

고식이섬유 및 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성*

문희수, 하경호, 송윤주[†]

가톨릭대학교 생활과학부 식품영양학과

High fiber and high carbohydrate intake and its association with the metabolic disease using the data of KNHANES 2013 ~ 2017*

Heesoo Moon, Kyungho Ha and YoonJu Song[†]

Department of Food Science and Nutrition, The Catholic University of Korea, Bucheon, Gyeonggi 14662 Korea

ABSTRACT

Purpose: Dietary fiber is a component of carbohydrate that is linked closely with the carbohydrate quality, but few studies have investigated the association of high fiber intake with the cardiometabolic risk factors in Koreans. This study examined the association of high fiber and high carbohydrate intake with the cardiometabolic risk factors among Korean adults. **Methods:** This study included 15,095 adults aged ≥ 20 years, who participated in the 2013 ~ 2017 KNHANES. The dietary intake was obtained using a 24-h dietary recall method. The associations of high fiber and high carbohydrate intake with metabolic syndrome and dyslipidemia were examined by sex using multiple logistic regression analysis. **Results:** The median of dietary fiber was 23.6 g/day in men and 20.0 g/day in women. Dietary fiber intake increased gradually as dietary carbohydrate groups increased except for $\geq 80\%$ of energy from the carbohydrate group. Women in the highest quintile of fiber intake showed a 33% lower risk of metabolic syndrome compared with those in the third quintile. When stratified into low fiber (LF) and high fiber (HF) groups using Adequate Intake of fiber for Koreans, men in the third quartile of carbohydrate intake showed a 44% and 51% higher risk of metabolic syndrome and atherogenic dyslipidemia than in the first quartile, respectively, but only in the LF group. Women in the second quartile of carbohydrate intake showed an 83% higher risk of hypercholesterolemia than in the first quartile in the LF group. On the other hand, as no significant association was observed between the carbohydrate intake and metabolic diseases among the HF groups in both sexes. **Conclusion:** These findings suggest that a high fiber intake might be associated with a reduced risk of metabolic syndrome and high carbohydrate intake with a low dietary fiber intake might be associated with an increased risk of several metabolic abnormalities among Korean adults. Further prospective studies will be needed to confirm the effects of high fiber and high carbohydrate intake on the cardiometabolic risk factors among Koreans.

KEY WORDS: dietary fiber, dietary carbohydrate, metabolic syndrome, dyslipidemia, Korean adults

서 론

식이섬유 섭취가 당내성 및 당뇨병, 고지혈증 및 심혈관 질환 등의 대사질환에 잠재적 이점이 있다는 연구 결과들이 꾸준히 보고되고 있다 [1-3]. 최근 Chen 등 [1]은 식이섬유 섭취와 대사증후군과의 관련성을 연구한 11개 단면 연구를 메타분석 하였는데 식이섬유를 가장 높게 섭취한 그룹은 가장 낮게 섭취한 그룹에 비해 대사증후군 유병률

의 위험도가 30% 낮음을 보고하였고, 이전에 Brown 등 [2]이 67개 중재연구를 대상으로 식이섬유의 혈청 콜레스테롤 감소 효과를 메타분석으로 추정된 결과 가용성 식이섬유를 2 ~ 10 g/일 섭취 시 혈청 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수치를 각각 0.045, 0.057 mmol/L만큼 유의적으로 감소시켰다고 보고하였다. 또한 일본 후쿠오카 당뇨병 환자 연구에서 식이섬유 섭취량과 당화혈색소, 인슐린 저항성이 음의 상관성을 나타냈다 [3].

Received: May 9, 2019 / Revised: September 24, 2019 / Accepted: October 30, 2019

* This work was supported by a National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean Government (NRF-2017R1A2B1008420) and by the Catholic University of Korea, Research Fund, 2019.

[†] To whom correspondence should be addressed.

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

© 2019 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.

식이섬유는 다당류의 한 종류로 탄수화물의 질적 섭취와 관련이 깊고, 대부분 과일류, 채소류, 곡류에 존재하는데 이러한 식품급원에 따른 섭취나 총탄수화물과의 비율 등이 탄수화물의 질적 평가에 중요한 요소이다 [4-6]. 미국 간호사와 의료종사자 코호트연구에 따르면 식이섬유 대비 탄수화물 섭취의 비 (carbohydrate: fiber)는 심혈관 질환 발생과 연관이 없었으나, 탄수화물 또는 전분 대비 곡류에서 섭취한 식이섬유의 비는 심혈관 질환의 발생률을 각각 20%, 17% 증가시키는 것으로 보고되었다 [4]. Wei 등 [5]이 실시한 메타분석 연구에 의하면 곡류에서 섭취한 식이섬유와 과일에서 섭취한 식이섬유는 대사증후군 유병률의 위험도를 각각 20%, 15% 낮추는 것에 반해, 채소에서 섭취한 식이섬유는 대사증후군 유병률과 관련이 없는 것으로 나타났다. 일본 성인을 대상으로 한 Morimoto 등 [6]의 연구에서는 5개월 동안 식사 및 운동 프로그램을 실시한 결과 탄수화물 대비 식이섬유 섭취의 비 (fiber: carbohydrate)가 높은 그룹에서 당화혈색소가 유의적으로 감소하였다. 이러한 연구 결과들은 식이섬유 섭취와 대사질환과의 연관성을 살펴볼 때 식이섬유 섭취 뿐 아니라 탄수화물 섭취와 연관지어 평가하는 것이 중요함을 시사한다.

우리나라는 1998년 국민건강영양조사가 실시된 이후 식이섬유 대신 조섬유 섭취량을 산출해왔기 때문에 우리나라 사람들의 식이섬유 섭취량과 대사질환과의 연관성을 살펴보는 데 제한점이 있었으나, 최근 Yeon 등 [7]이 국민건강영양조사의 식품별 식이섬유 성분표를 마련하여 우리나라 사람들의 식이섬유 섭취량을 산출할 수 있게 되었다. Yeon 등 [7]의 연구에 따르면 한국인의 1일 평균 식이섬유 섭취량은 23.2 g (남자 24.8 g, 여자 21.6 g)이며, 주요 식품 급원은 채소류와 곡류로 전체 식이섬유 섭취량의 50% 이상을 차지했다.

우리나라 사람들의 식이섬유 섭취량은 외국과 달리 높을 것으로 추정되는데, 최근 4개 나라에 거주하는 아프리카 후손들의 식이섬유 섭취량을 연구한 Lie 등 [8]에 따르면 식이섬유 평균섭취량은 가나 24.9 g, 자메이카 16.0 g, 세이셸 13.6 g, 미국 14.2 g으로, 가나를 제외하고는 우리나라 사람들의 섭취량보다 적은 수준이었다. 4개 나라의 대상자를 모두 통합하여 분석했을 때 식이섬유를 하루 22.1 g 이상 섭취하는 사람은 10.3 g 미만 섭취하는 사람보다 염증반응과 비만의 위험도가 각각 47%, 66% 감소했다. 미국의 1999~2010년 국민건강영양조사 자료에서 24시간 회상법을 이용하여 식이섬유 섭취량을 분석한 Grooms [9]에 따르면 성인의 평균 식이섬유 섭취량은 16.2 g이었으며, 식이섬유를 가장 많이 섭취하는 그룹에서 가장 적게 섭취하는 그룹에 비해 대사증후군, 염증반응,

비만의 위험도가 유의하게 감소했다.

우리나라의 경우 대규모 국가조사 자료인 국민건강영양조사 자료가 2013년 이후부터 식이섬유 섭취 자료를 제공하고 있으나, 이를 이용하여 식이섬유 섭취와 대사질환과의 연관성을 살펴본 연구가 수행되지 않았다. 이에 따라 본 연구는 2013~2017년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국 성인의 고식이섬유 및 고탄수화물 섭취와 이와 관련된 대사질환과의 연관성을 살펴보고자 하였다.

연구방법

연구대상자

본 연구는 제6기 (2013~2015), 제7기 (2016~2017) 국민건강영양조사에 참여한 20세 이상 성인 30,553명을 대상으로 하였다. 그 중 24시간 회상법에 참여하지 않은 3,647명, 1일 총 에너지 섭취량이 500 kcal 미만 혹은 5,000 kcal 초과인 450명, 공복시간이 8시간 미만인 341명, 신체계측 및 혈액지표에 대한 정보가 없는 3,224명, 그리고 임신 및 수유부 302명을 제외했으며, 이전에 고혈압, 고지혈증, 당뇨병으로 진단받았거나 현재 관련 약을 복용하고 있는 대상자 7,494명을 추가로 제외하여 최종 분석 대상으로 총 15,095명 (남자 6,284명, 여자 8,811명)을 선정하였다. 본 연구에 사용된 국민건강영양조사 자료는 2013~2014년에는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 받아 수집되었고 (승인번호: 2013-07CON-03-4C, 2013-12EXP-03-5C), 2015~2017년에는 생명윤리법 제2조 제1호 및 동법 시행규칙 제2조 제2항 제1호에 따라 연구윤리심의위원회의 심의를 받지 않고 수집되었다.

