

우리나라 청소년의 고탄수화물 식사와 고지방 식사가 대사증후군 위험요인에 미치는 영향: 1998~2009년 국민건강영양조사 자료를 이용하여*

한미란¹ · 임정현² · 송윤주^{1†}

가톨릭대학교 생활과학부 식품영양학과,¹ 서울대학교병원 급식영양과²

The effect of high-carbohydrate diet and low-fat diet for the risk factors of metabolic syndrome in Korean adolescents: Using the Korean National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES) 1998–2009*

Han, Mi-Rhan¹ · Lim, Jeong Hyun² · Song, YoonJu^{1†}

¹Major of Food & Nutrition, School of Human Ecology, The Catholic University of Korea, Bucheon 420–743, Korea

²Department of Food Service and Nutrition Care, Seoul National University Hospital, Seoul 110–744, Korea

ABSTRACT

Purpose: The prevalence of metabolic syndrome has increased in both the adult population and in adolescents. However, few studies have been conducted for adolescents. The aim of this study was to examine the association of metabolic syndrome and its risk factors with high carbohydrate diet and high fat diet using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey (1998–2009). **Methods:** Using the Acceptable Macronutrient Distribution Range for Korean Dietary Reference Intakes, subjects whose energy intake from carbohydrate was greater than 70% and from fat was less than 15% were classified as the 'High-carbohydrate & low-fat diet (HCLF)' group and subjects whose energy intake from carbohydrate was less than 60% and from fat was 25% or more were classified as the 'Low-carbohydrate & high-fat Diet (LCHF)' group. Among 5,931 eligible subjects, HCLF included 853 subjects and LCHF included 1,084 subjects. **Results:** The mean age in both groups was 14 years and significant difference in age, BMI, sex, physical activity, and household income was observed between the HCLF and LCHF groups. Regarding the energy intake compared to Estimated Energy Requirement, the HCLF group met 79.0% and the LCHF group met 100.3%. Regarding nutrient intake per 1,000 kcal, carbohydrate, iron, potassium, and vitamin C intake in the HCLF group were significantly higher, but protein, fat, calcium, phosphorus, vitamin A, thiamin, riboflavin, and niacin intakes were significantly lower in the HCLF group compared to the LCHF group. After adjusting for age, sex, BMI, study year, household income, physical activity, and energy intake, the serum triglycerides level and systolic blood pressure were slightly higher, while the serum HDL-cholesterol level was significantly lower in HCLF than LCHF. The odds ratio of metabolic syndrome did not differ significantly between HCLF and LCHF. **Conclusion:** Our findings indicate an association of a high carbohydrate diet with increased risks for metabolic syndrome components. Conduct of future studies would be necessary in order to explore the underlying mechanism and to confirm our findings in a prospective study.

KEY WORDS: adolescents, high carbohydrate diet, high fat diet, metabolic syndrome, KNHANES.

서론

대사증후군은 복부비만, 이상지질혈증, 내당능장애, 혈압상

승 등의 만성질환과 관련된 증상들이 함께 나타나 제2형 당뇨병과 심혈관 질환의 발병 위험률을 크게 높이는 중요한 증상이다.¹ 최근에는 대사증후군이 성인뿐 아니라 청소년에서도 증가하고 있는데, 이는 소아 및 청소년 시기의 비만 증가와 관련

Received: Feb 21, 2014 / Revised: Mar 21, 2014 / Accepted: May 21, 2014

*This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (NRF-2013R1A1A3010359).

[†]To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-2-2164-4681, e-mail: yjsong@catholic.ac.kr

© 2014 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이 높은 것으로 알려지고 있다.^{2,3}

10~18세 중국 청소년을 대상으로 한 연구에서 과체중과 비만 그룹의 대사증후군 유병률은 각각 3.7%, 14.3%이었고,⁴ 6~12세 일본 청소년을 대상으로 한 연구에서는 과체중과 비만 그룹 그룹에서 각각 8.7%, 17.7%이었으며,⁵ 우리나라 12~13세 청소년의 경우는 과체중 이상 그룹에서 22.3%로 보고되었다.⁶ 더욱이 청소년기의 비만 및 대사증후군은 성인기로 이행되므로^{7,8} 청소년기에 이를 대비한 적절한 예방과 관리가 매우 중요하다.

