

고혈압 및 당뇨병 환자에서 한식 섭취가 혈청 GGT와 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향*

정수진¹ · 채수완^{1,2†}

전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터¹, 전북대학교 의학대학과 약리학^{1,2}

Effects of adherence to Korean diets on serum GGT and cardiovascular disease risk factors in patients with hypertension and diabetes*

Jung, Su-Jin¹ · Chae, Soo-Wan^{1,2†}

¹Clinical Trial Center for Functional Foods, Chonbuk National University Hospital, Jeonju, Jeonbuk 54907, Korea

²Department of Pharmacology, Chonbuk National University, Medical School, Jeonju, Jeonbuk 54907, Korea

ABSTRACT

Purpose: This study examined whether the supply of healthy Korean diets for 12 weeks is effective in improving the risk factors related to serum GGT and cardiovascular diseases in patients with hypertension and diabetes. **Methods:** This study selected 41 patients, who were treated with hypertension and diabetes. The Korean diet was composed of cooked-rice, soup, kimchi, and various banchan with one serving called bapsang, which emphasize proportionally high consumption of vegetables and fermented foods, moderate to high consumption of legumes and fish, and low consumption of animal foods. The control group was instead instructed to “eat and exercise as usual” while following the Korean Diabetes Association’s dietary guidelines with an intake that can assist in glycemic control, maintain adequate weight, and meet the nutritional requirements. The Korean diet group (21 patients) were served three healthy Korean meals a day for 12 weeks, and the control group (20 patients, who trained in the diet guideline of diabetes) maintained their usual diabetic diet. The serum GGT, blood pressure, heart rate, glycemic control data, cardiovascular risk indicators, and changes in diet measured at the four visits (week 0, 4, 8, and 12) during the course of 12 weeks were compared and evaluated. **Results:** The serum GGT ($p < 0.001$), HbA1c ($p = 0.004$), heart rate ($p = 0.007$), weight ($p = 0.002$), Body Mass Index ($p = 0.002$), body fat mass ($p < 0.001$), body fat (%) ($p < 0.001$), and free fatty acid ($p = 0.007$) in the Korean diet group decreased significantly after the dietary intervention compared to the control group. The amount of intake of rice, whole grains, green vegetables, Kimchi, and soybean fermented food were increased significantly compared to the control group ($p < 0.001$). The Korean diet group showed significant decreases ($p < 0.001$) in the intake of animal protein, lipid, and cholesterol derived from animal foods compared to the control group but significant increases ($p < 0.001$) in the intake of total calories, folic acid, dietary fiber, sodium, potassium, and vitamins A, E, and C. **Conclusion:** In patients with hypertension and diabetes, it was confirmed that regular eating of a healthy Korean diet helps improve the risk factors for GGT and cardiovascular diseases.

KEY WORDS: Korean diet, cardiovascular disease, serum gamma-glutamyltransferase, hypertensive, diabetes

서론

고혈압을 동반한 당뇨병 환자에서 효과적으로 관리하고 합병증을 예방하기 위해서는 약제의 선택 뿐 만 아니라 생

활습관 방식의 수정이 중요하다는 사실은 이미 확립되어 있다. 심혈관계질환 (cardiovascular disease, CVD)을 예방하고 예후를 개선시키기 위해서는 고혈당, 고지혈증, 고혈압 및 비만 등 기존의 모든 위험인자를 통합적이고 적극적인

Received: September 17, 2018 / Revised: October 5, 2018 / Accepted: October 14, 2018

* This work was supported by grants from the Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Korean Food Foundation (2010-2011-01).

† To whom correspondence should be addressed.

tel: +82-63-259-3040, e-mail: soowan@jbnu.ac.kr

© 2018 The Korean Nutrition Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

으로 관리해야 한다. 특히 식이요법은 제 2형 당뇨병관리 에 핵심요소 중 하나이며 규칙적인 운동과 약물요법이 병행되어 시행되고 있다.¹ 인체에서 CVD의 위험인자인 제 2형 당뇨병, 비만, 고혈압, 신장질환 및 이상지질혈증의 발병기전 및 진행에 산화적스트레스와 염증반응이 밀접한 관련성에 대해 알려져 있다.^{2,3} 일반적으로 혈청 gamma-glutamyltransferase (GGT)는 간효소 지표하나로서 간부전 및 과도한 알콜섭취를 나타내는 표지자로 널리 사용된다. GGT는 인체 여러 기관의 세포 외막에 존재하는 효소로 세포 내 글루타치온 (glutathione, GSH)의 농도를 높게 유지함으로써 항산화작용에 중요한 역할을 하며 산화적 스트레스가 증가할수록 GGT가 증가하게 된다.⁴ 최근, 많은 연구에서 고혈압과 당뇨병 환자에서 혈청 GGT 농도는 알콜 섭취와 간담도계의 질환과는 무관하게 대사성질환의 위험요인으로 작용하므로 그 중요성에 대해 인식되고 있다.⁵⁻⁸ 대규모 인구집단을 대상으로 한 전향적 코호트연구와 메타분석 연구에서 혈청 GGT는 CVD 위험인자와 연관성이 높으므로 향후, 심장질환, 고혈압, 뇌졸중 및 당뇨병의 발생을 예측하는 독립인자라고 하였다.³⁻¹² 특히, 표준치의 혈중 GGT농도가 정상범위 내 구간에 해당이 될지라도 농도가 높을수록 CVD의 위험인자와 용량반응관계를 나타내며 혈중 GGT 농도가 낮은 비만군에서는 제 2형 당뇨병과 비만과의 연관성이 낮다.¹³⁻¹⁵ 또한, 혈청 GGT 농도는 인체 내 다양한 환경오염 물질 (persistent organic pollutants; POPs)에 만성적인 노출 시 증가하며 혈당조절 및 지질대사에 이상을 초래하며¹⁵⁻¹⁷, 식이요인들과도 관련성이 있다.¹⁸⁻¹⁹ 특히, 동물성 육류식품¹⁸과 알콜섭취 시 GGT와 양의 상관계를 보이며 항산화비타민 (베타-카로틴, 알파-카로틴, 알파-토코페롤 등)과 전곡류, 과일류 및 채소류 식품의 섭취와는 음의 상관관계가 있음을 보고하였다. 인체 내 POPs의 노출을 줄이려면 되도록 생선을 포함한 동물성지방산이 함유된 식품섭취를 줄이는 것이 도움이 될 수 있다고 제안하였다.¹⁸ 여러 선행연구에서 전곡류 식사 및 채식위주의 식이요법은 고혈압환자에서는 혈압 강하효과를 제 2형 당뇨병 환자에서 혈당조절 효과뿐만 아니라 혈청 GGT 감소 효과에 대한 임상적 효과에 대해 알려져 있다.^{13,19} 한식은 한상에 밥, 국, 김치 그리고 다양한 반찬으로 정성스럽게 차려진 밥상으로써, 다양한 발효식품을 중심으로 채소를 다량 섭취하고 육류보다 콩과 생선을 섭취하며 콩발효 장류와 마늘, 파, 생강, 참기름, 그리고 들기름으로 갖은 양념을 하여 만든 것이다.²⁰ 한식섭취와 대사성질환과의 관련성에 대해 일부 보고된바 있으나 혈청 GGT와 심혈관계질환의 위험 인자의 개선 효과에 대한 객관적인 자료는 미미한 실정이다. 이에 실제로 고혈압과

당뇨병으로 진단받은 한국인 환자를 대상으로, 한식을 이용한 식이중재를 단행하였을 때 혈청 GGT와 심혈관질환의 위험인자에 미치는 영향에 대해 객관성과 과학성에 대하여 확인이 필요하다.

따라서 본 연구는 고혈압과 당뇨병을 모두 진단 받은 환자에서 건강한 한식의 식이중재를 시행 했을 때 혈청 GGT 및 심혈관질환위험 인자에 미치는 영향을 전향적 연구를 통해 확인하고자 하였다.

연구방법

연구대상 및 내용

본 연구는 전북대학교병원 IRB심의 및 승인을 거쳐 시행하였다 (IRB No. 2010-02-009). 본 연구대상자는 2010년 8월부터 9월까지 전북대학교병원 고혈압, 당뇨 교육센터 내 내분비대사내과와 심장내과 진료실에서 당뇨와 고혈압을 치료 중인 외래환자를 대상으로 원내 광고를 통해 모집하였다. 자원자는 서면동의서를 작성한 후 피험자 적합성 평가를 통해 적격 피험자로 선정되었다. 선정기준은 만 18세 이상인 자로 고혈압과 당뇨병 진단을 동시에 받은 자로서 본 임상시험에 대한 자세한 설명을 듣고 완전히 이해한 후, 자의로 참여를 결정하고 주의사항을 준수하기로 서면 동의한 45명을 대상으로 하였다. 제외기준은 (1) 스크리닝 시 측정된 평균 혈압 (좌위)이 DBP \geq 116 mmHg 또는 SBP \geq 200 mmHg인 환자, (2) 스크리닝 시 선택된 팔의 혈압 차이 (좌위)가 DBP \geq 10 mmHg 또는 SBP \geq 20 mmHg인 환자, (3) 이차성 고혈압 또는 이차성 고혈압이 의심되는 환자 (대동맥 축착증, 원발성 알도스테론증, 신동맥 협착증, 갈색세포종 등), (4) 중증의 심질환자 (심부전; NYHA class III, IV의 심부전) 및 최근 3개월 이내의 불안정형 협심증 또는 심근경색이나 판막성 심질환 및 치료를 요하는 부정맥 등이 관찰된 환자, (5) 최근 6개월 이내 뇌경색, 뇌출혈 등의 뇌혈관 질환 병력이 있는 중증의 뇌혈관장애 환자, (6) 제 1형 당뇨병 및 적절히 조절되지 않는 제2형 당뇨병 환자 (HbA1c > 9.0%), (7) 중증 또는 악성 망막병증으로 알려진 환자, (8) 다음과 같은 실험실 검사 결과에 이상이 있는 환자

