

학동기 어린이 주의력결핍 과잉행동장애에서 식이요인의 역할 규명

안민지¹⁾ · 안효진²⁾ · 황효정³⁾ · 권호장⁴⁾ · 하미나⁴⁾ · 홍윤철⁵⁾ · 홍수종⁶⁾ · 오세영^{7)†}

¹⁾경희대학교 식품영양학과, 학생, ²⁾경희대학교 식품영양학과, 연구원, ³⁾삼육대학교 식품영양학과, 교수,
⁴⁾단국대학교 예방의학과, 교수, ⁵⁾서울대학교 예방의학과, 교수,
⁶⁾울산대학교 의과대학 서울아산병원 소아청소년과 소아천식아토피센터, 교수, ⁷⁾경희대학교 식품영양학과, 교수

Dietary Factors Associated with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in School-aged Children

Minji An¹⁾, Hyojin-An²⁾, Hwang-Hyo-Jeong³⁾, Ho-Jang Kwon⁴⁾, Mina Ha⁴⁾, Yun-Chul Hong⁵⁾,
Soo-Jong Hong⁶⁾, Se-Young Oh^{7)†}

¹⁾Graduate School of Kyung Hee University, Seoul, Korea, Student

²⁾Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea, Researcher

³⁾Department of Food and Nutrition, Sahmyook University, Seoul, Korea, Professor

⁴⁾Department of Preventive Medicine, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea, Professor

⁵⁾Department of Preventive Medicine, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea, Professor

⁶⁾Department of Pediatrics, Childhood Asthma Atopy Center, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea, Professor

⁷⁾Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul, Korea, Professor

*Corresponding author

Se-Young Oh
Department of Food and
Nutrition, College of Human
Ecology, Kyunghee University,
Seoul 02447, Dongdaemun-gu

Tel: (02) 961-0602
Fax: (02) 959-0649
E-mail: seyoung@khu.ac.kr
ORCID: 0000-0003-0803-729X

Acknowledgments

This research was supported by
the Ministry of Environment,
Korea.

Received: July 31, 2018
Revised: September 7, 2018
Accepted: September 7, 2018

ABSTRACT

Objectives: An association between dietary patterns and mental health in children has been suggested in a series of studies, yet detailed analyses of dietary patterns and their effects on ADHD (attention deficit hyperactivity disorder) are limited.

Methods: We included 4569 children who had dietary intake data as part of the CHEER (Children's Health and Environmental Research) study conducted nationwide from 2005 to 2010. We assessed ADHD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder) by the DuPaul's ADHD Rating Scales and dietary intake by a semi-quantitative food frequency questionnaire. Using intake data, we constructed five dietary patterns: "Plant foods & fish," "Sweets," "Meat & fish," "Fruits & dairy products," and "Wheat based."

Results: The overall proportion of ADHD was 12.3%. Boys (17.8%) showed a higher rate of ADHD than girls (6.5%). The total intake of calories (85 kcal) and plant fat (2g) in the ADHD group was significantly higher than that of the normal group. ADHD was significantly negatively associated with dietary habits such as having breakfast and meal frequency, and positively associated with eating speed, unbalanced diet, overeating, and rice consumption. Regarding dietary patterns, the "Sweets" category was relevant to high ADHD risk (OR 1.59, 95% CI: 1.18, 2.15 for Q5 vs. Q1) in a linear relationship. An inverse, non-linear association was found between "Fruits & dairy products" and ADHD (OR 0.55, 95% CI: 0.39, 0.76 for Q4 vs. Q1).

Conclusions: Our study confirms both positive and negative associations between diet and ADHD in elementary school age children. Moreover, linear or nonlinear associations between diet and ADHD draw attention to the possible threshold role of nutrients. Further studies may consider characteristics of diet in more detail to develop better intervention or management in terms of diet and health.

Korean J Community Nutr 23(5): 397~410, 2018

KEY WORDS ADHD (attention deficit hyperactivity disorder), dietary patterns, dietary habits, food frequency questionnaire, linear or nonlinear association

서 론

ADHD(Attention deficit hyperactivity disorder; 이하 ADHD)는 과잉행동, 충동성, 사회부적응이 행동으로 나타나는 장애로 1970년대부터 특정질환으로 인식되었다[1]. 주의력결핍 우세형, 과잉행동·충동성 우세형, 두 증상이 모두 나타나는 복합형으로 분류되며 우리나라 전체 ADHD 유병률은 5.9~8.5% 정도[2]이고 특히 학령기 정신질환 중 ADHD는 가장 높은 비율을 보여[3] 학령기 ADHD 아동의 약 70~80%는 청소년기까지 지속되며 성인기까지 지속되는 경우도 10~60%에 달했다[4-5].

기존연구에서 한국 학령기 아동 ADHD 비율은 연구마다 약간의 차이가 있어 9%, 6.5%, 2~18% 또는 3~7% 등이었고[6-9], 중국은 3~5%, 대만은 2%[10]의 수준을 보였다. ADHD로 진단된 아동의 30~50%가 행동장애, 적대적 반항장애와 불안장애는 25%, 우울증은 15~75%의 증세를 보였고 ADHD 청소년은 낮은 정서조절능력으로 인해 정서적 문제가 야기될 수 있다고 하였다[11].

ADHD의 원인은 정확하게 알려져 있지 않으나 유전적, 환경적, 사회 심리적 원인 등 다요인적으로 보고 있다. 미국, 유럽, 호주 등의 유전연구 20여개를 종합한 결과에서 ADHD 평균 유전율은 76% 정도로 이러한 결과로 본다면 환경적 요인은 20~30% 정도가 되지만[12] Landrigan등[13]은 미국 어린이 대상 연구에서 ADHD를 포함한 신경행동장애에 미치는 환경적 요인은 10% 정도라 하였다. 환경적 요인 중에는 polychlorinated biphenyls(PCBs), phthalate, bisphenol, polyfluoroalkyl chemicals(PFCs), polycyclic aromatic hydrocarbons(PAHs), mercury, lead, arsenic, cadmium, manganese, alcohol[14] 등의 유해환경과 휴대전화 전자파[15], 인터넷 게임 중독[16], 임신 시 산모 흡연[17], 식이섭취[18] 등이 연관이 있는 것으로 알려져 있다.

학령기 ADHD는 식이요인, 특히 식이섭취, 식행동과의 연관성이 여러 연구에서 보고되었다. 부정적 영향을 주는 식이요인으로는 식품첨가제, 과량 탄수화물(초콜릿, 사탕, 카라멜류 등의 설탕다량 함유 식품), 탄산음료, 이온음료, 카페인, 인스턴트식품 등이 제시되었다[17-21]. 긍정적 영향 요인으로는 마그네슘, 철분, 아연, 생선기름(ω -3, ω -6지방산 관련) 등이 보고되었다[3]. 식이패턴 연구는 대체로 긍정, 부정 관점에서 ‘건강식, 비건강식, 서양식’ 등으로 분류하여 건강식(채소, 과일 섭취 등)은 ADHD 예방, 치료 및 발병 억제에 긍정적 영향을, 비건강식(단음식, 스낵류, 가공식

품 섭취) 등은 부정적 영향을 나타내는 것으로 보고되었다[22-24].

위와 같이 ADHD에서 식이요인의 역할에 대한 다양한 연구가 진행되었지만 결과에 대한 확증은 아직 부족한 상태이다. 이에 본 연구는 대규모 초등학교 대상 연구를 근거로 ADHD 유병률, 다양한 식이패턴 특성, 이러한 식이패턴과 ADHD와의 관련성을 파악하고자 하였다.

연구 대상 및 방법

1. 조사대상 및 시기

본 연구는 환경부와 국립환경과학원에서 주관한 Children's Health and Environmental Research(어린이 청소년의 환경노출 및 건강실태 조사; 이하 CHEER) 연구의 일부로 진행되었다. CHEER는 환경부에서 2005~2010년에 걸쳐 학동기 어린이의 환경적 질환에서 환경 유해요인과의 연관성을 규명할 목적으로 시작된 연구이다. 조사대상자는 대도시 3곳, 대형 산업단지 및 공업단지 인근지역 4곳, 농어촌 지역 3곳 등 총 10곳 지역에서 27개 초등학교 1~6학년 7,000명이 이에 해당하였다[25]. 이 중 식이섭취 자료가 모두 있는 대상자(n=5,174)에서 열량 섭취 500 kcal이하, 5,000 kcal 이상인 605명을 제외한 4,569명을 본 연구의 최종분석대상자로 선정하였다.

2. 조사 내용 및 방법

조사내용은 크게 일반사항, ADHD 진단, 식이조사, 신체 측측으로 구성되었다. 일반사항으로 성별, 나이, 학년, 가족 현황 및 사회경제적 요인, ADHD 증상에 영향 가능요인으로 지역, BMI, 신장, 체중, 허리둘레, 간접흡연유무, 부모결혼상태, 부모소득수준, 부모학력수준 등을 조사하였다.

