

What's hot?

저탄수화물-고지방 다이어트와 지방간의 관계; 통념과 진실

¹한양대학교 의과대학 내과학교실, ²한양대학교 의과대학오현우¹ · 안재희² · 전대원¹**Association between a High-fat Low-carbohydrate Diet and Non-alcoholic Fatty Liver Disease: Truth or Myth?**Hyunwoo Oh¹, Jaehye Ahn², and Dae Won Jun¹¹Department of Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine, ²Hanyang University College of Medicine, Seoul, Korea

Reducing caloric intake is important for weight loss and obesity; a reduction of ~500-700 kcal/day has been recommended previously. However, only a minority of individuals can successfully sustain such a reduced caloric intake. Therefore, many specialized diet programs have been proposed. Until now, many experts have recommended low-fat diets in various countries, but very-low-carbohydrate diets have recently garnered attention in Korea. The various effects of changing the dietary compositions of macro- and micronutrients have been debated. The majority of large-scale studies have demonstrated that total caloric intake, rather than the composition of macronutrients or the consumption of a specialized diet, is important for successful weight loss. While many cross-sectional studies have investigated specialized diet programs for patients with non-alcoholic liver disease, no randomized controlled studies have been performed, except for some that investigated the effect of high consumption of unsaturated fatty acids as part of the Mediterranean diet. (Korean J Med 2017;92:112-117)

Keywords: Carbohydrate; Fat; Diet; Non-alcoholic fatty liver disease; Nutrition

서 론

체중조절을 위해 어떠한 식이요법이, 어떤 종류의 음식을 섭취하는 것이 같은 칼로리를 섭취함에도 건강에 보다 효과적인지에 대한 질문은 수천 억짜리 질문이며, 동시에 지난 수십 년간 의학분야에서 아직 해결하지 못한 과제 중 하나다. 지금까지 많은 전문가들은 고지방 식단에 의한 비만 및 심혈관 질환의 위험성을 지적해왔으며 에너지밀도가 높은 고지방 과다섭취에 대하여 경고를 하였다. 현재까지 대부분의 전

문가 집단은 체중 감소를 위한 특별한 식이패턴은 없으며, 식이패턴보다는 총 에너지 섭취량을 감소하는 것이 체중 감소 및 대사 질환의 위험성을 낮출 수 있다고 권고하고 있다.

그러나 최근 국내에서 언론과 미디어를 통하여 탄수화물을 극단적으로 제한하고, 대신 고지방 음식을 제한 없이 섭취하는 이른바 ‘저탄수화물-고지방식이(low-carbohydrate high-fat diet)’가 체중감량에 효과적일 수 있다라는 내용이 소개되면서 대중의 저탄수화물-고지방식에 대한 관심이 높아졌다.

한편, 비알코올지방간질환은 비만 및 식생활습관과 매우

Correspondence to Dae Won Jun, M.D., Ph.D.

Department of Internal Medicine, Hanyang University College of Medicine, 222 Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea
Tel: +82-2-2290-8338, Fax: +82-2-972-0068, E-mail: noshin@hanyang.ac.kr

Copyright © 2017 The Korean Association of Internal Medicine

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

밀접한 연관을 가지는 질병이다. 비알코올지방간질환은 최근 비만 인구의 증가에 따라 유병률이 급격하게 증가하고 있으며 우리나라 인구의 약 20-30%가 비알코올지방간질환을 동반하고 있다고 알려져 있다[1]. 비알코올지방간질환은 현재 우리나라를 비롯한 서구에서 만성 간질환의 가장 흔한 원인이며, 비알코올지방간질환은 당뇨, 심혈관계 질환 및 전체 사망률을 높이는 만성 질환이다. 그러나 아직까지 입증된 치료약물이 없으며 현재까지 식생활습관을 통한 체중 감소가 현재 유일하게 인정받은 치료 방법이다[2].

