

식이 콜레스테롤 섭취와 지질 농도: 달같은 마음껏 먹어도 되나?

이은정

성균관대학교 의과대학 강북삼성병원 내분비내과

Dietary Cholesterol Intake and Serum Cholesterol Concentration: Can We Eat Eggs without Limitation?

Eun-Jung Rhee

Department of Endocrinology and Metabolism, Kangbuk Samsung Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Abstract

The Key Recommendation from 2010 Dietary Guidelines to limit consumption of dietary cholesterol to 300 mg per day, is not included in the 2015 edition. Dietary Guidelines for Americans 2015~2020 released in January 2016, omitted the limit for cholesterol intake in general population; but this change does not suggest that dietary cholesterol is no longer important to consider when building healthy eating patterns. The main shift of concept in recent dietary guidelines is that limitation of intake of single macronutrient should not help to promote health; controlling and recommendation for a healthy eating pattern is important for health and for the prevention of any diseases. In Korean dietary survey, eggs are the main resources for dietary cholesterol in Koreans. However, there are recent studies regarding no association between the egg consumption and serum cholesterol level and cardiovascular disease risk. In this review, I will focus on the 2015 recommendation on dietary cholesterol and fat intake. Furthermore, I will review the literature on the evidences for the egg consumption and cardiovascular disease risk.

Keywords: Dietary cholesterol, Egg, Lipid level

Corresponding author: Eun-Jung Rhee

Department of Endocrinology and Metabolism, Kangbuk Samsung Hospital, 29 Saemunan-ro, Jongno-gu, Seoul 03181, Korea, E-mail: hongisiri@hanmail.net

Received: May 5, 2016; Accepted: May 20, 2016

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.

Copyright © 2016 Korean Diabetes Association

서론

끝나지 않을 것 같았던 오전 외래의 마지막 환자를 보고 있는 즈음, 머릿속에 행복한 고민이 떠오른다. ‘오늘 점심은 뭘 먹을까?’ 이 고민 안에는 음식의 종류도 있지만 생각하고 있는 음식들의 영양성분들도 함께 떠오른다. 단백질, 탄수화물, 섬유소, 그리고 지방이 적당히 섞여있는 음식은 어떻게 있을까? 한국성인에서의 비만율이 30%에 육박하고, 한국지질동맥경화학회에서 발표한 fact sheet에 따르면, 30세 이상의 성인의 절반이 이상지질혈증을 가지고 있음에도, 우리는 매끼마다 보다 맛있는 음식, 보다 많이 먹고자 하는 욕구를 누르지 못한다. 텔레비전을 틀면 많은 채널 중 적어도 하나 이상은 음식에 관한 프로그램이 진행되고 있다. 맛집 소개, 요리법 소개, 요리대결 등... 우리는 음식의 홍수 안에서 살고 있다고 해도 과언은 아닐 것이다.

2016년 1월 미국의 Agriculture and Health and Human Services Departments에서 발표한 Dietary Guidelines for Americans 2015~2020에서는 2010년 guideline에는 포함되어있던 식이 콜레스테롤의 하루 300 mg 이내 섭취제한이 포함되지 않았다[1]. 이는 미국인에서의 연구 결과이기도 하지만, 실제 하루 섭취하는 콜레스테롤의 양이 300 mg을 넘지 않으며, 여러 연구들에서 콜레스테롤 섭취량과 심혈관 질환 위험률과의 연관성을 밝히고 있지 못해서이다. 본 시론에서는 식이 콜레스테롤 섭취와 심혈관 질환 위험도의 연관성에 대한 부분과, 콜레스테롤의 주 급원인 계란 섭취와 콜레스테롤과의 관계에 대한 연구 결과들을 정리해 보고자 한다.

