



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

보건학석사 학위논문

한국 성인의
항산화 비타민 섭취와
대사증후군 위험 간의 관련성

2018년 2월

서울대학교 보건대학원
보건학과 보건영양학전공
안 서 은

국문초록

대사증후군은 복부비만, 고중성지방혈증, 저HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압 및 고혈당이 군집하고 있는 증상으로, 암, 심장질환, 뇌혈관 질환, 당뇨와 같은 만성질환으로의 진행을 예방하기 위해 식생활을 통한 대사증후군 관리가 중요하다고 할 수 있다.

대사증후군의 알려진 위험요인에는 신체활동 부족, 부적절한 식이 섭취, 유전적 요인 등이 있으며, 활성산소로 인한 산화스트레스 또한 대사증후군과 관련이 있다고 보고되고 있다. 항산화제는 체내에 과잉으로 생성된 활성산소가 세포에 변성과 손상을 초래하여 만성 질환의 발생위험을 높이는 일련의 진행과정을 차단하는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 식품으로부터 섭취하는 항산화제에는 비타민 A, C, E와 같은 항산화 비타민이 있으며, 해외의 선행 연구를 통해 이러한 항산화 비타민의 섭취가 대사증후군 위험을 낮출 가능성이 제시되었다. 그러나 한국인을 대상으로 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 관계에 대해 연구한 논문은 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 한국 성인의 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군 위험 간의 관련성을 분석하고자 하였다. 이를 위해 수도권의 일개 종합병원 건강검진센터를 이용한 한국 성인 614명의 3일치 식사 조사 자료를 한국인 상용식품의 항산화 비타민 함량 데이터베이스와 연계하여 항산화 비타민 (비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 레티놀, 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E)의 섭취량을 추정하였다.

항산화 비타민 섭취밀도에 따라 대상자를 3분위로 나누어 대사증

후군 및 그 위험요인의 오즈비를 계산한 결과, 남성에서 레티놀, 카로티노이드, 비타민 E의 섭취밀도가 높은 그룹의 대사증후군 유병률이 섭취밀도가 낮은 그룹보다 낮았으며, 여성 대상자에서도 레티놀의 섭취 밀도가 낮은 그룹보다 중간 및 높은 그룹의 대사증후군 유병률이 낮았다. 또한 남성 대상자에서 비타민 A, 카로티노이드, 비타민 E의 섭취밀도가 높은 그룹의 고혈당의 오즈비가 섭취밀도가 낮은 그룹보다 유의하게 낮았고, 여성 대상자에서는 비타민 A($\mu\text{g RE}$)의 섭취밀도가 높은 그룹의 복부비만 오즈비가 섭취밀도가 낮은 그룹보다 유의하게 낮았다.

이상의 결과에서 한국 성인에게서 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군 사이에 유의한 관련성이 있음을 확인할 수 있었다. 추후 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군의 관련성에 대한 대규모 전향적 연구 또는 중재연구가 실시되어 인과관계를 더욱 명확히 파악하게 된다면, 대사증후군 관리 및 예방을 위한 식생활 관련 정책 수립의 과학적 근거를 제공하는데 도움이 될 것이다.

주요어 : 항산화 비타민, 대사증후군, 한국성인

학 번 : 2016-24011

목 차

제1장. 서론	1
제2장. 연구방법	4
제3장. 결과	9
제4장. 고찰	30
참고문헌	38
Abstract	46

표 목 차

Table 1. General characteristics of the study subjects	14
Table 2. Prevalence of metabolic syndrome risk factors among study subjects	15
Table 3-1. Daily antioxidant vitamin intakes of the study subjects	16
Table 3-2. Daily antioxidant vitamin intake density of the study subjects	17
Table 4-1. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among men subjects	18
Table 4-2. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among women subjects	20
Table 5-1. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among men subjects	22
Table 5-2. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among women subjects	24
Table 6-1. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among men subjects	26
Table 6-2. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among women subjects	28

제1장. 서론

2015년 우리나라 사망 자료에 의하면 사망원인 상위 10위 중 7개가 식생활과 관련성이 높은 암, 심장질환, 뇌혈관 질환, 당뇨병 등의 만성질환이었다.¹ 대사증후군은 이러한 만성질환의 위험요인으로 알려진 복부비만, 고중성지방혈증, 저HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압 및 고혈당이 군집하고 있는 증상이다.² 수년간 만성질환의 위험인자에 대한 연구가 활발하게 진행되어 왔으며, 많은 연구에서 식생활을 통한 대사증후군 관리의 중요성을 제기하였다.^{3,4}

국민건강영양조사 자료를 분석한 결과에 따르면, 한국 성인의 대사증후군 유병률은 1998년 24.9%에서 2007년 31.3%로 꾸준히 증가하였고,⁵ 2007~2010년에는 28.8%(남성 31.9%, 여성 25.6%)로 보고되었다.⁶ 대사증후군 진단기준과 대상자의 연령이 상이하여 직접 두 연구를 비교하기는 어려우나, 이러한 수치를 통해 한국 성인 4명 중 1명은 대사증후군인 것으로 유추할 수 있다.

대사증후군의 위험요인으로 비만, 신체활동 부족, 부적절한 식이 섭취, 유전적 요인, 스트레스, 노화, 호르몬 불균형 등 여러 가지 요인들이 확인되고 있는데, 활성산소로 인한 산화스트레스 또한 대사증후군과 관련이 있다고 보고되고 있다.⁷ 산화스트레스란 우리 몸에서 에너지를 생성하는 과정 중에 활성산소가 급격히 증가하거나 활성산소를 제거하는 기능이 저하될 때, 활성산소의 생성이 체내 활성산소 제거 기능을 능가하게 되어 신체에 부담을 주는 상태를 의미한다.⁸ 체내에 활성산소가 과잉으로 생성되어 축적되면 지질, 단백질, DNA 등에 여러 가지 독성을 일으키고, 세포의 변성과 손상을

초래하여,⁹ 노화의 촉진뿐만 아니라 심혈관질환, 당뇨병, 암 등 질병의 발생위험을 증가시키는 것으로 알려져 있다.¹⁰⁻¹³

항산화제는 이러한 활성산소에 의한 산화스트레스로부터 우리 몸을 보호하는 역할을 한다. 인체 내에서 항산화제 역할을 하는 것으로는 빌리루빈 (bilirubin), 수퍼옥사이드 디스뮤타제 (superoxide dismutase, SOD), 카탈라제 (catalase), 글루타치온 퍼옥시다제 (glutathione peroxidase), 코엔자임 Q10 (coenzyme Q10) 등의 내인성 항산화제가 있고, 체외로부터 식품을 통해 섭취하는 비타민 A, 비타민 C, 비타민 E, 폴리페놀, 셀레늄 등의 외인성 항산화제가 있다. 이들 항산화제는 체내에 증가된 활성산소로 인해 질병에 이르는 일련의 진행과정의 고리를 끊는데 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.¹⁴

Puchau 등¹⁵의 항산화비타민 섭취와 대사증후군의 관련성 연구에서 비타민 A, 비타민 C의 섭취량이 높을수록 대사증후군 위험의 조기 지표인 혈중 플라스미노젠 활성억제제-1 (plasminogen activator inhibitor-1) 및 혈중 호모시스테인 (homocysteine) 농도가 감소하는 것으로 보고되어, 식품을 통한 항산화 물질의 섭취가 대사증후군의 위험도를 낮출 가능성이 제시되었다. 중국 성인을 대상으로 실시한 연구에서도 에너지와 지방섭취량이 낮고, 비타민 C의 섭취가 높았을 때, 대사증후군의 위험도가 낮았으며,¹⁶ 네덜란드 성인 남성을 대상으로 카로티노이드 섭취와 대사증후군과의 관련성을 분석한 Sluijs 등¹⁷의 연구에서는 총카로티노이드, β -카로틴, α -카로틴 및 라이코펜 섭취가 대사증후군 및 복부비만 위험도, 혈중 중성지방 농도와 유의한 음의 상관관계가 있음이 보고되었다.

이처럼 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 관련성에 대한 가

능성이 제시되고 있음에도 불구하고, 한국인을 대상으로 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군과의 관계에 대해 연구한 논문은 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 3일간의 식사조사 자료와 한국인 상용 식품의 항산화 비타민 데이터베이스¹⁸를 이용하여 항산화 비타민(비타민 A, 레티놀, 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E)의 섭취량을 추정하고, 대사증후군 및 그 위험요인과의 관련성을 분석하고자 한다. 특히 최근 발표된 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 비타민 A의 단위가 기존의 레티놀 당량(μg retinol equivalents, μg RE)에서 레티놀 활성 당량(μg retinol activity equivalents, μg RAE)으로 변경되면서, 이를 반영하여 비타민 A의 섭취량과 대사증후군 위험간의 관련성을 확인하는 것은 의미가 있다고 사료된다.

제2장. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구는 2010~2012년에 수도권 일개 종합병원 건강검진센터를 이용한 사람 중에서 연구에 참여 의사를 밝힌 사람들을 대상으로 수행한 단면연구이다. 대상자 선정기준은 정기적으로 약물을 복용하지 않는 만 30~60세의 성인이었으며, 자발적으로 참여의사를 밝힌 총 1,033명이 모집되었다. 본 연구에서 대사증후군 보유 여부를 판정하기 위해 신체계측 및 혈액검사를 다시 실시하였고, 3일간의 식사조사와 일반적 특성에 대한 설문조사를 완료한 614명의 자료를 최종 분석에 사용하였다. 본 연구의 모든 절차는 제생병원 기관생명윤리심의위원회(IRB No. IMG15-01, IMG15-06)와 서울대학교 생명윤리위원회(IRB No. E1503/001-003, E1507/002-007)의 승인을 받았다.

2. 신체계측 및 혈액검사

신체계측, 혈액검사 및 시료의 분석은 훈련된 간호사와 임상병리사 등 전문 인력에 의해 수행되었다. 신장과 체중은 자동 신장·체중계(GL-150, G-Tech International, Uijeongbu-si, Korea)를 이용하여 측정하였고, 이로부터 체질량지수(body mass index, BMI)를 산출하였다. 허리둘레는 줄자를 이용하여 측정하였다. 혈압은 안정 상태에

서 자동혈압측정기(Diagnostec, Panasonic, Japan)를 사용하여 수축기 혈압과 이완기 혈압을 측정하였다. 8시간 공복상태에서 혈액을 채취하고 혈청을 분리하여 분석 시까지 보관하였으며, 시료의 분석은 분당제생병원의 진단검사의학과에서 수행하였다. 혈청 중성지방(triglyceride), 고밀도지단백콜레스테롤 (HDL-cholesterol), 저밀도지단백콜레스테롤 (LDL-cholesterol) 농도는 Bayer Reagent Packs on an automated chemistry analyzer (Advia 1650 Autoanalyzer, Bayer Diagnostics, Leverkusen, Germany)로 측정하였고, 공복혈당(fasting blood glucose)의 농도는 HKG6PD (UV) method (Hitachi 747 automatic analyzer, Germany)로 측정하였다.

