

한국 성인의 식이 나트륨칼륨비와 대사증후군의 관련성: 2013-2015 국민건강영양조사 자료를 이용하여

이유신, 이심열

동국대학교-서울 가정교육과

The Relationship between Dietary Sodium-to-Potassium Ratio and Metabolic Syndrome in Korean Adults: Using Data from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2015

You-Sin Lee, Sim-Yeol Lee

Department of Home Economics Education, Dongguk University-Seoul, Seoul, Korea

Background: The dietary sodium-to-potassium ratio (Na:K) is known to have a stronger association with cardiovascular disease compared with a single intake of sodium or potassium. Accordingly, this study sought to examine the relationship between sodium-potassium intake balance and metabolic syndrome, which increases the occurrence of cardiovascular disease.

Methods: Data from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2013-2015 were used, and the subjects were 13,164 adults aged 19 years and over. This study examined sodium and potassium intake and Na:K based on Korean adults' age and sex, and analyzed food groups that contribute to adequate sodium and potassium intake based on an Na:K of 1. Correlations between Na:K, metabolic syndrome, and risk factors were examined through a multiple logistic regression analysis.

Results: Korean adults' average daily intake of sodium was 3,976 mg, while that of potassium was 3,076 mg. Meanwhile, the Na:K was identified to be 2.33. The food group that contributed the most to potassium intake was fruits in subjects whose Na:K was below 1, and vegetables in those whose Na:K was over 1. Compared with the lowest quartile, the highest quartile in Na:K was up 19% in the probability that one would suffer from metabolic syndrome (P for trend=0.001). Also, more Na:K led to a significant increase in the risk of elevated blood pressure and elevated blood sugar (P for trend=0.015 and 0.012).

Conclusions: A rise in Na:K is related to a risk of hypertension and high blood sugar, and such a rise raises the prevalence rate of metabolic syndrome.

Korean J Health Promot 2020;20(3):116-124

Keywords: Sodium-to-potassium ratio (Na:K), Metabolic syndrome, Sodium, Potassium

서론

■ Received: Jun. 22, 2020 ■ Revised: Aug. 11, 2020 ■ Accepted: Aug. 12, 2020

■ Corresponding author : **Sim-Yeol Lee, PhD**

Department of Home Economics Education, Dongguk University-
Seoul, 30 Pildong-ro 1-gil, Jung-gu, Seoul 04620, Korea
Tel: +82-2-2260-3413, Fax: +82-2-2265-1170
E-mail: slee@dongguk.edu
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0375-6412>

대사증후군은 고혈압, 고혈당, 복부 비만, 이상지질혈증과 같은 대사적 위험인자들이 복합적으로 발생하는 증상으로¹⁾ 우리나라 성인의 대사증후군 유병률은 여자의 경우 2008년 20.5%에서 2017년 18.7%로 비교적 안정된 추세를

나, 남자의 경우는 2008년 24.5%에서 2017년 28.1%로 증가하였다.²⁾ 대사증후군은 심혈관계 질환과 제2형 당뇨병과 같은 만성 질환의 위험을 높이는 중요한 증상이므로, 대사증후군의 발병요인을 연구하는 것은 매우 중요한 의미가 있을 것이다.³⁾ 대사증후군의 발병 기전은 현재까지 정확히 알려져 있지 않으며 부적절한 식이 섭취를 비롯한 다양한 생활 습관을 위험요인으로 제기하고 있다. Räsänen 등⁴⁾은 고나트륨 섭취가 중년 성인의 대사증후군 위험인자라 하였고, Lee 등⁵⁾과 Shin 등⁶⁾은 칼륨의 섭취가 증가할수록 대사증후군 유병률이 낮아진다고 보고하였다.

식이 나트륨과 칼륨은 심혈관질환의 발병에 중요한 역할을 하고 있다. 과도한 나트륨 섭취는 혈장 부피를 증가시키고 혈관 수축에 관여하는 노르에피네프린의 분비를 촉진하여 혈관의 말초 저항을 상승시킴으로써 혈압을 상승시킬 뿐만 아니라, 심혈관질환, 비만과 대사증후군 등의 위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다. 반면 칼륨은 신장에서 나트륨의 배설과 상호작용을 하여 과다하게 섭취된 나트륨의 배설을 도와 고혈압에 대한 보호기능을 하기도 한다.

만 30세 이상 한국 성인의 고혈압 유병률은 2007년 25.1%에서 2015년 32.0%로 급격히 증가하는 추세이며, 한국인의 나트륨 섭취량은 3,652 mg으로 목표섭취량인 2,000 mg의 약 1.8배 수준을 보이고 있다. 혈압을 개선시키고 나트륨 섭취의 유해성을 완화하기 위하여 충분한 양의 칼륨 섭취를 권장하고 있는데, 한국인의 칼륨 충분섭취량은 3,500 mg이다. 그러나 한국인의 칼륨 섭취량은 남자의 경우 충분섭취량의 88%, 여자는 72%에 그쳐 충분섭취량에 비하여 매우 부족한 것으로 나타났다.⁷⁾

나트륨과 칼륨은 신체에 반대의 기전으로 작용하므로 각각의 섭취량뿐만 아니라 이들의 섭취를 비율로 조사하는 것이 중요한 의미가 있으며 식이 나트륨칼륨비는 나트륨 또는 칼륨 단독으로 인한 위험보다 더 강력한 고혈압 및 심혈관 질환의 지표로 보고되고 있다.^{8,9)} World Health Organization에서는 나트륨과 칼륨의 적정 섭취비율은 몰비로 1:1 정도 되는 것이 바람직하다고 하였으나,¹⁰⁾ 한국인의 식이 나트륨칼륨비는 남자 3.02, 여자 2.78로 상당히 높은 것으로 조사되었다.¹¹⁾

최근 개별 나트륨, 칼륨의 섭취량뿐만 아니라 나트륨과 칼륨의 섭취 균형에 대한 연구가 더욱 활발히 진행되고 있는데, 일본 코호트 연구에 따르면 식이 나트륨칼륨비가 높은 식사는 뇌졸중, 심혈관질환에 의한 사망의 중대한 위험요인이라 하였고,¹²⁾ 미국의 국민건강영양조사를 이용한 연구에서도 나트륨칼륨비가 1보다 적을 때 심혈관질환과 그로 인한 사망률이 유의하게 감소한다고 보고하였다.¹³⁾ 또한 나트륨이나 칼륨 섭취와 대사증후군에 관한 연구는 다수 이루어졌으나, 나트륨과 칼륨 섭취 불균형이 고혈압을 비롯한