식사 섭취 요인

본 연구는 국민건강영양조사의 1일 24시간 회상법 자료를 이용하여 영양소 섭취량을 파악하였다. 개인별 에너지와 다량영양소 섭취량을 사용하였고, 식이섬유는 2013년도부터 조섬유 대신 식이섬유 섭취량을 제공하고 있어 개인별 식이섬유 섭취량을 사용하였다.

대상자의 식이섬유 섭취량에 따른 다량영양소의 섭취 수준을 파악하기 위해, 탄수화물, 단백질, 지방의 절대적인 섭취량 (g)과 총 에너지 섭취 내의 탄수화물, 단백질, 지방의 비율 (% of energy)을 평가하였다. 또한 에너지 섭취량을 평가하기 위해 성별과 연령별 평균필요량 (Estimated energy requirement, EER)을 이용하여 에너지 평균필요량 대비 에너지 섭취 비율 (Energy/EER) (%)을 산출하였다 [10].

식이섬유와 섭취 수준에 따른 고탄수화물 섭취와 대사

질환과의 연관성을 살펴보기 위해 한국인의 식이섬유 섭취기준인 충분섭취량을 기준으로 하여 대상자를 성별로 저식이섬유 섭취 (low fiber, LF) 그룹 / 고식이섬유 섭취 (high fiber, HF) 그룹으로 층화하였고, 각 그룹에서 탄수화물 섭취량 수준은 에너지섭취비율을 사용하여 4분위수로 나누었다.

대사질환 지표 및 진단

본 연구에서 대사질환 지표로 허리둘레, 생화학적 지표, 혈압을 사용하였다. 허리둘레는 허리둘레 측정자를 이용하여 0.1 cm 간격으로 측정하였고, 체중은 체중계를 이용하여 0.1 kg 간격으로 측정하였다. 생화학적 지표는 공복 시간이 8시간 이상인 사람들을 대상으로 혈액검사를 통해 혈당과 혈중 지질을 분석하였다. 혈압의 경우 혈압 측정치를 심장 높이에 해당하는 평균 팔 높이를 기준으로 보정하여 산출하였다.

대사질환으로는 대사증후군과 이상지질혈증을 포함하였다. 대사증후군은 미국의 국립 콜레스테롤 교육 프로그램 (National Cholesterol Education Program, NCEP)의 Adult Treatment Panel (ATP) III 기준을 이용하여 진단하였다 [11]. 대사증후군은 다음 5가지 항목 중 3가지 이상에 해당하는 경우로 정의하였으며, 복부 비만의 경우 대한 비만학회에서 제시한 한국인의 허리둘레 기준을 이용하였다 [12]. 각 항목의 기준은 허리둘레 남자에서 90 cm 이상, 여자에서 85 cm 이상인 경우, HDL-콜레스테롤 남자 40 mg/dl 미만, 여자 50 mg/dl 미만인 경우, 중성지방 150 mg/dl 이상인 경우, 공복혈당 100 mg/dl 이상인 경우, 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상인 경우로 진단하였다.

이상지질혈증은 중성지방 200 mg/dl 이상일 경우 고중성지방혈증으로, 총콜레스테롤 240 mg/dl 이상일 경우 고콜레스테롤혈증으로 정의하였다 [13]. 또한 HDL-콜레스테롤이 남자 40 mg/dl 미만, 여자 50mg/dl 미만인면서, 중성지방이 150 mg/dl 이상일 경우 죽상경화성 이상지질혈증 (atherogenic dyslipidemia)으로 진단하였다 [14].

일반적 특성 및 생활습관 요인

연구대상자의 인구사회적 특성을 보여주는 변수로 연령, 교육수준, 가구소득수준, 거주지를 사용하였다. 연령은 20~29세, 30~49세, 50~64세, 65세 이상으로 분류했다. 교육수준은 초등학교 졸업 이하, 중학교 졸업, 고등학교 졸업, 대학 졸업 이상으로 분류했다. 가구소득수준은 월평균 가구균등화소득에 따라 4분위수로 나누어 분류했다. 거주지는 동에 거주할 경우 도시로, 읍·면일 경우 농촌으로 분

류했다.

대상자의 생활습관을 파악하기 위해 음주, 흡연 및 신체활동 상태를 평가하였다. 음주 상태는 최근 1년간 월 1회 이상 음주한 대상자 중에서 남자의 경우 1년간 주 2회 이상 음주하고 한 번에 마시는 음주량이 7잔 이상일 때, 여자의 경우 1년간 주 2회 이상 음주하고 한 번에 마시는 음주량이 5잔 이상일 때 “고위험 음주자”로 정의하였다. 흡연 상태는 평생 담배 5갑 (100개비) 이상 피웠고 현재 담배를 피울 때 “현재 흡연자”로, 평생 담배 5갑 이상 피웠으나 현재 담배를 피우지 않을 때는 “과거 흡연자”로 분류했다. 신체활동은 고강도 신체활동을 주 1시간 15분 이상 또는 중강도 신체활동을 주 2시간 30분 이상 또는 중강도와 고강도 신체활동을 섞어서 (고강도 1분은 중강도 2분) 각 활동에 상당하는 시간을 실천하는 여부로 분류하였다.

통계분석

모든 통계분석은 SAS 9.4 (Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 사용하였다. 가중치 (weight), 층 (kstrata), 집락 (psu) 변수를 이용하여 국민건강영양조사의 복합표본설계를 반영하였다. 연속형 변수에 대해서는 평균 ± 표준오차로, 범주형 변수는 n (%)로 제시하였다. 모든 분석은 성별로 층화하여 진행하였으며, 대상자의 성별에 따른 일반적 특성의 차이를 검증하기 위해 라오스콧 카이제곱검정 (Rao-Scott chi-square test)을 실시하였다. 탄수화물 에너지섭취비율에 따른 식이섬유 섭취량은 일반선형모형 (General linear model, GLM)을 이용하여 연령, BMI, 교육수준, 소득수준, 흡연, 음주, 신체활동, 총 에너지 섭취량 변수를 보정하여 산출하였다. 식이섬유 섭취량과 대사증후군의 연관성을 평가하기 위하여 식이섬유 섭취량을 5분위수로 분류하였고, 다중로지스틱 회귀분석 (multiple logistic regression analysis)을 이용하여 대사증후군의 교차비 (odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간을 산출하였다. 한국인 영양소 섭취기준의 식이섬유 충분섭취량을 이용해 성별에 따라 저식이섬유 및 고식이섬유 섭취 그룹으로 분류하였다. 저/고 식이섬유 섭취 그룹에서 탄수화물 섭취 수준에 따른 에너지 및 다량영양소 섭취량의 차이는 일반선형모형을 이용하여 검정하였다. 식이섬유 섭취 및 탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성 분석은 다중로지스틱회귀분석을 이용하여 교차비를 산출하였다. 일반선형모형과 다중로지스틱회귀분석에서 보정변수로 대상자의 연령, BMI, 교육수준, 소득수준, 흡연, 음주, 신체활동, 총 에너지 섭취량을 사용하였다. p value가 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의하다고 간주하였으며, 양측 검정을 하였다.

결 과

일반적 특성

연구 대상자들의 일반적 특성을 Table 1에 제시하였다. 대상자들의 평균연령은 남자 47세, 여자 45세였고, 연령대는 30~49세가 남자 2,713명 (48.2%), 여자 4,281명 (48.5%)으로 가장 많았고, 65세 이상이 남자 1,036명 (7.5%), 여자 960명 (7.8%)로 가장 적었으며 남녀의 분포에 차이가 있었다 (p value = 0.0026). 성별에 따른 일반적 특성의 차이를 살펴보았을 때, 교육수준, 거주지 유형, 음

주, 흡연, 신체활동이 유의적으로 차이가 났으므로 성별을 나누어 모든 분석을 진행하였다. 교육수준의 경우 초등학교 졸업 이하인 비율이 남자 6.5%, 여자 10.1%이었고, 성별에 따라 교육수준 분포에 유의적 차이가 있었다 ($p < 0.0001$). 거주 유형은 도시에 거주하는 비율이 남자 84.7%, 여자 86.4%이었으며, 성별에 따라 거주 유형 분포에서도 유의적 차이가 있었다 ($p = 0.0020$). 고위험음주자의 비율은 남자 19.3%, 여자 6.0%이었고, 성별에 따라 음주 섭취 수준의 분포가 유의적으로 차이가 있었다 ($p < 0.0001$). 현재 흡연자의 비율은 남자 40.5%, 여자 5.7%이었고 성별에