3. 식사섭취조사 및 항산화 비타민 섭취량 추정

식사섭취조사는 식사기록법을 이용하여 주중 2일과 주말 1일을 포함한 3일 동안의 식사섭취량자료를 수집하였다. 첫날 조사는 24시간 회상법을 이용하여 훈련된 조사원이 직접 면접을 통해 수집하였다. 조사당일 대상자에게 식사기록 방법을 교육하고 2차원 모형과 조사지를 함께 배포하였고, 대상자가 직접 이틀 동안의 식사내용을 기록하게 한 후 우편으로 회수하였다. 회수된 식사기록은 훈련된 조사원이 검토한 후 불충분하거나 불명확하게 기재된 부분에 대해 전화로 대상자에게 확인하여 보완하였다. 수집된 식사섭취 자료는 CAN-Pro 3.0 프로그램(Computer Aided Nutritional Analysis Program 3.0, The Korean Nutrition Society, Seoul, Korea)을 이용하여 각 대상자의 1일 평균 식품 및 영양소 섭취량을 산출하였다.

항산화 비타민 섭취량은 한국인 상용식품의 항산화 비타민 함량 데이터베이스¹⁸와 연계하여, 비타민A, 레티놀, 카로티노이드, 비타민 C와 비타민 E 섭취량을 계산하였다. 비타민 A의 섭취량은 종전의 기준인 레티놀 당량($\mu\text{g RE}$)과 2015년에 새로 제정된 한국인 영양소 섭취기준에서 사용한 레티놀 활성 당량($\mu\text{g RAE}$)을 각각 계산하였다. 총 에너지 섭취량의 영향을 보정하기 위해 개인이 섭취한 열량 1,000 kcal당 항산화 비타민 섭취량을 계산하여 영양밀도를 산출하였다. 항산화 비타민 섭취밀도에 따라 대상자를 3분위로 나누어, 항산화 비타민 섭취밀도가 가장 낮은 그룹을 T1, 가장 높은 그룹을 T3로 지정하였다. 각 식품군별 항산화 비타민 섭취기여도를 확인하기 위해, 국민건강영양조사의 18개 식품군 중 대상자의 항산화 비타민 주요 급원식품군인 6개 식품군(곡류, 채소류, 과일류, 난류, 어패류, 우유류)을 통한 1인 1일당 평균 항산화 비타민 섭취량을 계산하였다. 항산화 비타민의 주요 급원식품을 확인하고자, 국민건강영양조사의 3차식품코드를 기준으로 식품 별 항산화 비타민 섭취량 및 섭취 기여율을 산출하여, 순위에 따라 제시하였다.

4. 대사증후군의 진단기준

대사증후군의 진단 기준은 NCEP ATP III(National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III)의 기준을 따르되,¹⁹ 복부비만의 기준은 국제당뇨병연맹에서 제시한 아시아인 기준을 사용하였다.²⁰ 복부비만은 허리둘레가 남자 90 cm 이상, 여자 80 cm 이상인 경우, 고중성지방혈증은 중성지방이 150 mg/dL 이상인 경

우, 저HDL-콜레스테롤혈증은 HDL-콜레스테롤이 남자 40 mg/dL 미만, 여자 50 mg/dL 미만인 경우, 고혈압은 수축기 혈압 130 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 85 mmHg 이상인 경우, 고혈당은 공복 혈당 100 mg/dL 이상인 경우로 정의하였고, 5개 항목 중에서 3개 항목 이상을 만족한 경우를 대사증후군으로 하였다. 대사증후군이 아닌 나머지 대상자들은 대조군으로 분류하였다.

5. 통계분석

통계분석은 SAS (Statistical Analysis System version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였다. 범주형 변수는 빈도와 백분율을 제시하였고, chi-square test를 통해 분포의 차이를 확인하였다. 연속형 변수는 평균과 표준편차를 제시하였고, t-test를 통해 그룹 간 차이를 검정하였다. 항산화 비타민 섭취 수준과 대사증후군 및 대사증후군 위험요인과의 관련성은 로지스틱 회귀분석을 이용하여 오즈비(odds ratio, OR)와 95% 신뢰구간(95% confidence interval, 95% CI)을 구하였다. 항산화 비타민 섭취수준에 따른 고중성지방혈증, 저HDL-콜레스테롤혈증, 고혈압, 고혈당의 오즈비는 연령, 흡연 상태, 음주 빈도, 신체활동 수준, BMI를 보정하여 비교하였고, 복부비만과 대사증후군의 오즈비는 연령, 흡연 상태, 음주 빈도, 신체활동 수준을 보정하여 비교하였다. 대상자의 연령은 30~39세, 40~49세, 50~60세로 범주화 하였으며, BMI는 23 kg/m² 미만, 23 kg/m² 이상 25 kg/m² 미만, 25 kg/m² 이상 30 kg/m² 미만, 30 kg/m² 이상으로 범주화 하였다. 현재 흡연 상태는 현재 흡연자, 과

거 흡연자, 비흡연자로 구분하였고, 음주 빈도는 월 1회 미만, 월 1~4회, 주 2회 이상으로 구분하였다. 식품군별 항산화 비타민 섭취량은 평균과 표준편차를 제시하였고, t-test를 통해 대사증후군 그룹과 대조군의 차이를 확인하였다. 항산화 비타민별로 섭취기여율이 높은 5개 식품을 통한 항산화 비타민 섭취량과 섭취기여율을 계산하였다. 본 연구의 모든 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 를 기준으로 하였다.

제3장. 결과

1. 대상자의 일반적 특성

본 연구 대상자의 인구사회학적 특성을 Table 1에 제시하였다. 성별에 따른 인구사회학적 특성을 비교해 보았을 때, 여성의 평균 연령(48.2 ± 7.2 세)이 남성(45.4 ± 7.9 세)보다 높았으며($p < 0.0001$), 남성 대상자의 평균 BMI(26.4 ± 2.8 kg/m²)가 여성(24.9 ± 3.4 kg/m²)보다 높았다($p < 0.0001$). 현재 흡연자의 비율과 주 2회 이상 음주자의 비율은 모두 남성 대상자가 여성 대상자보다 높았다($p < 0.0001$). 남성 대상자와 여성 대상자에서 대사증후군 보유 여부에 따른 인구사회학적 특성을 비교해 보았을 때, 연령, 현재 흡연 상태, 음주 빈도, 신체 활동 수준에 따른 대상자 분포에 유의한 차이가 없었고, BMI는 남성과 여성 모두에서 대사증후군 그룹의 평균이 대조군보다 높았다($p < 0.0001$).

본 연구 대상자의 대사증후군 위험요인 보유 현황을 Table 2에 제시하였다. 성별에 따른 대사증후군 및 그 위험요인 보유자의 비율을 비교해보았을 때, 남성에서 여성에 비해 고중성지방혈증, 고혈압, 고혈당의 보유자 비율이 유의하게 높았으며($p < 0.0001$), 여성에서 남성에 비해 복부비만, 저HDL-콜레스테롤혈증의 보유자 비율이 유의하게 높았다($p < 0.05$).

2. 대상자의 항산화 비타민 섭취량

조사 대상자의 1일 평균 3대영양소 및 항산화 비타민 섭취량을 Table 3-1에, 섭취밀도를 Table 3-2에 제시하였다. 성별에 따른 항산화 비타민의 섭취량을 비교해 보았을 때, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 레티놀, 카로티노이드, 비타민 C 섭취량에는 성별 간 유의한 차이가 없었으며, 비타민 E의 섭취량은 여성에 비해 남성이 유의하게 높았다($p < 0.0001$). 그러나 여성의 평균 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E 섭취밀도는 남성보다 유의하게 높았다($p < 0.01$).

남성 대상자에서는 대사증후군 그룹의 레티놀 섭취밀도($53.6 \pm 59.0 \mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$)가 대조군($67.1 \pm 59.7 \mu\text{g}/1,000 \text{ kcal}$)에 비해 유의하게 낮았고($p = 0.0466$), 이를 제외한 영양소에서 대사증후군 그룹과 대조군에서 섭취밀도에 유의한 차이가 없었다. 여성의 경우에는 대사증후군 그룹의 비타민 E의 섭취밀도($3.8 \pm 1.4 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/1,000\text{kcal}$)와 탄수화물 섭취밀도($158.1 \pm 23.1 \text{ g}/1,000\text{kcal}$)가 대조군(비타민 E: $3.5 \pm 1.1 \text{ mg } \alpha\text{-TE}/1,000\text{kcal}$, 탄수화물: $150.6 \pm 21.9 \text{ g}/1,000\text{kcal}$)보다 유의하게 많았고($p < 0.05$), 다른 영양소의 섭취밀도는 차이가 없었다.

3. 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군과의 관련성

항산화 비타민 섭취량과 대사증후군과의 관련성을 알아보기 위해 각 항산화 비타민의 섭취밀도에 따라 대상자를 3분위로 나누어 각 분위별로 대사증후군 및 대사증후군 위험요인의 오즈비(OR)와 95% 신뢰구간(95% CI)을 구한 결과는 Table 4-1 ~ 4-2와 같다. 남성에서 연령, 흡연 상태, 음주 빈도, 신체활동 수준을 보정하였을 때, 레티놀 (OR=0.40, 95% CI=0.23~0.71, P for trend=0.0009), 카로티노이드 (OR=0.57, 95% CI=0.32~1.00, P for trend=0.0470), 비타민 E (OR=0.52, 95% CI=0.30~0.92, P for trend=0.0190)의 섭취밀도가 높은 그룹이 섭취밀도가 낮은 그룹에 비해 대사증후군의 유병률이 유의하게 낮았다. 또한 연령, 흡연 상태, 음주 빈도, 신체활동 수준, BMI를 보정한 결과, 남성에서 비타민 A ($\mu\text{g RE}$: OR=0.55, 95% CI=0.32~0.97, P for trend=0.0417, $\mu\text{g RAE}$: OR=0.52, 95% CI=0.29~0.92, P for trend=0.0211), 카로티노이드 (OR=0.41, 95% CI=0.23~0.73, P for trend=0.0036), 비타민 E (OR=0.47, 95% CI=0.26~0.82, P for trend=0.0080) 섭취밀도가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 고혈당의 오즈비가 유의하게 낮았다.