대사질환에 미치는 영향에 대한 자료가 극히 부족한 실정이다.^{14,15)}

고혈압의 주요한 식이요인인 나트륨 섭취를 줄이기 위한 정부와 지자체의 노력이 지속적으로 계속되고 있으나, 한국인의 식사는 다른 나라와 비교하여 조리 및 식사시 첨가되는 나트륨의 양이 높은 특징이 있으며, 가공식품의 섭취와 외식 회식의 증가로 그 실효를 거두지 못하고 있다. 이에 나트륨 섭취의 감소와 병행하여 나트륨칼륨비의 권장 비율에 가까워지도록 칼륨 섭취를 늘려 나트륨의 흡수를 감소시키는 노력의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 성인의 나트륨과 칼륨의 섭취량 및 나트륨칼륨비를 평가하고, 나트륨칼륨비가 대사증후군의 위험도에 미치는 영향을 분석하여 나트륨 섭취 저감화와 칼륨 섭취 증진을 위한 지침을 제공하고자 하였다.

방 법

1. 연구 대상

본 연구에서는 제 6기 2013-2015년 국민건강영양조사 자료를 활용하였다. 국민건강영양조사는 국민의 건강수준, 건강행태, 식품 및 영양섭취 실태에 대해 파악하기 위해 질병관리본부에서 매년 수행하는 전국규모의 건강 및 영양조사이다. 국민영양조사는 층화집락표본추출방법으로 대표성 있는 표본을 추출하며, 건강설문조사, 검진조사, 영양조사를 실시하고 있다.

전체 참여자 22,948명 중 만 19세 이상의 성인 18,034명을 분석 대상으로 선정하였다. 이들 중 건강검진조사의 자료가 없는 경우(n=1,546), 영양소 섭취량 및 식품군 자료가 불충분한 경우(n=2,087), 대사증후군 구성요소의 자료가 없는 경우(n=1,237)는 제외하였다. 본 연구에 사용 가능한 최종 대상자는 13,164명(남자 5,410명, 여자 7,754명)이었으며, 연도별로는 2013, 2014, 2015년에 각각 4,373명, 4,267명, 4,524명으로 구성되었다. 본 연구의 자료는 질병관리본부 연구윤리심의위원회의 승인을 얻어 수행한 연구에서 수집되었으며(승인번호: 2013-07CON-03-4C, 2013-12EXP-03-5C), 2015년에는 생명윤리법 제2조 제1호 및 동법 시행규칙 제2조 제2항 제1호에 따라 연구윤리심의위원회 심의를 받지 않고 수행되었다.

2. 나트륨, 칼륨의 섭취량 및 나트륨칼륨비

본 연구에서는 식사 섭취요인을 파악하기 위해 국민건강영양조사의 조사 1일 전 식품 섭취 내용(24시간 회상법)을 이용하였다. 대상자의 나트륨, 칼륨의 섭취량 및 식이 나트

륨칼륨비를 성별, 연령대(20-30대, 40-50대, 60세 이상)에 따라 분석하였으며, 나트륨칼륨비는 몰비(mmol/mmol)로 산출하였다. 또한 나트륨, 칼륨의 적정 섭취량을 평가하기 위하여 한국인 영양소 섭취 기준치를 이용하였고, 나트륨과 칼륨의 적정 섭취비율인 나트륨칼륨비 1을 기준으로 대상자의 비율을 분석하였다.

3. 나트륨, 칼륨의 섭취에 기여하는 식품군

나트륨칼륨비 1을 기준으로 대상자를 분류하여 식품군별 나트륨과 칼륨에 대한 섭취 기여율을 총 섭취량 대비 기여도를 산출하여 정렬하였다. 식품군은 국민건강영양조사에서 이용하고 있는 분류기준에 따라 곡류, 감자·전분류, 당류, 두류, 종실류, 채소류, 버섯류, 과일류, 육류, 난류, 어패류, 해조류, 우유류, 유지류, 음료 및 주류, 조미료류, 조리·가공식품류, 기타류를 포함한 총 18개의 식품군으로 구분하였다.

4. 나트륨칼륨비 수준에 따른 일반 특성과 열량 영양소 섭취량

나트륨칼륨비의 수준에 따른 일반 특성과 열량 영양소 섭취량을 알아보기 위하여 대상자를 나트륨칼륨비에 따라 4분 위수로 나누어 분류하였다. 일반사항으로 성별, 연령, 체질량지수(body mass index, BMI), 흡연(현재 흡연, 과거 흡연,

피우지 않음), 음주(2-3회/주 이상, 2-4회/월 이하, 마시지 않음), 신체활동(2회/주, 2-3회/주, 4회/주 이상)을 변수로 사용하였다.

영양소 섭취량을 분석하기 위하여 24시간 회상조사 자료를 이용하였으며, 이 때 에너지 섭취량은 kcal로, 탄수화물, 지방, 단백질의 섭취량은 g으로 제시하였다.

5. 대사증후군의 진단

대사증후군의 진단은 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III의 기준을 따르되, 복부 비만의 기준은 대한비만학회에서 제시한 한국인에 적합한 허리둘레 값을 적용하였다.¹⁶⁾ 1) 복부 비만(허리둘레 남자 90 cm, 여자 85 cm 이상), 2) 고중성지방혈증(중성지방 150 mg/dL 이상), 3) 저고밀도 지단백 콜레스테롤혈증(남자 40 mg/dL, 여자 50 mg/dL 미만), 4) 고혈압(수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상), 5) 고혈당(100 mg/dL 이상)의 5개의 항목 중에서 3개 항목 이상에 해당하는 경우 대사증후군으로 진단하였다.¹⁷⁾

6. 통계 분석

본 연구의 통계 처리는 SAS version 9.4 (SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하였다. 국민건강영양조사는 복합

