밖에도 설탕의 섭취나(O'Banion 등 1975) 필수 지방산의 부족(Anderson 등 1961), 인공색소, 인공감미료(Feingold 등 1973), 비타민 B군과 아스코르브산의 부족이(Machlin 1984) 어린이에게 행동 이상을 유발시

킨다고 보고되었다.

Rimland(1973)는 실제로 심한 행동 장애를 가지고 있는 환자들이 있어 나이아신, 아스코르브산, 피리독신, 판토텐산의 처방이 hyperactive한 행동을 유의하게 감소시켰다고 보고했다.

영양소 외에도 독성이 강한 납이나(Thatcher 1980) 수은, 카드뮴같은 금속 원소들이 아이들의 행동에 영향을 미치는 것(Capel 등 1981)으로 나타났으며 최근에는 중금속 이외에도 필수 무기질인 칼슘, 마그네슘, 구리, 철, 아연, 나트륨, 크롬 등과 행동과의 관계에 대해서도 연구가 진행되고 있으며(Wecker 1976) 학습장애 어린이는 머리카락의 나트륨, 납, 망간, 크로미움이 유의하게 높았다고 보고되었다.

이러한 무기질들은 핵산의 합성과 catecholamine대사에 영향을 끼치며(Gentile 등 1974) serotonin, gamma-aminobutyric acid, neuropeptide 등의 대사에 관여함으로써 행동에 영향을 끼칠 수 있다고 보고되었다(Donaldson 등 1974).

행동이상증 중에서도 가장 사회적 반응이 제한되어 있는 자폐증은 특정 식품만을 좋아하는 행위, 특정 음식에 대한 강한 거부, 음식의 질감에 관한 예민성으로 인해(Sheaer 1982) 특정 영양소가 결핍되기 쉬운 것으로 예상된다.

자폐증 아동에 있어 특정 영양소의 부족은 2차적인 영양실조를 가져오게 되어 자폐증아동의 신체 발달과 행동에 영향을 미침으로써 자폐증 증상에 부가적인 영향을 줄 것이라고 예상된다.

국내에서는 이러한 행동 이상과 영양과의 관련성에 대한 자료가 부족하므로 본 연구에서는 자폐증 아동을 대상으로 식이섭취량을 통한 영양소 섭취량을 조사하였으며 특정 무기질과의 관련성을 보기 위하여 두발과 소변의 무기질 함량을 측정하였고 신경전달물질인 serotonin의 대사 물질인 5-hydroxyindoleacetic acid(5-HIAA)를 측정함으로써 자폐증아동에 있어 serotonin 대사가 정상아동과 차이가 있는지 보고자 하였다.

을 대상으로 하였으며 정상아동군은 자폐증 아동과 나이, 환경이 비슷하며 유치원에서 정상적인 활동을 하고 있는 아동 30명을 대상으로 하였다. 이때 자폐증아동과 정상아동에서의 남녀의 성비는 각각 5 : 1이 되도록 조정하였으며 조사기간은 1993년 1월부터 6월까지였다.

2. 조사 내용 및 실험 방법

아동들의 체위를 알기 위해 키와 몸무게를 측정하였고 영양소 섭취 실태를 보고자 기록법과 24-hr recall 방식을 병행하여 3일간의 식품섭취량을 조사하였으며 이를 바탕으로 영양진단프로그램(현민시스템)을 사용하여 1일 평균 영양소 섭취량을 계산하였다.

3일째 되는 날 아침 공복시의 첫 소변을 EDTA로 처리하고 toluene을 떨어뜨린 통에 채취하였으며 뒷 목부분의 머리카락을 약 0.5g 채취하여 분석 때까지 보관하였다.

채취된 머리카락은 absolute alcohol과 EDTA용액에 방치한 후 탈이온수로 5번 정도 씻어 50℃ 온풍 건조기에서 하루 말린 다음(Sheaer 1982) 분석에 사용하였다. 전처리과정을 끝낸 머리카락은 0.25g을 정확히 취해 10ml의 진한 질산을 가한 후 켈달 분해 장치에서 가열하면서 1/3으로 농축하였다. 여기에 다시 2ml의 perchloric acid를 가해 무색이나 연한 녹색이 될 때까지 1~2ml로 농축한 다음 25ml volumetric flask에 눈금

Table 1. General characteristic of children (%)