ADHD 대표적 측정도구는 미국정신의학회(American Psychiatric Association)의 정신장애 진단 및 통계편람(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders; 이하 DSM)이며 우리나라에는 한국판 ADS(ADHD Diagnostic System) 검사 도구를 사용하고 있다[26]. 본 연구의 ADHD진단은 한국판 DuPaul Rating Scales을 이용하였다. 총 18문항으로 이루어졌으며 각 문항별 선택 답안에 따라 0~3씩 배점하여 총점 54점 중 19점 이상을 주의력결핍 또는 과잉행동 증상이 있는 ADHD군(AD 또는HD, 이하 ADHD위험군), 나머지는 정상군으로 분류하였다. 하위유형으로 주의력결핍(AD만)에 대한 9문항 중 6문항이상이 양성이면 주의력결핍형태의 ADHD(이하 AD위험군), 과잉행동-충동성(HD만)문항이 6개 이상이 양성이면

면 과잉행동-충동성형태의 ADHD(이하 HD위험군), 양쪽을 모두 만족시키는 경우는 혼합형ADHD(이하 AD와HD위험군)으로 구분하였다.

식이조사는 식이섭취, 식행동, 식이패턴으로 구성하였다. 식이섭취는 반정량식품섭취빈도(Semi-Food Frequency Questionnaire, 이하 SFFQ)로 진행되었으며 부모가 작성하게 하였다. SFFQ는 본 연구실에서 개발한 것으로 FFQ 신뢰도 상관계수는 0.6-0.8, 타당도는 0.3-0.6이었다[27]. 식품목록은 총 91종이었으며 섭취빈도는 지난 한달 평균섭취를 기준으로 총 9단계로 조사하였고 가중치는 1일1회를

1배로 하여 1일3회 이상(3배), 1일2회(2배), 1일1회(1배), 주5~6회(0.8배), 주3~4회(0.5배), 1~2회(0.14배), 월2~3회(0.08배), 월1회(0.03배), 거의 안먹음(0배)로 하였다. 섭취분량은 3개 범주(보통보다 적게, 보통, 보통보다 많이)섭취로 구성하였다. 섭취분량 계산 시 '기준보다 더 적음'은 0.5배, '기준보다 많음'은 1.5배 가중치를 두었다.

식행동은 총 10문항으로 구성된 설문지로 측정하였으며 '아침식사횟수', '과식횟수', '외식횟수', '배달음식 횟수', '편식여부', '식사속도', '식사섭취횟수', '간식섭취횟수', '건강보조제 섭취여부', '한끼 밥 양'으로 구성하였다. '아침식사

Table 1. Food grouping used in the dietary pattern analysis

Food Groups	Food items
Rice (White)	White rice
Rice(Multi-grains)	Multi-grains
Noodle	Noodles
Ramyn	Ramyn
Cereal	Cereal
Dduck (Rice cake)	Dduck
Bread fat	Bread/toast, butter/margarine, mayonnaise
Jam & candy	Jam, candy
Sweet bread	Sweet bread
Fast food	Hamburger, pizza, fried potatoes
Beef	Beef (galbi, bulgogi), stewed beef, boiled beef, meat by products
Pork	Pork (loin, pork neck), pork belly
Chicken	Fried chicken/youngnyeon tongdak, quail egg
Processed meat	Ham, sausage
Egg	Whole egg
Mulchi	Mulchi, fried anchovies
Bean	Tofu/pureed soybean soup, boiled beans, soybean milk
Kimchi	Kimchi /Kkakdugi/young radish kimchi, etc.
Vegetables	Cabbage, radish, cucumber, spinach, lettuce/perilla leaf/ pumpkin leaf, green chilli, chives/ dried radish greens, onion, carrot, green pumpkin, stir-fried mushrooms, bracken/sweet potato vines, balloon flower root/ deodeok
Potato	Sweet potato, potato
Seaweed	Sea mustard, kelp, laver
Fruits	Apple, pear, watermelon, plum/apricot, tomato/cheery tomato, tangerine/orange, banana, grape, peach, korean melon/melon, strawberry
Nuts	Nuts
Fruit juice	Orang juice, tomato juice, etc.
Yogurt	Kefir, strain yogurt
Icecream	Icecream
Cheeze	Cheeze
Drinks	Soft drinks, sujeonggwa/shik-hae
Chocolate	Chocolate
Snacks	Snacks. etc.
Fresh fish	White fish(pan frying/deep frying/grilled/boiled), blue fish (pan frying /deep frying /grilled /boiled), squid/long arm octopus, oyster/clam
Processed fish	Canned fish, salted fish (fermented fish), fish cakes
Milk	Milk, flavored milk, low fat milk

횃수'는 '거의먹지않음, 주1-3회, 주4-6회, 매일'로 분류하였고, '과식횃수'는 '주1회이하, 주2-3회, 주4회 이상' '외식횃수'와 '배달음식섭취횃수'는 '월1회 이하, 월2-3회, 주1회, 주2-3회, 주4회이상'으로 조사하였다. '편식여부'는 '거의안한다, 조금한다, 많이한다', '식사속도'는 '느린편, 보통, 빠른편'으로 '식사섭취횃수'와 '간식섭취횃수'는 직접 횃수를 적게 하였다. '건강보조제 섭취여부'는 '아니오, 예'로, '한끼 밥양'은 '반공기, 2/3공기, 1공기, 1공기반, 2공기 이상'으로 나누어 조사하였다.

식이패턴은 91종의 식품목록의 SFFQ 자료를 기초로 한국형 식사 특성을 고려하여 쌀밥, 잡곡밥, 국수, 라면, 찌리얼, 떡, (지방이 많은)빵, 쥘&사탕, 단빵, 패스트푸드, 소고기, 돼지고기, 닭고기, 가공육, 계란, 멸치, 콩, 김치, 채소, 감자, 해조류, 과일, 과일쥬스, 요거트, 아이스크림, 치즈, 탄산음료, 초콜릿, 과자, 생선류, 어묵 및 캔생선, 우유 등 33개의 식품 및 식품군을 선정하였다(Table 1). 식이패턴은 서로 상관관계가 높은 식품으로 Principal component factor analysis(PCA)를 이용하여 직교회전방법(varimax) 옵션의 요인분석 방법을 시행하여 요인적재량(factor loading)의 절대값 0.3 이상인 식품에 근거하여 총 5개의 패턴을 산출하고 요인명명을 하였다. 분류된 식이패턴은 '식물성식품

및 어류', '단음식군', '육류 및 생선류군', '과일유제품군', '밀가루군' 등으로 구조화 하였다.

신체계측은 신장계와 체중계를 이용하여 소수점 1자리까지 조사자가 직접 측정하였고, 측정된 신장과 체중을 바탕으로 체질량지수(Body Mass Index; 이하 BMI)를 계산하였다. 모든 설문지는 부모가 작성하는 것을 원칙으로 하였다.

전체적 연구 진행도는 Fig. 1에 나타내었다.

3. 자료 분석

대상자 및 부모 일반사항, 진단, 치료경험, 증세를 기준으로 한 일반 사항 및 식생활 요인은 기술 통계로 분석하였고 일반사항은 Chi-square test, T-test를 유의수준은 $\alpha=0.05$ 에서 비교분석하였다. 식이패턴은 요인분석을 사용하여 추출하였다.

식이섭취 자료는 CAN PRO(Computer Aided Nutritional analysis program) 4.0으로 영양소, 식품별로 분석하였고, ADHD와 관련된 식이요인은 다중회귀분석으로 분석하였다. 보정변수는 문헌고찰[23-25, 28-31]과 본 연구에서의 일반사항들 간의 관련성, 일반사항과 ADHD 지표와의 관련성 등을 단일 상관관계로 파악하여 지역, 성별, 나이, 수입, 열량 섭취 등을 주요 보정변수로 택하였다. 통계처

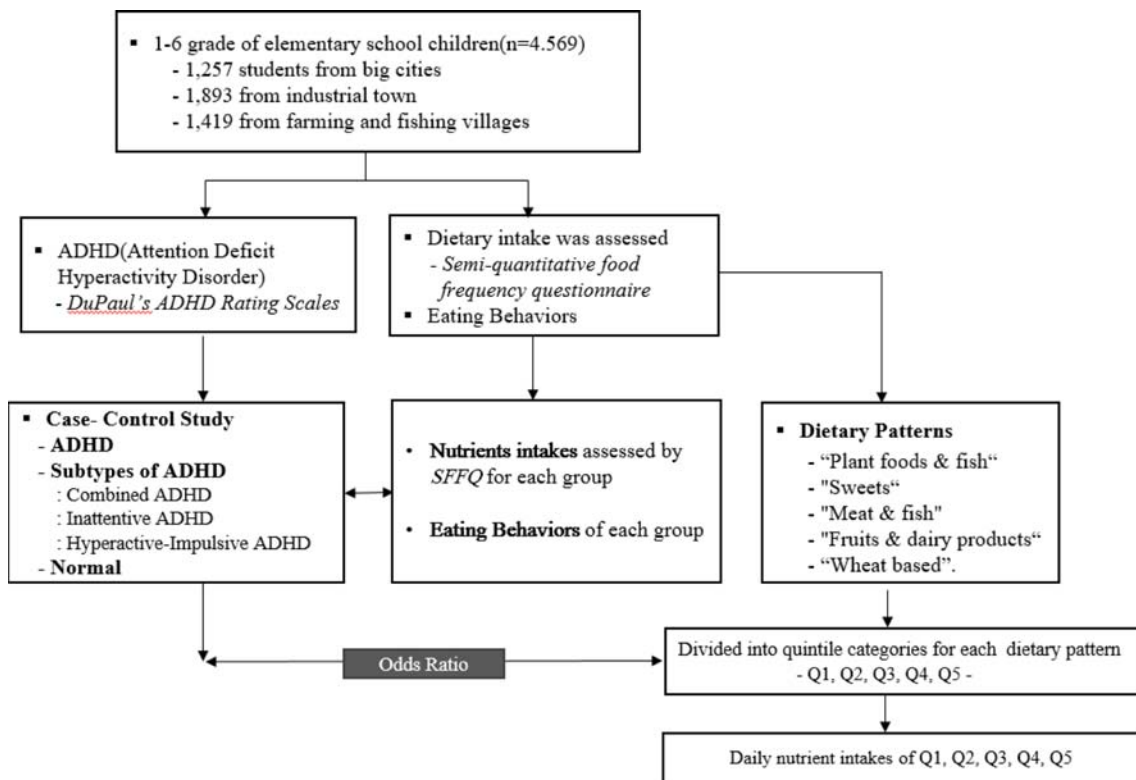


Fig. 1. Flow diagram of the study

리는 Statistical Analysis System(version 9.3)을 사용하였다.