- 간기능 이상 환자 (AST/ALT > 정상범위 상한치의 2 배)
 - 신기능 이상 환자 (Serum Creatinine > 정상범위 상한치의 1.5배)
- (9) 치료를 필요로 하는 급성 또는 만성 항염증상태에 있는 환자, (10) 약물이나 알코올에 의존병력이 있는 환자, (11) 임상시험용식이의 흡수, 분포, 대사 및 배설에 유의하게 영향을 미칠 수 있는 외과적 또는 내과적 상태에 있는

환자 (위 절제, 위장관 우회술 또는 문합술 등 주요 위장관 수술병력, 12개월 이내의 활동성 염증성 장증후군의 병력, 위장관/직장 출혈이 있는 환자, 요로계 협착 또는 배설장애 등 요로 폐색이 있는 환자), (12) 스크리닝 검사 결과 임신부, 수유부 및 임신 가능성이 있는 환자로 적절한 피임 방법 (예: 호르몬 이식, 자궁내장치, 경구 피임제 등)을 사용하지 않는 환자 (최소 12개월 이상 무월경이 지속된 경우 폐경으로 간주하며, 경구용 피임제 등 호르몬 제제를 이용한 피임 방법을 사용할 경우 스크리닝 시부터 병용하여야 함.), (13) 과거 5년 이내에 백혈병 및 임파종을 포함하는 악성 종양의 병력이 있는 환자, (14) 식이처방에 따른 음식물 섭취를 수행할 수 없는 자, (15) 첫 섭취일 전 2개월 이내에 타 임상시험에 참여한 자, (16) 기타 시험자에 의해 임상시험 참여가 부적절한 것으로 판단되는 환자

시험디자인

본 연구는 12주간의 한식 식이중재가 고혈압과 당뇨병을 진단받은 환자를 대상으로 전향적 환자-대조군 비교연구로써, 한식섭취군과 대조군 (일반식)으로 무작위 배정하였다. 한식섭취군 21명은 임상연구센터에서 제공하는 한식을 하루 세끼 12주간 섭취하였고, 대조군 (일반식군)은 평소 섭취하던 식사를 그대로 유지하게 하여 두군 간 혈청 GGT 등 간기능 지표, 심혈관계질환위험 인자 및 약물사용의 변화를 비교하였다.

한식섭취군

한식군의 식사는 13일간의 메뉴 사이클을 통해 준비하여 12주간 제공하였다. 한식군의 연구대상자들은 매일 연구센터를 방문하여 연구원의 면밀한 관찰 하에 제공된 하루 3끼 식사를 매일 오전 7시 (아침식사), 오후 12시 (점심식사), 오후 6시경 (저녁식사) 연구자가 제공하는 식이를 정해진 장소에서 12주간 섭취하게 하였다. 한식의 개념은 한식조리서와 사서의 고증을 통해 한식의 원형에 가까운 상차림 모형 (Korean traditional Diet 3-Chup Bansang)의 8가지 항목으로 밥류, 국류, 김치류 (김치, 장아찌류), 장류, 생채 및 숙채, 구이류 (구이, 조림, 찜, 전 등), 마른반찬 등 7가지 항목과 1항목은 7개의 항목별로 매일 3끼니를 섭취할 수 있는 항목²¹과 한국인에게서 생활습관질환의 유병율이 상승하기 전인 1970년대의 일일 식품군별 섭취량을 반영한 것을^{22,23} 토대로 본 연구 특성에 맞게 시험식을 설계 및 적용하였다. 식품군별 일일 권장 섭취횟수는 연구대상자의 특성을 고려하여 한국인 영양섭취기준의 식사구성안을 적용하였다.²⁴ 특히, 한식군은 전곡류와 채소류의 섭취가 높고 동물성식품인 붉은 육류의 섭취는 적게 하였으며,²⁵

전통 한식유형을 반영하는 측면에서 빵류, 면류, 우유 및 우제품류는 한식 시험식에서 제외시켜 제공하였다.

대조군 (일상식이군)

대조군의 연구대상자들은 대한당뇨병식이 지침 관리 가이드 라인 (KDA 2011)²⁶에 따라 의사와 영양사로부터 혈당조절과 표준체중을 유지하기 위해 개별적인 적정열량을 섭취하도록 하는 식사조절 교육을 받은 경험을 가지고 있는 자였다. 연구 대상자들은 체중, 나이, 성별, 신체 활동에 근거하여 일일 에너지 섭취량을 개별적으로 제한하도록 요청 받았다. 총 칼로리 섭취량은 탄수화물 50~60%, 단백질 15~20%, 지방 25% 미만, 포화 지방 7% 미만, 트랜스 지방 섭취량이 적고 콜레스테롤이 200 mg 이하로 섭취하도록 권고하며 각 자신의 표준체중을 유지하기 위해 일일 에너지 요구량을 식품교환표에 따라 식사를 구성하여 혈당조절과 체중조절을 위해 노력하는 일상적 식사를 유지하도록 지도한 식사이다.

연구대상자의 준수사항

모든 연구 대상자는 일상적인 활동 수준을 유지하도록 지시 받았고 12주 식이중재 기간 동안 다른 기능성식품이나 식이 보조제를 사용하지 않도록 지도하였다. 연구 참여 기간 동안 모든 환자에 대해 투약 투여량을 모니터링을 하였다. 연구대상자는 현재의 약물 사용 및 자기보고된 증상 또는 부작용, 신체 활동의 변화, 생활 습관 및 각각의 식이 요법에 대한 적합성에 대해 모니터링 되었다.

신체계측 및 혈액검사

모든 연구대상자는 0주, 4주, 8주, 12주에 전북대학교병원 기능성식품임상시험지원센터에 방문하여 정해진 검사를 받고 총 12주간의 연구일정을 마쳤다.

신체계측 및 신체검진

신체계측은 신장, 체중, 허리둘레 및 엉덩이 둘레를 측정하였으며 신장과 체중으로부터 체질량지수 (Body mass index; BMI = 체중 (kg)/신장 (m²))를 구하였다. 신장과 체중은 가벼운 옷차림 상태에서 자동신장체중측정기 (TECH사의 GL-150, Uijeonbu-si, Korea)로 측정하였으며, 허리둘레는 줄자를 사용하여 대상자가 서서 양발 간격을 25-30 cm정도 벌리고 숨을 편안히 내 신 상태일 때 맨 밑 늑골하부와 골반의 중간부위를 평행하게 둘러 측정하였다. 체지방량, 체지방율, 근육량 등을 Inbody 720 (Biospace, Korea)을 이용하여 측정하였다.

혈압측정

혈압은 혈압측정기 (Philips IntelliVue MP50, Ireland)를 이용하여 측정하였으며, 대상자가 연구 장소에 도착하여 최소 10분 이상 편안히 앉아 안정을 취하게 한 뒤에 약 2분 간격을 두고 3회 측정 결과를 기록하고 좌위 이완기혈압, 수축기혈압 및 맥박수를 측정하여 평균을 구하였다. 신체검진은 의료진에 의해 문진, 시진, 청진, 타진, 촉진 등을 수행하였다.

혈액검사

본 연구 대상자의 혈액은 채혈 전날부터 12시간 이상 공복을 유지한 상태에서 혈액을 채취해 3,000rpm에서 20분간 원심분리 (Hanil science Industrial Co. Ltd, Seoul, Korea)에서 분석 시까지 -80°C 에 냉동 보관하였다. 혈중지질 중 총 콜레스테롤과 중성지방, HDL-C은 자동혈액분석기 (COBAS NIRA, Roche, Switzerland)를 이용하여 분석하였고, LDL-C함량은 Friedewald formula²⁷에 의거하여 산출하였다. 혈당조절 및 인슐린 감수성에 대한 검사는 공복 시 glucose, insulin, C-peptide, HbA1c, HOMA-IR, HOMA- β 를 측정하였고, 지질대사 관련 지표로 공복 시 free fatty acid, Apolipoprotein A1, Apolipoprotein B, Apolipoprotein E와 간효소 지표인 GGT, ALT, AST 및 total bilirubin은 원내 임상병리과를 이용하여 분석하였다.

식이섭취조사

식이섭취조사는 숙련된 영양사가 각 연구대상자에게 식이기록지 작성 지침을 설명 및 제공하고 자료 회수 시 식이일지에 대해 직접 면접을 통해 확인 후 수집하였다. 연구 참여기간 12주 동안, 한식섭취군의 경우 영양사가 매끼니 제공된 식사에 대해 섭취 전과 후에 실측법으로 무게를 측정 후 식이일지를 작성하였다. 대조군의 경우 식이섭취 조사는 매주 주중 2일과 주말 1일이 포함된 3일간의 섭취한 음식의 무게를 가급적 측정하여 기록하게 하였으며 식이조사방법은 훈련된 전문 영양사에 의해 대상자에게 식품 계량기 및 식품모델을 제시해주었고, 음식의 재료, 분량 및 조리방법을 구체적으로 적도록 설명을 해주어 매일 식사기록법 (food record)에 의하여 작성하도록 지도하였다. 식이섭취 분석은 연구참여 기간 (12주)동안의 작성된 36일 (3일/주)의 식이기록지 내용을 근거로 하여 한식식이유형 음식 (식품)군별 섭취량, 열량 및 영양소 섭취량을 조사하여 분석하였다. 식이섭취자료 분석은 임상참여기간 동안의 36일간 식이기록지를 CAN-Pro 4.0 (Computer aided nutritional analysis program, 한국영양학회)을 이용하여 분석하여 평균값을 적용하였다.

항고혈압 및 항당뇨병 약제 사용량 변화

본 연구 대상자의 항고혈압, 항당뇨병 및 항고지혈증 약제 사용량 변화는 연구기간 0주, 4주, 8주, 12주차에 조사하였다. 항고혈압, 항당뇨병 및 항고지혈증 약제 사용량 변화는 전문의사가 처방 전에 나타난 약물 확인에 의해 각 약물별로 평가하였다.