Table 1. Comparison of sodium, potassium intakes, and Na:K by sex and age

| | N | Sodium, mg | Na <2,000 mg/day, % | Potassium, mg | K >3,500 mg/day, % | Na:K | Na:K <1.0, % |
|------------|--------|---------------------|---------------------|---------------|--------------------|-----------|--------------|
| All adults | 13,164 | 3,976.5±30.9 | 19.5 | 3,076.5±19.7 | 31.2 | 2.33±0.01 | 8.8 |
| 20-39 | 3,640 | 4,199.4±51.6 | 16.4 | 2,967.9±28.3 | 29.0 | 2.52±0.02 | 5.7 |
| 40-59 | 5,104 | 4,199.7±49.6 | 17.0 | 3,263.8±30.4 | 35.7 | 2.27±0.02 | 9.6 |
| ≥60 | 4,420 | 3,324.1±41.2 | 29.7 | 2,905.0±32.4 | 26.6 | 2.12±0.03 | 12.6 |
| P-value | | <0.001 ^a | 0.047 ^b | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |
| Male | 5,410 | 4,695.9±48.4 | 10.5 | 3,352.2±28.9 | 39.0 | 2.51±0.02 | 5.0 |
| 20-39 | 1,471 | 4,941.3±83.7 | 8.8 | 3,281.3±46.4 | 38.3 | 2.68±0.04 | 2.9 |
| 40-59 | 1,987 | 4,876.6±79.7 | 7.8 | 3,519.1±44.2 | 42.9 | 2.48±0.03 | 5.0 |
| ≥60 | 1,952 | 3,877.0±61.0 | 18.9 | 3,155.6±43.8 | 32.5 | 2.26±0.04 | 9.0 |
| P-value | | <0.001 | 0.222 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | 0.003 |
| Female | 7,754 | 3,330.2±30.4 | 27.7 | 2,829.0±21.4 | 24.3 | 2.17±0.02 | 12.1 |
| 20-39 | 2,169 | 3,469.4±50.8 | 24.0 | 2,659.5±29.7 | 19.8 | 2.36±0.03 | 8.3 |
| 40-59 | 3,117 | 3,459.9±46.4 | 25.0 | 3,041.2±34.4 | 29.4 | 2.09±0.02 | 13.4 |
| ≥60 | 2,468 | 2,874.2±50.1 | 38.5 | 2,701.0±38.0 | 21.7 | 2.01±0.03 | 15.8 |
| P-value | | <0.001 | 0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

Abbreviation: Na:K, dietary sodium-to-potassium ratio.

^aP-values are from ANOVA test.

^bP-values are from chi-square test.

층화집락계통 추출법에 의해 설계되었기 때문에 층화변수, 집락변수, 가중치를 고려하여 복합표본설계 방법에 따라 분석하였다. 본 연구에 이용된 자료는 2013-2015년 각각의 통합비율을 적용하여 통합 가중치를 계산하였다. 범주형 자료는 교차분석을 통해 n (%)로 표시하였고, 연속형 자료는 분산분석을 통해 평균과 표준오차로 제시하였다. 나트륨칼륨비와 대사증후군과 그 구성요소들 간의 관련성은 연령, BMI, 흡연, 음주, 신체활동 실천 여부, 에너지 섭취 등을 보정한 후 proc surveylogistic을 이용하여 교차비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(95% confidence interval, 95% CI)으로 나타내었다. 또한 나트륨칼륨비의 사분위에 따른 대사증후군과 그 구성요소들의 위험도 경향에 대한 유의성은 *P* for trend로 제시하였다. 모든 통계적 유의수준은 *P*<0.05에서 검증하였다.

결 과

1. 나트륨과 칼륨의 섭취량 및 나트륨칼륨비

대상자의 나트륨, 칼륨의 섭취량, 식이 나트륨칼륨비를 성별, 연령대별로 분석한 결과는 표 1과 같다. 전체 조사 대상자는 13,164명이었으며, 이 중 남자는 5,410명(41.1%), 여

자는 7,754명(58.9%)이었다. 연령대별로는 40-50대 5,104명(38.8%), 60대 이상 4,420명(33.6%), 20-30대 3,640명(27.6%)의 순으로 분포하고 있었다.

나트륨의 섭취량은 20-30대와 40-50대는 비슷한 추세이나 60대 이후에는 남녀 모두 유의하게 감소하였다(*P*<0.001). 나트륨의 경우 1일 목표섭취량인 2,000 mg 미만을 섭취하는 비율은 전체 성인 중 19.5%였는데 남자는 10.5%, 여자는 27.7%로 여자의 비율이 높았다. 연령대가 증가할수록 나트륨을 목표섭취량 미만으로 섭취하는 비율이 높아졌는데(*P*<0.05), 여자의 경우도 그 경향이 유사하였다(*P*<0.001).

칼륨의 섭취량은 40-50대 성인의 섭취량이 3,263 mg으로 가장 높고, 20-30대, 60대 이후의 섭취량이 비슷한 수준이었으며, 남녀 모두 유사한 분포로 나타났다(*P*<0.001). 칼륨의 충분섭취량인 3,500 mg을 초과 섭취하는 비율은 전체 성인 중 31.2%, 남자 39.0%, 여자 24.3%였으며, 남녀 모두 20-30대에서 40-50대까지 그 비율이 높아지다가 60대 이후 다시 감소하는 것으로 나타났다(*P*<0.001).

식이 나트륨칼륨비는 한국 성인의 경우 2.33, 남자 2.51, 여자 2.17로 나타났으며, 연령대에 따라 남녀 모두 감소하는 것으로 나타났다(*P*<0.001). 나트륨칼륨비가 1 미만인 비율은 전체 8.8%, 남자 5.0%, 여자 12.1%였다. 연령대별로는 20-30대 5.7%, 40-50대 9.6%, 60대 이후 12.6%로 연령대가