	Control children	Autistic children
<u>Family type</u>		
Only child	20.0	46.7
Having siblings	76.7	50.0
Others	3.3	3.3
<u>Education level of father</u>		
College	58.6	36.7
High school	27.5	56.7
Middle school and elementary	13.9	6.6
<u>Education level of mother</u>		
College	27.6	23.3
High school	69.0	66.7
Middle school and elementary	3.4	10.0

Table 2. Mean age, height and weight

	Control children	Autistic children
Age(months)	47.1 ± 1.8 <sup>1)</sup>	46.1 ± 2.8
Height(cm)	108.7 ± 1.3	100.5 ± 2.1*
Weight(kg)	17.4 ± 2.5	15.7 ± 3.0*

1) mean ± S.E.  
\*p < 0.05 with t-test

연구 대상 및 방법

1. 조사 대상자의 선정

조사 대상자 중 자폐증아동군은 서울시내의 종합병원에서 자폐증 진단을 받고 상담을 위해 외래로 내원하는 환자중 약물을 복용하고 있지 않은 3~5세의 아동 30명

선까지 증류수로 희석해 이것을 무기질 측정의 원액으로 사용하였다(Capel 1981). 칼슘, 마그네슘, 아연은 AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer, AA-680 Shimadzu Co)로 측정하였고, 구리, 카드뮴과 알루미늄은 ICP(Inductively Compelled Plasma Quantorecorder, Jobin Yvan JY 24)를 사용하여 측정하였다.

소변은 8ml를 취해 4000rpm, 5℃에서 10분간 원심분리하여 상층액만 취한 후 진한 염산을 사용해 pH 3-4로 맞추어 주고 60℃에서 15분간 방치한 다음 분석에 사용하였다(Bauer 1982).

칼슘과 마그네슘의 경우 소변을 lanthanum 용액으로 희석하였고 아연의 경우 증류수로 희석한 다음 머리카락 분석에서와 같은 요령으로 측정하였으며 구리와 카드뮴, 알루미늄은 머리카락 분석에서와 같이 ICP로 측정하였다.

소변의 5-HIAA의 분석은 pH 3인 소변 5ml에 염산 5ml, ethylether 25ml, NaCl 4g 정도를 가해 기계적으로 5분간 흔들어 준 후 2000rpm에서 원심분리하여 상층액을 취한 다음 Tietz(1982)의 방법을 사용하였으며 creatinine은 Bauer(1982)의 방법에 의해 측정하였다.

### 3. 통계 처리

조사 대상자들의 일반적 특성은 빈도와 백분율을 구했고 신체계측, 영양소 섭취량, 생화학적 분석치는 평균과 표준 오차로 나타내었다. 두 집단간의 평균의 차이는 Student t-test를 사용하여 유의성을 검증하였으며 기호조사에서 각 군에서의 빈도 %에 대한 유의차는 비율 분포에 의한 t-test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

## 조사결과 및 고찰

### 1. 일반 환경

자폐증 아동의 경우 외동이 46.7%, 형제와 같이 살고 있는 아동이 50%였으며 정상아동의 경우 외동이 20%, 형제와 함께 살고 있는 아동이 76.7%였다.

자폐증 아동의 경우 외동이 많은 것은 자폐증 아동을 보살피는데 드는 노력 때문에 자폐증 아동의 어머니가 둘째 아이를 갖는 것을 어려워하는 것에 기인하는 것처럼 보인다.

부모의 교육수준은 자폐증 아동의 경우 아버지의 36.7%가 대졸, 56.7%가 고졸이었으며 어머니의 23.3%가 대졸, 66.7%가 고졸이었다. 정상아동은 아버지의 58.

6%가 대졸, 27.5%가 고졸이었으며 어머니의 27.6%가 대졸, 69.0%가 고졸이었다.

### 2. 성장 발육

자폐증 아동의 성장발육상태를 보면 키에 있어서 정상 아동에 비해 유의적으로 낮은 값을 보여 Campbell등의 결과와 비슷한 경향을 보였다(Campbell 등 1980).

정상아동군의 경우 한국 소아발육표준치(1985)인 여자 : 100.9cm, 남자 : 101.8cm 보다 높았으나 자폐증 환자의 경우 표준치보다 낮았다.

자폐증 환자의 저 성장의 원인은 자폐증 증세를 완화시키기 위해서 섭취하는 약물이나(Roche 등 1979) 비정상적인 eating pattern(DeMyer 등 1968), 어머니로부터 받은 신체적 언어적 자극의 부족(Pollitt 1975) 등으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 약물을 복용하고 있지 않은 아동을 대상으로 했으므로 자폐증 아동에서의 저성장이 약물 효과로 보이지 않으며 영양소 섭취량 즉 철분, 비타민 A 나이아신 등의 섭취부족 때문으로 보인다(Table 3). 그중에서 특히 비타민 A는 RDA의 22%, 나이아신은 75%, 철분은 58%로서 낮은 섭취량을 나타내었다.

