

성인의 만성질환관련 탄수화물 식사지침 연구*

정혜경[†] · 양은주^{**} · 박원옥^{**}

호서대학교 자연과학부 식품영양전공
Department Food Science & Human Nutrition, ** Michigan State University, USA

Carbohydrate Intake Associated with Risk Factors of Coronary Heart Disease in the Adults: NHANES III

Chung, Hae Kyung[†] · Yang, Eun Ju^{**} · Song, Won O^{**}

Division of Food Science & Human Nutrition, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea
Department Food Science & Human Nutrition, ** Michigan State University, MI, USA

ABSTRACT

Recent research reported health risks associated with high carbohydrates diets. Objectives of this study were to evaluate in a cross-sectional study if high carbohydrate diet is associated with coronary heart disease(CHD) risk factors: examined blood concentration of triglyceride(TG), total cholesterol, high density lipoprotein cholesterol(HDL-C), plasma glucose, systolic blood pressure(BP), body mass index(BMI), waist- hip ratio(WHR) and waist-stature ratio(WSR). Using the most recent US National Health and Nutrition Examination Survey(NHANES III) data, the nationally representative US population(3772 men, 4095 women of 25~64 years of age), was divided into low vs. high carbohydrate diet groups(below 40% vs. above 60% energy intake from carbohydrates) and compared by the CHD risk factors. Triglyceride was higher($p < 0.001$) in the high carbohydrate group, whereas high density-lipoprotein cholesterol(HDL-C) was lower($p < 0.01$) in the high carbohydrate diet group. In plasma glucose, there was no significant differences between high carbohydrate diet and low carbohydrate diet. In adiposity(BMI, WHR and WSR), it also showed no significant differences. After adjustment for age, ethnicity, alcohol and smoking, in upper 60%-carbohydrate diet, Odds Ratio of TG and HDL-C were 1.42 and 1.23 in men and 1.22 and 1.17 in women. 50~60% carbohydrate diet was associated with decreased risk of CHD. Dietary guidelines for Koreans recommend 60~70% of total energy from carbohydrates, as Koreans traditionally consumed high carbohydrate diets. In a cross-sectional population of adults, diets containing 55~60% energy from carbohydrate were suggested as a dietary guideline of carbohydrate intake for Koreans. (*Korean J Nutrition* 33(8) : 873~881, 2000)

KEY WORDS: carbohydrate intake, coronary heart disease(CHD), NHANES III, dietary guideline, CHD risk factors.

서 론

그동안 만성질환 관련 지방섭취에 관한 연구들이 많이 이루어져 왔으나 최근에는 탄수화물섭취에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 한국의 경우를 살펴보아도 만성질환의 발생률이 증가추세에 있으며, 이와 관련된 식사 위험요인의 연구도 많이 이루어지고 있다. 특히 한국에서 80년대 이후 증가하기 시작한 심혈관계질환의 발병률은 현재에 이르기 까지 사망원인 제1위로 보고되고 있다.¹⁾ 그 동안 심혈관계 질환의 위험요인이 될 수 있는 고지혈증에 대한 연구^{2~5)}가

채택일 : 2000년 12월 4일

*This paper was accomplished with Research Fund provided by Korea Research Foundation, Support for Faculty Research Abroad

[†]To whom correspondence should be addressed.

주로 이루어져 왔고, 이러한 연구들에서 대개 심혈관계질환의 식사위험 요인을 과도한 지방 섭취 양 때문으로 보고 있다. 그러나 1995년 한국국민영양조사보고⁶⁾에 의하면 탄수화물, 지방 단백질의 총 열량 섭취비율은 65.3% : 18.4% : 16.3%로 지방의 섭취비율이 높다고 볼 수 없다. 그런데도 불구하고 만성질환 중에서도 심혈관계 질환의 증가원인을 증가된 지방섭취량 때문으로 보고 있는데, 이는 서구사회에서 이루어진 연구^{7~10)}의 영향이 크기 때문으로 보인다.

미국인의 경우 평균 열량 섭취비율은 탄수화물 : 지방 : 단백질이 43~47% : 36~37% : 16~21%로서 한국인에 비해 2배의 지방섭취비율을 보이고 있다. 따라서 미국인의 경우, 심혈관계 환자에게 과도한 지방섭취대신에 탄수화물 섭취를 권장하고 있으며,¹¹⁾ 이의 섭취기준은 대개 55% : 30% : 15%이다. 그러나 최근 미국의 한 연구¹²⁾에 의하면成년기이후 여성에게 고 탄수화물식사(60% of total en-

ergy)를 4주간 급여한 경우가 저 탄수화물식사(40% of total energy)를 급여한 경우에 비해 혈액 내 중성지방(Triglyceride)수준을 높이고, High density lipoprotein cholesterol(HDL-C) 수준을 낮추어 심혈관계질환에 유리하지 않은 것으로 나타나, 지방 섭취를 탄수화물로 대체하는 것은 현명하지 않다고 보고 있으며 탄수화물의 섭취 비율을 총 에너지의 45%까지 낮출 것을 권장하고 있다. 그 외 다른 연구들^{13~16)}에서도 고 탄수화물 식사는 인슐린저항성(Resistance of Insulin)을 증가시키고, 이는 plasminogen activator inhibition을 증가시켜 혈액내에 smaller and denser low density lipoprotein particle을 증가시키고, HDL-C를 낮추는 효과를 가져와서 postprandial lipemia 현상을 나타나게 한다는 것이다. 그러나 일반적으로 현재 국내에서 고 탄수화물 식사는 일반화되어 있지 않으므로 그 동안 주목의 대상이 되지 못하였다. 최근 들어서야 고 탄수화물식사와 심혈관계질환과의 관계에 관한 연구들^{17~19)}이 늘어나고 있으며 이는 주로 동물실험이나 인체를 대상으로 한 연구들에 제한되어 있다. 따라서 미국에서도 국민영양건강조사자료(NHANES)를 이용한 연구가 필요하다고 보인다.