는 4,569명이었고 이 중 ADHD위험군은 561명(12.3%), 이들 중 AD와HD위험군은 340명(7.4%), AD위험군은 171명(3.7%), HD위험군은 50명(1.1%)이었다(Table 2).

결 과

1. ADHD 그룹에 따른 대상자 특성

모든 식이자료와 함께 ADHD 설문에 모두 응답한 대상자

Table 3은 조사대상자의 일반사항과 ADHD 위험군과 정상군간의 일반사항 차이를 분석한 결과로 성별, 지역, 가족수입수준, 결혼상태, 간접흡연, BMI, 신장, 체중, 허리둘레에서 유의한 차이가 나타났다. 남자는 여아에 비해 약 3배 정

Table 2. Percentage of children who diagnosed with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and the subtypes of ADHD

	ADHD (Total) N (%)	Subtype		
		AD+HD ¹⁾ N (%)	AD N (%)	HD N (%)
Yes	561 (12.3)	340 (7.4)	171 (3.7)	50 (1.1)
No	4,008 (87.7)	4,229 (92.6)	4,398 (96.3)	4,519 (98.9)
Total	4,569 (100.0)	4,569 (100.0)	4,569 (100.0)	4,569 (100.0)

1) Abbreviations: AD + HD = Attention deficit + Hyperactivity disorder
AD = Attention deficit
HD = Hyperactivity disorder

Table 3. General characteristics of the study participants by group (N=4,569)

	Total	ADHD	Normal	P-value
Gender, N (%)				<0.001
Boys	2,345 (51.3)	417 (74.3)	1,928 (48.1)	
Girls	2,224 (48.7)	144 (25.7)	2,080 (51.9)	
Total	4,569 (100.0)	561	4,008	
Area, N (%)				<0.001
City	1,257 (27.5)	124 (22.1)	1,133 (28.3)	
Industrial complex	1,893 (41.4)	218 (38.5)	1,675 (41.8)	
Farming and fishing village	1,419 (31.1)	219 (39.4)	1,200 (29.9)	
Total	4,569 (100.0)	561	4,008	
Family income (10 ⁴ won), N (%)				0.01
<200	1,354 (29.6)	197 (35.1)	1,157 (28.8)	
200 – 500	2,813 (61.6)	317 (56.5)	2,496 (62.2)	
>500	402 (8.8)	47 (8.4)	355 (9.0)	
Total	4,569 (100.0)	561	4,008	
Marriage status, N (%)				<0.001
Single	133 (2.9)	14 (2.5)	119 (3.0)	
Married	4,063 (91.6)	480 (87.5)	3,583 (92.1)	
Divorced and widowed	241 (5.5)	54 (10.0)	187 (4.9)	
Total	4,437 (100.0)	548	3,889	
Passive smoking, N (%)				0.000
Yes	2,071 (44.6)	298 (51.8)	1,773 (43.6)	
No	2,498 (55.4)	277 (48.2)	2,221 (56.4)	
Total	4,569 (100.0)	575	3,994	
BMI (Mean ± SD)	17.0 ± 2.6	17.2 ± 2.7	16.9 ± 2.6	0.039
Age (Mean ± SD)	7.7 ± 1.0	7.8 ± 1.1	7.7 ± 1	0.183
Height (Mean ± SD)	125.4 ± 7.7	126.2 ± 8.0	125.3 ± 7.7	0.011
Weight (Mean ± SD)	27 ± 6.7	27.7 ± 7.1	26.9 ± 6.7	0.004
Waist (Mean ± SD)	57.4 ± 7.2	58.2 ± 7.5	57.3 ± 7.2	0.005

도(ADHD위험군기준 남 74.3%, 여 25.7%, 전체대상자 기준 남 17.8%, 여 6.5%)의 비율을 보였다. 지역별로는 농어촌 지역에서 ADHD위험 비율이 가장 높았다. 부모의 결혼 상태는 기혼상태가 전체대상자의 91.6%였고, ADHD위험군과 정상군을 비교할 때 ADHD위험군이 사별 및 이혼비율(10.0%)이 정상군(4.9%)보다 2배 이상 높았다. 간접흡연 노출비율도 ADHD위험군(51.8%)이 정상군(43.6%)에 비해 높았고, BMI, 신장, 체중, 허리둘레도 유사한 결과를 보였다.

2. 대상자들의 식이조사

1) 식이섭취

조사대상자들의 영양소 평균섭취량을 KDRI(2015년 기준, 만10세 남녀평균치)의 섭취기준(섭취량/KDRI 섭취기준)과 비교하면 에너지(정상군 84%, 위험군 88%), 단백질(정상군 145%, 위험군 150%) 수준이었다. ADHD 위험군과 정상군 영양소 섭취 차이는 Table 4에 *P*-value와 함께 평균값을 제시하였다. ADHD 위험군과 정상군 간의 유의한 차이를 보인 영양소는 에너지, 지질, 식물성지질, 당질, 비타민 B1으로 확인되었다. 특히 에너지 섭취는 ADHD위험군 $1,725.7 \pm 730.0$ kcal, 정상군 $1,640.3 \pm 692.7$ kcal

로 나타나 약 85 kcal 높았고, 식물성지질도 ADHD위험군(24.8 ± 15.4 g)과 정상군(22.5 ± 13.2 g)의 섭취평균이 2 g 이상 높았다(Table 5).

ADHD위험군과 정상군간의 식행동 분석에서(Table 5) ‘아침식사’, ‘과식횟수’, ‘편식횟수’, ‘식사속도’, ‘하루식사횟수’, ‘한끼밥양’이 ADHD위험군이 정상군에 비해 부정적인 식행동을 보였다.

2) 식이패턴

각 패턴별 요인값을 요인적재량 절대값 0.3을 기준으로 Table 6에 제시하였다. ‘식물성식품 및 어류군’에서는 멸치, 두류, 김치, 채소류, 해조류, 과일류, 견과류, 생선류(통조림 포함)섭취가 높았고 ‘단음식군’에서는 잼, 사탕 등의 단음식과 아이스크림, 탄산음료, 초콜릿, 스낵류 섭취가 높고 잡곡밥 섭취가 낮았다. ‘육류 및 생선류군’에서는 소, 돼지, 닭, 햄, 소세지를 포함한 가공육류, 통조림을 포함한 생선류 섭취와 연관이 있었고 ‘과일유제품군’에서는 쌀밥, 국수류, 라면 섭취가 낮고 과일, 과일주스, 요거트, 치즈, 우유 섭취가 높았다. ‘밀가루군’에서는 밥 섭취, 특히 쌀밥 섭취가 낮았고, 국수, 씨리얼, 떡, 빵, 패스트푸드, 소고기, 잼, 사탕 등 단음식 섭취가 높았다.

Table 4. Nutrients intakes assessed by semi-food frequency questionnaire (SFFQ) by group

	Total	ADHD	Normal	<i>P</i> -value ^{1,2)}
	Mean \pm SD	Mean \pm SD	Mean \pm SD	
Energy (kcal/d)	1,651 ³⁾ \pm 701.0	1,725.7 \pm 730.0	1,640.3 \pm 692.7	<0.01
Protein (g/d)	58.6 \pm 27.4	60.0 \pm 28.0	58.3 \pm 27.1	0.16
Plant protein (g/d)	26.6 \pm 12.0	27.5 \pm 12.7	26.4 \pm 11.8	0.05
Animal protein (g/d)	32.0 \pm 18.9	32.5 \pm 18.7	31.8 \pm 18.7	0.42
Plant fat (g/d)	22.8 \pm 13.6	24.8 \pm 15.4	22.5 \pm 13.2	<0.01
Animal fat (g/d)	28.6 \pm 16.6	29.6 \pm 17.0	28.4 \pm 16.4	0.11
Carbohydrates (g/d)	241.6 \pm 103.6	252.3 \pm 106.4	240.1 \pm 102.6	<0.01
Calcium (mg/d)	647.4 \pm 397.6	633.6 \pm 411.3	650.9 \pm 394.2	0.33
Iron (mg/d)	9.1 \pm 4.4	9.2 \pm 4.4	9.0 \pm 4.3	0.40
Sodium (mg/d)	2,777.0 \pm 1,697.0	2,843.1 \pm 1,749.0	2,766.0 \pm 1,676.7	0.31
Potassium (mg/d)	2,165.0 \pm 1,150.0	2,160.9 \pm 1,142.8	2,168.0 \pm 1,145.1	0.88
Zinc (mg/d)	8.5 \pm 5.1	8.6 \pm 7.1	8.4 \pm 4.7	0.48
Vitamin A (B ¹ RE/d)	583.5 \pm 394.4	577.0 \pm 400.1	585.2 \pm 393.3	0.63
Thiamin (mg/d)	1.0 \pm 0.5	1.1 \pm 0.5	1.0 \pm 0.5	0.01
Riboflavin (mg/d)	1.3 \pm 0.7	1.3 \pm 0.6	1.3 \pm 0.6	0.49
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.4 \pm 0.8	1.4 \pm 0.7	1.3 \pm 0.7	0.12
Vitamin C (mg/d)	74.3 \pm 61.9	75.3 \pm 64.3	74.1 \pm 61.5	0.68
Folate (μ g/d)	192.4 \pm 110.7	189.5 \pm 109.8	193.0 \pm 110.6	0.46
Vitamin E (mg/d)	11.5 \pm 7.1	11.8 \pm 7.2	11.5 \pm 7.0	0.33