이에 본 연재에서는 저탄수화물-고지방식이에 관련된 이슈에 대해 알아보고 해당 식이요법이 체중 감소 및 비알코올 지방간질환의 관계에 대해 이야기하고자 한다.

저탄수화물-고지방식의 역사

저탄수화물-고지방 식이요법은 탄수화물 섭취를 극히 제한하여, 케토시스(ketosis)를 유도하는 원리를 이용한다. 케토시스는 포도당 대신 지방산 대사의 부산물인 케톤체를 주 에너지원으로 사용되는 대사 상태를 말한다[3]. 이러한 이유로 저탄수화물-고지방식의 극단적인 형태를 ‘케톤식(ketogenic diet)’이라고 하며 일부에서는 혈당과 인슐린을 상승시키지 않는 지방을 주요에너지원으로 이용한, 기존의 발상을 뒤엎는 식이요법 등으로 소개되고 있다.

저탄수화물-고지방 식이요법은 근래에 들어 새롭게 제시된 개념이 아니다. 1865년 William Banting이 설탕과 탄수화물 섭취를 제한한 저탄수화물 식단을 처음 제안하였고[4], 1900년대 초반에는 Osler의 교과서에 수록되어, 유럽 전역에서 선호되던 비만 치료법 중 하나였다[5]. 이후 1972년 Dr. Atkin's Diet Revolution 책의 출판은 미국을 비롯한 전 세계에서 저탄수화물 식단에 대한 대중의 관심을 다시금 이끌었다[6]. 또한 저탄수화물-고지방식이 중의 하나인 ‘케톤식’은 이미 오래 전부터 간질발작 등 신경계 질환의 치료에도 사용되고 있었으며[7], 2형 당뇨, 심혈관계 질환, 악성 종양, 다낭성 난소증후군[8], 최근에는 항암 치료요법[9] 등 다양한 분

야에서 연구되고 있으며 상당히 오랜 역사를 가지고 있다.

저탄수화물-고지방식의 정의와 종류

저탄수화물-고지방 식이요법의 표준화된 정의는 없으며, 문헌별로 다소 차이가 있으나, 일반적으로 탄수화물 섭취량에 따라 세 가지로 분류할 수 있다(Table 1) [10]. 먼저 하루 총 섭취 칼로리 중 탄수화물의 비율이 45% 미만인 경우를 탄수화물 감량식(moderate carbohydrate diet)이라 한다. 탄수화물 에너지 섭취 비율이 26% 미만 또는 하루 탄수화물 총 섭취량이 30-130 g 미만인 경우 저탄수화물-고지방식이(low-carbohydrate high-fat diet, LCHF diet)로 분류한다. 마지막으로 탄수화물 에너지 섭취 비율이 10% 미만 또는 하루 총 탄수화물 섭취량이 30 g 이하인 경우 ‘케톤식’ 요법 혹은 초저탄수화물 식이요법(ketogenic diet 또는 very low-carbohydrate high-fat diet)으로 구분한다. 보건복지부에서 발표한 우리나라 국민건강 영양조사에 따르면 국내 전체 인구의 1일 탄수화물 섭취량은 평균 300 g이며, 탄수화물의 에너지 섭취분율은 63% 이상이라는 점을 고려하면[11], ‘저탄수화물식이’라 함은 현재 우리나라 국민이 평균적으로 섭취하는 탄수화물 섭취 비율을 절반 이하로 줄이는 것을 이야기하며, 최근 언론에 소개되었던 초저탄수화물식이의 경우 현재 섭취하고 있는 탄수화물의 섭취량을 십분의 일로 줄이는 것을 이야기하는 것이다. 최근 일반인들에게 소개된 저탄수화물 식이요법은 탄수화물 비율을 10% 미만으로 제한한 초저탄수화물 식이요법에 해당한다.