한국인의 경우 과도한 탄수화물의 섭취가 문제가 될 수 있는 상황인데도 불구하고, 현재 당질의 섭취비율을 60~65% 이상 권장하고 있으며, 한국인 영양권장량²⁰⁾에서는 60~70%까지 권장하고 있어 지나친 고 탄수화물식사를 권장하는 경향을 보인다. 한국인 뇌혈관질환자의 경우 정상군에 비해 혈청 콜레스테롤이 유의 적으로 낮고, 환자와 대조군 간에 혈청 콜레스테롤보다는 혈청중성지방의 차이가 크게 나타나, 이의 원인을 한국인의 당질위주의 식사 습관에서 기인한 바 크다고 보았다. 한국인 당뇨환자를 대상으로 한 또 다른 연구²¹⁾에서도 당뇨병이 서구형 식생활 즉 포화지방의 섭취증가와 관련이 있다는 점은 성급한 견해로 생각되어, 한국인의 지방섭취를 제한할 필요가 없다고 보았고 탄수화물, 지방, 단백질의 열량 비를 60% : 22% : 18%로 권장하였다. 따라서 한국인의 경우에도 만성질환에 관련된 탄수화물섭취에 관한 연구들이 이루어져야 할 것으로 보인다.

본 연구는 고 탄수화물 식사를 하는 사람들과 저 탄수화물 식사를 하고 있는 사람들의 만성질환위험요인들이 어떻게 다르게 나타나는지를 분석하고자 하였다. 따라서 본 연구는 미국인들에게 지방을 탄수화물로 대체하여 탄수화물의 섭취수준이 각기 다를 때 심혈관계질환의 위험요인이 어떻게 다르게 반응하는가를 제시하는데 연구목적이 있으며, 또한 한국인들의 심혈관계질환의 위험도를 낮추기 위한 탄수화물 섭취수준을 새롭게 모색해 보는데도 기초자료로서

이용될 수 있다고 본다.

연구대상 및 방법

1. 연구자료 및 연구대상

본 연구는 미국의 National Center for Health Statistics의 The Third Nutritional Examination Survey (NHANES III, 1988~1994)의 자료²²⁾를 이용하여 통계분석하였다. NHANES III 조사는 참가자의 집에 두 나라 언어를 사용하는 조사자(bilingual interviewer)가 방문하여 표준화된 설문지를 사용하여 이루어졌다. 이 중 의학적 검사는 NHANES 이동 검사센타에서 건강조사원에 의해 이루어졌고, 전체 혈액과 혈청에 대한 생화학적 분석이 이루어졌다. 그리고 24시간 회상법(24-hour recall method)에 의해 이루어진 식사조사자료결과를 이용하였다. 총 40,600명이 조사에 참여하도록 되었으며, 이 중 86%는 가구내 조사를 마쳤으며 78%는 가구조사와 의학적 조사를 함께 수행하였다.

본 연구는 가구조사와 의학적 검사를 함께 마친 25~64세 까지의 성인을 대상으로 이루어졌으며, 임산부와 수유부 및 심혈관 질환과 같은 특별한 질병이나 현재 특수한 식사요법을 시행하고 있는 경우도 분석대상에서 제외시켰다. 본 자료분석에 이용된 총 조사대상자 수는 남자 3772명, 여자 4095명이었다.

2. 결과변수(Outcome variables)

본 연구에서는 앞서 행해진 연구²³⁾를 참조하여 아래와 같은 변수를 심혈관계질환의 위험요인(CHD risk factors)으로 간주하여 분석하였다. 즉 나이, 인종, 교육수준, 소득수준, 흡연, 알코올섭취, 신체활동, BMI(body mass index), WHR(waist-to-hip ratio), WSR(waist-to-stature ratio), 수축기 혈압(systolic blood pressure), 이완기 혈압(diastolic blood pressure), 혈청 중성지질(TG), 혈청 총 콜레스테롤, serum high density lipoprotein (HDL-C), 혈장 인슐린, 혈장 글루코스 들이었다. 전체 모델로부터 step-down multiple linear regression analysis에 의하여 12개의 risk factors(나이, 인종, 흡연, 알코올 섭취, BMI, WHR, WSR, 수축기 혈압, 혈청 중성지방, 혈청 총 콜레스테롤, 혈청HDL-C, 혈장 글루코스)들이 선정되었다. 마지막으로 탄수화물 섭취량과 선정된 8 primary risk factors(BMI, WHR, WSR, 수축기 혈압, 혈청 중성지방, 혈청 총 콜레스테롤, 혈청HDL-C, 혈장 글루코스)와의 관련성을 나이, 인종, 흡연 및 알코올을 ad-

just 한 후에 분석하였다.

3. 자료분석방법

본 연구의 자료분석은 SUDAAN(Research Triangle Institute, Research Triangle Park, NC)²⁵⁾에 의해 이루어졌다. 모든 분석은 샘플링의 오차를 줄이기 위하여 sampling weights를 포함시켰다. 그리고 남녀의 다른 체질적 특성을 고려하여, 각각 남녀 별로 multiple linear regression과 multiple logistic regression을 이용하여 자료를 분석하였다. 식사섭취조사는 24 hour-recall method로 조사한 자료를 이용하였고, 나이, 인종을 adjust한 후에 linear regression에 의하여, 각 영양소 섭취량을 종속변수로 하여 탄수화물섭취수준(고 탄수화물 군과 저 탄수화물 군)에 따른 차이를 t-test에 의하여 살펴보았다. 최종적으로 선정된 8 primary risk factors의 평균과 odds ratio는 나이, 인종, 흡연, 알코올섭취량을 adjust 한 후에, 탄수화물섭취수준(< 40%, 40~50%, 50~60%, > 60%)에 따른 차이를 logistic regression에 의하여 분석하

였다. 이 때 8 primary risk factors는 odds ratio를 구하기 위하여 2 groups로 나누었는데, BMI < = 30kg/m², 수축기 혈압 < 140mmHg, 혈청 중성지방 < 200mg/dl, 혈청 총 콜레스테롤 < 240mg/dl, 혈청 HDL-cholesterol ≥ 35mg/dl, 혈장 글루코스 < 110mg/dl을 기준으로 하였다. 그리고 탄수화물섭취수준별로는 제일 낮은 에너지비군(< 40%)의 odds ratio를 1.0의 기준으로 하여 위험도의 차이를 보았다.