콜레스테롤 섭취 기준에 대한 최근 권고안

2015년 2월 발표되었던 Scientific Report of the 2015 Dietary Guidelines Advisory Committee에서는 2010년 guideline에서 권고했던 하루 300 mg 이내의 콜레스테롤 섭취제한 내용이 없어졌다[1]. 보고서에 따르면, 이 권고를 없앤 이유로는 여러 연구 결과들에서 식이 콜레스테롤과 혈

중 콜레스테롤의 연관성을 증명할 수 없었던 것을 이유로 제시하며, 이는 2013년 미국심장학회 콜레스테롤 치료지침과 일치한다는 것을 설명하고 있다[2]. 실제 2013년에 발표된 American Heart Association/American College of Cardiology 콜레스테롤 guideline에 따르면 식이 콜레스테롤 섭취가 혈중 콜레스테롤 농도를 증가시킨다는 증거는 충분하지 않다고 언급하고 있으며 콜레스테롤 제한 조항은 없다.

2015년 발표된 한국지질동맥경화학회 이상지질혈증 치료지침 제3판에는 아직 콜레스테롤 섭취량을 하루 300 mg을 제한하고 있으며, 한국인 영양섭취권고안에서도 콜레스테롤을 하루 300 mg 미만으로 제한하고 있다[3,4]. 실제로 조사된 한국인 성인에서의 콜레스테롤 섭취량은 300 mg에 못 미치고 있다[5].

콜레스테롤 섭취제한은 없었지만, 이번 미국 가이드라인의 초점은 포화지방산 섭취를 하루 섭취칼로리의 10% 이내로 줄이고, 트랜스지방의 섭취를 최소한으로 하라는 것이 중점이겠다[1]. 즉, 섭취하는 지방의 질을 생각하는 것이 건강한 식생활에 중요하다는 것이다.

콜레스테롤의 생성 및 대사

콜레스테롤은 스테로이드 호르몬과 비타민 D와 bile acid의 precursor이며 체내의 세포막과 지단백 particle의 기본 골격을 이룬다[6]. 체내의 콜레스테롤 pool은 de novo 생성과 식이 섭취, 흡수효율, 대사, enterohepatic recirculation과 excretion 사이의 균형으로 결정된다[7]. 콜레스테롤의 체내 pool을 결정하는 데에 가장 주된 장기는 간이다. 간내 콜레스테롤은 혈액에서 uptake되는 저밀도지단백과 간내에서 생성되는 de novo 생성으로 결정된다. 체내 콜레스테롤 pool을 결정하는 또 다른 중요한 pathway는 exogenous pathway인데, 이는 장에서 이루어진다[8]. 장에서 흡수되는 콜레스테롤은 식이 섭취된 콜레스테롤과 죽은 장세포, 그리고 bile에서 흡수되는 콜레스테롤이다. 콜레스테롤의 흡수는 Niemann-Pick C1-like 1 (NPC1L1) 단백질에 의

해 이루어지며 ATP-binding cassette (ABC) G5/8 등의 단백질에 의해서 enterocyte에서 transport out된다. 따라서 체내 콜레스테롤 pool은 간에서의 endogenous pathway와 장에서의 exogenous pathway에 의해서 매우 미세하게 조절되고 있다.

콜레스테롤 섭취와 혈중 콜레스테롤 농도 및 심혈관 질환 위험도와의 연관성

1965년에 Journal of Nutrition에 실린 Grande 등[9]의 연구가 그 이후의 식이 콜레스테롤과 다양한 종류의 지질 섭취가 혈중농도에 미치는 영향에 대한 근간을 이룬다고 하겠다. 이 연구는 세 가지 디자인으로 이루어졌는데, 첫 번째 연구는 식이 콜레스테롤의 농도의 차이에 따른 혈중 콜레스테롤 농도를 보았고, 두 번째 연구는 식이 콜레스테롤 농도의 차이와 함께 포화 정도에 따른 차이를 함께 보았고, 세 번째 연구에서는 식이 콜레스테롤 농도의 차이와 함께 지방과 탄수화물 섭취에 따른 혈중 콜레스테롤 농도를 보았다. 이 연구 결과에서 식이 콜레스테롤의 함량이 혈중 콜레스테롤 농도와 연관성이 높다는 결론과, 포화지방산이 불포화지방산보다 콜레스테롤 농도를 증가시킨다는 사실, 그리고 탄수화물보다는 지방의 섭취가 많을 때 콜레스테롤 농도가 증가한다는 것을 인간에서 실제로 증명하였다. 이 연구의 결과 및 그 이후에 진행된 연구들의 결과를 근간으로, 그 이후의 가이드라인들에서는 일관되게 콜레스테롤 식이섭취를 제한하였다.