여성에서는 레티놀 섭취밀도가 중간인 그룹(OR=0.48, 95% CI=0.27~0.86)과 높은 그룹(OR=0.55, 95% CI=0.30~0.98)의 대사증후군 유병률이 레티놀 섭취밀도가 낮은 그룹보다 유의하게 낮았고, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$)의 섭취밀도가 높은 그룹의 복부비만 오즈비가 섭취밀도가 낮은 그룹보다 유의하게 낮았다(OR=0.51, 95% CI=0.28~0.93, P for trend=0.0293).

4. 식품군별 항산화 비타민 섭취량

각 식품군별로 각 항산화 비타민의 1일 평균 섭취량을 계산한 결과를 Table 5-1 ~ 5-2에 제시하였다. 남성에서 대사증후군 그룹은 대조군보다 곡류를 통해 섭취하는 레티놀($p=0.0351$)과 비타민 C($p=0.0477$)의 섭취량, 과실류를 통해 섭취하는 카로티노이드($p=0.0446$)의 섭취량, 우유류를 통해 섭취하는 비타민 A ($\mu\text{g RE}$: $p=0.0010$, $\mu\text{g RAE}$: $p=0.0013$), 레티놀 ($p=0.0015$), 카로티노이드($p=0.0181$), 비타민 E ($p=0.0009$)의 섭취량이 유의하게 적었다. 여성의 경우에는 대사증후군 그룹의 어패류를 통해 섭취하는 비타민 C($p=0.0294$)와 우유류를 통해 섭취하는 비타민 E ($p=0.0478$)의 섭취량이 대조군보다 적었던 반면, 과실류를 통해 섭취하는 비타민 C의 섭취량은 대사증후군 그룹이 대조군보다 많았다($p=0.0148$).

5. 항산화 비타민 주요 급원식품

대사증후군 보유 여부에 따른 항산화 비타민의 주요 급원식품을 살펴보기 위해, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 레티놀, 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E의 기여율이 높은 상위 5개 식품을 Table 6-1 ~ 6-2에 제시하였다. 남성 대상자는 주로 당근, 고추, 달걀 등을 통해 비타민 A($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$)를 섭취하였고, 달걀, 우유, 장어와 같은 동물성 식품을 통해 레티놀을 섭취하였다. 토마토, 수박, 당근과 같은 과실류를 통해 카로티노이드를 섭취하였고, 사과, 고추, 굴 등을 통해 비타민 C를 섭취하였다. 비타민 E는 주로 달걀, 라면, 배추김

치를 통해 섭취하였다. 대사증후군 보유 여부에 따른 식품군별 항산화 비타민 섭취량을 비교하였을 때, 남성 대조군의 우유를 통한 비타민 A (μg RAE)와 레티놀의 섭취량이 대사증후군 그룹보다 많았고($p<0.01$), 남성 대조군의 수박을 통한 카로티노이드 섭취량이 대사증후군 그룹보다 많았다($p=0.0231$).

여성 대상자는 주로 당근, 고추, 달걀 등을 통해 μg RE 단위의 비타민 A를 섭취하였고, 주로 당근, 고추, 우유 등을 통해 μg RAE 단위의 비타민 A를 섭취하였다. 우유, 달걀 등을 통해 레티놀을, 토마토, 수박, 당근 등을 통해 카로티노이드를 섭취하였고, 비타민 C는 주로 사과, 귤, 고추 등을 통해, 비타민 E는 주로 달걀, 콩기름, 배추김치 등을 통해 섭취하였다. 대사증후군 보유 여부에 따른 식품군별 항산화 비타민 섭취량을 비교하였을 때, 여성 대조군의 커피프림을 통한 레티놀 섭취량이 대사증후군 그룹보다 높았고($p=0.0147$), 여성 대조군의 사과를 통한 비타민 C 섭취량은 대사증후군 그룹보다 적었다($p=0.0041$).

Table 1. General characteristics of the study subjects

	Men (n=317)				Women (n=297)				P-value ⁵⁾
	Total (n=317)	MetS ³⁾ (n=185)	Control (n=132)	P-value ⁴⁾	Total (n=297)	MetS ³⁾ (n=121)	Control (n=176)	P-value ⁴⁾	
Age (years) ¹⁾	45.4±7.9	45.4±7.6	45.4±8.3	0.9794	48.2±7.2	49.0±7.2	47.7±7.1	0.1156	<0.0001
BMI (kg/m ²) ¹⁾	26.4±2.8	27.0±2.9	25.6±2.5	<0.0001	24.9±3.4	26.2±2.9	24.0±3.5	<0.0001	<0.0001
Smoking status (yes) ²⁾	136 (42.9)	84 (45.4)	52 (39.4)	0.2864	8 (2.7)	1 (0.8)	7 (4.0)	0.0994	<0.0001
Alcohol consumption (yes) ²⁾⁶⁾	149 (47.0)	95 (51.4)	54 (40.9)	0.0663	30 (10.1)	13 (10.7)	17 (9.7)	0.7605	<0.0001
Physical activity (yes) ²⁾⁷⁾	71 (22.4)	43 (23.2)	28 (21.2)	0.6846	51 (17.2)	21 (17.4)	30 (17.1)	1.0000	0.1049

¹⁾ Values are mean±SD.

²⁾ Values are N (%).

³⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

⁴⁾ P-values for the difference between MetS group and control group, obtained by chi-square test for categorical variables and t-test for continuous variables.

⁵⁾ P-values for the difference between men and women, obtained by chi-square test for categorical variables and t-test for continuous variables.

⁶⁾ Subjects who drank more than twice a week.

⁷⁾ Subjects engaged in a physical activity at least 5 days per week and lasting at least 30 min at moderate intensity or at least 3 days per week and lasting at least 20 min at vigorous intensity.

Table 2. Prevalence of metabolic syndrome risk factors among study subjects

	Men (n=317)				Women (n=297)				P-value ⁴⁾
	Total (n=317)	MetS ²⁾ (n=185)	Control (n=132)	P-value ³⁾	Total (n=297)	MetS ²⁾ (n=121)	Control (n=176)	P-value ³⁾	
Abdominal obesity ⁵⁾	173 (54.6) ¹⁾	129 (69.7)	44 (33.3)	<0.0001	192 (64.7)	107 (88.4)	85 (48.3)	<0.0001	0.0111
Hypertriglyceridemia ⁶⁾	244 (77.0)	169 (91.4)	75 (56.8)	<0.0001	117 (39.4)	75 (62.0)	42 (23.9)	<0.0001	<0.0001
Low HDL-cholesterol ⁷⁾	95 (30.0)	70 (37.8)	25 (18.9)	0.0003	129 (43.4)	80 (66.1)	49 (27.8)	<0.0001	0.0005
Elevated blood pressure ⁸⁾	218 (68.8)	150 (81.1)	68 (51.5)	<0.0001	147 (49.5)	87 (71.9)	60 (34.1)	<0.0001	<0.0001
High fasting blood glucose ⁹⁾	155 (48.9)	116 (62.7)	39 (29.6)	<0.0001	78 (26.3)	52 (43.0)	26 (14.8)	<0.0001	<0.0001

¹⁾ Values are N (%).

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ P-values for the difference between MetS group and control group, obtained by chi-square test.

⁴⁾ P-values for the difference between men and women, obtained by chi-square test.

⁵⁾ Waist circumference \geq 90 cm (men) or \geq 80 cm (women)

⁶⁾ Fasting triglyceride \geq 150 mg/dL

⁷⁾ Fasting HDL-cholesterol < 40 mg/dL (men) or < 50 mg/dL (women)

⁸⁾ Systolic blood pressure \geq 130 mmHg or diastolic blood pressure \geq 85 mmHg

⁹⁾ Fasting blood glucose \geq 100 mg/dL

Table 3-1. Daily antioxidant vitamin intakes of the study subjects

	Men (n=317)				Women (n=297)				P-value ⁴⁾
	Total (n=317)	MetS ²⁾ (n=185)	Control (n=132)	P-value ³⁾	Total (n=297)	MetS ²⁾ (n=121)	Control (n=176)	P-value ³⁾	
Energy (kcal)	1959.3±507.6 ¹⁾	1967.5±512.5	1947.8±502.4	0.7335	1559.2±475.7	1561.5±534.2	1557.6±432.5	0.9461	<.0001
Protein (g)	80.1±27.0	79.3±24.9	81.2±29.8	0.5384	62.8±24.8	62.2±26.9	63.3±23.3	0.7074	<.0001
Lipid (g)	49.4±19.6	48.9±18.7	50.1±20.8	0.5760	40.2±19.2	39.0±20.1	41.0±18.5	0.3855	<.0001
Carbohydrate (g)	273.9±71.4	270.5±69.2	278.8±74.5	0.3061	236.9±73.4	243.5±81.0	232.3±67.6	0.2144	<.0001
Vitamin A (μ g RE)	712.5±469.4	711.5±552.9	714.0±319.6	0.9586	670.7±413.6	661.2±407.3	677.2±418.9	0.7435	0.2408
Vitamin A (μ g RAE)	413.9±259.2	408.5±300.4	421.6±187.6	0.6340	386.2±237.5	380.3±241.8	390.3±235.0	0.7222	0.1685
Retinol (μ g)	115.4±122.0	105.5±125.1	129.1±116.5	0.0892	101.8±129.7	99.4±139.8	103.4±122.7	0.7961	0.1822
Carotenoids (μ g)	8866.6±7971.8	8628.7±8833.1	9200.0±6596.3	0.5103	9123.8±7863.2	8939.5±7828.0	9250.5±7907.0	0.7383	0.6877
Vitamin C (mg)	78.1±62.0	77.9±67.9	78.4±53.0	0.9430	84.5±64.3	91.0±69.6	80.1±60.2	0.1529	0.2083
Vitamin E (mg α -TE)	6.5±2.3	6.4±2.4	6.6±2.2	0.3098	5.6±2.4	6.0±2.8	5.4±2.1	0.0649	<.0001

¹⁾ Values are mean±SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ P-values for the difference between MetS group and control group, obtained by t-test.

⁴⁾ P-values for the difference between men and women, obtained by t-test.