결 과

1. 사회경제적 배경에 따른 차이

탄수화물 섭취가 사회경제적 배경에 따라 어떤 차이를 보이는가는 Table 1에 제시하였다. 고 탄수화물식사나 저 탄수화물식사를 하는 사람들의 나이나 교육수준에서는 탄수화물섭취수준에서 별 다른 차이가 발견되지 않았다. 그러나 인종별로는 차이를 보였는데, 백인과 흑인의 경우 히스페닉이나 기타 다른 인종에 비해 저 탄수화물식사를 하는 사람

Table 1. Sociodemographic differences of adults with high vs. low carbohydrate intake¹⁾: NHANES III

	Men						Women					
	Low CHO		High CHO		p	Low CHO		High CHO		p ³⁾		
	n	%	n	%		n	% ²⁾	n	%		n	
All	925	61.9	509	38.1		692	49.1	771	50.9			
Ethnicity												
White	310	75.4 ²⁾	179	74.3	0.001	251	75.8 ²⁾	272	72.4	0.002		
Black	336	14.0	123	8.0		256	14.3	227	11.0			
Hispanic	257	5.2	172	6.0		161	4.1	215	5.0			
Others	22	5.4	35	11.7		24	5.8	57	11.6			
Age(yr)												
25 ~ 34	320	36.0	185	34.4	0.706	237	32.6	270	34.2	0.303		
35 ~ 44	288	32.4	134	32.2		229	33.9	220	31.4			
45 ~ 54	174	20.0	88	18.8		111	17.4	130	14.2			
55 ~ 64	143	11.6	102	14.6		115	16.1	151	20.2			
Education(yr)												
Less 6	102	3.3	118	8.3	0.017	64	4.5	124	7.3	0.043		
7 ~ 12	521	50.0	224	41.9		437	57.6	409	47.8			
13 ~ 16	236	33.5	116	32.8		160	32.4	192	3.8			
Over 17	66	13.2	51	17.1		31	5.6	46	12.0			
Income ⁴⁾												
Less 1.3	311	19.1	188	17.6	0.856	256	21.4	321	24.0	0.594		
1.3 ~ 3.0	306	32.2	159	31.5		226	30.2	251	31.7			
Over 3.0	308	48.7	162	50.9		210	48.4	199	44.4			

¹⁾Low CHO: The group whose carbohydrate intake is less than 40 % of energy intake,

High CHO: The group whose carbohydrate intake is over 60 % of energy intake

²⁾Columns add to 100% weighted percentage based on the US population

³⁾Chi-square test

⁴⁾Poverty income ratio

들의 비율이 높았고, 특히 흑인의 경우가 저 탄수화물 식사를 하는 사람들의 비율이 높았다. 역시 아시안들을 포함하는 기타 다른 인종에서는 고 탄수화물식사를 하는 사람들의 비중이 제일 높은 것으로 나타났다. 이는 인종별로 심혈관 위험요인의 차이를 보였다는 연구결과²⁴⁾를 볼 때 인종별로 식사 패턴의 차이가 있음을 알 수 있다. 소득수준별로는 유의적인 차이는 없었지만 남자의 경우 고소득에서 고 탄수화물식사를 하는 사람들의 비중이 약간 높았고, 여자의 경우는 고소득계층에서 저 탄수화물식사를 하는 사람들의 비중이 약간 높았다.

2. 영양소섭취 패턴의 차이

고 탄수화물식사와 저 탄수화물식사를 하는 경우에 영양소섭취패턴이 어떤 차이를 보이는가는 Table 2에 제시하였다. 남자의 경우, 저 탄수화물식사의 탄수화물 : 지방 : 단백질 비율이 33.5% : 40.4% : 17.4%이었고, 고 탄수화물식사의 비는 65.9% : 23.1% : 12.7%로 나타났다. 여자의 경우, 저 탄수화물식사의 탄수화물 : 지방 : 단백질 비율이 34.5% : 42.3% : 17.2%이었고, 고 탄수화물식사의 비는 67.0% : 42.3% : 12.9%로 나타났다. 칼슘과 리보플라빈, 비타민 B6, 아연, 나이아신은 저 탄수화물식사 군에서 높게 섭

Table 2. Daily nutrient intakes of adults with high vs. low carbohydrate intake^{1,2)}: NHANES III