Table 2. Contribution of sodium and potassium from food groups according to Na:K

| Rank | Contribution to sodium intake, % | | | | Contribution to potassium intake, % | | | |
|------|----------------------------------|-------|-----------------------|-------|-------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
| | Na:K <1.0 (n=1,315) | | Na:K ≥1.0 (n=11,849) | | Na:K <1.0 (n=1,315) | | Na:K ≥1.0 (n=11,849) | |
| 1 | Seasonings | 41.71 | Seasonings | 48.47 | Fruits | 27.41 | Vegetables | 27.12 |
| 2 | Vegetables | 25.98 | Vegetables | 21.41 | Vegetables | 18.68 | Cereals | 16.83 |
| 3 | Cereals | 8.42 | Cereals | 14.48 | Potatoes and starches | 17.64 | Fruits | 11.61 |
| 4 | Fish and shellfishes | 6.50 | Fish and shellfishes | 6.17 | Cereals | 10.31 | Meats | 7.68 |
| 5 | Milks | 4.14 | Meats | 2.90 | Beverages | 5.46 | Seasonings | 6.37 |
| 6 | Seaweeds | 3.79 | Seaweeds | 2.49 | Milks | 4.17 | Beverages | 5.19 |
| 7 | Meats | 2.90 | Milks | 1.20 | Pulses | 4.16 | Potatoes and starches | 4.91 |
| 8 | Fruits | 2.12 | Eggs | 0.88 | Meats | 2.60 | Fish and shellfishes | 4.47 |
| 9 | Eggs | 1.49 | Beverages | 0.76 | Seaweeds | 2.20 | Seaweeds | 4.18 |
| 10 | Beverages | 1.37 | Fruits | 0.61 | Seasonings | 2.18 | Milks | 3.78 |
| 11 | Potatoes and starches | 0.59 | Pulses | 0.25 | Fish and shellfishes | 1.91 | Pulses | 3.69 |
| 12 | Pulses | 0.48 | Potatoes and starches | 0.11 | Nuts and seeds | 1.30 | Eggs | 1.27 |
| 13 | Nuts and seeds | 0.29 | Nuts and seeds | 0.09 | Eggs | 0.61 | Nuts and seeds | 1.05 |
| 14 | Sugars and sweeteners | 0.10 | Oils and fat | 0.07 | Oils and fat | 0.48 | Oils and fat | 0.81 |
| 15 | Oils and fat | 0.10 | Sugars and sweeteners | 0.05 | Sugars and sweeteners | 0.44 | Mushrooms | 0.62 |
| 16 | Mushrooms | 0.02 | Processed foods | 0.02 | Mushrooms | 0.36 | Sugars and sweeteners | 0.37 |
| 17 | Processed foods | 0.01 | Other | 0.02 | Other | 0.08 | Other | 0.06 |
| 18 | Other | 0.01 | Mushrooms | 0.01 | Processed foods | 0.00 | Processed foods | 0.01 |

Abbreviation: Na:K, dietary sodium-to-potassium ratio.

증가함에 따라 비율이 높아졌으며($P<0.001$), 남녀 모두 연령대가 증가함에 따라 나트륨칼륨비가 1 미만인 비율이 점차 높아졌다($P<0.01$).

2. 나트륨과 칼륨의 섭취에 기여하는 식품군

식이 나트륨칼륨비 1을 기준으로 하였을 때 각 식품군이 나트륨과 칼륨 섭취량에 대한 기여도는 표 2와 같다. 대상자들의 나트륨 섭취량에 대한 기여도가 높은 식품군은 조미료류>채소류>곡류>어패류 순으로 나트륨칼륨비에 따른 차이가 없었으며, 이 중 조미료와 채소류의 기여도가 67.7-69.9%로 높은 비율을 차지하였다.

칼륨 섭취량에 대한 기여도는 나트륨칼륨비가 1 미만인 대상자들의 경우 과실류>채소류>감자 전분류>곡류>음료 및 주류의 순이었으며, 이들이 차지하는 기여도가 전체의 약 80%인 것으로 나타났다. 이와 달리 나트륨칼륨비가 1 이상인 대상자들의 칼륨섭취량에 대한 기여도는 채소류>곡류>

과실류>육류>조미료류>음료주류의 순이었고, 이들의 기여도 역시 약 80%를 차지하였다. 또한 과실류와 채소류가 기여하는 칼륨 섭취량은 나트륨칼륨비가 1 미만인 대상자들의 경우 46.1%였으며, 나트륨칼륨비가 1 이상인 대상자들의 경우 38.7%였다.

3. 나트륨칼륨비 수준에 따른 일반 특성과 열량 영양소 섭취량

식이 나트륨칼륨비의 사분위수별로 대상자를 4군으로 분류하여 나트륨칼륨비 수준에 따른 대상자의 기본 특성과 영양소 섭취 특성의 차이를 제시하였다(Table 3). 나트륨칼륨비가 증가함에 따라 대상자 중 남자의 비율과 BMI는 증가하였으나($P<0.01$), 여자의 비율과 연령은 감소하였다($P<0.001$). 또한 나트륨칼륨비의 사분위가 증가하면서 현재 흡연자와 음주를 자주 하는 대상자의 수가 증가하는 것으로 나타났으며($P<0.001$), 신체활동에는 차이가 없었다. 대상자의 영양

Table 3. General characteristics and nutrient intake according to Na:K quartile

| | Na:K quartile | | | | P |
|------------------------|---------------|----------------------|----------------------|--------------|---------------------|
| | Q1 ≤1.47 | Q2 >1.47 to ≤2.08 | Q3 >2.08 to ≤2.80 | Q4 >2.80 | |
| Sex | | | | | |
| Male | 967 (33.0) | 1,319 (45.5) | 1,505 (52.3) | 1,619 (56.2) | <0.001 ^a |
| Female | 2,325 (67.0) | 1,971 (54.5) | 1,786 (47.7) | 1,672 (43.8) | |
| Age, y | 50.3±0.4 | 47.2±0.4 | 44.5±0.4 | 43.8±0.4 | <0.001 ^b |
| BMI, kg/m ² | 23.6±0.1 | 23.7±0.1 | 23.8±0.1 | 24.0±0.1 | 0.002 |
| Smoking status | | | | | |
| Current smoker | 336 (12.9) | 536 (19.4) | 671 (24.1) | 758 (26.8) | <0.001 |
| Ex-smoker | 561 (17.0) | 638 (18.8) | 660 (20.3) | 698 (21.1) | |
| Non-smoker | 2,395 (70.1) | 2,116 (61.8) | 1,960 (55.6) | 1,835 (52.1) | |
| Alcohol intake | | | | | |
| ≥2-3/week | 445 (14.1) | 627 (20.6) | 719 (23.5) | 822 (26.7) | <0.001 |
| ≤2-4/month | 1,569 (51.5) | 1,671 (53.0) | 1,716 (54.8) | 1,618 (51.6) | |
| Non-drinker | 1,278 (34.4) | 992 (26.4) | 856 (21.7) | 851 (21.7) | |
| Regular exercise | | | | | |
| <2 day/week | 701 (20.5) | 768 (22.2) | 745 (21.8) | 795 (22.3) | 0.781 |
| 2-4 days/week | 969 (29.2) | 971 (29.1) | 976 (29.0) | 951 (28.3) | |
| >4 days/week | 1,622 (50.3) | 1,551 (48.7) | 1,570 (49.2) | 1,545 (49.4) | |
| Energy, kcal/day | 1,881.7±17.3 | 2,031.3±18.1 | 2,119.7±19.0 | 2,173.1±19.3 | <0.001 |
| Carbohydrate, g | 316.4±2.9 | 311.3±2.7 | 315.8±2.6 | 311.1±2.5 | 0.273 |
| Fat, g | 35.7±0.6 | 44.8±0.7 | 48.5±0.8 | 51.2±0.8 | <0.001 |
| Protein, g | 61.4±0.7 | 70.6±0.8 | 74.6±0.9 | 77.6±1.0 | <0.001 |

