creative commons

COMMONS DEED

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

dCollection

의학박사 학위논문

한국 성인에서 다량영양소 섭취에 따른 심혈관질환 위험 요인의 변화

2013년 8월

서울대학교 대학원

의학과 가정의학 전공

오 승 원

의학박사 학위논문

한국 성인에서 다량영양소 섭취에 따른 심혈관질환 위험 요인의 변화

2013년 8월

서울대학교 대학원

의학과 가정의학 전공

오 승 원

한국 성인에서 다량영양소 섭취에 따른 심혈관질환 위험 요인의 변화

지도 교수 조 비 룡

이 논문을 의학박사 학위논문으로 제출함
2013년 4월

서울대학교 대학원
의학과 가정의학 전공
오 승 원

오승원의 의학박사 학위논문을 인준함
2013년 7월

위 원 장 신 찬 수 (인)
부위원장 조 비 룡 (인)
위 원 박 상 민 (인)
위 원 정 효 지 (인)
위 원 황 승 식 (인)

Association between macronutrients intake and change of cardiovascular risks in Korean

by
Seung-Won Oh

A thesis submitted to the Department of Medicine in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Medical Science (Family Medicine) at Seoul National University College of Medicine

April 2013

Approved by Thesis Committee:

Professor Chan Soo SHIN Chairman

Professor Belong Cho Vice chairman

Professor Sang Min Park

Professor Hyojee Joung

Professor Semyo-it HWANG

초 록

서론: 비만과 만성질환 환자가 늘어남에 따라 체중 감소와 만성질환 관리에 효과적인 식사법에 대한 관심이 증가되어 왔다. 본 연구의 목적은 한국 성인에서 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험 요인과의 관련성을 확인하고, 개별 다량영양소 섭취 상태에 따라 섭취량 변화가 심혈관질환 위험 요인에 미치는 영향을 분석하는 것이다.

방법: 2003년 12월부터 2012년 1월 사이에 건강검진을 위해 서울대학교병원 강남센터를 6개월 이상의 간격으로 2회 이상 방문해 1일 식사일기를 통한 영양 평가를 시행한 수진자를 대상으로 했다. 자기기입식 설문지를 통하여 과거력, 현재 약물 복용력, 교육 수준, 흡연, 운동 여부 등에 대한 정보를 얻었다. High fasting blood glucose (FBG), High blood pressure (BP), High triglyceride (TG), Low high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), Insulin resistance (IR)를 심혈관질환 위험 요인으로 정의했다.

결과: 최종 분석에 포함된 연구 대상자는 713 명, 첫 번째 방문과 두 번째 방문 간의 기간은 평균 3.0 년이었다. 첫 번째 방문에 대한 단면 분석 결과 탄수화물을 영양섭취기준(Dietary Reference Intake; DRI)보다 낮게 섭취하는 군(<55%)에서, 단백질을 DRI 보다 높게 섭취하는 군(>20%)에서 High FBG 의 위험도가 높았다. 두 방문 간의 변화에 대한 분석 결과 중앙값 이상의 고탄수화물 섭취군에서 탄수화물 섭취가 늘어나면 High BP 호전 확률이 낮아지고, 저단백질 섭취군에서 단백질 섭취가 늘어나면 High BP 호전 확률이 높아졌으며, 저지방 섭취군에서 지방 섭취가 늘어나면 High BP 가 새로 발생할 위험이 낮아졌다. 에너지 비율 변화에 따른 분석 결과 첫 방문 시에 DRI 이내였다가 두 번째 방문에서 DRI 를 벗어나는 정도로

단백질 에너지 비율이 늘어나거나(>20%) 탄수화물 에너지 비율이 줄어드는 것은(<55%) High FBG 의 호전 확률을 높였고 지방 에너지 비율이 늘어나는 것(>25%)은 High BP 의 발생 확률을 낮췄다. 반대로 탄수화물 섭취가 <55%에서 그 이상으로 늘어나는 것은 High BP 의 호전 확률을 낮추었다.

결론: 탄수화물 섭취를 제한하고 단백질, 지방 섭취를 늘리는 것이 일부 심혈관질환 위험 요인에 긍정적인 영향을 보였으며, 개별 다량영양소의 기저 섭취 상태에 따라 다량영양소 섭취 변화가 심혈관질환 위험 요인에 미치는 영향이 달랐다. 이러한 결과를 고려할 때 대상자의 건강 상태와 식습관에 따라 개별화된 식습관 처방이 이루어질 필요가 있으며, 한국인을 대상으로 보다 장기적인 영향을 분석하는 전향적 연구가 필요하겠다.

주요어: 다량영양소, 심혈관질환, 영양섭취기준, 탄수화물, 단백질

학 번: 2011-30561

목 차

Ⅰ. 서론 1

1. 연구 배경 1

2. 연구의 필요성과 목적 4

3. 기대 성과 4

Ⅱ. 연구 방법 6

1. 연구 대상 6

2. 과거력, 교육 수준 및 생활습관 6

3. 영양 평가 7

4. 혈액검사 및 신체 계측 7

5. 관상동맥 칼슘 지수 (coronary calcium score; CCS) 8

6. 심혈관질환 위험 요인의 정의 8

7. 통계 분석 9

Ⅲ. 연구 결과 11

1. 연구 대상자의 기본적인 특성 11

2. 첫 번째 방문에서 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험 요인의 관련성 15

3. 다량영양소 섭취와 체중 변화의 관련성 19

4. 다량영양소 섭취와 관상동맥 칼슘 지수 변화와의 관련성 20

5. 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험 요인 변화의 관련성 21

(1) High FBG 21

(2) High BP 26

(3) High TG 32

(4) Low HDL-C 37

(5) Insulin resistance (IR) 42

6. 다량영양소 에너지 비율 변화에 따른 분석 45

IV. 고찰 48

V. 참고문헌 58

List of tables

Table 1. General characteristics of study population (n=713).....12

Table 2. Prevalence of CVD risk factor in the study population (n=713).....13

Table 3. Baseline(V1) Characteristics according to the quartiles for the percentage of energy obtained from each macronutrient intake (n=713).....14

Table 4. Adjusted relative risk for CVD risk factor according to the percentage of energy obtained from each macronutrient intake at the baseline(V1) (n=713).....16

Table 5. Association between macronutrient intake and coronary calcium score at the baseline(V1) (Relative risk for CCS > 0) (n=413).....18

Table 6. Association between macronutrient intake and body weight change.....19

Table 7. Association between macronutrient intake and coronary calcium score change (Relative risk for CCS change > 0) (n=280).....20

Table 8. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High FBG).....22

Table 9. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High FBG); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake.....24

Table 10. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High BP).....28

Table 11. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High BP); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake.....30

Table 12. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High TG).....33

Table 13. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High TG); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake.....35

Table 14. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Low HDL-C).....38

Table 15. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Low HDL-C); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake....40

Table 16. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Insulin resistance; IR) (n=254)....43

Table 17. Macronutrient intake change as percentage of energy and change of CVD risk factor....46

Table 18. Summary of association between macronutrient intake and the incidence or improvement of CVD risk factor according to baseline percentage of energy obtained from each macronutrient intake....51

I. 서론

1. 연구 배경

통계청에서 발표한 2003년부터 2010년까지의 우리나라 주요 사망 원인 별 사망률 변화에 따르면 심혈관 질환에 의한 사망은 매년 증가하며 2010년에는 암, 뇌혈관질환에 이어 사망원인 3위를 차지하고 있다. 2010년 국민건강영양조사에 따르면 심혈관질환의 위험 요인 역시 높은 유병률을 보이고 있는데, 비만 30.8%, 고혈압 26.9%, 고콜레스테롤혈증 13.5%, 당뇨병 9.7% 등의 수치이다.(1) 이렇게 비만과 만성질환 환자가 늘어남에 따라 체중 감소와 만성질환 관리에 효과적인 식사법에 대한 관심이 증가되어 왔다.

탄수화물, 지방, 단백질의 영양섭취기준에 대해 호주, 일본, 독일 등 세계 각국에서 에너지적정비율(Acceptable Macronutrient Distrubution Ranges: AMDR)을 적용하고 있다. 이와 마찬가지로 우리나라에서도 성인의 경우 2001년도 국민건강영양조사에서 탄수화물 및 지방 섭취의 에너지 비에 따른 심혈관 질환 위험요인에 대한 교차비를 산출하여 탄수화물 55-70%, 지방 15-25%, 단백질 7-20%를 영양 섭취 기준(Dietary Reference Intake; DRI)으로 설정한 바 있으며 이 기준을 현재에도 유지하고 있다.(2)

많은 전문가들은 전통적으로 저열량, 저지방 식사를 심혈관질환과 비만을 예방, 치료하는 식사요법으로 권하고 있으며, 그 일차적인 근거는 저지방음식이 고지방음식에 비해 열량이 낮아, 섭취열량을 줄이는 데 도움을 줄 수 있다는 사실에 있다. 지방 섭취가 많은 서양에서 저지방 식사란 지방 에너지 비가 30% 미만인 경우를 말한다. 하지만 이후 진행되었던 저지방 식사에 대한 여러 연구에 의하면 저지방 식사에 따른 체중감소 효과는 생각만큼 크지 않았고 일년 이상

장기적으로 지속되지 않았던 경우도 많았다.(3) 지방 섭취를 다르게 하고 혈중 지방 농도를 측정했을 때 중등도 지방 섭취 제한 군에서 저밀도콜레스테롤과 중성지방 감소 효과가 가장 컸으며 그 이상의 지방 섭취 제한은 부가적인 효과가 없었다.(4) 이러한 연구결과들은 전통적으로 비만의 치료와 심혈관계질환의 예방에 가장 효과적일 것이라고 믿어왔던 저지방 식사에 대해 의문을 제기하게 만들었고, 관심을 덜 받았던 탄수화물과 단백질의 역할이 새로운 조명을 받게 되었다.

탄수화물의 경우 섭취가 너무 적으면 섬유질 섭취가 줄고 지방 섭취가 늘게 되며, 섭취가 너무 많으면 혈중 중성지방이 높아지고 고밀도콜레스테롤이 낮아지며 2형 당뇨병의 위험이 높아질 위험이 있다는 문제점이 제기되어 왔다. 탄수화물 관련 초기 연구들에서 탄수화물 섭취를 총 열량의 20% 미만으로 유지하는 저탄수화물 식사는 저지방, 저열량 식사에 비해 체중 감량 효과가 더 컸으며, 중성지방과 고밀도콜레스테롤, 혈압에 대해 더 긍정적인 효과가 있었다.(5) 저밀도콜레스테롤의 경우 저지방 식사에 비해 더 높은 경향이 있었으나 1년 이상을 관찰했을 때 그 차이는 의미 없어진 경우가 많았다.(6-8) 저탄수화물 식사는 초기에 입마름, 탈모, 구취, 변비 등의 문제를 일으킬 수 있으나 2년간의 추적 관찰에 따르면 변비 이외의 부작용은 저지방 식사와 차이가 없었다.(7) 이외에 장기적인 안전성에 대한 논란이 지속되어 왔는데, 최근 20년 이상 관찰한 코호트 연구 결과 탄수화물을 적게 먹을수록 심혈관질환과 암으로 인한 사망률이 높아졌으나, 이는 동물성 단백질과 지방을 기초로 한 식단에서만 한정되었고 식물성 식단을 유지한 군은 오히려 낮은 사망률을 보였다.(9)

단백질의 경우, 저탄수화물, 또는 저지방 식사에서 탄수화물 섭취를 줄이고 단백질 섭취를 늘릴 경우 부가적인 체중 감량, 심혈관질환 위험요인 감소 효과가 있을 수 있다. 기존 연구들에 대한 메타회귀분석 결과 단백질 섭취를 총 열량의 25% 이상으로 하는 고단백, 저탄수화물 식사는 큰 체지방 감량 효과에도 불구하고 제지방을 상대적으로 유지할 수 있는 식단이었다.(10) 고혈압의 예방과 치료에

효과가 있는 것으로 알려진 DASH(Dietary Approaches to Stop Hypertension) 식단은 서양의 기준으로는 고탄수화물, 저지방 식단에 해당한다.(11) DASH 식단을 통해 혈압과 저밀도콜레스테롤을 낮출 수 있으나 상대적으로 고밀도콜레스테롤과 중성지방에는 부정적 영향을 줄 수 있는데, DASH 식단을 기본으로 하고 부가적으로 단백질 섭취를 늘리고 탄수화물 섭취를 줄였을 때 혈압, 혈중 지방에 보다 긍정적인 변화가 있었으며 심혈관질환의 위험도도 낮아졌다.(12)

하지만 단백질의 경우 특히 동물성 단백질의 섭취가 늘어날수록 지방의 섭취가 함께 늘어날 가능성이 많다. 고단백 식사의 경우 단백질 섭취를 권장량의 2-3배로 늘렸을 때 칼슘 대사와 골밀도, 신기능에 부정적인 영향을 줄 수 있고 심혈관질환, 암의 발생을 높일 가능성이 있으며, 이러한 부정적인 효과는 주로 동물성 단백질을 급원 식품으로 했을 때 더 커질 수 있다.(13) 저탄수화물, 고단백 식사의 장기적인 효과를 확인하기 위한 관찰 연구들에서 사망률이 높아지는 것으로 보고되었으며,(14, 15) 이를 고려할 때 고단백 식단을 구성할 때는 식물성 단백질 위주로 섭취를 늘리고 기타 다양한 급원식품을 포함하는 것이 바람직할 수 있다.(12)

이러한 식사요법들에 대한 연구는 대부분 고지방, 고단백 식사를 전통적으로 하는 서양에서 이루어진 것이며 고탄수화물, 저지방 식사를 하는 우리나라에 그대로 적용하기는 어렵다. 미국의 국민건강영양조사(NHANES 2005-2006) 결과 탄수화물, 단백질, 지방의 평균적인 섭취 비율은 탄수화물 : 단백질 : 지방 = 50 : 16 : 34인데 반해, 우리나라의 2005년 국민건강영양조사 결과는 탄수화물 : 단백질 : 지방 = 64.3 : 15.4 : 20.3였다. 우리나라 사람들을 대상으로 다량영양소의 비율을 조절하여 심혈관질환의 위험요인의 변화를 본 중재연구는 거의 없으나, 국민건강영양조사 자료를 이용하여 중년 한국인의 대사증후군 보유에 따른 다량 영양소 섭취비율을 비교한 연구에서 대사증후군을 가진 사람들의 탄수화물 에너지비가 높고 지방 에너지비가 낮다고 하였다.(16, 17) 또한 정상 체중이면서도 대사증후군이 있는 사람의 경우 상대적으로 탄수화물을 많이 섭취하고 단백질 섭취는 적은 것으로

나타났으며,(18) 61세 이상 연령을 대상으로 분석한 다른 연구에서는 비만 체중이지만 대사증후군이 동반되지 않은 군은 대사증후군이 있는 군에 비해 탄수화물 섭취 비율이 낮고 단백질, 지방의 섭취 비율은 높았다.(19) 국민건강영양조사 자료를 이용해 탄수화물 섭취와 심혈관질환 위험요인의 관련성을 분석한 연구에서는 여성에서 탄수화물 에너지비율 권장 기준인 55-70%를 넘어서는 것은 당뇨병과 저 고밀도콜레스테롤(low HDL-C)의 위험과 관련이 있었다.(20)

2. 연구의 필요성과 목적

우리나라 성인의 경우 탄수화물 55-70%, 지방 15-25%, 단백질 7-20%로 섭취 기준이 정해져 있으나, 이에 대한 근거와 후속 연구는 충분치 않은 실정이며 다량영양소의 섭취량 조절에 따른 심혈관질환 위험요인의 변화를 확인한 중재연구 역시 없다. 국내외 연구 결과를 고려할 때 한국인의 경우에도 탄수화물, 단백질 섭취 변화에 따라 심혈관질환 위험요인에 유의한 변화가 있을 가능성이 있으며 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 본 연구의 목적은 한국 성인에서 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험요인과의 관련성을 확인하고, 개별 다량영양소 섭취 상태에 따라 섭취량 변화가 심혈관질환 위험요인에 미치는 영향을 분석하는 것이다.