대사증후군을 일으키는 기작에 대해서 현재까지 완전히 밝혀지지 않았지만, 주된 영향 요인으로 부적절한 식사요인을 꼽을 수 있다. 대사증후군과 관련된 식사요인으로는 높은 탄수화물 섭취, 육류 및 가공식품 섭취, 탄산음료 또는 단음료수 섭취 등이 보고되었다. 미국 18~30세 성인 4,192명을 대상으로 7~15년간 대사증후군 발생을 추적 조사한 연구에서, 연구시작 시에 탄수화물 섭취가 높거나, 조식유 섭취가 낮거나, 알코올 섭취가 전혀 없는 경우 대사증후군 발생 위험이 증가하였고,⁹ 미국 45~64세 성인 9,514명을 대상으로 9년 추적 조사를 한 연구에서는 정제곡류, 적색 및 가공육 섭취가 두드러진 서구식 패턴과 튀긴 식품, 단음료수나 다이어트 소다의 높은 섭취가 대사증후군 발생 위험을 증가시켰다.¹⁰

우리나라 사람을 대상으로 한 대사증후군과 식사요인과의 관련 연구에는 고탄수화물 섭취, 육류 및 알코올 식사 패턴,¹¹ 패스트푸드 및 동물성 지방이 많은 서양식 식사 패턴과 염장 채소 및 해산물 위주의 전통식 식사 패턴,¹² 우유 섭취¹³ 등이 대사증후군에 영향을 미친다고 보고되었다. 특히 우리나라 사람들은 서구인들과 다르게 쌀을 주식으로 한 고탄수화물 식사를 하고 있기 때문에 고탄수화물 섭취와 대사증후군의 위험요인과의 관련 연구가 중요하다. 제3기 국민건강영양조사의 성인을 대상으로 한 연구¹⁴에서 탄수화물의 에너지섭취 비율이 70% 이상인 경우 여성에서만 당뇨병과 저HDL-콜레스테롤혈증의 위험률이 증가하였고, 흰쌀밥과 김치 위주의 전통식 식사패턴보다 밥, 국수, 빵 등의 다양한 주식과 콩, 생선, 과일, 우유 섭취가 두드러진 건강식 식사패턴이 저HDL-콜레스테롤혈증의 위험도를 낮췄음이 보고되었다.¹⁵

그러나 대사증후군과 고탄수화물 섭취와의 연관성 연구는 대부분 성인을 대상으로 이루어져서, 청소년기의 고탄수화물 섭취가 대사증후군 및 위험요인에 미치는 영향을 살펴볼 필요가 있다. 이에, 본 연구는 제1기~제4기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 10~18세 청소년을 고탄수화물 식사와 고지방 식사그룹으로 나누어 대사증후군 및 위험요인에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구는 제1기~제4기 국민건강영양조사(1998~2009) 자료를 이용하여 분석하였다. 총 18,126명의 10~18세 청소년 대상자 중에서 건강검진조사와 식품섭취 조사 중 24시간 회상조사에 모두 참여한 대상자는 5,931명이었다. 이 중 공복시간이 8시간 미만으로 불충분하거나 (n = 596), 에너지 섭취가 부적절하거나 (≤ 500 kcal 또는 $\geq 5,000$ kcal, n = 49), 당뇨병으로 진단을 받거나 치료를 받은 경우 (n = 3), 대사증후군 위험요인(혈청 HDL-콜레스테롤, 혈압, 허리둘레, 혈청 중성지방, 공복 시 혈당)의 자료가 없는 경우 (n = 415)는 제외하였다. 본 연구 분석에 사용 가능한 대상자수는 총 4,868명이었고, 조사년도 별로는 1998년 1,125명, 2001년 773명, 2005년 760명, 2007~2009년 2,210명이었다.

고탄수화물 식사그룹과 고지방 식사그룹 선정

한국인 영양섭취 기준에 제시되어있는 3~18세 3대 영양소의 에너지 적정비율은 탄수화물 55~70%, 지질 15~30%, 단백질 7~20%이고,¹⁶ 이를 사용하여 대상자들을 분류하였다. 단백질의 경우 에너지 적정비율에 맞게 섭취하는 대상자의 비율이 전체 93%로 대다수가 기준 섭취 비율을 충족하고 있었다. 따라서 단백질의 에너지 적정비율에 맞게 섭취하는 대상자들 중에서 탄수화물과 지방의 섭취 비율에 따라 두 그룹으로 나누었다.

고탄수화물 식사그룹 (High-carbohydrate low-fat diet, HCLF)은 탄수화물 섭취비율이 70% 초과이고 지질 섭취비율이 15% 미만인 청소년 853명 (전체 17.5%)을 대상으로 하였다. 고지방 식사 그룹 (Low-carbohydrate high-fat diet, LCHF)은 탄수화물 섭취비율이 60% 미만이고 지질 섭취비율이 25% 이상인 청소년 1,084명 (전체 22.3%)을 대상으로 하였다. 본 연구는 특징적인 고탄수화물 식사와 고지방식사를 비교하기 위해 전체 대상자 중에서 위의 두 그룹만을 선정하여 비교하였다.