저탄수화물식은 탄수화물 섭취 제한 정도와 다른 대량 영양소(단백질과 지방)의 권고 비율에 따라 다양하다(Fig. 1) [12,13]. 현재까지 Atkins, Banting, Paleo, South Beach diet 등 여러 저탄수화물 식이요법들이 제시되었다. Atkins diet가 단백질 섭취에 제한을 두지 않은 고단백 저탄수화물 식이요법이라면[6], Banting diet는 단순당이 포함되어 있는 과일 섭취를 제한하고, 가공되지 않은 육류를 포함한 고지방 섭취를 장려한다[4]. Paleo diet는 Banting diet와 유사하나 자연 그대로의 식품 섭취를 강조하며, 과일의 경우 탄수화물임에도

Table 1. Definition of low carbohydrate diet program

Types	Definition
Moderate carbohydrate diet	Carbohydrate, 26-45% of the 2,000 kcal/d diet
Low carbohydrate diet	Carbohydrate, < 130 g/d or < 26% of the 2,000 kcal/d diet
Very low carbohydrate ketogenic diet (VLCKD)	Carbohydrate, 20-50 g/d or < 10% of the 2,000 kcal/d diet

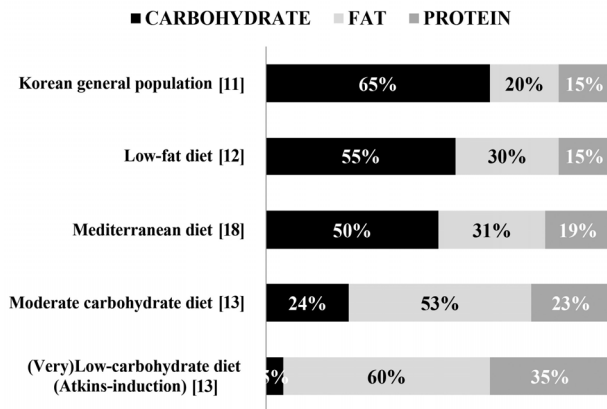


Figure 1. Macronutrient composition according to diet program.

허용되고, 가공 처리된 유제품은 금지하는 차이가 있다[14]. South Beach diet는 당지수가 낮은 탄수화물, 지방질이 적은 단백질(lean protein), 불포화 지방산 섭취로 각 영양소별로 제한을 두었다[15]. 한 가지 주목할 점은 대부분의 저탄수화물식이에서 탄수화물 대신 섭취하는 지방과 단백질의 종류를 제한하고 있다는 것이다. 견과류, 유제품, 올리브 오일, 코코넛 오일, 아보카도 같은 식물성 지방을 주로 섭취하고, 계란, 생선, 비가공 육류 등의 단백질 공급원을 추천한다. 또한 소량의 탄수화물 식품은 풍부한 양의 녹색잎 채소, 베리 종류의 채소를 많이 섭취할 것을 권장한다[16].

저탄수화물-고지방식사와 체중 감소

많은 선행 연구에서 저탄수화물 식이요법은 다른 식이요법과 비교하여 체중 감소에 효과적이었다. 더욱이 저탄수화물식은 저지방식보다 6-12개월 이내 체중 감소 효과는 매우 우수하였다[17,18]. 중등도 비만 환자들 322명을 대상으로 칼로리가 제한되지 않은 초저탄수화물 식이요법, 칼로리가 제한된 지중해식 식이와 칼로리 제한된 고탄수화물-저지방 식단의 2년간 체중 감소량을 비교한 무작위 대조군 연구에서 초저탄수화물식사와 지중해 식이요법이 저지방식보다 체중 감소량이 많았다[18]. 칼로리 섭취를 제한하지 않은 초저탄수화물식이 체중 감소를 유도하는 기전은 아직 명확하지 않으나 아래와 같이 다양한 가설이 제시되고 있다. 첫째, 저탄수화물-고지방식은 인슐린 분비 저하로 인한 체내 지방 저장 과정의 저하와 지방 분해 억제 기전[19,20], 둘째, 증가된 단백질 섭취 비율이 포만감을 높여, 총 칼로리 섭

