

## 한국 성인의 하루 나트륨 섭취량과 비만의 연관성

김정훈, 임경은, 강선영, 이가영, 박태진, 김진승

인제대학교 의과대학 부산백병원 가정의학과

### The Relationship between Daily Sodium Intake and Obesity in Korean Adults

Jung-hoon Kim, Gyeong Eun Lim, Sunyoung Kang, Kayoung Lee, Tae-jin Park, Jinseung Kim

Department of Family Medicine, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

**Background:** World health organization (WHO) recommended daily sodium intake less than 2 g. To assess the validity of WHO recommendation, we investigated the relationship between daily sodium intake and obesity.

**Methods:** A total of 14,694 participants aged  $\geq 19$  years who had no missing data for nutrition, chronic disease, health behavior, economic status and laboratory findings from the 5th Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES-V), which was performed from 2010 to 2012. Obesity was defined as having a body mass index of  $25 \text{ kg/m}^2$  or higher. Daily sodium intake was calculated from 24 hour recall and divided into five categories ( $< 2 \text{ g}$ ,  $2\text{--}4 \text{ g}$ ,  $4\text{--}6 \text{ g}$ ,  $6\text{--}8 \text{ g}$ ,  $\geq 8 \text{ g}$ ). The association between daily sodium intake and obesity was analyzed using multiple logistic regressions.

**Results:** Higher sodium intake in men had an increased risk of obesity with odds ratios (ORs) of 1.27 for  $2\text{--}4 \text{ g}$  intake (95% confidence interval [CI], 0.97-1.67), 1.40 for  $4\text{--}6 \text{ g}$  intake (95% CI, 1.07-1.85), 1.41 for  $6\text{--}8 \text{ g}$  intake (95% CI, 1.05-1.89), and 1.61 for  $\geq 8 \text{ g}$  intake (95% CI, 1.19-2.18), compared to men with less than  $2 \text{ g}$  intake, after adjusting for confounding factors. The P value for trend of ORs in each group for men was 0.020. In women, compared to the lesser than  $2 \text{ g}$  intake, only  $\geq 8 \text{ g}$  intake group had an OR of 1.28 (95% CI, 1.02-1.62) without showing significant P for trend (P value for trend = 0.221).

**Conclusions:** We found that sodium intake more than  $2 \text{ g}$  per day was independently related to the increased risk of obesity in men. Therefore, to minimize the risk of obesity, we suggest taking sodium less than  $2 \text{ g}$  per day.

Korean J Health Promot 2015;15(4):175-184

**Keywords:** Sodium, Obesity, Energy intake, World Health Organization

## 서론

최근 우리나라에서도 서구화된 식습관 및 생활 습관의 변화로 비만 인구가 급증하고 있다.<sup>1)</sup> 비만은 체내에 체지방이 과잉 축적된 상태로<sup>2)</sup> 세계보건기구(World Health Organization, WHO)에 따르면 1980년 이후 비만 유병률이 전 세계적으로 2배 이상 증가하여, 2014년 기준으로 18세 이상 성인 중 39%(남자 38%, 여자 40%)가 과체중이고,

13%(남자 11%, 여자 15%)가 비만이라고 보고하였다.<sup>3)</sup> 우리나라의 경우에도 비만 유병률이 증가하고 있으며 이에 따른 사회 경제적 비용이 증가하여 건강보험공단 추정으로 2008년에 직접비용이 1조 771억원, 간접비용 7,152억 원, 총 1조 7,923억 원에 이를 것으로 보고되고 있다.<sup>1)</sup> 비만은 심혈관 질환의 독립적인 위험인자이며,<sup>4)</sup> 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨 등과 같은 심혈관계 위험 인자들과 상호작용이나 증폭작용을 한다고 알려져 있다.<sup>5)</sup> 제2형 당뇨병의 위험을 증가시키며,<sup>6)</sup> 관동맥질환의 위험을 높이고 심혈관계질환에 의한 사망률을 증가시켰으며<sup>7-9)</sup> 허혈성 뇌경색의 위험을 높인다고 밝혀졌다.<sup>10)</sup> 대장암, 간암, 전립샘암, 신장암, 갑상샘암, 폐소세포암, 비호지킨병 및 흑색종이 체질량지수(body mass index, BMI)와 양의 상관관계를 보였다.<sup>11)</sup> 비만은 나

■ Received : September 16, 2015 ■ Accepted : November 6, 2015

■ Corresponding author : Jinseung Kim, MD

Department of Family Medicine, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 47392, Korea  
Tel: +82-51-890-6729, Fax: +82-51-894-7554

E-mail: jinseungkim@inje.ac.kr, jinseungkim@hanmail.net

트륨 섭취량과도 관계가 있을 것으로 보여지는데, 스페인의 성인을 대상으로 한 연구에서 24시간 소변 나트륨 배설량이 높은 군이 낮은 군에 비해 체질량지수가 높았으며,<sup>12)</sup> 소아청소년을 대상으로 한 연구에서도 나트륨 섭취량은 체질량지수와 체지방률과 관계가 있었다.<sup>13)</sup> 한국인을 대상으로 한 연구에서도 하루 나트륨 섭취량을 하루 음식 섭취량으로 나눈 나트륨 밀도(sodium density, sodium intake [mg]/energy intake [g])가 가장 큰 군이 가장 낮은 군에 비해서 비만도가 높았으며,<sup>14)</sup> 나트륨 섭취량이 낮은 군에 비해 높은 군의 비만도가 높았다.<sup>15)</sup> 나트륨 섭취량은 체성분과도 연관성을 보였는데 나트륨 섭취가 많은 군은 체지방이 증가하고 체지방이 감소하였다.<sup>16)</sup> 이러한 나트륨을 한국인은 과다하게 섭취하고 있다. 2012년 국민건강영양조사 결과에 따르면 2012년 한국인의 1일 나트륨 섭취량은 4,546 mg으로 2011년의 4,752 mg보다 소폭 감소하였으나,<sup>17)</sup> WHO의 권고 사항인 하루 2,000 mg을<sup>18)</sup> 2배 이상 초과하여 섭취하고 있다. 남성의 경우 2012년 1일 나트륨 섭취량이 5,212 mg으로 3,868 mg인 여성에 비해 높았으며, WHO 권고 기준의 2.5배 이상을 섭취하는 것으로 보고되었다. 이러한 WHO의 권고 기준은 혈압을 낮추고 심혈관질환과 뇌졸중 및 관동맥질환의 위험도를 줄이기 위한 기준이라<sup>18)</sup> 비만과의 관계에 대한 평가가 필요해 보인다. 한국인에서 나트륨과 비만과의 연관성에 대해 연구한 연구들은 나트륨 섭취량에 따