Table 1. General characteristics of study participants by sex

	Total (n = 15,095)	Men (n = 6,284)	Women (n = 8,811)	p value ⁵⁾
Age, n (%)				0.0026
20 ~ 29 yr	2,239 (22.1)	980 (23.1)	1,259 (21.1)	
30 ~ 49 yr	6,994 (48.4)	2,713 (48.2)	4,281 (48.5)	
50 ~ 64 yr	3,866 (22.1)	1,555 (21.0)	2,311 (23.2)	
≥ 65 yr	1,996 (7.5)	1,036 (7.7)	960 (7.2)	
Education, n (%) ¹⁾				< 0.0001
Elementary or less	1,810 (8.3)	648 (6.5)	1,162 (10.1)	
Middle school	1,171 (7.0)	491 (6.4)	680 (7.5)	
High school	4,996 (38.5)	2,062 (39.6)	2,934 (37.4)	
College or more	6,048 (46.2)	2,561 (47.5)	3,487 (45.0)	
Household income, n (%) ¹⁾				0.2232
Quartile 1 (lowest)	1,924 (10.4)	806 (10.0)	1,118 (10.9)	
Quartile 2	3,652 (23.6)	1,525 (23.4)	2,127 (23.8)	
Quartile 3	4,563 (31.5)	1,915 (32.1)	2,648 (31.0)	
Quartile 4 (highest)	4,897 (34.4)	2,013 (34.5)	2,884 (34.3)	
Residence, n (%)				0.0020
Urban	12,443 (85.5)	5,101 (84.7)	7,342 (86.4)	
Rural	2,652 (14.5)	1,183 (15.3)	1,469 (13.6)	
Alcohol consumption, n (%) ¹²⁾				< 0.0001
None	6,182 (37.4)	1,652 (25.3)	4,530 (49.8)	
Moderate	6,805 (49.9)	3,266 (55.4)	3,539 (44.2)	
High	1,581 (12.7)	1,103 (19.3)	478 (6.0)	
Smoking, n (%) ¹³⁾				< 0.0001
Never	9,436 (59.9)	1,698 (31.1)	7,738 (89.6)	
Former	2,380 (16.7)	2,006 (28.4)	374 (4.6)	
Current	2,743 (23.4)	2,312 (40.5)	431 (5.7)	
Physical activity ¹⁴⁾				< 0.0001
No	7,266 (48.3)	2,772 (44.5)	4,494 (52.0)	
Yes	6,735 (51.7)	2,978 (55.5)	3,757 (48.0)	

1) The numbers of missing values were respectively 522 (men, education level), 25 (men, household income), 263 (men, alcohol consumption), 268 (men, smoking), 534 (men, physical activity), 548 (women, education level), 34 (women, household income), 264 (women, alcohol consumption), 268 (women, smoking), and 560 (women, physical activity)

2) Alcohol consumption: "none", no consumption of any type of alcoholic beverage, "moderate", no more than 2 drinks per day for men and 1 drink per day for women, "high", more than 2 drinks per day for men and 1 drink per day for women

3) Smoking: "never", never smoked cigarettes or smoked < 100 cigarettes in lifetime, "former", smoked ≥ 100 cigarettes in lifetime but current non-smoker, "current", smoked ≥ 100 cigarettes in lifetime and current smoker

4) Physical activity: "yes", performed vigorous-intensity activities for at least 75 min, or moderate-intensity activities for at least 150 min, or an equivalent combination of moderate- and vigorous-intensity activity during a typical week

5) p-values were obtained from chi-square tests for categorical variables.

따라 비율의 차이가 유의적이었다 ($p < 0.0001$). 신체활동을 실천하는 사람의 비율은 남자 55.5%, 여자 48.0%이었고, 성별에 따라 신체활동 실천 분포에 유의적 차이가 있었다 ($p < 0.0001$). 소득수준의 분포는 성별에 따른 유의한 차이가 없었다.

식이섬유 섭취 분포와 탄수화물 섭취수준에 따른 식이섬유 섭취량

성별 식이섬유 섭취의 분포와 탄수화물 에너지섭취비율에 따른 식이섬유 섭취량을 Fig. 1에 제시하였다. 남자의 식이섬유 섭취 중앙값은 23.6 g/일 (평균값 26.1 g/일)이었고, 여자는 20.0 g/일 (평균값 22.8 g/일)이었으며, 성인남자 31.7%가 식이섬유를 20~30 g/일 섭취하고 있었고, 여자의 38.8%가 10~20 g/일 섭취하였다.

식이섬유와 탄수화물 섭취와의 관계를 살펴보기 위해, 탄수화물 에너지섭취비율을 5% 구간으로 나누어 구간별 식이섬유 섭취량을 분석한 결과, 남자는 탄수화물 에너지섭취비율이 55% 미만인 경우 식이섬유 섭취량이 21.5 g였고, 60~65% 구간에서는 25.7 g, 75~80% 구간에서는 27.0 g, 80% 이상인 경우는 25.3 g이었다. 여자는 탄수화

물 섭취가 에너지섭취비율이 55% 미만인 경우 식이섬유 섭취량이 17.1 g였고, 60~65% 구간에서는 21.0 g, 75~80% 구간에서는 22.7 g, 80% 이상인 경우는 22.3 g이었다. 즉, 탄수화물 에너지섭취비율이 증가함에 따라 식이섬유 섭취도 증가하는 경향을 보였다. 식이섬유 섭취 일분위군과 오분위군의 식이섬유 평균 섭취량은 남자에서 각각 10.8 g/일, 47.2 g/일이었으며, 여자에서 각각 9.0 g/일, 42.9 g/일이었다 (Fig. 2).

고식이섬유 섭취와 대사증후군의 연관성

한국인 영양소 섭취기준에 따르면 우리나라 성인의 식이섬유 충분섭취량은 남자 25 g, 여자 20 g으로 [10], 이는 본 연구대상자의 식이섬유 섭취량을 5분위수로 분류하였을 때 삼분위군의 섭취량과 유사하였다 (남자 23.7 g, 여자 20.1 g). 이에 다중로지스틱회귀분석에서 삼분위군을 기준으로 하여 고식이섬유 섭취와 대사증후군과의 연관성을 살펴본 결과 (Fig. 2), 남자의 경우 식이섬유 섭취 분위군에 따라 대사증후군의 교차비가 감소하는 경향을 보였다 (p for trend = 0.0045). 여자의 경우 식이섬유 섭취 삼분위에 비하여 사분위군과 오분위군에서 유의하게 대사증후군

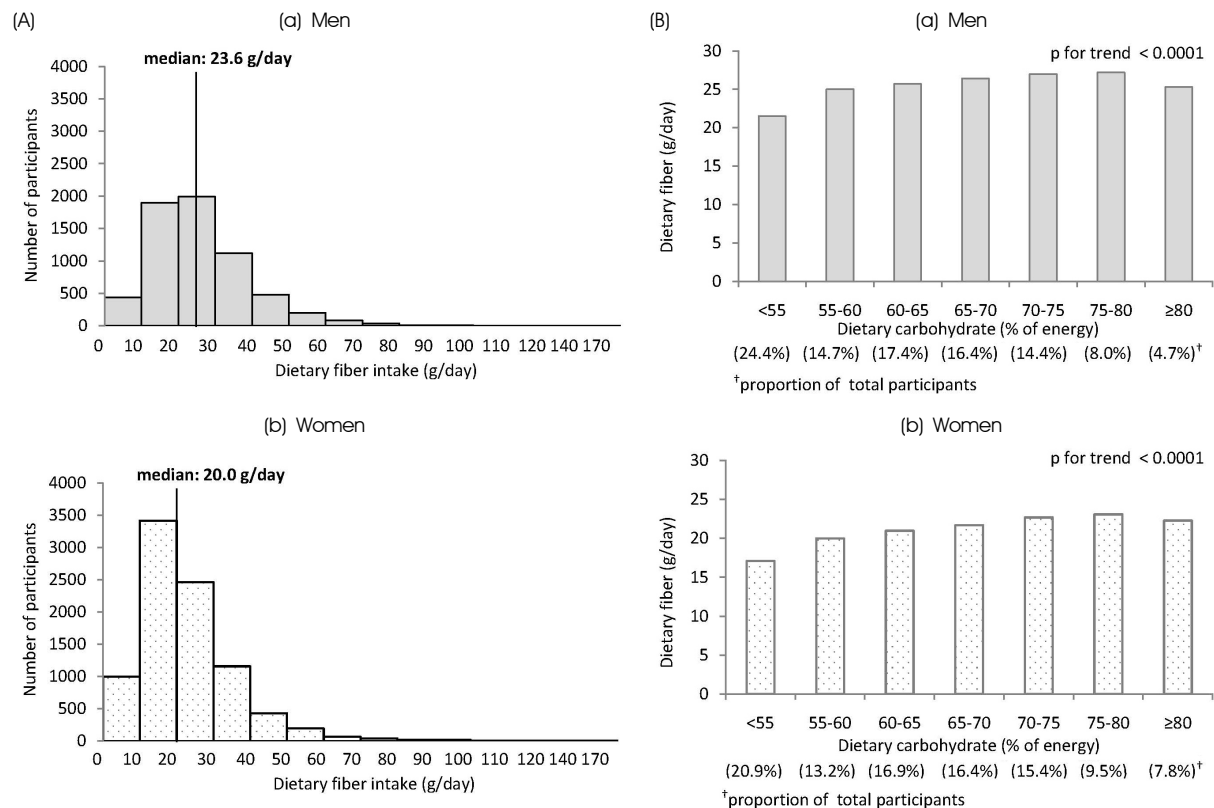


Fig. 1. Distribution of dietary fiber intake (A) and dietary fiber intake according to dietary carbohydrate (B). All models were adjusted for age, body mass index, education, house income, physical activity, smoking, alcohol consumption, energy intake, and appropriate sampling weight was applied for the complex sampling design. p for trend were obtained from linear regression analysis.