통계분석

모든 통계처리는 SAS 9.2 (Statistical Analysis System version 9.2, SAS Institute, Cary, NC)와 SPSS 20 program (IBM Co., Armonk, NY, USA) 통계소프트웨어를 이용하였다. 연속형 변수의 경우 $\text{mean} \pm \text{SE}$ 로 제시하고 범주형 변수의 경우 빈도로 표시하였다. 신체계측지표, 혈압, 간지표인 GGT, ALT, AST, 혈당조절 지표인 공복혈당, HbA1c, 인슐린 감수성에 대한 지표, 혈중 지질 및 지질대사 지표, 체질량지수, 체중, 한식식이 유형 식품군별 섭취량, 열량 및 영양소 섭취량 변화를 임상용 식이섭취 전과 후, 섭취군 간의 변화를 linear mixed model을 이용하여 분석하였다. 두 군간 신체계측지표, 혈압 및 생화학적 지표의 차이가 시간 경과에 따라 차이가 있는지의 여부를 평가하기 위해 반복측정분산분석 (repeated measure ANOVA)을 시행하였다. 연속변수는 독립 t-검정 (Independent t-test)과 paired t-test를 실시하고, 성별과 약물사용량 변화률은 Pearson 카이제곱 검정으로 검증하였다. 모든 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

연구대상자들의 일반사항

본 연구에 참가한 연구 대상자들은 한식군 (21명), 대조군 (20명)이 참가하였으며, 일반적 사항은 Table 1에 나타내었다. 본 연구대상자의 일반적 사항은 두 군간의 기준선에서 인구 통계학적 및 임상적 특성을 비교해 볼 때, 변수 중 어느 항목도 유의한 차이는 없었다.

신체계측치, 혈압 및 맥박수의 변화

본 연구 대상자가 4주 간격으로 방문하여 신체계측, 비만도, 안정 시 좌위 혈압 및 맥박수의 변화 결과를 Table 2에 나타내었다. 연구 참여 후에 한식군의 경우 체중 ($p = 0.002$), 체질량지수 ($p = 0.002$), 체지방량 ($p < 0.001$), 체지방률 ($p < 0.001$) 및 heart rate ($p = 0.007$)는 대조군과 비교 시 감소하여 두군 간 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 한식군에서는 연구 참여 전에 비해 참여 후에 체중 ($p < 0.001$), 체질량지수 ($p < 0.001$), 체지방량 ($p < 0.001$), 체지

Table 1. General and clinical characteristics of the study subjects

Characteristics	Korean diet group (n = 21)	Control group (n = 20)	Total (n = 41)	p-value ^o
Age (years)	62.3 ± 2.0 ¹⁾	60.2 ± 1.9	61.8 ± 1.9	0.254
Sex (M/F)	12/9	10/10	10/10	0.658 ^b
Anthropometric measurement				
Weight (kg)	68.8 ± 3.2	65.7 ± 2.0	67.3 ± 2.6	0.419
Height (cm)	163.4 ± 1.5	161.6 ± 1.8	162.5 ± 1.2	0.436
BMI (kg/m ²)	25.9 ± 0.9	25.6 ± 0.7	25.8 ± 0.8	0.642
Waist (cm)	92.8 ± 2.3	90.1 ± 1.6	91.5 ± 1.9	0.523
Blood pressure				
SBP (mmHg)	127.2 ± 2.6	128.3 ± 3.7	127.8 ± 3.2	0.802
DBP (mmHg)	71.2 ± 1.2	75.6 ± 3.0	73.4 ± 2.1	0.177
Heart rate (bpm)	77.2 ± 2.2	70.6 ± 2.6	73.9 ± 2.4	0.057
Glucose metabolism				
FPG (mg/dL)	118.6 ± 6.9	118.8 ± 6.1	118.7 ± 6.5	0.958
HbA1c (%)	6.8 ± 0.2	6.8 ± 0.2	6.8 ± 0.2	0.990
Insulin (μU/mL)	7.6 ± 1.3	8.5 ± 1.2	8.18 ± 1.3	0.420
HOMA-IR	2.5 ± 0.6	2.5 ± 0.3	2.5 ± 0.5	0.841
HOMA-β	7.6 ± 1.3	8.5 ± 1.2	8.1 ± 1.3	0.740
Lipid profiles				
TC (mg/dL)	165.7 ± 10.8	174.9 ± 9.6	173.5 ± 10.2	0.820
TG (mg/dL)	100.3 ± 13.3	132.1 ± 11.2	116.2 ± 12.3	0.602
HDL-C (mg/dL)	43.8 ± 2.1	39.3 ± 1.8	41.6 ± 1.9	0.924
LDL-C (mg/dL)	96.4 ± 10.1	105.9 ± 9.1	100.2 ± 9.6	0.835
Liver enzyme				
GGT (IU/L)	28.8 ± 4.5	29.9 ± 4.1	27.9 ± 4.3	0.820
ALT (IU/L)	30.0 ± 4.5	25.7 ± 4.1	27.9 ± 4.3	0.242
AST (IU/L)	27.7 ± 2.7	26.6 ± 2.7	27.2 ± 2.7	0.650
Medication				
Hypoglycemic	21 (100.0)	20 (100.0)		1.000
Antihypertensive	21 (100.0)	20 (100.0)		1.000
Lipid modifying	21 (100.0)	20 (100.0)		1.000

1) Data are mean ± SE values. ^oIndependent t test, ^bChi-square test

BMI, body mass index; WHR, waist to hip ratio; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure; FPG, Fasting plasma glucose; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL, high density lipoprotein cholesterol; LDL, low density lipoprotein cholesterol; GGT, gamma-glutamyltransferase; ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase

방울 ($p < 0.001$), 허리둘레 ($p < 0.001$) 및 heart rate ($p < 0.001$)는 유의적으로 감소한 반면, 대조군에서는 체중 ($p < 0.001$), 체질량지수 ($p < 0.001$), 체지방량 ($p < 0.001$) 및 체지방율 ($p < 0.001$)이 유의적으로 증가하였다. 또한, 연구 참여 전·12주 후의 수축기 혈압의 변화는 한식군 내에서 유의적으로 증가 ($p < 0.05$)하였으나 두군 간 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

혈청 GGT와 심혈관질환위험인자 변화

본 연구 대상자가 4주 간격으로 방문하여 혈당조절지표, 혈청 GGT, 혈중지질 및 지질대사 관련 지표 등 심혈관질환 위험인자의 변화 결과는 Table 3에 나타내었다. 본 연

구대상자의 연구 참여 전·참여 12주 후의 공복혈당 변화량은 두군 간에 유의한 차이가 없었다. 당화혈색소 (HbA1c)는 한식군에서 연구 참여 전 (0주)과 연구 참여 후 (12주) 각각 $6.8 \pm 0.2\%$, $6.1 \pm 0.2\%$ 로 감소하였고, 대조군은 각각 $6.8 \pm 0.2\%$, $6.5 \pm 0.2\%$ 로 감소하여 한식군에서 대조군에 비해 감소폭이 크게 나타났다 ($p = 0.004$). 특히, 한식군의 당화혈색소 변화는 연구 참여 전보다 방문일이 증가되면서 감소되는 것을 확인할 수 있었다. 공복 시 인슐린과 C-peptide, 인슐린저항성을 대변하는 지표인 HOMA-IR은 연구 참여 전·참여 후 비교 시 두군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 인슐린 감수성을 대변하는 지표인 HOMA-β는 한식군이 대조군에 비해 증가하는

Table 2. Change of anthropometric characteristic and blood pressure during the intervention period

Variable	Korean diet group (n = 21)						Control group (n = 20)						p-value ²⁾
	0 wk (baseline)	4 wk	8 wk	12 wk (final)	Change ¹⁾ (12 wk-0 wk)		0 wk (baseline)	4 wk	8 wk	12 wk (final)	Change (12 wk-0 wk)		
Weight (kg)	68.8 ± 3.2	66.9 ± 2.9	66.2 ± 3.0	66.6 ± 3.0	-2.2 ± 3.1***		65.7 ± 2.0	65.7 ± 2.0	66.2 ± 2.1	66.1 ± 2.2	0.9 ± 2.1***	0.002**	
BMI (kg/m ²)	25.9 ± 0.9	25.2 ± 0.8	24.9 ± 0.9	25.0 ± 0.9	-0.9 ± 0.9**		25.6 ± 0.7	25.6 ± 0.7	25.7 ± 0.7	25.7 ± 0.7	0.1 ± 0.7***	0.002**	
Body fat mass (kg)	21.0 ± 1.7	19.7 ± 1.7	18.5 ± 1.7	18.9 ± 1.6	-2.1 ± 1.6***		21.0 ± 1.4	21.2 ± 1.3	21.4 ± 1.4	21.6 ± 1.4	0.6 ± 1.4***	< 0.001***	
Body fat (%)	29.9 ± 1.4	28.7 ± 1.5	27.2 ± 1.6	27.7 ± 1.5	-2.2 ± 1.4***		32.0 ± 1.9	32.4 ± 1.8	32.5 ± 1.8	32.8 ± 2.0	0.8 ± 1.9***	< 0.001***	
Muscle mass (kg)	26.3 ± 1.2	26.0 ± 1.0	26.2 ± 1.1	26.2 ± 1.1	-0.1 ± 1.1		24.4 ± 1.2	24.3 ± 1.2	24.4 ± 1.2	24.3 ± 1.3	-0.1 ± 1.2	0.991	
Waist (cm)	92.8 ± 2.3	91.2 ± 2.1	89.3 ± 2.1	88.9 ± 2.2	-3.9 ± 2.2***		91.3 ± 1.7	90.1 ± 1.6	90.1 ± 1.9	89.7 ± 1.9	-1.6 ± 1.8	0.052	
Hip (cm)	94.4 ± 1.7	93.5 ± 1.7	92.7 ± 1.6	93.6 ± 1.8	-0.8 ± 1.8		94.3 ± 1.1	93.6 ± 1.2	93.9 ± 1.1	94.1 ± 1.2	-0.2 ± 1.1	0.060	
SBP (mmHg)	127.2 ± 2.6	118.1 ± 2.1	123.8 ± 2.4	128.4 ± 1.4	1.2 ± 2.0*		128.3 ± 3.7	127.2 ± 3.5	128.6 ± 3.4	127.4 ± 3.4	-0.9 ± 3.5	0.428	
DBP (mmHg)	71.2 ± 1.2	64.8 ± 1.3	70.4 ± 1.5	73.4 ± 1.4	2.2 ± 1.3		75.6 ± 3.0	77.6 ± 2.5	77.3 ± 2.8	77.7 ± 2.5	-2.1 ± 2.8	0.711	
Heart rate (BPM)	77.2 ± 2.2	72.8 ± 1.9	70.0 ± 2.2	70.1 ± 2.3	-7.1 ± 2.2***		70.6 ± 2.6	73.1 ± 2.6	73.1 ± 3.4	72.2 ± 2.5	-1.6 ± 2.5	0.007**	

Values are presented as mean ± SE.