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

Abbreviations: BMI, body mass index; Na:K, dietary sodium-to-potassium ratio.

^aP-values were derived from a chi-square test.

^bP-values were derived from an ANOVA test.

섭취 상태는 나트륨칼륨비의 사분위가 증가함에 따라 에너지, 지방, 단백질의 섭취량은 증가하였고($P<0.001$), 탄수화물의 섭취량에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

4. 나트륨칼륨비 수준에 따른 대사증후군 위험과의 관련성

식이 나트륨칼륨비 수준에 따른 대사증후군 위험요인들과의 연관성을 분석한 결과는 표 4와 같다. 나트륨칼륨비의

사분위가 높을수록 대사증후군의 유병률은 증가하는데, 대사증후군의 OR은 1분위군에 비해 4분위군에서 1.19 (95% CI, 1.03-1.37)로 유의하게 높았고, 그 경향성도 유의하였다 (P for trend=0.001). 혈압 상승의 위험도는 1분위군에 비하여 4분위군의 OR이 1.16 (95% CI, 1.02-1.32)으로 유의하게 높았고, 경향성도 유의하게 나타났다(P for trend=0.015). 혈당 상승도 1분위군에 비하여 4분위군의 OR이 1.15 (95% CI, 1.01-1.32)로 유의하게 높았고, 경향성 역시 유의하였다

Table 4. Crude and multivariable adjusted odd ratios for metabolic syndrome and its components according to Na:K quartile

| | Na:K Quartile | | | | |
|-------------------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | <i>P</i> for trend ^a |
| Metabolic syndrome | | | | | |
| No. of events | 943 (28.7) | 829 (25.2) | 898 (27.3) | 894 (27.2) | — |
| Model 1 | 1.00 | 0.89 (0.79-1.00) | 1.01 (0.89-1.14) | 1.04 (0.92-1.17) | 0.210 |
| Model 2 | 1.00 | 0.96 (0.83-1.10) | 1.25 (1.08-1.45) | 1.25 (1.08-1.44) | <0.001 |
| Model 3 | 1.00 | 0.94 (0.81-1.08) | 1.21 (1.05-1.41) | 1.19(1.03-1.37) | 0.001 |
| Increased waist circumference | | | | | |
| No. of events | 1,316 (40.0) | 1,165 (35.4) | 1,157 (35.2) | 1,208 (36.7) | — |
| Model 1 | 1.00 | 0.85 (0.76-0.96) | 0.88 (0.78-0.99) | 0.91 (0.81-1.02) | 0.224 |
| Model 2 | 1.00 | 0.95 (0.79-1.15) | 1.10 (0.92-1.31) | 1.16 (0.97-1.39) | 0.035 |
| Model 3 | 1.00 | 0.94 (0.78-1.13) | 1.12 (0.94-1.33) | 1.12 (0.94-1.33) | 0.107 |
| Elevated blood pressure | | | | | |
| No. of events | 962 (29.2) | 950 (28.9) | 954 (29.0) | 937 (28.5) | — |
| Model 1 | 1.00 | 1.06 (0.94-1.19) | 1.06 (0.94-1.19) | 1.08 (0.96-1.21) | 0.264 |
| Model 2 | 1.00 | 1.13 (0.99-1.28) | 1.22 (1.07-1.38) | 1.21 (1.06-1.37) | 0.002 |
| Model 3 | 1.00 | 1.11 (0.97-1.26) | 1.19 (1.05-1.35) | 1.16 (1.02-1.32) | 0.015 |
| Elevated fasting glucose | | | | | |
| No. of events | 1,115 (33.9) | 1,099 (33.4) | 1,110 (33.7) | 1,122 (34.1) | — |
| Model 1 | 1.00 | 1.01 (0.89-1.14) | 1.04 (0.92-1.18) | 1.04 (0.93-1.18) | 0.419 |
| Model 2 | 1.00 | 1.09 (0.94-1.25) | 1.23 (1.07-1.41) | 1.20 (1.05-1.37) | 0.002 |
| Model 3 | 1.00 | 1.07 (0.93-1.23) | 1.19 (1.04-1.37) | 1.15 (1.01-1.32) | 0.012 |
| Elevated triglyceride | | | | | |
| No. of events | 898 (27.3) | 891 (27.1) | 981 (29.8) | 1020 (31.0) | — |
| Model 1 | 1.00 | 1.03 (0.91-1.17) | 1.21 (1.08-1.36) | 1.30 (1.14-1.47) | <0.001 |
| Model 2 | 1.00 | 0.95 (0.83-1.09) | 1.12 (0.97-1.27) | 1.13 (0.98-1.31) | 0.020 |
| Model 3 | 1.00 | 0.92 (0.80-1.06) | 1.06 (0.93-1.21) | 1.05 (0.91-1.22) | 0.209 |
| Reduced HDL cholesterol | | | | | |
| No. of events | 1,291 (39.2) | 1,159 (35.2) | 1,114 (33.8) | 1,079 (32.8) | — |
| Model 1 | 1.00 | 0.86 (0.77-0.95) | 0.79 (0.71-0.89) | 0.76 (0.68-0.85) | <0.001 |
| Model 2 | 1.00 | 0.99 (0.88-1.00) | 1.00 (0.88-1.14) | 0.97 (0.86-1.10) | 0.743 |
| Model 3 | 1.00 | 1.01 (0.90-1.13) | 1.03 (0.91-1.17) | 1.00 (0.88-1.14) | 0.839 |

Values are presented as odds ratios and 95% confidence intervals, calculated by multivariate logistic regression analysis.