기본 변수

기본 변수는 인구사회학적 변수로 연령, 성별, 가구 소득 수준을 사용하였고, 건강관련 변수로는 신체 활동 실천 여부를 사용하였다. 가구 소득 수준은 국민건강영양조사에서 사용된 범주를 그대로 사용하였으며 사분위인 하, 중하, 중상, 상으로 분류되어 있었다. 중증도 신체 활동은 국민건강영양조사에 있는 '1주일간 중등도 신체활동 일수'와 '중등도 신체활동 지속 시간 (시간)', '중등도 신체활동 지속 시간 (분)'의 변수를 이용하여 '1회에 20분 이상 씩 주에 3일 이상 실천한 경우'를 신체 활

동 실천의 항목 중 '예'로 분류하고 나머지를 '아니오'로 분류하였다.

비만 및 대사증후군 판정 기준

청소년의 비만은 대한소아과학회에서 제공하는 한국 소아·청소년 표준 성장도표¹⁷를 근거로 성별에 따른 연령별 BMI 백분위수를 산출하여 적용하였다. BMI 백분위수가 85 이상~95 미만인 경우 과체중으로, 95 이상인 경우 비만으로 판정하였다.

대사증후군은 미국 NCEP (National Cholesterol Education Program)에서 제시한 성인 기준을 Cook 등²이 소아·청소년에 맞게 수정한 기준을 사용하였다. 그 중 공복 시 혈당의 경우, NCEP 기준이 변경되어 기존의 110 mg/dL에서 100 mg/dL를 기준으로 하였다. 1) 허리둘레가 90 백분위수 이상인 경우, 2) 혈청 중성지방이 110 mg/dL 이상인 경우, 3) 혈청 HDL-콜레스테롤이 40 mg/dL 이하인 경우, 4) 수축기 혈압이 90 백분위수 이상 또는 이완기 혈압이 90 백분위수 이상인 경우, 5) 공복 시 혈당이 100 mg/dL 이상인 경우이다. 이상의 5가지 위험요인 중 3가지 이상의 요인이 기준을 초과한 경우 대사증후군으로 판정하였다.

통계처리

통계처리는 SAS (Statistical Analysis System version 9.3, SAS Institute, Cary, NC) 프로그램을 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합층화집락계통 추출법에 의해 설계되었으므로,

층화변수 (kstrata), 집락변수 (조사구, psu), 가중치 (wt_tot)를 사용하여 복합표본설계 프로시저에 따라 분석하였다. 가중치는 제1기 (1998)에서 제4기 (2007~2009)까지의 분석을 위해 통합가중치를 생성하여 분석하였다. 두 그룹 간 연속 변수는 연령, BMI, 성별, 신체활동 실천여부, 가구소득수준, 에너지 섭취 등을 보정하여 PROC SURVEYREG로 분석하였고, 대사증후군의 위험요인 및 대사증후군의 교차비는 PROC SURVEYLOGISTIC을 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 를 기준으로 하였다.

결 과

대상자의 기본 특성과 영양소 섭취 특성

조사 대상자들의 기본 특성과 영양소 섭취 비율은 Table 1과 같다. 대상자들의 평균 연령은 HCLF 그룹이 14.2세, LCHF 그룹이 14.3세였으며, HCLF 그룹의 BMI는 20.4 kg/m²으로 LCHF 그룹에 비해 유의적으로 낮았다. 그룹 간 성별 분포에서 HCLF 그룹의 여자 비율이 50.2%로 LCHF의 46.1% 보다 높았다. 신체활동 실천 여부, 가구 소득수준은 LCHF 그룹에서 유의적으로 높았다.

두 그룹의 에너지 섭취는 LCHF 그룹이 2,233 kcal로 HCLF 그룹의 1,733 kcal보다 유의적으로 높았다. 에너지 섭취비율을 살펴보면, HCLF 그룹의 탄수화물 비율은 76.3%, 지질은 11.1%,

Table 1. General characteristics of study subjects and macronutrient intakes

	HCLF ¹⁾	LCHF ²⁾	p-value ⁴⁾
No. (%)	853 (44.0)	1,084 (56.0)	
Age (year)(Mean ± SE)	14.2 ± 0.1	14.3 ± 0.1	0.0481
BMI (kg/m ²)(Mean ± SE)	20.4 ± 0.1	20.7 ± 0.1	0.0009
Sex (%)			
Girl	50.2	46.1	0.0021
Physical activity (%) ³⁾			
Yes	15.1	17.9	0.0020
Household income (%)			
Lowest	18.9	11.1	< 0.0001
Medium-low	25.4	25.8	
Medium-high	31.9	30.9	
Highest	23.9	32.2	
	Mean ± SE	Mean ± SE	
Energy (kcal)	1,733.1 ± 28.8	2,233.0 ± 28.5	< 0.0001⁵⁾
Carbohydrate (% energy)	76.3 ± 0.2	52.9 ± 0.2	< 0.0001⁵⁾
Protein (% energy)	12.6 ± 0.1	14.7 ± 0.1	< 0.0001⁵⁾
Fat (% energy)	11.1 ± 0.1	32.4 ± 0.2	< 0.0001⁵⁾

