



Consumption of Added Sugars and Lipid Profiles in Korean Population from a Cohort Study

Sang Yeun Kim, Sun Ha Jee

Department of Epidemiology and Health Promotion, Institute for Health Promotion,
Graduate School of Public Health, Yonsei University, Seoul, Korea

첨가당과 혈청지질 농도와의 관련성에 관한 코호트 연구

김상연, 지선하

연세대학교 보건대학원 역학건강증진학과, 국민건강증진연구소

Objectives: The purpose of the study was to examine the relationship between added sugar consumption and dyslipidemia.

Methods: Final study subjects consisted of 18,713 participants after the exclusion of participants with dyslipidemia or under lipid lowering medications at baseline. Added sugar levels were categorized into tertiles [men: Low <8.0 g, Middle: 8.0-21.9 g, High \geq 22.0 g; women: Low <6.0 g, Middle 6.0-14.9 g, High \geq 15.0 g]. Dyslipidemia was analyzed based on two of the most recent guidelines identified from the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) and the 2009 Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis (KSLA). We used Kaplan-Meier and Cox proportional hazard models to estimate the hazard ratio (HR) with 95% confidence interval (CI) of dyslipidemia.

Results: High added sugar was associated with hypercholesterolemia (HR, 1.22; 95% CI, 1.06-1.40), high LDL cholesterolemia (1.29; 1.13-1.48), and low HDL cholesterolemia (1.26; 1.10-1.44) based on the KSLA Standard in men. In women, the high added sugar was only related to the risk for hypercholesterolemia (1.26; 1.07-1.49) based on the KSLA Standard. A similar trend was shown in both men and women with application of NCEP-ATP III standard.

Conclusion: In this study, an increase in added sugar consumption was associated with an increased risk of dyslipidemia in men. Additional studies assessing the association between cardiovascular and other diseases should be conducted in the future.

Key Words: Added sugar, Lipid profiles, Dyslipidemia, Cohort study

서론

총 당류는 크게 식품(과일, 우유 등) 자체에 존재하는 당과 첨가당(added sugar)으로 분류할 수 있다. 그 중 첨가당은 식품의 제조과정이나 조리 중에 첨가되는 당을 가리키며 설탕, 시럽, 꿀, 물엿 등이 포함되나 우유의 유당, 과일의 과당, 감미료 등은

포함되지 않는다.¹ 우리나라에서는 2010년 영양섭취기준 개정판에 처음으로 영양 성분 중 당류를 추가하였다.²

세계보건기구(WHO)는 당을 과잉 섭취할 경우 영양 불균형을 초래하여 심혈관질환, 암, 당뇨병, 비만 등을 야기할 수 있음을 경고하고 있으며, 당 섭취를 제한하는 것이 체중증가 예방에 기여함을 강조하였다.³ 또한 첨가당의 섭취가 증가할수록 비만, 인슐린

Received: May 14, 2015

Revised: June 5, 2015

Accepted: June 9, 2015

Corresponding Author: Sun Ha Jee, Department of Epidemiology and Health Promotion, Graduate School of Public Health, Yonsei University, 50 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea
Tel: +82-2-2228-1523, Fax: +82-2-365-5118, E-mail: jsunha@yuhs.ac

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.

저항성, 이상지질혈증을 증가시키고 더 나아가서 허혈성 심장질환과 신장질환과의 관련성이 높다고 보고하고 있다.^{4,5,6} 미국 국민건강조사(NHANES, 1999-2006)에 의하면 전체 섭취 열량에 대한 첨가당의 섭취 비율이 높아질수록 심장질환의 위험요인인 이상지질혈증과 밀접한 관련성이 있었고,⁵ 특히 비만 군에서 첨가당 섭취와 인슐린저항성이 양의 상관성을 보였다.⁷ 높은 중성지방/고밀도지단백(triglyceride, TG/high density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤비는 관상동맥 질환의 지표 역할을 하고 있으며^{8,9} 이는 인슐린저항성과도 관련 있는 지표로 활용되고 있다.¹⁰

2013년 보건복지부 통계연보에 따르면 우리나라 주요 사망원인별 사망률 중 암 다음으로 높은 사망원인은 뇌혈관 질환과 심장질환인 것으로 보고되었고, 특히 심장질환은 2000년 인구 10만 명당 46.4명에서 2012년 52.5명으로 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다.¹¹

우리나라 식품의약품안전처가 보고한 최근 3년간 가공식품으로의 당 섭취량은 2008년 19.3 g, 2009년 20.5 g, 2010년 27.3 g으로 증가 추세를 보였다. 특히 가공식품에 의한 당 섭취량은 12-49세에서 약 50%, 50-65세 38%, 65세 이상에서 39%를 차지하였다.¹² 또한 당뇨병을 가진 어린이와 청소년의 제2형 당뇨병 구성비가 1990년에는 5.3%, 2000년에는 21.0%로 증가함을 보고하였으며, 제2형 당뇨병 환자 중 68%가 비만에 속하였다.¹³ 또한 소아 및 청소년을 대상으로 한 연구에서 이상지질혈증 유병률은 남아에서 25.2%, 여아에서 21.7%로 조사되었고 특히 과체중, 비만군에서 유의한 증가 경향을 보였다.¹⁴ 이와 같이 우리나라의 경우 가공식품으로의 당 섭취 비율이 증가하고 있고, 성인에서 심혈관질환의 발생을 또한 증가하고 있다. 그러나 한국인을 대상으로 한 대규모 연구에서 첨가당이 심혈관 위험도에 미치는 영향을 알아 볼 수 있는 자료가 거의 없는 실정이다.