3. 기대 성과

국내에 관련 연구가 부족한 현실에서 다량영양소와 심혈관계 질환에 대한 후속 연구들에 많은 영향을 줄 수 있으며, 심혈관질환을 비롯한 만성질환이 늘어나고 있는 우리나라에서 이를 예방하기 위한 다량영양소의 적정 섭취량에 대해 근거 자료로 활용할 수 있다.

연구들에 많은 영향을 줄 수 있으며, 심혈관질환을 비롯한 만성질환이 늘어나고 있는 우리나라에서 이를 예방하기 위한 다량영양소의 적정 섭취량에 대해 근거 자료로 활용할 수 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

2003년 12월부터 2012년 1월 사이에 건강검진을 위해 서울대학교병원 강남센터를 6개월 이상의 간격으로 2회 이상 방문해 1일 식사일기를 통한 영양 평가를 시행한 734명을 대상으로 했다. 이 가운데 3회 이상 방문자 169명의 경우에는 최초와 첫 번째 재방문 시의 영양 평가 결과를 선택하였다. 대상자 중 다음과 같은 제외 기준에 포함되는 11명을 제외하였다. 1) 두 차례 평가 결과 간의 섭취 열량 차이가 3000kcal 이상인 경우 (n= 6), 2) 최근 3개월 이내에 심근 경색, 뇌졸중, 암을 앓았거나 복부 수술을 받은 경우 (n= 0) 3) 두 차례 방문 사이에 갑상선 관련 약 복용을 새로 시작했거나 방문 당시 갑상선 호르몬 수치에 이상(TSH 10 이상 또는 0.1 미만, free T4 1.8 이상 또는 0.7 미만)이 있는 경우 (n= 5) 4) 방문 당시 스테로이드 제제를 복용 중인 경우 (n= 0).

자기기입 설문과 의무기록 검토를 통해 흡연력과 신체활동 관련 변수를 확인할 수 없었던 사람 10명을 추가로 제외하고 최종 분석에 포함된 대상자는 713명이었다.

2. 과거력, 교육 수준 및 생활습관

건강검진 전에 작성하도록 한 자기기입식 설문지를 통하여 과거력, 현재 약물 복용력, 교육 수준, 흡연, 운동 여부 등의 생활습관에 대한 정보를 얻었다. 흡연은 비흡연, 과거 흡연, 현재 흡연으로 구분하였으며, 운동의 경우 운동을 전혀 하지 않는다고 답한 사람을 비운동군으로, 주 3회 30분 이상 운동한다고 답한 사람을 규칙적인 운동군으로, 그 외는 기타 운동군으로 포함시켰다. 교육 수준의 경우 12년

미만, 12~16년 미만, 16년 이상으로 나누었다. 고혈압, 당뇨병, 고지혈증에 대한 약 복용 여부 역시 설문지를 통해 정보를 얻었다. 자기기입 설문으로 수집한 정보에 대해서는 의무기록을 다시 검토하여 이를 통해 정보의 정확성이 높아지도록 했다. 음주량의 경우 1일 식사일기를 이용해 1일 알코올 섭취량으로 평가했다.

3. 영양 평가

수진자가 작성해온 1일 식사일기를 바탕으로 식이섭취에 대해 조사하였으며 작성한 내용에 대해서는 훈련된 영양사가 식품모형을 이용한 면담을 통해 수정 보완하였다. 식전, 식후 음료와 과일은 주 3회 이상 섭취 시 실제 섭취량에 포함시켰고 술의 경우 주 2회 이상, 1회 2잔 이상 마시는 경우 섭취량에 포함시켰다. 식이섭취 조사 결과는 한국인 영양섭취기준의 식품영양가표 database에 근거한 CAN-Pro program (computer aided nutrient analysis program, 한국영양학회)에 입력하여 열량, 단백질, 지방, 탄수화물, 무기질 등의 영양소 섭취량을 산출하였다.

4. 혈액검사 및 신체 계측

12시간 이상 금식한 상태에서 혈액을 채취하여 혈당, 중성지방, 고밀도 콜레스테롤을 자동화 분석기(Toshiba, c8000)를 이용해 측정하였고, 인슐린은 방사성면역측정법(RIA)을 이용해 측정했다. 키와 몸무게는 가벼운 검진용 가운을 입은 상태에서 측정해 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 비만도를 계산하였고, WHO 권고안에 따라 갈비뼈 하단과 장골능선 중간선에서 허리둘레를 측정했다. 혈압은 자동화 혈압계(A&D, TM-2655)를 이용해 안정 상태에서 측정했다.

5. 관상동맥 칼슘 지수 (coronary calcium score; CCS)

컴퓨터 단층 촬영은 시멘스(독일)사의 Somatom sensation 16TM (120 kV, 137 mAs, 0.5 sec)을 이용하였다. 후향적 동조화 방법(retrospective gating)을 사용하여 영상을 얻고 Wizard VB10B(Somaris/5 VB10B-W, SynGo, Siemens, Germany) 프로그램을 사용하여 좌주관상동맥, 좌전하행관상동맥, 좌회선관상동맥, 우관상동맥으로 구분하여 관상동맥 석회화를 정량화화고 총 점수의 합을 구했다.

6. 심혈관질환 위험 요인의 정의

본 연구에서 선정한 심혈관질환 위험 요인은 다음과 같다.

- High fasting blood glucose (FBG): ≥100 mg/dL 또는 당뇨병 약제를 복용하는 경우

- High blood pressure (BP): 수축기 혈압 ≥130 mmHg 또는 이완기 혈압 ≥85 mmHg 또는 고혈압 약을 복용하는 경우

- High triglyceride (TG): ≥150 mg/dL

- Low high density lipoprotein cholesterol (HDL-C): 남성 <40 mg/dL, 여성 <50 mg/dL

- Insulin resistance (IR): HOMA-IR >2

심혈관질환 위험 요인 정의에는 2005년 American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute (AHA/NHLBI)의 대사증후군에 대한 진단 기준을 참고했다.(21) High TG, Low HDL-C의 경우 기존 AHA/NHLBI 진단 기준에는 niacin, fenofibrate 등의 약제를 복용하는 경우도 포함되지만, 본 연구의 경우 이들 약제에 대한 복용력을 정확하게 파악하기 어려워 제외했다.

인슐린 저항성 여부는 homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR)을 이용해 다음과 같은 방식으로 계산했다.(22)

HOMA-IR = fasting serum glucose (mg/dL) × fasting insulin (μu/mL)/405

한국을 포함한 아시아계 사람들을 대상으로 한 기존 연구에서 HOMA-IR의 인슐린 저항성 기준은 1.8~2.3였던 것을 고려해, 이번 연구에서는 HOMA-IR 값이 2보다 클 때 인슐린 저항성이 있다고 정의했다.(23-25)

7. 통계 분석

연구 대상자의 기본 특성에 대해 연속 변수인 경우 평균과 표준편차, 범주형 변수인 경우 수와 퍼센트로 표시하였고, 첫 번째 방문과 두 번째 방문 간의 차이에 대해 paired t-test와 χ^2-test로 분석했다. 또한 첫 번째 방문 시 조사된 각 다량영양소의 에너지 비율을 4분위로 나누어 기본 특성 변수의 차이에 대해 ANOVA와 χ^2-test로 분석했다.

첫 번째 방문 시 조사된 다량영양소의 에너지 비율을 4분위로 나누어 가장 낮은 군(Q1)을 기준으로 에너지 비율이 높은 군(Q2-3, Q4)의 각 심혈관질환 위험 요인에 대한 비교위험도(relative risk, RR)를 산출하였다. 또한 다량영양소 에너지 비율의 영양 섭취 기준(Dietary Reference Intake; DRI)에 따라 나누어 적정 섭취 비율을 기준으로 같은 분석을 시행했다. 비교위험도 산출은 변형 푸아송 회귀분석(modified Poisson regression)을 적용했다.(26) 또한 관상동맥 칼슘 지수(CCS)를 측정한 대상자에 대해 다량영양소 섭취 비율에 따라 같은 방식으로 CCS>0인 군에 속할 비교위험도를 산출하였다.

첫 번째와 두 번째 방문 간의 체중 변화와 다량영양소 섭취량의 관련성에 대해 선형 회귀분석(linear regression)을 통해 평가했다. 다량영양소 섭취량의 경우 첫

번째 방문 시의 섭취량, 두 번 방문간의 섭취량 차이를 각각 나누어 체중 변화와의 관련성을 확인했다. 또한 두 번의 방문 모두 CCS를 검사한 사람을 대상으로 다량영양소 섭취량에 따라 CCS의 변화가 0보다 큰 군에 속할 비교위험도를 분석했다.

마지막으로 다량영양소 섭취량과 개별 심혈관질환 위험요인(High FBG, High BP, High TG, Low HDL-C, IR) 변화의 관련성에 대해 변형 푸아송 회귀분석을 통해 비교위험도를 산출해 분석했다. 첫 번째 방문에서 개별 심혈관질환 위험요인 여부에 따라 두 개의 하위 그룹으로 나누어 첫 번째 방문 시의 다량영양소 섭취량과 두 번 방문간의 섭취량 차이에 따라 심혈관질환 위험요인의 변화에 대한 비교위험도를 계산하였다. 혼란 변수를 통제하지 않은 값(unadjusted RR), 나이, 성별, 비만도와 체중의 변화 등을 통제한 값(Model 1), 그리고 흡연, 음주, 운동 상태와 변화를 함께 통제한 값(Model 2)을 각각 계산했다. 또한 첫 번째 방문 시의 다량영양소 에너지 비율을 중앙값(median)을 기준으로 두 군으로 나누어 같은 방식의 분석을 시행했다. 또한 다량영양소 에너지 비율의 영양 섭취 기준에 따라 나누고 두 방문간 변화에 따라 심혈관질환 위험요인의 발생, 또는 호전에 대한 비교위험도를 계산했다.

심혈관질환 위험 요인과의 관련성 분석에 포함된 모든 다량영양소는 residuals method를 통해 섭취 열량을 보정한 값을 사용했다.(27) 분석 모델에 포함된 공변수는 각각의 표 아래에 기술했다. 통계 분석은 STATA version 12.0 (Stata Corporation, College Station, TX)을 사용했고, P -value < 0.05 인 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단했다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 기본적인 특성

최종 분석에 포함된 연구 대상자 713명 중 남성은 521명(73.1%)이었고, 첫 번째 방문 당시 대상자의 평균 연령은 53.6세였다. 교육 수준의 경우 12년 미만 43명(6%), 12~16년 미만 137명(19%), 16년 이상 533명(75%)이었다. 첫 번째 방문(visit 1; V1)과 두 번째 방문(visit 2; V2) 간의 기간은 평균 3.0년이었다(Min 0.6년, Max 8.0년). 고혈압, 당뇨병, 고지혈증에 대해 약을 복용하는 사람은 첫 번째 방문에서 각각 204(28.6%), 69(9.6%), 94(13.1%)명이었고 두 번째 방문에서는 253(35.4%), 96(13.3%), 160(22.2%)명으로 모두 두 번째 방문에서 더 높은 비율을 보였다. 두 번의 방문 모두에서 인슐린 수치를 측정했거나 관상동맥 칼슘 지수를 측정한 사람은 각각 254명, 280명이었다.(Table 1)

첫 번째 방문(V1) 조사 결과 섭취 열량은 2297.7kcal, 탄수화물, 단백질, 지방의 에너지 비율은 52.5 : 20.4 : 27.1 였다. 두 번째 방문(V2)의 경우 섭취 열량은 2135.7kcal로 줄었으며, 개별 다량 영양소의 섭취량 역시 대부분 줄어든 것으로 조사되었다.

Table 1. General characteristics of study population (n=713)

	Visit 1 (V1)	Visit 2 (V2)	p-value
Age (years)	53.6 (9.1)	56.6 (9.3)	
Male sex	521 (73.1%)	521 (73.1%)	
Current smoking	248 (34.8%)	271 (38.0%)	0.21
Alcohol intake (g/day)	40.9 (69.3)	37.7 (66.1)	0.18
Regular exercise	281 (39.4%)	273 (38.2%)	0.66
HTN medication	204 (28.6%)	253 (35.4%)	**0.005**
DM medication	69 (9.6%)	96 (13.3%)	**0.025**
Hyperlipidemia medication	94 (13.1%)	160 (22.2%)	**<0.001**
Body weight (kg)	68.6 (10.9)	68.7 (10.8)	0.27
BMI (kg/m^2)	24.59 (2.90)	24.61 (2.86)	0.53
Waist circumference (cm)	88.33 (7.86)	88.16 (7.95)	0.23
SBP (mmHg)	121.0 (15.0)	118.2 (13.8)	**<0.001**
DBP (mmHg)	79.1 (11.1)	77.4 (10.1)	**<0.001**
Glucose (mg/dl)	104.6 (23.9)	106.1 (24.5)	**0.02**
TG (mg/dl)	127.6 (77.8)	135.9 (88.9)	**0.005**
HDL-C (mg/dl)	52.2 (13.8)	51.8 (12.3)	0.18
Insulin (n=254)	10.35 (5.03)	8.55 (5.55)	**<0.001**
CCS (n=280)	60.7 (189.9)	116.9 (315.3)	**<0.001**
Calorie (kcal/day)	2297.7 (735.3)	2135.7 (657.9)	**<0.001**
Carbohydrate (%)	52.5 (10.3)	51.5 (9.6)	**0.019**
Protein (%)	20.4 (4.6)	20.3 (4.6)	0.59
Fat (%)	27.1 (8.4)	28.2 (7.7)	**0.002**
Carbohydrate (g/day)	268.9 (70.2)	244.6 (64.4)	**<0.001**
Protein (g/day)	106.4 (38.2)	97.3 (31.7)	**<0.001**
Protein, animal (g/day)	63.7 (34.6)	58.0 (30.6)	**<0.001**
Protein, vegetable (g/day)	42.7 (15.4)	39.3 (11.9)	**<0.001**
Fat (g/day)	64.6 (32.0)	61.5 (25.8)	**0.017**
Fat, animal (g/day)	37.8 (26.1)	34.0 (21.3)	**<0.001**
Fat, vegetable (g/day)	26.8 (16.3)	27.4 (14.9)	0.42

Abbreviations: HTN, hypertension; DM, diabetes mellitus; BMI, body mass index; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglyceride; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; CCS; coronary calcium score

P-values were calculated by paired t-test for continuous variables and chi-square for categorical variables.

심혈관질환 위험 요인인 개별 대사 이상의 유병률은 첫 번째 방문에서 High FBG, High BP, High TG, Low HDL-C 각각 50.2%(358 명), 54%(385 명), 26.4%(188 명), 22.3%(159 명)이었고, 두 번째 방문에서는 각각 51.6%(368 명), 52.2%(372 명), 32.4%(231 명), 20.6%(147 명)이었다. 인슐린 저항성(insulin resistance; IR)의 유병률은 첫 번째 방문에서 61.1%(247 명/404 명), 두 번째 방문에서 49.3%(237 명/481 명)였다.(Table 2)

Table 2. Prevalence of CVD risk factor in the study population (n=713)

	Visit 1 (V1) N (%; 95% CI)	**Visit 2 (V2)** N (%; 95% CI)
High FBG	358 (50.2; 46.5-53.9)	368 (51.6; 47.9-55.3)
High BP	385 (54.0; 42.3-49.7)	372 (52.2; 48.5-55.8)
High TG	188 (26.4; 23.1-29.6)	231 (32.4; 29.0-35.8)
Low HDL-C	159 (22.3; 19.2-25.4)	147 (20.6; 17.6-23.6)
IR	247/404 (61.1; 56.4-65.9)	237/481 (49.3; 44.8-53.8)
CCS > 0	179/413 (43.3; 38.5-48.1)	201/424 (47.4; 42.6-52.1)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; BP, blood pressure; TG, triglyceride, HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; IR, insulin resistance; CCS, coronary calcium score

첫 번째 방문 시 조사된 각 다량영양소의 에너지 비율을 4분위로 나누어 기본 특성을 분석했다.(Table 3) 탄수화물의 에너지 비율이 낮은 군에 비해 높은 군(Q4)은 상대적으로 낮은 섭취 열량, 높은 연령, 높은 여성 비율, 낮은 비만도를 보였다. 이와는 반대로 단백질의 에너지 비율이 높은 군은 높은 섭취 열량, 높은 남성 비율, 높은 비만도를, 지방의 에너지 비율이 높은 군은 높은 섭취 열량, 낮은 연령, 높은 남성 비율을 보였다.