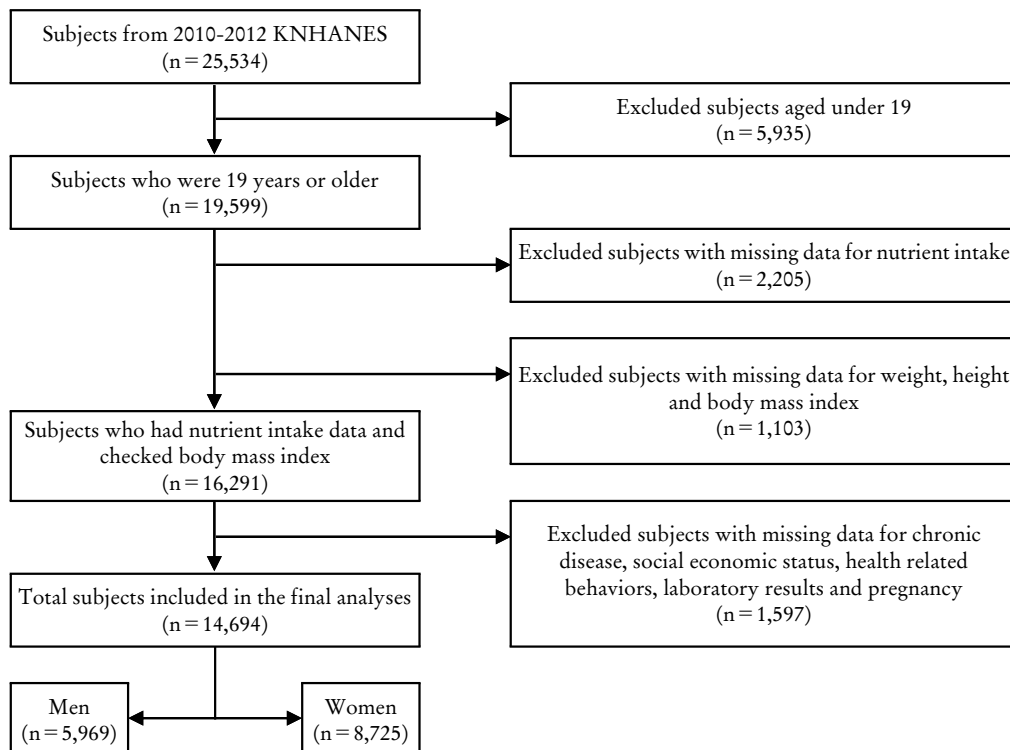
라 5분위수로 나눠 순위 변수를 이용하여 분석하였기에<sup>14,15)</sup> 본 연구에서는 국민건강영양 조사 자료를 이용하여 WHO의 나트륨 섭취량인 하루 2,000 mg을 기준으로 나트륨 섭취량에 따른 비만과의 연관성을 살펴보고자 하였다.

## 방 법

### 1. 연구대상

본 연구는 2010년부터 2012년까지 시행된 국민건강영양조사 제5기 자료를 사용하였다. 2009년 주민등록인구자료와 2008년 아파트시세자료를 표본추출틀로 이용하여 순환표본설계방법으로 표본을 추출하였으며, 매년 192개 표본조사구를 추출하여 3,800가구 만 1세 이상의 가구원 전체를 대상으로 2010년 1월에서 2012년 12월까지 시행되었다. 영양조사에서는 식생활 관련 설문과 식품 섭취빈도, 식품섭취량을 조사하였다. 면접 방법을 이용하여, 연구 대상의 연령, 소득 및 교육 수준을 조사하였으며, 흡연, 음주, 신체활동 등은 설문지를 이용해 자기기재로 조사하였다. 스스로 설문지 작성이 어려운 경우에는 조사원에 의한 면접조사가 실시되었다. 2010년에서 2012년까지 3개년도의 자료를 합친 전체 대상자는 25,534명이었으며, 19세 미만 대상자인 5,935명을 제외하였고, 영양소 섭취 자료에 결측치가 있는

Figure 1. Flow chart of subjects' selection.



2,205명과 체중, 키 및 체질량지수에 결측치가 있는 1,103명을 제외하였다. 만성 질환, 건강 행태 및 사회경제적 지표에 대한 설문이 완전하지 못하거나 검사 결과가 누락되거나 임신했다고 대답한 1,597명을 제외하여, 남성 5,969명과 여성 8,725명 총 14,694명이 연구대상에 포함되었다(Figure 1).

## 2. 연구관련 변수

### 1) 인구사회학적 변수와 건강행태 변수

경제 수준은 가구소득을 기준으로 4사분위(하, 중하, 중상, 상)로 나누었으며, 교육 수준은 초등학교 졸업 이하, 중학교 졸업, 고등학교 졸업과 대학교 졸업 이상으로 구분하였다. 건강행태 변수로는 흡연, 음주, 신체활동량을 포함하였으며, 흡연은 평생 피운 적이 없는 경우 비흡연자로, 과거에 피웠으나 현재 피우지 않는 경우에는 과거 흡연자, 현재 흡연하는 경우에는 현재 흡연자로 나누었다. 음주는 평생 한 잔도 마시지 않은 경우에 비음주자로 구분하였으며, 술을 한 잔 이상 마신 경험이 있는 경우 알코올 사용 장애 진단검사(Alcohol Use Disorder Identification Test, AUDIT) 점수를 구하였다. AUDIT 점수는 7점 이하는 정상 음주군, 8-15점은 문제 음주군, 16-19점은 알코올 사용 장애군, 20점 이상인 경우 알코올 의존 군으로 구분하였다.<sup>19)</sup> 신체활동량은 설문지에서 중등도 강도의 신체활동, 고강도의 신체활동 및 걷기에 소요된 하루 평균 시간 및 이러한 신체활동을 1주간 시행한 횟수를 이용하여 국제 신체 활동 설문지(International Physical Activity Questionnaire)의 신체활동 계산법으로 MET-min per week를 계산하였다.<sup>20)</sup>

### 2) 질병 관련 변수

고혈압은 혈압 조절을 위해 약을 복용하거나, 의사의 진단을 받은 경우와 신체 검사상 수축기/이완기 혈압이 140/90 mmHg 이상인 경우로 정의하였다. 이상지질혈증은 의사의 진단을 받거나 약을 복용하는 경우 또는 공복 혈액 검사에서 총 콜레스테롤(Total cholesterol, TC)이 240 mg/dL 이상, 중성지방(Triglyceride, TG)이 200 mg/dL 이상, 저밀도 지단백 콜레스테롤(Low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)이 160 mg/dL 이상이거나 고밀도 지단백 콜레스테롤(High density lipoprotein cholesterol, HDL-C)이 40 mg/dL 미만인 경우로 정의하였다. 당뇨병은 공복혈당이 126 mg/dL 이상이거나 의사의 진단을 받거나 약을 복용하는 경우로 정의하였다. 뇌졸중, 협심증, 심근경색은 설문 조사에서 의사의 진단이나 치료를 받은 경우로 정의하였다.