따라서 우리 몸에서 여러 가지 영양소 대사에 필요한 효소의 보조작용을 하는 비타민과 무기질의 결핍이 자폐증아동의 낮은 성장과 연관되어 있는 것으로 보인다.

### 3. 영양소 섭취 실태

#### 1) 영양소 섭취량

자폐증 아동의 경우 정상 아동에 대해 비타민 A, 나이아신, 아스코르브산, 철분 섭취량이 유의적으로 낮았으며( $P < 0.05$ ) 특히, 자폐아군의 비타민 A, 나이아신, 철분은 각각 권장량 22%, 75%, 58%로서 매우 낮은 양을 섭취하고 있었다(Table 3). 정상아동은 열량, 비타민 A, 칼슘, 철분 등을 권장량보다 낮게 섭취하는 것으로 나타나 박혜련(1996)의 연령층별 영양상태 보고와 비슷했다.

#### 2) 끼니 당 영양소 섭취 비율

자폐증 아동과 정상 아동의 끼니 당 영양소 섭취 비율을 보면(Table 4) 두 군에서의 끼니 당 영양소 섭취 비율은 비슷한 pattern을 보여 주고 있으며 간식에서 섭취하는 영양소 비율이 높았다. 자폐증 아동군의 경우 섭취하는 리보플라빈의 51.5%, 칼슘의 61.7%를 간식으로 섭취하고 있었으며 정상 아동의 경우 아스코르브산의

51.0%, 칼슘의 56.1%를 간식에 의존하고 있었다.

3) 식품군별 섭취량

자폐증 아동은 정상아동에 비해 무기질, 비타민군의 섭취량이 유의적으로 적었던 반면 지방의 섭취량은 높은 값을 나타내었다. 이것은 무기질, 비타민군의 과일류 섭취량이 자폐증 아동에서 유의적으로 낮았기 때문으로 사료된다(Table 5).

이밖에도 자폐증 아동은 정상아동에 비해 감자를 적게 섭취하고 있었고(P<0.05) 콩제품은 더 많이 섭취하고 있었다.

자폐증아동의 경우 생선의 섭취량은 정상아동에 비해 낮은 경향을 보였으나 유의차는 없었는데 이는 자폐증 아동의 경우 생선을 싫어하여 안 먹는 아동들이 많아 개

Table 3. Mean daily nutrient intake

Nutrient	Control children	(%RDA)	Autistic children	(%RDA)
Energy(kcal)	1160.4±58.1 <sup>1)</sup>	(77)	1156.0±57.9	(77)
Protein(g)	46.8± 2.7	(117)	42.2± 2.9	(106)
Fat(g)	32.3± 2.4		43.3± 2.1	
Carbohydrates(g)	172.9± 8.9		107.2±10.1	
Calcium(mg)	428.1±29.4	(71)	495.2±42.2	(83)
Phosphorus(mg)	678.3±42.6		636.6±48.0	
Iron(mg)	7.31± 0.6	(73)	5.77±0.35*	(58)
Vitamin A(R.E)	267.4±31.0	(67)	88.0±15.3*	(22)
Thiamin(mg)	0.70±0.05	(87)	0.60±0.05	(80)
Riboflavin(mg)	0.09±0.06	(99)	0.90±0.07	(100)
Niacin(mg)	9.8 ± 0.8	(98)	7.5 ±0.6	(75)
Ascorbic acid(mg)	78.3 ± 3.9	(196)	46.0 ±8.2*	(115)

1) mean±S.E  
\*p<0.05 with t-test

Table 4. Percentage distribution of nutrient intake by meal time and snack (%)