1) p-values represent the values of the paired t-test that assessed whether the changes from baseline to the final week were significantly different from zero (* p < 0.05, *** p < 0.001).

2) p-values for the group * time interaction were calculated via repeated measures analysis of variance (** p < 0.01, *** p < 0.001).

BMI, body mass index; SBP, Systolic blood pressure; DBP, Diastolic blood pressure

Table 3. Change of serum GGT and cardiovascular disease risk factors during the intervention period

Clinical outcome	Korean diet group (n = 21)					Control group (n = 20)					p-value ²⁾
	0 wk (baseline)	4 wk	8 wk	12 wk (final)	Change ¹⁾ (12 wk-0 wk)	0 wk (baseline)	4 wk	8 wk	12 wk (final)	Change (12 wk-0 wk)	
FPG (mg/dL)	119.8 ± 7.1	104.9 ± 4.1	107.2 ± 5.7	113.3 ± 5.5	-6.5 ± 6.3	119.3 ± 6.4	121.4 ± 5.4	132.1 ± 7.0	117.9 ± 6.6	-1.4 ± 6.5	0.639
HbA1c (%)	6.8 ± 0.2	6.5 ± 0.2	6.4 ± 0.1	6.1 ± 0.2	-0.7 ± 0.2***	6.8 ± 0.2	7.0 ± 0.2	7.0 ± 0.2	6.5 ± 0.2	-0.3 ± 0.2***	0.004**
C-peptide (ng/mL)	2.0 ± 0.2	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	0.0 ± 0.0	2.2 ± 0.2	2.3 ± 0.21	2.6 ± 0.4	2.5 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0.580
Insulin (μU/mL)	7.6 ± 1.3	5.8 ± 0.6	6.4 ± 0.9	8.1 ± 1.2	0.5 ± 1.2	8.5 ± 1.2	8.7 ± 1.3	12.0 ± 3.5	8.6 ± 1.1	0.1 ± 1.1	0.426
HOMA-IR	2.5 ± 0.6	1.5 ± 0.2	1.7 ± 0.3	2.3 ± 0.4	-0.2 ± 0.5	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.4	4.6 ± 1.7	2.6 ± 0.4	0.1 ± 0.3	0.801
HOMA-β	52.3 ± 7.2	58.3 ± 8.4	70.0 ± 14.8	74.0 ± 15.9	21.7 ± 11.5	70.5 ± 13.8	61.2 ± 8.8	60.6 ± 10.7	72.8 ± 13.6	2.3 ± 13.7	0.149
GGT (IU/L)	28.8 ± 4.5	20.2 ± 3.6	17.1 ± 3.2	19.8 ± 3.2	-9.0 ± 3.8***	30.0 ± 4.1	32.0 ± 5.7	26.8 ± 4.1	33.9 ± 5.0	3.9 ± 4.5***	0.001***
AST (IU/L)	27.7 ± 2.7	25.1 ± 1.4	22.1 ± 1.0	22.4 ± 1.0	-5.3 ± 1.9	26.6 ± 2.7	25.3 ± 2.1	24.7 ± 2.1	26.9 ± 2.5	0.3 ± 2.6	0.150
ALT (IU/L)	29.8 ± 4.5	24.9 ± 2.1	21.7 ± 1.7	23.1 ± 1.6	-6.7 ± 3.1	25.7 ± 4.1	25.1 ± 3.6	24.5 ± 3.5	27.2 ± 3.9	1.5 ± 4.0	0.132
Total bilirubin (mg/dL)	1.0 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.80 ± 0.1	0.8 ± 0.1	-0.2 ± 0.1	0.70 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.050*
TC (mg/dL)	165.7 ± 10.8	137.1 ± 6.8	142.9 ± 7.2	141.2 ± 7.8	-24.5 ± 9.3	174.9 ± 9.6	163.2 ± 9.4	160.6 ± 8.2	161.7 ± 7.2	-13.2 ± 8.4	0.402
TG (mg/dL)	100.3 ± 13.3	101.3 ± 11.6	114.7 ± 15.4	104.4 ± 12.9	4.1 ± 13.1	132.1 ± 11.2	141.7 ± 13.5	154.7 ± 16.2	152.4 ± 13.0	20.3 ± 12.1	0.467
HDL-C (mg/dL)	43.8 ± 2.1	40.9 ± 2.3	40.9 ± 2.0	42.4 ± 2.3	-1.4 ± 2.2	39.2 ± 1.8	39.2 ± 2.3	39.0 ± 2.0	39.1 ± 2.2	-0.1 ± 2.0	0.488
LDL-C (mg/dL)	96.4 ± 10.1	73.2 ± 6.4	78.9 ± 7.0	78.7 ± 6.6	-17.7 ± 8.4	105.9 ± 9.1	96.4 ± 8.2	92.4 ± 7.7	95.6 ± 9.5	-10.3 ± 9.3	0.585
Apolipoprotein A1 (g/dL)	1.4 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	-0.1 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.3 ± 0.1	1.2 ± 0.1	-0.1 ± 0.1	0.183
Apolipoprotein B (g/dL)	0.7 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	-0.1 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.1	-0.1 ± 0.1	0.275
Apolipoprotein E (mg/dL)	3.4 ± 0.2	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.3	3.2 ± 0.2	-0.2 ± 0.2	4.3 ± 0.2	3.4 ± 0.2	3.8 ± 0.3	3.8 ± 0.3	-0.5 ± 0.2	0.267
Free fatty acid (μEq/L)	824.3 ± 41.7	536.9 ± 52.7	480.7 ± 51.2	473.4 ± 49.2	-473.4 ± 49.2***	559.9 ± 67.7	482.2 ± 58.8	463.7 ± 70.3	463.7 ± 70.3	-96.2 ± 69.0***	0.002**

Values are presented as mean ± SE.

1) p-values represent the values of the paired t-test that assessed whether the changes from baseline to the final week were significantly different from zero (** p < 0.001). 2) p-values for the group * time interaction were calculated via repeated measures analysis of variance (* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001).

FPG, Fasting plasma glucose; HOMA-IR, Homeostasis model assessment-insulin resistance; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL, high density lipoprotein cholesterol; LDL, low density lipoprotein cholesterol; GGT, gamma-glutamyltransferase; ALT, alanine aminotransferase; AST, aspartate aminotransferase

Table 4. Change of receiving medication in the Korean diet group and control group

Medication		Korean diet group (n = 21)	Control group (n = 20)	p-value ²⁾
Hypertension medication ¹⁾	Increase	1 (4.8)	1 (5.0)	0.232
	Decrease	3 (14.3)	0 (0.0)	
	Maintenance	17 (81.0)	19 (95.0)	
	Baseline (0 wk)	2.15 ± 0.3	1.60 ± 0.1	0.283
	Final (12 wk)	2.08 ± 0.3	1.65 ± 0.2	
	Difference ³⁾	-0.07 ± 0.3	0.05 ± 0.1	
Diabetes medication	Increase	1 (4.8)	1 (5.0)	0.051
	Decrease	10 (47.6)	3 (15.0)	
	Maintenance	10 (47.6)	16 (80.0)	
	Baseline (0 wk)	4.57 ± 0.9	3.70 ± 0.7	0.082
	Final (12 wk)	3.64 ± 0.8	3.57 ± 0.8	
	Difference	-0.93 ± 0.9	-0.13 ± 0.7	
Hypercholesterolemia medication	Increase	0 (0.0)	1 (5.0)	0.320
	Decrease	8 (38.0)	4 (21.0)	
	Maintenance	13 (62.0)	14 (74.0)	
	Baseline (0 wk)	1.35 ± 0.2	1.33 ± 0.3	0.542
	Final (12 wk)	1.08 ± 0.3	1.12 ± 0.3	
	Difference	-0.27 ± 0.2	-0.21 ± 0.3	

1) n (%) or mean ± SE 2) calculated from the chi-square test for categorical variables or independent t-test for continuous variables.

3) Difference: 12 wk-0 wk

경향을 보였으나 두군 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 또한, 간지표인 GGT는 연구 참여 전·참여 12주 후 비교 시 한식군에서 대조군에 비해 감소정도가 크게 나타나 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.001$), ALT 및 AST는 한식군이 대조군에 비해 감소하는 경향을 보였으나 두군 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 연구대상자의 총콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤, Apolipoprotein A1, Apolipoprotein B는 한식군 내에서 감소하는 경향이었으나 두군 간 유의한 차이는 없었다. Free fatty acid는 연구 참여 전·참여 12주 후 비교 시 두군 간 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p = 0.002$).