Table 3. Baseline(V1) Characteristics according to the quartiles for the percentage of energy obtained from each macronutrient intake (n=713)

	Carbohydrate			Protein			Fat		
	Q1 (12~46.2)	Q2-3 (46.3~59.4)	Q4 (59.5~81.6)	Q1 (9.6~17.2)	Q2-3 (17.3~22.8)	Q4 (22.9~53.2)	Q1 (7.3~21.3)	Q2-3 (21.4~32)	Q4 (32.1~57.8)
Mean (% of energy)	**39 (6.1)**	**52.9 (3.7)**	**65.2 (4.8)**	**15.2 (1.6)**	**19.9 (1.6)**	**26.5 (3.9)**	**17.4 (3.2)**	**26.6 (3.1)**	**38.7 (5.3)**
Total energy (kcal/day)	**2700.2 (882.7)**	**2259.7 (658.0)**	**1965.8 (494.0)**	**2062.2 (532.2)**	**2291.5 (733.5)**	**2551.5 (832.8)**	**2028.4 (568.9)**	**2278.7 (665.6)**	**2621.3 (890.3)**
Carbohydrate (g/day)	**227.0 (69.3)**	**270.9 (59.0)**	**307.3 (69.3)**	**296.8 (65.2)**	**270.6 (66.9)**	**236.9 (69.3)**	**299.7 (67.9)**	**271.8 (62.7)**	**230.4 (69.9)**
Protein (g/day)	**135.6 (46.7)**	**105.2 (27.6)**	**79.1 (22.9)**	**76.3 (19.2)**	**104.4 (27.0)**	**141.3 (43.8)**	**91.9 (34.2)**	**105.8 (31.2)**	**123.1 (47.7)**
Fat (g/day)	**98 (38.5)**	**60.6 (17.4)**	**38.3 (12.5)**	**56.2 (28.4)**	**66.5 (31.5)**	**69.5 (35.1)**	**37.0 (10.9)**	**61.1 (16.0)**	**101.1 (37.5)**
Age (year)	**50.1 (8.7)**	**54.2 (8.5)**	**55.9 (9.4)**	54.4 (9.7)	53.7 (8.9)	52.7 (8.7)	**55.9 (8.8)**	**54.2 (8.9)**	**50.1 (8.8)**
Male sex (%)	**146 (82)**	**260 (72.6)**	**115 (65.3)**	**118 (65.9)**	**255 (71.0)**	**148 (84.6)**	**121 (65.8)**	**268 (75.5)**	**132 (75.9)**
BMI (kg/m^2)	**24.9 (3.2)**	**24.5 (2.7)**	**24.2 (2.9)**	**23.9 (2.8)**	**24.7 (3.0)**	**25.0 (2.6)**	24.4 (2.8)	24.7 (2.7)	24.7 (3.3)
Current smoking (%)	**62 (34.6)**	**129 (36.0)**	**57 (32.4)**	**58 (32.4)**	**113 (31.5)**	**77 (44.0)**	**65 (35.3)**	**130 (36.6)**	**53 (30.5)**
Alcohol intake (g/day)	**65.7 (75.9)**	**39.4 (71.4)**	**18.3 (46.3)**	**20.4 (49.8)**	**37.2 (67.5)**	**69.2 (80.5)**	**25.6 (58.9)**	**41.7 (70.7)**	**55.3 (73.5)**
Regular exercise (%)	69 (38.5)	130 (36.3)	82 (46.6)	70 (39.1)	138 (38.4)	73 (41.7)	79 (42.9)	138 (38.9)	64 (36.8)
HTN medication (%)	42 (23.5)	103 (28.8)	59 (33.5)	53 (29.6)	97 (27.0)	54 (30.9)	**60 (32.6)**	**110 (31.0)**	**34 (19.5)**
DM medication (%)	19 (10.6)	37 (10.3)	13 (7.4)	13 (7.3)	40 (11.1)	16 (9.1)	12 (6.5)	43 (12.1)	14 (8.1)
Hyperlipidemia medication (%)	15 (8.4)	54 (15.1)	25 (14.2)	23 (12.9)	48 (13.4)	23 (13.1)	29 (15.8)	51 (14.4)	14 (8.1)

Abbreviations: BMI, body mass index

P-values were calculated by ANOVA for continuous variables and chi-square for categorical variables. Values in bold are P-value < 0.05.

2. 첫 번째 방문에서 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험 요인의 관련성

개별 다량영양소의 에너지 비율을 4 분위로 나누어 각각의 심혈관질환 위험 요인에 대한 비교위험도(relative risk; RR)를 구해 관련성을 평가했다.(Table 4A) High FBG 의 경우 탄수화물의 에너지 비율이 가장 적은 Q1(12~46.2%)군에 비해 가장 높은 Q4(59.5~81.6%)군에서 위험도가 유의하게 낮았으며(RR 0.76, 95% CI 0.61-0.95), 단백질의 에너지 비율이 가장 낮은 Q1(9.6~17.2%)군에 비해 가장 높은 Q4(22.9~53.2%)군에서 유의하게 높은 위험도를 보였다(RR 1.42, 95% CI 1.15-1.76). High BP 의 경우 탄수화물 에너지 비율 Q2-3 군에서 위험도가 유의하게 높았으나(RR 1.19, 95% CI 1.00-1.42) Q4 군에서는 유의성이 사라졌으며, 지방 에너지 비율이 가장 낮은 Q1(7.3~21.3%)군에 비해 가장 높은 Q4(32.1~57.8%)군에서 경계역의 낮은 위험도를 보였다(RR 0.81, 95% CI 0.66-1.01). 기타 High TG, Low HDL-C, IR 에 대해 분석한 결과는 유의한 관련성을 보이지 않았다.

다량영양소 에너지 비율의 영양섭취기준(Dietary Reference Intake; DRI)에 따라 나누어 적정 섭취량을 기준으로 같은 분석을 시행했다.(Table 4B) 탄수화물의 경우 적정 에너지 비율(55~70%)을 기준으로 그보다 낮게 섭취하는 군에서 High FBG 위험도가 유의하게 높았고(RR 1.28, 95% CI 1.08-1.51), 단백질의 경우 적정 에너지 비율(7~20%)을 기준으로 그보다 높게 섭취하는 군에서 High FBG 의 위험도가 높았다(RR 1.22, 95% CI 1.05-1.41).

Table 4. Adjusted relative risk for CVD risk factor according to the percentage of energy obtained from each macronutrient intake at the baseline(V1) (n=713)

(A) Reference group: Lower quartile

		High FBG (n=358)		**High BP** (n=385)		**High TG** (n=188)		**Low HDL-C** (n=159)		**IR** (n=247/404)	
		N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)
Carbohydrate (%)	Q1 (12~46.2)	102 (28)	1	81 (21)	1	61 (32)	1	38 (24)	1	71 (29)	1
	Q2-3 (46.3~59.4)	179 (50)	0.90 (0.77-1.06)	202 (52)	**1.19 (1.00-1.42)**	90 (48)	0.91 (0.70-1.18)	80 (50)	1.04 (0.73-1.50)	121 (49)	1.03 (0.86-1.24)
	Q4 (59.5~81.6)	77 (22)	**0.76 (0.61-0.95)**	102 (27)	1.13 (0.92-1.39)	37 (20)	0.85 (0.60-1.22)	41 (26)	1.02 (0.67-1.57)	55 (22)	1.10 (0.88-1.38)
Protein (%)	Q1 (9.6~17.2)	72 (20)	1	87 (23)	1	41 (22)	1	41 (26)	1	57 (23)	1
	Q2-3 (17.3~22.8)	175 (49)	1.18 (0.96-1.44)	194 (50)	1.10 (0.93-1.31)	93 (49)	0.94 (0.69-1.28)	83 (52)	0.97 (0.69-1.35)	121 (49)	0.94 (0.77-1.15)
	Q4 (22.9~53.2)	111 (31)	**1.42 (1.15-1.76)**	104 (27)	1.17 (0.97-1.42)	54 (29)	1.00 (0.71-1.40)	35 (22)	0.93 (0.62-1.40)	69 (28)	1.12 (0.90-1.38)
Fat (%)	Q1 (7.3~21.3)	84 (23)	1	108 (28)	1	39 (21)	1	47 (30)	1	60 (24)	1
	Q2-3 (21.4~32)	186 (52)	1.12 (0.93-1.35)	205 (53)	1.03 (0.89-1.19)	95 (51)	1.11 (0.80-1.52)	81 (51)	0.90 (0.65-1.25)	121 (49)	0.91 (0.76-1.10)
	Q4 (32.1~57.8)	88 (25)	1.10 (0.89-1.37)	72 (19)	0.81 (0.66-1.01)	54 (28)	1.09 (0.76-1.55)	31 (19)	0.66 (0.43-1.00)	66 (27)	0.82 (0.66-1.02)

(B) Reference group: Dietary Reference Intakes (DRIs) for Korean

		High FBG (n=358)		**High BP** (n=385)		**High TG** (n=188)		**Low HDL-C** (n=159)		**IR** (n=247/404)	
		N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)	N (%)	aRR (95%CI)
Carbohydrate (%)	<55 (424)	235 (66)	**1.28 (1.08-1.51)**	224 (58)	0.99 (0.86-1.14)	126 (67)	1.06 (0.82-1.39)	86 (54)	0.86 (0.64-1.16)	155 (63)	1.00 (0.85-1.18)
	55~70 (260)	110 (31)	1	145 (38)	1	58 (31)	1	66 (42)	1	82 (33)	1
	>70 (29)	13 (3)	1.14 (0.74-1.75)	16 (4)	0.99 (0.70-1.41)	4 (2)	0.61 (0.26-1.44)	7 (4)	1.01 (0.52-1.99)	10 (4)	1.02 (0.68-1.53)
Protein (%)	<7 (0)	0 (0)	-	0 (0)	-	0 (0)	-	0 (0)	-	0 (0)	-
	7~20 (380)	167 (47)	1	192 (50)	1	95 (51)	1	87 (55)	1	127 (51)	1
	>20 (333)	191 (53)	**1.22 (1.05-1.41)**	193 (50)	1.12 (0.98-1.27)	93 (49)	0.89 (0.70-1.13)	72 (45)	0.96 (0.72-1.28)	120 (49)	1.07 (0.92-1.24)
Fat	<15 (40)	17 (5)	0.92 (0.62-1.36)	25 (7)	1.04 (0.80-1.35)	5 (3)	0.49 (0.23-1.06)	11 (7)	1.04 (0.61-1.77)	12 (5)	0.91 (0.63-1.31)

(%)	15~25 (274)	132 (37)	1	162 (42)	1	73 (39)	1	67 (42)	1	94 (38)	1
	>25 (399)	209 (58)	1.09 (0.93-1.27)	198 (51)	0.90 (0.78-1.03)	110 (58)	0.90 (0.70-1.15)	81 (51)	0.85 (0.64-1.14)	141 (57)	0.89 (0.77-1.04)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; BP, blood pressure; TG, triglyceride, HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; IR, insulin resistance; aRR, adjusted relative risk

Adjusted for age, sex, body mass index, smoking status, alcohol intake(gram), exercise status, education, and total energy intake. Values in bold are P-value < 0.05.

관상동맥 칼슘 지수(CCS)를 검사한 413명 중 CCS 값이 0보다 큰 군은 179(43.3%)명이였다. 다량영양소 섭취 비율에 따라 CCS 값이 0보다 큰 군에 속할 비교위험도를 분석한 결과, 탄수화물 섭취 비율 55~70%를 기준으로 70% 초과 군에서 유의하게 높은 위험도를 보였다(RR 1.71, 95% CI 1.07-2.73).(Table 5)

Table 5. Association between macronutrient intake and coronary calcium score at the baseline(V1) (Relative risk for CCS > 0) (n=413)

		CCS > 0 (n=179)	
		N (%)	aRR (95% CI)
Carbohydrate (g/day)	<55	106 (59)	1.01 (0.79-1.30)
	55~70	64 (36)	1
	>70	9 (5)	**1.71 (1.07-2.73)**
Protein (g/day)	<7	0 (0)	-
	7~20	98 (55)	1
	>20	81 (45)	0.89 (0.72-1.11)
Fat (g/day)	<15 (40)	47 (26)	1.38 (0.89-2.13)
	15~25 (274)	88 (49)	1
	>25 (399)	44 (25)	0.95 (0.75-1.21)

Abbreviations: aRR, adjusted relative risk

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

Adjusted for age, sex, body mass index, smoking status, alcohol intake(gram), exercise status, education, total energy intake, and medication for hypertension, diabetes mellitus, hyperlipidemia, and angina. Values in bold are P-value < 0.05.

3. 다량영양소 섭취와 체중 변화의 관련성

첫 번째 방문과 두 번째 방문 사이의 체중 변화(W2-W1)와 다량영양소 섭취의 관련성에 대해 회귀분석을 시행했다. 첫 번째 방문 당시의 섭취 열량과 다량영양소의 양은 이후의 체중 변화와 유의한 관련성이 없었다. 또한 첫 번째 방문과 두 번째 방문 사이의 열량, 다량영양소의 섭취량 변화 역시 체중 변화와 유의한 관련성이 없었다.(Table 6)

Table 6. Association between macronutrient intake and body weight change

Body weight change	**Baseline(V1)**			**Change(V2-V1)**		
	β	SE	p-value	β	SE	p-value
Calorie (per 100kcal)[a]	0.003	0.026	0.90	0.040	0.024	0.091
Carbohydrate (per 1g)[b]	0.060	0.16	0.70	0.20	0.14	0.16
Protein (per 1g)[b]	-0.031	0.16	0.84	-0.039	0.15	0.79
Protein, animal (per 1g)[b]	-0.14	0.13	0.28	0.010	0.11	0.93
Protein, vegetable (per 1g)[b]	0.27	0.21	0.20	-0.014	0.20	0.94
Fat (per 1g)[b]	-0.019	0.15	0.90	-0.21	0.12	0.077
Fat, animal (per 1g)[b]	-0.17	0.14	0.22	-0.11	0.11	0.29
Fat, vegetable (per 1g)[b]	0.20	0.14	0.16	-0.12	0.12	0.30

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Adjusted for age, sex, baseline body weight, duration between two visits, education, baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status, baseline status of medication for hypertension, diabetes mellitus, and hyperlipidemia, and change in status of medication for hypertension, diabetes mellitus, and hyperlipidemia

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

4. 다량영양소 섭취와 관상동맥 칼슘 지수 변화와의 관련성

첫 번째와 두 번째 방문 모두에서 관상동맥 칼슘 지수(CCS)를 검사한 사람은 280명이었고, 이 중 두 번째 방문 시의 수치가 첫 번째 방문 시의 수치보다 큰, 즉 CCS의 변화가 0보다 큰 군은 140(50%)명이였다. 다량영양소 섭취량에 따라 CCS의 변화가 0보다 큰 군에 속할 비교위험도를 분석했다. 첫 번째 방문 시의 열량 섭취, 다량영양소 섭취량과 두 방문 사이의 섭취량 변화 모두 CCS의 변화와는 유의한 관련성이 없었다.(Table 7)

Table 7. Association between macronutrient intake and coronary calcium score change (Relative risk for CCS change > 0) (n=280)

	Baseline(V1)	Change(V2-V1)
	aRR (95% CI)	
Calorie (per 100kcal)[a]	1.01 (0.97-1.05)	1.00 (0.97-1.04)
Carbohydrate (per 1g)[b]	0.97 (0.81-1.18)	1.01 (0.86-1.17)
Protein (per 1g)[b]	1.05 (0.87-1.26)	1.04 (0.89-1.21)
Protein, animal (per 1g)[b]	1.03 (0.88-1.20)	0.99 (0.87-1.12)
Protein, vegetable (per 1g)[b]	1.08 (0.87-1.36)	1.15 (0.91-1.45)
Fat (per 1g)[b]	0.92 (0.75-1.12)	0.91 (0.77-1.06)
Fat, animal (per 1g)[b]	0.91 (0.77-1.08)	0.87 (0.75-1.00)
Fat, vegetable (per 1g)[b]	1.02 (0.85-1.23)	1.05 (0.92-1.21)

Abbreviations: CCS, coronary calcium score; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval
All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.
[a]Adjusted for age, sex, baseline body weight, duration between two visits, education, baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status, baseline status of medication for hypertension, diabetes mellitus, and hyperlipidemia, and change in status of medication for hypertension, diabetes mellitus, and hyperlipidemia
[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

5. 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험요인 변화의 관련성

다량영양소 섭취량과 변화에 따라 심혈관질환 위험요인(High FBG, High BP, High TG, Low HDL-C) 변화에 대한 비교위험도를 계산하였다.

