

# 저탄수화물 식사의 효과와 안전성

조영규 · 강재현 | 인제대학교 의과대학 서울백병원 가정의학과

## Effectiveness and safety of low-carbohydrate diets

Young-Gyu Cho, MD · Jae-Heon Kang, MD

Department of Family Medicine, Seoul Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

With the recent assertions made by certain Korean media that low-carbohydrate, high-fat diets are panaceas for weight reduction and health improvement, such diets have been in the public spotlight. Medical and nutrition professionals have claimed that the inordinate popularity of low-carbohydrate, high-fat diets may pose a significant threat to public health. The aim of this review was to explore the latest evidence on the effectiveness and safety of low-carbohydrate diets. Recent clinical trials have shown that low-carbohydrate diets result in favorable changes in body weight and biochemical cardiovascular risk factors. However, the safety of low-carbohydrate diets remains inconclusive in the long term. Although the latest guidelines for the management of obesity recommend obese adults to use low-carbohydrate diets as an alternative dietary approach to achieve weight loss depending on each patient's dietary habits and medical status, such diets cannot currently be recommended as a strategy for health promotion among the general population due to long-term safety concerns. The results of cohort studies in Japan that have shown moderate diets lower in carbohydrates to be associated with decreased risks of cardiovascular mortality, total mortality, and type 2 diabetes in Japanese women, suggest that a low-glycemic load diet might be an optimal dietary approach for Korean obese adults with insulin resistance.

**Key Words:** Diet, carbohydrate-restricted; Diet, high-fat; Obesity; Weight loss; Safety

### 서론

비만 식사는 열량 섭취를 제한하여 체내 에너지 결핍 상태를 유도하는 것으로 부족한 에너지는 체지방 소모를 통해 공급함으로써 체지방량을 감소시킨다[1,2]. 에너지밀도가 높은 고지방 식사는 비만과 심혈관질환 위험을 높이는 것으로 받아들여져 가장 적절한 비만 식사의 방법으로 열량 제한, 저지방 식사가 권고되었다[3]. 그러나 1970년대 이후 미국

에서 지방의 섭취 비율은 계속 감소되었으나, 비만 유병률은 지속적으로 증가하여 고지방 식사가 체지방 증가의 위험요인인지에 대한 의문이 제기되었다[4,5]. 같은 기간 동안 정제 탄수화물의 섭취는 상대적으로 증가하여 고탄수화물 섭취가 비만 유병률 증가의 원인으로 주목받기 시작하면서 저탄수화물 식사에 대한 관심이 증가하였다[6,7].

최근 10여 년 동안 저지방 식사, 저탄수화물 식사, 고단백 식사, 지중해식 식사, 저당지수 식사 등 다량영양소의 조성이나 질을 다르게 한 다양한 식사의 방법들의 체중과 심혈관 위험요인들에 대한 효과를 분석한 수십 편의 임상시험 결과와 이들을 종합한 여러 편의 메타분석 결과가 보고되었다[8]. 연구 결과들을 종합하면, 식사의 방법 간에 장기적인 체중감량 효과는 큰 차이 없었으며, 식사의 방법의 종류보다 치료순응도가 체중감량에 더 큰 영향을 미쳤다[9]. 최근에 발표된 비만 치료지침들에서는 이러한 연구결과들을 받아들여 저지방 식

Received: November 11, 2016 Accepted: November 29, 2016

Corresponding author: Jae-Heon Kang  
E-mail: jhkang@paik.ac.kr

© Korean Medical Association

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.

사 이외에도 저탄수화물 식사를 비롯한 다양한 식사요법을 개인의 특성과 의학적 상태에 따라 비만 식사치료로 개별화하여 선택할 수 있도록 허용하였다[1,10].

최근 한국의 일부 신문과 방송에서 저탄수화물, 고지방 식사를 체중감량과 건강개선을 위한 새로운 비책인 것처럼 소개한 이후에 버터 품귀 현상과 삼겹살 소비 증가가 나타날 정도로 저탄수화물, 고지방 식사가 유행처럼 번지고 있다. 이에 대해 여러 전문 학술단체에서는 극단적인 저탄수화물, 고지방 식사의 무분별한 유행은 국민건강에 심각한 위협을 초래할 수 있다며 우려를 표하였다[11]. 저탄수화물 식사는 체중감량 및 심혈관 위험인자의 개선효과는 있으나, 장기적인 안전성에 대해서는 의문이 제기되고 있어서 현재로서는 일반 국민들에게 건강증진을 위한 식사법으로 권장되기는 어렵다. 이에 본 저자들은 최근 연구결과들을 중심으로 우리나라에서 논란이 되고 있는 저탄수화물 식사의 효과와 안전성에 대해 알아보하고자 하였다.

## 저탄수화물 식사의 작용기전

저탄수화물 식사는 탄수화물 섭취량을 하루 130 g 이내(섭취열량의 26% 이내)로 제한하는 식사요법으로 대표적인 저탄수화물 식사요법으로는 Atkins diet가 있다[12]. Atkins diet에서는 케톤증 유도를 위해 초기 2주 동안 탄수화물 섭취량을 하루 20 g 이내로 제한하고, 이후에는 체중감량이 지속되는 범위 내에서 탄수화물 섭취량을 서서히 증가시킨다. 개인에 따라 차이가 크지만, 케톤증은 일반적으로 탄수화물을 하루 50 g 이내로 섭취할 때 발생한다. 지방과 단백질 섭취는 제한 없이 허용되므로, 지방과 단백질 섭취비율은 상대적으로 증가한다.