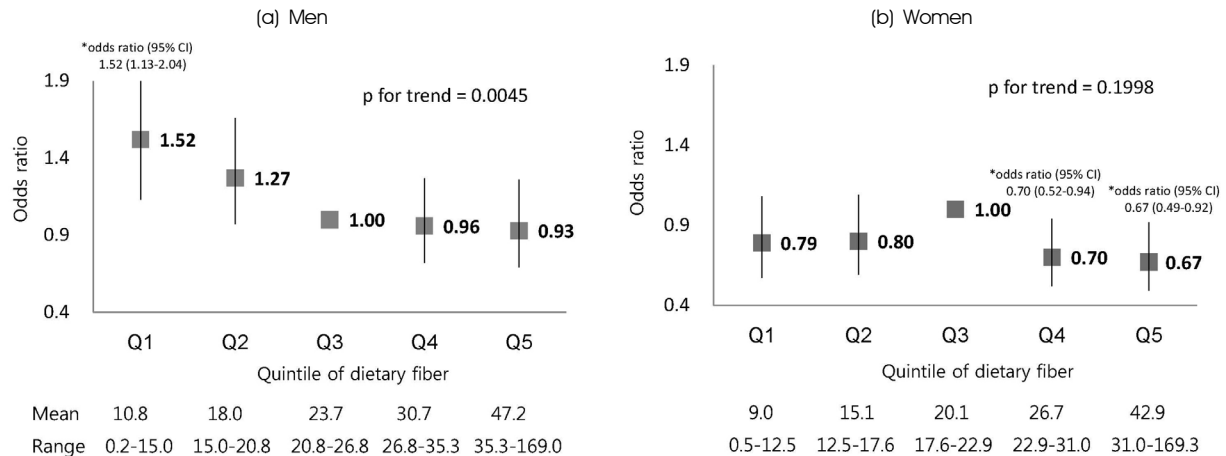


Fig. 2. The odds ratio and 95% confidence intervals of metabolic syndrome according to the quintile of dietary fiber intake by sex. All models were adjusted for age, body mass index, education, house income, physical activity, smoking, alcohol consumption, energy intake, and appropriate sampling weight was applied for the complex sampling design. Odds ratios were obtained from multiple logistic regression model adjusted for age, body mass index, education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption, energy intake. p for trend were obtained from the same model as estimation of ORs by using the median dietary fiber intake of each quintile as the independent variable.

Table 2. Energy and macronutrient intakes according to quartile of dietary carbohydrate intake by sex in low or high fiber group¹⁾²⁾

Men	Quartile of dietary carbohydrate intake (% of energy)				p for trend ⁴⁾
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Low fiber group (< 25.0 g/day) (n = 3,420)					
Energy (kcal)	1,988.9 ± 30.1	1,831.3 ± 27.1	1,684.1 ± 26.7	1,610.4 ± 30.6	< 0.0001
Energy / EER (%) ³⁾	98.4 ± 1.5	87.0 ± 1.3	80.9 ± 1.3	74.9 ± 1.4	< 0.0001
Carbohydrate (g)	202.3 ± 2.7	277.7 ± 2.3	305.7 ± 2.8	343.5 ± 3.2	< 0.0001
Fiber (g)	15.0 ± 0.2	16.6 ± 0.2	16.9 ± 0.2	16.3 ± 0.2	< 0.0001
Fiber (g/kcal)	8.1 ± 0.1	8.8 ± 0.1	9.0 ± 0.1	9.0 ± 0.2	< 0.0001
Protein (g)	86.8 ± 1.3	70.5 ± 0.9	62.1 ± 0.9	55.2 ± 0.8	< 0.0001
Fat (g)	67.5 ± 0.9	47.3 ± 0.6	35.3 ± 0.6	24.8 ± 0.6	< 0.0001
% Energy from					
Carbohydrate	48.9 ± 0.3	61.4 ± 0.2	68.8 ± 0.2	77.5 ± 0.2	< 0.0001
Protein	19.1 ± 0.3	15.7 ± 0.2	13.9 ± 0.2	11.8 ± 0.2	< 0.0001
Fat	32.0 ± 0.3	22.9 ± 0.2	17.3 ± 0.2	10.7 ± 0.2	< 0.0001
High fiber group (≥ 25.0 g/day) (n = 2,864)					
Energy (kcal)	2,810.8 ± 36.8	2,575.8 ± 37.6	2,517.4 ± 35.4	2,400.3 ± 34.6	< 0.0001
Energy / EER (%) ³⁾	135.7 ± 1.7	120.1 ± 1.7	114.1 ± 1.7	109.1 ± 1.6	< 0.0001
Carbohydrate (g)	293.2 ± 3.8	393.0 ± 2.8	446.6 ± 2.5	488.0 ± 3.5	< 0.0001
Fiber (g)	34.3 ± 0.7	36.7 ± 0.6	37.3 ± 0.5	38.5 ± 0.6	< 0.0001
Fiber (g/kcal)	13.7 ± 0.2	14.3 ± 0.2	14.4 ± 0.2	15.0 ± 0.2	< 0.0001
Protein (g)	119.7 ± 1.7	106.1 ± 1.3	95.5 ± 1.1	82.9 ± 1.0	< 0.0001
Fat (g)	93.0 ± 1.3	64.1 ± 0.8	51.5 ± 0.7	36.2 ± 0.8	< 0.0001
% Energy from					
Carbohydrate	50.1 ± 0.3	61.4 ± 0.1	68.2 ± 0.1	76.1 ± 0.2	< 0.0001
Protein	18.7 ± 0.2	16.6 ± 0.2	14.7 ± 0.2	12.6 ± 0.1	< 0.0001
Fat	31.2 ± 0.3	21.9 ± 0.2	17.2 ± 0.2	11.3 ± 0.2	< 0.0001

1) All values are adjusted mean ± standard error after adjusting for age, body mass index, education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption and total energy intake.

2) The complex sampling design parameters of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey were used.

3) EER, Estimated energy requirement

4) p for trend values were calculated using a general linear regression.

Table 2. Energy and macronutrient intakes according to quartile of dietary carbohydrate intake by sex in low or high fiber group¹⁾²⁾ (continued)

Women	Quartile of dietary carbohydrate intake (% of energy)				p for trend ^{d)}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Low fiber group (< 20.0 g/day) (n = 4,414)					
Energy (kcal)	1,509.4 ± 26.6	1,356.0 ± 25.2	1,279.7 ± 25.0	1,237.0 ± 24.8	< 0.0001
Energy / EER (%) ³⁾	88.0 ± 1.5	77.6 ± 1.4	73.7 ± 1.4	71.0 ± 1.4	< 0.0001
Carbohydrate (g)	149.8 ± 2.2	204.6 ± 1.7	228.6 ± 2.1	256.1 ± 2.3	< 0.0001
Fiber (g)	11.2 ± 0.2	12.2 ± 0.2	12.5 ± 0.2	12.7 ± 0.2	< 0.0001
Fiber (g/kcal)	8.5 ± 0.2	9.0 ± 0.2	9.3 ± 0.2	9.6 ± 0.2	< 0.0001
Protein (g)	61.9 ± 1.0	50.5 ± 0.8	45.3 ± 0.9	38.5 ± 0.9	< 0.0001
Fat (g)	51.3 ± 0.7	35.7 ± 0.6	26.5 ± 0.6	17.3 ± 0.7	< 0.0001
% Energy from					
Carbohydrate	48.7 ± 0.3	61.2 ± 0.2	68.7 ± 0.2	78.1 ± 0.2	< 0.0001
Protein	18.5 ± 0.3	15.3 ± 0.2	13.7 ± 0.2	11.3 ± 0.2	< 0.0001
Fat	32.8 ± 0.3	23.5 ± 0.2	17.6 ± 0.3	10.5 ± 0.3	< 0.0001
High fiber group (≥ 20.0 g/day) (n = 4,397)					
Energy (kcal)	2,175.8 ± 39.0	1,997.2 ± 37.1	1,914.0 ± 35.5	1,894.5 ± 40.4	< 0.0001
Energy / EER (%) ³⁾	124.1 ± 2.1	113.0 ± 2.0	107.6 ± 1.9	106.1 ± 2.2	< 0.0001
Carbohydrate (g)	238.6 ± 2.7	309.1 ± 2.4	346.5 ± 2.5	389.0 ± 3.0	< 0.0001
Fiber (g)	28.7 ± 0.6	31.1 ± 0.6	32.6 ± 0.6	32.9 ± 0.8	< 0.0001
Fiber (g/kcal)	15.3 ± 0.3	15.9 ± 0.3	16.7 ± 0.3	17.1 ± 0.4	< 0.0001
Protein (g)	90.0 ± 1.3	77.0 ± 1.0	69.1 ± 1.0	57.7 ± 1.0	< 0.0001
Fat (g)	70.5 ± 1.0	48.3 ± 0.8	36.2 ± 0.8	23.5 ± 1.0	< 0.0001
% Energy from					
Carbohydrate	51.5 ± 0.3	62.7 ± 0.2	70.0 ± 0.2	78.5 ± 0.2	< 0.0001
Protein	18.2 ± 0.2	15.7 ± 0.2	14.0 ± 0.2	11.6 ± 0.2	< 0.0001
Fat	30.3 ± 0.3	21.6 ± 0.3	16.0 ± 0.2	9.9 ± 0.3	< 0.0001

1) All values are adjusted mean ± standard error after adjusting for age, body mass index, education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption and total energy intake.