Table 3-2. Daily antioxidant vitamin intake density of the study subjects

	Men (n=317)				Women (n=297)				P-value ⁴⁾
	Total (n=317)	MetS ²⁾ (n=185)	Control (n=132)	P-value ³⁾	Total (n=297)	MetS ²⁾ (n=121)	Control (n=176)	P-value ³⁾	
Protein (g/1000kcal)	40.8±8.4 ¹⁾	40.3±7.6	41.5±9.5	0.2266	40.1±9.3	39.7±10.8	40.4±8.2	0.5653	0.3235
Lipid (g/1000kcal)	24.9±6.4	24.6±6.4	25.4±6.5	0.3380	25.2±7.5	24.3±6.9	25.9±7.8	0.0699	0.6010
Carbohydrate (g/1000kcal)	142.3±25.8	140.2±25.8	145.4±25.7	0.0768	153.6±22.7	158.1±23.1	150.6±21.9	0.0049	<.0001
Vitamin A (µg RE/1000kcal)	363.8±177.9	355.7±182.7	375.2±170.9	0.3372	438.7±272.3	437.0±274.6	439.9±271.5	0.9304	<.0001
Vitamin A (µg RAE/1000kcal)	211.5±101.1	204.7±102.7	221.2±98.2	0.1524	252.4±156.6	252.0±171.6	252.7±146.0	0.9673	0.0002
Retinol (µg/1000kcal)	59.2±59.6	53.6±59.0	67.1±59.7	0.0466	66.1±90.4	66.9±116.4	65.6±67.3	0.9122	0.2661
Carotenoids (µg/1000kcal)	4614.0±4252.7	4432.3±4374.5	4868.6±4078.7	0.3687	6039.8±5225.1	5993.8±5139.1	6071.4±5297.8	0.9001	0.0002
Vitamin C (mg/1000kcal)	40.1±28.9	39.4±30.0	41.1±27.4	0.6167	55.6±39.3	60.4±42.7	52.4±36.5	0.0843	<.0001
Vitamin E (mg α-TE/1000kcal)	3.3±1.0	3.3±1.0	3.5±1.0	0.0731	3.6±1.2	3.8±1.4	3.5±1.1	0.0297	0.0018

¹⁾ Values are mean±SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ P-values for the difference between MetS group and control group, obtained by t-test.

⁴⁾ P-values for the difference between men and women, obtained by t-test.

Table 4-1. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among men subjects

	Men (n=317)			P for trend ¹⁾
	T1	T2	T3	
Metabolic syndrome ²⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.71 (0.41-1.26)	0.63 (0.36-1.10)	0.1168
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.81 (0.46-1.42)	0.65 (0.37-1.14)	0.1314
Retinol	1.00	0.90 (0.51-1.61)	0.40 (0.23-0.71)	0.0009
Carotenoids	1.00	0.82 (0.47-1.44)	0.57 (0.32-1.00)	0.0470
Vitamin C	1.00	1.12 (0.64-1.97)	0.87 (0.49-1.53)	0.5580
Vitamin E	1.00	1.00 (0.56-1.76)	0.52 (0.30-0.92)	0.0190
Abdominal obesity ³⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.71 (0.41-1.25)	0.91 (0.52-1.59)	0.8309
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.79 (0.45-1.38)	0.90 (0.51-1.58)	0.7467
Retinol	1.00	1.10 (0.63-1.94)	0.77 (0.44-1.34)	0.3086
Carotenoids	1.00	1.31 (0.75-2.28)	1.17 (0.66-2.05)	0.6681
Vitamin C	1.00	1.71 (0.97-3.01)	1.61 (0.91-2.84)	0.1442
Vitamin E	1.00	1.02 (0.59-1.77)	1.12 (0.64-1.97)	0.6834
Hypertriglyceridemia ⁴⁾⁶⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.85 (0.44-1.63)	1.18 (0.59-2.36)	0.5852
Vitamin A (μg RAE)	1.00	1.13 (0.58-2.18)	1.32 (0.67-2.62)	0.4242
Retinol	1.00	1.06 (0.52-2.17)	0.62 (0.32-1.20)	0.1161
Carotenoids	1.00	0.75 (0.39-1.43)	1.66 (0.80-3.42)	0.1217
Vitamin C	1.00	0.96 (0.48-1.92)	0.77 (0.39-1.52)	0.4246
Vitamin E	1.00	1.84 (0.93-3.65)	1.09 (0.57-2.10)	0.8757

¹⁾ P-values were from generalized linear model analysis.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ Waist circumference \geq 90 cm

⁴⁾ Fasting triglyceride \geq 150 mg/dL

⁵⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption and physical activity.

⁶⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption, physical activity and BMI.

Table 4-1. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among men subjects (continued)

	Men (n=317)			
	T1	T2	T3	P for trend ¹⁾
Low HDL-cholesterol ²⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	1.51 (0.81-2.83)	1.54 (0.83-2.88)	0.2099
Vitamin A (μg RAE)	1.00	1.96 (1.03-3.71)	1.84 (0.97-3.49)	0.0879
Retinol	1.00	1.03 (0.55-1.92)	1.20 (0.65-2.21)	0.5455
Carotenoids	1.00	0.96 (0.52-1.79)	1.02 (0.55-1.89)	0.9266
Vitamin C	1.00	1.91 (1.02-3.58)	1.36 (0.71-2.59)	0.5207
Vitamin E	1.00	1.23 (0.67-2.25)	0.95 (0.50-1.77)	0.8058
Elevated blood pressure ³⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	1.01 (0.55-1.86)	0.89 (0.49-1.62)	0.6831
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.73 (0.40-1.35)	0.74 (0.40-1.36)	0.3596
Retinol	1.00	0.94 (0.51-1.77)	0.58 (0.32-1.06)	0.0630
Carotenoids	1.00	1.85 (1.00-3.44)	1.11 (0.62-2.01)	0.9284
Vitamin C	1.00	0.94 (0.51-1.73)	1.00 (0.54-1.85)	0.9749
Vitamin E	1.00	0.78 (0.42-1.44)	0.64 (0.35-1.18)	0.1562
High fasting blood glucose ⁴⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.72 (0.41-1.25)	0.55 (0.32-0.97)	0.0417
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.86 (0.49-1.49)	0.52 (0.29-0.92)	0.0211
Retinol	1.00	1.08 (0.62-1.89)	0.72 (0.41-1.26)	0.2096
Carotenoids	1.00	0.56 (0.32-0.99)	0.41 (0.23-0.73)	0.0036
Vitamin C	1.00	0.68 (0.38-1.19)	0.61 (0.34-1.07)	0.1026
Vitamin E	1.00	0.75 (0.43-1.31)	0.47 (0.26-0.82)	0.0080

¹⁾ P-values were from generalized linear model analysis.

²⁾ Fasting HDL-cholesterol < 40 mg/dL

³⁾ Systolic blood pressure \geq 130 mmHg or diastolic blood pressure \geq 85 mmHg

⁴⁾ Fasting blood glucose \geq 100 mg/dL

⁵⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption, physical activity and BMI.

Table 4-2. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among women subjects

	Women (n=297)			
	T1	T2	T3	P for trend ¹⁾
Metabolic syndrome ²⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.72 (0.40–1.29)	0.86 (0.48–1.52)	0.6299
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.76 (0.43–1.36)	0.68 (0.38–1.22)	0.2008
Retinol	1.00	0.48 (0.27–0.86)	0.55 (0.30–0.98)	0.0824
Carotenoids	1.00	1.30 (0.73–2.32)	0.98 (0.54–1.76)	0.7816
Vitamin C	1.00	0.76 (0.42–1.36)	1.24 (0.69–2.21)	0.3459
Vitamin E	1.00	1.16 (0.65–2.09)	1.70 (0.94–3.08)	0.0705
Abdominal obesity ³⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.69 (0.37–1.29)	0.51 (0.28–0.93)	0.0293
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.70 (0.38–1.29)	0.59 (0.32–1.09)	0.0958
Retinol	1.00	0.80 (0.44–1.45)	0.89 (0.49–1.63)	0.8010
Carotenoids	1.00	0.79 (0.43–1.43)	0.78 (0.42–1.44)	0.4821
Vitamin C	1.00	0.65 (0.35–1.18)	0.76 (0.41–1.42)	0.5108
Vitamin E	1.00	1.03 (0.56–1.89)	0.80 (0.43–1.46)	0.4158
Hypertriglyceridemia ⁴⁾⁶⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.64 (0.35–1.18)	0.94 (0.52–1.68)	0.8917
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.52 (0.28–0.95)	0.93 (0.52–1.67)	0.9731
Retinol	1.00	0.78 (0.44–1.41)	0.75 (0.42–1.36)	0.3891
Carotenoids	1.00	1.30 (0.72–2.33)	0.92 (0.50–1.68)	0.6191
Vitamin C	1.00	0.89 (0.49–1.59)	0.70 (0.39–1.28)	0.2459
Vitamin E	1.00	0.77 (0.43–1.40)	1.10 (0.61–1.99)	0.6589

¹⁾ P-values were from generalized linear model analysis.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ Waist circumference \geq 80 cm

⁴⁾ Fasting triglyceride \geq 150 mg/dL

⁵⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption and physical activity.

⁶⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption, physical activity and BMI.

Table 4-2. Odds ratio and 95% CIs for metabolic syndrome risk factors according to tertiles of antioxidant vitamin intakes among women subjects (continued)

	Women (n=297)			
	T1	T2	T3	P for trend ¹⁾
Low HDL-cholesterol ²⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.94 (0.52-1.71)	1.39 (0.77-2.50)	0.2568
Vitamin A (μg RAE)	1.00	1.25 (0.69-2.28)	1.33 (0.73-2.41)	0.3654
Retinol	1.00	0.87 (0.48-1.57)	0.77 (0.43-1.39)	0.4001
Carotenoids	1.00	1.40 (0.78-2.52)	1.12 (0.61-2.05)	0.8732
Vitamin C	1.00	0.86 (0.47-1.55)	1.48 (0.81-2.69)	0.1426
Vitamin E	1.00	1.11 (0.61-2.01)	1.73 (0.94-3.18)	0.0674
Elevated blood pressure ³⁾⁵⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	1.29 (0.70-2.37)	1.07 (0.58-1.98)	0.8549
Vitamin A (μg RAE)	1.00	1.13 (0.61-2.08)	0.88 (0.48-1.63)	0.6459
Retinol	1.00	0.63 (0.34-1.15)	0.79 (0.43-1.44)	0.5804
Carotenoids	1.00	1.18 (0.64-2.16)	1.05 (0.57-1.94)	0.9568
Vitamin C	1.00	1.38 (0.75-2.53)	1.53 (0.83-2.84)	0.2014
Vitamin E	1.00	2.14 (1.15-3.98)	1.45 (0.78-2.73)	0.3696
High fasting blood glucose ⁴⁾⁶⁾				
Vitamin A (μg RE)	1.00	0.76 (0.37-1.54)	1.06 (0.54-2.08)	0.8323
Vitamin A (μg RAE)	1.00	0.77 (0.38-1.55)	0.96 (0.49-1.89)	0.9527
Retinol	1.00	0.74 (0.37-1.47)	0.86 (0.43-1.71)	0.7412
Carotenoids	1.00	1.14 (0.57-2.27)	0.87 (0.43-1.74)	0.6136
Vitamin C	1.00	2.11 (1.02-4.35)	1.87 (0.91-3.84)	0.1578
Vitamin E	1.00	0.67 (0.33-1.37)	1.10 (0.56-2.18)	0.6454

¹⁾ P-values were from generalized linear model analysis.