### 3) 신체계측 및 임상 검사

키와 몸무게는 가벼운 옷을 입고 신발을 벗은 상태에서

0.1 단위까지 측정하였으며, 체중을 키의 제곱으로 나누어 BMI를 구하였다. 혈압은 검사 전 5분간 휴식을 취한 후 수축기혈압과 이완기혈압을 30초 간격으로 총 3회 측정하여 두 번째와 세 번째 혈압의 평균으로 최종 혈압을 구하였다. 혈액검사는 8시간 공복상태를 확인한 후 전주 정맥(antecubital vein)에서 채취하였다. TC, HDL-C, LDL-C, TG와 공복혈당은 효소법(Hitachi Automatic Analyzer 7600, Hitachi, Japan)으로 측정하였다. 비만의 기준은 2000년 발표된 WHO의 아시아인 기준에 따라 BMI 25 kg/m<sup>2</sup> 이상으로 정의하였다.<sup>21)</sup>

### 4) 영양 관련 변수

식품 섭취량은 훈련된 면접원이 대상자의 집에 방문하여 전날 24시간 동안 섭취한 끼니별 음식명, 식재료명과 섭취량을 조사하였으며, 24시간 회상법을 이용하여 영양성분 섭취량을 계산하였다. 연구 대상자가 섭취한 음식의 종류와 섭취량을 영양소단위나 식품단위로 환산하여 일일 나트륨 섭취량을 구하였다.

### 5) 통계적 분석

성별에 따른 차이를 보기 위해 만성질환의 유무와 사회인구학적 인자와 같은 범주형 변수는 교차분석(Chi-square test)을 시행하였으며, 혈액 검사로 시행된 생화학 지표, 총 에너지 섭취량 및 나트륨 섭취량과 같은 연속형 변수는 일반선형모델(general linear model)을 이용하였다. 남성과 여성에서 나트륨 섭취량을 기준으로 2 g 미만, 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상으로 5개의 군으로 나누어 생활습관 및 비만의 유병률, 에너지섭취량의 차이를 일원배치분산분석으로 구하였으며, 나트륨 섭취량에 따른 비만의 교차비(odds ratio)를 구하기 위해 교란 변수를 보정한 후 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 각각의 분석은 IBM SPSS statistics version 21.0.0 (IBM Inc., New York, NY, USA)을 사용하였으며 *P*-값(*P*-value)이 0.05 미만인 경우 유의한 차이가 있다고 판단하였다. 본 연구에 사용된 국민건강영양조사 자료는 질병관리본부 연구 윤리 심의위원회의 승인을 받았다.

## 결 과

### 1. 연구 대상자의 일반적 특징

성별에 따른 기본적인 특징은 표 1에 제시되었다. 남성이 51.66세로 50.81세인 여성에 비해 나이가 더 많았으며, 남성의 평균 하루 에너지 섭취량과 나트륨 섭취량은 2,373.70 Kcal와 5,873.65 mg으로 여성의 1705.92 Kcal와 2863.04 mg에 비해 높았다. 남성이 여성에 비해 체질량지수, 혈압, 공

**Table 1.** General characteristics of subjects according to sex

Characteristics	Total (n = 14,694)	Men (n = 5,969)	Women (n = 8,725)	P-value <sup>a</sup>
Age, y	50.78±0.13	51.66±0.21	50.18±0.17	< 0.001
Daily energy intake, Kcal	1,977.19±7.05	2,373.70±12.33	1,705.92±7.02	< 0.001
Daily sodium intake, mg	4,866.02±27.03	5,874.65±46.18	2,863.04±30.65	< 0.001
Systolic blood pressure, mmHg	120.00±0.14	122.82±0.21	118.08±0.19	< 0.001
Diastolic blood pressure, mmHg	76.12±0.09	78.86±0.14	74.25±0.12	< 0.001
Fasting blood sugar, mg/dL	97.84±0.18	100.79±0.31	95.83±0.22	< 0.001
Total cholesterol, mg/dL	189.62±0.30	187.26±0.47	191.23±0.39	< 0.001
HDL cholesterol, mg/dL	52.66±0.11	49.32±0.16	54.94±0.14	< 0.001
LDL cholesterol, mg/dL	111.66±0.27	108.93±32.02	113.50±0.34	< 0.001
Triglyceride, mg/dL	130.09±0.85	152.38±1.62	114.84±0.86	< 0.001
Obesity (BMI≥25), % (N)	31.7 (4,659)	34.9 (2,084)	29.5 (2,575)	< 0.001
Central obesity <sup>b</sup> , % (N)	25.9 (3,812)	26.3 (1,570)	25.7 (2,242)	0.410
Chronic disease, %				
Hypertension	33.9 (4,976)	39.1 (2,236)	30.3 (2,640)	< 0.001
Dyslipidemia	36.5 (5,369)	42.8 (2,557)	32.2 (2,812)	< 0.001
Diabetes mellitus	10.8 (1,589)	13.4 (801)	9.0 (788)	< 0.001
Cerebral vascular disease	2.0 (300)	2.7 (160)	1.6 (140)	< 0.001
Angina pectoris	2.4 (357)	2.7 (164)	2.2 (193)	0.038
Myocardial infarction	1.0 (140)	1.4 (85)	0.6 (55)	< 0.001
Health related behavior				
Smoking, % (N)				< 0.001
Non-smoker	60.9 (8,944)	18.6 (1,109)	89.8 (7,835)	
Past smoker	20.5 (3,015)	42.8 (2,554)	5.3 (461)	
Current smoker	18.6 (2,735)	38.6 (2,306)	4.9 (429)	
Alcohol use, % (N)				< 0.001
Non drinking	14.0 (2,054)	5.3 (317)	19.9 (1,737)	
Normal drinking	60.3 (8,856)	46.6 (2,779)	69.7 (6,077)	
Problem drinking	16.6 (2,440)	29.1 (1,736)	8.1 (704)	
Alcohol use disorder	4.8 (708)	10.0 (595)	1.3 (113)	
Alcohol dependence	4.3 (636)	9.1 (542)	1.1 (94)	
Physical activity, METs/wk	2,176.68±28.03	2,648.04±48.53	1,854.22±33.12	< 0.001
Household income, % (N)				0.022
Low	19.4 (2,848)	18.2 (1,088)	20.2 (1,760)	
Low-middle	25.8 (3,794)	25.9 (1,544)	25.8 (2,250)	
High-middle	27.4 (4,026)	28.2 (1,684)	26.8 (2,342)	
High	27.4 (4,026)	27.7 (1,653)	27.2 (2,373)	
Education level, % (N)				< 0.001
Less than elementary school	25.8 (3,794)	18.3 (1,092)	31.0 (2,702)	
Middle school	11.1 (1,633)	12.2 (730)	10.3 (903)	
High school	33.3 (4,886)	35.4 (2,115)	31.8 (2,771)	
College or higher	29.8 (4,381)	34.0 (2,032)	26.9 (2,349)	

Abbreviations: BMI, body mass index; METs, metabolic equivalents.

Values are presented as mean±standard error or percent (number).

<sup>a</sup>Continuous variables were calculated by general linear model and categorical variables were calculated by chi-square test.<sup>b</sup>Central obesity was defined as waist circumference ≥90 cm in men and ≥85 cm in women.