항고혈압, 항당뇨병 및 항고지혈증 약물 변화

본 연구 대상자의 4주 간격으로 방문하여 매 방문마다 고혈압, 당뇨병 및 고지혈증 치료약물 사용량의 변화 결과는 Table 4에 나타내었다. 고혈압 약물 투여량은 21명의 한식군 중에서 연구 참여 전에 비하여 참여 12주 후 증가한 사람이 1명, 감소한 사람이 3명, 그대로 유지한 사람이 17명이었고, 20명의 대조군 중에서 증가한 사람이 20명 중 1명, 감소한 사람은 없었으며 그대로 유지한 사람이 19명으로 두군 간 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다. 당뇨병 약물 투여량은 한식군에서 연구 참여 전에 비하여 참여 12주 후 증가한 사람이 1명, 감소한 사람 10명, 그대로 유지한 사람이 10명이었고, 대조군에서는 증가한 사람

1명, 감소한 사람 3명, 그대로 유지한 사람이 16명으로 두군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 고지혈증 약물 투여량은 한식군에서 연구 참여 전에 비하여 참여 12주 후 감소한 사람 8명, 그대로 유지한 사람 13명이었고, 대조군에서는 증가한 사람 1명, 감소한 사람 4명, 증가한 사람 14명으로 섭취군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 또한 연구대상자의 항고혈압, 항당뇨병 및 항고지혈증 약물의 개수는 연구 참여 전에 비해 참여 12주에 감소하는 경향을 보였으나 두군 간 유의한 차이는 확인되지 않았다.

식이 및 영양소 섭취량의 변화

한식식이유형 음식군별 섭취량 변화

본 연구대상자의 연구기간 12주 동안 섭취한 음식을 음식군으로 분류한 후 한식식이유형에 해당하는 음식군별 일일 섭취량에 대해 조사 및 평가한 결과는 Table 5에 나타내었다. 연구 참여 전 일일 밥 섭취량은 한식군과 대조군에서 유사한 경향이었으나 연구 참여 후에는 한식군의 밥 섭취량이 대조군에 비해 유의하게 증가하였다 ($p < 0.001$). 현미밥 일일 섭취량은 연구 참여 전보다 참여 후에 두군 모두에서 증가하였으나 한식군의 경우 섭취량이 연구 참여 전에 비해 약 3배 정도 더 증가하여 대조군에 비해 높았다 ($p < 0.001$). 반면 빵류 ($p = 0.017$)와 면류 ($p < 0.001$)는 한식군의 경우 연구 참여 후 전혀 섭취하지 않은

Table 5. Mean Korean diet patterns intake of the study subjects during the 12 week intervention period

Food groups (g/day)	Korean diet group (n = 21)		Control group (n = 20)		p-value ¹⁾
	0 wk	12 wk intervention	0 wk	12 wk intervention	
Steamed rice	323.4 ± 27.0	629.1 ± 22.3	397.3 ± 41.6	467.2 ± 27.7	< 0.001***
white rice	131.8 ± 60.5	0.0 ± 0.0	198.9 ± 172.7	236.7 ± 185.4	< 0.001***
Whole grain rice	191.6 ± 97.4	629.1 ± 41.3	135.5 ± 102.9	230.5 ± 220.5	< 0.001***
Sweet potato/Potato	47.6 ± 94.8	99.7 ± 2.1	52.6 ± 91.3	95.1 ± 112.8	0.683
Guk (soup)	295.2 ± 27.0	600.3 ± 22.3	328.2 ± 41.6	317.4 ± 27.7	< 0.001***
Fermented foods	115.4 ± 69.3	188.6 ± 49.8	102.4 ± 65.8	133.2 ± 80.9	< 0.001***
Kimchi	88.4 ± 11.7	138.1 ± 7.8	83.5 ± 9.4	104.2 ± 10.8	0.086
Soy-based condiments	26.6 ± 2.5	47.9 ± 1.5	30.6 ± 4.1	28.6 ± 3.0	< 0.001***
Soy sauce	9.4 ± 6.4	15.8 ± 3.1	10.4 ± 12.1	11.4 ± 6.8	0.003**
Deonjang	10.5 ± 9.2	17.8 ± 3.5	7.2 ± 6.2	8.8 ± 7.7	0.002**
Kochujang	4.6 ± 3.3	9.0 ± 2.7	6.1 ± 5.9	4.2 ± 2.8	< 0.001***
Chungkookjang	2.1 ± 4.9	5.2 ± 3.4	5.4 ± 14.6	4.1 ± 8.7	0.016*
Vineger	0.4 ± 0.6	2.6 ± 1.1	0.5 ± 1.3	0.5 ± 0.6	< 0.001***
Vegetables, raw or cooked	121.5 ± 11.3	350.4 ± 7.6	126.7 ± 19.6	129.0 ± 10.2	< 0.001***
Dried dish (banchan, jeotgal)	72.0 ± 83.2	51.5 ± 8.1	21.5 ± 31.8	47.1 ± 41.5	0.004**
Gui/Jjin/Jorims					
Fish	58.8 ± 7.2	57.4 ± 1.5	73.3 ± 13.9	70.9 ± 9.7	0.726
Meat	51.3 ± 7.9	14.4 ± 0.9	38.1 ± 13.7	48.6 ± 9.9	< 0.001***
Egg	24.0 ± 12.7	14.6 ± 4.8	27.2 ± 36.8	17.7 ± 29.1	0.854
Fruits	169.4 ± 112.0	95.7 ± 6.3	127.3 ± 108.7	197.4 ± 120.2	< 0.001***
Legumes	46.7 ± 5.4	67.1 ± 1.6	47.2 ± 8.6	31.1 ± 4.7	0.003**
Whole grain	82.1 ± 9.1	269.6 ± 3.0	78.5 ± 22.7	98.8 ± 20.6	< 0.001***
Dairy products	51.1 ± 13.9	0.0 ± 0.0	65.7 ± 22.7	48.5 ± 18.8	0.009**
Breads	32.6 ± 58.4	0.0 ± 0.0	59.6 ± 72.3	67.3 ± 71.4	0.017*
Noodles	159.6 ± 118.5	0.0 ± 0.0	54.6 ± 98.2	140.5 ± 119.8	< 0.001***

Values are presented as mean ± SE.

1) Derived from the linear mixed-effects model. Statistically significant compared to the placebo group (*p < 0.05, **p < 0.01, ***p < 0.001).

것으로 확인되었고, 대조군은 연구 참여 전보다 참여 후에 섭취량이 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다. 곡류(찌개류) 하루 섭취량은 연구 참여 전에는 두군 간 차이가 없었으나 한식군에서 연구 참여 후에 약 2배 정도 증가하고 대조군의 경우 변화가 없어서 두군 간 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 발효식품 하루 섭취량은 연구 참여 전에는 두군에서 유사하였으나 한식군의 경우 연구 참여 후에 188.6 g으로 1.6배 정도 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다. 김치류(김치류/장아찌) 하루 섭취량은 연구 참여 전보다 참여 후에 두군 모두에서 증가하는 경향이었으나 두군 간 유의한 차이는 없었다. 장류는 하루 섭취량이 연구 참여 전에는 두군에서 유사하였으나 한식군의 경우 연구 참여 후에 47.9 ± 1.5 g으로 1.7배 정도 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다. 한식군의 육류 하루 섭취량은 연구 참여 전 51.3 ± 7.9 g이었으나 연구 참여 후에 14.4 ± 0.9 g로 감소한 것으로 나타났고, 대조군의 경우 연구 참여 전보다 참여 후에 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 채소류 하루 섭취량은 연구 참여 전에는 두군 간 차이가 없었으나 연구 참여 후에 한식군의 경

우 2.9배 정도 섭취가 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 과일류 하루 섭취량은 한식군의 경우 연구 참여 전 169.4 ± 112.0 g에서 연구 참여 기간 동안에 95.7 ± 6.3 g으로 감소하였으나 대조군의 경우 연구 참여 전 127.3 ± 108.7 g에서 연구 참여 동안 197.4 ± 120.2 g으로 증가하여 두군 간 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 콩류의 하루 섭취량은 연구 참여 전에는 두군 간 차이 없었으나 연구 참여 후에 한식군의 경우 섭취량이 증가하고 대조군의 경우 섭취량이 감소하여 두군 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (p = 0.003).

열량 및 영양소 섭취량의 변화

본 연구 대상자의 연구 참여 전과 참여 12주 기간 동안 섭취하였던 하루 열량 및 영양소 섭취량의 결과는 Table 6에 나타내었다. 하루 총열량 섭취는 한식군의 경우 평균 1,883.1 ± 15.9 kcal, 대조군은 평균 1,547.9 ± 41.9 kcal으로 나타나 한식군이 대조군보다 약 335 kcal 정도 높게 섭취하여 두군 간 유의한 차이를 보였다 (p < 0.001). 열량 중 탄수화물, 지질 및 단백질의 섭취 비율은 두군간 유의한

Table 6. Mean nutrient intake of the study subjects during the 12 week intervention period.