그러나 최근에 발표된 몇몇 분석 연구들에서는(주로 계란 섭취와 관련된) 기존의 개념에 반하는 결과들이 나와서, 가이드라인들에서 제시하는 식이 콜레스테롤 섭취제한의 근거가 없다는 주장이 나왔다[10-12]. 이러한 논란 중 증명이 되지 않은 부분이 바로 콜레스테롤에 대한 개별적인 반응의 차이이다; 즉, hyperresponder와 hyporesponder가 있다는 주장이다. Katan 등[13]의 연구에 의하면, 같은 식이를 먹어도, 16% 정도의 사람들에게는 hyperresponder와 hyporesponder가 있다는 것이었다. 그 이후에 진행된

연구에 의하면, hyperresponder와 hyporesponder에서는 유전적으로 차이가 있는데, 이는 콜레스테롤 수송단백인 ABCG5/8과 NPC1L1 등의 유전자의 polymorphism이 있을 수 있다는 것이었다[14]. 이는 완전히 받아들여지는 가설은 아니지만, 분명 연구가 될만한 가치가 있는 주장인 것은 사실이다. Griffin과 Lichtenstein [15]에 의한 review 논문에서는 식이 콜레스테롤과 혈중 지단백 농도의 관련성에 관한 논문들을 모아서 분석하였는데, 이 논문의 결론은 많은 연구들이 연구디자인, 식이의 종류와 구성 등에서 너무 다르며, 또한 식이 콜레스테롤이 혈중 지단백 농도에 미치는 영향은 강하지 않은 것으로 보인다면서, 영향이 많은 subgroup에서는 제한이 필요하겠다는 결론을 내었다.

콜레스테롤 섭취량과 심장병 발생 위험도와의 상관관계는 여러 역학조사에서 다양한 연구 결과가 제시되고 있다. 이전에 발표된 여러 연구들에서는 콜레스테롤 섭취량이 심장병 발생위험도와 상관관계가 없는 것으로 발표하였으나, Honolulu Heart Study에서는 1,000 kcal 에너지 섭취 당 콜레스테롤 섭취량이 241 mg일 경우 심장병 발생 위험도가 1.2배로 증가하였으며, Western Electric Study에서는 심장병 발생 위험도가 1.9배로 증가하였다고 발표하였다[16-19].

계란 섭취와 콜레스테롤 농도 및 심혈관 질환 위험도와의 연관성

식이 콜레스테롤의 중요한 공급원은 가금류에서 나온다; 계란, 유제품 및 육류이다. 미국에서의 식이 콜레스테롤은 계란과 계란이 포함된 음식이며(총 콜레스테롤의 24.6%), 우리나라에서도 콜레스테롤의 주된 급원은 계란으로 알려져 있다[20,21]. 계란 한 개에는 185~240 mg의 콜레스테롤이 들어있으며, 우리나라 연간 계란 소비량은 2013년 현재 1인당 242개였다[22]. 계란은 아미노산 조성이 우수한 완전 단백질 식품으로서 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 B12, 엽산, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 칼슘, 철, 콜린, 셀레늄, β -카로틴, 루테인, 제아잔틴 등을 함유하고 있어 단

일 식품으로서 인체에 필수적인 중요 영양소를 골고루 함유한 식품이다.