1) Analysis by T-test

2) Significantly different by student's t-test between ADHD and normal group (*p*<0.05)

3) Values are means \pm SD

Table 5. Distribution of eating behaviors by group (N=4,569)

	Total		ADHD		Normal		P-value ¹⁾
	N	%	N	%	N	%	
Breakfast, weekly							0.000
<3	490	10.7	85	15.2	405	10.1	
≥3	4,071	89.3	476	84.8	3,595	89.9	
Total	4,561	100.0	561	100.0	4,000	100.0	
Overeating, weekly							<0.001
≤1	3,495	76.5	365	65.1	3,130	78.1	
≥2	1,074	23.5	196	34.9	878	21.9	
Total	4,569	100.0	561	100.0	4,008	100.0	
Eating out, monthly							0.457
≤1	4,189	91.7	507	90.4	3,682	91.9	
≥2	380	8.3	54	9.6	326	8.1	
Total	4,569	100.0	561	100.0	4,008	100.0	
Unbalanced diet							<0.001
Rarely	1,375	30.7	125	23.1	1,250	31.7	
Frequently more	3,103	69.3	415	76.9	2,688	68.3	
Total	4,478	100.0	540	100.0	3,938	100.0	
Meal speed							<0.001
Slowly & usually	3,775	82.6	423	75.4	3,352	83.6	
Quickly	794	17.4	138	24.6	656	16.4	
Total	4,569	100.0	561	100.0	4,008	100.0	
Meal frequency, daily							0.033
<3	506	11.1	78	13.9	428	10.7	
≥3	4,063	88.9	483	86.1	3,580	89.3	
Total	4,569	100.0	561	100.0	4,008	100.0	
Snack frequency, daily							0.082
<1	187	4.1	29	5.2	158	3.9	
≥1	4,382	95.9	532	94.8	3,850	96.1	
Total	4,569	100.0	561	100.0	4,008	100.0	
Nutrition supplements							0.973
No	3,137	69.9	386	69.9	2,751	69.9	
Yes	1,353	30.1	166	30.1	1,187	30.1	
Total	4,490	100.0	552	100.0	3,938	100.0	
Rice bowl size							<0.001
≤0.5 bowl	1,825	41.2	195	36.0	1,630	41.9	
0.5<, ≤1 bowl	2,462	55.6	309	57.0	2,153	55.4	
>1 bowl	142	3.2	38	7.0	104	2.7	
Total	4,429	100.0	542	100.0	3,887	100.0	

1) chi-square test

식이패턴별 영양소 섭취와의 관련성을 Table 7에 제시하였다. 대부분 영양소 섭취가 식이패턴과 유의적 ±의 상관성을 보였다. 그 중 0.3 이상 유의적 결과를 보인 영양소는 ‘식물성식품 및 어류군’은 나트륨, 철, 엽산, 비타민 B6, 비타민 E, 비타민 A, 칼륨, 비타민 C, 단백질(상관계수 높은 순), ‘단음식군’은 식물성지방, ‘육류 및 생선류군’은 단백질, 비타민 E, 동물성지방(상관계수 높은 순), ‘과일유제품군’은

칼슘, 리보플라빈, 칼륨, 엽산, 동물성지방, 비타민 C, 동물성 단백질(상관계수 높은 순), ‘밀가루군’은 티아민이 양의 관련성을 보였다. -0.3 이하 유의적 결과를 보인 영양소는 ‘단음식군’은 식물성단백질, ‘육류 및 생선류군’은 당질에서 나타났다. Table 7에는 관련성을 보이지 않은 영양소에만 음영표시를 하였다.

추출된 5개 식이패턴별 섭취량을 기준으로 Q1~Q5 단계

Table 6. Factor loadings¹⁾ for the five dietary patterns derived from semi-food frequency questionnaire (SFFQ)

	Plant foods & fish	Sweets	Meat&fish	Fruit& dairy products	Wheat based
Rice (White)	-0.22	0.01	-0.08	-0.47	-0.33
Rice (Multi-grains)	-0.02	-0.52	-0.23	0.22	-0.01
Noodle	-0.01	0.06	-0.15	-0.46	0.34
Ramyn	-0.13	0.09	-0.13	-0.54	0.12
Cereal	-0.22	-0.04	-0.06	0.03	0.30
Dluck	0.11	-0.07	0.00	0.02	0.57
Bread fat	-0.05	0.01	-0.03	-0.08	0.64
Jam & candy	0.04	0.57	-0.06	0.00	0.26
Sweet bread	-0.10	0.01	0.21	-0.05	0.48
Fast food	-0.15	0.11	0.08	-0.16	0.53
Beef	-0.04	-0.13	0.44	0.00	0.34
Pork	-0.12	-0.08	0.62	-0.03	0.02
Chicken	0.01	0.01	0.77	-0.05	0.08
Processed meat (Ham+Sausages)	-0.19	0.15	0.52	0.00	0.05
Egg	0.04	-0.16	0.17	0.12	-0.07
Mulchi	0.40	-0.20	0.04	0.11	-0.03
Bean	0.45	-0.13	-0.02	0.17	0.01
Kimchi	0.45	-0.08	-0.17	-0.03	-0.21
Vegetables	0.72	-0.02	-0.03	-0.01	-0.08
Potato	0.49	0.03	-0.01	0.00	0.05
Seaweed	0.42	-0.04	-0.06	0.23	-0.10
Fruits	0.32	0.08	-0.11	0.50	0.02
Nuts	0.32	0.06	-0.01	0.25	0.14
Fruit juice	0.05	0.24	-0.07	0.45	-0.06
Yogurt	0.01	0.14	-0.07	0.44	-0.05
Icecream	-0.11	0.45	-0.09	0.21	-0.18
Cheeze	0.09	0.00	-0.08	0.31	0.23
Drinks	-0.09	0.56	0.01	0.04	-0.04
Chocolate	0.02	0.63	-0.03	0.11	0.06
Snacks	-0.17	0.56	0.03	0.01	-0.14
Fresh fish	0.47	-0.09	0.41	-0.06	-0.10
Processed fish	0.30	0.11	0.43	-0.12	-0.09
Milk	-0.16	-0.18	-0.12	0.48	-0.11

1) Factor loadings ≥ 0.3 or ≤ -0.3 are shown in bold and shaded

Table 7. Correlation coefficients of daily nutrient intakes and five dietary pattern (N=4,926)¹⁾

Dietary pattern	Plant food & fish	Sweets	Meat & fish	Fruits & dairy products	Wheat-based
Nutrient					
Protein	0.37**	-0.26**	0.44**	0.22**	0.18**
Plant protein	0.29**	-0.39**	-0.33**	-0.25**	0.13**
Animal protein	0.18**	-0.04**	0.53**	0.30**	0.10**
Plant fat	0.32**	0.46**	0.26**	-0.08**	0.28**
Animal fat	0.01²⁾	0.13**	0.41**	0.36**	0.04**
Carbohydrate	-0.24**	-0.19**	-0.53**	-0.23**	-0.19**
Calcium	0.16**	-0.06**	-0.05**	0.56**	-0.02
Iron	0.63**	-0.24**	0.05**	0.17**	0.12**
Sodium	0.67**	0.02	0.14**	-0.06**	0.05**
Potassium	0.51**	-0.08**	-0.02	0.49**	0.03**
Zinc	0.16**	-0.14**	0.09**	0.12**	-0.02
Vitamin A	0.52**	0.03**	0.03**	0.23**	0.05**
Thiamin	0.17**	-0.07**	0.10**	0.14**	0.30**
Riboflavin	0.13**	-0.004	0.08**	0.50**	0.09**
Vitamin B6	0.54**	0.03**	0.18**	0.20**	0.23**
Vitamin C	0.39**	0.18**	-0.01	0.35**	0.06**
Folate	0.57**	-0.21**	-0.15**	0.38**	0.13**
Vitamin E	0.54**	0.06**	0.42**	0.10**	0.20**

1) Adjusted for age as continuous variables and gender as categorical variables. Significantly different at *: P<0.05 and **: P<0.01

2) Values were shaded, if not significant (p<0.05)

Table 8. Daily nutrient intakes¹⁾ of Q1 and Q5²⁾ by the quintile of dietary pattern scores(N=4,926)