²⁾ Fasting HDL-cholesterol < 50 mg/dL

³⁾ Systolic blood pressure \geq 130 mmHg or diastolic blood pressure \geq 85 mmHg

⁴⁾ Fasting blood glucose \geq 100 mg/dL

⁵⁾ ORs, 95% CIs, and P for trends were adjusted for age, smoking status, alcohol consumption, physical activity and BMI.

Table 5-1. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among men subjects

	Men (n=317)					
	Vitamin A ($\mu\text{g RE}$)		Vitamin A ($\mu\text{g RAE}$)		Retinol (μg)	
	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control
Grains	80.2±53.2 ¹⁾³⁾	91.4±101.5	6.2±13.6	13.7±39.6	4.3±12.1*	11.9±36.4
Vegetables	422.3±375.0	422.9±257.9	186.1±221.3	189.8±129.5	1.1±2.3	1.5±3.1
Fruits	86.6±218.3	81.1±100.9	31.7±102.8	28.0±41.4	0.0±0.2	0.0±0.1
Eggs	110.6±100.0	131.6±113.7	28.2±34.6	31.8±29.1	27.8±34.3	31.3±28.7
Fishes & shellfishes	99.6±156.7	95.8±141.6	34.6±109.0	33.0±72.9	34.3±108.9	32.6±73.0
Milk & dairy products	19.2±36.4**	39.6±63.4	14.4±27.5**	29.4±48.0	14.2±27.3**	28.9±47.5

¹⁾ Values are mean±SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ The value in the MetS group is significantly different from that of the control group at * $p<0.05$, ** $P<0.01$, and *** $p<0.001$ by t-test.

Table 5-1. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among men subjects (continued)

	Men (n=317)					
	Carotenoids (μg)		Vitamin C (mg)		Vitamin E (mg α -TE)	
	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control
Grains	141.2 \pm 368.5 ¹⁾³⁾	222.2 \pm 998.4	0.1 \pm 0.4*	0.4 \pm 1.3	0.9 \pm 0.6	1.0 \pm 0.9
Vegetables	5347.8 \pm 7734.7	4829.6 \pm 3765.5	37.3 \pm 20.8	35.5 \pm 22.1	1.3 \pm 0.8	1.3 \pm 0.7
Fruits	1490.3 \pm 3715.7*	2523.4 \pm 5055.7	31.1 \pm 62.2	32.6 \pm 47.9	0.3 \pm 0.5	0.3 \pm 0.4
Eggs	111.2 \pm 99.6	133.1 \pm 115.5	0.0	0.0	1.0 \pm 0.9	1.2 \pm 1.1
Fishes & shellfishes	4.2 \pm 28.4	4.3 \pm 15.4	0.7 \pm 1.1	0.5 \pm 0.8	0.9 \pm 0.9	0.8 \pm 1.0
Milk & dairy products	2.0 \pm 5.2*	6.3 \pm 19.0	0.1 \pm 0.5	0.1 \pm 0.7	0.1 \pm 0.1***	0.1 \pm 0.2

¹⁾ Values are mean \pm SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ The value in the MetS group is significantly different from that of the control group at * $p < 0.05$, ** $P < 0.01$, and *** $p < 0.001$ by t-test.

Table 5-2. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among women subjects

	Women (n=297)					
	Vitamin A (μg RE)		Vitamin A (μg RAE)		Retinol (μg)	
	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control
Grains	80.3±66.5 ¹³⁾	82.8±81.0	9.5±17.1	14.9±44.0	6.9±16.0	11.8±39.7
Vegetables	403.6±317.7	424.3±321.8	176.9±160.2	194.1±169.5	1.2±2.4	1.7±4.2
Fruits	121.3±185.9	97.9±156.7	40.6±78.0	32.3±61.0	0.0±0.0	0.0±0.1
Eggs	76.8±76.5	70.2±69.4	20.0±24.7	18.4±21.5	19.7±24.5	18.1±21.3
Fishes & shellfishes	85.9±199.9	61.1±79.9	32.8±123.0	16.3±28.7	32.7±123.0	16.2±28.6
Milk & dairy products	31.8±51.0	43.1±65.3	23.9±38.7	32.3±48.7	23.6±38.2	32.0±48.4

¹⁾ Values are mean±SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ The value in the MetS group is significantly different from that of the control group at * $p<0.05$, ** $P<0.01$, and *** $p<0.001$ by t-test.

Table 5-2. Dietary antioxidant vitamin intakes from each food group among women subjects (continued)

	Women (n=297)					
	Carotenoids (μg)		Vitamin C (mg)		Vitamin E (mg α -TE)	
	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control	MetS ²⁾	Control
Grains	254.8 \pm 712.0 ¹³⁾	290.6 \pm 762.8	0.5 \pm 1.9	0.5 \pm 2.1	0.9 \pm 0.7	0.9 \pm 0.6
Vegetables	5210.1 \pm 5460.6	5790.8 \pm 5768.5	31.5 \pm 23.1	35.7 \pm 28.4	1.2 \pm 0.8	1.1 \pm 0.7
Fruits	2185.9 \pm 5632.1	2002.3 \pm 4072.4	48.3 \pm 60.7*	34.4 \pm 46.1	0.5 \pm 0.7	0.4 \pm 0.7
Eggs	78.2 \pm 77.8	71.2 \pm 70.6	0.0	0.0	0.7 \pm 0.7	0.6 \pm 0.7
Fishes & shellfishes	1.6 \pm 6.4	2.4 \pm 7.5	0.3 \pm 0.4*	0.4 \pm 0.6	0.7 \pm 1.0	0.6 \pm 0.8
Milk & dairy products	3.5 \pm 10.1	3.7 \pm 7.1	0.0 \pm 0.3	0.2 \pm 1.4	0.1 \pm 0.2*	0.1 \pm 0.2

¹⁾ Values are mean \pm SD.

²⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

³⁾ The value in the MetS group is significantly different from that of the control group at * $p < 0.05$, ** $P < 0.01$, and *** $p < 0.001$ by t-test.

Table 6-1. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among men subjects

		Men (n=317)						
		MetS ¹⁾ (n=185)			Control (n=132)			
	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾
Vitamin A (μg RE)	Carrot	112.3	10.1	10.1	Egg	125.6	11.0	11.0
	Chili pepper	110.2	9.9	20.0	Carrot	114.3	10.0	21.0
	Egg	104.4	9.4	29.3	Chili pepper	113.5	9.9	31.0
	Baechu Kimchi	56.1	5.0	34.4	Baechu Kimchi	50.9	4.5	35.4
	Laver	51.6	4.6	39.0	Laver	36.2	3.2	38.6
Vitamin A (μg RAE)	Carrot	74.8	18.3	18.3	Carrot	76.1	18.1	18.1
	Chili pepper	50.1	12.3	30.6	Chili pepper	51.4	12.2	30.3
	Laver	25.9	6.4	36.9	Egg	26.8	6.3	36.6
	Egg	22.9	5.6	42.5	Milk	22.8	5.4	42.0
	Radish, leaves	15.1	3.7	46.2	Laver	18.4	4.4	46.4
Retinol (μg)	Egg	22.4	21.3	21.3	Egg	26.2	20.3	20.3
	Milk	10.9	10.3	31.5	Milk	22.7	17.6	37.9
	Eel	9.5	9.0	40.5	Eel	10.0	7.7	45.6
	Chicken	8.0	7.6	48.1	Yellow croaker	8.3	6.4	52.0
	Tuna	6.4	6.1	54.2	Chicken	6.4	4.9	56.9

¹⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

²⁾ Cumulative percentage of the food item contributing to the antioxidant vitamin intake

Table 6-1. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among men subjects (continued)

		Men (n=317)						
		MetS ¹⁾ (n=185)			Control (n=132)			
	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾
Carotenoids (μg)	Tomato	1783.2	20.7	20.7	Water-melon	2079.7	22.6	22.6
	Carrot	1146.9	13.3	34.0	Tomato	1201.7	13.1	35.7
	Chili pepper	1056.9	12.2	46.2	Carrot	1167.5	12.7	48.4
	Water-melon	903.6	10.5	56.7	Chili pepper	1057.5	11.5	59.8
	Spinach	722.2	8.4	65.0	Spinach	769.3	8.4	68.2
Vitamin C (mg)	Chili pepper	7.6	9.8	9.8	Apple	11.1	14.2	14.2
	Apple	6.9	8.9	18.7	Chili pepper	7.1	9.1	23.3
	Mandarin	6.6	8.5	27.2	Mandarin	5.8	7.4	30.7
	Persimmon	6.6	8.5	35.7	Orange	5.2	6.6	37.4
	Baechu Kimchi	4.4	5.7	41.4	Baechu Kimchi	4.0	5.1	42.5
Vitamin E (mg α -TE)	Egg	1.0	15.8	15.8	Egg	1.2	18.3	18.3
	Baechu Kimchi	0.4	5.7	21.4	Ramen	0.4	6.0	24.4
	Ramen	0.3	5.3	26.7	Baechu Kimchi	0.3	4.9	29.3
	Soybean oil	0.3	5.0	31.7	Soybean oil	0.3	4.8	34.1
	Gochu-jang	0.2	3.3	35.0	Gochu-jang	0.2	3.3	37.4

¹⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

²⁾ Cumulative percentage of the food item contributing to the antioxidant vitamin intake

Table 6-2. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among women subjects