계란 섭취량과 심장병 발생 위험도와의 관련성을 조사한 대규모 역학조사 결과를 살펴보면 매우 다양한 결과를 보고하고 있다. Framingham Heart Study에서는 일주일에 계란을 2.5개 미만으로 섭취하는 남성에 비해 7개 이상 섭취하는 남성의 심장병 발생 위험도에 차이가 없었으며, Hu 등[10]이 Nurses Health Study & Health Professional Study 연구 코호트를 분석한 연구에서도 일주일에 1개 미만의 계란을 섭취하는 남, 녀에 비해 7개 이상 섭취하는 사람의 심장병 발생 위험도에 차이가 없었다[23]. 그러나 Framingham Heart Study에서도 여자에서는 일주일에 계란을 1.5개 미만으로 섭취하는 사람에 비해 5개 이상 섭취하는 사람의 심장병 발생 위험도가 1.3배 높았으며, 호주인에서 시행된 14년 동안의 추적조사 결과에서도 일주일에 2개 이상의 계란을 섭취하는 사람에서 심장병 발생률이 2.6배 증가하였고, 영국인을 대상으로 한 연구에서는 일주일에 6개 이상 계란을 섭취하는 경우에 1개 미만으로 섭취하는 사람에 비해 사망률이 2.7배 증가한다고 보고하여, 계란 섭취와 심장병 발생의 연관성을 시사하였다[23-25]. 관상동맥 조영술을 시행한 382명의 환자들에서 분석한 연구를 보면, 일주일에 1개 이상의 계란을 섭취한 사람들에서 관상동맥 경화반의 burden이 낮다는 것을 제시하였고, 최근에 발표된 메타분석을 보면, 8개의 논문과 17개의 리포트를 분석했는데, 하루에 1개 이상의 계란을 섭취한 사람들에서 관상동맥 질환이나 뇌졸중이 증가되지 않았다[11,26]. 이상의 연구들을 종합하면, 계란을 하루 1개 이상 섭취하는 것은 심혈관 질환 위험도를 증가시키지는 않는 것으로 생각된다.

그러나 이러한 결론이 모든 대상자에 적용되는 것을 아니다. 앞에서 언급된 메타분석 연구에서 당뇨병 환자들에서만 따로 분석한 결과, 계란을 가장 많이 먹는 군에서 가장 적게 먹는 군과 비교했을 때 1.54배의 관상동맥질환의 위험도가 높았다[11]. 또한 앞에서 언급한 Health Professional Follow-up Study와 Nurses' Health Study에서도 당뇨병 환자에서는 하루 1개 이상의 계란 섭취가 관상동맥질환은

2.02배 남성에서 증가시키고 여성에서는 1.49배 증가시키는 것으로 보고하였다[10]. Shin 등[12]의 연구에서도 당뇨병 환자에서는 계란섭취가 전반적인 심혈관 질환의 위험도를 1.69배 증가시켰다.

계란섭취와 당뇨병 발생과의 연관성에 대해서도 연구가 발표되었다. 위에서 언급한 Shin 등[12]의 연구에서는 22개의 코호트 연구와 16개의 전향적 연구를 분석했는데, 하루 1개 이상의 계란을 섭취하는 사람들이 일주일에 1개 미만의 계란을 섭취하는 군에 비교해서 심혈관 질환과 뇌졸중 등의 위험도는 연관성이 없었으나, 계란섭취를 많이 하는 군에서 24%의 제2형 당뇨병 발생 위험도를 증가하였다고 보고하였다. 스웨덴인에서 분석된 연구에서는 15년간 추적관찰한 결과 계란섭취와 당뇨병의 발생과는 연관성이 없었으나, 미국에서 시행된 연구에서는 계란섭취가 당뇨병 발생 위험도와 연관성이 있음을 보고하여, 인종마다의 차이가 있을 수 있음을 시사하였다[27]. 우리나라의 농촌과 중소도시에서 40대 이상 성인의 식품섭취패턴과 질병 유병률을 살펴본 결과에서는 계란을 포함하는 식사패턴이 계란을 포함하지 않는 식사패턴보다 당뇨, 대사증후군, 비만 등의 만성질환의 발생 위험도가 낮은 것으로 조사되었다[28].