**Table 2.** Chronic diseases and health related behaviors according to daily sodium intake in men

Group	Group of daily sodium intake (N = 5,969)					P value <sup>a</sup>
	< 2 g (394)	2-4 g (1,581)	4-6 g (1,695)	6-8 g (1,091)	≥ 8 g (1,208)	
Daily energy intake, Kcal	1,449.58±29.15	1,892.89±15.44	2,280.27±16.40	2,675.45±25.12	3,162.92±33.07	< 0.001
Total cholesterol, mg/dL	182.95±2.14	185.18±0.87	188.95±0.86	186.85±1.13	189.36±1.00	0.001
HDL cholesterol, mg/dL	48.14±0.61	48.98±0.32	49.59±0.29	49.59±0.35	49.56±0.33	0.019
LDL cholesterol, mg/dL	105.87±1.84	108.96±0.79	110.04±0.79	107.83±0.99	109.33±0.90	0.144
Triglyceride, mg/dL	149.74±6.93	142.52±2.46	154.47±3.05	153.98±4.09	161.79±4.08	0.020
Fasting blood glucose, mg/dL	101.85±1.19	101.15±0.57	101.02±0.60	99.99±0.66	100.38±0.75	0.159
Systolic blood pressure, mmHg	125.46±0.87	123.44±0.41	122.76±0.40	121.98±0.49	122.00±0.44	< 0.001
Diastolic blood pressure, mmHg	76.68±0.52	77.94±0.26	79.26±0.26	79.19±0.33	79.91±0.30	< 0.001
Obesity (BMI≥25), % (N)	26.1 (101)	31.4 (497)	35.8 (606)	35.7 (389)	40.5 (489)	< 0.001
Central obesity <sup>b</sup> , % (N)	23.9 (94)	23.8 (377)	27.7 (469)	25.6 (279)	29.1 (351)	0.005
Chronic disease, % (N)						
Hypertension	48.5 (191)	42.9 (679)	38.1 (646)	34.4 (375)	36.8 (445)	< 0.001
Dyslipidemia	47.2 (186)	41.9 (662)	42.9 (728)	41.5 (453)	43.7 (528)	0.789
Diabetes mellitus	20.8 (82)	15.4 (243)	12.6 (214)	11.3 (968)	11.5 (139)	< 0.001
Cerebral vascular disease	6.1 (24)	3.5 (56)	2.6 (44)	1.5 (16)	1.7 (20)	< 0.001
Angina pectoris	4.1 (16)	3.3 (52)	2.8 (47)	2.4 (26)	1.9 (23)	0.005
Myocardial infarction	2.5 (10)	1.5 (23)	1.5 (25)	1.1 (12)	1.2 (15)	0.123
Health related behavior						
Smoking, % (N)						0.770
Non-smoker	19.3 (76)	19.6 (310)	19.5 (331)	17.2 (188)	16.9 (204)	
Past smoker	43.4 (171)	44.8 (708)	41.4 (701)	42.9 (468)	41.9 (506)	
Current smoker	37.3 (147)	35.6 (563)	39.1 (663)	39.9 (435)	41.2 (498)	
Alcohol use, % (N)						< 0.001
Non drinking	6.9 (27)	55.8 (220)	22.3 (88)	6.3 (25)	8.6 (34)	
Normal drinking	7.0 (111)	52.7 (833)	25.2 (398)	8.5 (135)	6.6 (104)	
Problem drinking	4.8 (81)	45.1 (764)	31.3 (531)	9.9 (168)	8.9 (151)	
Alcohol use disorder	4.4 (48)	45.2 (493)	28.7 (313)	12.0 (131)	9.7 (106)	
Alcohol dependence	4.1 (50)	38.8 (469)	33.6 (406)	11.3 (136)	12.2 (147)	
Physical activity, METs/wk	2,263.81±173.60	2,419.75±92.49	2,530.51±88.26	3,013.61±119.57	2,906.89±111.41	< 0.001

Abbreviations: HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; BMI, body mass index; METs, metabolic equivalents; wk, week. Values are presented as mean±standard error or percent (number).

<sup>a</sup>Calculated by general linear model or chi-square test.

<sup>b</sup>Central obesity was defined waist circumference ≥90 cm in men.

복혈당이 높았으며, TC, LDL-C, HDL-C은 여성이 남성보다 높았으며, TG는 남성이 여성보다 높았다. 비만 유병률은 남성이 34.9%로 29.5%인 여성에 비해 더 높게 나왔으며, 복부비만의 유병률은 성별에 따른 차이를 보이지 않았다. 만성 질환의 유병률도 남성이 여성에 비해 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 생활습관에서 현재 및 과거 흡연자의 비율은 남성이 여성에 비해 높았으며, 음주자도 남성이 여성에 비해 높게 나타났다. 활동량의 경우 남성이 2,648 METs/week로 1,854 METs/week인 여성에 비해 높았으며, 가계소득과 교육 수준도 남성과 여성이 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

## 2. 나트륨 섭취량에 따른 생활습관과 총에너지 섭취량

나트륨 섭취량에 따라 2 g 미만, 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상 섭취군의 5개 군으로 나누어 군에 따른 생활습관, 혈압, 공복혈당, TC, LDL-C, HDL-C, TG, 비만 및 총에너지 섭취량의 비교는 표 2, 3에 제시하였다. 남성에서 나트륨 섭취량이 높은 군으로 갈수록 총에너지 섭취량, TC, HDL-C, TG, 비만 및 복부비만의 유병률이 증가하였다. 여성은 나트륨 섭취량이 높은 군으로 갈수록 총에너지 섭취량이 증가하였으나, HDL-C, TG, 수축기 혈압, 복부 비만의 유병률은 나트륨 섭취량이 높은 군으로 갈수록 낮아졌다. 비만

**Table 3.** Laboratory data, chronic diseases, and health related behaviors according to daily sodium intake in women

Group	Group of daily sodium intake (N=8725)					P value <sup>a</sup>
	< 2 g (1,563)	2-4 g (3,568)	4-6 g (1,990)	6-8 g (914)	≥ 8 g (690)	
Daily energy intake, Kcal	1,170.77±10.79	1,584.57±9.3	1,906.45±12.56	2,134.37±20.93	2,399.82±32.99	<0.001
Total cholesterol, mg/dL	194.44±1.00	190.82±0.61	189.79±0.81	190.85±1.17	190.71±1.33	0.041
HDL cholesterol, mg/dL	53.65±0.33	54.85±0.22	55.35±0.28	56.06±0.43	55.68±0.47	<0.001
LDL cholesterol, mg/dL	115.67±0.86	113.61±0.53	112.21±0.72	112.58±1.04	113.04±1.20	0.047
Triglyceride, mg/dL	127.07±2.75	112.63±1.22	112.19±1.65	111.86±2.34	110.17±2.47	<0.001
Fasting blood glucose, mg/dL	97.43±0.52	95.65±0.34	95.32±0.48	94.79±0.59	95.95±0.74	0.058
Systolic blood pressure, mmHg	121.52±0.48	117.80±0.31	116.60±0.39	117.48±0.59	116.74±0.67	<0.001
Diastolic blood pressure, mmHg	74.35±0.25	74.01±0.16	74.17±0.22	74.88±0.33	74.58±0.39	0.176
Obesity (BMI≥25), % (N)	32.0 (500)	28.8 (1,028)	28.4 (566)	28.4 (260)	32.0 (221)	0.571
Central obesity <sup>b</sup> , % (N)	30.4 (475)	25.2 (898)	24.0 (477)	24.3 (222)	24.6 (170)	0.001
Chronic disease, % (N)						
Hypertension	39.3 (615)	29.9 (1,067)	26.8 (534)	26.9 (246)	25.7 (177)	<0.001
Dyslipidemia	39.3 (614)	31.2 (1,112)	30.3 (603)	30.1 (275)	30.1 (208)	<0.001
Diabetes mellitus	12.9 (201)	8.8 (314)	7.6 (151)	6.9 (63)	8.6 (59)	<0.001
Cerebral vascular disease	2.5 (39)	1.7 (62)	1.1 (22)	1.0 (9)	1.2 (8)	0.001
Angina pectoris	3.1 (48)	2.4 (84)	1.7 (34)	1.6 (15)	1.7 (12)	0.005
Myocardial infarction	1.3 (20)	0.5 (19)	0.6 (11)	0 (0)	0.7 (5)	0.011
Health related behavior						
Smoking, % (N)						0.391
Non-smoker	89.5 (1,399)	90.2 (3,219)	89.6 (1,783)	89.5 (818)	89.3 (616)	
Past smoker	4.9 (76)	5.2 (186)	5.4 (107)	5.5 (50)	6.1 (42)	
Current smoker	5.6 (88)	4.6 (163)	5.0 (100)	5.0 (46)	4.6 (32)	
Alcohol use, % (N)						<0.001
Non drinking	27.1 (423)	19.2 (684)	18.0 (358)	17.2 (157)	16.7 (115)	
Normal drinking	64.3 (1,005)	70.7 (2,521)	70.7 (1,407)	71.0 (649)	71.7 (495)	
Problem drinking	6.8 (106)	7.9 (282)	8.7 (174)	9.0 (82)	8.7 (60)	
Alcohol use disorder	1.0 (16)	1.2 (43)	1.2 (24)	2.0 (18)	1.7 (12)	
Alcohol dependence	0.8 (13)	1.1 (38)	1.4 (27)	0.9 (8)	1.2 (8)	
Physical activity, METs/wk	1,721.69±75.50	1,840.59±51.07	1,869.91±68.49	1,879.46±99.92	2,146.18±140.48	0.004