(1) High FBG

두 번의 방문 모두 High FBG가 없는 군(High FBG (-/-))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 High FBG가 없었으나 두 번째 방문에서 생긴 군(High FBG (-/+))에 속할 비교위험도를 분석했다. 첫 번째 방문 시의 섭취 열량, 단백질 섭취량 변화(P2-P1)의 경우 나이, 성별, 비만도와 체중의 변화 등을 통제한 Model 1에서 유의했으나 흡연, 음주, 운동 상태와 변화를 함께 통제한 Model 2에서는 통계적인 유의성이 사라졌다.(Table 8)

두 번의 방문 모두 High FBG가 있는 군(High FBG(+/+))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 High FBG가 있었으나 두 번째 방문에서 없어진 군(High FBG (+/-))에 속할 비교위험도를 분석했을 때, 첫 번째 방문 시의 동물성 지방 섭취량(Fa1)만이 유의한 관련성을 보였으며 섭취량이 1g 늘어날 때 비교위험도는 35% 높아졌다(Model 2, RR 1.35, 95% CI 1.00-1.81).

첫 번째 방문 시의 개별 다량영양소 에너지 비율을 중앙값(median)에 따라 두 군으로 나누어 같은 방식으로 High FBG 상태의 변화에 대해 비교위험도를 분석했다. 혼란 변수를 통제하지 않았을 때와 일부 변수를 통제한 Model 1에서 탄수화물과 단백질 섭취 변화가 유의한 결과를 보였지만 Model 2에서는 유의한 관련성이 사라졌다.(Table 9)

Table 8. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High FBG)

		High FBG (V1-/V2-) (n=276)	High FBG (V1-/V2+) (n=79)		
				Model 1	Model 2
			uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	**1.03 (1.01-1.06)**	**1.03 (1.00-1.06)**	1.03 (0.98-1.06)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.98 (0.95-1.01)	1.00 (0.97-1.03)	1.02 (0.97-1.07)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.84-1.25)	0.97 (0.78-1.20)	0.94 (0.70-1.27)
	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.80-1.17)	1.01 (0.83-1.23)	0.91 (0.69-1.19)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.77 (0.61-0.99)	0.91 (0.67-1.22)	0.89 (0.61-1.28)
	(change, per 1g)	1.0	**1.34 (1.10-1.62)**	**1.29 (1.02-1.64)**	1.24 (0.92-1.66)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.82 (0.65-1.03)	1.01 (0.78-1.30)	0.97 (0.74-1.29)
	(change, per 1g)	1.0	**1.27 (1.08-1.50)**	**1.24 (1.01-1.51)**	1.16 (0.92-1.46)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.93 (0.74-1.16)	0.86 (0.61-1.22)	0.87 (0.57-1.32)
	(change, per 1g)	1.0	1.04 (0.85-1.27)	1.03 (0.73-1.46)	1.04 (0.70-1.55)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.94 (0.74-1.19)	0.92 (0.74-1.15)	1.00 (0.77-1.29)
	(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.81-1.10)	0.94 (0.80-1.10)	0.88 (0.73-1.07)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.07 (0.84-1.37)	1.10 (0.88-1.38)	1.15 (0.91-1.45)
	(change, per 1g)	1.0	0.98 (0.84-1.14)	0.97 (0.83-1.14)	0.94 (0.80-1.10)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.83 (0.61-1.13)	0.79 (0.62-1.00)	0.80 (0.61-1.06)
	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.83-1.13)	0.93 (0.75-1.16)	0.93 (0.72-1.20)
		High FBG (V1+/V2+) (n=289)		**High FBG (V1+/V2-) (n=69)**	
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	1.00 (0.98-1.03)	1.00 (0.96-1.03)	1.00 (0.96-1.05)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.98 (0.96-1.01)	0.99 (0.95-1.02)	1.00 (0.96-1.05)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.81-1.27)	0.93 (0.71-1.22)	0.85 (0.59-1.21)

	(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.82-1.22)	0.99 (0.77-1.25)	0.86 (0.62-1.20)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.84-1.24)	1.13 (0.84-1.50)	1.19 (0.86-1.64)
	(change, per 1g)	1.0	0.99 (0.82-1.21)	1.19 (0.87-1.62)	1.19 (0.84-1.67)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.86-1.26)	1.17 (0.92-1.49)	1.23 (0.96-1.56)
	(change, per 1g)	1.0	1.02 (0.84-1.24)	1.19 (0.94-1.52)	1.20 (0.94-1.54)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.94 (0.75-1.18)	0.73 (0.49-1.10)	0.62 (0.36-1.05)
	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.78-1.22)	0.80 (0.53-1.21)	0.67 (0.40-1.12)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.86-1.27)	1.06 (0.82-1.37)	1.14 (0.82-1.58)
	(change, per 1g)	1.0	0.98 (0.83-1.15)	1.05 (0.85-1.28)	0.99 (0.76-1.30)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.09 (0.91-1.30)	1.24 (0.96-1.60)	**1.35 (1.00-1.81)**
	(change, per 1g)	1.0	1.02 (0.87-1.20)	1.17 (0.97-1.43)	1.14 (0.91-1.41)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.92 (0.69-1.22)	0.81 (0.60-1.09)	0.77 (0.54-1.09)
	(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.78-1.15)	0.87 (0.68-1.10)	0.81 (0.61-1.09)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, and education; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, and change in exercise status

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

Table 9. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High FBG); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake

			High FBG (V1-/V2-) (n=276)	High FBG (V1-/V2+) (n=79)		
					Model 1	Model 2
Percentage of energy (V1)		Intake		uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1%)	1.0	1.06 (0.75-1.50)	1.19 (0.85-1.69)	0.92 (0.49-1.71)
		(change, per 1%)	1.0	1.05 (0.78-1.41)	**1.42 (1.06-1.92)**	1.17 (0.74-1.85)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1%)	1.0	1.11 (0.82-1.50)	0.92 (0.65-1.30)	0.97 (0.45-2.06)
		(change, per 1%)	1.0	0.89 (0.69-1.15)	0.86 (0.65-1.13)	0.77 (0.53-1.11)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1%)	1.0	0.67 (0.40-1.12)	0.79 (0.44-1.43)	0.58 (0.28-1.17)
		(change, per 1%)	1.0	**1.36 (1.00-1.85)**	1.20 (0.84-1.72)	1.17 (0.73-1.86)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1%)	1.0	**0.59 (0.41-0.83)**	0.78 (0.54-1.13)	0.60 (0.30-1.19)
		(change, per 1g)	1.0	**1.55 (1.17-2.04)**	1.24 (0.90-1.72)	1.07 (0.70-1.62)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	0.74 (0.47-1.16)	0.70 (0.39-1.28)	1.09 (0.40-2.99)
		(change, per 1g)	1.0	0.91 (0.71-1.18)	0.84 (0.65-1.08)	0.94 (0.63-1.39)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	0.88 (0.61-1.27)	0.92 (0.63-1.33)	1.00 (0.64-1.56)
		(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.79-1.26)	1.05 (0.79-1.37)	0.95 (0.63-1.41)
			High FBG (V1+/V2+) (n=289)		**High FBG (V1+/V2-) (n=69)**	
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	1.16 (0.83-1.63)	0.95 (0.63-1.43)	0.96 (0.56-1.63)
		(change, per 1g)	1.0	0.90 (0.71-1.15)	0.88 (0.69-1.13)	0.80 (0.54-1.19)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	1.01 (0.64-1.58)	1.67 (0.73-3.81)	1.56 (0.84-2.92)
		(change, per 1g)	1.0	1.14 (0.86-1.51)	1.41 (0.84-2.36)	1.15 (0.69-1.91)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.22 (0.66-2.23)	1.75 (0.98-3.12)	2.52 (0.96-6.65)

		(change, per 1g)	1.0	1.08 (0.72-1.62)	1.50 (0.96-2.36)	1.79 (1.04-3.08)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	1.00 (0.77-1.30)	0.89 (0.57-1.40)	0.92 (0.53-1.60)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.76-1.19)	1.07 (0.72-1.59)	1.03 (0.66-1.62)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.22 (0.66-2.23)	0.81 (0.35-1.84)	0.68 (0.27-1.71)
		(change, per 1g)	1.0	1.02 (0.77-1.34)	1.20 (0.88-1.63)	0.96 (0.67-1.39)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.00 (0.75-1.33)	0.91 (0.64-1.29)	1.11 (0.65-1.92)
		(change, per 1g)	1.0	0.98 (0.79-1.22)	0.93 (0.70-1.22)	1.03 (0.65-1.61)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, education, total energy intake, and change in total energy intake; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status

(2) High BP

두 번의 방문 모두 High BP가 없는 군(High BP (-/-))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 High BP가 없었으나 두 번째 방문에서 생긴 군(High BP (-/+))에 속할 비교위험도를 분석했다.(Table 10)

다량영양소 중 첫 번째 방문 시의 탄수화물 섭취량(C1)이 1g 늘어날 때 비교위험도는 66% 높아졌다(Model 2, RR 1.66, 95% CI 1.08-2.55). 또한 첫 번째 방문 시의 동물성 단백질 섭취량(Pa1)이 1g 늘어날 때 비교위험도는 32% 낮아졌다(Model 2, RR 0.68, 95% CI 0.49-0.95). 하지만 두 방문 사이의 동물성 단백질 섭취 변화(Pa2-Pa1)의 경우에는 유의한 관련성이 없었다. 첫 번째 방문 시의 지방 섭취량(F1)이 1g 늘어날 때 비교위험도는 40% 낮아졌으며(Model 2, RR 0.60, 95% CI 0.40-0.90), 두 방문 사이의 지방 섭취 변화(F2-F1)가 1g 늘어날 때 비교위험도는 28% 낮아졌다(Model 2, RR 0.72, 95% CI 0.52-0.99).

두 번의 방문 모두 High BP가 있는 군(High BP (+/+))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 High BP가 있었으나 두 번째 방문에서 없어진 군(High BP (+/-))에 속할 비교위험도를 분석했다. 탄수화물 섭취의 변화(C2-C1)가 1g 늘어날 때 비교위험도는 31% 높아졌으며(Model 2, RR 0.69, 95% CI 0.49-0.97). 기타 다량영양소는 유의한 관련성을 보이지 않았다.

첫 번째 방문 시의 개별 다량영양소 에너지 비율을 중앙값에 따라 두 군으로 나누어 같은 방식으로 High BP 상태의 변화에 대해 비교위험도를 분석했다.(Table 11) High BP (-/-) 군을 기준으로 High BP (-/+) 군에 속할 비교위험도는 지방 섭취량 변화가 커짐에 따라 낮아졌지만 첫 번째 방문 시에 지방 에너지 비율이 낮은 군(7.3~26.5%)에서만 통계적으로 유의했다(Q1, RR 0.51, 95% CI 0.28-0.92 vs. Q2, RR 0.76, 95% CI 0.49-1.18).

High BP (+/+) 군을 기준으로 High BP (+/-) 군에 속할 비교위험도는 첫 번째 방문

시의 탄수화물과 단백질 에너지 비율에 따라 차이를 보였다. 탄수화물 에너지 비율이 낮은 군(12~53%)에서는 기저 탄수화물 섭취량이나 섭취량 변화 모두 유의한 관련이 없었으나 탄수화물 에너지 비율이 높은 군(53.1~81.6%)에서는 첫 번째 방문 시의 탄수화물 섭취량과 두 방문 사이의 섭취량 변화가 1g 늘어날 때 비교위험도가 각각 63%(RR 0.37, 95% CI 0.17-0.80), 42%(RR 0.58, 95% CI 0.39-0.86) 낮아졌다. 단백질의 에너지 비율에 따라 나누었을 때는 단백질 에너지 비율이 낮은 군(9.6~19.8%)에서 첫 번째 방문 시의 단백질 섭취량과 두 방문 사이의 섭취량 변화가 늘어날 때 비교위험도가 유의하게 높아졌으나 단백질 에너지 비율이 높은 군(19.9~53.2%)에서는 유의한 관련성이 없었다.

Table 10. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High BP)

		High BP (V1-/V2-) (n=273)		High BP (V1-/V2+) (n=55)	
				Model 1	Model 2
			uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	1.00 (0.97-1.04)	0.99 (0.95-1.03)	0.97 (0.91-1.03)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.98 (0.94-1.02)	0.98 (0.93-1.03)	0.91 (0.91-1.02)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.25 (0.99-1.58)	1.24 (0.88-1.75)	**1.66 (1.08-2.55)**
	(change, per 1g)	1.0	0.88 (0.71-1.10)	1.03 (0.76-1.39)	1.28 (0.91-1.80)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.76 (0.57-1.01)	0.70 (0.48-1.01)	0.67 (0.44-1.03)
	(change, per 1g)	1.0	1.16 (0.93-1.44)	0.96 (0.71-1.31)	1.05 (0.71-1.54)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	**0.72 (0.55-0.95)**	**0.68 (0.49-0.95)**	**0.68 (0.49-0.95)**
	(change, per 1g)	1.0	1.11 (0.90-1.37)	0.93 (0.71-1.21)	0.94 (0.70-1.28)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.90-1.30)	1.14 (0.71-1.84)	1.28 (0.76-2.17)
	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.79-1.19)	1.11 (0.70-1.75)	1.28 (0.79-2.07)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.88 (0.68-1.13)	**0.68 (0.50-0.94)**	**0.60 (0.40-0.90)**
	(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.81-1.11)	0.79 (0.61-1.02)	**0.72 (0.52-0.99)**
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.82 (0.63-1.07)	0.69 (0.50-0.97)	0.69 (0.47-1.02)
	(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.86-1.17)	0.83 (0.65-1.06)	0.81 (0.62-1.06)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.03 (0.83-1.28)	0.90 (0.66-1.22)	0.85 (0.60-1.21)
	(change, per 1g)	1.0	0.92 (0.79-1.06)	0.88 (0.68-1.14)	0.88 (0.65-1.19)
		High BP (V1+/V2+) (n=317)		High BP (V1+/V2-) (n=68)	
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	0.99 (0.96-1.02)	0.98 (0.94-1.03)	1.01 (0.94-1.07)
	(change, per 100kcal)	1.0	1.00 (0.97-1.03)	1.00 (0.96-1.04)	1.00 (0.96-1.07)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.12 (0.92-1.37)	0.96 (0.72-1.27)	0.79 (0.55-1.13)

	(change, per 1g)	1.0	**0.83 (0.69-0.99)**	0.81 (0.62-1.08)	**0.69 (0.49-0.97)**
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.01 (0.86-1.20)	1.12 (0.86-1.45)	1.05 (0.78-1.41)
	(change, per 1g)	1.0	1.07 (0.86-1.33)	1.15 (0.85-1.55)	1.10 (0.80-1.52)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.99 (0.83-1.19)	1.08 (0.85-1.37)	1.05 (0.81-1.35)
	(change, per 1g)	1.0	1.08 (0.86-1.34)	1.12 (0.87-1.45)	1.10 (0.86-1.42)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.83-1.29)	1.04 (0.68-1.58)	0.88 (0.55-1.40)
	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.79-1.20)	1.02 (0.71-1.47)	0.88 (0.60-1.30)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.99 (0.80-1.23)	1.15 (0.83-1.59)	1.05 (0.71-1.55)
	(change, per 1g)	1.0	1.16 (0.97-1.40)	1.24 (0.95-1.62)	1.28 (0.96-1.70)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.84-1.23)	1.18 (0.85-1.64)	1.08 (0.74-1.58)
	(change, per 1g)	1.0	1.07 (0.91-1.25)	1.16 (0.90-1.49)	1.11 (0.85-1.46)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.95 (0.74-1.24)	0.98 (0.71-1.32)	0.95 (0.69-1.30)
	(change, per 1g)	1.0	1.13 (0.93-1.38)	1.14 (0.91-1.43)	1.16 (0.91-1.48)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; BP, blood pressure; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, and education; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, and change in exercise status