	Plant food & fish (factor1)			Sweets (factor2)			Meat & fish (factor3)			Fruits & dairy products (factor4)			Wheat based (factor5)		
	Q1	Q5	P	Q1	Q5	P	Q1	Q5	P	Q1	Q5	P	Q1	Q5	P
Energy (kcal/d)	2,024.8 ± 24.4 ³⁾	1,850.8 ± 24.0	<0.001	2,001.9 ± 24.4	1,848.8 ± 24.3	<0.001	2,088.2 ± 24.8	1,808.5 ± 24.8	<0.001	1,867.8 ± 25.1	1,930.1 ± 25.1	0.08	2,101.5 ± 24.7	1,741.7 ± 24.6	<0.001
Protein (g/d)	64.4 ± 0.4	75.7 ± 0.4	<0.001	72.3 ± 0.4	64.1 ± 0.4	<0.001	63.2 ± 0.4	77.0 ± 0.4	<0.001	64.8 ± 0.4	70.6 ± 0.4	<0.001	65.6 ± 0.4	70.8 ± 0.4	<0.001
Plant (g/d)	28.7 ± 0.1	33.7 ± 0.2	<0.001	34.0 ± 0.2	27.6 ± 0.3	<0.001	34.2 ± 0.2	28.5 ± 0.2	<0.001	32.4 ± 0.2	28.2 ± 0.2	<0.001	29.7 ± 0.2	32.0 ± 0.2	<0.001
Animal (g/d)	35.7 ± 0.5	42.0 ± 0.5	<0.001	38.3 ± 0.5	36.6 ± 0.5	0.01	29.0 ± 0.4	48.5 ± 0.4	<0.001	32.3 ± 0.5	42.4 ± 0.5	<0.001	35.8 ± 0.5	38.8 ± 0.5	<0.001
Fat (g/d)	58.4 ± 0.5	66.0 ± 0.5	<0.001	53.9 ± 0.5	68.5 ± 0.5	<0.001	52.6 ± 0.5	71.8 ± 0.5	<0.001	55.5 ± 0.5	64.0 ± 0.5	<0.001	57.1 ± 0.5	64.1 ± 0.5	<0.001
Plant (g/d)	24.1 ± 0.3	31.8 ± 0.3	<0.001	22.0 ± 0.3	32.9 ± 0.3	<0.001	24.8 ± 0.3	30.8 ± 0.3	<0.001	27.6 ± 0.3	25.3 ± 0.3	<0.001	24.0 ± 0.8	30.2 ± 0.3	<0.001
Animal (g/d)	34.2 ± 0.4	34.2 ± 0.4	0.93	31.9 ± 0.4	35.6 ± 0.4	<0.001	27.8 ± 0.4	41.0 ± 0.4	<0.001	27.9 ± 0.4	38.7 ± 0.4	<0.001	33.1 ± 0.4	33.9 ± 0.4	0.18
Carbohydrates (g/d)	291.7 ± 1.4	267.6 ± 1.3	<0.001	290.1 ± 1.3	271.1 ± 1.3	<0.001	309.7 ± 1.2	254.3 ± 1.2	<0.001	288.6 ± 1.3	267.8 ± 1.3	<0.001	289.6 ± 1.3	272.2 ± 1.3	<0.001
Calcium (mg/d)	738.6 ± 12.3	856.8 ± 12.1	<0.001	804.0 ± 12.1	762.8 ± 12.0	0.02	810.2 ± 12.1	751.4 ± 12.7	0.00	542.7 ± 11.2	1,006.4 ± 10.5	<0.001	787.4 ± 12.3	755.5 ± 12.1	0.07
Plant (mg/d)	163.0 ± 2.4	310.0 ± 2.3	<0.001	222.6 ± 2.7	231.5 ± 2.7	0.02	236.5 ± 2.9	225.5 ± 2.9	0.01	210.6 ± 2.8	232.2 ± 2.8	<0.001	218.3 ± 2.8	230.6 ± 2.8	0.00
Animal (mg/d)	561.6 ± 10.4	541.3 ± 10.2	0.17	573.7 ± 10.2	517.0 ± 10.1	<0.001	542.5 ± 10.1	509.0 ± 10.1	0.02	324.9 ± 9.0	769.4 ± 9.0	<0.001	541.0 ± 10.0	506.1 ± 10.0	0.02
Iron (mg/d)	9.2 ± 0.06	12.8 ± 0.1	<0.001	11.4 ± 0.1	10.0 ± 0.1	<0.001	10.8 ± 0.1	11.0 ± 0.1	0.04	10.1 ± 0.1	11.0 ± 0.1	<0.001	10.3 ± 0.1	10.9 ± 0.1	<0.001
Plant (mg/d)	6.6 ± 0.06	9.5 ± 0.1	<0.001	8.5 ± 0.1	7.3 ± 0.1	<0.001	8.6 ± 0.1	7.3 ± 0.1	<0.001	7.4 ± 0.1	8.0 ± 0.1	<0.001	7.7 ± 0.1	7.9 ± 0.1	0.09
Animal (mg/d)	2.5 ± 0.04	3.4 ± 0.0	<0.001	2.9 ± 0.1	2.7 ± 0.1	0.00	2.2 ± 0.0	3.7 ± 0.0	<0.001	2.7 ± 0.0	3.0 ± 0.0	<0.001	2.6 ± 0.0	3.1 ± 0.0	<0.001
Sodium (mg/d)	2,305.4 ± 21.1	4,628.5 ± 20.8	<0.001	3,190.9 ± 41.3	3,232.7 ± 41.2	0.47	3,197.9 ± 44.0	3,640.2 ± 44.0	<0.001	3,402.4 ± 42.5	3,125.9 ± 42.5	<0.001	3,210.3 ± 44.4	3,362.7 ± 44.3	0.02
Potassium (mg/d)	2,170.4 ± 21.1	3,124.6 ± 20.8	<0.001	2,637.6 ± 23.0	2,498.9 ± 22.9	<0.001	2,624.3 ± 25.0	2,577.5 ± 25.0	0.18	2,108.0 ± 21.7	3,000.2 ± 21.8	<0.001	2,484.7 ± 23.5	2,512.4 ± 23.4	0.41
Zinc (mg/d)	9.2 ± 0.2	11.0 ± 0.2	<0.001	10.7 ± 0.1	9.1 ± 0.1	<0.001	9.6 ± 0.2	10.6 ± 0.2	<0.001	8.9 ± 0.1	10.3 ± 0.1	<0.001	10.1 ± 0.3	9.8 ± 0.2	0.25
Vitamin A (RE/d)	510.3 ± 10.4	971.3 ± 10.3	<0.001	671.8 ± 10.5	698.8 ± 10.5	0.07	702.2 ± 11.3	723.3 ± 11.3	0.19	595.3 ± 10.7	787.3 ± 10.8	<0.001	665.5 ± 10.9	700.6 ± 10.9	0.024
Thiamin (mg/d)	1.2 ± 0.0	1.3 ± 0.0	<0.001	1.2 ± 0.1	1.2 ± 0.1	<0.001	1.2 ± 0.0	1.3 ± 0.0	<0.001	1.2 ± 0.0	1.3 ± 0.0	<0.001	1.1 ± 0.0	1.3 ± 0.0	<0.001
Riboflavin (mg/d)	1.5 ± 0.0	1.6 ± 0.0	<0.001	1.6 ± 0.0	1.5 ± 0.1	0.79	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.0	<0.001	1.2 ± 0.0	1.8 ± 0.0	<0.001	1.1 ± 0.0	1.5 ± 0.0	<0.001
Vitamin B6 (mg/d)	1.4 ± 0.0	2.0 ± 0.0	<0.001	1.6 ± 0.0	1.7 ± 0.0	0.09	1.6 ± 0.0	1.8 ± 0.0	<0.001	1.5 ± 0.0	1.8 ± 0.0	<0.001	1.5 ± 0.0	1.8 ± 0.0	<0.001
Vitamin C (mg/d)	66.9 ± 1.7	122.7 ± 1.7	<0.001	75.5 ± 1.8	101.3 ± 1.8	<0.001	93.5 ± 1.9	91.2 ± 1.9	0.40	67.6 ± 1.9	119.2 ± 1.9	<0.001	85.3 ± 1.8	92.2 ± 1.9	0.01
Folate (μg/d)	175.1 ± 2.4	297.6 ± 2.3	<0.001	251.9 ± 2.5	208.7 ± 2.5	<0.001	249.8 ± 2.7	215.6 ± 2.7	<0.001	184.5 ± 2.5	261.3 ± 2.6	<0.001	208.4 ± 2.6	235.0 ± 2.6	<0.001
Vitamin E (mg/d)	10.8 ± 0.2	18.3 ± 0.2	<0.001	13.3 ± 0.2	14.0 ± 0.2	0.01	11.3 ± 0.1	17.1 ± 0.2	<0.001	12.7 ± 0.2	13.9 ± 0.2	<0.001	12.4 ± 0.2	15.1 ± 0.2	<0.001

¹⁾ Adjusted for age, gender, energy intake
²⁾ Q1-Q5 : The values which estimated nutrient intakes from SFFQ divided into quintile categories. Q1 : the lowest, Q5 : the highest
³⁾ In each cell, value were shaded when Q1 is higher than Q5, if significant (p<0.001)