1994년에 우리나라 최초로 개원한 세브란스 건강증진센터는 건강검진에 참여한 검진자에게 1998년부터 간이법을 이용한 영양조사를 실시하고 있다. 세브란스 건강증진센터의 경우 건강검진을 받은 대상자들 중 다수가 반복적으로 검진에 참여하고 있었다. 본 연구팀은 첨가당의 섭취와 이상지질혈증과 관련성을 전향적인 코호트 연구설계로 알아보려 세브란스 영양 코호트를 구축하였다. 세브란스 영양 코호트의 궁극적인 목적은 식습관과 만성질환과의 관련성을 알아보는 것이며, 이중에서도 첨가당의 섭취가 장기적으로 심뇌혈관질환 위험인자와의 관련성을 알아보려 하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상자

이 연구는 후향적 코호트로서 1998년부터 2008년까지 세브란스 검진센터를 내원하여 건강검진을 받은 20세 이상 검진자 77,264명 중 최초 검진일 이후 2013년 12월까지 1회 이상 재방문한 21,668명이 포함되었다. 이 중에서 이상지질혈증이거나 이상지질혈증 약을 복용하는 경우(N=380), 흡연력, 음주력, 수입에 결측이 있는 경우(N=2,570), 콜레스테롤, 혈당 등 기본 자료에 결측이 있는 경우(N=5)을 제외한 후, 최종 18,713명(남자 11,139명, 여자 7,574명)이 최종 분석에 사용되었다. 본 연구는 세브란스병원 임상연구심의위원회의 승인을 얻어 시행하였다.

2. 연구자료 수집

1) 영양자료

이 연구에서 사용한 간이법 영양설문지는 총 17개 조사항목으로서 고기·생선·두류, 달걀, 우유, 유제품, 채소류, 김치류, 밥·빵·국수, 감자·고구마, 첨가당, 탄산음료, 빵·과자, 과일, 유지류 등의 항목을 포함하고 있으며, 설문지의 타당도와 신뢰도에 대한 자세한 내용은 이미 연세논총에 발표되어 있다.¹⁵ 연구기간 10년 동안 같은 설문지를 사용하였다. 이 연구에 조사된 첨가당 항목은 1) 주식으로 빵을 먹는 경우 썸, 꿀을 얼마나 바르는지(0,0.5,1.0), 2) 조리할 때 설탕, 꿀 등을 얼마나 넣는지(0,0.5,1.0), 3) 커피나 홍차에 설탕을 얼마나 넣는지(0,0.2,0.3,0.5)의 세 문항의 점수를 합산하여 조사하였고 첨가당 조사항목 중 점수화된 설문항목은 표준화하기 위해서 2010년 개정된 당뇨병식품교환표¹⁶에 따라 모든 항목에 대해서 그램(g)으로 환산하여 표시하고 분석에 사용하였다.

이 자료에서 사용한 간이법과 3일간 24시간 회상법으로 조사된 식사일기를 한국영양학회에서 개발한 CAN-Pro 3.0 Nutrient database을 이용하여 분석한 후 총 칼로리 섭취량에 대한 상관성을 보기 위해 2가지 방법을 동시에 수집한 60명(남자: 30명, 여자: 30명)의 자료를 분석하였다. 간이법과 24시간 회상법간 총 칼로리 섭취량에서 높은 상관성을 보였다($r=0.50032$, $p<.0001$).¹⁷

2) 문진 자료

검진일 3-4일 전에 피검자에게 자기 기입식 설문지가 전달되어,

Table 1. Definition of dyslipidemia in the study

Dyslipidemia	*NCEP-ATP III	†KSLA
Hypercholesterolemia (mg/dL)	Total Cholesterol \geq 240	Total Cholesterol \geq 230
High LDL-cholesterolemia (mg/dL)	LDL-cholesterol \geq 160	LDL-cholesterol \geq 150
Low HDL-cholesterolemia (mg/dL)	HDL-cholesterol $<$ 40	HDL-cholesterol $<$ 40
Hypertriglyceridemia (mg/dL)	Triglyceride \geq 200	Triglyceride \geq 200
Elevated TG/HDL-cholesterol ratio		$>$ 3.8

*National Cholesterol Education Program (NCEP) ATP III guideline

†KSLA; The Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Dyslipidemia treatment guideline

LDL: Low density Lipoprotein, HDL: High density Lipoprotein, TG: Triglyceride

스스로 작성하게 한 후 검진당일에 제출하였다. 흡연력은 ‘비흡연’, ‘과거흡연’, ‘현재흡연’으로 구분하여 조사한 후 현재흡연자는 흡연량과 흡연기간에 대해서 조사하였다. 음주력은 ‘마신다’, ‘안 마신다’로 구분하여 조사한 후, 마시는 경우 술의 종류와 빈도를 조사하였다. 수입(Income)은 월평균 수입을 만원단위로 조사하였다. 과거력은 과거 또는 현재 이상지질혈증이 있는 경우, 약복용력은 이상지질혈증으로 약을 복용하는 경우를 조사하였다.

3) 검진자료

체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나눈 값을 사용하였다. 혈압은 수은혈압계를 사용하여 수축기혈압과 이완기 혈압을 각각 1회 측정하였다. 그리고 12시간 이상 동안 공복 상태를 유지한 후, 혈당, 총콜레스테롤, 고밀도지단백 콜레스테롤, 중성지방을 Hitachi-7600 analyzer (Hitachi Ltd., Tokyo, Japan)을 사용하여 분석하였다. 저밀도지단백(Low Density Lipoprotein, LDL) 콜레스테롤은 Friedwald 법을 이용하여 계산하였다.