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

Table 11. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High BP); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake

			High BP (V1-/V2-) (n=273)	High BP (V1-/V2+) (n=55)		
					Model 1	Model 2
Percentage of energy (V1)		Intake		uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.67-1.72)	0.94 (0.54-1.61)	1.56 (0.86-2.84)
		(change, per 1g)	1.0	0.89 (0.65-1.22)	1.02 (0.63-1.65)	1.21 (0.74-1.97)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	1.16 (0.81-1.65)	1.56 (0.87-2.78)	2.04 (0.63-6.56)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.69-1.30)	0.92 (0.63-1.33)	1.49 (0.81-2.74)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.15 (0.69-1.91)	0.92 (0.57-1.49)	0.78 (0.38-1.57)
		(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.71-1.41)	1.06 (0.69-1.64)	1.14 (0.68-1.92)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	0.62 (0.32-1.20)	0.62 (0.35-1.10)	0.55 (0.24-1.22)
		(change, per 1g)	1.0	1.15 (0.81-1.65)	0.95 (0.61-1.47)	1.02 (0.50-2.10)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.57-1.90)	0.65 (0.27-1.54)	0.28 (0.07-1.05)
		(change, per 1g)	1.0	**0.66 (0.45-0.97)**	**0.61 (0.40-0.94)**	**0.51 (0.28-0.92)**
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	0.93 (0.62-1.39)	0.69 (0.41-1.17)	0.72 (0.40-1.31)
		(change, per 1g)	1.0	0.99 (0.76-1.31)	0.93 (0.63-1.37)	0.76 (0.49-1.18)
			High BP (V1+/V2+) (n=317)	High BP (V1+/V2-) (n=68)		
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	1.37 (0.95-1.97)	1.30 (0.67-2.51)	1.75 (0.87-3.53)
		(change, per 1g)	1.0	0.78 (0.59-1.05)	0.86 (0.53-1.38)	1.14 (0.69-1.87)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	0.96 (0.67-1.37)	0.80 (0.51-1.26)	**0.37 (0.17-0.80)**
		(change, per 1g)	1.0	0.86 (0.67-1.10)	0.85 (0.60-1.20)	**0.58 (0.39-0.86)**
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.32 (0.81-2.13)	**2.11 (1.24-3.60)**	**3.06 (1.27-7.37)**

		(change, per 1g)	1.0	1.19 (0.81-1.73)	**1.54 (1.04-2.28)**	**1.72 (1.06-2.78)**
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	0.97 (0.78-1.22)	0.84 (0.51-1.38)	0.68 (0.42-1.12)
		(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.77-1.29)	0.93 (0.56-1.53)	0.84 (0.52-1.36)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.01 (0.62-1.65)	1.40 (0.77-2.54)	1.13 (0.46-2.75)
		(change, per 1g)	1.0	1.26 (0.92-1.74)	1.35 (0.99-1.83)	1.20 (0.84-1.73)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	0.98 (0.75-1.27)	0.82 (0.42-1.59)	0.58 (0.19-1.71)
		(change, per 1g)	1.0	1.13 (0.91-1.42)	1.16 (0.72-1.87)	1.11 (0.58-2.11)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, education, total energy intake, and change in total energy intake; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status

(3) High TG

두 번의 방문 모두 High TG가 없는 군(High TG (-/-))을 기준으로 첫 번째 방문에서는 없었으나 두 번째 방문에서 생긴 군(High TG (-/+))에 속할 비교위험도를 분석한 결과 유의한 관련성을 보인 다량영양소 변수는 없었다.(Table 12)

두 번의 방문 모두 High TG가 있는 군(High TG(+/+))을 기준으로 첫 번째 방문에서는 High TG가 있었으나 두 번째 방문에서 없어진 군(High TG (+/-))에 속할 비교위험도를 했을 때, 식물성 지방 섭취의 변화(Fv2-Fv1)가 유의한 관련성을 보였으나(unadjusted RR 1.16, 95% CI 1.01-1.34) 기타 변수를 통제했을 때는 유의성이 사라졌다. 이외에 유의한 관련성을 보인 변수는 없었다.

첫 번째 방문 시의 개별 다량영양소 에너지 비율을 중앙값에 따라 두 군으로 나누어 같은 방식으로 High TG 상태의 변화에 대해 비교위험도를 분석했다.(Table 13) High TG (-/-) 군을 기준으로 High TG (-/+) 군에 속할 비교위험도는 각각의 군에서 유의한 결과를 보이지 않았다.

High TG (+/+) 군을 기준으로 High TG (+/-) 군에 속할 비교위험도는 첫 번째 방문 시의 탄수화물과 단백질 에너지 비율에 따라 차이를 보였다. 첫 번째 방문 시에 탄수화물 에너지 비율이 낮은 군(12~53%)에서는 탄수화물 섭취량 변화가 1g 늘어났을 때 비교위험도는 71% 높아졌으나(RR 1.71, 95% CI 1.09-2.68) 탄수화물 에너지 비율이 높은 군(53.1~81.6%)에서는 유의한 관련성이 없었다. 단백질 에너지 비율에 따라 나누었을 때는 에너지 비율이 낮은 군에서만 첫 번째 방문 시의 단백질 섭취량이 유의한 관련성이 있었다.

Table 12. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High TG)

		High TG (V1-/V2-) (n=418)	High TG (V1-/V2+) (n=107)		
				Model 1	Model 2
			uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	1.02 (0.99-1.03)	1.00 (0.97-1.03)	0.98 (0.94-1.02)
	(change, per 100kcal)	1.0	1.00 (0.97-1.02)	0.99 (0.96-1.03)	0.98 (0.93-1.02)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.95 (0.80-1.13)	0.98 (0.79-1.22)	1.14 (0.84-1.54)
	(change, per 1g)	1.0	0.98 (0.83-1.16)	0.97 (0.78-1.21)	1.07 (0.82-1.40)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.88-1.33)	1.00 (0.79-1.26)	1.08 (0.84-1.38)
	(change, per 1g)	1.0	0.89 (0.74-1.07)	0.86 (0.69-1.06)	0.88 (0.70-1.10)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.05 (0.85-1.30)	1.04 (0.85-1.28)	1.05 (0.85-1.30)
	(change, per 1g)	1.0	0.98 (0.82-1.16)	0.95 (0.79-1.13)	0.95 (0.79-1.14)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.03 (0.85-1.25)	0.85 (0.60-1.20)	0.97 (0.66-1.42)
	(change, per 1g)	1.0	0.88 (0.75-1.03)	0.79 (0.57-1.11)	0.87 (0.61-1.24)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.90 (0.75-1.09)	0.86 (0.68-1.09)	0.90 (0.68-1.19)
	(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.82-1.09)	0.89 (0.73-1.07)	0.93 (0.74-1.17)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.90 (0.73-1.10)	0.85 (0.67-1.07)	0.84 (0.65-1.07)
	(change, per 1g)	1.0	1.00 (0.88-1.14)	0.90 (0.77-1.07)	0.91 (0.75-1.10)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.98 (0.81-1.20)	0.97 (0.76-1.25)	1.09 (0.85-1.41)
	(change, per 1g)	1.0	0.91 (0.81-1.03)	0.95 (0.79-1.14)	1.04 (0.85-1.28)
		High TG (V1+/V2+) (n=124)		High TG (V1+/V2-) (n=64)	
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	0.97 (0.95-1.00)	1.00 (0.96-1.04)	1.02 (0.97-1.07)
	(change, per 100kcal)	1.0	1.01 (0.98-1.04)	1.01 (0.97-1.05)	1.04 (0.99-1.08)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.09 (0.89-1.34)	1.04 (0.81-1.34)	0.95 (0.68-1.33)

	(change, per 1g)	1.0	1.07 (0.91-1.26)	1.14 (0.93-1.41)	1.09 (0.81-1.49)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.98 (0.85-1.13)	1.10 (0.87-1.39)	1.05 (0.73-1.50)
	(change, per 1g)	1.0	1.09 (0.94-1.27)	1.19 (0.96-1.47)	1.08 (0.80-1.46)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.97 (0.84-1.12)	1.01 (0.81-1.26)	0.98 (0.73-1.30)
	(change, per 1g)	1.0	1.04 (0.90-1.20)	1.07 (0.88-1.31)	0.98 (0.78-1.25)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.88-1.18)	1.25 (0.92-1.70)	1.20 (0.82-1.76)
	(change, per 1g)	1.0	1.09 (0.92-1.29)	1.32 (0.98-1.77)	1.27 (0.86-1.86)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.88-1.18)	1.09 (0.86-1.38)	1.05 (0.78-1.40)
	(change, per 1g)	1.0	1.01 (0.88-1.15)	1.01 (0.84-1.23)	0.88 (0.69-1.13)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.95-1.24)	1.05 (0.86-1.29)	0.97 (0.74-1.26)
	(change, per 1g)	1.0	0.91 (0.81-1.03)	0.90 (0.75-1.09)	0.79 (0.62-1.01)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.88 (0.75-1.03)	1.01 (0.77-1.32)	1.01 (0.77-1.33)
	(change, per 1g)	1.0	**1.16 (1.01-1.34)**	1.20 (0.97-1.49)	1.20 (0.94-1.54)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; TG, triglyceride; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, and education; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, and change in exercise status

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

Table 13. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (High TG); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake

			High TG (V1-/V2-) (n=418)	High TG (V1-/V2+) (n=107)		
					Model 1	Model 2
Percentage of energy (V1)		Intake		uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	0.93 (0.72-1.19)	0.95 (0.71-1.27)	1.28 (0.77-2.12)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.76-1.19)	0.94 (0.70-1.25)	1.05 (0.74-1.49)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	1.13 (0.86-1.50)	1.20 (0.81-1.78)	1.55 (0.86-2.77)
		(change, per 1g)	1.0	0.96 (0.69-1.30)	1.09 (0.79-1.50)	1.07 (0.69-1.65)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	**0.61 (0.42-0.88)**	0.72 (0.43-1.20)	0.73 (0.33-1.62)
		(change, per 1g)	1.0	1.18 (0.89-1.57)	0.95 (0.68-1.31)	0.82 (0.53-1.28)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	1.13 (0.87-1.45)	0.98 (0.73-1.32)	1.09 (0.75-1.60)
		(change, per 1g)	1.0	0.86 (0.69-1.06)	0.83 (0.65-1.06)	0.94 (0.70-1.26)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.65-1.78)	1.25 (0.71-2.20)	0.97 (0.43-2.17)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.75-1.20)	0.96 (0.77-1.19)	0.94 (0.69-1.27)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	0.74 (0.53-1.02)	0.70 (0.48-1.02)	1.00 (0.66-1.53)
		(change, per 1g)	1.0	0.94 (0.77-1.15)	0.80 (0.61-1.05)	0.98 (0.70-1.38)
			High TG (V1+/V2+) (n=124)	High TG (V1+/V2-) (n=64)		
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	1.08 (0.79-1.47)	1.45 (0.92-2.30)	1.50 (0.84-2.68)
		(change, per 1g)	1.0	1.22 (0.94-1.58)	**1.68 (1.20-2.34)**	**1.71 (1.09-2.68)**
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	1.12 (0.76-1.65)	1.11 (0.65-1.90)	1.03 (0.50-2.14)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.76-1.20)	0.93 (0.65-1.32)	0.72 (0.46-1.12)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	**1.42 (1.01-2.14)**	1.79 (0.93-3.42)	**5.31 (1.88-15.03)**

		(change, per 1g)	1.0	1.06 (0.78-1.45)	1.39 (0.96-2.01)	1.43 (0.90-2.27)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	0.89 (0.73-1.08)	0.85 (0.61-1.20)	0.84 (0.45-1.58)
		(change, per 1g)	1.0	1.13 (0.93-1.37)	1.05 (0.77-1.44)	0.92 (0.54-1.54)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.18 (0.69-2.02)	0.72 (0.27-1.90)	0.90 (0.24-3.32)
		(change, per 1g)	1.0	0.87 (0.63-1.18)	0.84 (0.56-1.27)	0.73 (0.42-1.29)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	0.97 (0.80-1.16)	1.17 (0.93-1.47)	0.91 (0.56-1.47)
		(change, per 1g)	1.0	1.10 (0.92-1.31)	1.20 (0.99-1.46)	0.93 (0.66-1.31)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, education, total energy intake, and change in total energy intake; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status

(4) Low HDL-C

두 번의 방문 모두 Low HDL-C가 없는 군(Low HDL-C (-/-))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 없었으나 두 번째 방문에서 생긴 군(Low HDL-C (-/+))에 속할 비교위험도를 분석한 결과 첫 번째 방문시의 식물성 지방 섭취량(Fv1, unadjusted RR 1.23, 95% CI 1.02-1.48)과 식물성 지방 섭취량의 변화(Fv2-Fv1, unadjusted RR 0.82, 95% CI 0.71-0.94)가 유의한 관련성을 보였으나 기타 변수를 통제한 모델에서는 유의한 관련성이 없었다.(Table 14)

두 번의 방문 모두 Low HDL-C가 있는 군(Low HDL-C (+/+))을 기준으로 첫 번째 방문에서는 있었으나 두 번째 방문에서 없어진 군(Low HDL-C (+/-))에 속할 비교위험도를 분석한 결과 유의한 관련성을 보인 다량영양소 변수는 없었다.

첫 번째 방문 시의 개별 다량영양소 에너지 비율을 중앙값에 따라 두 군으로 나누어 같은 방식으로 Low HDL-C 상태의 변화에 대해 비교위험도를 분석했다.(Table 15) Low HDL-C (-/-) 군을 기준으로 Low HDL-C (-/+) 군에 속할 비교위험도는 첫 번째 방문 시의 탄수화물 에너지 비율이 높은 군(53.1~81.6%)에서만 기저 탄수화물 섭취량(C1)이 높아짐에 따라 낮은 비교위험도를 보였다(Model 2, RR 0.26, 95% CI 0.11-0.61).

Low HDL-C (+/+) 군을 기준으로 Low HDL-C (+/-) 군에 속할 비교위험도는 첫 번째 방문 시의 단백질 에너지 비율에 따라 차이를 보였다. 첫 번째 방문 시에 단백질 에너지 비율이 낮은 군(12~53%)에서만 기저 단백질 섭취량(P1)이 1g 높아질 때 비교위험도가 유의하게 높아졌다(RR 2.58, 95% CI 1.07-6.23). 또한 단백질 에너지 비율이 높은 군(19.9~53.2%)에서는 단백질 섭취량 변화(P2-P1)가 1g 커질 때 비교위험도가 유의하게 높아졌으나(RR 1.47, 95% CI 1.03-2.10) 단백질 에너지 비율이 낮은 군에서는 유의한 관련성이 없었다.