Table 9. Odds ratio of Dietary patterns¹⁾ on ADHD and subtypes of ADHD

OR (95% CI)	Plant food & fish					Sweets					Meat&fish					Fruits & dairies					Wheat based								
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	P	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	P	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	P	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	P					
ADHD	1 (Ref)	0.94 (0.70-1.26)	0.81 (0.60-1.10)	0.85 (0.63-1.15)	0.84 (0.62-1.14)	0.623	1 (Ref)	1.07 (0.78-1.47)	0.86 (0.61-1.19)	1.24 (0.91-1.70)	1.59 (1.18-2.15)	0.001	1 (Ref)	0.95 (0.70-1.28)	0.83 (0.61-1.13)	1.07 (0.79-1.43)	1.01 (0.75-1.37)	1.01	1.04 (0.78-1.40)	0.9 (0.67-1.22)	0.55 (0.39-0.76)	0.78 (0.57-1.06)	0.001	1 (Ref)	0.84 (0.62-1.15)	0.87 (0.64-1.18)	0.9 (0.66-1.22)	1.22 (0.91-1.63)	0.09
AD+	1 (Ref)	0.95 (0.67-1.37)	0.88 (0.61-1.28)	0.95 (0.66-1.38)	0.83 (0.57-1.22)	0.899	1 (Ref)	0.93 (0.62-1.40)	1.01 (0.67-1.51)	1.28 (0.87-1.89)	1.62 (1.11-2.35)	0.017	1 (Ref)	1.2 (0.82-1.75)	0.82 (0.54-1.24)	1.3 (0.89-1.88)	1.28 (0.88-1.87)	1.3	0.94 (0.65-1.36)	0.96 (0.66-1.38)	0.6 (0.40-0.90)	0.87 (0.59-1.26)	0.113	1 (Ref)	0.89 (0.60-1.32)	1.12 (0.77-1.64)	0.99 (0.67-1.46)	1.41 (0.99-2.03)	0.127
AD	1 (Ref)	0.96 (0.59-1.57)	0.89 (0.54-1.47)	0.76 (0.44-1.30)	0.85 (0.51-1.44)	0.877	1 (Ref)	1.33 (0.79-2.24)	0.71 (0.39-1.30)	1.18 (0.68-2.03)	1.32 (0.78-2.23)	0.2	1 (Ref)	0.72 (0.43-1.23)	0.84 (0.51-1.40)	0.86 (0.52-1.43)	0.83 (0.50-1.39)	0.83	1.35 (0.83-2.19)	0.92 (0.55-1.56)	0.59 (0.33-1.06)	0.7 (0.40-1.23)	0.026	1 (Ref)	0.91 (0.55-1.49)	0.61 (0.35-1.06)	0.79 (0.47-1.34)	0.95 (0.58-1.56)	0.45
HD	1 (Ref)	0.88 (0.39-1.98)	0.39 (0.14-1.11)	0.69 (0.28-1.69)	0.96 (0.42-2.17)	0.442	1 (Ref)	1.05 (0.42-2.61)	0.55 (0.18-1.67)	1.01 (0.39-2.58)	1.6 (0.69-3.79)	0.343	1 (Ref)	0.6 (0.25-1.46)	0.92 (0.42-2.05)	0.67 (0.17-1.57)	0.46 (0.12-1.22)	0.46	0.77 (0.33-1.78)	0.68 (0.29-1.63)	0.42 (0.16-1.13)	0.69 (0.30-1.63)	0.553	1 (Ref)	0.56 (0.22-1.42)	0.57 (0.23-1.44)	0.85 (0.37-1.97)	0.94 (0.41-2.12)	0.632

1) Adjusted for area, age, gender, married status, father education and passive smoking

2) Abbreviations: AD + HD=Attention deficit + Hyperactivity disorder

AD = Attention deficit

HD = Hyperactivity disorder

로 나누어(0-20%~80-100%) 식이패턴별 영양소 섭취 평균량과 Q1과 Q5의 군별 차이를 Table 8에 제시하였다. 대부분 영양소가 Q1에 비해 Q5의 수준이 높았으나, 몇몇의 영양소는 역의 관련성을 보였다. 역의 관련성을 보이며 유의적인 결과는 해당 셀에 음영표시를 하였다. 대규모 대상자 수를 고려하여 유의수준은 0.1% ($p < 0.001$)로 하였다. 이러한 역의 관련성은 ‘과일유제품군’을 제외한 모든 군에서 열량, ‘식물성식품및어류군’에서는 당질, 포화지방산, ‘단음식군’에서는 단백질(식물성, 동물성), 당질, 동물성 칼슘, 철(식물성, 동물성), 칼륨, 아연, 엽산, ‘육류 및 생선류군’에서는 식물성단백질, 당질, 칼슘, 식물성 철, 엽산, ‘과일 및 유제품군’은 식물성 단백질, 식물성지질, 당질, 나트륨, ‘밀가루군’은 당질에서 나타났다.

3) 식이패턴과 ADHD

ADHD위험군과 식이패턴별 오즈비(Odds ratio;이하 OR)를 Table 9에 제시하였다. 단음식군은 ADHD위험군과 AD와HD위험군간 선형관계의 관련성을 보였다. 단음식 섭취가 높은군(Q5)은 낮은군(Q1)에 비해 ADHD 위험군에서 59% (OR 1.59, 95%CI 1.18-2.15), AD와HD위험군에서 62% (OR 1.62, 95%CI 1.11-2.35) 높은 ADHD 의심 가능성을 보였다. 반면 과일유제품군은 ADHD위험군과 AD위험군 간에 비선형 역의 관련성을 보였다. 즉 과일유제품 섭취가 높은군(Q4)이 낮은군(Q1)에 비해 OR 0.55 (ADHD위험군 95%CI 0.39-0.76), OR 0.59 (AD위험군 95%CI 0.33-1.06) 수치를 나타내었다.

유의적 결과를 보인 식이패턴 단음식군은 섭취수준과 ADHD 의심가능성 간에 선형과 양의(비례) 관련성을 보였으며 과일유제품군은 비선형과 음(역비례)의 관련성을 보였다. 과일유제품군의 경우 유의성을 보인 군이 섭취수준이 가장 높은 Q5군이 아닌 Q4군이었던 결과는 높은 과일유제품 섭취가 ADHD 의심가능성을 비례적으로 낮추지는 않는다는 것을 의미했다.

고 찰

본 연구는 대규모 초등학교 아동 대상 연구로 ADHD와 식이섭취 특성에서 긍정적, 부정적 식이섭취 특성이 모두 중요하게 나타났다. ADHD 진단 가능성과 양의 관련성을 나타낸 식품은 선형, 진단 가능성에 음의 관련성을 보인 식품은 비선형의 관련성이 나타났다.

일반사항에서 ADHD위험군은 12.3%를 나타내어 서울지역 초등학교 전학년(n=2,493)을 대상으로 했던 연구

5.9% [32]나 시화반월 공단 인근 3개 초등학교 2~6학년(n=573) 대상 연구 결과 9.4% [33]와 비교하여 높게 나타났다. ADHD는 성별 간 차이를 보이는 것이 일반적이는데 본 연구에서도 남학생이 여학생보다 약 3배 높은 수치를 나타내었다.

가족 소득수준에서는 ADHD위험군 어린이들의 가족 소득수준이 정상군에 비해 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 아버지 교육수준이 증가하고 소득수준이 증가할수록 ADHD 증상이 완화되었던 국내연구 [33]나 4~17세 대상 연구(2011~2013년 미국)에서 소득수준이 높은 가정의 8.8%에 비해 소득수준이 낮은 가정에서 10.4%를 보인 ADHD 진단을 결과 [34]와 같은 맥락이라 하겠다. 가족형태에서는 정상군에 비해 ADHD위험군 어린이의 부모사별 및 이혼 비율이 높게 나타났다. 이는 부모 결혼상태가 자녀에게 부정적 스트레스로 강하게 작용하여 정상적인 생활을 어렵게 하는 요인이 될 수 있음을 반영했다.

정상군에 비해 ADHD위험군의 간접흡연 비율이 높게 나타났다. 모든 연구결과가 동일한 결과를 나타내는 것은 아니나 임신 중 모성흡연은 태아 발달에 영향을 미쳐 소아청소년기 인지, 행동 발달에 영향을 주는 것으로 나타났으며 2000년 이후 10년 동안 흡연과 ADHD의 연관성에 대한 47개 주요 논문보고 결과를 종합하면 흡연자에서 비흡연자에 비해 ADHD 혹은 ADHD 증상 위험률은 1.5~3배 높게 나타났다 [12]. 산모의 직접흡연은 물론 간접흡연도 연관성을 나타내어 남편 흡연으로 인한 아내(산모)의 간접흡연이 태아의 ADHD 위험률을 1.17배 높인 결과가 보고되었다 [35].