Nutrient	Control children				Autistic children			
	B	L	D	S	B	L	D	S
Energy	20.9	18.5	22.5	38.1	21.2	17.6	21.2	40.8
Protein	25.8	18.9	28.5	28.3	23.1	16.9	24.3	36.8
Fat	21.9	18.1	21.2	40.7	20.1	16.7	18.5	44.8
Carbohydrates	19.9	19.0	21.0	40.0	20.7	18.0	21.5	40.4
Calcium	17.8	12.9	16.5	56.1	15.4	10.6	12.4	61.7
Phosphorus	22.4	14.6	22.8	40.3	17.8	13.7	16.7	55.5
Iron	24.3	20.8	27.8	27.3	24.0	18.2	26.4	30.7
Vitamin A	25.1	18.0	19.4	37.5	20.2	15.2	18.7	46.2
Thiamin	19.9	19.8	21.9	37.5	18.6	15.8	21.4	43.2
Riboflavin	21.4	15.0	19.5	44.1	18.3	14.5	16.0	51.5
Niacin	22.9	19.8	27.6	31.2	24.4	16.9	25.5	32.9
Ascorbic acid	15.8	16.7	17.6	51.0	18.2	12.8	20.1	44.4

B : breakfast, L : lunch, D : dinner, S : snack

인간의 차이가 매우 높았기 때문으로 사료된다.

자폐증 아동의 비타민 A나 아스코르브산의 섭취 저하는 카로틴과 아스코르브산이 풍부한 과일이나 감자류 섭취 저하에 부분적으로 기인되는 것처럼 보인다. 아스코르브산의 경우, 자폐증 아동의 섭취량이 정상아동에 비해 낮았으나 RDA(한국영양학회 1995)의 115%로서 권장량보다는 높았다. 자폐증 아동의 나이아신이나 철분 섭취의 저하는 자폐증 아동의 생선이나 달걀 섭취량이 유의차는 없었으나 상대적으로 정상아동에 비해 낮았기 때문으로 생각된다.

비타민 A의 부족은 식욕부진과 골격 성장의 부진을 일으켜 성장에 영향을 미치고(이기열 · 문수재 1993), 나이아신의 경우도 NAD, NADP의 구성성분으로 특히 세포 내 호흡에 관여함으로써(Machlin 1984) 성장에 영향을 끼친 것으로 보이며, 철분부족의 경우 식욕감퇴 등을 일으킴으로써 자폐증 아동의 저성장에 부분적으로 영향을 끼치는 것으로 보인다. 또한 비타민 A의 부족은 신경의 이상과 운동성의 저하를 나타내며(Machlin 1984), 나이아신은 methyl기의 acceptor로 작용하여 methylated indole 유도체같은 환각을 일으키는 물질의 생성을 방해하며(Holter 1973), 권태, 식욕부진, 불안, 우울 등의 증상을 가져온다고 보고되었다.

철분은 heme을 함유하는 단백질로서의 역할(Leibel 1977), metalloflavoprotein으로서의 역할, 여러 효소들에 있어 보조역할 등을 통해 생화학적 반응을 나타내므로(Dallman 1974), 철분의 부족은 주의력 결핍, 짧은 집중 시간, 지각능력의 감소를 보이게 된다고(Howell 1971) 보고되었다.

본 연구에서는 자폐증 아동의 비타민 A, 나이아신, 철분과 같은 미량 영양소의 섭취가 부족하였는데 자폐증 아동의 정신 장애의 원인이 이러한 미량 영양소의 섭취 부족에 의한 것이라고 단정할 수는 없지만 적어도 이러한 미량 영양소의 결핍이 상호작용을 통해 자폐증의 증상을 더욱 악화시키는 요인이 될 수 있다고 사료된다.

4) 간식 섭취량 및 기호도

자폐증 아동과 정상아동 모두 간식에 의존하는 영양소의 비율이 높았으므로 간식으로 섭취하는 식품의 양을 조사하였다(Table 6). 자폐증 아동은 정상아동에 비해 간식으로 섭취하는 과일과 빵의 섭취 함량은 낮았던 반면 설탕함량이 높은 음료수는 섭취함량이 유의적으로 높았다.

**Table 5.** Subdivided intake of food in each food group

Food groups	Foods	Control children	Autistic children
Protein group	Meats(g)	28.8± 4.6 <sup>1)</sup>	28.8± 7.2
	Fish(g)	53.7± 10.8	40.6± 47.0
	Eggs(g)	22.6± 3.9	16.6± 3.3
	Beans and Bean Products(g)	13.7± 3.5	29.7± 7.1*
	Total(g)	118.8± 12.8	115.6± 15.1
Calcium group	Milk and milk product(g)	225.2± 26.7	293.0± 44.3
	Anchovy, dried(g)	1.5± 0.4	2.2± 0.8
	Total(g)	226.4± 26.7	295.2± 44.2
Mineral and vitamin group	Dark green and deep yellow vegetable(g)	15.4± 3.0	13.6± 2.3
	Light color vegetable(g)	31.6± 22.4	28.8± 7.0
	Fruits(g)	183.1± 24.0	87.8± 16.0*
	Total(g)	230.0± 26.1	130.2± 20.1*
Carbohydrate group	Cereal(g)	304.8± 24.7	308.5± 17.5
	Potatoes(g)	23.4± 6.8	10.0± 2.8*
	Total(g)	331.9± 18.1	314.8± 24.5
Fat group	Fat(g)	5.3± 0.5	8.2± 1.1*