1) HCLF: High-carbohydrate & low-fat Diet 2) LCHF: Low-carbohydrate & high-fat Diet 3) Physical activity was assigned "yes" if a subject engaged in physical activity at middle intensity more than 20 minutes at least 3 days or more per week over the previous week 4) All analyses accounted for the complex sampling design effect and appropriate sampling weights of the national survey. 5) The models of nutrient intakes were adjusted for age, BMI, sex, study year, physical activity and household income.

단백질은 12.6%인 것에 반해, LCHF 그룹의 탄수화물 비율은 52.9%, 지질은 32.4%, 단백질은 14.7%로 세 다량영양소 모두 유의적 차이를 나타냈다.

두 그룹의 에너지 섭취 수준을 평가하기 위해, 한국인 영양 섭취 기준¹⁶에 연령별로 제시되어 있는 에너지 필요 추정량 (Estimated Energy Requirement, EER)을 본 연구에서 적용하여 10~11세, 12~14세, 15~18세로 나누어서 살펴보았다. 각 연령대에서 에너지 필요 추정량에 따른 그룹 간 에너지 섭취 비율 비교는 Fig. 1과 같다. 전체로 보았을 때 HCLF 그룹의 평균 에너지 섭취는 에너지 필요 추정량 대비 79.0% 밖에 미치지 못하는 반면, LCHF 그룹의 평균 에너지 섭취는 100.3%로 에너지 필요추정량을 거의 만족하는 것으로 나타났다. 연령대별로 나누어보았을 때는 연령대가 증가할수록 에너지 필요 추정량 대비 에너지 섭취 비율이 낮아졌다.

영양소 밀도

두 그룹 간 에너지 섭취가 유의적으로 차이가 있기 때문에 1,000 kcal 당의 영양소 밀도를 사용하여 그룹 간 영양소 섭취량을 비교하였다 (Table 2). 연령, BMI, 성별, 신체활동 여부, 가구 소득수준, 조사년도를 보정하였을 때, HCLF 그룹에서 탄수화물, 철, 칼륨, 비타민 C의 섭취가 LCHF 그룹에 비해 유의적으로 높았으며, 단백질, 지방, 칼슘, 인, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신의 섭취는 LCHF 그룹에 비해 유의

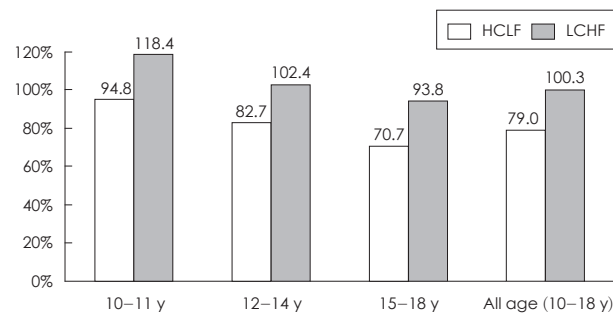


Fig. 1. The percent of energy intake (per EER) of study subjects. HCLF: High-carbohydrate & low-fat Diet, LCHF: Low-carbohydrate & high-fat Diet.

Table 3. Anthropometric and biochemical parameters of study subjects

	HCLF ²⁾ (n = 853)	LCHF ³⁾ (n = 1,084)	p-value ⁴⁾
Waist circumference (cm) ¹⁾	69.6 ± 0.4	70.4 ± 0.4	0.9963
Serum triglycerides (mg/dL)	91.2 ± 2.6	87.6 ± 1.8	< 0.0001
Serum HDL-cholesterol (mg/dL)	48.7 ± 0.4	49.1 ± 0.4	< 0.0001
Systolic blood pressure (mmHg)	108.3 ± 0.5	107.8 ± 0.4	0.0071
Diastolic blood pressure (mmHg)	66.4 ± 0.4	67.0 ± 0.3	0.1636
Fasting blood glucose (mg/dL)	90.6 ± 0.4	90.0 ± 0.3	0.1757

1) Mean ± SE 2) HCLF: High-carbohydrate & low-fat Diet 3) LCHF: Low-carbohydrate & high-fat Diet 4) All analyses accounted for the complex sampling design effect and appropriate sampling weights of the national survey and were adjusted for age, BMI, sex, physical activity, household income, study year and energy intake.