Table 14. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Low HDL-C)

		Low HDL-C (V1-/V2-) (n=498)	Low HDL-C (V1-/V2+) (n=56)		
				Model 1	Model 2
			uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	1.00 (0.97-1.04)	1.01 (0.96-1.06)	1.02 (0.97-1.07)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.98 (0.94-1.01)	0.99 (0.94-1.04)	1.00 (0.93-1.07)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.11 (0.92-1.32)	1.03 (0.77-1.38)	0.96 (0.65-1.41)
	(change, per 1g)	1.0	0.92 (0.74-1.13)	0.97 (0.69-1.34)	0.86 (0.57-1.30)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.88 (0.69-1.13)	1.11 (0.78-1.57)	1.10 (0.74-1.64)
	(change, per 1g)	1.0	1.21 (0.95-1.54)	1.37 (0.94-1.98)	1.47 (0.97-2.21)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.82 (0.63-1.06)	0.98 (0.71-1.36)	0.96 (0.67-1.39)
	(change, per 1g)	1.0	1.21 (0.98-1.49)	1.30 (0.96-1.75)	1.35 (0.98-1.85)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.10 (0.93-1.31)	1.08 (0.64-1.81)	1.06 (0.62-1.82)
	(change, per 1g)	1.0	0.93 (0.78-1.11)	0.99 (0.61-1.60)	0.93 (0.57-1.51)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.98 (0.75-1.29)	0.92 (0.66-1.27)	0.89 (0.61-1.30)
	(change, per 1g)	1.0	0.96 (0.79-1.16)	0.91 (0.72-1.16)	0.90 (0.63-1.28)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.79 (0.62-1.02)	0.83 (0.60-1.15)	0.79 (0.56-1.13)
	(change, per 1g)	1.0	1.15 (0.97-1.35)	1.06 (0.85-1.32)	1.07 (0.82-1.40)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	**1.23 (1.02-1.48)**	1.03 (0.72-1.46)	1.07 (0.75-1.54)
	(change, per 1g)	1.0	**0.82 (0.71-0.94)**	0.82 (0.62-1.08)	0.78 (0.58-1.06)
		Low HDL-C (V1+/V2+) (n=91)		Low HDL-C (V1+/V2-) (n=68)	
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	**1.03 (1.01-1.05)**	**1.03 (1.00-1.06)**	1.03 (0.97-1.09)
	(change, per 100kcal)	1.0	**0.98 (0.95-0.99)**	1.00 (0.97-1.03)	1.01 (0.97-1.05)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.87 (0.72-1.06)	0.91 (0.69-1.19)	0.84 (0.61-1.15)

	(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.83-1.12)	0.97 (0.79-1.18)	0.88 (0.68-1.13)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.96 (0.81-1.13)	1.09 (0.89-1.35)	1.19 (0.90-1.57)
	(change, per 1g)	1.0	1.10 (0.93-1.29)	1.14 (0.96-1.37)	1.26 (0.97-1.64)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.96 (0.81-1.14)	1.05 (0.85-1.27)	1.07 (0.84-1.37)
	(change, per 1g)	1.0	1.12 (0.95-1.32)	1.11 (0.95-1.29)	1.17 (0.96-1.44)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.00 (0.84-1.18)	1.06 (0.78-1.45)	1.08 (0.76-1.54)
	(change, per 1g)	1.0	0.96 (0.82-1.13)	1.04 (0.78-1.38)	1.02 (0.74-1.40)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.07 (0.93-1.23)	1.15 (0.96-1.39)	1.16 (0.94-1.44)
	(change, per 1g)	1.0	1.02 (0.91-1.15)	1.09 (0.97-1.22)	1.08 (0.95-1.22)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.03 (0.87-1.21)	1.08 (0.87-1.36)	1.06 (0.83-1.35)
	(change, per 1g)	1.0	1.05 (0.96-1.15)	1.05 (0.96-1.16)	1.07 (0.96-1.19)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.07 (0.94-1.21)	1.12 (0.92-1.35)	1.09 (0.86-1.38)
	(change, per 1g)	1.0	0.94 (0.84-1.06)	1.08 (0.89-1.31)	0.98 (0.78-1.24)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, and education; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, and change in exercise status

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

Table 15. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Low HDL-C); subgroup analysis by the baseline(V1) percentage of energy obtained from each macronutrient intake

Percentage of energy (V1)		Intake	Low HDL-C (V1-/V2-) (n=498)	Low HDL-C (V1-/V2+) (n=56)		
					Model 1	Model 2
				uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	1.27 (0.93-1.73)	1.07 (0.61-1.86)	1.58 (0.70-3.76)
		(change, per 1g)	1.0	0.84 (0.62-1.14)	0.93 (0.56-1.56)	1.09 (0.56-2.12)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	0.80 (0.56-1.15)	0.69 (0.44-1.09)	**0.26 (0.11-0.61)**
		(change, per 1g)	1.0	1.10 (0.79-1.52)	1.01 (0.69-1.47)	0.66 (0.41-1.05)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.17 (0.66-2.07)	1.49 (0.74-3.02)	0.84 (0.32-2.25)
		(change, per 1g)	1.0	1.27 (0.92-1.76)	**1.62 (1.02-2.57)**	1.24 (0.70-2.20)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	0.89 (0.61-1.29)	0.89 (0.57-1.39)	1.07 (0.61-1.88)
		(change, per 1g)	1.0	1.08 (0.76-1.55)	1.05 (0.64-1.72)	1.43 (0.74-2.76)
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.59-1.83)	1.05 (0.54-2.07)	1.41 (0.50-3.93)
		(change, per 1g)	1.0	0.90 (0.62-1.31)	0.89 (0.62-1.30)	0.95 (0.56-1.61)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.67-1.61)	0.99 (0.60-1.66)	1.02 (0.55-1.91)
		(change, per 1g)	1.0	0.95 (0.73-1.23)	0.99 (0.78-1.26)	0.95 (0.65-1.39)
			Low HDL-C (V1+/V2+) (n=91)	**Low HDL-C (V1+/V2-) (n=68)**		
Carbohydrate	Low (12~53)	(baseline, per 1g)	1.0	0.85 (0.59-1.24)	1.23 (0.80-1.89)	1.26 (0.68-2.35)
		(change, per 1g)	1.0	1.10 (0.86-1.40)	1.23 (0.89-1.70)	1.13 (0.72-1.78)
	High (53.1~81.6)	(baseline, per 1g)	1.0	0.92 (0.69-1.23)	0.69 (0.40-1.18)	0.45 (0.11-1.88)
		(change, per 1g)	1.0	0.89 (0.73-1.09)	0.88 (0.62-1.24)	0.77 (0.44-1.34)
Protein	Low (9.6~19.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.36 (0.90-2.05)	1.91 (1.20-3.03)	**2.58 (1.07-6.23)**

		(change, per 1g)	1.0	0.97 (0.68-1.37)	1.10 (0.80-1.52)	0.95 (0.50-1.78)
	High (19.9~53.2)	(baseline, per 1g)	1.0	0.78 (0.60-1.01)	1.04 (0.79-1.39)	1.23 (0.81-1.87)
		(change, per 1g)	1.0	1.19 (0.97-1.46)	1.25 (0.99-1.58)	**1.47 (1.03-2.10)**
Fat	Low (7.3~26.5)	(baseline, per 1g)	1.0	**0.68 (0.51-0.90)**	0.80 (0.35-1.82)	0.97 (0.22-4.34)
		(change, per 1g)	1.0	1.13 (1.06-1.21)	1.03 (0.87-1.23)	0.86 (0.64-1.16)
	High (26.6~57.8)	(baseline, per 1g)	1.0	1.12 (0.98-1.28)	1.31 (0.99-1.73)	1.24 (0.83-1.86)
		(change, per 1g)	1.0	0.93 (0.81-1.06)	1.27 (0.96-1.67)	1.23 (0.89-1.69)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, education, total energy intake, and change in total energy intake; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status

(5) Insulin resistance (IR)

두 번의 방문 모두 인슐린 수치를 측정한 254명을 대상으로 분석했다. 두 번의 방문 모두 IR이 없는 군(IR (-/-))을 기준으로, 첫 번째 방문에서는 없었으나 두 번째 방문에서 생긴 군(IR (-/+))에 속할 비교위험도를 분석한 결과 동물성 지방 섭취량의 변화(Fa2-Fa1, Model 2, RR 1.39, 95% CI 1.06-1.82)가 유의한 관련성을 보였다.(Table 16)

두 번의 방문 모두 IR이 있는 군(IR (+/+))을 기준으로 첫 번째 방문에서는 있었으나 두 번째 방문에서 없어진 군(IR (+/-))에 속할 비교위험도를 분석한 결과 유의한 관련성을 보인 다량영양소 변수는 없었다.

Table 16. Macronutrient intake and change of CVD risk factor (Insulin resistance; IR) (n=254)

		IR (V1-/V2-) (n=77)	IR (V1-/V2+) (n=22)		
				Model 1	Model 2
			uRR (95% CI)	aRR (95% CI)	aRR (95% CI)
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	1.04 (0.99-1.08)	1.01 (0.95-1.08)	1.00 (0.87-1.13)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.95 (0.89-1.01)	0.96 (0.89-1.03)	0.95 (0.81-1.10)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.02 (0.74-1.40)	0.80 (0.52-1.22)	0.71 (0.38-1.33)
	(change, per 1g)	1.0	0.73 (0.50-1.07)	0.65 (0.41-1.03)	0.52 (0.27-1.03)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.91 (0.53-1.56)	0.92 (0.50-1.68)	0.85 (0.46-1.56)
	(change, per 1g)	1.0	1.07 (0.75-1.53)	0.84 (0.52-1.37)	0.95 (0.51-1.77)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.13 (0.75-1.71)	1.11 (0.68-1.79)	1.02 (0.62-1.68)
	(change, per 1g)	1.0	1.08 (0.80-1.46)	0.97 (0.64-1.46)	1.14 (0.69-1.88)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.63 (0.39-1.01)	0.56 (0.25-1.27)	0.50 (0.17-1.47)
	(change, per 1g)	1.0	1.15 (0.75-1.76)	0.63 (0.26-1.53)	0.48 (0.18-1.29)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.92 (0.61-1.39)	1.35 (0.92-1.97)	1.27 (0.68-2.35)
	(change, per 1g)	1.0	**1.14 (1.03-1.25)**	1.19 (0.99-1.43)	1.43 (0.99-2.07)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.16 (0.85-1.59)	1.52 (0.99-2.32)	1.41 (0.81-2.44)
	(change, per 1g)	1.0	**1.13 (1.03-1.24)**	**1.24 (1.01-1.52)**	**1.39 (1.06-1.82)**
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.62 (0.37-1.03)	0.73 (0.43-1.21)	0.63 (0.34-1.16)
	(change, per 1g)	1.0	1.08 (0.82-1.41)	0.90 (0.63-1.28)	0.76 (0.51-1.13)
		IR (V1+/V2+) (n=87)		**IR (V1+/V2-) (n=68)**	
Calorie[a]	(baseline, per 100kcal)	1.0	0.99 (0.96-1.01)	0.99 (0.96-1.02)	1.00 (0.98-1.07)
	(change, per 100kcal)	1.0	0.98 (0.95-1.00)	0.98 (0.95-1.01)	0.99 (0.95-1.03)
Carbohydrate[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.15 (0.98-1.36)	1.05 (0.86-1.28)	1.01 (0.77-1.33)

	(change, per 1g)	1.0	0.92 (0.79-1.08)	1.05 (0.86-1.29)	1.14 (0.86-1.51)
Protein[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.99 (0.86-1.15)	1.05 (0.80-1.36)	0.78 (0.56-1.09)
	(change, per 1g)	1.0	0.96 (0.83-1.09)	1.02 (0.77-1.33)	0.80 (0.55-1.15)
Protein, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.95 (0.82-1.10)	1.03 (0.82-1.29)	0.84 (0.66-1.08)
	(change, per 1g)	1.0	0.99 (0.86-1.13)	1.04 (0.82-1.30)	0.88 (0.68-1.14)
Protein, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.14 (0.98-1.33)	1.00 (0.66-1.53)	0.96 (0.59-1.56)
	(change, per 1g)	1.0	0.88 (0.75-1.04)	0.90 (0.58-1.39)	0.92 (0.57-1.50)
Fat[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.04 (0.89-1.21)	**1.30 (1.01-1.68)**	1.15 (0.88-1.50)
	(change, per 1g)	1.0	1.06 (0.93-1.22)	1.17 (0.91-1.48)	1.03 (0.79-1.34)
Fat, animal[b]	(baseline, per 1g)	1.0	1.06 (0.92-1.22)	**1.31 (1.02-1.69)**	1.20 (0.93-1.53)
	(change, per 1g)	1.0	1.01 (0.90-1.15)	1.16 (0.93-1.43)	1.06 (0.87-1.30)
Fat, vegetable[b]	(baseline, per 1g)	1.0	0.96 (0.79-1.16)	1.03 (0.78-1.35)	0.96 (0.73-1.25)
	(change, per 1g)	1.0	1.10 (0.93-1.29)	1.07 (0.86-1.35)	0.96 (0.73-1.26)

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; uRR, unadjusted relative risk; aRR, adjusted relative risk; CI, confidence interval

All macronutrient intake variables were energy adjusted by the residual method.

[a]Model 1: Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, and education; Model 2: Additionally adjusted for baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, and change in exercise status

[b]Additionally adjusted for total energy intake and change in total energy intake

6. 다량영양소 에너지 비율 변화에 따른 분석

다량영양소 에너지 비율을 영양 섭취 기준(DRI), 즉 탄수화물 55~70%, 단백질 7~20%, 지방 15~25%를 기준으로 이에 포함되는 군과 그렇지 않은 군으로 나누고 두 방문간 변화에 따라 심혈관질환 위험요인의 변화에 대한 비교위험도를 분석했다.(Table 17) 첫 번째 방문에서 탄수화물 >70%, 단백질 <7%, 지방 <15% 군은 각각 29명, 0명, 40명으로 수가 적어 분석에서 제외했다.

분석 결과 탄수화물 에너지 비율 <55%에서 55~70%로 섭취가 늘었을 때 High BP가 호전될 확률이 낮아졌으며(RR 0.43, 95% CI 0.20-0.95), 55~70%에서 <55%로 섭취가 줄었을 때 High FBG가 호전될 확률이 높아졌다(RR 12.0, 95% CI 3.15-45.5). 단백질의 경우 에너지 비율 7~20%에서 >20%로 섭취가 늘었을 때 High FBG가 호전될 확률이 높아졌다(RR 2.45, 95% CI 1.16-5.16). 지방의 경우 에너지 비율 15~25%에서 >25%로 섭취가 늘었을 때 High BP가 발생할 위험이 낮아졌다(RR 0.35, 95% CI 0.14-0.92).

Table 17. Macronutrient intake change as percentage of energy and change of CVD risk factor

	V1	V2	N	High FBG	High BP	High TG	Low HDL-C
(A) Relative risk for newly diagnosis of individual risk factor at visit 2							
Carbohydrate (%)	<55	<55	138	1	1	1	1
		55~70	51	0.77 (0.38-1.58)	1.51 (0.69-3.31)	0.81 (0.43-1.53)	0.44 (0.14-1.33)
	55~70	55~70	67	1	1	1	1
		<55	76	0.82 (0.25-2.64)	0.48 (0.18-1.26)	0.82 (0.41-1.63)	1.15 (0.55-2.42)
Protein (%)	7~20	7~20	143	1	1	1	1
		>20	70	1.11 (0.60-2.06)	0.91 (0.49-1.70)	0.70 (0.37-1.31)	1.25 (0.61-2.58)
	>20	>20	88	1	1	1	1
		7~20	54	1.64 (0.92-2.92)	1.34 (0.55-3.30)	0.86 (0.48-1.52)	0.98 (0.41-2.37)
Fat (%)	15~25	15~25	56	1	1	1	1
		>25	77	1.07 (0.49-2..33)	**0.35 (0.14-0.92)**	0.67 (0.35-1.29)	1.45 (0.55-3.85)
	>25	>25	137	1	1	1	1
		15~25	52	0.88 (0.42-1.82)	2.17 (0.99-4.70)	0.84 (0.50-1.44)	0.61 (0.26-1.47)
(B) Relative risk for improvement of individual risk factor at visit 2							
Carbohydrate (%)	<55	<55	176	1	1	1	1
		55~70	58	1.35 (0.81-2.26)	**0.43 (0.20-0.95)**	1.69 (0.93-3.05)	1.00 (0.54-1.88)
	55~70	55~70	50	1	1	1	1
		<55	55	**12.0 (3.15-45.5)**	0.97 (0.40-2.33)	1.27 (0.44-3.71)	1.61 (0.51-5.01)
Protein (%)	7~20	7~20	117	1	1	1	1
		>20	50	**2.45 (1.16-5.16)**	1.70 (0.91-3.18)	1.16 (0.63-2.13)	1.21 (0.63-2.34)
	>20	>20	115	1	1	1	1
		7~20	76	0.77 (0.34-1.77)	0.74 (0.30-1.86)	0.77 (0.37-1.61)	0.61 (0.35-1.06)

Fat (%)	15~25	15~25	51	1	1	1	1
		>25	76	1.14 (0.46-2..79)	1.90 (0.86-4.21)	1.80 (0.30-11.0)	1.52 (0.54-4.25)
	>25	>25	151	1	1	1	1
		15~25	57	1.24 (0.65-2.37)	0.65 (0.27-1.59)	1.13 (0.62-2.04)	0.70 (0.36-1.36)

Values are relative risks (95% CIs).