Model 1: unadjusted; model 2: adjusted for sex, age, and BMI; model 3: adjusted for sex, age, BMI, smoking, alcohol drinking, regular exercise, and energy intake.

Abbreviations: BMI, body mass index; HDL, high-density lipoprotein; Na:K, dietary sodium-to-potassium ratio.

^a P for trend values were calculated using a general linear regression.

(P for trend=0.012). 고중성지방혈증의 경우 model 1과 model 2에서는 나트륨칼륨비에 따라 위험도가 증가하는 것으로 나타났으나, 에너지 섭취를 비롯한 생활습관과 관련된 요인을 보정한 후 그 경향은 유의하게 나타나지 않았다. 복부 비만과 저고밀도지단백(high-density lipoprotein) 콜레스테롤혈증은 나트륨칼륨비와 유의한 관련성을 보이지 않았다.

고 찰

본 연구에서 2013-2015년 우리나라 20세 이상 성인의 나트륨 섭취량은 3,976 mg/day였고, 칼륨의 섭취량은 3,076 mg/day였으며, 두 영양소 모두 남자의 섭취량이 여자에 비해 높은 것으로 나타났다. 미국 성인의 나트륨 평균 섭취량은 3,584 mg/day, 칼륨 섭취량은 2,795 mg/day로 우리나라 성인에 비해 두 영양소 모두 섭취량이 다소 낮은 것으로 조사되었고,¹⁸⁾ 중국 성인의 나트륨 섭취량은 4,700 mg/day, 칼륨 섭취량은 1,800 mg/day로 우리나라 성인에 비해 나트륨 섭취량은 높고 칼륨 섭취량은 매우 낮은 것으로 나타났다.¹⁹⁾

본 연구에서 식이 나트륨칼륨비는 2.33이었고, 20-30대 이후에 점차 감소하였으며, 남자는 2.51, 여자는 2.17로 남자의 나트륨칼륨비가 여자에 비해 높았다. 남자의 칼륨 섭취량은 여자에 비해 높았으나 나트륨의 섭취량 역시 높아 결과적으로 남자의 나트륨칼륨비가 여자에 비해 높은 것으로 나타났다. 2007-2010년 국민건강영양조사를 이용한 Lee 등²⁰⁾의 연구에서는 나트륨칼륨비는 남자 2.91-3.09, 여자 2.62-2.77로 나타나 본 연구에 비해 높은 양상을 보였다. Bailey 등¹⁸⁾은 미국 성인의 나트륨칼륨비를 1.38이라고 하였고, 나트륨칼륨비의 트렌드에 관한 Du 등¹⁹⁾의 연구에서는 중국 성인의 나트륨칼륨비가 1991년에 4.9에서 2009년에는 2.8로 감소하는 경향이 있다고 보고하였다. 식이 나트륨칼륨비는 일반적으로 나트륨과 칼륨의 섭취량을 몰비(mmol/mmol)로 산출하여 계산하는데, 다수의 연구에서 mg/mg 단위로 비율을 계산하기도 하므로 정확한 결과의 비교를 위해 나트륨칼륨비를 사용할 때는 단위를 제시할 필요성이 있다.^{18,21)} 본 연구에서 20-30대의 나트륨칼륨비가 2.52로 다른 연령대에 비해 높게 나타났으므로 적정 나트륨칼륨비에 도달할 수 있도록 연령대에 맞는 나트륨 저감화 지침을 교육·홍보할 필요성이 있다. 또한 나트륨칼륨비가 1 미만인 비율은 8.8%로 조사되어, 미국 성인을 대상으로 한 연구의 12%보다는 적고,¹⁸⁾ 중국 성인을 대상으로 한 연구¹⁹⁾의 6.1%보다 높은 분포를 보였다. 칼륨 섭취량의 감소는 신장에서 나트륨 보유로 이어지고, 칼륨이 풍부한 음식의 섭취는 나트륨의 배설을 자극하므로, 나트륨 함량이 높은 음식의 섭취를 줄이면서 칼륨이 풍부한 음식 섭취를 늘려 나트륨칼륨비를 개선할

수 있을 것이다.^{22,23)}

나트륨 혹은 칼륨에 기여하는 식품군이나 음식군에 대하여 각각 분석한 연구들이 다수 있으나 본 연구에서는 두 영양소의 섭취 양상을 동시에 볼 수 있도록 나트륨칼륨비를 기준으로 기여하는 식품군을 살펴보고자 하였다. 나트륨 섭취에 기여하는 식품군은 조미료류>채소류>곡류>어패류의 순으로 나트륨칼륨비에 따른 큰 차이를 보이지 않았으나 칼륨 섭취의 경우는 나트륨칼륨비가 1 미만인 그룹에서는 과실류>채소류>감자류, 나트륨칼륨비가 1 이상인 그룹에서는 채소류>곡류>과실류>육류의 순으로 이 식품군들이 약 60% 이상을 기여하는 것으로 나타났다. 나트륨칼륨비가 1 미만인 대상자들의 경우 과실류가 칼륨의 주공급원이며, 1 이상인 대상자들의 경우 채소류가 1순위의 공급원인데, 한식의 특성상 채소류의 섭취시 간장이나 소금간을 하게 되므로 칼륨의 공급원 동시에 나트륨의 섭취량을 함께 상승시키는 요인으로 작용하였을 것이다. 이와 같은 결과를 볼 때, 어떤 식품군을 칼륨의 주요 섭취급원으로 섭취하느냐가 나트륨칼륨비의 감소에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 네 지역의 한국 성인을 대상으로 한 Choi 등²⁴⁾의 연구에서도 그 결과가 유사하였는데 나트륨칼륨비가 낮을수록 칼륨의 주요 공급원으로 간주되는 과일과 채소의 섭취가 더 많은 것으로 나타났다. 채소류는 나트륨과 칼륨의 섭취량에 기여하는 비율이 모두 높았으므로 나트륨칼륨비를 낮추기 위해서 다양한 채소의 섭취량을 늘리되, 조리시 식염 및 조미료의 양을 적게 사용하는 방법을 제안할 수 있을 것이다.