Abbreviations: HDL, High density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; BMI, body mass index; METs, metabolic equivalents; wk, week.

Values are presented as mean±standard error or percent (number).

<sup>a</sup>Calculated by general linear model or chi-square test.

<sup>b</sup>Central obesity was defined waist circumference ≥ 85 cm in women.

의 유병률은 나트륨 섭취량에 따른 차이를 보이지 않았다.

### 3. 하루 나트륨 섭취량과 비만의 연관성

WHO의 하루 나트륨 섭취량의 권장 기준인 2 g 미만인 군을 기준으로 나트륨 섭취량이 높은 군과 비만의 교차비를 분석하였다(Table 4). 남성의 경우 나이와 총에너지 섭취량만 보정한 경우 하루 나트륨 섭취량이 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상을 섭취하는 군은 교차비가 1.27 (95% confidence interval [CI], 0.96-1.59), 1.45 (95% CI, 1.13-1.87), 1.42 (95%

CI, 1.08-1.86), 1.72 (95% CI, 1.30-2.27)로 증가하는 경향을 보였다(*P* value for trend=0.001). 나이, 총에너지 섭취량, 만성 질환 및 생활습관, 학력과 경제수준을 보정한 경우 나트륨 섭취량이 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상인 군에서 2 g 미만인 군에 비해 교차비가 1.26 (95% CI, 0.97-1.64), 1.44 (95% CI, 1.11-1.78), 1.44 (95% CI, 1.08-1.91), 1.67 (95% CI, 1.25-2.23)으로 나트륨 섭취량이 증가함에 따라 비만이 증가하는 양상을 유지하였다(*P* value for trend=0.003). 이러한 경향성은 심혈관 질환의 연관 인자인 혈압, 공복혈당, 지질(TC, HDL-C, LDL-C, TG)까지 보정한 경

**Table 4.** Odds ratios for obesity according to daily sodium intake by logistic regression

Outcome	Daily sodium intake	Adjusted OR (95% CI) <sup>a</sup>	Adjusted OR (95% CI) <sup>b</sup>	Adjusted OR (95% CI) <sup>c</sup>
Obesity (BMI $\geq$ 25 kg/m <sup>2</sup> )				
Men (N=5,969)	< 2 g (394)	1	1	1
	2-4 g (1,581)	1.24 (0.96-1.59)	1.26 (0.97-1.64)	1.27 (0.97-1.67)
	4-6 g (1,695)	1.45 (1.13-1.87)	1.44 (1.11-7.88)	1.40 (1.07-1.85)
	6-8 g (1,091)	1.42 (1.08-1.86)	1.44 (1.08-1.91)	1.41 (1.05-1.89)
	$\geq$ 8 g (1,208)	1.72 (1.30-2.27)	1.67 (1.25-2.23)	1.61 (1.19-2.18)
	<i>P</i> value for trend <sup>d</sup>	0.001	0.003	0.020
Women (N=8725)	< 2 g (1,563)	1	1	1
	2-4 g (3,568)	1.00 (0.88-1.15)	1.04 (0.90-1.20)	1.01 (0.87-1.17)
	4-6 g (1,990)	1.03 (0.88-1.21)	1.07 (0.91-1.26)	1.04 (0.87-1.23)
	6-8 g (914)	1.04 (0.86-1.27)	1.08 (0.87-1.32)	1.02 (0.82-1.26)
	$\geq$ 8 g (690)	1.26 (1.01-1.58)	1.28 (1.02-1.62)	1.21 (0.96-1.54)
	<i>P</i> value for trend <sup>d</sup>	0.249	0.221	0.494

Abbreviations: OR, odds ratio; CI, confidence interval; BMI, body mass index.

<sup>a</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for age and daily energy intake.

<sup>b</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for age, daily energy intake, chronic disease, and social behaviors (smoking status, drinking status (AUDIT score), physical activity (METs-min/week)), economic status, and education level.

<sup>c</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for daily energy intake, chronic disease, social behaviors, economic status, education level, lipid profile (total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol, high density lipoprotein cholesterol), fasting blood glucose, and blood pressure.

<sup>d</sup>Tests for linear trends across categories were conducted by treating the median of each category as a continuous variable.

우에도 그대로 유지되어 교차비가 1.27 (95% CI, 0.97-1.67), 1.40 (95% CI, 1.07-1.85), 1.41 (95% CI, 1.05-1.89), 1.61 (95% CI, 1.19-2.18)로 나타났다(*P* value for trend=0.020). 교란 변수를 보정한 각각의 분석 모두에서 2 g 이상 섭취하는 군에서 2 g 미만 섭취하는 군에 비해 비만의 교차비가 높게 나타났고 2-4 g을 섭취하는 군만 통계적인 유의성을 보이지 않았으나 나트륨 섭취량이 증가함에 따라 비만도 증가하는 경향을 보였다(Figure 2).