취 감소를 유도하여 체중 감소를 유도하는 것으로 추정된다. 대부분의 임상 연구에서 초저탄수화물식이의 경우 단백질 및 지방의 섭취를 제한하지 않으나 총 에너지 섭취량의 감소가 관찰되었다. 또한 저탄수화물식은 혈당 상승을 안정화하고, 동시에 인슐린 분비의 오르내림 폭을 완화시켜 당뇨 질환에 도움을 준다고 알려져 있다. 저탄수화물 식단은 체중 감량과 상관없이 혈당 조절을 향상시킨다[21]. 그러나 2년 이상의 초저탄수화물-고지방 식이요법의 장기간의 임상 자료는 부족하다.

저탄수화물-고지방식사와 지질대사

선행 연구들과 메타분석 연구에서 저탄수화물-고지방 식이요법은 혈중 중성지방 감소와 고밀도 콜레스테롤 수치를 높인다고 알려져 있다[17]. 중성지방의 감소와 고밀도 콜레스테롤의 증가는 심혈관계 질환 위험 요인 감소에 중요한 지표로 알려져 있다. 그러나 이러한 연구 결과는 대부분 단기간의 소수의 대상자를 대상으로 진행된 연구 결과로 대규모 집단을 대상으로 장기간의 저탄수화물식이 연구에 근거한 근거수준이 높은 연구 결과는 매우 부족하다. 더 중요한 부분은 저탄수화물식이 혈중 중성지방 감소와 고밀도 콜레스테롤 수치를 높여 궁극적으로 심혈관계 질환 및 사망률을 낮출 수 있는 지에 대한 임상 자료가 매우 부족하다는 것이다. 주목할 것은 대부분의 연구 결과에서 저탄수화물-고지방식은 혈중 콜레스테롤 농도를 높였다. 그러나 저탄수화물식이 저밀도 콜레스테롤 농도에 미치는 영향은 다소 다양하게 보고되고 있다. 일부 연구에서 콜레스테롤의 농도가 심혈관계 질환 사망과 연관이 없다는 연구 결과도 있으나 [22,23], 국내에서 18개 기관 건강검진을 받은 남녀 430,920명을 대상으로 10년간 심뇌혈관 질환 발생 및 위험 인자에 대해 추적 관찰한 Korean Heart Study (KHS) 연구에서 심뇌혈관계 질환 발생에 고혈압과 이상지질혈증은 독립적인 위험 인자였다. 특히 이상지질혈증은 뇌혈관 질환보다 관상동맥 질환 발생 위험을 의미 있게 높였다[24]. 저탄수화물식에 의하여 증가된 콜레스테롤과 저밀도 콜레스테롤 농도에 대한 장기적인 영향에 대한 주의 깊은 판단이 필요하다. 또한 저탄수화물-고지방 식단에서 중성지방의 감소 및 고밀도 콜레스테롤 농도의 증가는 탄수화물 제한 식이보다는 체중 감소와 더 높은 연관성이 있다는 연구가 있다[25].

‘저탄수화물-고지방식이’와 ‘저탄수화물-고단백식이’