본 연구에서 나트륨칼륨비와 혈압을 포함한 대사증후군 구성요소 간의 관계를 살펴보았을 때, 높은 수준의 나트륨칼륨비가 혈압과 양의 상관관계가 있었고, 연령과 체질량지수 이외에 생활관련 변수와 에너지 섭취를 보정한 후에도 일치된 결과를 보였다. 2005-2010년 미국 성인을 대상으로 한 연구에서 나트륨칼륨비가 증가할수록 수축기 혈압이 증가하는 경향을 나타내었고,²⁵⁾ Du 등¹⁹⁾은 나트륨칼륨비를 5분위로 분류하여 평가하였을 때 가장 낮은 그룹에 비해 가장 높은 그룹의 고혈압의 위험도가 2.14배 증가한 것으로 보고하였다. 이처럼 칼륨 섭취 증가와 나트륨 섭취 감소의 복합적인 효과는 혈압을 낮추는 데 상승 효과를 발휘하며 나트륨 섭취를 감소시키거나 칼륨 섭취만을 증가시키는 것보다 혈압 감소에 효과적인 방법이라고 할 수 있다.²⁶⁾ 따라서 나트륨 저감화를 위해 나트륨 섭취의 감소만을 강조할 것이 아니고 칼륨 섭취의 증가를 병행함으로써 결과적으로 감소된 나트륨칼륨비가 고혈압의 예방과 치료에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

또한 본 연구에서 나트륨칼륨비가 증가할수록 혈당 상승의 위험도가 커지는 것으로 나타났다. 나트륨칼륨비와 고혈당과의 관계에 관한 조사가 거의 없어 직접적인 비교는 어

려우나 Baudrand 등¹⁴⁾은 나트륨 섭취와 인슐린저항성이 관련이 있음을 보고하였고, Hu 등²⁷⁾은 높은 나트륨 섭취는 제2형 당뇨병의 위험을 예측할 수 있다고 하였다. 한편 Chatterjee 등²⁸⁾은 낮은 혈청칼륨이 당뇨병의 독립적인 예측인자라고 하였으며, 미국 여성을 대상으로 한 Colditz 등²⁹⁾의 연구에서도 칼륨 섭취와 당뇨병 위험 간에 역의 상관관계를 보고하였다. 이와 같은 나트륨이나 칼륨과 당뇨병과의 관계에 대한 선행 연구들로부터 나트륨칼륨비의 증가가 당뇨병의 위험을 증가시킬 수 있음을 예측할 수 있으나 이를 확인할 수 있는 연구가 반드시 필요할 것이다.

본 연구에서는 나트륨칼륨비와 대사증후군과의 관계에서는 나트륨칼륨비가 높을수록 대사증후군 유병률이 증가하는 것으로 나타났다. 최근까지 나트륨칼륨비와 혈압을 포함한 심혈관계 질환에 대한 연구는 지속적으로 이루어지고 있으나 나트륨칼륨비와 대사증후군 유병률에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.^{9,18,19,30)} 대사증후군은 심혈관계 질환과 제2형 당뇨병과 같은 만성 질환의 위험을 높이는 중요한 증상이므로,³⁾ 나트륨칼륨비와 대사증후군 위험요인들과의 관련성에 대한 추가 연구가 반드시 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 이용한 국민건강영양조사 자료는 1일의 섭취자료이므로 개인의 일상적인 섭취 수준으로 보기 어려우며, 소변 중 배설량으로부터 추정하는 방법에 비해 나트륨 섭취량은 과소평가하는 반면 칼륨 섭취량을 과대평가할 수 있다는 제한점이 있다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 한국 성인의 식이 나트륨칼륨비와 대사증후군 위험요인들 간의 관계를 분석하였다는 점에서 의미가 있을 것으로 보인다. 본 연구를 통해 나트륨칼륨비가 높을수록 한국 성인의 대사증후군의 위험이 증가하는 것으로 나타나 국민건강증진을 위하여 나트륨 섭취의 감소를 단독으로 강조하기보다 과일과 채소의 섭취를 통한 칼륨의 섭취를 증가시키므로써 나트륨칼륨비를 낮추는 노력이 필요하리라 생각된다.

요 약

연구배경: 식이 나트륨칼륨비는 나트륨이나 칼륨의 단독 섭취보다 심혈관질환과의 연관성이 더 강한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구에서는 나트륨과 칼륨의 섭취 균형과 심혈관질환의 발생을 증가시키는 대사증후군과의 관련성을 살펴보고자 하였다.

방법: 본 연구는 2013-2015년 국민건강영양조사의 원시자료를 사용하였고, 최종 대상자는 만 19세 이상 성인 13,164명이었다. 한국인의 연령, 성별에 따른 나트륨, 칼륨의 섭취 및 식이 나트륨칼륨비를 조사하고, 나트륨과 칼륨의 적정 섭취

비율 1을 기준으로 나트륨과 칼륨의 섭취에 기여하는 식품군을 분석하였으며, 나트륨칼륨비와 대사증후군 및 위험요인과의 관련성은 다중 로지스틱 회귀분석을 사용하여 제시하였다.

결과: 한국인의 1일 평균 나트륨 섭취량은 3,976 mg이었고, 칼륨 섭취량은 3,076 mg이었으며, 나트륨칼륨비는 2.33인 것으로 조사되었다. 칼륨 섭취에 대한 기여도가 가장 높은 식품군은 나트륨칼륨비가 1 미만인 대상자들의 경우 과실류, 1 이상인 경우 채소류인 것으로 나타났다. 나트륨칼륨비가 가장 높은 사분위는 가장 낮은 사분위에 비해 대사증후군에 걸릴 확률이 19% 높았다(P for trend=0.001). 또한 나트륨칼륨비가 증가할수록 혈압 상승과 혈당 상승의 위험도가 유의하게 증가하는 경향을 보였다(P for trend=0.015와 0.012).

결론: 나트륨칼륨비의 증가는 고혈압과 고혈당의 위험과 관계가 있으며, 대사증후군의 유병률을 증가시키므로, 한국인의 식사에서 나트륨 섭취 감소와 함께 칼륨 섭취를 증가시켜 나트륨칼륨비를 감소시켜야 한다.