3. 결과변수(outcome) 추적

1998년 1월부터 2008년 12월까지 등록된 연구대상자는 2013년 12월까지 추적되었다. 추적방법은 연구대상자가 자발적으로 검진센터를 재방문 시 얻어진 검진데이터를 사용하였다. 연구기간 동안 재방문의 횟수는 1회 이상인 연구대상자 18,713을 추적하였고 1회 재방문자 8,337명(44.6%), 2회 재방문자 3,819명(20.4%), 3회 재방문자 2,243명(12.0%), 4회 재방문자 1,421명(7.6%), 5회 재방문자 975명(5.2%)으로 총 15회까지 재방문한 대상자가 이 연구에서 추적 관찰 되었다. 추적기간 동안 이상지질혈증이 발생되면, 관찰기간을 인년(person-year)로 계산하였다.

이상지질혈증은 한국에서 주로 사용하는 두 가지 기준인 한국지질·동맥경화학회(The Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis, KSLA)에서 2009년 개정된 이상지질혈증 치료 지침 기준과 수정된 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) 기준을 함께 사용하였다.^{18,19} 이 연구에서 사용한 이상지질혈증의 정의는 Table 1과 같다.

4. 분석방법

연구시작 시점에서 대상자가 NCEP-ATP III 기준 혹은 한국지질·동맥경화학회 정의에서 이상지질혈증을 가지고 있는 경우는 분석에서 제외되었다. 주요 노출변수인 첨가당 섭취량(g/day)은 전체 대상자의 값을 남녀별로 삼분위수 tertile로 나누었다(남자: T1 $<$ 8.0 g, T2 8.0-21.9 g, T3 \geq 22.0 g, 여자: T1 $<$ 6.0 g, T2 6.0-14.9 g, T3 \geq 15.0 g). 첨가당과 이상지질혈증과의 관련성은 첨가당의 가장 낮은 섭취군(T1)을 기준으로 T2, T3에서 이상지질혈증의 발생 위험도를 위험비(hazard ratio)와 95% 신뢰구간으로 보였다. 통계분석은 Cox의 비례모형(proportional hazards model)과 Kaplan-Meier 생존분석을 사용하였고, SAS 9.2 program (SAS Institute, Cary, NC)을 사용하였다. 본 연구자로는 첨가당의 삼분위수에 따라 비례모형 가정을 만족하였다.

결 과

첨가당 섭취량의 삼분위 분류에 따른 성별 일반적 특성은 Table 2에 나타내었다. 남성의 경우 평균연령은 가장 낮은 삼분위(T1)의 46.1세에 비해 가장 높은 삼분위(T3)에서 44.4세로 유의하게 낮았다. 이밖에 체질량지수, 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤, 공복시혈당, 수입도 삼분위군 간 유의한 차이를 보였다.

Table 2. Characteristics of study participants at baseline (1998–2008) in accordance with added sugar consumptions, the Severance Nutrition Cohort Study

	Men (n=11,139)				Women (n=7,574)			
	<8.0 g/day (n=3,407)	8.0-21.9 g/day (n=3,826)	≥22.0 g/day (n=3,906)	p value	<6.0 g/day (n=2,548)	6.0-14.9 g/day (n=2,307)	≥15.0 g/day (n=2,719)	p value
Age (year)	46.1±10.4	46.1±10.4	44.4±9.2	<0.0001	45.6±10.9	45.0±11.1	42.9±9.4	<0.0001
Body Mass Index (kg/m ²)	24.3±2.7	24.5±2.8	24.6±2.8	<0.0001	22.8±3.0	22.7±3.0	22.7±3.0	0.9530
Total cholesterol (mg/dL)	193.0±34.2	194.9±32.0	196.7±33.2	<0.0001	191.2±35.9	190.2±33.6	189.0±34.3	0.0661
LDL-cholesterol (mg/dL)	114.1±31.4	116.4±29.6	119.3±30.8	<0.0001	112.3±32.1	112.3±30.0	112.2±30.6	0.9841
HDL-cholesterol (mg/dL)	50.0±11.8	49.2±11.6	48.0±10.9	<0.0001	57.5±13.2	57.5±12.7	58.2±12.8	0.0552
Triglyceride (mg/dL)	155.9±105.3	159.0±97.1	160.0±98.6	0.2038	113.0±80.2	109.0±68.8	101.9±60.9	<0.0001
TG/HDL-cholesterol ratio	3.5±3.2	3.6±3.0	3.7±2.8	0.0548	2.2±2.3	2.1±1.8	1.9±1.6	<0.0001
Systolic Blood Pressure (mmHg)	122.5±16.4	122.1±15.8	119.6±15.5	<0.0001	116.2±18.3	115.6±18.4	112.8±16.6	<0.0001
Fasting glucose (mg/dL)	99.0±24.7	95.5±19.4	93.7±16.8	<0.0001	91.9±21.1	89.3±13.7	88.1±12.4	<0.0001
Income (ten thousand won)	400.8±159.8	401.3±155.6	391.4±153.0	0.0076	372.4±171.2	367.6±169.0	389.9±166.0	<0.0001
Total calorie intake (kcal/day)	1907.3±293.9	1946.5±285.0	1996.1±294.4	<0.0001	1647.5±290.1	1699.2±287.6	1719.6±289.0	<0.0001
Added Sugars (g/day)	4.1±1.7	14.9±4.1	33.4±12.7	<0.0001	3.5±1.2	10.1±2.5	23.1±8.7	<0.0001
Cigarette smoking								
Former (%)	38.5	37.4	27.8		2.6	2.3	2.7	
Current (%)	32.1	37.5	58.6	<0.0001	3.3	3.1	5.3	0.0005
Alcohol drinking (%)	86.6	88.2	85.9	0.0115	32.4	33.3	39.9	<0.0001
Obesity (BMI ≥25) (%)	38.5	41.7	42.6	0.0011	20.9	20.5	20.4	0.8802