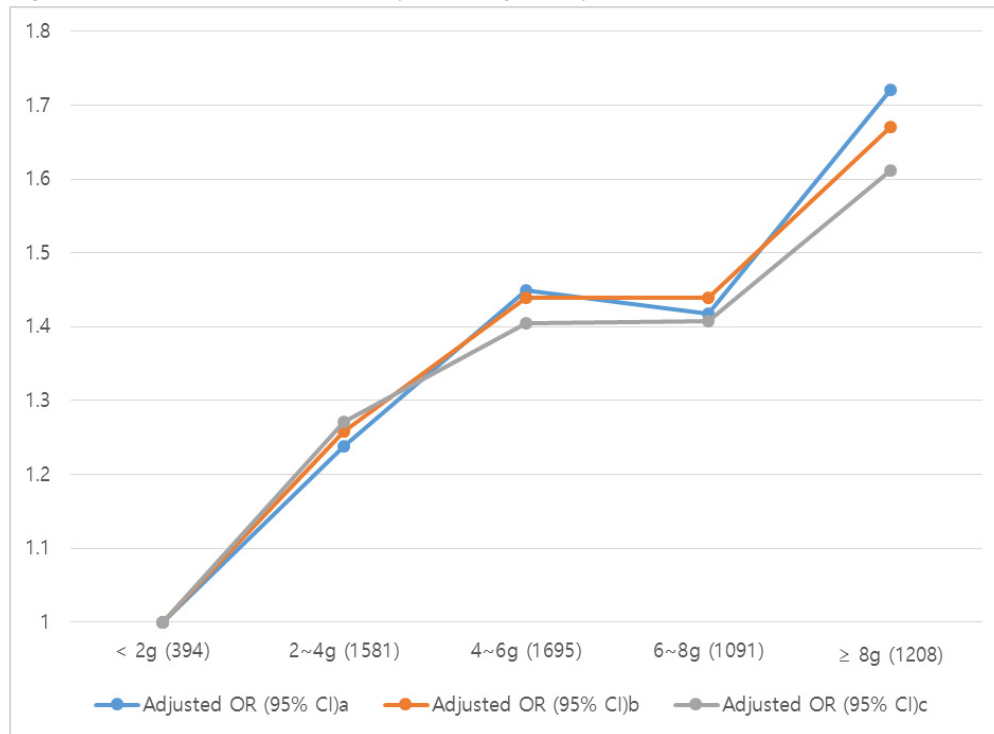
이와 반대로 여성의 경우 나이와 총에너지를 보정했을 경우 2 g 미만인 군과 비교해서 8 g 이상 나트륨을 섭취하는 군만 비만에 대한 교차비가 1.26 (95% CI, 1.01-1.58)로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 나트륨 섭취량에 따른 경향성을 보이지 않았다(*P* value for trend=0.249). 나이, 총에너지 섭취량, 만성 질환, 생활습관, 학력 및 경제수준을 보정한 경우에도 8 g 이상 섭취하는 군에서만 교차비가 1.28 (95% CI, 1.02-1.62)으로 통계적으로 유의한 차이를 보였으며, 나트륨 섭취량이 증가에 따른 경향성은 보이지 않았다 (*P* value for trend=0.221).

## 고 찰

2012년 WHO에서 발표한 식이 지침은 나트륨 섭취량을 하루 2 g을 초과하지 않을 것을 권하고 있다. 이러한 나트륨 섭취 제한은 과도한 나트륨 섭취가 고혈압, 심뇌혈관 질환

환과 관계가 있고, 나트륨 섭취를 줄임으로써 고혈압 및 심뇌혈관의 위험도를 낮춘다는 연구 결과를 따른 것이다.<sup>18)</sup> 과도한 나트륨 섭취가 고혈압 및 심뇌혈관의 위험을 높인다는 연구 결과와는 별도로 몇몇 연구에서 나트륨 섭취량이 비만과 연관성이 있다고 알려졌다.<sup>12-16)</sup> 한국인의 나트륨 섭취원은 가공 식품이 주를 이루는 서양과 달리 김치, 인스턴트 면류, 국과 찌개이다.<sup>22)</sup> 이러한 생활 습관 때문에 한국인의 나트륨 섭취량은 WHO의 섭취 기준의 2배에 이르고 있다.<sup>17)</sup> 한국인의 나트륨 섭취량과 비만의 연관성을 보았던 이전 연구는 나트륨 섭취량에 따라 5분위수를 나누어서 각 군 간의 나트륨 섭취에 따른 비만의 연관성<sup>14)</sup>을 보거나 나트륨 밀도(sodium density, daily sodium intake [mg]/daily energy intake [g])를 5분위수로 나누어 비만과의 연관성을 보는 연구였다.<sup>13)</sup> 이런 연구들의 기준은 순위 변수에 따른 첫 번째 5분위수군으로 WHO 권장 기준과의 연관성을 분석하지 않았으며, 결과도 나트륨 섭취량에 따라 비만이 증가하는 경향성을 보여 주었으나, 하루 나트륨 섭취량 2 g 미만이 비만을 줄이는 데도 효과적인 용량인지에 대한 타당성을 보여주진 않았다. 이에 우리는 19세 이상의 한국 성인에서 WHO의 나트륨 섭취 기준인 하루 2 g 미만을 섭취하는 군과 비교 해 기준을 초과하는 군에서의 나트륨 섭취 증가에 따른 비만의 연관성에 대한 단면적 연구를 시행하였다.

본 연구는 나이와 총에너지 섭취량을 보정한 후 WHO

**Figure 2.** Trend of odds ratio for obesity according to daily sodium intake in men.

Abbreviations: OR, odds ratio; CI, confidence interval.

<sup>a</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for age and daily energy intake. *P* value for trend = 0.001.

<sup>b</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for age, daily energy intake, chronic disease, and social behaviors (smoking status, drinking status [AUDIT score], physical activity [METs-min/week]), economic status, and education level. *P* value for trend = 0.003.

<sup>c</sup>Logistic regression for obesity with daily sodium intake after adjustment for daily energy intake, chronic disease, social behaviors, economic status, education level, lipid profile (total cholesterol, triglyceride, low density lipoprotein cholesterol, high density lipoprotein cholesterol), fasting blood glucose, and blood pressure. *P* value for trend = 0.020.

의 나트륨 섭취 권장 기준인 2 g을 기준으로 2 g 미만을 섭취한 군과 2-4 g을 섭취한 군, 4-6 g을 섭취한 군, 6-8 g을 섭취한 군, 8 g 이상을 섭취한 군에서의 비만의 연관성을 비교 하였으며, 교란 요인인 생활습관(음주, 흡연, 활동량), 만성질환(고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 뇌혈관질환, 협심증, 심근경색) 유무, 소득 수준과 교육 수준, 심혈관 질환 관련 인자(혈압, 공복혈당, 지질)를 보정하였을 때에 대해 각각 분석을 시행하였다.

연구 결과 남성에서 나이, 총에너지 섭취량과 독립적으로 나트륨 섭취량이 2 g 미만이 군에 비해 나트륨 섭취량이 증가할수록 비만이 높아지는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 뇌혈관 질환, 협심증, 심근경색과 같은 만성 질환과 흡연, 음주, 활동량과 같은 생활 습관 및 학력과 경제 수준을 보정하였을 때도 유지되었다. 또, 심혈관 질환 관련 인자인 혈압, 공복혈당, 지질을 보정하였을 때도 그대로 유지되어 2 g 미만의 나트륨 섭취 군에 비해 2-4 g 섭취 군은 1.27배(95% CI, 0.97-1.67), 4-6 g 섭취

군은 1.40배(95% CI, 1.07-1.85), 6-8 g 섭취 군은 1.41배(95% CI, 1.05-1.89), 8 g 이상 섭취 군은 1.61배(95% CI, 1.19-2.18) 비만의 교차비가 높았으며, 나트륨 섭취량이 높은 군으로 갈수록 높아지는 경향을 보였다(Table 4, Figure 2).