기존에 보고된 저탄수화물식이와 연관된 연구 결과를 살펴보면, 연구마다 탄수화물의 섭취량과 지방 섭취량과 섭취하는 지방의 종류가 매우 다양하여 해석에 주의가 필요하다. Atkins diet의 경우 상대적으로 다른 초저탄수화물식이보다 단백질의 섭취량이 많으며(단백질 섭취 비율: 30-40%), Banting diet는 지방의 섭취량이 상대적으로 많았다(지방 섭취 비율: ~70%). Paelo diet는 지방 섭취량은 많으나 자연 그대로의 식품 섭취를 강조하며, 과일의 경우 탄수화물임에도 허용되고, 가공 처리된 유제품은 금지하는 차이가 있다. 일부 연구자들은 탄수화물 제한에 의한 칼로리의 대체는 지방이 아닌 단백질로 보충하는 것이 이롭다는 것을 설명하고 있다[26]. 그러나 단백질 섭취량을 과다하게 증가시키는 것은 신장 질환과 심혈관계 질환의 위험을 높이는 것으로 알려져 있다[27]. Atkins diet는 탄수화물 섭취량을 극단적으로 제한하고 단백질과 지방 섭취를 제한하지 않으며, 배부르면 그만 먹으라는 규칙을 세웠으며, 배부를 때까지 먹는 것을 허용하였다. Atkins는 지방의 종류로 가공되지 않은 다양한 종류의 가공되지 않은 고기, 생선, 식물성 지방의 음식들을 추천하였는데, 사람들은 유독 붉은 살코기의 동물성 지방 위주의 식단을 사용하여 단순히 고기를 무한정 먹을 수 있는 이른바 ‘황제 다이어트’로 생각하였다. 이러한 결과로 인하여 Atkins diet의 경우 많은 연구에서 신장 질환과 심혈관계 위험이 높았다. 또한 같은 양의 지방을 섭취하는 경우라도 지방의 종류가 포화지방산/불포화지방산인지 또는 트랜스지방의 비율에 따라 심혈관계 질환 및 대사지표에 미치는 영향은 매우 다르다. 그러므로 지방의 양보다는 섭취하는 지방의 종류와 질에 대한 고려가 필요하다.

지방의 역할

일부에서는 기존의 학설과 달리, 포화지방이 심혈관계 질환의 위험도 상승과 관련이 없다는 메타분석 논문을 근거로 고지방식이의 안전성을 설명하기도 한다[22,23]. 그러나 보다 많은 근거수준이 높은 연구에서 포화지방산과 트랜스지방의 과다섭취는 심혈관계 질환 및 사망률을 높인다는 연구 결과가 보고되고 있다[28]. 또한 고지방식이의 잠재적 위험성은 심혈관계 질환의 위험도를 높이는 것 이외에 다른 만성 질환의 위험도를 높이는 것으로 알려져 있다. 22개의 논문이

포함된 지방 섭취와 위암의 관계에 대한 메타분석 연구에서는 포화지방 섭취의 증가는 위암 발생과 양의 상관관계를 보이는데 비해, 불포화지방의 섭취는 음의 상관관계를 보였다[29]. 다른 메타분석에서 총 지방 섭취가 10% kcal 상승할수록 자궁내막암의 위험도가 5% 상승하며 10 g/1,000 kcal의 포화지방 섭취 당 위험도가 17% 상승한다고 보고하였다[30]. 지방 섭취와 난소암의 관계에 대한 연구에서는 총 지방, 포화지방, 트랜스지방의 섭취가 난소암의 발병률을 높였다[31]. 지방 섭취와 대장항문암의 연관성을 비교한 연구에서는 남성에서 포화지방 섭취율이 높을수록 위험도가 증가하였다[32]. 이외에도 논란이 있으나 포화지방산의 섭취와 유방암, 전립선암, 췌장암 등과의 연관성이 보고되고 있다[29-31].