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; FBG, fasting blood glucose; BP, blood pressure; TG, triglyceride, HDL-C, high density lipoprotein cholesterol

Adjusted for age, sex, baseline body mass index, weight change, duration between two visits, education, baseline smoking status, change in smoking status, baseline alcohol intake(gram), change in alcohol intake(gram), baseline exercise status, change in exercise status, total energy intake and change in total energy intake

IV. 고찰

본 연구 결과 다량영양소 섭취는 특정 심혈관질환 위험 요인과 유의한 관련성이 있었다. 첫 번째 방문에서 탄수화물 섭취(C1)를 에너지 비율에 따라 4분위로 나누었을 때 에너지 비율이 가장 높은 군(59.5~81.6%)은 High FBG의 위험이 유의하게 낮았으며, 섭취량에 따라 분석했을 때도 같은 양상의 결과를 보였다. 반대로 단백질(P1) 에너지 비율이 가장 높은 군(22.9~53.2%)은 High FBG의 위험이 유의하게 높았다. 에너지 적정 비율에 따라 나누어 분석한 결과 역시 비슷한 결과를 보였는데 탄수화물의 경우 55~70%를 기준으로 했을 때 55% 미만 군에서 High FBG의 위험이 높았고 단백질의 경우 7~20%를 기준으로 했을 때 20% 초과 군에서 High FBG의 위험이 높았다. 또한 탄수화물 에너지 비율이 70%를 초과하는 것은 높은 관상동맥 칼슘 지수와 관련이 있었다. 결국 단면 분석 결과 한국인의 적정 에너지 비율인 탄수화물 55~70%, 단백질 7~20%를 벗어나는 것은 일부 심혈관질환 위험요인과 관련이 있다는 결과이다.

두 방문 사이의 심혈관질환 위험 요인 변화에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과 첫 번째 방문 시의 탄수화물 섭취량(C1)이 늘어나면 두 번째 방문에서 High BP 가 새로 발생할 위험이 높아졌으며, 탄수화물 섭취 변화량(C2-C1)이 늘어나면 High BP 가 호전될 확률이 낮아졌다. 또한 동물성 단백질 섭취량(Pa1)과 지방 섭취량(F1), 지방 섭취 변화량(F2-F1)이 늘어나면 High BP 가 새로 발생할 위험이 낮아졌다.

첫 번째 방문 시의 다량영양소 에너지 비율을 두 군으로 나누어 같은 분석을 시행했는데, 이는 다량영양소의 기저 섭취 상태에 따라 섭취량 변화가 미치는 영향이 다를 수 있기 때문이다. 각 다량영양소의 에너지 비율은 탄수화물 12~53% vs. 53.1~81.6%, 단백질 9.6~19.8% vs. 19.9~53.2%, 지방 7.3~26.5% vs.

26.6~57.8%였다. 국민건강영양조사 결과 한국인의 평균 다량영양소 에너지 비율이 탄수화물 : 단백질 : 지방 = 64.3 : 15.4 : 20.3 임을 고려하면 본 연구 대상자에서 상대적 에너지 비율을 기준으로 각각 고탄수화물, 저단백질, 저지방 섭취군이 그에 가까움을 확인할 수 있었다. 분석 결과 저지방 군(7.3~26.5%)은 전체 대상자에 대한 결과와 마찬가지로 지방 섭취의 변화량(F2-F1)이 늘수록 High BP 가 새로 생길 위험이 낮아졌으나 고지방 군(26.6~57.8%)은 유의한 관련성이 없었다. 또한 고탄수화물 군(53.1~81.6%)에서는 기저 탄수화물 섭취(C1)와 변화량(C2-C1) 모두 늘어날수록 High BP 가 호전될 확률이 낮아졌으나, 저탄수화물 군(12~53%)에서는 이러한 관련성이 관찰되지 않았다. 이외에 저탄수화물 군의 경우 탄수화물 섭취 변화량(C2-C1)이 늘어날수록 High TG 가 호전될 확률이 높아졌으며 고탄수화물 군의 경우 기저 탄수화물 섭취량(C1)이 늘어날수록 Low HDL-C 가 새로 생길 위험이 낮아졌다. 저단백질 군(9.6~19.8%)은 기저 단백질 섭취량(P1)과 변화량(P2-P1) 모두 늘어날수록 High BP 가 호전될 확률이 높아졌으며 저단백질 군에서 기저 단백질 섭취량(P1)이 늘어나는 것은 High TG, Low HDL-C 이 호전될 확률과도 관련이 있었다. 하지만 고단백질 군(19.9~53.2%)에서는 이러한 변화가 없었고 단백질 섭취 변화량(P2-P1)이 늘어날수록 Low HDL-C 가 호전될 확률이 높아졌다.

다량영양소의 기저 섭취 상태에 따라 기저 섭취량 또는 변화량의 증가와 각 심혈관질환 위험요인의 발생 또는 호전과의 관련성을 요약하면 표와 같다.(Table 18) 이 결과를 한국인 평균 섭취 상태와 유사한 고탄수화물, 저단백질, 저지방 섭취군을 각각 기준으로 했을 때 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 탄수화물

기저 섭취량이 높아지면: High BP 호전 확률 낮춤, Low HDL-C 발생 확률 낮춤

섭취 변화량이 높아지면: High BP 호전 확률 낮춤

- 단백질

기저 섭취량이 높아지면: High BP, High TG, Low HDL-C 호전 확률 높임

섭취 변화량이 높아지면: High BP 호전 확률 높임

- 지방

기저 섭취량이 높아지면: High BP 발생 확률 낮춤

결국 탄수화물 섭취가 높아지지 않도록 제한하고 단백질과 지방 섭취를 높이는 것이 BP, TG, HDL-C 등에 긍정적인 영향을 준다고 볼 수 있다. 앞에서 언급한 것과 같이 한국인 식이 패턴과 상이한 저탄수화물, 고단백질, 고지방 섭취군에서는 이러한 관련성이 나타나지 않았으며, HDL-C 의 경우 기타 심혈관질환 위험 요인들과 다소 다른 양상으로 나타났다. 이러한 결과는 한국 성인에서 다량영양소 섭취 상태와 그 변화가 심혈관질환 위험요인의 발생 또는 호전에 영향을 줄 수 있으며, 각 다량영양소 별로 기저 섭취 상태에 따라 그 관련성이 다르게 나타날 수 있으므로 이를 고려한 접근이 필요함을 시사한다.

Table 18. Summary of association between macronutrient intake and the incidence or improvement of CVD risk factor according to baseline percentage of energy obtained from each macronutrient intake

		High FBG		High BP		High TG		Low HDL-C	
		ND	Imp	ND	Imp	ND	Imp	ND	Imp
Baseline intake (V1)									
Carbohydrate	Low (12~53)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
	High (53.1~81.6)	n.e	n.e	n.e	**[-]**	n.e	n.e	**[-]**	n.e
Protein	Low (9.6~19.8)	n.e	n.e	n.e	**[+]**	n.e	**[+]**	n.e	**[+]**
	High (19.9~53.2)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
Fat	Low (7.3~26.5)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
	High (26.6~57.8)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
Change of intake (V2-V1)									
Carbohydrate	Low (12~53)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	**[+]**	n.e	n.e
	High (53.1~81.6)	n.e	n.e	n.e	**[-]**	n.e	n.e	n.e	n.e
Protein	Low (9.6~19.8)	n.e	n.e	n.e	**[+]**	n.e	n.e	n.e	n.e
	High (19.9~53.2)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	**[+]**
Fat	Low (7.3~26.5)	n.e	n.e	**[-]**	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e
	High (26.6~57.8)	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e	n.e

Abbreviations: CVD, cardiovascular disease; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; ND, newly diagnosis; Imp, improvement; n.e, no effect

[+] Risk increase by macronutrient intake; [-] Risk decrease by macronutrient intake

다량영양소 에너지 비율을 영양 섭취 기준(DRI)에 따라 나누어 두 방문간 에너지 비율 변화에 따라 분석한 결과도 이와 유사한 결과를 보였는데, 단백질 에너지 비율을 >20%로 높이거나 탄수화물 에너지 비율을 <55%로 낮추는 것은 High FBG의 호전 확률을 높였고 지방 에너지 비율을 >25%로 높이는 것은 High BP의 발생 확률을 낮추는 긍정적인 효과가 있었다. 반대로 탄수화물을 <55%에서 그 이상으로 높이는 것은 High BP의 호전 확률을 낮추었다.

탄수화물 섭취가 너무 높으면 혈중 지질 이상을 악화시킨다고 알려져 있다. 미국의 NCEP ATP Ⅲ의 3차 보고서에서는 지방을 총 열량의 25~35% 로 유지하도록 권고하면서 그 근거로 총 에너지의 35%를 초과한 지방 섭취는 비만을 촉진하면서 대사적 이상을 초래하고, 탄수화물 섭취를 총 에너지의 60%를 초과하여 섭취하는 것은 대사증후군에서 흔한 혈중 지질 이상을 악화시킨다고 하였다.(28) 우리나라에서도 국민건강영양조사 자료를 이용하여 중년 한국인의 대사증후군 보유에 따른 다량 영양소 섭취비율을 비교한 연구에서 대사증후군을 가진 사람들의 탄수화물 에너지비가 높고 지방 에너지비가 낮다고 하였다.(16, 17) 또한 정상 체중이면서도 대사증후군이 있는 사람의 경우 상대적으로 탄수화물을 많이 섭취했으며, 단백질 섭취는 적은 것으로 나타났다.(18)

본 연구의 경우 첫 번째 방문에 대한 단면 분석에서 탄수화물의 에너지 비율이 DRI보다 낮은 군(<55%)에서 High FBG의 위험이 높았으나 높은 군(>70%)에서는 유의한 관련성이 없었다. 이러한 결과는 2005년 국민건강영양조사를 바탕으로 한 Park 등(20)의 연구와 차이가 있는데 해당 연구에서는 높은 탄수화물 에너지 비율(>70%)이 여성에서 당뇨병, 낮은 HDL-C의 위험과 관련이 있었다. 본 연구 대상자에 비해 2005년 국민건강영양조사 대상자의 나이가 더 젊었고 탄수화물 에너지 비율이 72.8%로 높았던 것이 이러한 연구 결과의 차이에 영향을 미쳤을 것으로 보인다.

첫 번째 방문의 탄수화물 에너지 비율에 따라 나누었을 때 저탄수화물 섭취군(12~53%)은 두 방문 사이의 탄수화물 섭취 변화량(C2-C1)이 늘어남에 따라 High TG가 호전될 확률이 높아졌으나 고탄수화물 섭취군(53.1~81.6%)은 탄수화물 섭취 변화량(C2-C1)이 늘어남에 따라 High BP가 호전될 확률이 낮아졌다. 또한 DRI를 기준으로 저탄수화물군(<55%)에서 고탄수화물군(55~70%)으로 변화된 경우 High BP 호전 확률이 낮아졌으며 고탄수화물군(55~70%)에서 저탄수화물군(<55%)으로 변화된 경우 High FBG 호전 확률이 높아졌다. 이러한 결과를 고려할 때 탄수화물 섭취 증가가 High BP의 호전에 부정적인 영향을 미치며 DRI 미만으로 탄수화물 섭취를 줄이는 것이 High BP, High FBG의 호전에 부가적인 이득을 줄 가능성이 있다. 이것은 DRI 미만의 탄수화물 섭취가 High FBG와 관련이 있다는 단면 분석 결과와 다른데, 단면 분석의 경우 기존 건강 상태로 인한 의도적인 식습관의 변화가 결과에 영향을 주었을 수 있다. 국내에는 다량영양소 섭취 변화의 효과에 대한 중재 연구가 없지만 이에 대한 외국 연구들에서는 1~2년 가량을 지켜보았을 때 저지방 식단에 비해 저탄수화물 식단이 혈압에 대해 보다 긍정적인 영향을 주었으며, 혈당에 대해서는 연구들마다 다소 상이한 결과를 보였으나 전반적으로 저지방 식단과 대등한 효과를 보였다.(5-8) 이는 본 연구 결과와 일치되는 면이 있다.

지방의 경우 첫 번째 방문에 대한 단면 분석에서 에너지 비율에 따른 분석에서는 유의한 관련성이 없었지만 섭취량(F1)이 높을 때 High BP의 위험이 낮았으며, 동물성 지방(Fa1)의 경우 Low HDL-C과도 유의한 관련성이 있었다. 두 방문간의 변화에 대한 분석에서는 첫 번째 방문의 지방 에너지 비율에 따라 두 군으로 나누었을 때 저지방군(7.3~26.5%)은 지방 섭취 변화량(F2-F1)이 늘어남에 따라 High BP가 새로 발생할 확률이 줄었으나 고지방군(26.6~57.8%)은 유의한 관련성이 없었다. 또한 DRI를 기준으로 저지방군(15~25%)에서 고지방군(>25%)으로 변화된 경우 High BP 발생 확률이 낮아졌으며 이러한 결과를 고려할 때 지방 섭취가 낮은

군에서 섭취를 늘리는 것이 혈압에 긍정적인 영향을 줄 수 있겠다. 저탄수화물, 고지방 식사와 저지방 식사의 효과를 비교한 무작위대조연구들에 대한 메타분석 결과 저탄수화물 식사는 6개월째에 수축기, 이완기 혈압을 더 낮추는 경향을 보였으며 HDL-C은 더 높았다. 하지만 추적 관찰 기간을 12개월로 늘렸을 때 통계적으로 유의한 차이가 유지되지는 않았다.(8) 저탄수화물 식사와 저지방 식사를 유지하도록 하며 2년간 추적 관찰한 최근의 무작위 대조연구에서는 저탄수화물 식사가 이완기 혈압을 더 낮추는 것으로 나타났으며 HDL-C 역시 더 높이는 긍정적인 효과가 있었다.(7)

단백질의 경우 첫 번째 방문에 대한 단면 분석에서 에너지 비율이 DRI 이상으로 높을 때 High FBG의 위험이 높았다. 첫 번째 방문의 단백질 에너지 비율에 따라 두 군으로 나누었을 때 저단백질군(9.6~19.8%)은 기저 단백질 섭취량(P1)과 단백질 섭취 변화량(P2-P1)이 늘어남에 따라 High BP가 호전될 확률이 높아졌으나 고단백질군(19.9~53.2%)은 이러한 관련성을 보이지 않았다. 저단백질 섭취군은 기저 단백질 섭취량(P1)이 늘어남에 따라 High TG와 Low HDL-C가 호전될 확률도 높아졌다. 이러한 결과는 단백질 섭취량 증가가 심혈관질환 위험을 낮출 수 있지만 기존에 단백질 섭취량이 높은 경우 이득이 없다는 것을 뜻한다. 또한 DRI를 기준으로 저단백질군(7~20%)에서 고단백질군(>20%)으로 변화된 경우 High FBG 호전 확률이 높아졌으며, 이를 고려할 때 단백질 섭취가 낮은 경우 DRI 이상으로 섭취를 늘리는 것이 High FBG 호전에 부가적인 이득을 줄 가능성이 있다. 이는 역시 단면 분석과는 상이한 결과이다. 고단백 식사와 저단백 식사의 효과를 비교한 외국의 무작위대조연구들에 대한 메타분석 결과 저단백 식사(에너지 비율 18%)에 비해 고단백 식사(에너지 비율 27%)는 비만도, 혈압, 중성지방 등의 심혈관질환 위험 요인에 긍정적인 영향이 있었으며 혈당의 경우 유의한 차이는 없었다.(29)

본 연구 결과 다량영양소 관련 변수는 체중 변화에 유의한 영향을 미치지 않았다. 과거에는 체중 감량에 있어 저열량, 저지방 식사의 효과를 강조했지만 실제 연구

결과 그 효과는 생각만큼 크지 않았는데, 무작위대조연구들을 살펴보았을 때 저지방 식사의 장기적인 체중 감소량은 0.8~2.6kg에 불과했다.(3) 저탄수화물 식사에 대한 과거 연구들에서 체중 감량 효과는 저지방 식이와 동등하거나 우월했다. 저지방 식사(에너지 비율 30% 미만)와 저탄수화물 식사(하루 60g 미만)의 체중 감량 효과를 비교한 무작위대조연구들을 대상으로 분석했던 메타분석 결과 6개월째에 저탄수화물 식사의 체중 감량 효과가 -3.3kg 더 컸으나 1년째에는 -1.0kg로 줄어들었다.(8) 저탄수화물 식사(에너지 비율 ≤45%)와 저지방 식사(에너지 비율 ≤30%)의 효과를 비교한 무작위대조연구들에 대한 메타분석 결과 저지방 식사에 비해 저탄수화물 식사는 HDL-C를 높이고 TG를 낮추는 효과가 있었으며 체중 감소에 있어서는 차이가 없었다.(30) 이러한 연구 결과들을 고려할 때 한국인을 대상으로 다량영양소 섭취와 체중 변화에 대한 중재 연구가 필요하겠다.