2) The complex sampling design parameters of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey were used.

3) EER, Estimated energy requirement

4) p for trend values were calculated using a general linear regression.

의 교차비가 각각 30%, 33% 감소하였다 (사분위군 OR 0.70, 95% CI 0.53 ~ 0.94) (오분위군 OR 0.67, 95% CI 0.49 ~ 0.92).

식이섬유 섭취 수준에 따른 고탄수화물 섭취와 에너지 및 다량영양소 섭취 상태

성별로 식이섬유 충분섭취량을 이용해 저식이섬유 및 고식이섬유 섭취 그룹으로 분류한 뒤, 탄수화물 에너지섭취비율 4분위수에 따른 에너지와 다량영양소 섭취상태를 Table 2에 제시하였다.

식이섬유 섭취 수준에 따라 탄수화물 에너지섭취비율이 큰 차이를 보이지 않은 반면, 두 군 간에 에너지 섭취 수준은 상이했다. 에너지 섭취는 성별, 연령별 에너지필요량과 비교시 고탄수화물군 (4분위)일 때 남자의 경우 저식이섬유 섭취 수준에서 74.9%, 고식이섬유 섭취 수준에서 109.1%의 에너지를 섭취했고, 여자의 경우 저식이섬유 섭

취 수준에서 71.0%, 고식이섬유 섭취 수준에서 106.1%의 에너지를 섭취했다. 그에 비해 탄수화물 에너지섭취비율은 고탄수화물군 (4분위)일 때 저식이섬유 섭취 수준에서는 남자에서 77.5%, 여자에서 78.1%였고, 고식이섬유 섭취 수준에서 탄수화물 비율은 남자에서 76.1%, 여자에서 78.5%였다.

식이섬유 섭취 수준에 따른 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성

다중로지스틱 회귀분석을 이용하여 성별 식이섬유 섭취 수준에 따른 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성을 분석한 결과를 Table 3, 4에 제시하였다. 남자의 경우 저식이섬유 섭취 그룹에서 탄수화물 섭취가 가장 낮은 분위에 비해 삼분위군에서 유의하게 대사증후군의 교차비가 44% (OR 1.44, 95% CI 1.01 ~ 2.04) 증가하였고, 죽상경화성 이상지질혈증의 교차비도 유의하게 51% (OR 1.51,

Table 3. Multivariate odds ratios for metabolic disease according to quartile of dietary carbohydrate intake among men in low or high fiber group¹⁾²⁾

Men	Quartile of dietary carbohydrate intake (% of energy)				p for trend ^{d)}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Low fiber group (< 25.0 g/day) (n = 3,420)					
Metabolic syndrome	1.00	1.21 (0.86 ~ 1.71)	1.44 (1.01 ~ 2.04)	1.24 (0.81 ~ 1.89)	0.1630
Increased waist circumference (≥ 90 cm)	1.00	0.82 (0.63 ~ 1.07)	0.90 (0.70 ~ 1.15)	0.72 (0.53 ~ 0.98)	0.0589
Elevated blood pressure (SBP ≥ 130 mmHg or DBP ≥ 85 mmHg)	1.00	1.07 (0.82 ~ 1.40)	1.05 (0.82 ~ 1.36)	1.09 (0.81 ~ 1.48)	0.5777
Reduced HDL-cholesterol (< 40 mg/dl)	1.00	1.10 (0.81 ~ 1.50)	1.28 (0.92 ~ 1.79)	1.09 (0.76 ~ 1.54)	0.4237
Elevated triglycerides (≥ 150 mg/dl)	1.00	1.06 (0.84 ~ 1.32)	1.14 (0.89 ~ 1.46)	0.86 (0.64 ~ 1.15)	0.6387
Elevated fasting glucose (≥ 100 mg/dl)	1.00	1.16 (0.88 ~ 1.52)	1.06 (0.81 ~ 1.39)	1.25 (0.92 ~ 1.72)	0.2346
Hypercholesterolemia (≥ 240 mg/dl)	1.00	1.04 (0.69 ~ 1.56)	1.10 (0.72 ~ 1.66)	1.10 (0.66 ~ 1.83)	0.6528
Hypertriglycerides (≥ 200 mg/dl)	1.00	1.24 (0.93 ~ 1.64)	1.15 (0.85 ~ 1.56)	0.94 (0.65 ~ 1.35)	0.9383
Atherogenic dyslipidemia ³⁾	1.00	1.13 (0.79 ~ 1.62)	1.51 (1.02 ~ 2.24)	1.00 (0.64 ~ 1.57)	0.4613
High fiber group (≥ 25.0 g/day) (n = 2,864)					
Metabolic syndrome	1.00	0.98 (0.67 ~ 1.44)	1.21 (0.84 ~ 1.75)	1.24 (0.82 ~ 1.89)	0.2146
Increased waist circumference (≥ 90 cm)	1.00	0.89 (0.68 ~ 1.18)	0.85 (0.65 ~ 1.12)	0.74 (0.54 ~ 1.01)	0.0574
Elevated blood pressure (SBP ≥ 130 mmHg or DBP ≥ 85 mmHg)	1.00	0.85 (0.65 ~ 1.11)	1.02 (0.76 ~ 1.35)	1.05 (0.78 ~ 1.42)	0.6230
Reduced HDL-cholesterol (< 40 mg/dl)	1.00	0.82 (0.57 ~ 1.19)	1.01 (0.70 ~ 1.45)	1.04 (0.70 ~ 1.53)	0.7343
Elevated triglycerides (≥ 150 mg/dl)	1.00	1.05 (0.81 ~ 1.36)	1.32 (1.00 ~ 1.75)	1.34 (0.99 ~ 1.82)	0.0278
Elevated fasting glucose (≥ 100 mg/dl)	1.00	1.05 (0.79 ~ 1.38)	1.24 (0.95 ~ 1.62)	0.99 (0.72 ~ 1.35)	0.7092
Hypercholesterolemia (≥ 240 mg/dl)	1.00	0.98 (0.65 ~ 1.48)	1.15 (0.75 ~ 1.76)	1.28 (0.80 ~ 2.05)	0.2714
Hypertriglycerides (≥ 200 mg/dl)	1.00	1.10 (0.81 ~ 1.49)	1.07 (0.77 ~ 1.50)	1.22 (0.85 ~ 1.75)	0.3400
Atherogenic dyslipidemia ³⁾	1.00	0.89 (0.59 ~ 1.34)	0.90 (0.58 ~ 1.39)	1.18 (0.75 ~ 1.85)	0.6135

1) The complex sampling design parameters of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey were used.

2) Adjusted for age, body mass index (except the model of waist circumference), education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption and total energy intake.

3) Atherogenic dyslipidemia comprises reduced HDL-C and increased triglycerides.

4) p for trend values were calculated using a general linear regression.

Table 4. Multivariate odds ratios for metabolic disease according to quartile of dietary carbohydrate intake among women in low or high fiber group¹⁾²⁾

Women	Quartile of dietary carbohydrate intake (% of energy)				p for trend ^{d)}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
Low fiber group (< 20.0 g/day) (n = 4,414)					
Metabolic syndrome	1.00	1.22 (0.78 ~ 1.91)	1.29 (0.84 ~ 1.98)	1.46 (0.95 ~ 2.23)	0.0785
Increased waist circumference (≥ 85 cm)	1.00	1.06 (0.80 ~ 1.41)	1.15 (0.87 ~ 1.52)	0.94 (0.69 ~ 1.28)	0.8945
Elevated blood pressure (SBP ≥ 130 mmHg or DBP ≥ 85 mmHg)	1.00	1.20 (0.86 ~ 1.67)	1.23 (0.89 ~ 1.70)	1.41 (1.00 ~ 1.98)	0.0520
Reduced HDL-cholesterol (< 50 mg/dl)	1.00	0.89 (0.70 ~ 1.15)	1.16 (0.90 ~ 1.49)	1.18 (0.90 ~ 1.56)	0.1274
Elevated triglycerides (≥ 150 mg/dl)	1.00	0.95 (0.69 ~ 1.30)	1.16 (0.86 ~ 1.56)	1.04 (0.74 ~ 1.46)	0.5839
Elevated fasting glucose (≥ 100 mg/dl)	1.00	1.20 (0.90 ~ 1.60)	1.11 (0.82 ~ 1.51)	1.09 (0.80 ~ 1.49)	0.6483
Hypercholesterolemia (≥ 240 mg/dl)	1.00	1.83 (1.22 ~ 2.76)	1.45 (0.97 ~ 2.17)	1.30 (0.82 ~ 2.07)	0.4499
Hypertriglycerides (≥ 200 mg/dl)	1.00	0.83 (0.52 ~ 1.32)	0.86 (0.56 ~ 1.32)	0.75 (0.47 ~ 1.21)	0.2677
Atherogenic dyslipidemia ³⁾	1.00	0.96 (0.63 ~ 1.48)	1.41 (0.94 ~ 2.10)	1.33 (0.87 ~ 2.03)	0.0856

1) The complex sampling design parameters of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey were used.