여성에서는 남성과 달리 나트륨 섭취량의 증가에 따른 비만 증가의 경향성을 보이지 않았으며, 나이와 총에너지 섭취량만 보정한 경우 8 g 이상 섭취하는 군에서 2 g 미만을 섭취하는 군에 비해 비만이 1.26배(95% CI, 1.01-1.58) 높았으며, 만성질환, 생활습관, 경제 수준, 학력까지 보정하였을 때는 1.28배(95% CI, 1.02-1.16) 높은 것으로 나타났다. 이러한 차이는 심혈관계 관계 인자를 보정하였을 때는 통계적인 유의성을 보이지 않았다(Table 4). 이러한 남녀의 차이는 이전 연구에서도 비슷하게 나타났다.<sup>14)</sup>

나트륨 섭취와 비만의 연관성을 명확하게 설명하는 기전은 없다. 비만한 사람은 정상인에 비해 과식을 하며 그에 따라 나트륨 섭취량이 많다는 연구가 있었으나, 총에너지 섭취량을 보정하지 않았기 때문에 나트륨 섭취량과 비만



의 독립적인 연관성을 알 수는 없었다.<sup>23)</sup> 총에너지 섭취량을 보정한 연구에서 나트륨 섭취량은 총에너지 섭취량과 독립적으로 비만과 연관성을 보이는 것으로 알려졌으며,<sup>13-15)</sup> 프랑스인을 대상으로 한 연구에서는 남녀모두 정상체중에 비해 과체중, 비만인 경우 나트륨 선호도가 더 높아지는 결과를 보였다.<sup>24)</sup> 나트륨과 비만의 연관성을 설명하는 다른 가설로는 나트륨 함량이 높은 음식을 섭취하는 경우 갈증을 유발하여 소프트 드링크의 섭취를 증가시킨다는 연구들도 있었으나,<sup>23,25,26)</sup> 연구 결과가 모두 일치하게 나타나지는 않아 비만의 기전을 설명하기에는 부족하다. 나트륨 섭취에 따른 인슐린 대사를 본 동물 실험 연구에서 만성적인 나트륨 과다 섭취는 인슐린 유발 포도당 대사를 활성화시키고 지방 세포의 포도당 흡수를 증가시켜 지방 세포의 인슐린 민감도를 강화하여 지방세포 비대를 일으켜 혈중 렙틴의 농도를 상승시키는 것으로 나타났다.<sup>27,28)</sup> 이는 나트륨 섭취가 에너지 섭취와 별도로 지방세포에 직접적인 영향을 끼쳐 비만이 발생할 수 있다는 것을 보여준다. 그러나, 인간을 대상으로 한 다른 연구에서는 나트륨 섭취가 음식물, 수분 섭취량과 혈당에 관계가 없다는 결과도 있어 인간에게 적용하기에는 더 많은 연구가 필요해 보인다.<sup>29)</sup> 남녀에서 보여지는 나트륨 섭취량과 비만의 연관성 차이는 여성의 경우 남성에 비해 나트륨 섭취량이 적고 특히, 4 g 이하 섭취군이 그 이상을 섭취하는 군에 비해 수가 많은 것이 원인일 것으로 추측된다. 또 다른 이유로 여성 호르몬인 에스트로젠에 의한 나트륨 갈망의 억제에 의한 것을 고려해 볼 수 있다. 이러한 기전은 안지오텐신 2에 의해 나트륨 갈망이 유발되면 에스트로젠 의존적인 억제를 보여주는 것으로 이전 동물 시험을 통해 보고되었다.<sup>30)</sup>

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 우선, 나트륨 섭취량을 24시간 회상법을 이용하여 평가하였다는 점이다. 24시간 회상법은 지난 1일 동안 섭취한 음식의 종류나 양을 정확하게 기억하기 어렵고 조리 시에 첨가된 소금 양을 정확하게 파악하기 어려울 뿐만 아니라 개인별 소금 섭취량의 차이가 반영되지 않는 단점이 있으며, 과체중이나 비만인 사람에게서 일일 섭취량이 과소평가될 수 있는 단점이 있다. 그러나 인간을 대상으로 하는 대규모 연구에서는 다른 방법에 비해 가장 경제적이고 쉽게 실현 가능한 방법이다. 다른 제한점으로는 국민건강영양조사를 이용한 단면 연구로서 나트륨 섭취량과 비만의 연관성은 알 수 있으나 인과관계를 정확히 파악할 수 없다는 한계점이 있다. 이러한 한계점에도 불구하고, 본 연구는 국가적으로 시행된 대규모 국민건강영양 조사 자료를 이용하여 WHO 권고 기준인 2 g의 나트륨 섭취량이 비만과 어떤 연관성이 있는지 보여주었으며, 특히 남성에서 2 g을 초과하는 군에서 섭취량이 증가할수록 비만이 높아지는 것을 보여 주었다. 또한 이전

연구와 달리 비만에 영향을 미칠 수 있는 생활 습관, 경제수준 등을 보정하였으며, 만성 질환을 보정 변수로 보고 만성 질환 유무에 따른 차이와 심혈관 질환 관계 인자인 혈압, 공복혈당, 지질도 보정 변수에 넣어서 이러한 변수들과 독립적으로 나트륨 섭취량과 비만의 연관성을 보았다는 장점이 있다.

비만은 전세계적으로 사회적인 경제적인 비용을 증가시키는 사회적인 문제이다.<sup>1,3)</sup> 비만은 심혈관 질환, 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨의 위험을 증가시키고,<sup>4,6)</sup> 사망률을 높인다.<sup>7-9)</sup> 따라서 반드시 치료를 해야 하는 질병으로 인식을 해야 한다. 비만의 치료는 식습관 교정이 반드시 이루어져야 하는데, 본 연구에서 보여지는 것처럼 남성에서 비만의 위험도를 낮추기 위해서는 WHO의 나트륨 섭취 기준인 2 g 미만으로 나트륨 섭취를 제한해야 할 것이다. 남성에서 나트륨 섭취량과 비만은 관련성을 보이므로 향후 인과관계를 확인하기 위한 더 많은 연구가 필요할 것으로 보이며, 여성의 경우에 이러한 차이가 나타나지 않은 것에 대한 연구도 필요해 보인다.

## 요 약

**연구배경:** 세계보건기구(WHO)에서는 나트륨을 하루 2 g 미만으로 섭취할 것을 권하고 있다. 이 권장 기준과 비만과의 연관성을 평가하여, WHO 권장기준이 비만에 대한 타당성을 알아보려고 한다.

**방법:** 2010년부터 2012년까지 시행한 제5기 국민건강영양조사를 이용하였으며, 혈액 검사, 만성질환, 생활습관, 영양관련 설문조사 등의 자료에 결측치가 없는 19세 이상 성인 14,694명을 대상으로 하였다. 비만은 체질량지수 25 kg/m<sup>2</sup> 이상으로 정의하고, 나트륨 섭취량은 24시간 회상법을 이용하여 계산해서, 2 g 미만, 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상 5개 군으로 나누었다. 나트륨 섭취량과 비만의 연관성은 로지스틱회귀분석을 사용하였다.