정리해보면, 일반적인 사람들에서는 계란섭취는 심혈관 질환의 연관성이 크게 입증되지 않아서 최근 가이드라인들에서 콜레스테롤 섭취제한을 없애는 것의 당위성이 있는 것으로 생각된다. 그러나 당뇨병 환자 등의 심혈관 질환 고위험군에서는 계란섭취의 제한이 필요할 것으로 생각된다. 또한 계란섭취와 당뇨병 위험도 증가에 대해서는 더 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

결론

본 시론에서 정리한 결과, 현재까지의 연구들에서는 식이 콜레스테롤 섭취와 혈중 콜레스테롤 농도와의 직접적인 연관성에 대해서는 여러 변수가 많고 일관성이 없음을 알 수 있었다. 이에 대해서는 개개인에 따라서 콜레스테롤 섭취가 체내에서 콜레스테롤 농도를 증가시키는 데에 차이가 있기

때문으로 생각되며, 이에 대한 더 많은 연구가 되어야 할 것으로 생각된다. 콜레스테롤 및 계란섭취와 심혈관 질환 위험도의 증가에 대해서도 일관적인 결과를 보이지 않으나, 최근 분석된 연구들에서는 연관성이 확실하지 않은 것으로 생각된다. 그러나 당뇨병 환자 및 고위험군에서는 콜레스테롤의 과다한 섭취가 심혈관 질환 위험도를 올릴 수 있으므로 이런 군에서는 제한이 필요할 것으로 생각된다. 또한 계란섭취와 당뇨병 발생과의 연관성이 제기되어, 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

최근의 연구들에 의하면, 인종마다의 결과가 다른데, 이는 각 나라마다 식사패턴이 다르고, 또한 식사의 영양소의 구성이 다르기 때문으로 생각된다. 즉, 일부 영양소의 제한이 심혈관 질환 및 만성질환 발생에 영향을 줄 거라는 접근보다는 식사패턴 및 전반적인 식사의 영양소 구성패턴에 초점을 맞추어서 제한이 되어야 할 것으로 생각된다. 또한, 콜레스테롤의 제한은 없었지만 포화지방산의 섭취율을 줄이고 트랜스지방을 섭취하지 않는 것이 중요하다. 이는 콜레스테롤이 포함된 음식에는 포화지방산 및 트랜스지방이 함유되어 있으므로 이를 최소화할 수 있는 조리법과 음식을 선택하는 것이 중요할 것으로 생각이 된다. 이런 면에서 볼 때, 계란은 완전식품이라 여겨지는 매우 적절한 배합의 음식으로 콜레스테롤의 좋은 급원이라 생각된다. 과하게만 섭취하지 않는다면 건강한 식단의 구성요소가 될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Dietary Guidelines for Americans 2015-2020. Accessible at: <http://health.gov/dietaryguidelines/2015/guidelines> (accessed 2016 May 4).
2. Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N, Hubbard VS, Lee IM, Lichtenstein AH, Loria CM, Millen BE, Nonas CA, Sacks FM, Smith SC Jr, Svetkey LP, Wadden TA, Yanovski SZ, Kendall KA, Morgan LC, Trisolini MG, Velasco G, Wnek J, Anderson JL, Halperin JL, Albert NM, Bozkurt B, Brindis RG, Curtis LH, DeMets D, Hochman JS, Kovacs RJ, Ohman EM, Pressler SJ, Sellke FW, Shen WK, Smith SC Jr, Tomaselli GF; American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines. *Circulation* 2014;129:S76-99.
3. 2015 Korean Guidelines for the Management of Dyslipidemia: Executive Summary. *Korean Circ J* 2016;46:e38.
4. Dietary Reference Intakes for Koreans 2010. Accessible at: http://www.kns.or.kr/Data/FileRoom/2010KDRIIs_open_final.pdf (accessed 2016 May 4).
5. Yim KS, Lee TY, Kang YH, Kim JH, Kim CI, Chang KJ, Kim KW, Lee HJ, Park SJ, Choi HM. Analysis of dietary fat intake according to health related factors in adults aged 50 years and over in Korea. *Korean J Health Promot* 2004;4:25-37.
6. Lecerf JM, de Lorgeril M. Dietary cholesterol: from physiology to cardiovascular risk. *Br J Nutr* 2011;106:6-14.
7. van der Wulp MY, Verkade HJ, Groen AK. Regulation of cholesterol homeostasis. *Mol Cell Endocrinol* 2013;368:1-16.
8. Abumrad NA, Davidson NO. Role of the gut in lipid homeostasis. *Physiol Rev* 2012;92:1061-85.
9. Grande F, Anderson JT, Chlouverakis C, Proja M, Keys A. Effect of dietary cholesterol on man's serum lipids. *J Nutr* 1965;87:52-62.
10. Hu FB, Stampfer MJ, Rimm EB, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Rosner BA, Spiegelman D, Speizer FE, Sacks FM, Hennekens CH, Willett WC. A prospective study of egg consumption and risk of cardiovascular disease in