	Men			Women		
	Low CHO	High CHO	p ³	Low CHO	High CHO	p
Energy(kcal)	2936 ± 52	2400 ± 63	0.000	1998 ± 44	1629 ± 36	0.000
Total fat(g)	132 ± 3	63 ± 2	0.000	94 ± 3	41 ± 1	0.000
Cholesterol(mg)	508 ± 15	194 ± 11	0.000	351 ± 17	121 ± 5	0.000
Protein(g)	124 ± 3	76 ± 2	0.000	84 ± 51	51 ± 2	0.000
Carbohydrate(g)	245 ± 4	393 ± 10	0.000	173 ± 4	271 ± 6	0.000
Fiber(g)	17 ± 0	21 ± 1	0.000	12 ± 0	16 ± 1	0.000
Sugar(g)	100 ± 4	212 ± 9	0.000	71 ± 2	143 ± 5	0.000
Vitamin A(RE)	983 ± 85	1153 ± 109	0.202	924 ± 70	934 ± 78	0.928
Thiamin(mg)	1.94 ± 0.04	2.13 ± 0.08	0.021	1.36 ± 0.04	1.41 ± 0.05	0.411
Riboflavin(mg)	2.48 ± 0.05	2.18 ± 0.10	0.008	1.71 ± 0.05	1.49 ± 0.06	0.004
Niacin(mg)	32.5 ± 0.8	27.0 ± 1.1	0.000	22.2 ± 0.8	17.2 ± 0.6	0.000
Vitamin B ₆ (mg)	2.40 ± 0.05	2.29 ± 0.11	0.387	1.61 ± 0.05	1.49 ± 0.05	0.052
Vitamin B ₁₂ (mcg)	8.54 ± 0.69	4.83 ± 0.39	0.000	6.15 ± 0.63	2.79 ± 0.14	0.000
Folic acid(mcg)	301 ± 10	370 ± 23	0.011	224 ± 7	253 ± 12	0.031
Vitamin C(mg)	87 ± 5	137 ± 8	0.000	77 ± 4	117 ± 7	0.000
Vitamin E(mg)	11.8 ± 0.6	9.3 ± 0.7	0.005	9.7 ± 0.6	6.6 ± 0.4	0.000
Calcium(mg)	974 ± 33	830 ± 40	0.001	709 ± 26	641 ± 25	0.112
Iron(mg)	16.7 ± 0.4	21.4 ± 1.3	0.001	12.2 ± 0.3	13.1 ± 0.5	0.074
Zinc(mg)	17.1 ± 0.5	12.4 ± 0.6	0.000	11.3 ± 0.3	7.9 ± 0.3	0.000
Sodium(mg)	4800 ± 115	3670 ± 150	0.000	3439 ± 103	2356 ± 73	0.000
Potassium(mg)	3454 ± 61	3106 ± 104	0.007	2587 ± 63	2347 ± 55	0.002
Alcohol(g)	41 ± 4	1 ± 0	0.000	20 ± 2	1 ± 0	0.000
% Energy from						
Total fat	40.4 ± 0.5	23.07 ± 0.37	0.000	42.3 ± 0.5	22.39 ± 0.3	0.000
SFA	13.6 ± 0.2	7.48 ± 0.2	0.000	13.9 ± 0.2	7.48 ± 0.1	0.000
MFA	15.5 ± 0.2	8.55 ± 0.17	0.000	15.9 ± 0.2	8.18 ± 0.1	0.000
PUFA	8.1 ± 0.2	5.12 ± 0.17	0.000	9.3 ± 0.3	4.9 ± 0.1	0.000
Protein	17.4 ± 0.3	12.79 ± 0.26	0.000	17.2 ± 0.3	12.99 ± 0.2	0.000
Carbohydrate	33.5 ± 0.3	65.86 ± 0.34	0.000	34.5 ± 0.2	67.03 ± 0.3	0.000
Sugar	13.5 ± 0.4	34.8 ± 1.02	0.000	14.3 ± 0.3	35.03 ± 0.8	0.000
Alcohol	9.4 ± 0.6	0.45 ± 0.1	0.000	6.8 ± 0.6	0.38 ± 0.1	0.000
P/S ratio	0.66 ± 0.02	0.78 ± 0.03	0.002	0.74 ± 0.03	0.76 ± 0.03	0.513

¹Low CHO: The group whose carbohydrate intake is less than 40 % of energy intake

²High CHO: The group whose carbohydrate intake is over 60 % of energy intake

³Mean ± S.E: Sample weighted mean. Standard error is calculated by linearization(Taylor series) variance estimation of SUDAAN.

³Contrast between low and high carbohydrate intake group by t-test

취하는 반면, 총 캐로틴, 비타민 B₁ 및 철분은 고 탄수화물 식사 군에서 높게 섭취하는 것으로 나타났다. 두 군간에 특히 유의적인 차이를 보이는 것은 식이 섬유소, 설탕과 알코올이었는데, 특히 설탕 섭취량은 고 탄수화물군이 저 탄수화물군에 비해 2~3배의 섭취비율을 보여서 고 탄수화물군의 탄수화물급원의 상당부분이 설탕이라는 점은 특히 설탕은 전분보다 중성지방과 콜레스테롤을 더 높인다는 연구결과^[26]를 볼 때 고 탄수화물식사가 심혈관질환에 유리하지 않음을 시사한다. 고 탄수화물식사가 저 탄수화물식사에 비해 유리한 점은 탄수화물 중에서도 섬유소를 많이 함유한 전곡류의 기능 때문이라는 점에서도 더욱 그러하다. 그리고 알코올은 저 탄수화물군이 고 탄수화물군에 비해 섭취량이 상당히 높은 것으로 나타났다. 그러나 알코올이나 설탕에 비하면, 섬유소의 경우는 고 탄수화물군이 저 탄수화물군에 비해 다소 높기는 하지만 크게 차이나지 않고 있다.

3. 혈액 지방수준의 차이

탄수화물의 섭취수준에 따라 혈청지방이 어떤 차이를 보이는가를 Table 3에 제시하였다. 그 결과, 남자의 경우 저 탄수화물군이 고 탄수화물군에 비해 혈청 콜레스테롤이 유의적으로 높은 반면, 혈장 중성지방은 유의적으로 낮았고, HDL-C수준이 유의적으로 높았다. 유의 적이지는 않았지

만 혈장 글루코스의 경우는 저 탄수화물군이 고 탄수화물군에 비해 약간 낮은 경향을 나타내었다.

여성의 경우에 있어서는 HDL-C 수준이 저 탄수화물군에서 유의적으로 높았으며, 혈청 중성지방과 혈장 글루코스가 저 탄수화물군에서 유의 적이지는 않지만 다소 높은 경향을 나타내었다.

4. 혈압 및 Adiposity의 차이

탄수화물 섭취수준에 따라 혈압 및 Adiposity가 어떤 차이를 보이는가를 Table 4에 제시하였다. 그 결과, 수축기 혈압이 저 탄수화물군에서 고 탄수화물군에서 비해 유의적으로 높았고, BMI, WHR 및 WSR에 있어서는 유의적인 차이를 보이지 않아서 실제로 고 탄수화물을 섭취하고 있는 경우에도 저 탄수화물식사군에 비해 Adiposity가 유의적으로 낮은 경향을 보이지는 않는 것으로 나타났다. 따라서 지방을 탄수화물로 대체하여 섭취하더라도 인체 비만도에는 큰 영향을 미치지는 않을 것으로 생각된다.