LDL: Low density Lipoprotein, HDL: High density Lipoprotein, TG: Triglyceride
Data presented mean±SD

여성의 경우 평균연령은 가장 낮은 삼분위(T1)의 45.6세에 비해 가장 높은 삼분위(T3)에서 42.9세로 유의하게 낮았다. 또한 중성지방, TG/HDL 콜레스테롤비, 수축기혈압, 공복시혈당, 수입도 첨가당 섭취량의 삼분위 간 유의한 차이를 보였다. 남녀 모두에서 첨가당 섭취량이 높아질수록 총 칼로리 섭취량도 증가하였다. 현재 흡연율은 첨가당 섭취량이 많은 군에서 남성(58.6%)과 여성(5.3%) 모두 유의하게 높았고, 여성의 음주율은 첨가당 섭취량이 가장 많은 군(T3)에서 39.3%로 유의하게 높았다(Table 2).

첨가당 섭취량 삼분위에 따른 이상지질혈증 각 항목별 발생위험도를 성별에 따라 평가하였다(Table 3, 4).

남성의 경우 NCEP-ATP III 기준으로 이상지질혈증 발생을 진단한 경우 고콜레스테롤혈증 발생위험은 흡연, 음주, 수입, 총 칼로리 섭취량을 통제한 상태에서 가장 낮은 T1 (<8.0 g)에 비해 T3 (≥22.0 g)에서 1.17배, 고LDL 콜레스테롤혈증 발생 위험은 T3 (≥22.0 g)에서 1.24배, KSLA 이상지질혈증 치료지침과 진단 기준이 같은 저HDL 콜레스테롤혈증의 발생 위험은 T3 (≥22.0

g)에서 1.26배 유의하게 증가하는 경향을 보였지만 고중성지방혈증 발생 위험은 차이를 보이지 않았다(Table 3). 또 다른 기준인 KSLA 치료지침을 기준으로 이상지질혈증 발생을 진단한 경우에도 흡연, 음주, 수입, 총 칼로리 섭취량을 통제한 상태에서 고콜레스테롤혈증 발생위험은 가장 낮은 T1 (<8.0 g)에 비해 T3 (≥22.0 g)에서 1.22배 유의하게 증가하는 경향을 보였고 고LDL콜레스테롤혈증 발생 위험도 T2 (8.0-21.9 g)에서 1.19배, T3 (≥22.0 g)에서 1.29배로 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

고 TG/HDL 콜레스테롤 비율도 흡연, 음주, 수입, 총 칼로리 섭취량을 통제한 상태에서 첨가당 섭취량이 가장 낮은 T1 (<8.0 g)에 비해 T2 (8.0-21.9 g)에서 1.14배, T3 (≥22.0 g)에서 1.15배로 유의하게 증가하는 경향을 보였다.

여성의 경우 NCEP-ATP III 기준으로 고콜레스테롤혈증 발생위험은 흡연, 음주, 수입, 총 칼로리 섭취량을 통제한 상태에서 첨가당 섭취량이 가장 적은 T1 (<6.0 g)에 비해 T2 (6.0-14.9 g)에서 1.29배, T3 (≥15.0 g)에서 1.36배로 유의하게 증가하는 경향을 보였다(Table 4).

Table 3. Adjusted hazard ratios (HR, 95% CI)* for dyslipidemia according to added sugar consumptions in men

	(mg/dL)	T1 (<8.0 g)		T2 (8.0-21.9 g)			T3 (≥22.0 g)			P for trend
		Case	HR (95% CI)	Case	HR (95% CI)	ρ value	Case	HR (95% CI)	ρ value	
Hypercholesterolemia	†Total Cholesterol ≥240	278/3106	1.0	297/3491	1.01 (0.86-1.19)	0.8881	363/3542	1.17 (1.00-1.38)	0.0563	0.0010
	†Total Cholesterol ≥230	351/2941	1.0	426/3295	1.14 (0.99-1.32)	0.0692	477/3316	1.22 (1.06-1.40)	0.0071	<0.0001
High LDL cholesterolemia	†LDL-cholesterol ≥160	271/3147	1.0	300/3556	1.02 (0.87-1.21)	0.7958	391/3565	1.24 (1.06-1.46)	0.0088	<0.0001
	†LDL-cholesterol ≥150	376/2996	1.0	456/3345	1.19 (1.04-1.37)	0.0128	528/3314	1.29 (1.13-1.48)	0.0002	<0.0001
Low HDL cholesterolemia	††HDL-cholesterol <40	368/2772	1.0	421/3062	1.10 (0.96-1.27)	0.1688	544/3090	1.26 (1.10-1.44)	0.0010	<0.0001
Hypertriglyceridemia	††Triglyceride ≥200	588/3463	1.0	459/2509	1.02 (0.90-1.15)	0.7665	506/2650	1.01 (0.89-1.14)	0.8872	0.3595
Elevated TG/HDL cholesterol ratio	>3.8	627/3069	1.0	497/2181	1.14 (1.02-1.29)	0.0272	585/2260	1.15 (1.02-1.30)	0.0199	0.0007

*Model; adjusted for age, smoking status, alcohol intake, income and total calories intake, HR; hazard ratio, 95% CI; 95% confidence interval