- men and women. *JAMA* 1999;281:1387-94.
11. Rong Y, Chen L, Zhu T, Song Y, Yu M, Shan Z, Sands A, Hu FB, Liu L. Egg consumption and risk of coronary heart disease and stroke: dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ* 2013;346:e8539.
 12. Shin JY, Xun P, Nakamura Y, He K. Egg consumption in relation to risk of cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2013;98:146-59.
 13. Katan MB, Beynen AC, de Vries JH, Nobels A. Existence of consistent hypo- and hyperresponders to dietary cholesterol in man. *Am J Epidemiol* 1986;123:221-34.
 14. Rudkowska I, Jones PJ. Polymorphisms in ABCG5/G8 transporters linked to hypercholesterolemia and gallstone disease. *Nutr Rev* 2008;66:343-8.
 15. Griffin JD, Lichtenstein AH. Dietary cholesterol and plasma lipoprotein profiles: randomized-controlled trials. *Curr Nutr Rep* 2013;2:274-82.
 16. Posner BM, Cobb JL, Belanger AJ, Cupples LA, D'Agostino RB, Stokes J 3rd. Dietary lipid predictors of coronary heart disease in men. The Framingham Study. *Arch Intern Med* 1991;151:1181-7.
 17. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, Hennekens CH, Willett WC. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 1997;337:1491-9.
 18. McGee DL, Reed DM, Yano K, Kagan A, Tillotson J. Ten-year incidence of coronary heart disease in the Honolulu heart program. Relationship to nutrient intake. *Am J Epidemiol* 1984;119:667-76.
 19. Shekelle RB, Shryock AM, Paul O, Lepper M, Stamler J, Liu S, Raynor WJ Jr. Diet, serum cholesterol, and death from coronary heart disease. The Western Electric Study. *N Engl J Med* 1981;304: 65-70.
 20. United States Department of Agriculture; Agricultural Research Service. National nutrient database for standard reference release 28. Accessible at: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/112?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=egg> (accessed 2016 May 4).
 21. The Korean Nutrition Society. 2009 food values. Seoul: The Korean Nutrition Society; 2009.
 22. Information Center for Korea Institute for Animal Products Quality Evaluation (eKAPEPIA). Unit egg consumption per person. Available at <http://m.ekapepia.com/user/distribution/distDetail.do?nd94541>. Lastly accessed in May 30th, 2016.
 23. Dawber TR, Nickerson RJ, Brand FN, Pool J. Eggs, serum cholesterol, and coronary heart disease. *Am J Clin Nutr* 1982;36:617-25.
 24. Burke V, Zhao Y, Lee AH, Hunter E, Spargo RM, Gracey M, Smith RM, Beilin LJ, Puddey IB. Health-related behaviors as predictors of mortality and morbidity in Australian Aborigines. *Prev Med* 2007;44:135-42.
 25. Mann JI, Appleby PN, Key TJ, Thorogood M. Dietary determinants of ischaemic heart disease in health conscious individuals. *Heart* 1997;78:450-5.
 26. Chagas P, Caramori P, Galdino TP, Barcellos Cda S, Gomes I, Schwanke CH. Egg consumption and coronary atherosclerotic burden. *Atherosclerosis* 2013;229:381-4.
 27. Wallin A, Forouhi NG, Wolk A, Larsson SC. Egg consumption and risk of type 2 diabetes: a prospective study and dose-response meta-analysis. *Diabetologia* 2016;59:1204-13.
 28. Ahn Y, Park YJ, Park SJ, Min H, Kwak HK, Oh KS, Park C. Dietary patterns and prevalence odds ratio in middle-aged adults of rural and mid-size city in Korean genome epidemiology study. *Korean J Nutr* 2007;40:259-69.