Nutrients	Korean diet group (n = 21)		Control group (n = 20)		p-value ¹⁾
	0 wk	12 wk (intervention period)	0 wk	12 wk (intervention period)	
Energy (kcal)	1,651.5 ± 72.7	1,883.1 ± 15.9	1,355.0 ± 94.4	1,547.9 ± 41.9	< 0.001***
Carbohydrate (%)	64.8 ± 1.5	67.1 ± 0.2	64.3 ± 1.7	63.4 ± 1.3	0.289
Protein (%)	16.0 ± 0.4	15.8 ± 0.1	16.4 ± 0.7	16.6 ± 0.2	0.137
Fat (%)	18.5 ± 1.1	19.2 ± 0.1	17.1 ± 1.2	18.2 ± 0.8	0.223
Carbohydrate (g)	267.8 ± 14.8	315.5 ± 2.3	182.9 ± 26.3	243.1 ± 5.8	< 0.001***
Protein (g)	65.6 ± 3.1	74.3 ± 0.9	55.5 ± 4.3	64.1 ± 1.8	< 0.001***
Plant protein (g)	38.4 ± 1.9	54.3 ± 0.6	32.6 ± 2.6	34.9 ± 0.9	< 0.001***
Animal protein (g)	27.2 ± 2.5	20.1 ± 0.4	22.9 ± 3.2	29.1 ± 1.5	< 0.001***
Fat (g)	33.7 ± 2.5	40.2 ± 0.5	50.1 ± 6.2	31.4 ± 1.3	< 0.001***
Plant fat (g)	17.0 ± 1.1	33.5 ± 0.4	38.8 ± 5.3	15.4 ± 0.7	< 0.001***
Animal fat (g)	16.6 ± 2.1	6.7 ± 0.3	11.3 ± 1.7	16.0 ± 1.1	< 0.001***
Cholesterol (mg)	264.0 ± 0.7	196.9 ± 2.9	202.5 ± 26.1	225.8 ± 13.0	0.034*
Fiber (g)	22.4 ± 1.3	44.2 ± 0.5	22.4 ± 2.0	22.3 ± 0.6	< 0.001***
Calcium (mg)	438.8 ± 21.9	917.8 ± 13.4	257.3 ± 68.9	555.9 ± 22.3	< 0.001***
Phosphorous (mg)	1,120.2 ± 10.5	1,743.2 ± 18.3	1,102.3 ± 9.2	936.4 ± 25.4	< 0.001***
Iron (mg)	12.5 ± 1.3	24.1 ± 0.3	12.2 ± 0.6	12.8 ± 0.3	< 0.001***
Sodium (mg)	3,542.12 ± 120.4	5,863.3 ± 103.3	3,730.0 ± 135.2	4,165.3 ± 167.0	< 0.001***
Potassium (mg)	2,452.0 ± 33.1	4,810.7 ± 57.9	2,072.0 ± 33.1	2,559.9 ± 63.6	< 0.001***
Zinc (mg)	7.2 ± 0.8	10.9 ± 0.1	7.4 ± 0.47	8.1 ± 0.2	< 0.001***
Vitamin A (µg RE)	542.2 ± 26.0	1,510.7 ± 25.2	435.1 ± 23.8	738.0 ± 35.4	< 0.001***
Vitamin E (mg)	17.5 ± 1.9	20.6 ± 0.3	11.1 ± 0.3	10.9 ± 0.5	< 0.001***
Vitamin C (mg)	68.2 ± 1.8	195.9 ± 2.9	69.6 ± 2.5	115.7 ± 4.8	< 0.001***
β-carotene (µg)	3,240.2 ± 120.1	8,728.4 ± 153.7	3,514.5 ± 288.2	3,804.7 ± 206.1	< 0.001***
Vitamin B ₁ (mg)	1.2 ± 0.1	2.0 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.1	< 0.001***
Vitamin B ₂ (mg)	0.9 ± 0.1	1.5 ± 0.1	0.8 ± 0.1	1.0 ± 0.1	< 0.001***
Vitamin B ₆ (mg)	1.3 ± 0.4	3.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.9 ± 0.1	< 0.001***
Niacin (mg)	13.8 ± 0.2	26.3 ± 0.3	12.3 ± 0.2	13.8 ± 0.5	< 0.001***
Folate (µg)	234.0 ± 22.5	553.6 ± 7.8	207.2 ± 10.7	253.5 ± 9.5	< 0.001***

Values are presented by mean ± SE.

1) Derived from the linear mixed-effects model statistically significant compared to the placebo group (* p < 0.05, *** p < 0.001).

차이는 없었다. 특히, 대조군의 총 열량섭취량은 한식군보다 낮았으나 동물성 단백질 (p < 0.001), 동물성 지질 (p < 0.001) 및 콜레스테롤 (p = 0.034)의 섭취량은 한식군보다 통계적으로 유의하게 높았다. 또한 대조군의 식물성지질 섭취량 (p < 0.001)은 한식군보다 낮았으나 동물성 지질의 섭취량 (p < 0.001)은 유의하게 높았다. 한식군과 대조군의 탄수화물 하루 섭취량은 각각 315.5 ± 2.3 g과 243.1 ± 5.8 g로 한식군이 유의하게 높았다 (p < 0.001). 연구 참여 12주 기간 동안의 식이섬유소 하루 섭취량은 한식군의 경우 44.2 ± 0.5 g (23.5 g/1,000 kcal), 대조군은 22.3 ± 0.6 g (14.4 g/1,000 kcal)으로 나타나 한식군이 1.63배나 높아 두 군 간 유의한 차이가 있었다 (p < 0.001). 연구참여 12주 동안에 한식군의 나트륨 섭취량은 5,863.3 ± 103.3 mg으로 대조군 4,165.3 ± 167.0 mg에 비해 1.4배 정도 많았다 (p <

0.001). 전반적으로 한식군의 경우 대조군에 비해 연구 참여 전보다 연구 참여 기간 동안 동물성식품에서 기인하는 동물성 단백질과 지질 그리고 콜레스테롤의 섭취는 낮으면서 식물성 식품의 섭취가 대조군에 비해 높았다. 특히, 한식군의 경우 대조군에 비해 식물성식품에서 기인하는 엽산 (p < 0.001)의 일일 섭취는 유의적으로 증가하였을 뿐만 아니라 칼륨 (p < 0.001), 비타민 A와 E (p < 0.001), 베타카로틴 (p < 0.001), 비타민 C (p < 0.001), 비타민 B군 (p < 0.001)의 섭취는 대조군에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다.

고 찰

본 연구는 고혈압 및 당뇨병 치료 중인 환자에게 한식을

공급한 후 한식 섭취가 혈청 GGT 및 심혈관질환의 위험 인자에 미치는 영향을 평가하고자 시행되었다. 본 연구에서 혈당조절지표로 알려진 당화혈색소 (HbA1c)는 한식군이 대조군에 비해 유의하게 감소됨을 확인하였다. 이는 한식군에서 대조군보다 장기간 혈당조절 상태가 유의하게 개선되고 있음을 의미하겠다. Lee 등²⁸은 제 2형 당뇨병 환자에게서 완전채식을 할 경우 HbA1c는 -0.5%가 감소하여 대한당뇨병학회에서 권장하는 당뇨치료식 (-0.2%)보다 감소폭이 컸으며, Yokoyama 등²⁹은 채식섭취와 혈당조절에 대한 6개의 RCT meta analysis 분석연구 결과에서 HbA1c가 -0.39% 감소하였다는 것과 본 연구결과와 비교할 때, 한식을 섭취 할 경우 HbA1c는 -0.72%가 감소하여 당뇨치료식과 채식위주 식사보다 감소효과가 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 본 연구자들은 혈당조절이 유의하게 개선 효과가 있었던 이유를 연구대상자들이 전곡류와 채소류인 나물류를 충분히 섭취하고 식물성 식품을 통해 단백질과 지방을 섭취한 것에서 일부분 개선효과를 찾을 수 있다고 제안하고자 한다.³⁰⁻³⁵ 실제로 식이섬유소 섭취를 많이 할수록 제 2형 당뇨병의 위험이 감소하는 것은 여러 코호트 연구에서 보고되고 있고³² 전곡류 섭취는 인슐린 민감도를 증가시키며 공복 혈당과 식후 혈당을 낮추는 것에도 관련성이 있다.³³⁻³⁴ 특히, 제 2형 당뇨병환자에서 식이섬유소가 많은 복합탄수화물 형태의 곡류 섭취가 무엇보다 중요하며, 식이섬유소의 섭취가 높을수록 혈당조절에 도움을 주고^{32,35-36} 채소류 및 과일류의 수용성 식이섬유소보다는 전곡류의 불용성 식이섬유소 섭취는 인슐린 민감도를 증가시키며 혈당을 낮추는 것에도 관련성이 있으며 더 효과적이다.^{33-34,37} Kwon과 Chung³⁸에 의하면 제 2형 당뇨병환자에서 다가불포화지방산, n-3 PUFA, β -carotene 및 비타민 E의 섭취량이 많을수록 혈중 HbA1c는 농도가 낮다고 하였는데 본 연구에서 연구 참여 12주 기간 동안 한식군의 경우 비타민 A, C, E 및 β -carotene의 섭취가 대조군에 비해 유의적으로 증가하여 본 연구결과와 유사하였다. 최근, 일반 인구집단에서 혈청 GGT는 정상범위 내에 해당되더라도 여러 CVD 위험인자들과 용량-반응 관계가 있다고 알려져 있다.¹²⁻¹⁴ 특히, 여러 가지 질병들 중에서 향후 제 2형 당뇨병 발생 위험 및 당뇨발생의 기전과 밀접한 관련성을 보이며 혈청 GGT 농도는 만성퇴행성질환에 하나의 독립적 예측인자로 간주되고 있으므로 사전 관리가 필요하다.^{3-5,12} 본 연구에서 한식군의 경우 GGT는 임상시험용식이 섭취 전·섭취 12주 후 비교 시 대조군에 비해서 통계적으로 유의하게 감소함을 확인하였다. Thamer 등³⁹은 혈청 GGT의 상승은 인슐린 저항성뿐만 아니라, 체내에 과부하 되는 산화스트레스의 정도를 대변해주는 지표

라고 하였다. 최근, 혈청 GGT농도는 육류섭취¹⁵와 양의 상관성이 있으며, 채소류 및 과일류 섭취와 혈청 GGT³⁹⁻⁴⁰는 음의 상관성이 있음이 알려져 있다. 본 연구에서도 한식군의 경우 연구 참여 전에 비해 연구 참여기간 동안에, 동물성식품(육류)의 섭취는 유의적으로 감소한 반면, 식물성식품에서 기인한 항산화 비타민류와 식이섬유소의 섭취가 크게 증가하였다. 또한, Lee 등¹⁵은 성인에서 육류섭취는 혈청 GGT와 양의 상관성을 보인 반면, 다가불포화 지방산 및 다양한 식물성 식품의 섭취는 혈청 GGT 농도와 음의 상관성이 있음을 보고하였다. 특히, 식물성식품에서 유래한 비타민 C, 베타-카로틴, 엽산 및 섬유소는 혈청 GGT가 낮으나 보충제형태인 화합물로 섭취된 비타민 A, 비타민 C, 엽산 및 α -토코페롤은 혈청 GGT 농도와 양의 상관성에 대해 보고하여 단일영양소 형태가 아닌 자연식품 형태로 섭취해야 할 중요성에 대해 강조하였다. 본 연구에 적용된 시험용 한식식이 유형은 한국인에게서 생활습관질환의 유병율이 상승하기 전인 1970년대 한국인의 식품섭취 실태를 반영하였는데,²³ 한식군의 경우 동물성 육류의 섭취량은 연구 참여 전 51.3 g이었으나 연구 참여기간 동안 14.4 g으로 유의적으로 감소하였다. 한식군에서 아마도 연구 참여기간 동안 동물성식품의 섭취는 감소하고 식물성식품의 증가 등 식이요인으로 인해 GGT의 감소에 크게 기여하였을 것으로 사료된다. 일반적으로 육류에 함유된 헴철분의 성분이 체내에 유입 될 경우, 유리된 철은 산화스트레스를 유발하는 중요한 촉매제로 작용한다.⁴¹⁻⁴² 육류 섭취의 증가는 heme iron (prooxidant)이 증가하여 산화스트레스를 야기시킴으로써 체내 GGT 농도를 증가시키는 것으로 알려져 있다. 따라서 GGT는 항산화 방어시스템에 중요한 역할로 작용하는데 본 연구에서 한식군의 경우 연구 참여 동안에 항산화 영양소인 비타민 A, E, C 및 β -carotene의 섭취가 유의적으로 증가하였는데 이는 GGT의 감소 효과에 큰 영향을 주었을 것으로 판단된다.