비알코올지방간질환과 저탄수화물-고지방식이

저탄수화물-고지방식이가 체중 감소, 지질대사 및 인슐린 저항성에 미치는 영향에 대하여 많은 연구가 진행된 것에 비하여, 간내 지방량 및 지방간염에 미치는 영향에 대하여 연구된 바는 매우 제한적이다. 10명의 건강한 대학생을 대상으로 같은 칼로리의 고지방식이를 4일간 시행한 경우 간내 지방량은 두 배로 증가하였다[33]. 다른 연구에서도 지방의 섭취 비율을 16%, 56%로 나누어 2주간 같은 칼로리를 유지하였을 지방의 양이 늘어날수록 간내 지방의 양이 증가하였으나 혈중 지방농도 및 피하지방에는 차이가 없었다[34]. 그러나 지방 섭취가 지방간 발생에 영향을 미치는 것은 지방의 종류에 따라 다소 다르게 나타나고 있다. 불포화지방산의 섭취는 간내 지방량을 감소시키지만[35,36], 포화지방산의 섭취는 일관되게 지방간 발생과 높은 연관성을 보였다[37]. 또한 기저 질환 없는 젊은 남성에게 포화지방이 많은 팜유를 먹게 한 뒤 자기공명분광법(magnetic resonance spectroscopy)과 인슐린 저항성의 변화를 분석하였으며, 포화지방을 섭취하게 되면 전신, 간, 지방세포의 인슐린 민감성이 각각 25%, 15%, 34% 감소하였으며, 간내 중성지방이 35% 증가, 간의 포도당 생산은 70%까지 증가시켜 인슐린 저항성이 발생하는 과정을 관찰할 수 있었다[37]. 이와는 반대로 불포화지방산(오메가-3)은 간내 지방량을 감소시킬 수 있는 것으로 알려져 있다[38].

현재까지 비알코올지방간질환에서 저탄수화물식이, 저지방식이 및 지중해식이의 효과를 비교한 무작위 대조군 연구는 3개가 존재한다[38-40]. 이 중 저지방식이와 저탄수화물식

이의 효능을 비교한 연구가 2개[38,39], 저지방식이와 지중해 식이를 비교한 연구가 한 개 존재한다[40]. 저지방식이와 저탄수화물 식이를 같은 칼로리로 제공을 하였을 때, 양쪽 칼로리 제한식이 모두 간내 지방량 감소에 효과적이었으며, 양군의 차이를 보이지 않았다. 그러나 170명의 비만한 사람을 대상으로 6개월간 저지방식이와 지중해식이를 6개월간 시행하였을 때, 지중해식이를 적용한 군에서 간내 지방량 및 간내 인슐린 저항성의 개선을 유도하였다[40]. 간내 지방량을 감소시키고 간내 인슐린 저항성을 개선하는데 지중해식 식이가 좋은 효과를 보이고 있으며 저탄수화물식이와 저지방식은 같은 칼로리를 제공하였을 때, 차이가 없었다. 결론적으로 비알코올지방간질환에 있어 지방과 탄수화물, 단백질의 비율보다는 칼로리 자체를 감소시키는 것이 중요하며, 지중해식에서 강조하는 불포화지방산의 섭취가 간내 지방량 감소 및 간내 인슐린 저항성 개선에 도움을 줄 수 있다고 하겠다.

결론

현재까지 많은 연구 결과에서 저탄수화물 식이요법은 다른 잘 알려진 식이요법에 비해 체중 감소 효과가 우수한 것으로 보인다. 그러나 이러한 체중 감소의 차이는 대부분 관찰 기간이 1년 미만으로 짧았으며, 저탄수화물 섭취군에서 총 에너지 섭취량이 적었다. 2년 이상의 장기간의 연구에서는 저탄수화물식이와 저지방식이 간에 차이를 보이지 못하였다[18]. 또한 저탄수화물식이에 의한 체중의 감소 및 중성지방 감소 효과는 총 에너지 섭취량 감소에 기인하는 것으로 보인다. 저탄수화물식이와 관련된 연구 결과를 살펴볼 때, 적용된 저탄수화물 식이의 종류(탄수화물 감량 식이, 저탄수화물식이, 초저탄수화물식이)와 장기적인 안전성에 대한 내용을 주의 깊게 살펴 보아야 한다. 아직 초저탄수화물-고지방식이에 대한 장기간의 안전성 자료에 대한 것이 거의 없는 현실에서 사려 깊은 판단이 필요하다. 아직까지 비알코올지방간질환에서 가장 이상적인 식사 프로그램에 대하여서는 공통된 권고사항이 없으나 현재까지의 연구 결과를 살펴보면 지중해식 식단이 간내 지방량 감소 및 인슐린 저항성 개선에 도움을 주었다.