적으로 낮았다.

대사증후군 위험요인 및 교차비

대사증후군의 위험요인인 허리둘레, 혈청 중성지방, 혈청 HDL-콜레스테롤, 수축기·이완기 혈압, 공복 혈당의 그룹 별 평균은 Table 3과 같다. 연령, BMI, 성별, 신체활동 여부, 가구 소득수준, 조사년도, 에너지 섭취를 보정하였을 때, HCLF 그룹의 혈청 중성지방 수준은 91.2 mg/dL로 LCHF 그룹의 87.6 mg/dL에 비해 유의적으로 높았고 (p = 0.0001), 수축기 혈압도 HCLF 그룹이 LCHF 그룹에 비해 유의적으로 높았다. 그에 반해 혈청 HDL-콜레스테롤의 경우는, 연령, BMI, 성별, 신체활동 여부, 가구 소득수준, 조사년도, 에너지 섭취를 모두 보정하였을 때, HCLF 그룹에서 48.7 mg/dL로 LCHF 그룹의 49.1 mg/dL에 비해 유의적으로 낮았다. 그 이외의 다른 위험 지표들은 두 그룹간의 뚜렷한 차이가 보이지 않았다.

Table 2. Nutrient intake (per 1,000 kcal) of study subjects

	HCLF ¹⁾ (n = 853)	LCHF ²⁾ (n = 1,084)	p-value ³⁾
	Mean ± SE	Mean ± SE	
Carbohydrate (g)	190.8 ± 0.4	132.2 ± 0.6	< 0.0001
Protein (g)	31.5 ± 0.3	36.8 ± 0.2	< 0.0001
Fat (g)	12.3 ± 0.1	36.0 ± 0.2	< 0.0001
Calcium (mg)	214.7 ± 4.8	251.7 ± 4.9	< 0.0001
Phosphorus (mg)	549.4 ± 5.4	563.6 ± 4.6	0.0050
Iron (mg)	5.9 ± 0.1	5.6 ± 0.1	< 0.0001
Sodium (mg)	2143.6 ± 51.3	2130.0 ± 35.0	0.8403
Potassium (mg)	1342.7 ± 18.4	1181.4 ± 11.9	< 0.0001
Vitamin A (μRE)	319.9 ± 11.4	331.3 ± 15.6	0.0143
Thiamin (mg)	0.6 ± 0.0	0.8 ± 0.0	< 0.0001
Riboflavin (mg)	0.5 ± 0.0	0.7 ± 0.0	< 0.0001
Niacin (mg)	7.2 ± 0.1	7.9 ± 0.1	< 0.0001
Vitamin C (mg)	65.7 ± 2.4	40.5 ± 1.2	< 0.0001

1) HCLF: High-carbohydrate & low-fat Diet 2) LCHF: Low-carbohydrate & high-fat Diet 3) All analyses accounted for the complex sampling design effect and appropriate sampling weights of the national survey and were adjusted for age, BMI, sex, physical activity, household income and study year.

Table 4. The odd ratios of metabolic syndrome on study subjects

	HCLF ¹⁾ (n = 853)	LCHF ²⁾ (n = 1,084)	p for trend ³⁾
Waist circumference			
≥ 90th percentile	1.00	0.90 (0.50–1.60)	0.7082
Serum triglycerides			
≥ 110 mg/dL	1.00	0.96 (0.72–1.27)	0.7667
Serum HDL-cholesterol			
≤ 40 mg/dL	1.00	0.74 (0.55–1.01)	0.0550
Blood pressure			
≥ 90th percentile	1.00	1.13 (0.86–1.47)	0.3854
Fasting blood glucose			
≥ 110 mg/dL	1.00	0.79 (0.54–1.15)	0.2125
Metabolic syndrome			
≥ 3 components	1.00	0.94 (0.74–1.20)	0.6113

1) HCLF: High-carbohydrate & low-fat Diet 2) LCHF: Low-carbohydrate & high-fat Diet 3) All analyses accounted for the complex sampling design effect and appropriate sampling weights of the national survey and were adjusted for age, BMI, sex, physical activity, household income, study year, and energy intake.

각 대사증후군 위험요인 및 대사증후군의 교차비는 Table 4와 같다. 복부비만, 지질이상, 고혈압, 혈당이상 위험률의 경우 그룹 간 교차비는 유의적 차이가 없었다. HCLF 그룹과 LCHF 그룹 간 대사증후군 위험요인 및 대사증후군 교차비는 유의적 차이가 없었다.