1) mean±S.E

\*p&lt;0.05 with t-test

**Table 6.** Intake of snack

	Control children	Autistic children
<u>Low sugar snack</u>		
Milk(g)	162.6± 23.5 <sup>1)</sup>	234.2± 45.2
Fruit(g)	117.2± 18.2	54.3± 12.6**
Bread(g)	29.2± 5.6	13.7± 3.5**
Meat(g)	2.4± 1.3	2.4± 1.3
Cereal(g)	23.8± 6.0	18.8± 5.4
Juice(g)	37.1± 10.2	31.2± 11.1
<u>High sugar snack</u>		
Biscuit(g)	16.8± 3.4	20.9± 3.1
Yogurt(g)	34.8± 7.0	44.4± 9.5
Soft drink(g)	4.9± 15.4	29.1± 12.0**
Candy, chocolate(g)	4.6± 1.2	3.3± 1.3
Ice cream(g)	12.3± 4.1	10.5± 4.8
<u>Others</u>		
	1.9± 1.4	13.9± 6.8

1) mean±S.E

\*\*p&lt;0.01 with t-test

간식에 대한 기호도 조사를 보면 자폐증 아동은 정상 아동에 비해 과일, 아이스캔디를 싫어하는 아동이 많았고 떡, 계란, 캔디나 카라멜을 좋아하는 아동은 적었다(Table 7).

#### 4. 두발과 소변의 무기질 함량 및 5-HIAA 함량

두발중의 칼슘 및 아연의 함량은 자폐증 아동이 유의적으로 높았으며 구리, 철분, 알루미늄은 유의적으로 낮은 값을 보였고 소변의 칼슘과 크레아티닌의 비, 알루미늄

과 크레아티닌의 비가 높았다(Table 8).

본 연구에서의 자폐증 아동의 높은 두발 칼슘함량과 소변 칼슘함량은 머리카락과 소변으로의 높은 배설량을 뜻하며 자폐증 아동의 칼슘과 인의 섭취량이 정상군과 차이가 없음을 생각할 때(Table 3) 이 군의 높은 칼슘 배설량은 칼슘과 인의 섭취량과는 관련되어 있는 것으로 보이지 않는다. 소변 등의 칼슘과 크레아티닌의 비는 골격분해를 측정할 수 있는 임상지표로 쓰이므로(Dull, Podenphant 1984), 자폐증 아동군의 머리카락과 소변의 칼슘 함량이 증가된 것은 이 군에 있어 골격분해가 증가된 것에 부분적으로 기인한 것이 아닌가 생각된다. 골격분해에 영향을 끼치는 요인중에서 자폐증 아동의 경우 또래와의 놀이가 많이 형성되지 못하고 많은 시간을 어머니와 함께 집에서 보내고 있어 활동 정도가 제한되고 또 야외활동이 줄어들면서 햇빛을 통한 비타민 D의 합성제한 등을 생각해 볼 수 있다. 아동기에 있어 두발의 아연은 오랫동안 만성적인 아연결핍의 정도를 나타내주고(Hambridge 등 1972), 두발의 구리는 몸 전체와 특히 간의 구리 함량을 잘 나타내주는 indicator로 알려져 있다(Capel 등 1981).

본 연구에서는 자폐증 아동의 머리카락이 정상아동에 비해 높은 아연과 낮은 구리수준을 보여 antagonistic 한 관계를 보여주었다. 두발 아연의 경우 정상범위에 속하며(Hambridge 등 1972) 두발 구리수준은 아직 표준치가 확정되어 있지 않고 논문에 따라 큰 차이를 보이고