연구 대상자의 섭취 열량은 첫 번째 방문(V1) 조사 결과 2297.7kcal, 탄수화물 268.9g, 단백질 106.4g, 지방 64.6g이었다(에너지 비율 52.5 : 20.4 : 27.1). 2005년 국민건강영양조사에 의하면 우리나라 1일 평균 에너지 섭취량은 2,016kcal, 탄수화물 306.5g, 단백질 75.8g, 지방 46.0g이었으며(에너지 비율 64.3 : 15.4 : 20.3), 나이가 많아질수록 단백질과 지방의 에너지 비율이 낮아지는 양상을 보였다. 이를 고려할 때 본 연구 대상자의 식습관은 평균적인 한국 성인과 차이가 있었으며 상대적으로 고열량, 저탄수화물, 고단백, 고지방 식사를 하고 있었다. 미국의 국민건강영양조사(NHANES 2005-2006) 결과 다량영양소의 에너지 비율(탄수화물 : 단백질 : 지방 = 50 : 16 : 34)과 비교하면 상대적으로 고단백, 저지방 식사라 할 수 있다. 그러므로 연구 결과를 해석할 때는 이러한 차이를 고려해야 할 것으로 보인다.

본 연구 결과 탄수화물 섭취를 낮추고 단백질, 지방 섭취를 늘리는 것이 일부 심혈관질환 위험 인자에 긍정적인 영향을 보였으며, 심혈관질환 위험 인자에 따라 개별 다량영양소가 미치는 영향이 달랐다. 이러한 결과를 임상에서 적용할 때는

대상자의 상태와 식습관에 따라 그에 맞는 식습관 처방이 이루어질 필요가 있다. 또한 이번 연구에서 두 차례 방문 간의 평균 기간은 3.0년이었고, 10년 이상 장기적으로 추적 관찰한 경우 저탄수화물, 고단백질 식사가 사망률을 높인다 보고한 연구들이 있으므로(9, 14) 한국인을 대상으로 보다 장기적인 영향을 분석하는 전향적 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 본 연구의 대상자는 건강검진센터를 방문한 수진자들로, 일반적인 한국 성인을 대표하기 어렵다는 점이다. 집단의 특성상 사회경제적 수준이 높으며 실제 분석 결과도 국민건강영양조사로 조사된 한국인의 식생활 패턴과 차이를 보였다. 2007~2008년 국민건강영양조사 자료를 분석한 연구 결과 성별, 연령별로 식습관과 다량영양소 섭취 패턴이 다르고 이러한 차이를 고려해 식생활이 다른 여러 그룹에 대해 그에 적합한 맞춤식 식생활 교육이 필요하다 한 바 있다.(16) 이러한 한계를 고려할 때 사회경제적 수준이 높은 중년층으로 본 연구 대상과 유사한 식생활을 하고 있는 집단에 대한 영양 관리에 있어 이번 연구 결과가 도움이 될 수 있겠다. 또한 본 연구 대상과 다른 특성을 가진 다양한 집단을 대상으로 한 연구를 통해 보다 일반화된 결론을 도출할 수 있을 것이다.

둘째, 다량영양소 섭취량 조사에 있어 1일 식사일기를 사용했으므로 평소의 식사 패턴과 차이가 있을 수 있다. 식사일기의 경우 평소보다 적게 섭취하거나 실제보다 적게 보고하는 경향이 있음이 알려져 있다. 일반적으로 보다 객관적인 평가를 위해서는 주말 하루를 포함한 3일 식사일기를 사용하는 것이 권장되며, 계절별로 반복해 조사하는 것도 도움이 된다. 보다 근본적으로는 식품섭취빈도조사법(food frequency questionnaire)을 이용한 반복 평가를 통해 영양소 섭취 상태를 파악하는 것이 바람직하겠다.

셋째, 과거력, 현재 약물 복용력, 흡연, 운동 여부 등의 생활습관에 대한 정보를

자기기입식 설문지를 통하여 얻었으므로 그 정확성에 한계가 있다. 본 연구에서는 주된 결과 변수에 해당하는 심혈관질환 위험 요인 변수와 관련된 과거력과 약물 복용력의 경우 의무기록 검토를 통해 자기기입식 설문의 오류를 최대한 줄일 수 있도록 했다. 하지만 평소 외부 병원을 이용하는 대상자의 경우 의무기록 검토를 통한 보완 역시 한계가 있을 수 밖에 없다.

넷째, High TG, Low HDL-C 등 일부 심혈관질환 위험 요인 변수의 유무를 정확하게 구분하지 못했다. 참고한 AHA/NHLBI의 대사증후군 진단 기준에서는 niacin, fenofibrate 등 TG와 HDL-C 수치에 큰 영향을 주는 약제를 복용하는 경우를 기준에 포함시켰지만 본 연구에서는 이들 약제 복용에 대한 정보를 확인하기 어려워 제외했으며, 이러한 한계가 연구 결과에 영향을 미쳤을 가능성이 있다. 본 연구 대상자 설문의 경우 고지혈증 약 복용에 대해서만 기입하도록 했으며, 고지혈증 약 복용자에 이들 약제를 복용하는 사람들이 일부 포함되었을 수 있다. Niacin의 경우 안면 홍조 등의 부작용으로 우리나라에서 사용이 제한적이며 fenofibrate 역시 statin 제제에 비해 사용량이 낮은 편이지만 향후 후속 연구에서는 이점에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다.

이러한 한계에도 불구하고 본 연구는 한국인을 대상으로 다량영양소 섭취와 심혈관질환 위험요인에 대한 단면적인 분석에 머무르지 않고 두 차례의 조사 결과를 통해 다량영양소 섭취 변화와 심혈관질환 위험요인 변화의 관련성을 확인한 최초의 연구라는데 가치가 있다. 본 연구의 결과는 추후 보다 잘 짜여진 전향적 연구를 통해 확인할 필요가 있다.

V. 참고문헌

1. The Fifth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES V). Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2011.

2. The Korean Nutrition Society. Dietary Reference Intakes for Koreans. First Revision. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2010.

3. Katan MB, Grundy SM, Willett WC. Should a low-fat, high-carbohydrate diet be recommended for everyone? Beyond low-fat diets. The New England journal of medicine. 1997 Aug 21;337(8):563-6; discussion 6-7. PubMed PMID: 9262504.

4. Knopp RH, Walden CE, Retzlaff BM, McCann BS, Dowdy AA, Albers JJ, et al. Long-term cholesterol-lowering effects of 4 fat-restricted diets in hypercholesterolemic and combined hyperlipidemic men. The Dietary Alternatives Study. JAMA : the journal of the American Medical Association. 1997 Nov 12;278(18):1509-15. PubMed PMID: 9363971.

5. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, McGuckin BG, Brill C, Mohammed BS, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. The New England journal of medicine. 2003 May 22;348(21):2082-90. PubMed PMID: 12761365.

6. Dansinger ML, Gleason JA, Griffith JL, Selker HP, Schaefer EJ. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction: a randomized trial. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2005 Jan 5;293(1):43-53. PubMed PMID: 15632335.

7. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, Makris AP, Rosenbaum DL, Brill C, et al. Weight and metabolic outcomes after 2 years on a low-carbohydrate versus low-fat diet: a randomized trial. Annals of internal medicine. 2010 Aug 3;153(3):147-57. PubMed

PMID: 20679559. Pubmed Central PMCID: 2949959.

8. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, Keller U, Yancy WS, Jr., Brehm BJ, et al. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. Archives of internal medicine. 2006 Feb 13;166(3):285-93. PubMed PMID: 16476868.

9. 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. Annals of internal medicine. 2010 Sep 7;153(5):289-98. PubMed PMID: 20820038. Pubmed Central PMCID: 2989112.

10. Krieger JW, Sitren HS, Daniels MJ, Langkamp-Henken B. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: a meta-regression 1. The American journal of clinical nutrition. 2006 Feb;83(2):260-74. PubMed PMID: 16469983.

11. Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, Vollmer WM, Svetkey LP, Sacks FM, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. The New England journal of medicine. 1997 Apr 17;336(16):1117-24. PubMed PMID: 9099655.

12. Appel LJ, Sacks FM, Carey VJ, Obarzanek E, Swain JF, Miller ER, 3rd, et al. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. JAMA : the journal of the American Medical Association. 2005 Nov 16;294(19):2455-64. PubMed PMID: 16287956.

13. Eisenstein J, Roberts SB, Dallal G, Saltzman E. High-protein weight-loss diets: are they safe and do they work? A review of the experimental and epidemiologic data. Nutrition reviews. 2002 Jul;60(7 Pt 1):189-200. PubMed PMID: 12144197.

14. Lagiou P, Sandin S, Weiderpass E, Lagiou A, Mucci L, Trichopoulos D, et al. Low carbohydrate-high protein diet and mortality in a cohort of Swedish women. Journal of internal medicine. 2007 Apr;261(4):366-74. PubMed PMID: 17391111.

15. Trichopoulou A, Psaltopoulou T, Orfanos P, Hsieh CC, Trichopoulos D. Low-carbohydrate-high-protein diet and long-term survival in a general population cohort. European journal of clinical nutrition. 2007 May;61(5):575-81. PubMed PMID: 17136037.

16. Jung, Hyun J, Song, Won O, Paik, Hee Y, et al. Dietary Characteristics of Macronutrient Intake and the Status of Metabolic Syndrome among Koreans. The Korean Journal of Nutrition. 2011 4;44(2):119-30.

17. Moon H-K, Kong J-E. Assessment of Nutrient Intake for Middle Aged with and without Metabolic Syndrome Using 2005 and 2007 Korean National Health and Nutrition Survey. The Korean Journal of Nutrition. 2010 2;43(1):69-78.

18. Choi J, Se-Young O, Lee D, Tak S, Hong M, Park SM, et al. Characteristics of diet patterns in metabolically obese, normal weight adults (Korean National Health and Nutrition Examination Survey Ⅲ, 2005). Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD. 2012 Jul;22(7):567-74. PubMed PMID: 21186103.

19. Chung HK, Kang JH, Shin MJ. Assessment for Nutrient Intakes in Korean Women according to Obesity and Metabolic Syndrome. Korean J Community Nutr. 2010 Oct;15(5):694-703.

20. Park SH, Lee KS, Park HY. Dietary carbohydrate intake is associated with cardiovascular disease risk in Korean: analysis of the third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES Ⅲ). International journal of cardiology. 2010 Mar 18;139(3):234-40. PubMed PMID: 19013653.

21. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al.

Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. Circulation. 2005 Oct 25;112(17):2735-52. PubMed PMID: 16157765.

22. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Treacher DF, Turner RC. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. Diabetologia. 1985 Jul;28(7):412-9. PubMed PMID: 3899825.

23. Esteghamati A, Ashraf H, Khalilzadeh O, Zandieh A, Nakhjavani M, Rashidi A, et al. Optimal cut-off of homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) for the diagnosis of metabolic syndrome: third national surveillance of risk factors of non-communicable diseases in Iran (SuRFNCD-2007). Nutrition & metabolism. 2010;7:26. PubMed PMID: 20374655. Pubmed Central PMCID: 2857836.

24. Lee S, Choi S, Kim HJ, Chung YS, Lee KW, Lee HC, et al. Cutoff values of surrogate measures of insulin resistance for metabolic syndrome in Korean non-diabetic adults. Journal of Korean medical science. 2006 Aug;21(4):695-700. PubMed PMID: 16891815. Pubmed Central PMCID: 2729893.

25. Patel K, Thompson AJ, Chuang WL, Lee CM, Peng CY, Shanmuganathan G, et al. Insulin resistance is independently associated with significant hepatic fibrosis in Asian chronic hepatitis C genotype 2 or 3 patients. Journal of gastroenterology and hepatology. 2011 Jul;26(7):1182-8. PubMed PMID: 21410752.

26. Zou G. A modified poisson regression approach to prospective studies with binary data. American journal of epidemiology. 2004 Apr 1;159(7):702-6. PubMed PMID: 15033648.

27. Willett W. Nutritional epidemiology. New York: Oxford University Press; 1990.

28. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert

Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. Circulation. 2002 Dec 17;106(25):3143-421. PubMed PMID: 12485966.

29. Santesso N, Akl EA, Bianchi M, Mente A, Mustafa R, Heels-Ansdell D, et al. Effects of higher- versus lower-protein diets on health outcomes: a systematic review and meta-analysis. European journal of clinical nutrition. 2012 Jul;66(7):780-8. PubMed PMID: 22510792. Pubmed Central PMCID: PMC3392894.

30. Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS, Jr., et al. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. American journal of epidemiology. 2012 Oct 1;176 Suppl 7:S44-54. PubMed PMID: 23035144. Pubmed Central PMCID: 3530364.

Abstract

Introduction: With the rise in the incidence of obesity and chronic diseases, interest in effective diets for weight loss and chronic disease management has increased. The purpose of this study was to identify an association between macronutrient intake and risk factors for cardiovascular disease, and to analyze the effect of the changes in individual macronutrient intake on risk factors of cardiovascular disease in Korean adults.

Methods: A total of 713 adults who visited the Seoul National University Hospital Gangnam Center at least twice with an interval of 6 months or more between December 2003 and January 2012 for a routine comprehensive health evaluation, including nutritional assessment via a 1-day diet diary, were selected. All subjects answered a questionnaire about medical and drug history, education level, and smoking and exercise status. For the purpose of this study, high fasting blood glucose (FBG), high blood pressure (BP), high triglycerides, low high-density lipoprotein cholesterol, and insulin resistance were defined as cardiovascular disease risk factors.

Results: The mean duration between the first and second visit was 3.0 years. In a cross-sectional analysis for the first visit, low carbohydrate intake (<55%, below the Dietary Reference Intake [DRI] for Koreans) and high protein intake (>20%, above the DRI) were found to be associated with high FBG. A longitudinal analysis between the 2 visits revealed that an increase in carbohydrate intake was inversely associated with an improvement in high BP in individuals who consumed high-

carbohydrate diets (above the median at the first visit). Among those who consumed a low-protein diet, an increase in protein intake was associated with an improvement in high BP. Further, for individuals who consumed low-fat diets, an increase in fat intake was inversely associated with a risk of high BP. Among those whose diets were within the DRI range at the first visit, increasing protein intake (to >20%, above the DRI) and decreasing carbohydrate intake (to <55%, below the DRI) at the second visit were associated with improvement of high FBG. Increasing fat intake (to >25%, above the DRI) was inversely associated with the risk of high BP, while increasing carbohydrate intake to >55% from <55% was inversely associated with an improvement in high BP.

Conclusions: Restricting carbohydrate intake and increasing protein and fat intake had a positive effect on some cardiovascular risk factors, and the impact of macronutrient intake on individual risk factors varied according to baseline status of macronutrient intake. Hence, it is recommended that nutritional practices aimed at controlling cardiovascular risk factors be based on dietary characteristics. However, these results need to be confirmed by long-term prospective studies in Koreans.

Keywords: macronutrient, cardiovascular disease, dietary reference index, carbohydrate, protein

Student Number: 2011-30561