중심 단어: 나트륨칼륨비, 대사증후군, 나트륨, 칼륨

ORCID

You-Sin Lee <https://orcid.org/0000-0003-2617-2188>
 Sim-Yeol Lee <https://orcid.org/0000-0003-0375-6412>

REFERENCES

- Haffner SM, Valdez RA, Hazuda HP, Mitchell BD, Morales PA, Stern MP. Prospective analysis of the insulin-resistance syndrome (syndrome X). *Diabetes* 1992;41(6):715-22.
- Kim MH, Lee SH, Shin KS, Son DY, Kim SH, Joe H, et al. The change of metabolic syndrome prevalence and its risk factors in Korean adults for decade: Korea National Health and Nutrition Examination Survey for 2008-2017. *Korean J Fam Pract* 2020; 10(1):44-52.
- Grundy SM, Brewer HB Jr, Cleeman JI, Smith SC Jr, Lenfant C; American Heart Association, et al. Definition of metabolic syndrome: report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004;109(3):433-8.
- Räsänen JP, Silaste ML, Kesäniemi YA, Ukkola O. Increased daily sodium intake is an independent dietary indicator of the metabolic syndrome in middle-aged subjects. *Ann Med* 2012; 44(6):627-34.
- Lee H, Lee J, Hwang SS, Kim S, Chin HJ, Han JS, et al. Potassium intake and the prevalence of metabolic syndrome: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 2008-2010. *PLoS One* 2013;8(1):e55106.
- Shin D, Joh HK, Kim KH, Park SM. Benefits of potassium in-

- take on metabolic syndrome: the fourth Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV). *Atherosclerosis* 2013;230(1):80-5.
7. Korea Centers for Disease Control and Prevention (KCDC). Korea Health Statistics 2017: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VII-2) [Internet]. Cheongju: KCDC; 2019. [Accessed Oct 7, 2020]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/>.
 8. Cook NR, Obarzanek E, Cutler JA, Buring JE, Rexrode KM, Kumanyika SK, et al. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: the trials of hypertension prevention follow-up study. *Arch Intern Med* 2009;169(1):32-40.
 9. Perez V, Chang ET. Sodium-to-potassium ratio and blood pressure, hypertension, and related factors. *Adv Nutr* 2014;5(6):712-41.
 10. World Health Organization (WHO). Review and updating of current WHO recommendations on salt/sodium and potassium consumption. Geneva: World Health Organization; 2011.
 11. Park YH, Chung SJ. A comparison of sources of sodium and potassium intake by gender, age and regions in Koreans: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2010-2012. *Korean J Community Nutr* 2016;21(6):558-73.
 12. Okayama A, Okuda N, Miura K, Okamura T, Hayakawa T, Akasaka H, et al. Dietary sodium-to-potassium ratio as a risk factor for stroke, cardiovascular disease and all-cause mortality in Japan: the NIPPON DATA80 cohort study. *BMJ Open* 2016;6(7):e011632.
 13. Yang Q, Liu T, Kuklina EV, Flanders WD, Hong Y, Gillespie C, et al. Sodium and potassium intake and mortality among US adults: prospective data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Intern Med* 2011;171(13):1183-91.
 14. Baudrand R, Campino C, Carvajal CA, Olivieri O, Guidi G, Faccini G, et al. High sodium intake is associated with increased glucocorticoid production, insulin resistance and metabolic syndrome. *Clin Endocrinol (Oxf)* 2014;80(5):677-84.
 15. Cai X, Li X, Fan W, Yu W, Wang S, Li Z, et al. Potassium and obesity/metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of the epidemiological evidence. *Nutrients* 2016;8(4):183.
 16. 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.
 17. 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):2735-52.
 18. Bailey RL, Parker EA, Rhodes DG, Goldman JD, Clemens JC, Moshfegh AJ, et al. Estimating sodium and potassium intakes and their ratio in the American diet: data from the 2011-2012 NHANES. *J Nutr* 2015;146(4):745-50.
 19. Du S, Batis C, Wang H, Zhang B, Zhang J, Popkin BM. Understanding the patterns and trends of sodium intake, potassium intake, and sodium to potassium ratio and their effect on hypertension in China. *Am J Clin Nutr* 2014;99(2):334-43.
 20. Lee SY, Lee SY, Ko YE, Ly SY. Potassium intake of Korean adults: based on 2007~2010 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Nutr Health* 2017;50(1):98-110.
 21. Lee HS, Duffey KJ, Popkin BM. Sodium and potassium intake patterns and trends in South Korea. *J Hum Hypertens* 2013;27(5):298-303.
 22. Krishna GG, Kapoor SC. Potassium depletion exacerbates essential hypertension. *Ann Intern Med* 1991;115(2):77-83.
 23. Brunner HR, Baer L, Sealey JE, Ledingham JG, Laragh JH. The influence of potassium administration and of potassium deprivation on plasma renin in normal and hypertensive subjects. *J Clin Invest* 1970;49(11):2128-38.
 24. Choi MK, Kim NY, Lee YK, Heo YR, Hyun T, Oh SY, et al. Contribution of food groups to sodium and potassium intakes by their ratio in Korean adults. *Progress in Nutrition* 2019;21(2):285-93.
 25. Zhang Z, Cogswell ME, Gillespie C, Fang J, Loustalot F, Dai S, et al. Association between usual sodium and potassium intake and blood pressure and hypertension among U.S. adults: NHANES 2005-2010. *PLoS One* 2013;8(10):e75289.
 26. Wijendran V, Bell SJ. Relationship of dietary sodium, potassium and the sodium-to-potassium ratio to blood pressure. *J Med - Clin Res & Rev* 2019;3(5):1-5.
 27. Hu G, Jousilahti P, Peltonen M, Lindström J, Tuomilehto J. Urinary sodium and potassium excretion and the risk of type 2 diabetes: a prospective study in Finland. *Diabetologia* 2005;48(8):1477-83.
 28. Chatterjee R, Yeh HC, Shafi T, Selvin E, Anderson C, Pankow JS, et al. Serum and dietary potassium and risk of incident type 2 diabetes mellitus: the atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Arch Intern Med* 2010;170(19):1745-51.
 29. Colditz GA, Manson JE, Stampfer MJ, Rosner B, Willett WC, Speizer FE. Diet and risk of clinical diabetes in women. *Am J Clin Nutr* 1992;55(5):1018-23.
 30. Willey J, Gardener H, Cespedes S, Cheung YK, Sacco RL, Elkind MSV. Dietary sodium to potassium ratio and risk of stroke in a multiethnic urban population: the Northern Manhattan Study. *Stroke* 2017;48(11):2979-83.