**Table 7.** Percentage distribution of food preference as snack (%)

	Like		Indifferent		Dislike		Never tasted	
	Control	Autistic	Control	Autistic	Control	Autistic	Control	Autistic
Fruit	60.0	36.7	33.3	26.7	6.8	30.0*	0	6.67
Icecream	83.3	66.7	16.7	23.3	3.0	10.0	0	0
Popsicle	73.3	40.0*	26.7	33.3	0	13.3*	0	13.3*
Yogurt	66.7	70.0	33.4	26.7	0	3.3	0	0
Coke, cider	60.0	36.7	26.7	30.0	10.0	13.3	3.3	16.7*
Juice	46.7	56.7	50.0	23.3*	3.3	20.0	0	0
Breads	40.0	33.3	46.7	56.7	13.3	10.0	0	0
Potatoes and corns	36.7	26.7	43.3	30.0	20.0	26.7	0	16.7
Rice cake	50.0	20.0*	36.7	13.3	13.3	26.6	0	40.0*
Egg	46.7	26.7*	40.0	56.7	13.3	10.0	0	6.7
Candy and Caramel	53.3	26.7*	40.0	60.0	6.7	6.7	0	6.7
Chocolate	70.0	50.0	16.7	30.0	13.3	6.7	0	13.3*
Biscuits	60.0	56.7	33.3	43.3	6.7	0	0	0

\*p<0.05 with t-test for difference of proportion

**Table 8.** Hair mineral content

	Control children	Autistic children
Hair calcium(ppm)	99.98 ± 7.70 <sup>1)</sup>	127.40 ± 9.93*
Hair magnesium(ppm)	13.99 ± 1.04	16.80 ± 1.41
Hair zinc(ppm)	65.16 ± 4.36	79.14 ± 4.62*
Hair copper(ppm)	19.73 ± 1.60	13.41 ± 0.88*
Hair iron(ppm)	33.40 ± 2.21	25.26 ± 1.73*
Hair cadmium(ppm)	0.984 ± 0.009	0.952 ± 0.004
Hair aluminum(ppm)	1.15 ± 0.36	1.002 ± 0.024*

1) mean ± S.E

\*p<0.05 with t-test

있으며 본 연구에서 소변 중의 구리 양은 정상아동과 차이가 없으므로 자폐증 아동이 구리결핍이라고 간주하기는 어렵다.

그러나 자폐증 아동의 두발아연과 구리수준이 정상아동과 다르므로 이러한 미량 무기질들은 행동이상 아동을 가려내는 진단의 도구로 쓸 수 있다고 생각된다. 두발 철분의 경우 체내 철분 저장량을 나타내주는 indicator로 흔히 쓰이지는 않으나 본 연구에서는 자폐증 아동의 경우 정상아동에 비해 유의적으로 낮은 값을 보였다(P<0.05). 이것은 자폐증 아동군의 철분섭취량이 정상아동에 비해 유의적으로 낮았으며 RDA의 58%밖에 섭취하지 않은 것과 일치하는 경향을 보인다.

카드뮴의 경우 매우 독성이 강하고 아연, 철분, 구리, 칼슘과 같은 다른 무기질 흡수를 방해하며(Singhal 등 1976), 뇌의 serotonin 수준은 낮추고 dopamine이나 acetylcholine을 높임으로써(Singhal 1976) 중추신경계에 영향을 끼친다고 보고되었으며 난독증 어린이(Pihl 1977)와 학습장애 어린이(Spirey-Fox 1979)가 정상군에 비해 높은 수준의 두발 카드뮴을 나타내었다고

**Table 9.** Urinary mineral and 5-HIAA creatinine ratio

	Control children	Autistic children
Calcium/creatinine	0.575 ± 0.114 <sup>1)</sup>	1.920 ± 0.480*
Magnesium/creatinine	3.435 ± 1.054	4.290 ± 5.280
Zinc/creatinine	5.206 ± 1.157	5.610 ± 7.790
Copper/creatinine	0.017 ± 0.004	0.020 ± 0.005
Cadmium/creatinine	0.001 ± 0.0002	0.0014 ± 0.0003
Aluminum/creatinine	0.419 ± 0.060	0.675 ± 0.114*
5-HIAA/creatinine	0.011 ± 0.0025	0.0136 ± 0.0012
Creatinine(mg/dl)	36.961 ± 0.830	34.492 ± 0.852

1) mean ± S.E

\*p<0.05 with t-test

보고되었으나 본 연구에서는 두발 카드뮴에 있어 유의차를 보이지 않았다.