		Women (n=297)						
		MetS ¹⁾ (n=121)			Control (n=176)			
	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾
Vitamin A (μg RE)	Chili pepper	83.8	8.0	8.0	Carrot	81.1	8.0	8.0
	Carrot	79.2	7.5	15.5	Chili pepper	76.4	7.5	15.5
	Egg	73.4	7.0	22.5	Egg	66.8	6.6	22.1
	Perilla leaf	51.1	4.9	27.4	Tomato	56.5	5.6	27.2
	Mandarin	47.4	4.5	31.9	Perilla leaf	42.4	4.2	31.9
Vitamin A (μg RAE)	Carrot	53.4	14.0	14.0	Carrot	54.6	14.0	14.0
	Chili pepper	38.5	10.1	24.2	Chili pepper	34.4	8.8	22.8
	Perilla leaf	21.1	5.5	29.7	Tomato	24.4	6.3	29.1
	Mandarin	20.8	5.5	35.2	Milk	24.4	6.2	35.3
	Milk	18.5	4.9	40.0	Laver	20.0	5.1	40.4
Retinol (μg)	Milk	18.4	18.5	18.5	Milk	24.3	23.5	23.5
	Eel	18.2	18.3	36.8	Egg	15.3	14.8	38.3
	Egg	16.8	16.9	53.7	Beef, edible viscera	7.7	7.5	45.8
	Yellow croaker	5.0	5.0	58.7	Coffee whitner	6.7	6.5	52.3
	Chicken	4.8	4.9	63.5	Cereals	4.7	4.5	56.8

¹⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

²⁾ Cumulative percentage of the food item contributing to the antioxidant vitamin intake

Table 6-2. Top five food sources for the antioxidant vitamins intake among women subjects (continued)

		Women (n=297)						
		MetS ¹⁾ (n=121)			Control (n=176)			
	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾	Food item	Intake	Contribution, %	Cum, % ²⁾
Carotenoids (μg)	Tomato	1628.8	18.2	18.2	Tomato	2041.7	22.1	22.1
	Water-melon	1416.5	15.8	34.1	Water-melon	1448.9	15.7	37.7
	Spinach	847.7	9.5	43.5	Carrot	841.2	9.1	46.8
	Carrot	822.4	9.2	52.7	Spinach	729.4	7.9	54.7
	Chili pepper	789.3	8.8	61.6	Chili pepper	715.5	7.7	62.4
Vitamin C (mg)	Apple	12.8	14.1	14.1	Mandarin	6.8	8.5	8.5
	Mandarin	11.1	12.2	26.3	Apple	6.1	7.6	16.1
	Persimmon	9.6	10.5	36.8	Chili pepper	5.7	7.1	23.2
	Chili pepper	5.0	5.5	42.4	Orange	5.3	6.6	29.8
	Orange	4.5	5.0	47.4	Persimmon	4.7	5.9	35.7
Vitamin E (mg α -TE)	Egg	0.7	11.6	11.6	Egg	0.6	11.7	11.7
	Baechu Kimchi	0.3	4.5	16.2	Soybean oil	0.3	4.7	16.3
	Soybean oil	0.3	4.5	20.7	Baechu Kimchi	0.2	4.3	20.7
	Sweet potatoes	0.2	3.4	24.0	Soybeans	0.2	3.1	23.8
	Almond	0.2	3.1	27.1	Gochu-jang	0.1	2.6	26.3

¹⁾ MetS was defined using the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria with a modified waist circumference cutoff for Asian populations provided by the International Diabetes Federation.

²⁾ Cumulative percentage of the food item contributing to the antioxidant vitamin intake

제4장. 고찰

본 연구에서 한국인 성인남녀 614명을 대상으로 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군 및 그 위험요인과의 관련성을 분석한 결과, 남성 대상자에서 레티놀, 카로티노이드, 비타민 E의 섭취밀도가 높은 그룹이 낮은 그룹보다 대사증후군의 유병률이 낮았고, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 E의 섭취밀도가 높은 그룹이 섭취밀도가 낮은 그룹보다 고혈당의 오즈비가 유의하게 낮았으며, 여성 대상자에서는 레티놀 섭취밀도가 낮은 그룹보다 중간인 그룹 및 높은 그룹의 대사증후군 유병률이 유의하게 낮았고, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$)의 섭취밀도가 낮은 그룹보다 높은 그룹의 복부비만 오즈비가 낮았다.

본 연구에서 확인한 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 역의 관련성은 선행연구에서도 보고되었다. Puchau 등¹⁵의 연구결과에 의하면, 항산화 비타민의 섭취량을 반영하는 식이 총항산화능이 수축기 혈압, 혈당 등 대사증후군의 지표와 역의 상관성을 갖는 것으로 나타났고, Sluijs 등¹⁷의 연구에서도 네덜란드 성인 남성의 총카로티노이드 섭취량이 높을수록 대사증후군의 유병률이 낮았다. Ashor 등²¹은 비타민 C와 비타민 E가 세포 내피 기능(endothelial function)을 비롯한 다른 대사증후군 위험요인을 개선시킴으로써 대사증후군 위험을 낮추는 데 긍정적인 역할을 하는 것으로 보고하였다.

본 연구에서는 남성에서 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 E의 섭취밀도가 높은 그룹이 섭취밀도가 낮은 그룹보다 고혈당의 오즈비가 유의하게 낮았다. 항산화 비타민 섭취량과 고혈

당 위험과의 역의 상관성은 이전의 연구결과에서도 확인된 바 있다. 비타민 A는 간의 당대사와 췌장에서의 인슐린 분비에 영향을 주므로,²² 비타민 A의 섭취가 공복 혈당에 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 제시되었으며, 실제로 Ylonen 등²³이 제2형 당뇨 고위험군을 대상으로 연구한 결과, 남성에서 카로티노이드 섭취량과 공복혈당간의 유의한 음의 상관성이 발견되었다. Manning 등²⁴의 연구에서 과체중 환자를 대상으로 비타민 E의 섭취와 인슐린 저항성 지표와의 관련성을 연구한 결과, 3개월간 비타민 E 보충제를 섭취한 군이 그렇지 않은 군보다 공복혈당이 유의하게 감소하였다. 한국인을 대상으로 수행한 Kang과 Kim²⁵의 연구에서도 당뇨 환자에게 4주간 비타민 C 및 비타민 E를 투여했을 때 공복혈당이 유의하게 감소하였다.

한편, 여성 대상자에서 비타민 A ($\mu\text{g RE}$)의 섭취밀도가 낮은 그룹보다 높은 그룹의 복부비만 오즈비가 낮았다. 영국의 중년 여성을 대상으로 채소 및 과일을 통한 항산화물 섭취와 혈중 농도를 분석한 Scott 등²⁶의 연구에서 혈중 카로티노이드 농도 또는 카로티노이드 섭취량은 BMI와 역의 상관관계가 있는 것으로 확인되었다. 한국 성인을 대상으로 체중상태에 따른 식생활 특성을 파악한 Lee 등²⁷의 연구에서도, 여성 비만군의 비타민 A 섭취량이 여성 대조군보다 낮았다. 또한 Zulet 등²⁸이 비타민 A의 섭취와 임상 및 신체계측치를 분석한 결과, 에너지섭취량을 보정한 비타민 A의 섭취와 허리둘레, 체중, BMI 등 비만 관련 지표 사이에 역의 상관관계가 관찰되었다.

대상자의 1일 평균 항산화 비타민 섭취량을 성별로 비교해 보았을 때, 여성의 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E의 섭취밀도가 남성보다 유의하게 높은 것으로 나타났다. 2014 국민건강통계²⁹에서 여성의 비타민 C의 절대섭취량 및 평

군 섭취 열량 대비 비타민 A의 섭취량과 과일군의 섭취량이 남성보다 더 많은 것으로 미루어 볼 때, 본 연구 결과는 한국 성인 남녀의 항산화 비타민 섭취량을 잘 반영하고 있다고 할 수 있다.

최근 새롭게 제정된 2015 한국인 영양소 섭취기준에서는 비타민 A의 단위를 국제적인 추세에 따라 기존의 $\mu\text{g RE}$ 에서 $\mu\text{g RAE}$ 로 변경하였다. 비타민 A의 단위를 $\mu\text{g RE}$ 에서 $\mu\text{g RAE}$ 로 변경하면 식품 중 카로티노이드의 비타민 A 전환율은 1/2로 줄어들게 된다.³⁰ 우리나라 사람들은 당근, 시금치, 과일 등 카로티노이드 함량이 높은 식물성 식품으로부터 비타민 A를 많이 섭취하므로, 새로운 단위($\mu\text{g RAE}$)를 적용하면 비타민 A의 섭취실태가 현재보다 매우 불량한 것으로 평가될 수 있다.³¹ 본 연구의 대상자들 역시 비타민 A 섭취량의 약 50%를 채소 및 과실류를 통해 섭취하는 것으로 나타났다($\mu\text{g RE}$ 기준 47.8%, $\mu\text{g RAE}$ 기준 55.0%). 따라서 단위의 변화에 따라 비타민 A의 섭취량의 수치가 남성 712.5 $\mu\text{g RE}$ 에서 413.9 $\mu\text{g RAE}$ 로, 여성 670.7 $\mu\text{g RE}$ 에서 386.2 $\mu\text{g RAE}$ 로 감소하는 것을 확인할 수 있다.

연구 대상자의 대사증후군 보유 여부에 따른 평균 항산화 비타민 섭취량을 분석한 결과, 남성에서는 대사증후군 그룹의 레티놀 섭취 밀도가 대조군보다 유의하게 낮았고, 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 C, 비타민 E의 경우에도 유의하지는 않았으나, 대사증후군 그룹의 섭취밀도가 대조군보다 낮은 경향을 보였다. 이러한 대사증후군 보유 여부에 따른 항산화 비타민 섭취량의 차이는 이전의 선행연구에서도 관찰되었다. Park 등³²의 연구결과에 의하면 대사증후군 그룹의 총 비타민 A와 비타민 C의 섭취량이 대조군보다 낮았고, 중국 성인을 대상으로 한 연구에서 대사증후군 그룹

의 비타민 E 또는 비타민 C 섭취량이 대조군보다 낮았다.^{16,33} Ford 등³⁴이 미국 성인을 대상으로 연구한 결과에서도 대사증후군 그룹의 비타민 A 섭취량이 대조군의 섭취량보다 적었다. 본 연구의 남성 대상자에게서 나타난 이러한 경향성이 여성 대상자에게선 관찰되지 않았으며, 오히려 여성 대사증후군 그룹의 비타민 E 섭취밀도가 대조군보다 높은 것으로 나타났다.

대사증후군 그룹과 대조군의 항산화 비타민 섭취 기여 식품군을 파악하기 위해 식품군별 항산화 비타민 섭취량을 살펴본 결과, 남성 대상자에서 대사증후군 그룹의 과일류를 통한 카로티노이드 섭취량이 대조군보다 유의하게 적었다. 식사패턴과 대사증후군 위험 사이의 관련성을 분석한 선행연구에서도 과일과 채소를 많이 섭취하는 식사패턴이 대사증후군의 유병률이 낮았다.^{35,36} 또한 한국 성인을 대상으로 한 Hong 등³⁷의 연구에서도 과일과 유제품을 많이 섭취하는 식사패턴에서 대사증후군, 고혈당, 고중성지방혈증의 오즈비가 유의하게 낮은 것으로 나타났다. 이러한 선행연구 결과와 본 연구의 남성 대상자에서 카로티노이드 섭취량이 많은 그룹의 대사증후군 및 고혈당의 오즈비가 낮았다는 사실을 종합해볼 때, 과일류를 통한 카로티노이드의 섭취가 대사증후군에 긍정적인 영향을 미쳤을 가능성을 생각해볼 수 있다.