더욱이 탄수화물 에너지 섭취비중이 65%를 넘는 한국인에서 탄수화물 섭취량을 25% 미만으로 낮추는 저탄수화물 식이가 지속 가능한 지에 대한 고려가 필요하다. 한국식 식단의 탄수화물 비율은 65% 가량으로 초고탄수화물 저지방 식단으로 미국 심장협회(American Heart Association)에서 규

정하는 고탄수화물-저지방식이(탄수화물 섭취 비율 > 55%)에 해당되며, 현재 식습관에서 탄수화물 섭취 비율을 10% 가량을 낮추어도 저탄수화물식이(탄수화물 섭취 비율 < 26%)가 아닌 저지방식이(탄수화물 섭취 비율 < 55%)에 해당한다고 하겠다.

탄수화물을 줄이는 것에 대한 많은 긍정적인 효과가 있는 것은 주지의 사실이다. 그러나 극단적인 탄수화물 섭취량 감소에 따른 질이 좋지 않은 포화지방산, 트랜스지방의 섭취 증가는 경계하여야 할 내용이며, 극단적인 초저탄수화물식에 대한 장기 안전성에 대한 근거수준이 높은 자료의 확보가 중요하다고 하겠다.

중심 단어: 탄수화물; 지방; 식이요법; 비알코올지방간질환; 영양분

REFERENCES

1. Jeong EH, Jun DW, Cho YK, et al. Regional prevalence of non-alcoholic fatty liver disease in Seoul and Gyeonggi-do, Korea. *Clin Mol Hepatol* 2013;19:266-272.
2. Korean Association for the Study of the Liver (KASL). KASL clinical practice guidelines: management of nonalcoholic fatty liver disease. *Clin Mol Hepatol* 2013;19:325-348.
3. Mitchell GA, Kassovska-Bratinova S, Boukaftane Y, et al. Medical aspects of ketone body metabolism. *Clin Invest Med* 1995;18:193-216.
4. Banting W. Letter on corpulence addressed to the public. 3rd ed. San Francisco: A. Roman & Co., 1865:1-64.
5. Osler W. The principles and practice of medicine. New York: D. Appleton and Company, 1978:2-1079.
6. Atkins RC. Dr Atkins diet revolution. 1st ed. New York: David McKay Company, 1972:1-310.
7. Sinha SR, Kossoff EH. The ketogenic diet. *Neurologist* 2005;11:161-170.
8. Kapelner A, Vorsanger M. Starvation of cancer via induced ketogenesis and severe hypoglycemia. *Med Hypotheses* 2015;84:162-168.
9. Paoli A, Rubini A, Volek JS, Grimaldi KA. Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. *Eur J Clin Nutr* 2013;67:789-796.
10. Accurso A, Bernstein RK, Dahlqvist A, et al. Dietary carbohydrate restriction in type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome: time for a critical appraisal. *Nutr Metab (Lond)* 2008;5:9.
11. Ministry of Health and Welfare (KR). The Korean Nutrition Society. Dietary reference intakes for Koreans 2015. Sejong: Ministry of Health and Welfare, 2016.