2) Adjusted for age, body mass index (except the model of waist circumference), education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption and total energy intake.

3) Atherogenic dyslipidemia comprises reduced HDL-C and increased triglycerides.

4) p for trend values were calculated using a general linear regression.

Table 4. Multivariate odds ratios for metabolic disease according to quartile of dietary carbohydrate intake among women in low or high fiber group^{1,2)} (continued)

Women	Quartile of dietary carbohydrate intake (% of energy)				p for trend ^{d)}
	Q1	Q2	Q3	Q4	
High fiber group (≥ 20.0 g/day) (n = 4,397)					
Metabolic syndrome	1.00	1.41 (0.91 ~ 2.18)	1.27 (0.82 ~ 1.97)	1.33 (0.85 ~ 2.08)	0.3111
Increased waist circumference (≥ 85 cm)	1.00	0.97 (0.73 ~ 1.29)	0.76 (0.57 ~ 1.00)	1.17 (0.88 ~ 1.55)	0.6167
Elevated blood pressure (SBP ≥ 130 mmHg or DBP ≥ 85 mmHg)	1.00	0.94 (0.70 ~ 1.28)	0.81 (0.59 ~ 1.10)	0.87 (0.64 ~ 1.20)	0.3050
Reduced HDL-cholesterol (< 50 mg/dl)	1.00	0.80 (0.63 ~ 1.02)	1.11 (0.87 ~ 1.42)	1.03 (0.79 ~ 1.33)	0.4216
Elevated triglycerides (≥ 150 mg/dl)	1.00	1.08 (0.79 ~ 1.46)	0.95 (0.70 ~ 1.30)	0.93 (0.68 ~ 1.28)	0.5441
Elevated fasting glucose (≥ 100 mg/dl)	1.00	0.84 (0.63 ~ 1.12)	0.90 (0.68 ~ 1.20)	0.93 (0.69 ~ 1.25)	0.6972
Hypercholesterolemia (≥ 240 mg/dl)	1.00	0.94 (0.65 ~ 1.36)	0.99 (0.70 ~ 1.41)	1.07 (0.73 ~ 1.59)	0.6677
Hypertriglycerides (≥ 200 mg/dl)	1.00	0.90 (0.58 ~ 1.38)	0.98 (0.63 ~ 1.53)	1.00 (0.64 ~ 1.57)	0.9105
Atherogenic dyslipidemia ³⁾	1.00	0.87 (0.59 ~ 1.29)	1.01 (0.70 ~ 1.45)	0.90 (0.60 ~ 1.34)	0.7636

1) The complex sampling design parameters of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey were used.

2) Adjusted for age, body mass index (except the model of waist circumference), education, household income, physical activity, smoking, alcohol consumption and total energy intake.

3) Atherogenic dyslipidemia comprises reduced HDL-C and increased triglycerides.

4) p for trend values were calculated using a general linear regression.

95% CI 1.02 ~ 2.24) 증가하였다 (Table 3). 반면 고식이섬유 섭취 그룹에서는 탄수화물 섭취와 대사증후군과의 유의적 관계는 없었으나 남자에서는 고중성지질혈증의 교차비가 탄수화물 섭취가 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 복부비만의 경우 식이섬유 섭취가 충분섭취량 미만일 때 남자에서만 탄수화물 섭취비율 사분위군에서 일분위군에 비하여 유의하게 교차비가 28% (OR 0.72, 95% CI 0.53 ~ 0.98) 감소하였다. 그리고 식이섬유 섭취 수준과 관계없이 탄수화물 섭취비율이 증가할수록 복부비만 교차비가 감소하는 경향성이 보이기는 했으나 유의하지 않았다 (저식이섬유 섭취 그룹: p for trend = 0.0589, 고식이섬유 섭취 그룹: p for trend = 0.0574).

여자의 경우 저식이섬유 섭취 그룹에서 탄수화물 에너지 섭취비율 이분위군이 일분위군에 비해 유의하게 고콜레스테롤혈증의 교차비가 83% (OR 1.83, 95% CI 1.22 ~ 2.76) 증가했다 (Table 4). 남자와 마찬가지로 여자에서도 고식이섬유 섭취 그룹에서는 탄수화물 섭취와 대사질환과의 유의한 관계가 없었다.

고 찰

본 연구는 2013 ~ 2017년 국민건강영양조사 자료를 이용하여 한국 성인의 고식이섬유 및 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성을 평가한 결과 고식이섬유 섭취는 남녀 모두에서 낮은 대사증후군의 위험도와 관련이 있었으며, 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성은 식이섬유 섭취 수준에 따라 상이하였다.

본 연구에서 우리나라 성인의 평균 식이섬유 섭취량은 남자 25.4 g/일 (중앙값 23.6 g/일), 여자 22.1 g/일 (중앙값 20.0 g/일)로, 한국인 영양소 섭취기준의 식이섬유 충분섭취량인 남자 25.0 g/일, 여자 20.0 g/일 [10] 대비 비슷한 수준이다. 미국의 2015 ~ 2016년 국민건강영양조사 자료 분석 결과에 의하면 20세 이상 성인의 식이섬유 섭취량은 남자 18.9 g/일, 여자 15.7 g/일이었고 [15], 영국의 2014 ~ 2016년 국민건강영양조사 (NDNS)를 분석한 결과에 의하면 19세 이상 성인의 식이섬유 섭취량이 남자 20.7 g/일, 여자 17.4 g/일이었다 [16]. 일본의 2016년 국민건강영양조사 자료 분석 결과에 의하면 20세 이상 성인의 식이섬유 섭취량은 14.7 g/일이었으며 [17], 중국의 2011년 건강과 영양 설문 (CHNS)을 분석한 결과에 의하면 45세 이상 성인의 식이섬유 섭취량은 19.5 g/일, 여자 17.6 g/일이었다 [18]. 동서양의 나라들과 비교해 봤을 때도 한국 성인의 식이섬유 섭취 수준은 높은 편임을 알 수 있다. 이는 한국인의 식이섬유 섭취의 주요 급원인 채소류, 곡류 등 [7]의 섭취량이 많기 때문인 것으로 여겨진다.

본 연구에서 고식이섬유 섭취와 대사증후군의 연관성을 분석한 결과, 남자에서는 식이섬유 섭취량이 대사증후군과 유의한 음의 경향성을 보였고, 여자에서는 고식이섬유 섭취군에서 대사증후군의 교차비가 유의적으로 낮았다. 이러한 결과는 외국의 선행 연구 결과들과 유사하였다 [3,19,20,27]. 다만 연구마다 식이섬유 섭취 조사 방법이 상이하므로 이를 고려하여 살펴볼 필요가 있다.

Fujii 등 [3]이 일본 제2형 당뇨병 환자들에게 식사력방법을 이용하여 식이섬유 섭취량을 평가한 결과 평균 식이

섬유 섭취량은 7.6 g/1,000 kcal로 본 연구 대상자의 섭취량보다 낮았으며 (11.4 g/1,000 kcal), 고식이섬유 섭취는 본 연구와 유사하게 대사증후군의 낮은 위험도와 관련이 있었다. Cabello-Saavedra 등 [19]은 스페인의 심혈관계 질환의 위험이 높은 대상자에게 반정량적 식품섭취빈도법으로식이섬유 섭취량을 평가한 결과 평균식이섬유 섭취량은 22 g/일이었고,식이섬유를 가장 높게 섭취한 그룹은 가장 낮게 섭취한 그룹에 비해 대사증후군의 위험도가 45% 낮았다. Moreno Franco 등 [20]은 심혈관 질환이 없는 중년의 스페인 성인을 대상으로 반정량적 식사빈도조사법을 통해식이섬유 섭취량을 평가한 결과 불용성식이섬유의 섭취가 가장 많은 그룹에서 가장 적은 그룹에 비해 대사증후군의 유병률이 38% 감소했다.