또한 남성의 경우 대사증후군 그룹은 우유류를 통한 비타민 A ($\mu\text{g RE}$, $\mu\text{g RAE}$), 레티놀, 카로티노이드, 비타민 E의 섭취량이 대조군보다 유의하게 낮았고, 여성의 경우에도 대사증후군 그룹의 우유류를 통한 비타민 E 섭취량이 대조군보다 유의하게 낮았다. 국내의 선행연구를 통해 우유의 섭취가 대사증후군의 위험을 낮추는 것으로 밝혀진 바 있다.³⁸⁻⁴¹ Dugan 등³⁸이 미국 성인을 대상으로 6주간

실험군에게 하루 3회 저지방 유제품 식단을 제공한 결과, 남성 실험군은 대조군보다 혈당이 유의하게 감소하였고, 여성 실험군은 대조군보다 체중, BMI, 허리둘레가 유의하게 감소하였다. 이는 본 연구에서 성별에 따른 항산화 비타민 섭취와 대사증후군 위험요인과의 관련성에 대한 연구 결과와 일치하였으며, 본 연구대상자에서 우유는 항산화 비타민 중 특히 레티놀의 주요 급원식품인 것으로 나타나, 우유를 통한 레티놀 및 비타민 A의 섭취가 남성의 혈당 감소와 여성의 허리둘레 감소에 긍정적인 영향을 미쳤을 가능성이 있는 것으로 사료된다. 더욱이 Ballard 등³⁹의 중재연구에서 저지방 우유의 섭취가 대사증후군환자의 식후 고혈당과 관련된 산화 스트레스 반응을 억제함으로써 혈관 내피의 기능을 유지하였다는 결과와, 한국인을 대상으로 중재연구를 실행한 Lee 등⁴⁰의 연구에서 고혈압 또는 고중성지방혈증이 있는 비만 환자에서 저지방 우유의 섭취가 즉상 동맥경화증의 지표를 개선하였다는 결과에서, 우유를 통한 항산화 비타민의 섭취가 대사증후군의 위험을 낮춘다는 가설을 뒷받침할 수 있다.

본 연구에서 항산화 비타민 섭취와 대사증후군의 관련성이 여성보다 남성에서 높은 것을 확인하였다. 그러나 기존의 한국인 대상 연구에서는 여성의 항산화 비타민 섭취가 대사증후군에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 발표된 바 있다.^{32,42,43} Park 등³²의 연구에 따르면 여성의 비타민 A, 비타민 C 섭취량이 많을수록 대사증후군의 유병률이 낮았고, Kim 등⁴²의 연구에서도 60대 이상 여성에서 비타민 A, 비타민 C 섭취량이 많은 그룹이 적은 그룹보다 대사증후군의 유병률이 낮았다. 신체활동과 비타민 C 섭취량이 대사증후군에 미치는 영향을 분석한 Kim과 Choi⁴³의 연구결과에서도 신체활동 수준이

낮은 여성에서 비타민 C의 섭취가 대사증후군에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다. 본 연구에서 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군 위험의 연관성이 성별에 따라 차이를 보이는 것은 대사증후군 및 대사증후군 위험요인 보유자 비율의 유의한 남녀 차이에서 기인했을 가능성이 있다. 또한 여성은 일반적으로 건강 및 영양학적 지식이 남성보다 더 풍부하며, 체중조절과 평소 섭취하는 식사 또는 식품의 선택에 관심이 더 많은 것으로 알려져 있다.⁴⁴ 이러한 여성의 식태도 및 식행동이 본 연구에서 여성 대사증후군 그룹과 여성 대조군의 항산화 비타민 섭취량의 차이가 적은 것으로 나타났을 수 있고, 따라서 여성 대상자에서 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 관련성이 남성보다 작게 관찰되었을 가능성이 있다. 더불어 남성과 여성 사이의 생물학적 차이가 대사증후군과 관련된 유전자 발현에 영향을 미쳐 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 관련성의 크기에 성별의 차이가 존재할 가능성도 배제할 수 없다.⁴⁵

본 연구는 우리나라 성인을 대상으로 항산화 비타민 섭취와 대사증후군 간의 관련성을 연구하였다는 점에서 의의가 있으나, 다음과 같은 제한점을 갖는다. 첫째, 본 연구는 일개 종합병원의 건강검진 참여자를 대상으로 모집하였으므로, 연구 대상자가 일반적인 한국 성인을 대표하기에는 한계가 있다. 둘째, 본 연구는 단면연구로 수행되어 항산화 비타민 섭취량과 대사증후군의 인과관계를 명확히 설명할 수 없다. 셋째, 본 연구에서 항산화 비타민 섭취량을 추정하는데 사용한 데이터베이스가 대상자가 섭취한 모든 식품 및 보충제의 항산화 비타민 함량을 포함하지 않기 때문에 실제 섭취량보다 낮게 평가되었을 수 있다. 그러나 제 4, 5기 국민건강영양조사의 24시간 회상법 자료를 이용하여 본 연구에서 사용한 데이터베이스의

완성도를 평가한 결과, 대상자의 식품 섭취량의 99.6%를 포함하였으며, 식품의 가짓수 측면에서는 대상자가 섭취한 식품 중 96.8%에 대한 함량값이 존재하여 항산화 비타민 섭취량의 오차범위는 그리 크지 않았으리라 추정된다. 마지막으로, 대상자들이 건강검진 결과를 확인한 후에 본 연구의 대상자를 모집하였으므로, 대사증후군 위험요인이 있는 것으로 진단받은 대상자의 경우에는 비록 투약은 하지 않았더라도 식생활이 변화했을 가능성이 있다.

이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 체계적인 방법으로 구축된 한국인 상용식품의 항산화 비타민 함량 데이터베이스를 사용하여 한국인의 항산화 비타민과 그 구성요소의 섭취량까지 추정하였다는 장점이 있다. 국민건강영양조사에서 발표하고 있는 항산화 비타민 (비타민 A ($\mu\text{g RE}$), 카로틴, 레티놀, 비타민 C) 외에도 비타민 A ($\mu\text{g RAE}$), 카로티노이드, 비타민 E 등의 항산화 영양소 섭취량을 추정하여 보고하였고, 특히 비타민 A의 경우 2015 한국인 영양소 섭취기준에서 그 단위가 기존의 $\mu\text{g RE}$ 에서 $\mu\text{g RAE}$ 로 변경되었기에 이를 반영한 비타민 A의 섭취량을 추정하였다는 점에서 의의가 있다. 또한 본 연구는 3일간의 식사섭취자료를 이용하여 영양소 및 항산화 비타민 섭취량을 분석하였으므로 1일간의 24시간 회상법보다 평소식사(usual intake)가 더 잘 반영되었을 것으로 생각된다. 본 연구는 한국인 여성뿐 아니라 남성에게도 항산화 비타민의 섭취가 대사증후군 및 공복 혈당에 긍정적인 영향을 미친다는 사실을 발견한 최초의 연구이다. 더욱이 대사증후군 위험요인 중 인슐린 저항성 (insulin resistance)이 다른 대사증후군 위험요인을 직접적으로 유발한다는 점을 고려하면,⁴⁶ 본 연구의 남성 대상자에게서 발견된 항산화 비타민 섭취와 대사증후군과의 관련성이 더욱 의미가 있다고 사

료된다.

본 연구를 통해 확인한 항산화 비타민 섭취와 대사증후군 간의 관련성은 대사증후군의 예방 및 관리를 위한 식사개입 방안을 마련하기 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것이다. 한 예로, 대사증후군 위험요인 보유자를 교육하여 항산화 비타민의 기능과 주요 급원식품을 인식할 수 있도록 함으로써, 항산화 비타민의 섭취량을 증가시킬 수 있다면, 대사증후군을 예방하고 관리하는데 도움이 될 것이라 사료된다.

그러나 기존에 한국인을 대상으로 항산화 비타민 섭취와 대사증후군 사이의 관련성을 분석한 연구가 여성에서만 유의한 관련성이 관찰되었다는 점과, 항산화 비타민의 섭취가 대사증후군에 영향을 미치지 않는다는 연구결과^{47,48}도 수차례 보고되었음을 고려할 때, 항산화 비타민 섭취가 대사증후군에 미치는 영향을 더욱 정확히 구명하기 위한 대규모의 전향적 연구 또는 개입연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. Statistics Korea, Korean Statistical Information Service. Cause of death statistics [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; 2016 [cited 2017 March 2]. Available from: http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01
2. 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.
3. Schulman RC, Mechanick JI. Metabolic and nutrition support in the chronic critical illness syndrome. *Respir Care*. 2012;57(6):958-78.
4. Yang M, Chung SJ, Floegel A, Song WO, Koo SI, Chun OK. Dietary antioxidant capacity is associated with improved serum antioxidant status and decreased serum C-reactive protein and plasma homocysteine concentrations. *Eur J Nutr*. 2013;52(8):1901-11.
5. Lim S., Shin H, Song JH, Kwak SH, Kang SM, Yoon JW, Choi SH, Cho SI, Park KS, Lee HK, Jang HC, Koh KK. Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007. *Diabetes Care*. 2011;34(6):1323-8.
6. Korea Ministry of Health and Welfare. Korean national health and nutrition examination survey '07~'10 [Internet]. Sejong:

Ministry of Health and Welfare; 2012 [cited 2017 March 2].
Available from: <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/index.do>

7. Furukawa S, Fujita T, Shimabukuro M, Iwaki M, Yamada Y, Nakajima Y, Nakayama O, Makishima M, Matsuda M, Shimomura I. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *J Clin Invest.* 2004;114(12):1752–61.
8. Apel K, Hirt H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu Rev Plant Biol.* 2004;55:373–99.
9. Rubin E, Reisner HM. *Essentials of Rubin's pathology.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009.
10. Block G. The data support a role for antioxidants in reducing cancer risk. *Nutr Rev.* 1992;50(7):207–13.
11. Diaz MN, Frei B, Vita JA, Keaney Jr JF. Antioxidants and atherosclerotic heart disease. *N Engl J Med.* 1997;337(6):408–16.
12. Hirashima O, Kawano H, Motoyama T, Hirai N, Ohgushi M, Kugiyama K, Ogawa H, Yasue H. Improvement of endothelial function and insulin sensitivity with vitamin C in patients with coronary spastic angina: possible role of reactive oxygen species. *J Am Coll Cardiol.* 2000;35(7):1860–6.
13. Som S, Basu S, Mukherjee D, Deb S, Choudhury PR, Mukherjee S, Chatterjee S, Chatterjee I. Ascorbic acid metabolism in diabetes mellitus. *Metabolism.* 1981;30(6):572–7.