5. 심혈관질환위험요인의 Odds Ratio의 차이

Table 5와 Table 6은 남녀 별로 탄수화물 섭취수준별로 심혈관질환위험요인의 위험도(Odds Ratio)를 구해 본 것이다. 탄수화물 섭취수준이 몇 %일 때 각 심혈관질환 위험요인들의 Odds Ratio가 가장 낮은 가를 보기 위한 것

Table 3. Serum lipid and plasma glucose concentration of adults with high vs. low carbohydrate intake^{1,2)}: NHANES III

	Men			Women		
	Low CHO	High CHO	p ³⁾	Low CHO	High CHO	p
Total cholesterol(mg/dl)	211.6 ± 1.6	201.5 ± 3.3	0.007	197.7 ± 1.8	198.2 ± 2.1	0.859
Triglycerides(mg/dl)	143.3 ± 5.0	179.2 ± 8.5	0.003	116.5 ± 6.2	126.5 ± 4.1	0.151
HDL cholesterol(mg/dl)	49.3 ± 1.0	41.4 ± 0.8	0.000	58.1 ± 1.1	53.0 ± 0.9	0.001
Glucose(mg/dl)	93.7 ± 0.7	95.1 ± 1.4	0.350	89.2 ± 0.7	91.2 ± 1.0	0.053

¹⁾Low CHO: The group whose carbohydrate intake is less than 40% of energy intake

²⁾High CHO: The group whose carbohydrate intake is over 60% of energy intake

³⁾Mean ± S.E: Sample weighted mean. Standard error is calculated by linearization(Taylor series) variance estimation of SUDAAN.

⁴⁾Contrast between low and high carbohydrate intake group by t-test

Table 4. Blood pressure and Adiposity of adults with high vs. low carbohydrate intake^{1,2)}: NHANES III

	Men			Women		
	Low CHO	High CHO	p ³⁾	Low CHO	High CHO	p
Systolic blood pressure(mmHg)	124.6 ± 0.7	121.0 ± 0.9	0.001	116.3 ± 0.7	114.9 ± 0.8	0.201
Body mass index(kg/m ²)	27.0 ± 0.3	26.3 ± 0.3	0.125	26.3 ± 0.3	25.9 ± 0.3	0.323
W/H ratio ⁴⁾	0.95 ± 0 ^{b)}	0.95 ± 0 ^{b)}	0.766	0.86 ± 0.01	0.85 ± 0 ^{b)}	0.524
W/S ratio ⁵⁾	0.54 ± 0.01	0.54 ± 0 ^{b)}	0.381	0.54 ± 0.01	0.53 ± 0 ^{b)}	0.155

¹⁾Low CHO: The group whose carbohydrate intake is less than 40% of energy intake

²⁾High CHO: The group whose carbohydrate intake is over 60% of energy intake

³⁾Mean ± S.E: Sample weighted mean. Standard error is calculated by linearization(Taylor series) variance estimation of SUDAAN.

⁴⁾Contrast between low and high carbohydrate intake group by t-test

⁵⁾Waist hip ratio

⁶⁾Waist stature ratio

^{b)}less than 0.01

Table 5. Odds ratio for CHD risk factors by the level of carbohydrate intake(Men): NHANES III

	Energy from carbohydrate				p ^{a)}
	< 40%	40~50%	50~60%	> 60%	
Systolic blood pressure					
Mean ± SE(mmHg) ^{b)}	123.9 ± 0.6	121.8 ± 0.5	121.6 ± 0.6	121.1 ± 0.9	0.007
Odds ratio(95%CI) ^{c)}	1.0	0.52(0.31~0.88)	0.58(0.32~1.04)	0.41(0.22~0.77)	0.020
Body mass index					
Mean ± SE(kg/m ²)	27.4 ± 0.3	26.6 ± 0.2	26.2 ± 0.3	26.2 ± 0.4	0.016
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.67(0.45~0.98)	0.45(0.28~0.70)	0.44(0.25~0.79)	0.006
W/H ratio					
Mean ± SE	1.0 ± 0	0.95 ± 0	0.95 ± 0	0.95 ± 0	0.015
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.82(0.61~1.11)	0.76(0.53~1.09)	0.86(0.48~1.54)	0.379
W/S ratio					
Mean ± SE	0.6 ± 0	0.54 ± 0	0.53 ± 0	0.53 ± 0	0.008
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.67(0.46~0.97)	0.56(0.40~0.78)	0.59(0.38~0.89)	0.008
Serum TG(mg/dl)					
Mean ± SE	146.0 ± 5.5	146.6 ± 4.3	150.9 ± 5.0	175.6 ± 8.5	0.020
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.81(0.44~1.51)	1.01(0.55~1.86)	1.42(0.73~2.76)	0.094
Serum total cholesterol					
Mean ± SE(mg/dl)	212.7 ± 1.8	202.4 ± 1.4	199.5 ± 2.0	199.8 ± 3.2	0.000
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.56(0.35~0.89)	0.56(0.31~1.01)	0.52(0.30~0.89)	0.058
Serum HDL cholesterol					
Mean ± SE(mg/dl)	47.0 ± 1.0	46.6 ± 0.7	46.6 ± 0.8	42.8 ± 0.9	0.001
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.69(0.50~0.96)	0.66(0.45~0.96)	1.23(0.69~2.19)	0.001
Plasma glucose					
Mean ± SE(mg/dl)+B27	95.7 ± 0.6	96.1 ± 0.5	95.5 ± 0.6	96.7 ± 1.1	0.726
Odds ratio(95%CI)	1.0	1.14(0.61~2.14)	0.84(0.53~1.33)	0.81(0.34~1.92)	0.564

^{a)}Wald F regression test between carbohydrate intake categories.^{b)}Means are adjusted for age, ethnicity, total energy intake, smoking and alcohol intake.^{c)}Adjusted for age, ethnicity, total energy intake, smoking, and alcohol intake

으로 일반적으로 탄수화물 에너지비가 40% 이하인 저 탄수화물식사의 Odds Ratio를 1.0으로 보았을 때 탄수화물에너지비가 40~50%, 50~60% 그리고 60% 이상 수준일 때 어떻게 나타날 수 있는지를 살펴보았다. 이 때 본 분석에 영향을 미칠 수 있는 나이, 인종, 알코올 그리고 흡연 요인들은 adjust 하여 영향력을 배제시킨 후 통계분석을 실시하였다. 남녀별로는 약간의 다른 경향을 보였다.