고 찰

본 연구는 제1기~제4기 국민건강영양조사를 이용하여 10~18세 청소년을 대상으로 고탄수화물 식사와 고지방 식사가 대사증후군 위험요인에 미치는 영향을 살펴보았으며, 고탄수화물 식사그룹은 고지방 식사그룹에 비해 에너지 및 주요 영양소 섭취가 낮았고, 혈청 중성지방 농도와 수축기 혈압은 유의적으로 높은 반면 혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 유의적으로 낮았다.

본 연구에서 흥미로웠던 점은 고탄수화물 식사그룹이 고지방 식사그룹보다 혈청 중성지방 농도와 수축기 혈압이 높고 혈청 HDL-콜레스테롤 농도가 낮았다는 것이다. 최근 우리나라는 급속한 경제성장과 서구식 식사패턴의 유입으로 비만과 고지방 식사에 대한 우려가 높지만, 또 한편으로 여전히 쌀밥을 주식으로 고탄수화물 식사를 하고 있으므로, 이에 대한 영향들도 체계적으로 살펴볼 필요가 있다.

Jung 등의 연구¹⁸⁾에 의하면, 당뇨병이나 고혈압 진단을 받았거나 대사증후군을 가진 사람들은 다른 그룹에 비해 탄수화물의 에너지 비율이 높고, 지방 함량이 높은 식품은 거의 먹지 않는 경향을 보였다. 또한 Song 등의 연구¹⁹⁾에 의하면, 우리나

라 청소년의 경우 쌀밥, 김치, 채소, 생선 섭취가 두드러진 전통식 식사 패턴을 가진 비율이 전체 45.8%였고, 빵, 피자, 햄버거, 고기, 유제품, 음료수 섭취가 두드러진 서구식 식사 패턴을 가진 비율은 전체 35.2%였으며, 혼합식 식사 패턴이 19%로 서구식 패턴 비율보다 전통식 패턴 비율이 높았고, 서구식 패턴을 보인 대상자도 국수, 빵류, 시리얼 등으로 주식이 다양화가 되었지만 여전히 탄수화물 섭취는 높은 것으로 나타났다.

고탄수화물 섭취와 대사질환 위험요인들과의 관련성 연구는 주로 성인을 대상으로 이루어졌는데, 미국 국민건강영양조사 자료를 분석한 결과 탄수화물 에너지 섭취 비율이 60% 이상일 때 혈청 중성지방과 혈청 HDL-콜레스테롤의 교차비가 증가하였으며, 50~60%일 때 심혈관계질환 위험률은 낮았다.²⁰⁾ 우리나라 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에서는 탄수화물의 에너지 비율이 70% 이상인 경우 성인 여자에서 당뇨병과 저HDL-콜레스테롤혈증 위험도가 증가하였고,¹⁴⁾ 2005년, 2007년의 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구에서는 두 해 모두 공통적으로 대사증후군 그룹에서 탄수화물의 섭취량이 높게 나타났다.²¹⁾ 또 다른 우리나라 성인을 대상으로 한 연구에서는 성인 여자의 경우 탄수화물의 에너지섭취 비율, 식사혈당지수가 높일수록 대사증후군 위험도가 유의적으로 높았다.²²⁾

위의 연구 결과들을 종합해보면 우리나라 성인의 경우 고탄수화물 식사와 대사증후군과 관련이 있고, 이러한 특성은 고탄수화물 섭취가 높은 중성지방 농도와 낮은 HDL-콜레스테롤 농도와 관련이 있는 것으로 나타난다.^{24,25)} 청소년을 대상으로 한 본 연구에서도 고탄수화물 식사 그룹의 경우 높은 중성지방과 낮은 HDL콜레스테롤 농도가 나타났으므로 이러한 대사적 특성이 향후 성인기의 대사증후군 위험도 증가와 관련이 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 두 그룹 간 대사증후군 유병률은 차이가 나지 않았는데, 이것은 연구대상자가 아직 청소년으로 대사증후군 위험인자들의 상승은 보이나 대사증후군까지는 진행되지 않았기 때문일 수도 있으므로, 앞으로 청소년의 고탄수화물 식사가 성인기의 대사증후군에 미치는 영향을 주의 깊게 살펴볼 필요가 있다고 생각된다.