†National Cholesterol Education Program (NCEP) ATP III treatment guideline

††The Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Dyslipidemia treatment guideline
Added sugars (g/day); T1 (<8.0), T2 (8.0-21.9), T3 (≥22.0)

LDL; Low density Lipoprotein, HDL; High density Lipoprotein, TG; Triglyceride

Table 4. Adjusted hazard ratios (HR, 95% CI)* for dyslipidemia according to added sugar consumptions in women

	(mg/dL)	T1 (<6.0 g)		T2 (6.0-14.9 g)			T3 (≥15.0 g)			P for trend
		Case	HR (95% CI)	Case	HR (95% CI)	ρ value	Case	HR (95% CI)	ρ value	
Hypercholesterolemia	†Total Cholesterol ≥240	203/2305	1.0	209/2126	1.29 (1.07-1.57)	0.0095	236/2514	1.36 (1.12-1.64)	0.0018	0.0012
	†Total Cholesterol ≥230	277/2175	1.0	279/2021	1.20 (1.02-1.42)	0.0315	308/2401	1.26 (1.07-1.49)	0.0066	0.0030
High LDL cholesterolemia	†LDL-cholesterol ≥160	195/2340	1.0	179/2154	1.08 (0.88-1.32)	0.4836	203/2539	1.17 (0.96-1.43)	0.1301	0.0274
	†LDL-cholesterol ≥150	268/2229	1.0	249/2041	1.15 (0.97-1.37)	0.1164	283/2428	1.17 (0.99-1.39)	0.0717	0.0161
Low HDL cholesterolemia	††HDL-cholesterol <40	174/3155	1.0	91/1902	1.04 (0.80-1.34)	0.7841	94/2033	1.11 (0.86-1.45)	0.4258	0.7496
Hypertriglyceridemia	††Triglyceride ≥200	273/3101	1.0	118/1860	0.81 (0.65-1.00)	0.0522	116/2027	0.83 (0.67-1.04)	0.1103	0.0338
Elevated TG/HDL cholesterol ratio	>3.8	279/2986	1.0	143/1803	0.96 (0.78-1.17)	0.6737	148/1979	1.04 (0.85-1.27)	0.7239	0.9879

*Model; adjusted for age, smoking status, alcohol intake, income and total calories intake, HR; hazard ratio, 95% CI; 95% confidence interval

†National Cholesterol Education Program (NCEP) ATP III treatment guideline,

††The Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Dyslipidemia treatment guideline
Added sugars (g/day); T1 (<6.0), T2 (6.0-14.9), T3 (≥15.0)