남자의 경우, 탄수화물 섭취수준에 따라 심혈관질환위험요인들의 Odds Ratio가 차이를 보였다. 체지방도를 나타내는 BMI, WHR 및 WSR은 고 탄수화물식사에 Odds Ratio가 낮은 경향을 보였는데 오히려 탄수화물에너지비가 50~60%일 때가 60% 이상일 때에 비해 더 낮은 경향을 보여 60%이상의 고 탄수화물식사는 체지방도를 낮추는 데에는 큰 효과가 없는 것으로 보인다. 그리고 혈청 총 콜레스테롤이나 혈장 글루코스 함량도 탄수화물에너지 비가 50~60%나 60% 이상일 때 Odds Ratio가 0.5~0.8로 낮아지는 효과를 보였다. 그러나 심혈관질환의 위험요인으로 간

주되는 중성지방이나 HDL-C의 경우는 탄수화물에너지비가 50~60% 수준에서는 1.01과 0.66의 Odds Ratio를 보였지만, 60%이상 수준에서는 Odds Ratio가 1.42과 1.23으로 더 높았다. 즉 탄수화물에너지비 40%이하의 저 탄수화물식사에 비해 위험도가 더 클 수 있음을 나타내고, 특히 60%이상의 고 탄수화물식사는 50~60%의 탄수화물식사보다 심혈관질환의 위험요인들의 Odds Ratio를 증가시키는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

여성의 경우에는 탄수화물 에너지비가 50~60%에서는 총 콜레스테롤만이 Odds Ratio가 1.49로 1.0(< 40% carbohydrate diet) 보다 높은 위험도를 보인 반면, 60% 이상의 고 탄수화물에너지 섭취수준에서는 중성지방, 총 콜레스테롤, HDL-C의 Odds Ratio가 1.22, 1.31, 1.17로 1.0 보다 높게 나타나 60% 이상의 고 탄수화물 섭취는 심혈관질환위험요인들의 위험도가 더 클 수 있음을 시사하고 있다. 따라서 남녀 모두 탄수화물에너지 비가 60%이상으로 증가하면 특히 중성지방과 HDL-C의 Odds Ratio가 1.0

Table 6. Odds ratio for CHD risk factors by the level of carbohydrate intake(Women): NHANES III

	Energy from carbohydrate				p ¹⁾
	< 40%	40~50%	50~60%	> 60%	
Systolic blood pressure					
Mean ± SE(mmHg) ²⁾	115.5 ± 0.7	115.8 ± 0.6	114.8 ± 0.5	114.5 ± 0.7	0.307
Odds ratio(95%CI) ³⁾	1.0	1.17(0.60~2.29)	1.50(0.64~1.72)	0.69(0.41~1.17)	0.124
Body mass index					
Mean ± SE(kg/m ²)	26.6 ± 0.3	26.2 ± 0.3	25.8 ± 0.3	25.6 ± 0.3	0.024
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.77(0.55~1.10)	0.63(0.44~0.92)	0.57(0.40~0.81)	0.018
W/H ratio					
Mean ± SE	0.86 ± 0	0.85 ± 0	0.85 ± 0	0.85 ± 0	0.284
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.79(0.54~1.16)	0.66(0.45~0.97)	0.82(0.56~1.21)	0.186
W/S ratio					
Mean ± SE	0.55 ± 0	0.54 ± 0	0.53 ± 0	0.53 ± 0	0.004
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.81(0.60~1.10)	0.65(0.46~0.93)	0.59(0.44~0.80)	0.003
Serum TG(mg/dl)					
Mean ± SE	118.5 ± 6.0	106.0 ± 2.9	118.6 ± 3.7	125.1 ± 4.1	0.001
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.54(0.34~0.87)	1.00(0.67~1.49)	1.22(0.84~1.77)	0.007
Serum total cholesterol					
Mean ± SE(mg/dl)	197.5 ± 1.6	199.2 ± 1.3	199.5 ± 1.6	197.0 ± 2.0	0.669
Odds ratio(95%CI)	1.0	1.50(0.95~2.37)	1.49(0.93~2.39)	1.31(0.78~2.20)	0.278
Serum HDL cholesterol					
Mean ± SE(mg/dl)	56.4 ± 1.0	56.8 ± 0.6	55.5 ± 0.7	53.5 ± 0.8	0.006
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.99(0.63~1.56)	0.98(0.59~1.62)	1.17(0.70~1.94)	0.827
Plasma glucose					
Mean ± SE(mg/dl)+B27	91.3 ± 0.6	91.5 ± 0.6	91.9 ± 1.0	91.7 ± 0.8	0.948
Odds ratio(95%CI)	1.0	0.88(0.51~1.52)	0.78(0.39~1.54)	0.90(0.52~1.53)	0.905

¹⁾Wald F regression test between carbohydrate intake categories.²⁾Means are adjusted for age, ethnicity, total energy intake, smoking and alcohol intake.³⁾Adjusted for age, ethnicity, total energy intake, smoking, and alcohol intake

이상으로 증가하는 경향을 보여 60%이상의 고 탄수화물식 사는 심혈관질환 위험요인의 위험도를 낮추는 데에 크게 바람직하지 않음을 나타낸다.

고 찰

본 연구는 탄수화물 섭취수준에 따라 만성질환과 관련된 식사위험요인이 어떻게 차이를 보이는 가를 살펴보기 위한 것이었다.