ADHD와 식이섭취 간의 관련성 결과에서 ADHD위험군은 정상군에 비해 좋지 않은 식행동을 가진 것으로 나타났다. 즉, 식사 횟수는 적으며 먹을 때 한꺼번에 많이 섭취하고 빨리 먹는 태도를 보였다. 이는 ADHD 아동과 정상아동을 비교한 국내 연구에서 ADHD 아동이 식사속도가 빠른 편이었으며 [8], ADHD 진단을 받은 초등학교생이 전체 평균량보다 설탕섭취량이 유의적으로 높은 결과를 보였던 연구 [36] 경향과도 같은 추세라 하겠다. 이 외에도 ADHD 진단군이 정상군에 비해 적은 아침식사 횟수, 높은 라면섭취 횟수, 잦은 편식, 적은 우유 섭취량 등을 나타낸 연구 [37]와도 유사한 결과로 볼 수 있었다. 이러한 경향은 국외 연구에서도 마찬가지로 ADHD군이 일반군에 비해 스스로 섭취 제한이 어려울 가능성이 더 높게 나타났던 미국의 연구 결과나 [38] 여대생을 대상으로 했던 독일 연구에서도 ADHD 증세를 가진 여대생이 폭식증 위험이 높은 것으로 나타나 [39] 이러한 연구결과만으로 미루어볼 때 나이와 관계없이 일반적으로 ADHD 증상을 가진 사람은 그렇지 않은 사람에 비해 좋지

않은 식행동을 가지고 있다고 볼 수 있었다.

ADHD위험군과 정상군의 영양소 섭취 비교 결과에서는 ADHD위험군이 정상군에 비해 에너지, 식물성단백질, 식물성지질, 당질, 비타민 B1 평균섭취량이 높게 나타났다. 이는 ADHD위험군이 단음식 섭취, 밥 양이 일반군과 비교하여 더 많았기 때문으로 파악되었다. 탄수화물 식품을 비정상적으로 높게 섭취하면 인슐린 분비가 증가되고 과다분비된 인슐린 수준 감소를 위한 기전으로 에피네프린 분비가 이루어지는데 [19] 에피네프린 특성상 과다분비 시 과잉행동, 기억력 감퇴 등을 일으켜 ADHD 증상이 나타난다는 연구 [18]와 같은 맥락이라 하겠다.

‘식물성식품 및 어류군’ 섭취량과 ADHD 진단과는 관련성이 없는 것으로 나타났는데 이러한 결과는 채소, 김치, 콩류, 멸치, 해조류, 과일 등의 건강한 식이패턴으로 꾸준히 식사를 할 경우 ADHD에 유익한 효과를 나타낸 가능성이 높아짐을 보고 [23]한 결과와 차이가 있다 하겠다. 비슷한 결과를 보인 스페인 연구로 실험군 66명, 대조군 64명을 대상으로 지중해식 식단 섭취 (Mediterranean Diet Quality, KIDMED test)와 ADHD간의 관련성을 연구에서 지중해식 식단을 비교적 고수하지 않을 경우 ADHD 진단과 관련성이 높게 나타난 (OR:7.07; 95% CI: 2.65-18.84) [40] 연구가 있다. 본 연구가 이러한 연구결과들과 다소 상이한 결과를 보인 점은 본 연구의 식이패턴에서 ‘과일유제품군’이 따로 분류되어 분석되었기 때문으로 사료된다.

‘단식제품군’은 ADHD와 혼합형 ADHD에서 선형의 양의 관련성을 보여 ADHD 진단 가능성을 높이는 것으로 나타났다 [ADHD: OR 1.59 (95% CI: 1.18-2.15). 혼합형 ADHD OR 1.62 (95% CI: 1.11-2.35)]. 이는 기존 연구와 같이 당질이 높은 음식섭취는 ADHD 발병과 연관성이 있음 [24]을 시사한다 하겠다.

앞서 스페인에서 진행된 연구에서 과일, 채소, 파스타, 쌀을 적게 섭취하고 아침을 자주 거르며 잦은 패스트푸드 섭취는 ADHD 진단과 양의 연관성을 나타내었다 (P<0.05). 중국 안휘성 마안산시 (Ma'anshan city)에 거주하는 학령기 전 아동 3~6세 14,912명을 대상으로 연구에서도 조사된 어린이들의 식이내용을 기초로 ‘Processed’, ‘Protein’, ‘Snack’, ‘Beverage’, ‘Vegetarian’ 등 5개 패턴으로 분류한 후 ADHD와의 연관성을 본 결과 가장 높게 가공식품 섭취한 군의 OR값이 1.56 (95% CI: 1.31-1.86), Snack군의 OR값은 1.76 (95% CI: 1.49-2.07)을 보였으며 낮은 채소 섭취는 ADHD 징후와 높은 상관성을 보였다 (OR 0.67, 95% CI: 0.56-0.79) [41]. 본 연구에서도 ‘과일및유제품군’을 높게 섭취할수록 ADHD 진단 가능성이 낮아지는 역

의 경향을 보였으나 가장 높게 섭취한 Q5가 아닌 Q4에서 결과를 보이는 것은 과일유제품 섭취가 ADHD 위험을 비례적으로 낮추지 않음을 의미했다. 이는 다량의 과일유제품 섭취로 인한 당 성분이 문제가 되었거나 발병역제와 관련된 긍정적인 영양소 예를 들어 항산화영양소인 비타민 C, 비타민 E, 엽산의 권장섭취량, 충분섭취량 등 섭취기준의 영향일 수 있으나 추가 연구가 필요한 부분이다. ‘육류 및 생선류군’, ‘밀가루군’에서는 섭취량과 ADHD 발병에 관련성이 나타나지 않았다.

종합적으로 학령기 전 아동들에게 건강하지 못한 식이패턴은 ADHD 징후와 양의 연관성, 채소섭취군에서는 ADHD 징후와 음의 연관성을 보였으며 모두 유의적인 결과였다. 따라서 본인에게 알맞은 적절한 건강식을 꾸준히 섭취하는 것이 ADHD 예방 및 완화에 도움을 줄 수 있음을 알 수 있었다.

결론 및 요약

본 연구는 환경부와 국립환경과학원에서 주관한 ‘어린이 환경노출에 의한 건강영향조사 (CHEER)’에서 실시하였던 연구 중 일부자료를 활용하여 학령기 ADHD와 식이요인과의 관련성을 분석하였다. 조사는 2005년~2010년에 진행되었으며 조사대상자는 대도시 3곳, 대형 산업단지 및 공업단지 인근지역 4곳, 농어촌 3곳 등 10곳 지역의 27개 초등학교 1~6학년 학생이었다. 식이섭취는 SFFQ, 식행동, 식이패턴 등을 ADHD 진단은 한국판 DuPaul 검사를 실시하여 ADHD군과 정상군으로 분류하여 총 5,414명을 대상으로 ADHD와 식생활, 영양소, 식이패턴간의 관련성을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. ADHD위험군은 12.3%, AD위험군(주의력결핍형) 3.7%, 그리고 HD위험군(과잉행동-충동성형)은 1.1%, AD와HD위험군(복합형)은 7.4%로 나타났다.

2. 대상자의 남아가 여아에 비해 ADHD위험군 비율이 약 3배 높았으며, BMI, 키, 몸무게, 허리둘레, 가족소득수준, 부모 결혼상 태는 ADHD위험군과 정상군에서 차이를 보였다.

3. ADHD위험군과 정상군 간의 흡연관련 사항을 분석한 결과 어머니 흡연여부, 임신시 흡연여부, 간접흡연이 유의적 관련성을 나타내었다.

4. ADHD 위험군과 정상군 간의 유의한 차이를 보인 영양소는 에너지, 지질, 식물성지질, 당질, 비타민 B1이었으며 ADHD위험군은 정상군보다 에너지 (85 kcal), 식물성지질 (2 g 이상) 높았다.

5. ADHD위험군과 정상군 간의 식행동 분석결과에서는 ‘아침식사’, ‘과식횟수’, ‘편식횟수’, ‘식사속도’, ‘하루식사횟

수', '한끼밥양'에서 ADHD위험군이 정상군에 비해 부정적 식행동을 보였다.

6. 대상자의 SFFQ 결과에서 도출한 식사패턴 5개 중 '식물성식품 및 어류군'은 밀치, 콩류, 김치류, 채소류, 감자, 해조류, 과일, 견과류, 생선 등의 섭취가 높게 나타났으며, 비교적 골고루 섭취하는 편이었다. '단음식군'은 잡곡밥 섭취가 현저히 떨어졌고, 아이스크림, 탄산음료, 초콜릿 등의 섭취가 높게 나타났다. '육류 및 생선군'은 단백질 위주 식사이었으며, '과일유제품군'은 국수나 라면 섭취가 가장 낮게 나타났고, '밀가루군'은 쌀밥 섭취가 낮았고, 밀가루로 만든 식품 섭취가 높았다.

7. 식품패턴별 영양소 상관성 분석에서 대부분 영양소에서 양 혹은 음의 관련성을 보였다.

8. 식이패턴별 섭취량기준 구간(Q1~Q5)차이에서 대부분 영양소가 Q1수준>Q5수준이었으며 식이패턴별로 역의 관련성을 보인 영양소도 있었다.

9. 식이패턴과 ADHD위험도 분석에서 단음식군은 선형관련성을 보여 섭취가 낮은 군에 비해 섭취가 높은 군의 'ADHD 위험군', 'AD와AD위험군' 의심 가능성이 각 1.59, 1.62배 높았다.

10. 과일유제품군은 섭취가 높은 군이 섭취가 가장 낮은 군에 비해 ADHD위험군과 AD위험군에서 의심 가능성이 0.55, 0.59배를 보였으며 비선형 관련성을 나타내었다.