본 연구에서 고탄수화물 식사그룹과 고지방 식사그룹의 가구 소득 수준을 비교했을 때, 고탄수화물 식사그룹의 소득수준이 낮은 것으로 나타났다. 이는 Kim 등의 연구²⁶⁾ 결과와 일치하는 것으로, 2001년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 성인을 대상으로 소득수준에 따른 식품 및 영양소 섭취를 비교하였을 때, 소득수준이 높을수록 영양소 섭취량이 유의적으로 증가하였고, 단백질과 지방의 에너지 섭취비율은 증가하는 반면, 탄수화물 섭취비율은 감소하였다. 이는 우리나라의 경우 고탄수화물 식사를 하는 그룹이 대체로 소득수준이 낮고 에너지 섭취도 적절하지 못하면서 탄수화물 섭취가 높은 특징

을 가진다는 것을 의미한다. 이것으로 인해 다른 주요 영양소 섭취가 낮아지게 되고 이는 전체적인 식사의 질을 저하시키게 된다. 이러한 식사의 질 저하는 대사증후군 위험요인도 높이는 악순환으로 연결되는 것으로 생각된다. 그러므로 우리나라와 같은 특징적인 고탄수화물 식사를 하는 경우, 에너지 과잉 섭취에 의한 비만도 한편으로는 문제가 되지만, 여전히 적절하지 못한 영양섭취로 인한 문제도 중요함을 알 수 있다.

본 연구는 고탄수화물 섭취와 대사증후군 위험요인 관련 연구들 중에서 기준에 거의 살펴볼 수 없었던 10~18세 청소년을 대상으로 했으며, 제1기부터 제4기까지 국민건강영양조사 자료를 이용하여 그룹을 선정한 대규모 연구라는 장점이 있다. 그러나 식이섭취자료가 24시간 회상조사 자료로 개인의 평상시 섭취량을 파악하기 어려우며, 대사증후군 위험요인과의 단면연구의 성격을 갖는다는 점으로 인해 인과 관계를 볼 수 없다는 제한점을 갖는다. 또한 고탄수화물과 고지방 식사 그룹의 기준을 임의로 정했기 때문에 그룹 선정에서도 오차가 있을 수 있다. 그럼에도 불구하고, 우리나라 청소년을 대상으로 고탄수화물과 고지방 식사의 특성을 비교하여 대사증후군 위험요인과의 연관성을 살펴봄으로써, 청소년기의 대사증후군 예방 및 관리를 위한 영양교육 및 관련 정책의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

요 약

본 연구는 제1기~제4기 국민건강영양조사 (1998~2009) 자료를 이용하여 10~18세 청소년을 대상으로 고탄수화물 식사 그룹 (HCLF)과 고지방 식사 그룹 (LCHF)의 식사 특성이 대사증후군 위험요인에 미치는 영향에 대해 분석하였다.

1) 에너지 섭취비율은 HCLF 그룹의 경우 탄수화물 : 단백질 : 지질이 76.3 : 12.6 : 11.1 인 반면, LCHF 그룹의 경우 52.9 : 14.7 : 32.4 로 두 그룹 간 유의적 차이가 났으며, 에너지 섭취는 HCLF 그룹이 1,733.1 kcal로 LCHF 그룹의 2,233.0 kcal에 비해 유의적으로 낮았다.

2) 두 그룹 간 에너지 섭취를 연령별 에너지 필요 추정량에 대비해 평가해보니 HCLF 그룹은 평균 79.0%를 충족하였고, LCHF 그룹은 100.3%를 충족하였다.

3) 에너지 섭취 보정을 위해 1,000 kcal 당의 영양소 밀도로 평가해보면 HCLF 그룹은 탄수화물, 나트륨, 철, 칼륨, 비타민 C의 섭취량은 유의적으로 높았으나, 단백질, 지방, 칼슘, 인, 비타민 A, 티아민, 리보플라빈, 나이아신의 섭취량은 유의적으로 낮았다.

4) 대사증후군 위험요인을 비교해보면, HCLF 그룹에서 LCHF 그룹에 비해 혈청 중성지방 농도와 수축기 혈압은 유의적

으로 높았고, 혈청 HDL-콜레스테롤은 유의적으로 낮았다. 다른 지표들은 두 그룹 간 차이가 없었다.

5) HCLF 그룹과 LCHF 그룹 간에 대사증후군 위험요인의 위험도와 대사증후군의 교차비는 유의적 차이가 없었다.

본 연구의 결과를 통해 청소년 시기에도 고탄수화물 섭취가 대사증후군 지표에 영향을 미친다는 것을 살펴볼 수 있었다. 우리나라 탄수화물 섭취는 매우 높은 편이어서 앞으로 이 시기의 탄수화물의 질적, 양적 섭취 수준과 대사질환과의 관련성 연구가 더 이루어져야 하며, 성인기 만성질환으로의 이행에도 관련이 있으므로 장기적인 연구가 필요하다고 사료된다.