대사증후군의 유무에 따라식이섬유를 비롯한 다량영양소 섭취량을 살펴본 선행연구들도 있었다 [21,22]. Kouki 등 [21]은 핀란드 성인을 대상으로 4일치 식사기록법을 통해식이섬유 섭취량을 평가하였는데,식이섬유 섭취량과 탄수화물 섭취량은 대사증후군이 없는 남자에서 유의적으로 높았으며, 지방 섭취량과 단백질 섭취량은 대사증후군이 있는 남자에서 유의적으로 높았다. Silva 등 [22]은 제2형 당뇨병이 있는 미국 성인에게 식사기록법을 수행한 결과식이섬유 섭취량과 에너지 섭취량이 대사증후군이 없는 사람에서 유의하게 높음을 확인하였다.

식이섬유의 섭취가 대사증후군에 미치는 기전에 대하여 아직 명확히 밝혀진 바는 없지만, 가용성식이섬유의 점성 및 겔을 형성하는 특성이 다량영양소의 흡수를 억제하고, 식후 혈당 반응을 감소시키며, 특정 혈중 지질에 유리하게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다 [23]. 자연적으로 이용 가능한 고식이섬유 식품의 결장 발효는 주로 수용성식이섬유에 기인하지만, 체중 조절에 대한 가용성 및 불용성식이섬유 섭취의 차이는 관찰되지 않았다. 선행연구에 따르면식이섬유 섭취가 인슐린 민감도의 향상, 특정 내장 호르몬의 분비 조절, 체내에서의 다양한 대사 및 염증에 미치는 영향 등 체중의 변화에 관계없이 발생할 수 있는 예상 밖의 대사 효과에 기여한다 [24].

식이섬유는 다당류의 한 종류로 탄수화물의 질적 섭취와 밀접한 관련이 있고, 탄수화물 섭취량이 증가함에 따라식이섬유의 섭취량도 증가하는 양상을 보인다. 기존의 선행연구들도식이섬유 및 탄수화물 질적섭취와 대사지표의 연관성을 살펴보았는데 [4,6,20,21,25-27], 그 중식이섬유와 탄수화물 섭취의 비율에 따른식이섬유 섭취수준을 평가한 연구들이 있었다 [4,6]. AlEssa 등 [4]은 미국 간호사와 의료종사자 코호트 연구를 이용하여 탄수화물과식이섬유 비율을 평가한 결과, 탄수화물 섭취 대비 곡류 식이

섬유 섭취의 비 또는 전분 섭취 대비 곡류식이섬유 섭취의 비가 증가함에 따라 관상동맥 심장질환의 발병 위험도가 유의적으로 증가한다고 보고하였다. Morimoto 등 [6]은 일본 성인을 대상으로식이섬유 섭취 대비 탄수화물 섭취의 비를 이용한 결과, 섭취 비의 증가는 당화혈색소와 유의한 음의 연관성을 나타냈다.

본 연구에서는 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성을식이섬유 섭취 수준에 따라 살펴보았는데, 남자에서 저식이섬유 섭취 그룹에서 관찰된 탄수화물과 대사증후군 및 죽상경화성 이상지질혈증과의 양의 연관성이 고식이섬유 섭취 그룹에서는 관찰되지 않았다. 그러나 탄수화물 섭취의 4분위 그룹에 따른 경향성은 유의적이지 않고 일부 구간에서만 나타났다. 한국인을 대상으로 탄수화물 또는식이섬유 섭취 증가와 대사질환의 관계가 직선적인지 또는 임계점이 있는지에 대해서는 추후 연구가 필요하리라 사료된다. 본 연구의 결과는 탄수화물 섭취 비율이 유사하게 높다 하더라도식이섬유 섭취량 수준 및 성별에 따라 대사질환에 미치는 영향이 상이할 수 있음을 의미하므로, 탄수화물 섭취 평가 시식이섬유를 함께 고려하는 것이 필요하다.

또한식이섬유의 식품급원에 따른 대사증후군의 관련성을 살펴본 연구들도 있었다 [25,26]. McKeown 등 [25]은 미국 프래밍엄 자손 코호트 연구 자료를 이용하여 반정량적 식품섭취빈도법으로식이섬유 섭취량을 조사하여 곡류 섬유소 및 전곡 섬유소의 섭취량을 5분위수로 나눴을 때 오분위군에서 일분위군 대비 대사증후군의 유병률이 각각 38%, 33% 감소했다. Hosseinpour-Niazi 등 [26]이 수행한 이란 연구에 의하면 과일 섬유소 및 곡류 섬유소의 섭취량을 3분위수로 나눴을 때 삼분위군에서 일분위군 대비 대사증후군의 유병률이 각각 21%, 27% 감소했다.

식이섬유를 가용성과 불용성으로 나누어 대사증후군 또는 혈액지표와의 연관성을 본 연구들도 있었다 [20,27]. Steemburgo 등 [27]은 브라질에서 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 3일간의 식사기록법을 통해식이섬유 섭취량을 평가했는데 가용성식이섬유가 대사증후군과 음의 상관관계가 있음을 확인하였다. Moreno Franco 등 [20]은 심혈관질환이 없는 중년의 스페인 성인을 대상으로 반정량적 식사빈도조사법을 통해식이섬유 섭취량을 평가했는데 불용성식이섬유의 섭취는 혈압, 총콜레스테롤, 중성지방, 아포단백질 B100, 그리고 중성지방/HDL-콜레스테롤과 음의 상관관계를 나타냈으며, 가용성식이섬유의 섭취는 중성지방과 아포단백질 B100과 음의 상관관계를 나타냈다.

본 연구에서 고식이섬유 섭취 그룹의 경우는 고탄수화물 섭취에 의해 나타나는 대사질환과의 연관성이 여자에

서는 나타나지 않았다. 이에 대한 기작을 정확히 밝힐 수는 없지만 식이섬유 섭취수준이 증가함에 따른 전체적인 식사의 질과도 연관이 있을 것으로 추정된다. 본 연구에서 식이섬유 섭취 수준에 따라 탄수화물 섭취에 따른 다량영양소 섭취량을 살펴보았을 때, 탄수화물과 단백질 섭취는 고식이섬유 그룹에서 높았지만 지방섭취는 낮았다. 이는 Hosseinpour-Niazi 등 [26]이 수행한 연구에서 식이섬유를 많이 섭취하는 대상자들은 전곡, 과일, 야채, 콩을 많이 섭취하고 유제품은 적게 섭취하였으며, 식이섬유 섭취량이 증가함에 따라 에너지, 탄수화물, 단백질, 마그네슘 섭취량은 증가하였고, 지방, 포화지방, 단일불포화지방, 다불포화지방, 콜레스테롤 섭취는 낮아지는 경향을 보인 것과 유사한 결과였다.

그러나 복부비만의 경우 남자에서만 저식이섬유 섭취 그룹이며 탄수화물 섭취 사분위군일 때 복부비만 교차비가 감소하였지만 경향성은 유의적이지 않았다. 한국과 미국 성인의 탄수화물과 대사증후군 연관성을 살펴본 Ha 등 [28]의 연구에 의하면, 고탄수화물과 허리둘레가 미국 성인과 한국 여자에서는 관련이 없었으나 한국 남자에서만 탄수화물 섭취가 증가할수록 허리둘레가 낮은 결과를 보였다.

본 연구는 대규모 국가조사 자료를 이용해 한국 성인의 고식이섬유 섭취와 대사질환 간의 연관성을 평가한 연구라는 점에서 의의가 있으나, 다음과 같은 몇 가지 제한점을 갖는다. 첫 번째로, 본 연구는 단면연구로 식이섬유 및 탄수화물 섭취량과 대사질환과의 인과관계를 밝히기에는 제한점이 있다. 두 번째로, 본 연구에서 추정한 식이섬유 섭취량은 1일치의 24시간 회상법 자료를 이용한 것으로 개인별 일상적인 섭취량을 추정하기는 어렵다. 이에 본 연구에서는 식이섬유 섭취량을 5분위수로 나누어 대사증후군과의 그룹 간 연관성을 살펴보았다. 마지막으로, 본 연구에서 사용한 식이섬유 함량 데이터베이스에서 총 식이섬유에 대한 정보만을 제공하고 있어 식이섬유를 가용성과 불용성으로 분류하여 살펴볼 수 없었다.

본 연구의 결과는 한국 성인의 고식이섬유 섭취가 대사증후군의 낮은 위험도와 관련이 있다는 근거를 제시하였으나, 남자의 경우 고식이섬유 섭취 시 고중성지방혈증에 대한 교차비가 증가하였으므로 식이섬유 섭취와 탄수화물 섭취 수준을 함께 살펴볼 필요가 있다. 향후 우리나라 사람들을 대상으로 전향적인 연구를 수행하여 식이섬유와 탄수화물 섭취에 따른 대사질환과의 인과관계를 검증할 필요가 있으며, 이를 통해 식이섬유 섭취를 아우르는 탄수화물의 질적 섭취에 대한 구체적이고 실질적인 섭취 지침을 마련할 필요가 있다.