11. ADHD위험가능성과 양의 관련성을 나타낸 식품은 선형, 위험가능성과 음의 관련성을 보인 식품은 비선형의 관련성이 나타났다.

본 연구 강점은 대규모 연구, 또한 연구에 영향을 주는 성별, 지역, 나이, 결혼상태 등의 요인들을 보정하였음에도 통계적으로 유의미한 결과를 보였다는 점이다. 연구의 제한점으로는 단면 연구로 변화와 관련된 변인을 파악하기 어렵고, 내적 변화를 확인하기 어렵다는 것이다. 또한 SFFQ로 진행된 설문조사였으므로 식품섭취 변이를 모두 반영하기에는 제한점이 있다는 점이었다.

초등학생에서 긍정적 식이섭취와 식행동은 ADHD 위험도 감소와 밀접한 관련이 있음을 보여준 본 연구 결과로 ADHD 관리 및 치료에서 식생활의 중요성에 대한 부분이 중요함을 시사한다 하겠다.

Reference

- Sarris J, Kean J, Schweitzer I, Lake J. Complementary medicines (herbal and nutritional products) in the treatment of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD): A systematic review of the evidence. *Complementary Ther Med* 2011; 19(4): 216-227.
- Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry. The prevalence of ADHD in Korea [internet]. Korean Academy of Child and Adolescent Psychiatry; 2017 [cited 2018 Jul 12]. Available from: <http://adhd.or.kr/adhd/adhd02.php>.
- Heilskov Rytter MJ, Andersen LB, Houmann T, Bilenberg N, Hvolby A, Molgaard C et al. Diet in the treatment of ADHD in children: a systematic review of the literature. *Nord J Psychiatry* 2015; 69(1): 1-18.
- Rowland AS, Lesesne CA, Abramowitz AJ. The epidemiology of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a public health view. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev* 2002; 8(3): 162-170.
- Sung HS. Our elementary education. In; to understand children who have excessive distraction. *Atten Defic Hyperact Disord* 2005; 3: 38-39.
- Song MR, Ha EH. The effects of children's executive function impairments and ADHD symptoms on self-directed learning capability. *Korean J Play Ther* 2014; 17(2): 193-207.
- Kim SY. Attentional functions and dysfunctions in ADHD. *Korean J Cogn Biol Psychol* 2014; 26(2): 67-94.
- Koo HJ, Choi JS. Language and cognitive development of preschool children from multicultural families and mono-Korean families in rural areas. *Int J Early Child Educ* 2012; 32(4): 115-136.
- Lee JR, Jae KS, Yoon CY. ADHD and substance abuse. *Korean J East West Sci* 2004; 7(1): 151-166.
- Chen JR, Hsu SF, Hsu CD, Hwang LH, Yang SC. Dietary patterns and blood fatty acid composition in children with attention-deficit hyperactivity disorder in Taiwan. *J Nutr Biochem* 2004; 15(8): 467-472.
- Kim HY, Choi EY, Kong MR. A study on the correlation between symptoms of ADHD, problem behaviors and emotional regulation ability of adolescents. *J Spec Educ Rehabil Sci* 2013; 52(4): 339-358.
- Ho JK, Ha MN, Kim BN, Lim MH. Harmful environmental factors leading to attention-deficit hyperactivity disorder. *J Korean Acad Child Adolesc Psychiatry* 2016; 27(4): 267-277.
- Landrigan PJ, Schechter CB, Lipton JM, Fahs MC, Schwartz J. Environmental pollutants and disease in American children: estimates of morbidity, mortality, and costs for lead poisoning, asthma, cancer, and developmental disabilities. *Environ Health Perspect* 2002; 110(7): 721-728.
- Choi WY. A study on regulation of mobile phone radiation: Necessity and content. *J Leg Stud* 2013; 21(2): 499-527.
- Choi JO. Influence of youth internet fame addiction on ADHD and academic achievement: Focusing on elementary school students in Seoul, Incheon, and Gyeonggi region. *J Korea Inst Youth Facil Environ* 2014; 12(2): 19-28.
- Han JY, Kim HJ, Ha MN, Paik KC, Lim MH, Lee SG et al. The effects of prenatal exposure to alcohol and environmental tobacco smoke on risk for ADHD: A large population-based study. *Psychiatry Res* 2015; 225(1-2): 164-168.
- Mattes JA. The Feingold diet: a current reappraisal. *J Learn Disabil* 1983; 16(6): 319-323.
- Kim WK, Cho SS. Sugar and cognitive performance. *J Nutr Health* 2007; 40(sup): 50-65.

19. Chung SH. Sugar and children's behavior. *J Nonviol* 2010; 4: 121-132.
20. Millichap JG, Yee MM. The diet factor in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics* 2012; 129(2): 330-337.
21. Kim KM, Lim MH, Kwon HJ, Yoo SJ, Kim EJ, Kim JW et al. Associations between attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms and dietary habits in elementary school children. *Appetite* 2018; 127(1): 274-279.
22. Howard AL, Robinson M, Smith GJ, Ambrosini GL, Piek JP, Oddy WH. ADHD is associated with a "Western" dietary pattern in adolescents. *J Atten Disord* 2011; 15(5): 403-411.
23. Woo HD, Kim DW, Hong YS, Kim YM, Seo JH, Choe BM et al. Dietary patterns in children with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD). *Nutrients* 2014; 6(4): 1539-1553.
24. Azadbakht L, Esmailzadeh A. Dietary patterns and attention deficit hyperactivity disorder among Iranian children. *Nutrition* 2012; 28(3): 242-249.
25. Kwon HJ. Korean environmental health survey for children. Ministry of Environment. National Institute of Environmental Research; 2010 Report No. VI
26. Shin MS, Cho SJ, Chun SY, Hong KE. A study of the development and standardization of ADHD diagnostic system. *Korean J Child Adolesc Psychiatr* 2000; 11(1): 91-99.
27. Lim Y, Oh SY. Development of a semi-quantitative food questionnaire for pre-school children in Korea. *Korean J Community Nutr* 2002; 7(1): 58-66.
28. Connolly A, Vance A. Psychosocial factors associated with parent and teacher reports of aggression in children and adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Aust New Zealand J Psychiatry* 2010; 44(7): 667-675.
29. Gungor S, Celiloglu OS, Raif SG, Ozcan OO, Selimoglu MA. Malnutrition and obesity in children with ADHD. *J Atten Disord* 2016; 20(8): 647-652.
30. Ptacek R, Kuzelova H, Stefano GB, Raboch J, Sadkova T, Goetz M et al. Disruptive patterns of eating behaviors and associated lifestyles in males with ADHD. *Med Sci Monit* 2014; 20: 608-613.
31. Durá-Travé T, Gallinas-Victoriano F. Caloric and nutrient intake in children with attention deficit hyperactivity disorder treated with extended-release methylphenidate: analysis of a cross-sectional nutrition survey. *JRSM Open* 2014; 5(2): 2042533313517690.
32. Cho SC, Kim BN, Kim JW, Rohde LA, Hwang JW, Chung DS et al. Full syndrome and subthreshold attention-deficit/hyperactivity disorder in a Korean community sample: comorbidity and temperament findings. *Eur Child Adolesc Psychiatry* 2009; 18(7): 447-457.
33. Kim DW, Lee JE, Jung WC, Nam KC, Bang YW, Kim SJ et al. Cross sectional study on the prevalence of attention deficit hyperactivity disorder and associated factors among elementary school students living nearby Shihwa-Banwol industrial complex. *Ann Occup Environ Med* 2012; 24(3): 252-262.
34. Pastor P, Reuben C, Duran C, Hawkins L. Association between diagnosed ADHD and selected characteristics among children aged 4-17 years: United States, 2011-2013. *NCHS Data Brief* 2015; 4(5): 4-17.
35. Han JY, Kim HJ, Ha MN, Paik KC, Lim MH, Lee SG et al. The effects of prenatal exposure to alcohol and environmental tobacco smoke on risk for ADHD: A large population-based study. *Psychiatry Res* 2015; 225(1-2): 164-168.
36. Choi JY, Lee SS. Relation between dietary habit and nutrition knowledge, and Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) in the middle school students in Seoul. *J Nutr Health* 2009; 42(8): 682-690.
37. Jang CB, Kim HY. The relationship between attention deficit hyperactivity disorder, dietary habit and caffeine intake in upper-grade elementary school children. *J Nutr Health* 2012; 45(6): 522-530.
38. Reinblatt SP, Mahone EM, Tanofsky Krass M, Lee Winn AE, Yenokyan G, Leoutsakos JMS et al. Pediatric loss of control eating syndrome: Association with attention deficit/hyperactivity disorder and impulsivity. *Int J Eat Disord* 2015; 48(6): 580-588.
39. Merkt J, Gawrilow C. Health, dietary habits, and achievement motivation in college students with self-reported ADHD diagnosis. *J Atten Disord* 2016; 20(9): 727-740.
40. Ríos-Hernández A, Alda JA, Farran-Codina A, Ferreira-García E, Izquierdo-Pulido M. The Mediterranean diet and ADHD in children and adolescents. *Pediatrics* 2017; 139(2): 1-9.
41. Yan S, Cao H, Gu C, Ni L, Tao H, Shao T et al. Dietary patterns are associated with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) symptoms among preschoolers in mainland China. *Eur J Clin Nutr* 2018; Published online: 13 March.