**결과:** 남성에서 교란 변수 보정 후에 2 g 미만 섭취군에 비해 2-4 g, 4-6 g, 6-8 g, 8 g 이상 섭취군의 비만에 대한 교차비가 1.27 (95% 신뢰구간[95% CI], 0.97-1.67), 1.40 (95% CI, 1.07-1.85), 1.41 (95% CI, 1.05-1.89), 1.61 (95% CI, 1.19-2.18)로 나타났으며 섭취량이 높은 군일수록 비만이 증가하였다(*P* value for trend=0.020). 여성은 2 g 미만 섭취군에 비해 8 g 이상 섭취하는 군만 교차비가 1.28 (95% CI, 1.02-1.62)였으나, 나트륨 섭취량이 증가함에 따라 비만이 증가하는 경향은 없었다(*P* value for trend=0.221).

**결론:** 본 연구를 통해 남성에서 나트륨 섭취량이 2 g 이상으로 증가하면, 비만의 위험도가 독립적으로 증가하는

것을 알 수 있었다. 따라서 나트륨 섭취량을 2 g 미만으로 낮추는 것이 비만 예방에 도움이 될 것으로 보인다.

중심 단어: 나트륨, 비만, 에너지섭취량, 세계보건기구

## REFERENCES

1. Ministry of Health and Welfare. The National Health Plan 2020. Korea: Ministry of Health and Welfare; 2011.
2. National Institutes of Health Consensus Development Panel on the Health Implications of Obesity. Health implications of obesity: National Institutes of Health consensus development conference statement. *Ann Intern Med* 1985;103(6 Part 2):1073-7.
3. World Health Organization. Global status report on non-communicable disease 2014. Geneva: WHO Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health; 2015. [Accessed Mon Day, Year]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/>.
4. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: A 26-year follow up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983;67(5):968-77.
5. McInnis KJ, Franklin BA, Rippe JM. Counseling for Physical Activity in Overweight and Obese Patients. *Am Fam Physician* 2003;67(6):1249-56.
6. Lau DC, Douketis JD, Morrison KM, Hramiak IM, Sharma AM, Ur E; Obesity Canada Clinical Practice Guidelines Expert Panel. 2006 Canadian clinical practice guidelines on the management and prevention of obesity in adults and children. *CMAJ* 2007;176(8):S1-13.
7. Lenz M, Richter T, Mühlhauser I. The morbidity and mortality associated with overweight and obesity in adulthood: a systematic review. *Dtsch Arztebl Int* 2009;106(40):641-8.
8. Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 2009;9:88.
9. Tsigos C, Hainer V, Basdevant A, Finer N, Fried M, Mathus-Vliegen E, et al. Management of obesity in adults: European clinical practice guidelines. *Obes Facts* 2008;1(2):106-16.
10. Strazzullo P, D'Elia L, Cairella G, Garbagnati F, Cappuccio FP, Scalfi L. Excess body weight and incidence of stroke: meta-analysis of prospective studies with 2 million participants. *Stroke* 2010;41(5):e418-26.
11. Oh SW, Yoon YS, Shin SA. Effects of excess weight on cancer incidences depending on cancer sites and histologic findings among men: Korea National Health Insurance Corporation Study. *J Clin Oncol* 2005;23(21):4742-54.
12. Navia B, Aparicio A, Perea JM, Pérez-Farinós N, Villar-Villalba C, Labrado E, et al. Sodium intake may promote weight gain; results of the FANPE study in a representative sample of the adult Spanish population. *Nutr Hosp* 2014;29(6):1283-9.
13. Libuda L, Kersting M, Alexy U. Consumption of dietary salt measured by urinary sodium excretion and its association with body weight status in healthy children and adolescents. *Public Health Nutr* 2012;15(3):433-41.
14. Yoon YS, Oh SW. Sodium density and obesity; the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007-2010. *Eur J Clin Nutr* 2013;67(2):141-6.
15. Song HJ, Cho YG, Lee HJ. Dietary sodium intake and prevalence of overweight in adults. *Metabolism* 2013;62(5):703-8.
16. Larsen SC, Ångquist L, Sørensen TI, Heitmann BL. 24h urinary sodium excretion and subsequent change in weight, waist circumference and body composition. *PLoS One* 2013;8(7):e69689.
17. Ministry for Health, Welfare and Family Affairs; Korea Centers for Disease Control and Prevention. National Health Nutrition Examination Survey Report. Cheongwon: Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2013.
18. WHO. Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2012.
19. Babor TF, Higgins-Biddle JC, Saunders JB, Monteiro MG. AUDIT - The Alcohol Use Disorders Identification Test: Guidelines for Use in Primary Care. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2001.
20. International Physical Activity Questionnaire. Guidelines for data processing and analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ). International Physical Activity Questionnaire; 2005. [Accessed March 2, 2012]. <http://www.ipaq.ki.se>.
21. WHO/IASO/IOTF. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. Health communications Australia: Melbourne; 2000.
22. Yon M, Lee Y, Kim D, Lee J, Koh E, Nam E, et al. Major sources of sodium intake of the Korean population at prepared dish level-based on the KNHANES 2008 & 2009. *Korean J Community Nutr* 2011;16(4):473-87.
23. Hoffmann IS, Cubeddu LX. Salt and the metabolic syndrome. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009;19(2):123-8.
24. Deglaire A, Méjean C, Castetbon K, Kesse-Guyot E, Hercberg S, Schlich P. Associations between weight status and liking scores for sweet, salt and fat according to the gender in adults (The Nutrinet-Santé study). *Eur J Clin Nutr* 2015;69(1):40-6.
25. Gibson S, Neate D. Sugar intake, soft drink consumption and body weight among British children: further analysis of National Diet and Nutrition Survey data with adjustment for under-reporting and physical activity. *Int J Food Sci Nutr* 2007;58(6):445-60.
26. He FJ, Marrero NM, MacGregor GA. Salt intake is related to soft drink consumption in children and adolescents: a link to obesity? *Hypertension* 2008;51(3):629-34.
27. Fonseca-Alaniz MH, Brito LC, Borges-Silva CN, Takada J, Andreotti S, Lima FB. High dietary sodium intake increases white adipose tissue mass and plasma leptin in rats. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(9):2200-8.
28. Fonseca-Alaniz MH, Takada J, Andreotti S, de Campos TB, Campaña AB, Borges-Silva CN, et al. High sodium intake enhances insulin-stimulated glucose uptake in rat epididymal adipose tissue. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(6):1186-92.
29. Nunez MF, Mollard RC, Luhovyy BL, Wong CL, Anderson GH. Acute sodium ingestion has no effect on short-term food and water intake, subjective appetite, thirst, or glycemic response in healthy young men. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013;38(7):746-52.
30. Dalmasso C, Amigone JL, Vivas L. Serotonergic system involvement in the inhibitory action of estrogen on induced sodium appetite in female rats. *Physiol Behav* 2011;104(3):398-407.