12. Astrup A, Meinert Larsen T, Harper A. Atkins and other low-carbohydrate diets: hoax or an effective tool for weight loss? *Lancet* 2004;364:897-899.
13. Last AR, Wilson SA. Low-carbohydrate diets. *Am Fam Physician* 2006;73:1942-1948.
14. Yang J, Farioli A, Korre M, Kales SN. Dietary preferences and nutritional information needs among career firefighters in the United States. *Glob Adv Health Med* 2015;4:16-23.
15. Agatston A. *The South Beach Diet*. New York: St. Martin's Press, 2005.
16. Noakes TD, Windt J. Evidence that supports the prescription of low-carbohydrate high-fat diets: a narrative review. *Br J Sports Med* 2017;51:133-139.
17. Nordmann AJ, Nordmann A, Briel M, et al. Effects of low-carbohydrate vs low-fat diets on weight loss and cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Intern Med* 2006;166:285-293.
18. Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, et al. Weight loss with a low-carbohydrate, Mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359:229-241.
19. Sumithran P, Proietto J. Ketogenic diets for weight loss: a review of their principles, safety and efficacy. *Obes Res Clin Pract* 2008;2:I-II.
20. Hite AH, Berkowitz VG, Berkowitz K. Low-carbohydrate diet review: shifting the paradigm. *Nutr Clin Pract* 2011;26:300-308.
21. Gannon MC, Nuttall FQ. Control of blood glucose in type 2 diabetes without weight loss by modification of diet composition. *Nutr Metab (Lond)* 2006;3:16.
22. Chowdhury R, Warnakula S, Kunutsor S, et al. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2014;160:398-406.
23. Siri-Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 2010;91:535-546.
24. Jee SH, Jang Y, Oh DJ, et al. A coronary heart disease prediction model: the Korean Heart Study. *BMJ Open* 2014;4:e005025.
25. Gardner CD, Kiazand A, Alhassan S, et al. Comparison of the Atkins, Zone, Ornish, and LEARN diets for change in weight and related risk factors among overweight premenopausal women: the A TO Z Weight Loss Study: a randomized trial. *JAMA* 2007;297:969-977.
26. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutrition* 2015;31:1-13.
27. 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. *Nutr Rev* 2002;60(7 Pt 1):189-200.
28. Wang DD, Li Y, Chiuve SE, et al. Association of specific dietary fats with total and cause-specific mortality. *JAMA Intern Med* 2016;176:1134-1145.
29. Han J, Jiang Y, Liu X, et al. Dietary fat intake and risk of gastric cancer: a meta-analysis of observational studies. *PLoS One* 2015;10:e0138580.
30. Zhao J, Lyu C, Gao J, et al. Dietary fat intake and endometrial cancer risk: a dose response meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2016;95:e4121.
31. Qiu W, Lu H, Qi Y, Wang X. Dietary fat intake and ovarian cancer risk: a meta-analysis of epidemiological studies. *Oncotarget* 2016;7:37390-37406.
32. Kim J, Oh SW, Kim YS, et al. Association between dietary fat intake and colorectal adenoma in Korean adults: a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore)* 2017;96:e5759.
33. Bortolotti M, Kreis R, Debard C, et al. High protein intake reduces intrahepatocellular lipid deposition in humans. *Am J Clin Nutr* 2009;90:1002-1010.
34. Westerbacka J, Lammi K, Häkkinen AM, et al. Dietary fat content modifies liver fat in overweight nondiabetic subjects. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:2804-2809.
35. Bozzetto L, Prinster A, Annuzzi G, et al. Liver fat is reduced by an isoenergetic MUFA diet in a controlled randomized study in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2012;35:1429-1435.
36. Bjermo H, Iggman D, Kullberg J, et al. Effects of n-6 PUFAs compared with SFAs on liver fat, lipoproteins, and inflammation in abdominal obesity: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2012;95:1003-1012.
37. Yki-Järvinen H. Nutritional modulation of non-alcoholic fatty liver disease and insulin resistance. *Nutrients* 2015;7:9127-9138.
38. de Luis DA, Aller R, Izaola O, Gonzalez Sagrado M, Conde R. Effect of two different hypocaloric diets in transaminases and insulin resistance in nonalcoholic fatty liver disease and obese patients. *Nutr Hosp* 2010;25:730-735.
39. Haufe S, Engeli S, Kast P, et al. Randomized comparison of reduced fat and reduced carbohydrate hypocaloric diets on intrahepatic fat in overweight and obese human subjects. *Hepatology* 2011;53:1504-1514.
40. Ryan MC, Itsiopoulos C, Thodis T, et al. The mediterranean diet improves hepatic steatosis and insulin sensitivity in individuals with non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol* 2013;59:138-143.