본 연구에서 혈중지질 및 지질대사 관련 지표 중 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤, 지질 운반체로써 동맥경화 억제 인자로 알려진 아포지단백 A1 및 동맥경화 촉진인자로 알려진 아포지단백 B가 두군간 유의한 차이를 발견할 수 없었으나, free fatty acid는 한식군에서 대조군에 비해 유의적으로 감소하였고 연구 참여 12주 후에 감소 정도가 더 커져 이는 혈중 지질 조절 상태가 개선되었음을 의미하겠다. 신체계측 지표 중 체지방량을 제외한 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방율은 연구 참여 전·참여 12주 후에 한식군에서 의미 있게 감소함을 확인하였다. 흥미롭게도, 본 연구에서 한식군의 경우 연구 참여 기간 동안 하루 1,883 kcal를 섭취하여 연구 참여 전보다 약 232 kcal나 더

많은 열량을 섭취하였음에도 불구하고 BMI, body fat mass 및 body fat이 감소하였다. 이러한 이유는 하루 3끼의 전곡류를 이용한 밥중심의 규칙적인 식사와 함께 대사 기능을 증진시킬 수 있는 콩 발효식품, 김치 및 나물류(생채/숙채)의 섭취량이 증가하였기 때문이라 사료된다. 주로 콩발효식품에 함유된 isoflavone은 체지방의 축적을 억제하고 복부의 내장지방을 감소시키고⁴³, 김치⁴⁴와 고추장⁴⁵에 함유된 캡사이신은 에너지의 대사를 증진시킴으로써 체지방의 축적 억제 및 내장비만의 감소에 영향을 주었다고 하였다. 한식군에서 콩발효 장류와 김치섭취량이 연구 참여 전보다 연구 참여 12주 동안 유의적으로 증가하였는데 이는 체지방 분해 및 대사적 기능을 증가시켜 체중감소 효과에 유의한 영향을 주었을 것으로 사료된다. 또한 Tolhurst 등⁴⁶과 Kimura 등⁴⁷에 의하면 식이섬유소가 장내 미생물에 의해 분해된 단쇄지방산은 장내 G단백질 수용체인 GPR43의 활성을 더욱 촉진시켜 인슐린 매개성 지방 축적의 억제 및 에너지의 소비를 촉진시킨다고 하였듯이 본 연구에서 한식군의 경우 연구 참여기간 동안 섬유소 섭취량이 크게 증가함을 확인할 수 있었다. 이는 체내 에너지의 소비를 촉진시키고 지방의 축적을 억제시킴으로써 복부비만 및 체중 감소에 유의한 영향을 주었을 것으로 사료된다. 아울러 본 연구에서 비록 치료약물의 변화량에 통계적으로 유의한 감소는 확인할 수 없었으나 한식군에서 대조군보다 많은 수의 환자가 실제로 고혈압, 당뇨병 및 고지혈증 치료 약물을 감량할 수 있었고, 이로 인해 한식군에서 혈압, 혈당 및 혈중 지질의 개선 정도가 상대적으로 낮게 평가 되었을 가능성도 배제 할 수 없을 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 전곡류로 만든 밥을 규칙적으로 잘 먹는 한식식사유형은 당뇨병 및 고혈압 등의 질환에서 혈청 GGT를 감소시키고 향후 CVD 위험인자를 예측 및 관리에 도움을 주고 의학적 효과를 낼 수 있음을 시사한다. 본 연구에서 한식군 연구대상자들은 탄수화물 제한 없이 현미밥과 같은 전곡류 식사를 규칙적으로 하여 하루 평균 총 1,883 kcal 열량에 해당하는 식이를 섭취하여 대조군보다 하루 평균 약 335 kcal 많은 열량의 식사를 하였다. 또한 염분섭취량과 탄수화물 섭취율이 대조군보다 많음에도 한식군의 혈청 GGT, 맥박수, 혈당조절 및 체중 등에서 유의한 개선 효과가 있었다. 이러한 결과는 밥, 국, 김치 중심의 식사를 다루었던 선행연구들에 의한 잘못된 인식들을 불식시키고, 고혈압 및 당뇨병환자에서 밥을 규칙적으로 잘 먹는 탄수화물 식사가 심혈관질환 위험인자를 관리할 수 있는 이로운 의학적 효과를 낼 수 있을 것으로 사료된다. 그러나, 본 연구에 몇가지 제한점이 있다. 첫째, 대조

군의 경우 한식섭취군에게 엄격한 식이통제가 수행된 것처럼 동일하게 진행이 되지 못했던 점이며, 둘째, 한식군의 경우 매일 12주 동안 연구센터에 방문하여 제공된 식이섭취를 함으로써 잠재적으로 두군 간 다른 신체활동을 유도할 수 있다는 것이 다른 결과를 유도할 가능성도 배제할 수 없다는 점이다.

향후 장기간의 추적 연구와 함께 연구 대상자 수를 늘리고 대조군에 대한 엄격한 식이중재 효과 및 모든 생활습관 인자에 대해 모니터링의 실시가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 고혈압 및 당뇨병 치료 중인 환자 41명을 대상으로 한식 섭취가 12주간의 경과 과정에서 4차례의 방문(0주, 4주, 8주, 12주)을 통해 측정된 혈청 GGT, 혈압 및 glycemic control data, 심혈관계 위험지표 및 식이섭취의 변화를 비교 평가한 결과는 다음과 같았다.

1. 연구대상자는 평균 연령은 61.8 ± 1.9 세로 한식군(21명)의 경우 건강한 한식을 1일 3끼씩 12주간 제공된 식사를 섭취하였고, 대조군(당뇨병 식이 가이드라인에 따른 관리교육을 받은 자) 20명은 평소 섭취하던 당뇨조절 식사를 그대로 유지하게 하였다.
2. 수축기혈압과 이완기혈압은 두군 간 유의한 차이를 확인할 수 없었으나 맥박수는 한식군에서 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다 ($p = 0.007$).
3. 당화혈색소 (HbA1c)는 한식군에서 연구 참여 전과 후 각각 $6.8 \pm 0.2\%$, $6.1 \pm 0.2\%$ 로 감소하고 대조군은 각각 $6.8 \pm 0.2\%$, $6.5 \pm 0.2\%$ 로 감소되어 한식군이 대조군에 비해 유의적으로 감소폭이 컸다 ($p = 0.004$).
4. 혈청 GGT는 한식군에서 연구 참여 전과 후 각각 28.8 ± 4.5 IU/L, 19.8 ± 3.2 IU/L로 감소하고 대조군은 각각 30.0 ± 4.1 IU/L, 33.9 ± 5.0 IU/L로 증가되어 한식군이 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다 ($p < 0.001$).
5. 총콜레스테롤, LDL 콜레스테롤 및 중성지방은 한식군에서 대조군에 비해 감소한 경향이었으나 두군 간 유의적인 차이가 없었으며 free fatty acid는 한식군에서 대조군보다 유의적으로 감소하였다 ($p = 0.002$).
6. 신체계측 지표인 체중 ($p = 0.002$), 체질량지수 ($p = 0.002$), 체지방량 ($p < 0.001$), 체지방율 ($p < 0.001$)은 연구 참여 전에 비해 연구 참여 12주 후에 한식군에서 대조군에 비해 유의적으로 감소하였다.
7. 치료약물의 변화량은 두군 간 유의한 차이는 없었으나 한식군에서 대조군보다 많은 수의 환자가 실제로 고혈압, 당뇨병 및 고지혈증 치료 약물을 감량할 수 있었다.

8. 한식군은 연구 참여 동안에 전곡류의 밥, 채소류인 나물류, 김치 및 전통 콩발효식품 등의 섭취량은 대조군에 비해 유의하게 증가하였다 ($p < 0.001$).

9. 한식군은 동물성식품에서 유래한 동물성 단백질 ($p < 0.001$), 지질 ($p < 0.001$) 및 콜레스테롤 ($p = 0.034$)의 섭취량은 대조군에 비해 유의적으로 감소한 반면, 총칼로리 ($p < 0.001$), 엽산 ($p < 0.001$), 식이섬유 ($p < 0.001$), 나트륨 ($p < 0.001$), 칼륨 ($p < 0.001$), 비타민 A, C, E ($p < 0.001$) 및 비타민 B류 ($p < 0.001$)의 섭취는 유의적으로 증가하였다.

이상의 결과를 종합해 보면, 적극적인 전곡류로 만든 밥을 중심으로 한 한식 섭취는 당뇨병 및 고혈압 환자에서 대사성질환 및 심혈관계질환 위험인자인 혈청 GGT, 맥박수, 혈당조절 지표 및 비만지표 개선에 긍정적인 영향을 주었다.