두발 중의 알루미늄 함량은 뇌 속의 높은 알루미늄 함량을 의미하며 이것은 뇌질환과 연관되어 있고(Bowdler 등 1979), 치매환자들에서 뇌의 높은 알루미늄 함량이 보고되었으나(Trapp 등 1978), 본 논문에서는 자폐증 아동에서 정상에 비해 오히려 낮은 두발 알루미늄을 나타내었으며 소변중의 알루미늄 배설량은 정상군에 비해 높았다(P<0.05). Greeberg · Coleman(1977)은 자폐증 및 난독증 아동에서 serotonin 농도가 정상아동에 비해 유의적으로 낮았다고한 반면 Henry 등(1977)은 자폐증 및 난독증 아동에서 serotonin 농도가 증가했다고 보고하여 서로 상반된 결과를 보여주고 있다.

본 연구에서는 serotonin 대사물질의 하나인 5-hydroxyindoleacetic acid(5-HIAA)를 측정함으로써 serotonin 대사 상태를 간접적으로 측정하였으나 자폐증 아동군과 정상아동군 사이에 유의차는 없었다.

---

## 요약 및 결론

---

본 연구에서는 서울시내의 종합병원에서 자폐증 진단을 받고 상담을 위해 외래로 내원하는 환자중 약물을 복용하고 있지 않은 3~5세의 자폐증 아동 30명(남자 : 25명, 여자 : 5명)과 자폐증 아동과 나이, 환경이 비슷한 정상아동 30명(남자 : 25명, 여자 : 5명)을 대상으로 신체계측과 영양소 섭취실태, 두발과 소변의 무기질 및 5-HIAA를 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 자폐증 아동은 정상아동에 비해 키와 몸무게가 유의적으로 낮았다( $P < 0.05$ ).

2) 자폐증 아동은 정상아동에 비해 비타민 A, 나이아신, 아스코르브산, 철분 등의 섭취량이 유의하게 낮았으며( $P < 0.05$ ) 특히 비타민 A, 나이아신, 철분은 각각 권장량의 22%, 75%, 58%로서 매우 낮은 양을 섭취하고 있었다.

3) 자폐증 아동은 비타민 및 무기질 군의 섭취량이 낮았으며 특히 과일과 감자 섭취량이 낮았다( $P < 0.05$ ). 또한 자폐증 아동은 간식으로 섭취하는 과일과 빵의 함량은 낮았던 반면 설탕 함량이 높은 음료수의 섭취량은 높았다( $P < 0.01$ ).

4) 자폐증 아동의 두발속의 칼슘 및 아연 함량은 정상아동에 비해 유의적으로 높은 값을 보였으나( $P < 0.05$ ), 구리, 철분, 알루미늄함량 등은 낮은 값을 보였으므로 두발의 이러한 무기질 함량은 자폐증 환자의 진단에 쓰일 수 있으리라 생각되며 이러한 무기질의 영양상태에 대한 정확한 진단을 위하여 생화학적 검사가 뒤따라야 한다고 생각된다.

### ■ 감사의 글

이 논문을 위해 실태조사에 도움을 주신 서울대학교 의과대학 조수철 선생님께 감사를 드립니다.

---

## 참고문헌

---

박해련(1996) : 연령층별 영양상태. *지역사회영양학회지* 1(2) : 301-322

이기열 · 문수재(1993) : 기초영양학 pp233-235. 수학사, 서울

한국인영양권장량(1995) : *한국영양학회*

Anderson JT, Grande F, Key A(1961) : Effects on serum cholesterol in man of fatty acid produced by hydrogenation of corn oil. *Fed Proc Fed Am Soc Exp Biol* 20 : 96-101

Bauer JD(1982) : Clinical laboratory method pp489-490 CV Mosby company

Bauer JD(1982) : Clinical laboratory method pp506-508 CV Mosby company

Bowdler NC, Beasley DS, Fretze EC(1979) : Behavioral effects of aluminum ingestion on animal and human subjects. *Pharmacol Biochem Behav* 10 : 505-512

Campbell M, Petli TA, Green WH, Cohen IL, Gensieser NB, David R(1980) : Some Physical parameters of young autistic children. *J Amer Acade Chil Psychi* 19 : 193-212

Capel ID, Pinnock MH, Dorrell HM, Williams DC, Grant EC(1981) : Comparison of concentrations of some trace, bulk, and toxic metals in the hair of normal and dyslexic children. *Clin Chem* 27(6) : 879-881

Dallman PR(1974) : Tissue effects of iron deficiency. pp437-479, Academic Press, New York

DeMyer MK, Ward SD, Lintzenich J(1968) : Comparison of macronutrients in the diet of psychotic and normal children. *Arch Gene Psych* 18 : 585-590

Donaldson J, Cloutier T, Minnich JL, Barbean A(1974) : Trace metals and biogenic amines in rat brain. *Adv Neurol* 5 : 245-252