LDL; Low density Lipoprotein, HDL; High density Lipoprotein, TG; Triglyceride

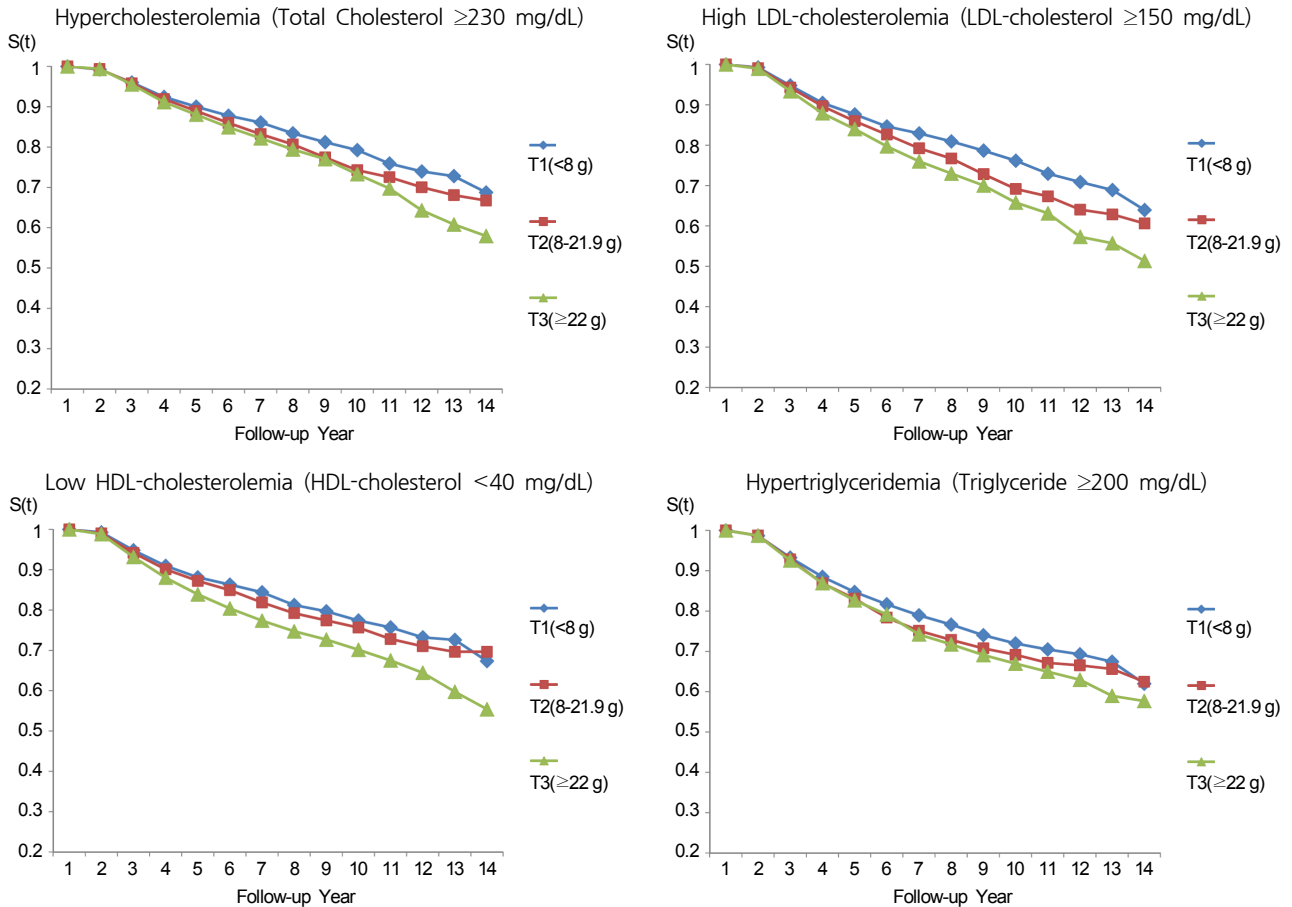


Fig. 1. Distribution of dyslipidemia incidence according to added sugar consumptions and medical treatment guidance in men. Added sugars (g/day); T1 (<8.0), T2 (8.0–21.9), T3 (≥22.0), LDL; Low density Lipoprotein, HDL; High density Lipoprotein, TG; Triglyceride, S(t); Cum survival

고LDL 콜레스테롤혈증 발생 위험은 세 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았지만 첨가당 섭취량이 증가하며 고LDL 콜레스테롤혈증 발생 위험이 증가하는 경향을 보였다(P for trend, 0.0274).

또한 KSLA 기준으로 고콜레스테롤혈증 발생위험은 흡연, 음주, 수입, 총 칼로리 섭취량을 통제한 상태에서 첨가당 섭취량이 가장 적은 T1 (<6.0 g)에 비해 T2 (6.0-14.9 g)에서 1.20배, T3 (≥15.0 g)에서 1.26 배로 유의하게 증가하는 경향을 보였고, 고LDL 콜레스테롤혈증 발생 위험은 세 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았지만 첨가당 섭취량이 증가하며 고LDL 콜레스테롤혈증 발생 위험이 증가하는 경향을 보였다(P for trend, 0.0161).

남자에서 첨가당 섭취량을 삼분위로 나누어 약 15년간 관찰한 후 이상지질혈증 각 항목별 발생위험도와 고TG/HDL 콜레스테롤 발생위험도를 생존곡선으로 보여주었다(Fig. 1, 2).

첨가당 섭취량이 많은 T3 (22 g 이상)의 생존 곡선이 이상지질

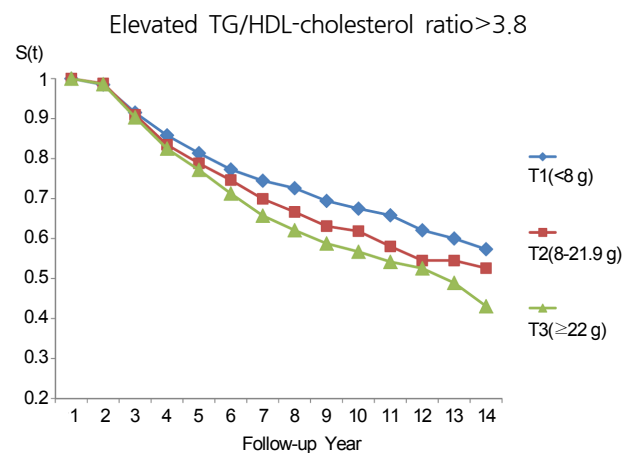


Fig. 2. Distribution of Elevated TG/HDL cholesterol ratio incidence according to added sugar consumptions in men. Added sugars (g/day): T1 (<8.0), T2 (8.0–21.9), T3 (≥22.0), HDL; High density Lipoprotein, TG; Triglyceride, S(t); Cum survival

혈증(고콜레스테롤, 고LDL 콜레스테롤혈증, 저HDL 콜레스테롤혈증)과 고TG/HDL 콜레스테롤비에서 뚜렷이 감소되어 있음을 확인할 수 있었다.

고찰

한국인을 대상으로 15년간 추적한 세브란스 영양 코호트 연구에서 첨가당 섭취량을 삼분위로 나누어 NCEP-ATP III 기준과 KSLA 기준에 따라 진단된 이상지질혈증의 발생을 비교한 경우, 두 기준 모두에서 남자에서는 첨가당 섭취량이 낮은 T1 (<8.0 g)에 비해 T3 (≥22.0 g)에서 이상지질혈증(고콜레스테롤, 고LDL 콜레스테롤혈증, 저HDL 콜레스테롤혈증)과 고TG/HDL 콜레스테롤비 위험이 유의하게 증가하는 경향을 보여주었고, 여자에서는 NCEP-ATP III 기준과 KSLA 기준에 따라 첨가당 섭취량이 낮은 T1 (<6.0 g)에 비해 T2 (6.0-14.9 g)서부터 T3 (≥15.0 g)까지 이상지질혈증 중 고콜레스테롤혈증 발생위험만 유의하게 증가하는 경향을 보여주었다.

첨가당과 이상지질혈증의 발생을 보는 이 연구에서 연령, 흡연력, 음주력, 총칼로리를 통제하였고, BMI를 통제하지 않았다. 왜냐하면, 첨가당은 BMI를 증가시키고, BMI는 이상지질혈증을 증가시키는 pathway 상에 있기 때문이다.