그 동안 서구사회에서 만성질환 중에서도 심혈관질환과 탄수화물 섭취량과의 관계는 크게 주목의 대상이 되지 못하였고, 주로 지방섭취량과의 관점에서 주로 논의되어 왔다. 따라서 지방섭취량을 줄이는 것이 중요한 관점이었고 한국도 이의 영향을 크게 받았다고 할 수 있다. 그러나 최근 2000년의 미국인 식사지침을 보면 지방섭취량을 줄이는 대신 지방의 종류를 제한하여 섭취하도록 하고 있다. 포화지방과 콜레스테롤 섭취량감소에 의한 심혈관질환의 감소

는 포화지방을 불포화지방으로 대체했을 때 가능한 것이고, 포화지방이 탄수화물로 대체되었을 때는 효과가 없다고 보았다.²⁸⁾

복합탄수화물 및 설탕의 높은 섭취량은 혈액내 중성지방 수준을 높이고, HDL-C 수준을 낮춤으로써, 심혈관질환의 위험도를 증가시키고 이때 탄수화물의 형태가 특히 영향을 미치는 것으로 나타났는데 즉, 심혈관질환위험요인은 혈당을 증가시키는 식품(Higher glycemic load food) 섭취 시 특히 섬유소 량이 적은 식품을 함께 섭취할 때 증가한다고 하였다.²⁹⁾³⁰⁾ 실제로 고 탄수화물 군과 저 탄수화물 군 간의 섬유소 섭취량의 차이는 크지 않으면서 고 탄수화물군의 설탕섭취비율이 저 탄수화물 군에 비해 2~3배나 되는 것을 볼 때 고 탄수화물섭취가 심혈관질환에 이롭지 않은 경향을 뼘을 알 수 있다.

심혈관질환의 위험도를 예전하는 데에 혈청 총 콜레스테롤을 사용하는 것은 멀리 직접적일 수 있고 오히려 HDL-C 수치로 본 혈청 콜레스테롤 수준평가가 훨씬 위험도를

예견하는 데에 효과적이라고 하였다.³¹⁾ Stampfer³²⁾에 의하면 비공복시의 중성지방수준이 심혈관계질환의 위험도를 예측하는데 독립적인 예견요인이 될 수 있다고 하였다. 또 다른 연구에서는 LDL-C이 심혈관계질환의 위험도 예견요인이 될 수 있다고 하였다.³³⁾ 따라서 본 연구분석 결과 60% 이상의 고 탄수화물식사시 40%이하의 저 탄수화물식사에 비해, 특히 혈청중성지방이 높고 HDL-C가 낮게 나타나는 것은 60%이상의 고 탄수화물식사가 심혈관계질환에 좋지 않음을 시사한다.

실제로 탄수화물에너지비가 어느 정도일 때 심혈관계질환위험요인들의 위험도를 낮출 수 있는가를 분석한 결과, 탄수화물 에너지비를 60%이상으로는 섭취하지 않도록 하는 것이 바람직하다고 생각된다. 탄수화물 에너지비를 40% 이하, 40~50%, 50~60%, 60%이상의 4군으로 나누어 Odds Ratio를 구해 보았는데 이 때 40%이하군의 Odds Ratio를 1.0으로 하였다. 그 결과 50~60% 군에서는 여자의 경우만 수축기 혈압과 총 콜레스테롤의 Odds Ratio가 1.50와 1.49로 1.0을 넘어서고 있었다. 반면, 탄수화물 에너지비가 60%이상인 군에서는, 남자인 경우가 중성지방과 HDL-C의 Odds Ratio가 각각 1.42와 1.23으로 1.0을 넘어서고 있고, 여자의 경우는 중성지방, 총 콜레스테롤과 HDL-C의 Odds Ratio가 각각 1.22, 1.31 및 1.17로 높게 나타나고 있다.

따라서 40% 이하의 저 탄수화물, 고지방 식사보다는 고지방을 탄수화물로 대체한 고 탄수화물식사, 저지방식사가 심혈관계질환의 위험도를 낮추는데 좀 더 유리하다고 볼 수도 있지만 이는 탄수화물섭취비가 50~60% 수준일 때가 위험도가 낮아지는 경향을 보이는 반면, 오히려 60% 이상 수준이 되면 중성지방, HDL-C의 Odds Ratio가 1.0 이상으로 증가하여 오히려 바람직하지 않았다. 따라서 탄수화물 에너지 비는 50~60%일 때가 심혈관계질환 위험요인의 위험도를 낮추는데 다소 적합해 보인다.

결론 및 제언

본 연구는 성인의 만성질환과 관련하여 탄수화물 에너지 섭취비율을 어떻게 제안하는 것이 바람직한지를 제시하기 위해 시도되었다. 이를 위해 탄수화물 에너지 비를 40%이하, 40~50%, 50~60%, 60%이상의 4군으로 나누어 Odds Ratio를 구해 보았다. 그 결과 40% 이하의 저 탄수화물, 고지방 식사보다는 탄수화물섭취비가 50~60% 수준일 때가 심혈관계질환의 위험도가 낮아지는 경향을 보이는 반면, 오히려 60% 이상 수준이 되면 중성지방, HDL-C의 Odds Ra-

tio가 1.0 이상으로 증가하여 바람직하지 않을 수도 있음을 보인다.

따라서 비교적 고탄수화물을 섭취하고 있는 한국인의 경우에서 살펴본다면 한국인 권장량에서 권장하고 있는 탄수화물 열량구성비 60~70%는 심혈관계질환과 같은 만성질환의 위험도 측면에서 바람직하지 않을 수도 있으므로, 한국인의 전통적인 탄수화물의존 식사형태를 고려하여 만성질환위험요인의 위험도를 낮출 수 있는 탄수화물 에너지비율을 55~60%의 정도로 낮추는 것도 고려해 볼 가치가 있다.

또한 이 기회를 통하여 한국인 국민건강영양조사 결과의 자료(Database)가 공개되기를 희망한다. 즉 한국 영양학자들이 한국인의 국민 영양조사의 자료(Database)를 이용하여 한국인의 만성질환 예방을 위한 바람직한 식사지침연구들이 많이 이루어지기를 기대한다.