14. Rao L, Rao A. Oxidative stress and antioxidants in the risk of osteoporosis—role of the antioxidants lycopene and polyphenols. In: Vlades-Flores M, editor. Topics in osteoporosis. Rijeka: InTech; 2013. p.117-61.
15. Puchau B, Zulet MA, de Echavarri AG, Hermsdorff HHM, Martinez JA. Dietary total antioxidant capacity is negatively associated with some metabolic syndrome features in healthy young adults. *Nutrition*. 2010;26(5):534-41.
16. Li YR, Guo HW, Liu M. Serum and dietary antioxidant status is associated with lower prevalence of the metabolic syndrome in a study in Shanghai, China. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2013;22(1):60-8.
17. Sluijs I, Beulens JWJ, Grobbee DE, van der Schouw YT. Dietary carotenoid intake is associated with lower prevalence of metabolic syndrome in middle-aged and elderly men. *J Nutr*. 2009;139(5):987-92.
18. Kim S-A, Jun S, Joung H. Estimated dietary intake of vitamin A in Korean adults: Based on the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2007~ 2012. *Korean J Nutr*. 2016;49(4):258-68.
19. Alberti KG, Eckel RH, Grundy SM, Zimmet PZ, Cleeman JI, Donato KA, Fruchart J, James WP, Loria CM, Smith SC Jr. Harmonizing the metabolic syndrome; a joint interim statement of the International Diabetes Federation Task Force on Epidemiology and Prevention; National Heart, Lung, and

Blood Institute; American Heart Association; World Heart Federation; International Atherosclerosis Society; and International Association for the Study of Obesity. *Circulation* 2009; 120(16): 1640–1645.

20. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. 2006 [cited 2017 March 2]. Available from:
<https://www.idf.org/e-library/consensus-statements/60-idf-consensus-worldwide-definition-of-the-metabolic-syndrome.html>
21. Ashor AW, Siervo M, Lara J, Oggioni C, Afshar S, Mathers JC. Effect of vitamin C and vitamin E supplementation on endothelial function: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr*. 2015;113(08):1182–94.
22. Zhao S, Li R, Li Y, Chen W, Zhang Y, Chen GX. Roles of vitamin A status and retinoids in glucose and fatty acid metabolism. *Biochem Cell Biol*. 2012;90(2):142–52.
23. Ylonen K, Alfthan G, Groop L, Saloranta C, Aro A, Virtanen SM, Botnia Res G. Dietary intakes and plasma concentrations of carotenoid's and tocopherols in relation to glucose metabolism in subjects at high risk of type 2 diabetes: the Botnia Dietary Study. *Am J Clin Nutr*. 2003;77(6):1434–41.
24. Manning PJ, Sutherland WH, Walker RJ, Williams SM, De Jong SA, Ryalls AR, Berry EA. Effect of high-dose vitamin E on insulin resistance and associated parameters in overweight subjects. *Diabetes Care*. 2004;27(9):2166–71.

25. Kang N, Kim W. Effects of antioxidant vitamins supplementation on antioxidative status and plasma lipid profiles in Korean NIDDM patients. *Korean J Nutr.* 1999;32(7):775-80.
26. Scott KJ, Thurnham DI, Hart DJ, Bingham SA, Day K. The correlation between the intake of lutein, lycopene and β -carotene from vegetables and fruits, and blood plasma concentrations in a group of women aged 50-65 years in the UK. *Br J Nutr.* 1996;75(03):409-18.
27. Lee Y, Lee HS, Jang YA, Lee HJ, Kim BH, Kim CI. Dietary intake pattern of the Korean adult population by weight status: 2001 national health and nutrition survey. *Nutr Res Pract.* 2006;11(3):317-26.
28. Zulet MA, Puchau B, Hermsdorff HH, Navarro C, Martinez JA. Vitamin A intake is inversely related with adiposity in healthy young adults. *J Nutr Sci Vitaminol.* 2008;54(5):347-52.
29. Korea Ministry of Health and Welfare. Korea Health Statistics 2014 : Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VI-2) [Internet]. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2015 [cited 2017 March 2]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr>
30. Institute of Medicine. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, manganese, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington: National Academy Press; 2001.

31. Ministry of Health and Welfare, Dietary reference intakes for Koreans, Sejong; 2015.
32. Park S, Ham JO, Lee BK. Effects of total vitamin A, vitamin C, and fruit intake on risk for metabolic syndrome in Korean women and men. *Nutrition*. 2015;31(1):111-8.
33. Bian SS, Gao YX, Zhang ML, Wang X, Liu WQ, Zhang DL, Huang GW. Dietary nutrient intake and metabolic syndrome risk in Chinese adults: a case-control study. *Nutr J*. 2013;12:7.
34. Ford ES, Mokdad AH, Giles WH, Brown DW. The metabolic syndrome and antioxidant concentrations - Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes*. 2003;52(9):2346-52.
35. Esmailzadeh A, Kimiagar M, Mehrabi Y, Azadbakht L, Hu FB, Willett WC. Fruit and vegetable intakes, C-reactive protein, and the metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(6):1489-97.
36. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Skoumas Y, Stefanadis C. The association between food patterns and the metabolic syndrome using principal components analysis: The ATTICA study. *Journal of the American Dietetic Association*. 2007;107(6):979-87.
37. Hong S, Song Y, Lee KH, Lee HS, Lee M, Jee SH, Joung H. A fruit and dairy dietary pattern is associated with a reduced risk of metabolic syndrome. *Metabolism*. 2012;61(6):883-90.
38. Dugan CE, Barona J, Fernandez ML. Increased dairy

- consumption differentially improves metabolic syndrome markers in male and female adults. *Metab Syndr Relat Disord.* 2014;12(1):62-9.
39. Ballard KD, Mah E, Guo Y, Pei R, Volek JS, Bruno RS. Low-fat milk ingestion prevents postprandial hyperglycemia-mediated impairments in vascular endothelial function in obese individuals with metabolic syndrome. *J Nutr.* 2013;143(10):1602-10.
40. Lee Y, Seo J, Yoon T, Seo I, Lee J, Im D, Bahn K-N, Ham H, Jeong S, Kang T. Effects of low fat milk consumption on metabolic and atherogenic biomarkers in Korean adults with the metabolic syndrome: a randomised controlled trial. *J Hum Nutr Diet.* 2016;29:477-86.
41. Kim D, Kim J. Dairy consumption is associated with a lower incidence of the metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults: the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). *Br J Nutr.* 2017;117(1):148-60.
42. Kim MH, Lee HS, Park HJ, Kim WY. Risk factors associated with metabolic syndrome in Korean elderly. *Ann Nutr Metab.* 2007;51(6):533-40.
43. Kim J, Choi YH. Physical activity, dietary vitamin C, and metabolic syndrome in the Korean adults: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008 to 2012. *Public Health.* 2016;135:30-7.
44. Westenhoefer J. Age and gender dependent profile of food

- choice. *Forum Nutr.* 2005;57:44-51.
45. Regitz Zagrosek V. Sex and gender differences in health. *EMBO reports.* 2012;13(7):596-603.
46. Ferrannini E, Haffner S, Mitchell B, Stern M. Hyperinsulinaemia: the key feature of a cardiovascular and metabolic syndrome. *Diabetologia.* 1991;34(6):416-22.
47. Godala MM, Materek-Kusmierkiewicz I, Moczulski D, Rutkowski M, Szatko F, Gaszynska E, Tokarski S, Kowalski J. Lower plasma levels of antioxidant vitamins in patients with metabolic syndrome: a case control study. *Adv Clin Exp Med.* 2016;25(4):689-700.
48. Motamed S, Ebrahimi M, Safarian M, Ghayour-Mobarhan M, Mouhebati M, Azarpazhouh M, Esmailie H, Norouzi A, Ferns G. Micronutrient intake and the presence of the metabolic syndrome. *N Am J Med Sci.* 2013;5(6):377-85.

Abstract

Association between
intake of antioxidant vitamins
and metabolic syndrome risk
among Korean adults

Seoeun Ahn
Public Health Nutrition
Graduate School of Public Health
Seoul National University

The purpose of this study was to examine the association between intake of antioxidant vitamins and prevalence of metabolic syndrome (MetS) among Korean adults.

A total of 614 subjects aged 30~60 years were recruited from those who received medical checkup at a general hospital in South Korea between 2009 and 2012. Presence of MetS was determined based on criteria issued by the NCEP ATP III. Intakes of antioxidant vitamins (vitamin A, retinol, carotenoids, vitamin C, and vitamin E) were estimated by combining 3-day diet records with an antioxidant vitamin database for common Korean foods. We used multiple logistic regression analysis to assess the association between dietary intakes of antioxidant

vitamins and MetS.

Men in the highest tertile for retinol (OR=0.40, 95% CI=0.23~0.71, P for trend=0.0009), carotenoids (OR=0.57, 95% CI=0.32~1.00, P for trend=0.0470), and vitamin E (OR=0.52, 95% CI=0.30~0.92, P for trend=0.0190) intakes had a lower likelihood of having Mets than those in the lowest tertile. The OR of high fasting blood glucose among men in the highest tertile for vitamin A ($\mu\text{g RE}$: OR=0.55, 95% CI=0.32~0.97, P for trend=0.0417, $\mu\text{g RAE}$: OR=0.52, 95% CI=0.29~0.92, P for trend=0.0211), carotenoids (OR=0.41, 95% CI=0.23~0.73, P for trend=0.0036), and vitamin E (OR=0.47, 95% CI=0.26~0.82, P for trend=0.0080) intakes was lower than that in the lowest tertile. In women, subjects in the highest tertile of retinol intakes had a lower prevalence of MetS than those in the lowest tertile group (OR=0.55, 95% CI=0.30~0.98). The OR for abdominal obesity was lower among women with the highest vitamin A ($\mu\text{g RE}$) intakes compared to those in the lowest tertile (OR=0.51, 95% CI=0.28~0.93, P for trend=0.0293).

These results suggest that dietary intakes of antioxidant vitamins might be associated with reduced risk of having MetS among Korean adults.

Keywords : antioxidant vitamins, metabolic syndrome, Korean adult

Student Number : 2016-24011