본 연구의 코호트에 포함된 1998년부터 2008년까지 남녀별 첨가당 섭취량을 보면 남성에서 1998년 16.1 g에서 2008년 20.7 g으로 평균 섭취량이 꾸준히 증가된 것으로 조사되었고, 여성에서도 1998년 11.3 g에서 2008년 14.8 g으로 증가된 것으로 조사되었다. Table에서 제시되진 않았으나 남자에서는 첨가당을 22 g 이상 섭취하는 군에서 8 g 미만의 낮은 섭취 군에 비해 비만 위험이 1.30배 유의하게 높은 것으로, 여자에서는 첨가당을 15 g 이상 섭취하는 군에서 6 g 미만의 낮은 섭취 군에 비해 비만 위험에 차이가 없는 것으로 조사되었다. Minnesota heart study의 27년간의 첨가당 섭취량 조사에 의하면 남자는 1980년대에 총 칼로리 섭취량 중 10.9%, 2000년대에는 15.1%를 여자는 1980년대에 9.5%, 2000년대에는 12.8%를 첨가당으로 섭취하는 것으로 보고되었는데 특히 남녀 모두에서 BMI가 증가하면서 첨가당 섭취량도 증가하였고 2002년 이후 첨가당 섭취가 다소 감소하기는 하였으나 미국 권고 기준인 전체 섭취량의 5-15%를 넘는 수준을 보였다.²⁰ 첨가당 섭취의 절대값의 차이는 있지만 서구의 연구와 함께 우리 연구에서도 연도별 첨가당 섭취가

증가되고 있고 첨가당 섭취량이 증가할수록 비만의 위험이 함께 높아지는 것을 볼 수 있었다.

이는 증가된 첨가당의 섭취가 비만을 야기시키고 이상지질혈증의 대표적인 혈중 중성지방과 LDL 콜레스테롤 농도를 높이고 HDL 콜레스테롤 농도를 낮추기 때문인 것으로 추정되며 지방세포의 변화와 인슐린저항성의 증가도 중요요인일 것으로 이해된다.^{21,22,23} 비만하거나 지방조직의 인슐린저항성으로 인해 지방세포의 지방산을 저장하는 능력이 떨어지게 되면 지방분해로 인해 혈중 유리지방산이 증가하고 간의 지방생합성으로 이어지며 중성지방이 축적된 초저밀도지단백 콜레스테롤을 생성 분비하게 되고 이는 고중성지방혈증을 초래하게 된다.^{24,25} 또한 인슐린저항성이 있는 경우 LDL 콜레스테롤, HDL 콜레스테롤의 핵심지질인 콜레스테릴 에스터는 콜레스테롤 에스터 프로테인(cholesteryl ester transfer protein, CETP)에 의해 중성지방이 풍부한 HDL 콜레스테롤 생성되고 분해효소인 Hepatic lipase의 작용에 의해 분해되거나 작아져 혈중 HDL 콜레스테롤은 감소하고 LDL 콜레스테롤은 증가하게 된다.^{25,26,27} 인슐린저항성과 관련있는 지표로 알려져 있는 TG/HDL 콜레스테롤비도^{10,28} 다른 이상지질혈증 지표와 함께 첨가당의 섭취량이 많은 군에서 유의하게 높아지는 것으로 조사되었다.

WHO에서는 만성질환을 위한 1일 당 섭취 목표량을 총 열량의 10% 미만으로 권고하였고(2,000 kcal 기준 시 200 kcal, 약 50 g에 해당)³ 2010년 개정된 Dietary Guidelines for Americans에 따르면 고형 지방과 첨가당으로의 열량 섭취가 전체 열량의 5-15%를 넘지 않을 것을 권장하고 있다.⁷ 또한 미국 심장학회에 따르면 남자에서는 하루 섭취량 중 설탕이 첨가된 음료까지 포함하여 첨가당으로의 섭취가 150 kcal, 여자에서는 100 kcal를 넘지 않도록 권고하고 있으며 이는 전체 칼로리 섭취량 중 5%정도에 해당된다.²⁹ 그러나 이들이 권고한 첨가당에는 설탕이 첨가된 음료까지 포함되어 있고 한국인의 평균 섭취량보다 높은 것을 볼 수 있다.

한국영양학회의 2010년 영양섭취기준 개정판에 의하면 권장 식사 패턴을 고려하여 식사를 섭취하는 경우 총 당류의 섭취 기준을 에너지 섭취의 10-20%로 권장하고 있으며, 이는 하루에 2,000 kcal를 섭취하는 경우 200-400 kcal에 해당되며 당류 1 g당 4 kcal를 내므로 약 50-100 g에 해당된다.² 총 당류 중 첨가당의 섭취는 특별한 권고사항이 없지만 10%미만으로 섭취할 것을 권장하고 있다. 식약처 조사에 의한 전체 당 섭취 중 가공식품으로

의 당 섭취가 약 50% 이상을 차지하는 대상자는 12세에서 49세까지로 보고되었고¹² 국민건강영양조사 자료를 바탕으로 한 소아 및 청소년기의 이상지질혈증 유병률은 과체중에서는 37-40%, 비만에서는 53-56%로 비만할수록 이상지질혈증의 유병이 증가하는 것을 볼 수 있다.¹⁴ 이러한 유의한 증가는 성인기의 심혈관 질환의 위험을 더욱 증가시킬 것으로 사료되어 성인의 첨가당과 이상지질혈증의 결과를 토대로 어린이에서도 이상지질혈증의 적절한 관리 및 제안이 필요할 것으로 생각된다.