Literature cited

- National Statistical Office, Annual report of the cause for death statistics(1995), 1997
- Kim JS. Trend of the cause of death in Korea. *Korean J Medicine* 36: 271-284, 1993
- Lee YJ. Hypercholesterolemia in Korea and nutritional factors. *Korean J Lipidology* 1: 111-122, 1991
- Park HS, Shin ES, Kim SY. Diet patterns hypercholesterolemic patients. *Korean J of Lipidology* 3(2): 150-159, 1993
- Cho SH, Choi YS. Diet therapy of hyperlipidemia. *Korean J Lipidology* 4(2): 109-118, 1994
- '95 National Nutrition Survey Report, Ministry of Health and Welfare, Korea, 1997
- Grundy SM, Bilheimer D, Blackburn H, et al. Rationale of the diet-heart statement of the American Heart Association. *Circulation* 65: 839A-854A, 1982
- Kannel WB, Cupples LA, Ramaswami R, Stokes III J, Kroger BE, Higgins M. Regional obesity and risk of cardiovascular disease: The Framingham study. *J Clin Epidemiol* 44(2): 183-190, 1991
- Simonsen T, Vartun A, Lyngmo V, Nordoy A. Coronary heart disease, serum lipid, platelets and dietary fish in two communities in northern Norway. *Acta Med Scand* 222: 237-245, 1987
- McGree DL, Reed DM, Yano K. Ten year incidence of coronary heart disease in the Honolulu heart program: Relationship to nutrient intake. *Am J Epidemiol* 119: 667-676, 1984
- American Heart Association. Dietary Guidelines for healthy American adults. *Circulation* 94: 1795-1800, 1996
- Jeppesen J, Schaaf P, Jones C, Zhou M-Y, Chen Y-D I, Reaven GM. Effects of low-fat, high-carbohydrate diets on risk factors for ischemic heart disease in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 65: 1027-1033, 1997
- Ulrich IH, Albrink MJ. Lack of effect of dietary fiber on serum lipids, glucose and insulin in healthy young men fed high starch diets. *Am J Clin Nutr* 36: 1-9, 1982
- Assman G, Schulte H. relation of high-density lipoprotein cholesterol and triglycerides to incidence of atherosclerotic coronary artery disease(the PROCAM experience). *Am J Cardiol* 70: 733-737, 1992

- 15) Criqui MH, Heiss G, Cohn R, et al. Plasma triglyceride level and mortality from coronary heart disease. *N Engl J Med* 328: 1220-1225, 1993
- 16) Hamsten A, Wiman B, Defaire U, Blomback M. Increased plasma level of a rapid inhibitor of tissue plasminogen activator in young survivors of myocardial infarction. *N Engl J Med* 313: 1557-1563, 1993
- 17) Jeppesen J, Chen Y-D I, Zhou MY, Wang T, Reaven GM. Effect of variations in oral fat and carbohydrate load on postprandial lipemia. *Am J Clin Nutr* 62: 1201-1205, 1995
- 18) Albrink MJ, Ullrich IH. Interaction of dietary sucrose and fiber on serum lipids in healthy young men fed high carbohydrate diets. *Am J Clin Nutr* 43: 419-428, 1986
- 19) Szostak WB, Cybulski B. Dietary carbohydrates in prevention and treatment of metabolic disease of major public health importance. *Am J Clin Nutr* 45: 1207-1217, 1987
- 20) Recommended dietary allowances for Koreans, 6th revision, The Korean Nutrition Society, Seoul, 1995
- 21) Kwon CS, Park KH, Yoon SH, Jang HS. The status of Serum lipids and antioxidant Vitamins in female patients with cerebrovascular disease. *Korean J Nutrition* 31(1): 24-29, 1999
- 22) Yang EJ. A study on dietary factors related to the incidence of diabetes mellitus in Korea. Ph.D. Thesis. Ewha Womans University, 1996
- 23) National Center for Health Statistics. Plan and operation of the third National Health and Nutritional Examination Survey, 1988-1994. Series 1: programs and collection procedures. Vital Health Stat 1. No. 32: 1-407. 1994
- 24) Sundquist J, Winkleby MA. Cardiovascular risk factors in mexican american adults: A transcultural analysis of NHANES III, 1988-1994.
- 25) Shah BV, Barnwell BG, Hunt PN, Nileen P, LaVange LM. SUDAAN User's Manual, Release 5.50. Research Triangle Park, NC: Research Triangle Institute, 1991
- 26) Reiser S, Hallfrisch J, Michaelis OE, Lazar FL, Martin RE, Prather ES. Iso-caloric exchange of dietary starch and sucrose in humans. 1. Effects on level of fasting blood lipids. *Am J Clin Nutr* 32: 1659-30, 1979
- 27) Liu SM, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Rimm E, Manson JE, Hennekens CH, Willett WC. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *Am J Clin Nutr* 70: 412-419, 1999
- 28) Willett WC. Nutritional Epidemiology, 2nd ed. Oxford. pp.453, 1998
- 29) Salmeron J, Ascherio A, Rimm E, Colditz G, Spiegelman D, Stampfer M. Carbohydrate quality and risk of non-insulin dependent diabetes in women(abstract). *Am J Epidemiol* 141: 62-67, 1995
- 30) Salmeron J, Ascherio A, Rimm E, Colditz G, Spiegelman D, Stampfer M, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 20: 545-550, 1997
- 31) Willet WC. Nutritional Epidemiology 2nd ed. Oxford pp.454-460, 1998
- 32) Stampfer MJ, Krauss RM, Ma J, Blance PJ, Holl G, Sacks FM, Hennekens CH. A prospective study of triglyceride level, low-density lipoprotein particle diameter, and risk of myocardial infarction. *JAMA* 276: 882-888, 1996
- 33) Sacks FM, Pfeffer MA, Moye LA, Rouleau JL, Rutherford JD. The effect of pravastatin on coronary events after myocardial infarction in patients with average cholesterol levels-Cholesterol and recurrent events trial investigators. *N Engl J Med* 335: 1001-1005, 1996