Dull TA, Henneman PH(1963) : Urinary hydroxyproline as an index of collagen turnover in bone. *New Engl J Med* 268(3) : 132

Feingold BF, German DF, Braham RM, Simmers E(1973) : Adverse reaction to food additives paper presented at annual convention. *Am Med Assn*. New York

Ferstrom JD, Wurtman RJ(1971) : Brain serotonin contrast : increase following ingestion of carbohydrate diet. *Science* 174 : 1023

Galler JR(1984) : Human nutrition : Nutrition and behavior. pp204-206. Plenum, NY and London

Gentile PS, Trentalange MJ, Zamichek W, Coleman M(1974) : Brief report : trace elements in the hair of autistic and control children. *J Aut and Develop Disorder* 13(2) : 205-206

Greenberg AS, Coleman M(1977) : Depressed 5-hydroxyindole levels associated with hyperactive and aggressive behavior : relationship to drug response. *Arch Ger Psychiatry* 34 : 521-531

Hambridge KM, Hambridge C, Jacobs M, Baum JD(1972) : Low levels of zinc in hair, anorexia, poor growth, hypoguesia in children. *Ped res* 6 : 868-874

Henry G, Henry MD, Stephen M, Daniel X, Freedman MD(1977) : Hyperserotonemia and amine metabolites in autistic and retarded children. *Arch Gen Psychiatry* 34 : 5212-5231

Holter A(1973) : Orthomolecular psychiatry : treat schizophrenia D, Hawkins(ed) pp202-262, Freeman, San

- Francisco
- Howell D(1971) : Significance of iron deficiencies : consequences of mild deficiency in children : extent and meaning of iron deficiency in the United States, Summary proceedings. Workshop of the Food and Nutrition Board, Academy of Science, Washington DC
- Leibel RL(1977) : Behavioral and biochemical correlates of iron deficiency *J Am Diet Assoc* 71 : 398-403
- Machlin LJ(1984) : Handbook of vitamins : Nutritional biochemical and clinical aspects, pp24-25, Marcel Dekker, New York and Basel
- Machlin LJ(1984) : Handbook of vitamins : Nutritional biochemical and clinical aspects, pp119-548, Marcel Dekker, New York and Basel
- O'Banion D, Armstrong B, Cummings RA, Stangr J(1975) : Disruptive behavior : a dietary approach. *J Autist schizo* 8 : 325-329
- Pihl Ko, Parkes M(1977) : Hair element content in learning-disabled children. *Science* 198 : 204-206
- Podenphant J, Larsen NE, Christiansen C(1984) : An easy and reliable method for determination of urinary hydroxyproline, *Clin Chem Acta* 142 : 145
- Pollitt E(1975) : Failure to thrive. *Fed proc* 34 : 1593-1597
- Rimland B(1973) : High-dose levels of certain vitamins in the treatment of children with severe mental disease. In : D Hawkins and Pauling(eds.), *Orthomolecular Psychiatry : treatment of schizophrenia*. San Francisco
- Roche AF, Lipman RS, Overall JE, Hung W(1979) : The effects of stimulant medication on the growth of hyperkinetic children. *Pediatrics* 63 : 847-850
- Shearer TR, Larson K, Neuschwander J, Gedney B(1982) : Minerals in the hair and nutrient intake of autistic children. *J Aut Develop Disorder* 12(1) : 25-34
- Singhal RL, Merali Z, Hrdina PD(1976) : Aspects of the biochemical toxicology of cadmium. *Fed proc* 75-79
- Spirey-Fox MR(1979) : Nutritional influences on metal toxicity : cadmium as a model toxic element. *Environ. Health Perspec* 29 : 95-104
- Thatcher RW, Lester ML, Ignasias SW, Mealaster R(1980) : Intelligence and lead toxins in rural children, presented at the US. Department of Agricultural conference in Atlanta 11/30/80
- Tietz NW(1982) : Textbook of clinical chemistry. pp1155-1159. WB Saunders company
- Trapp GA, Miner GD, Zimmerman RL(1978) : Aluminum levels in brain in alzheimer's disease. *Biol Psychi* 13 : 709-718
- Wecker L, Miller SB, Cochran SR, Dugger DL, John WD (1976) : Trace element concentration in hair from autistic children. *J Met Defic Res* 29 : 15-22
- Winick M, Noble A(1966) : Cellular response in rats during malnutrition at various ages. *J Nutr* 89 : 300-306