이 연구는 영양설문 문항이 제한적이어서 자세한 섭취 조사가 이루어지지 않고 어린이와 청소년에서는 조사가 이루어지지 않은 제한점이 있지만 동일한 조사 방법으로 대규모로 오랜 기간 조사된 한국인 코호트 자료로서 의미 있는 자료라 사료된다.

우리나라에서도 매년 전 연령대에서 첨가당의 섭취가 증가되고 있음을 고려해 볼 때 이 연구에서 확인된 첨가당 섭취로 인한 이상지질혈증 발생 뿐 아니라 심혈관계 질환 및 여러 질환 발생과의 연관성 입증을 위한 추가적인 역학 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 생각된다.

ACKNOWLEDGEMENT

본 연구는 보건복지부 보건의료연구개발사업 지원으로 이루어진 것임(HI14C2686).

참고문헌

- Dietary Guidelines Advisory Committee; United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Dietary guidelines for Americans. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture; 2000.
- The Korean Nutrition Society. Korean dietary reference intakes for Korean. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.
- Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. World Health Organ Tech Rep Ser 2003;916:i-viii, 1-149.
- Collino M. High dietary fructose intake: sweet or bitter life? World J Diabetes 2011;2:77-81.
- Welsh JA, Sharma A, Abramson JL, Vaccarino V, Gillespie C, Vos MB. Caloric sweetener consumption and dyslipidemia among US adults. JAMA 2010;303:1490-1497.
- Tappy L, Lê KA, Tran C, Paquot N. Fructose and metabolic diseases: new findings, new questions. Nutrition 2010;26:1044-1049.
- Welsh JA, Sharma AJ, Grellinger L, Vos MB. Consumption of added sugars is decreasing in the United States. Am J Clin Nutr 2011;94:726-734.
- Hanak V, Munoz J, Teague J, Stanley A Jr, Bittner V. Accuracy of the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio for prediction of the low-density lipoprotein phenotype B. Am J Cardiol 2004;94:219-222.
- da Luz PL, Favarato D, Faria-Neto JR Jr, Lemos P, Chagas AC. High ratio of triglycerides to HDL-cholesterol predicts extensive coronary disease. Clinics (Sao Paulo) 2008;63:427-432.
- Kim JS, Kang HT, Shim JY, Lee HR. The association between the triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio with insulin resistance (HOMA-IR) in the general Korean population: based on the National Health and Nutrition Examination Survey in 2007-2009. Diabetes Res Clin Pract 2012;97:132-138.
- Ministry of Health and Welfare (KR). Ministry of Health and Welfare statistical year book 2013. Seoul: Ministry of Health and Welfare; 2013.
- Ministry of Food and Drug Safety. Total sugar intake survey 2012 [Internet]. Cheongju: Ministry of Food and Drug Safety; 2012 [cited 2014 Jul 16]. Available from: <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=675&seq=17881&cmd=v>.
- Park JM, Yoo EG, Kim DH. Type 2 diabetes mellitus in children. J Korean Pediatr Soc 2002;45:646-653.
- Kim SH, Ahn BC, Joung H, Park MJ. Lipid profiles and prevalence of dyslipidemia in Korean adolescents. Endocrinol Metab 2012;27:208-216.
- Moon SJ, Lee KY, Kim SY. Application of convenient method for the study of nutritional status of middle-aged Korean women. Yonsei Nonchong 1980;17:203-218.
- Korean Dietetic Association. Diabetes management [Internet]. Seoul: Korean Dietetic Association; 2010 [cited 2013 Jun 10]. Available from: http://www.dietitian.or.kr/sub5_14_08.asp.
- Lim H, Kim SY, Wang Y, Lee SJ, Oh K, Sohn CY, et al. Preservation of a traditional Korean dietary pattern and emergence of a fruit and dairy dietary pattern among adults in South Korea: secular transitions in dietary

- patterns of a prospective study from 1998 to 2010. *Nutr Res* 2014;34:760-770.
18. Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Hyperlipidemia treatment guideline. Seoul: Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis; 2009.
 19. 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;106:3143-3421.
 20. Wang H, Steffen LM, Zhou X, Harnack L, Luepker RV. Consistency between increasing trends in added-sugar intake and body mass index among adults: the Minnesota Heart Survey, 1980-1982 to 2007-2009. *Am J Public Health* 2013;103:501-507.
 21. Park KS. Insulin resistance and insulin resistance syndrome. *Hanyang Med Rev* 2009;29:130-133.
 22. Yoo HJ. Visceral obesity. *J Korean Med Assoc* 2007;50: 725-728.
 23. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease (syndrome X): an expanded definition. *Annu Rev Med* 1993;44:121-131.
 24. Kong EH. Obesity and hyperlipidemia. *J Korean Acad Fam Med* 2005:55-59.
 25. Ginsberg HN, Zhang YL, Hernandez-Ono A. Metabolic syndrome: focus on dyslipidemia. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14 Suppl 1:41S-49S.
 26. Rashid S, Barrett PH, Uffelman KD, Watanabe T, Adeli K, Lewis GF. Lipolytically modified triglyceride-enriched HDLs are rapidly cleared from the circulation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2002;22:483-487.
 27. Goldberg IJ. Clinical review 124: diabetic dyslipidemia: causes and consequences. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86:965-971.
 28. Kang HT, Yoon JH, Kim JY, Ahn SK, Linton JA, Koh SB, et al. The association between the ratio of triglyceride to HDL-C and insulin resistance according to waist circumference in a rural Korean population. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2012;22:1054-1060.
 29. Johnson RK, Appel LJ, Brands M, Howard BV, Lefevre M, Lustig RH, et al. Dietary sugars intake and cardiovascular health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2009;120:1011-1020.