요 약

본 연구는 2013~2017년 국민건강영양조사의 검진조사에 참여한 만 20세 이상 성인을 대상으로 고식이섬유 섭취 및 고탄수화물 섭취와 대사질환 간의 연관성을 확인하였다. 한국 성인의 평균 식이섬유 섭취량은 24.1 g/일이었으며, 탄수화물 섭취 수준이 증가할수록 식이섬유 섭취량도 증가하는 경향을 보였다. 고식이섬유 섭취와 대사증후군과의 연관성을 확인하기 위해 식이섬유 섭취량을 5분위수로 분류하였을 때, 충분섭취량 이상의 고식이섬유 섭취는 대사증후군 위험 감소와 연관이 있었다. 또한, 식이섬유 섭취가 탄수화물 섭취와 밀접한 관련이 있다는 점을 반영하여 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성을 식이섬유 섭취수준에 따라 확인하고자 하였다. 이에 식이섬유 충분섭취량을 기준으로 하여 성별로 저식이섬유 섭취 그룹과 고식이섬유 섭취 그룹으로 분류한 후, 탄수화물 에너지 섭취비율과 대사질환과의 연관성을 분석한 결과 식이섬유 섭취수준에 따라 고탄수화물 섭취와 대사질환과의 연관성이 다름을 확인하였다. 저식이섬유 섭취 그룹에서는 남자의 경우 탄수화물 섭취가 삼분위군 일 때 일분위군에 비해 대사증후군과 죽상경화성 이상지질혈증의 교차비가 유의적으로 증가하고, 여자의 경우 탄수화물 섭취가 이분위군 일 때 일분위군에 비해 고콜레스테롤혈증의 교차비가 유의적으로 증가하였다. 그리고 고식이섬유 섭취 그룹에서는 남자의 경우 탄수화물 섭취비율이 증가할수록 고중성지방혈증의 위험도가 증가하는 경향을 보였다. 본 연구의 결과는 한국 성인의 고식이섬유 섭취가 대사증후군의 낮은 위험도와 관련이 있다는 근거를 제시하였으며, 특히 남자의 경우 고탄수화물 섭취와 대사지표와의 연관성을 살펴볼 때 식이섬유 섭취 수준을 살펴보는 것이 필요함을 제시했다는 데 의의가 있다. 따라서, 향후 우리나라 사람들을 대상으로 전향적인 연구를 실시하여 식이섬유, 탄수화물 섭취와 대사질환과의 인과관계를 검증할 필요가 있으며, 이를 통해 탄수화물의 질적 섭취에 대한 실질적인 섭취 지침을 마련할 필요가 있다.

ORCID

문희수: <https://orcid.org/0000-0003-1045-4500>

하경호: <https://orcid.org/0000-0002-0397-2070>

송윤주: <https://orcid.org/0000-0002-4764-5864>

References

1. Chen JP, Chen GC, Wang XP, Qin L, Bai Y. Dietary fiber and metabolic syndrome: a meta-analysis and review of related mechanisms. *Nutrients* 2017; 10(1): 24.
2. Brown L, Rosner B, Willett WW, Sacks FM. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 1999; 69(1): 30-42.
3. Fujii H, Iwase M, Ohkuma T, Ogata-Kaizu S, Ide H, Kikuchi Y, et al. Impact of dietary fiber intake on glycemic control, cardiovascular risk factors and chronic kidney disease in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus: the Fukuoka Diabetes Registry. *Nutr J* 2013; 12(1): 159.
4. AlEsa HB, Cohen R, Malik VS, Adebamowo SN, Rimm EB, Manson JE, et al. Carbohydrate quality and quantity and risk of coronary heart disease among US women and men. *Am J Clin Nutr* 2018; 107(2): 257-267.
5. Wei B, Liu Y, Lin X, Fang Y, Cui J, Wan J. Dietary fiber intake and risk of metabolic syndrome: a meta-analysis of observational studies. *Clin Nutr* 2018; 37(6 Pt A): 1935-1942.
6. Morimoto N, Kasuga C, Tanaka A, Kamachi K, Ai M, Urayama KY, et al. Association between dietary fibre:carbohydrate intake ratio and insulin resistance in Japanese adults without type 2 diabetes. *Br J Nutr* 2018; 119(6): 620-628.
7. Yeon S, Oh K, Kweon S, Hyun T. Development of a dietary fiber composition table and intakes of dietary fiber in Korea national health and nutrition examination survey (KNHANES). *Korean J Community Nutr* 2016; 21(3): 293-300.
8. Lie L, Brown L, Forrester TE, Plange-Rhule J, Bovet P, Lambert EV, et al. The association of dietary fiber intake with cardiometabolic risk in four countries across the epidemiologic transition. *Nutrients* 2018; 10(5): 628.
9. Grooms KN, Ommerborn MJ, Pham DQ, Djoussé L, Clark CR. Dietary fiber intake and cardiometabolic risks among US adults, NHANES 1999-2010. *Am J Med* 2013; 126(12): 1059-1067. e1-4.
10. Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society; 2015.
11. Grundy SM, Cleeman JJ, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute scientific statement. *Circulation* 2005; 112(17): 2735-2752.
12. Lee SY, Park HS, Kim DJ, Han JH, Kim SM, Cho GJ, et al. Appropriate waist circumference cutoff points for central obesity in Korean adults. *Diabetes Res Clin Pract* 2007; 75(1): 72-80.
13. Rhee EJ, Kim HC, Kim JH, Lee EY, Kim BJ, Kim EM, et al. 2018 Guidelines for the management of dyslipidemia. *Korean J Intern Med* 2019; 34(4): 723-771.
14. Austin MA, King MC, Vranizan KM, Krauss RM. Atherogenic lipoprotein phenotype. A proposed genetic marker for coronary heart disease risk. *Circulation* 1990; 82(2): 495-506.
15. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Food patterns equivalents intakes from food: mean amounts consumed per individual, by family income as % of poverty level and age, what we eat in America, NHANES 2015-2016 [Internet]. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service; 2018 [cited 2019 Apr 30]. Available from: www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/fsrg.
16. Public Health England. National diet and nutrition survey. Results from years 7 and 8 (combined) of the rolling programme (2014/2015 to 2015/2016). London: Public Health England; 2018.
17. Ministry of Health, Labour and Welfare. The national health and nutrition survey in Japan. Tokyo: Ministry of Health, Labour and Welfare; 2016.
18. Wang HJ, Wang ZH, Zhang JG, Du WW, Su C, Zhang J, et al. Trends in dietary fiber intake in Chinese aged 45 years and above, 1991-2011. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68(5): 619-622.
19. Cabello-Saavedra E, Bes-Rastrollo M, Martinez JA, Diez-Espino J, Buil-Cosiales P, Serrano-Martinez M, et al. Macronutrient intake and metabolic syndrome in subjects at high cardiovascular risk. *Ann Nutr Metab* 2010; 56(2): 152-159.
20. Moreno Franco B, León Latre M, Andrés Esteban EM, Ordovás JM, Casasnovas JA, Peñalvo JL. Soluble and insoluble dietary fibre intake and risk factors for metabolic syndrome and cardiovascular disease in middle-aged adults: the AWHIS cohort. *Nutr Hosp* 2014; 30(6): 1279-1288.
21. Kouki R, Schwab U, Hassinen M, Komulainen P, Heikkilä H, Lakka TA, et al. Food consumption, nutrient intake and the risk of having metabolic syndrome: the DR's EXTRA Study. 2011; 65(3): 368-377.
22. Silva FM, Steemburgo T, de Mello VD, Tonding SF, Gross JL, Azevedo MJ. High dietary glycemic index and low fiber content are associated with metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes. *J Am Coll Nutr* 2011; 30(2): 141-148.
23. Weickert MO, Pfeiffer AF. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *J Nutr* 2008; 138(3): 439-442.
24. Papanthanasopoulos A, Camilleri M. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology* 2010; 138(1): 65-72. e1-2.
25. McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Saltzman E, Wilson PW, Jacques PF. Carbohydrate nutrition, insulin resistance, and the prevalence of the metabolic syndrome in the Framingham Offspring Cohort. *Diabetes Care* 2004; 27(2): 538-546.
26. Hosseinpour-Niazi S, Mirmiran P, Mirzaei S, Azizi F. Cereal, fruit and vegetable fibre intake and the risk of the metabolic syndrome: a prospective study in the Tehran Lipid and Glucose Study. *J Hum Nutr Diet* 2015; 28(3): 236-245.
27. Steemburgo T, Dall'Alba V, Almeida JC, Zelmanovitz T, Gross JL, de Azevedo MJ. Intake of soluble fibers has a protective role for the presence of metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63(1): 127-133.
28. Ha K, Kim K, Chun OK, Joung H, Song Y. Differential association of dietary carbohydrate intake with metabolic syndrome in the US and Korean adults: data from the 2007-2012 NHANES and KNHANES. *Eur J Clin Nutr* 2018; 72(6): 848-860.