References

1. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation* 2002; 106(25): 3143-3421.
2. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz WH. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003; 157(8): 821-827.
3. Lim S, Jang HC, Park KS, Cho SI, Lee MG, Joung H, Mozumdar A, Liguori G. Changes in metabolic syndrome in American and Korean youth, 1997-2008. *Pediatrics* 2013; 131(1): e214-e222.
4. Wang Q, Yin J, Xu L, Cheng H, Zhao X, Xiang H, Lam HS, Mi J, Li M. Prevalence of metabolic syndrome in a cohort of Chinese schoolchildren: comparison of two definitions and assessment of adipokines as components by factor analysis. *BMC Public Health* 2013; 13: 249.
5. Yoshinaga M, Tanaka S, Shimago A, Sameshima K, Nishi J, Nomura Y, Kawano Y, Hashiguchi J, Ichiki T, Shimizu S. Metabolic syndrome in overweight and obese Japanese children. *Obes Res* 2005; 13(7): 1135-1140.
6. Ryu SY, Kweon SS, Park HC, Shin JH, Rhee JA. Obesity and the metabolic syndrome in Korean adolescents. *J Korean Med Sci* 2007; 22(3): 513-517.
7. Morrison JA, Friedman LA, Wang P, Glueck CJ. Metabolic syndrome in childhood predicts adult metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus 25 to 30 years later. *J Pediatr* 2008; 152(2): 201-206.
8. Ferreira I, Twisk JW, van Mechelen W, Kemper HC, Stehouwer CD. Development of fatness, fitness, and lifestyle from adolescence to the age of 36 years: determinants of the metabolic syndrome in young adults: the amsterdam growth and health longitudinal study. *Arch Intern Med* 2005; 165(1): 42-48.
9. Carnethon MR, Loria CM, Hill JO, Sidney S, Savage PJ, Liu K; Coronary Artery Risk Development in Young Adults study. Risk factors for the metabolic syndrome: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study, 1985-2001. *Diabetes Care* 2004; 27(11): 2707-2715.
10. Lutsey PL, Steffen LM, Stevens J. Dietary intake and the development of the metabolic syndrome: the atherosclerosis risk in communities study. *Circulation* 2008; 117(6): 754-761.

11. Kim J, Jo I. Grains, vegetables, and fish dietary pattern is inversely associated with the risk of metabolic syndrome in South Korean adults. *J Am Diet Assoc* 2011; 111(8): 1141-1149.
12. Cho YA, Kim J, Cho ER, Shin A. Dietary patterns and the prevalence of metabolic syndrome in Korean women. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2011; 21(11): 893-900.
13. Lee CJ, Joung H. Milk intake is associated with metabolic syndrome: using data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. *Korean J Community Nutr* 2012; 17(6): 795-804.
14. Park SH, Lee KS, Park HY. Dietary carbohydrate intake is associated with cardiovascular disease risk in Korean: analysis of the third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III). *Int J Cardiol* 2010; 139(3): 234-240.
15. Song Y, Joung H. A traditional Korean dietary pattern and metabolic syndrome abnormalities. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012; 22(5): 456-462.
16. The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans, 1st revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
17. Korea Centers for Disease Control and Prevention; The Korean Pediatric Society; The Committee for the Development of Growth Standard for Korean Children and Adolescents. The growth standard for Korean children and adolescents 2007. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevent; 2007.
18. Jung HJ, Song WO, Paik HY, Joung H. Dietary characteristics of macronutrient intake and the status of metabolic syndrome among Koreans. *Korean J Nutr* 2011; 44(2): 119-130.
19. Song Y, Park MJ, Paik HY, Joung H. Secular trends in dietary patterns and obesity-related risk factors in Korean adolescents aged 10-19 years. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34(1): 48-56.
20. Chung HK, Yang EJ, Song WO. Carbohydrate intake associated with risk factors of coronary heart disease in the adults: NHANES III. *Korean J Nutr* 2000; 33(8): 873-881.
21. Moon HK, Kong JE. Assessment of nutrient intake for middle aged with and without metabolic syndrome using 2005 and 2007 Korean National Health and Nutrition Survey. *Korean J Nutr* 2010; 43(1): 69-78.
22. Kim K, Yun SH, Choi BY, Kim MK. Cross-sectional relationship between dietary carbohydrate, glycaemic index, glycaemic load and risk of the metabolic syndrome in a Korean population. *Br J Nutr* 2008; 100(3): 576-584.
23. Parks EJ, Hellerstein MK. Carbohydrate-induced hypertriglycerolemia: historical perspective and review of biological mechanisms. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(2): 412-433.
24. Choi H, Song S, Kim J, Chung J, Yoon J, Paik HY, Song Y. High carbohydrate intake was inversely associated with high-density lipoprotein cholesterol among Korean adults. *Nutr Res* 2012; 32(2): 100-106.
25. Kim BH, Lee JW, Lee Y, Lee HS, Jang YA, Kim CI. Food and nutrient consumption patterns of the Korean adult population by income level - 2001 National Health and Nutrition Survey. *Korean J Community Nutr* 2005; 10(6): 952-962.