ORCID

정수진: <https://orcid.org/0000-0003-1103-7477>

채수완: <https://orcid.org/0000-0003-3660-8272>

References

- Evert AB, Boucher JL, Cypress M, Dunbar SA, Franz MJ, Mayer-Davis EJ, Neumiller JJ, Nwankwo R, Verdi CL, Urbanski P, Yancy WS Jr; American Diabetes Association. Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care* 2013; 36(11): 3821-3842.
- Yu SY, Hong HS, Lee HS, Choi YJ, Huh KB, Kim WY. The association of insulin resistance with cardiovascular disease risk and dietary factors in Korean type 2 DM patients. *Korean J Nutr* 2007; 40(1): 31-40.
- Perry IJ, Wannamethee SG, Shaper AG. Prospective study of serum gamma-glutamyltransferase and risk of NIDDM. *Diabetes Care* 1998; 21(5): 732-737.
- Lee DH, Blomhoff R, Jacobs DR Jr. Is serum gamma glutamyltransferase a marker of oxidative stress? *Free Radic Res* 2004; 38(6): 535-539.
- Lee DH, Ha MH, Kim JR, Gross M, Jacobs DR Jr. Gamma-glutamyltransferase, alcohol, and blood pressure. A four year follow-up study. *Ann Epidemiol* 2002; 12(2): 90-96.
- Turgut O, Yilmaz A, Yalta K, Karadas F, Birhan Yilmaz M. Gamma-glutamyltransferase is a promising biomarker for cardiovascular risk. *Med Hypotheses* 2006; 67(5): 1060-1064.
- Lee DH, Jacobs DR, Gross M. Gamma-glutamyltransferase is a predictor of incident diabetes and hypertension: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. *Clin Chem* 2003; 49: 1358-1366.
- Lim JS, Kim YJ, Chun BY, Yang JH, Lee DH, Kam S. The association between serum GGT level within normal range and risk factors of cardiovascular diseases. *J Prev Med Public Health* 2005; 38(1): 101-106.
- Kunutsor SK, Abbasi A, Adler AI. Gamma-glutamyl transferase and risk of type II diabetes: an updated systematic review and dose-response meta-analysis. *Ann Epidemiol* 2014; 24(11): 809-816.
- Du G, Song Z, Zhang Q. Gamma-glutamyltransferase is associated with cardiovascular and all-cause mortality: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Prev Med* 2013; 57(1): 31-37.
- Kunutsor SK, Apekey TA, Cheung BM. Gamma-glutamyltransferase and risk of hypertension: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective evidence. *J Hypertens* 2015; 33(12): 2373-2381.
- Alissa EM. Relationship between serum gamma-glutamyltransferase activity and cardiometabolic risk factors in metabolic syndrome. *J Family Med Prim Care* 2018; 7(2): 430-434.
- Lee DH, Silventoinen K, Jacobs DR Jr, Jousilahti P, Tuomilehto J. Gamma-glutamyltransferase, obesity, and the risk of type 2 diabetes: observational cohort study among 20,158 middle-aged men and women. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(11): 5410-5414.
- Lim JS, Lee DH, Park JY, Jin SH, Jacobs DR Jr. A strong interaction between serum gamma-glutamyltransferase and obesity on the risk of prevalent type 2 diabetes: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Clin Chem* 2007; 53(6): 1092-1098.
- Lee DH, Steffen LM, Jacobs DR Jr. Association between serum gamma-glutamyltransferase and dietary factors: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) Study. *Am J Clin Nutr* 2004; 79(4): 600-605.
- Lee DH, Lind PM, Jacobs DR Jr, Salihovic S, van Bavel B, Lind L. Background exposure to persistent organic pollutants predicts stroke in the elderly. *Environ Int* 2012; 47: 115-120.
- Lee DH, Porta M, Jacobs DR Jr, Vandenberg LN. Chlorinated persistent organic pollutants, obesity, and type 2 diabetes. *Endocr Rev* 2014; 35(4): 557-601.
- Kelly BC, Ikonou MG, Blair JD, Morin AE, Gobas FA. Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants. *Science* 2007; 317(5835): 236-239.
- Montonen J, Boeing H, Fritsche A, Schleicher E, Joost HG, Schulze MB, Steffen A, Pischon T. Consumption of red meat and whole-grain bread in relation to biomarkers of obesity, inflammation, glucose metabolism and oxidative stress. *Eur J Nutr* 2013; 52(1): 337-345.
- Kim SH, Kim MS, Lee MS, Park YS, Lee HJ, Kang S, Lee HS, Lee KE, Yang HJ, Kim MJ, Lee YE, Kwon DY. Korean diet: characteristics and historical background. *J Ethn Foods* 2016; 3(1): 26-31.
- Lee KW, Cho MS. The development and validation of the Korean Dietary Pattern Score (KDPS). *Korean J Food Cult* 2010; 25(6): 652-660.
- Lee SK, Sobal J. Socio-economic, dietary, activity, nutrition and body weight transitions in South Korea. *Public Health Nutr* 2003; 6(7): 665-674.
- Kim S, Moon S, Popkin BM. The nutrition transition in South Korea. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(1): 44-53.
- Ministry of Health and Welfare, The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong; 2015.

25. Lee MJ, Popkin BM, Kim S. The unique aspects of the nutrition transition in South Korea: the retention of healthful elements in their traditional diet. *Public Health Nutr* 2002; 5(1A): 197-203.
26. Korean Diabetes Association. 2011 treatment guideline for diabetes. Seoul: Korean Diabetes Association; 2011.
27. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18(6): 499-502.
28. Lee YM, Kim SA, Lee IK, Kim JG, Park KG, Jeong JY, Jeon JH, Shin JY, Lee DH. Effect of a brown rice based vegan diet and conventional diabetic diet on glycemic control of patients with type 2 diabetes: a 12-week randomized clinical trial. *PLoS One* 2016; 11(6): e0155918.
29. Yokoyama Y, Barnard ND, Levin SM, Watanabe M. Vegetarian diets and glycemic control in diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Diagn Ther* 2014; 4(5): 373-382.
30. de Munter JS, Hu FB, Spiegelman D, Franz M, van Dam RM. Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: a prospective cohort study and systematic review. *PLoS Med* 2007; 4(8): e261.
31. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, Barker HM, Fielden H, Gassull MA. Lack of effect of refining on the glycemic response to cereals. *Diabetes Care* 1981; 4(5): 509-513.
32. Schulze MB, Schulz M, Heidemann C, Schienkiewitz A, Hoffmann K, Boeing H. Fiber and magnesium intake and incidence of type 2 diabetes: a prospective study and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2007; 167(9): 956-965.
33. McKeown NM, Meigs JB, Liu S, Wilson PW, Jacques PF. Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(2): 390-398.
34. Sahyoun NR, Jacques PF, Zhang XL, Juan W, McKeown NM. Whole-grain intake is inversely associated with the metabolic syndrome and mortality in older adults. *Am J Clin Nutr* 2006; 83(1): 124-131.
35. Fung TT, van Dam RM, Hankinson SE, Stampfer M, Willett WC, Hu FB. Low-carbohydrate diets and all-cause and cause-specific mortality: two cohort studies. *Ann Intern Med* 2010; 153(5): 289-298.
36. Chandalia M, Garg A, Lutjohann D, von Bergmann K, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med* 2000; 342(19): 1392-1398.
37. Hu FB, Willett WC. Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *JAMA* 2002; 288(20): 2569-2578.
38. Kwon JY, Chung HY. Study on the correlation between the nutrient intakes and clinical indices of Type 2 diabetes patients. *Korean J Food Nutr* 2013; 26(4): 909-918.
39. Thamer C, Tschrirter O, Haap M, Shirkavand F, Machann J, Fritsche A, Schick F, Häring H, Stumvoll M. Elevated serum GGT concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids. *Horm Metab Res* 2005; 37(4): 246-251.
40. Nakajima T, Ohta S, Fujita H, Murayama N, Sato A. Carbohydrate-related regulation of the ethanol-induced increase in serum gamma-glutamyl transpeptidase activity in adult men. *Am J Clin Nutr* 1994; 60(1): 87-92.
41. Lakka TA, Nyssönen K, Salonen JT. Higher levels of conditioning leisure time physical activity are associated with reduced levels of stored iron in Finnish men. *Am J Epidemiol* 1994; 140(2): 148-160.
42. Meneghini R. Iron homeostasis, oxidative stress, and DNA damage. *Free Radic Biol Med* 1997; 23(5): 783-792.
43. Cha YS, Yang JA, Back HI, Kim SR, Kim MG, Jung SJ, Song WO, Chae SW. Visceral fat and body weight are reduced in overweight adults by the supplementation of Doenjang, a fermented soybean paste. *Nutr Res Pract* 2012; 6(6): 520-526.
44. Kim EK, An SY, Lee MS, Kim TH, Lee HK, Hwang WS, Choe SJ, Kim TY, Han SJ, Kim HJ, Kim DJ, Lee KW. Fermented kimchi reduces body weight and improves metabolic parameters in overweight and obese patients. *Nutr Res* 2011; 31(6): 436-443.
45. Cha YS, Kim SR, Yang JA, Back HI, Kim MG, Jung SJ, Song WO, Chae SW. Kochujang, fermented soybean-based red pepper paste, decreases visceral fat and improves blood lipid profiles in overweight adults. *Nutr Metab (Lond)* 2013; 10(1): 24.
46. Tolhurst G, Heffron H, Lam YS, Parker HE, Habib AM, Diakogiannaki E, Cameron J, Grosse J, Reimann F, Gribble FM. Short-chain fatty acids stimulate glucagon-like peptide-1 secretion via the G-protein-coupled receptor FFAR2. *Diabetes* 2012; 61(2): 364-371.
47. Kimura I, Ozawa K, Inoue D, Imamura T, Kimura K, Maeda T, Terasawa K, Kashihara D, Hirano K, Tani T, Takahashi T, Miyauchi S, Shioi G, Inoue H, Tsujimoto G. The gut microbiota suppresses insulin-mediated fat accumulation via the short-chain fatty acid receptor GPR43. *Nat Commun* 2013; 4: 1829.