저탄수화물 식사는 여러 다양한 기전이 복합적으로 작용하여 체중감량 효과를 유발한다. 탄수화물 섭취가 제한되면 신체는 간과 근육에 저장되어 있는 글리코겐을 혈당 유지를 위해 우선 사용한다. 탄수화물 섭취가 48시간 이상 제한되어 대부분의 글리코겐이 고갈되면 에너지 생산을 위해 지방 산화가 증가한다. 탄수화물 섭취 부족으로 인슐린 분비가 감

소되면 지방세포의 지방분해가 증가되어 유리지방산 분비가 증가하고, 증가된 유리지방산은 간에서 불완전 산화되어 acetoacetate,  $\beta$ -hydroxybutyric acid, acetone 등의 케톤체가 생성된다. 이렇게 생성된 케톤체는 뇌와 심장 등 미토콘드리아를 함유하고 있는 조직에서 에너지원으로 사용된다[13].

저탄수화물 식사 초기의 빠른 체중감량 효과는 글리코겐 분해와 케톤체의 이뇨효과에 의한 체수분 감소에 의해 일부 설명된다. 탄수화물 섭취를 제한하면 간과 근육의 글리코겐이 고갈되는데, 글리코겐 1 g은 수분 2-4 g과 결합되어 저장되어 있다. 그리고 신장으로 여과된 케톤체는 나트륨과 수분 배설을 증가시킨다. 체내 글리코겐이 모두 고갈되면 저탄수화물 식사 초기에 약 1-2 kg의 체중이 감소된다[14].

저탄수화물 식사를 시작하면 상대적으로 단백질 섭취가 증가한다. 단백질 섭취가 증가하면 열 발생이 증가하여 에너지 소비를 증가시키고, 식후 포만감이 증가하여 열량섭취를 감소시킨다[15]. 단백질은 탄수화물에 비해 식이성 열 발생이 많다. 탄수화물은 섭취한 열량의 5-15%만 체내 발열반응으로 소모되는데 반해, 단백질은 섭취한 열량의 20-35%를 체내 발열반응으로 소모한다[16]. 저탄수화물 식사에서 열량 섭취를 제한하지 않아도 자발적으로 식사량이 감소되는 것은 단백질 섭취 증가에 따른 식후 포만감 증가 외에도 혈중 케톤체에 의한 식욕 억제 효과와 선택할 수 있는 음식 종류의 감소로 인한 효과가 함께 작용한 결과이다[13].

## 저탄수화물 식사의 효과

2000년대 이후 저탄수화물 식사의 체중감량 효과를 분석한 수십 편의 임상시험 결과와 이들을 종합한 여러 편의 메타분석 결과가 보고되었다. 이러한 임상시험들은 저탄수화물 식사가 저지방 식사와 최소 같은 수준 이상의 체중감량 효과가 있음을 일관되게 보여준다. 최근 Johnston 등[8]은 체질량지수  $25 \text{ kg/m}^2$  이상인 성인을 대상으로 다량영양소의 조성을 다르게 한 다양한 비만 식사 프로그램의 체중감량 효과를 평가한 48편의 무작위대조연구(총 대상자 7,286명)를 종합한 메타분석 결과를 보고하였다. 저탄수화물 식사

(탄수화물  $\leq 40\%$ )의 체중감량 효과는 6개월 후 8.73 kg (95% 신뢰구간 7.27–10.20 kg), 12개월 후 7.25 kg (95% 신뢰구간 5.33–9.25 kg)으로 저지방 식사의 체중감량 효과 (6개월 후 7.99 kg, 95% 신뢰구간 6.01–9.92 kg; 12개월 후 7.27 kg, 95% 신뢰구간 5.26–9.34 kg)와 유의한 차이가 없었다. Bueno 등[17]은 체질량지수  $27.5 \text{ kg/m}^2$  이상인 성인을 대상으로 탄수화물 섭취를 더욱 엄격하게 제한하는 초저탄수화물 케톤생성 식사(탄수화물  $<50 \text{ g/day}$  또는 10%)와 저지방 식사의 체중감량 효과를 12개월 이상 추적하여 비교한 13편의 무작위대조연구(총 대상자 1,577 명)를 종합하여 메타분석을 시행하였다. 분석결과, 초저탄수화물 케톤생성 식사는 저지방 식사에 비해 평균 0.91 kg (95% 신뢰구간 0.17–1.65 kg) 더 큰 체중감량 효과가 있었다.

Foster 등[18]은 포괄적인 행동치료와 병합하여 시행한 저탄수화물 식사와 저지방 식사의 체중감량 효과를 비교하였다. 저탄수화물 식사 군은 12개월 후 10.87 kg (95% 신뢰구간 9.67–12.10 kg), 24개월 후 6.34 kg (95% 신뢰구간 4.63–8.06 kg), 저지방 식사 군은 12개월 후 10.81 kg (95% 신뢰구간 9.28–12.40 kg), 24개월 후 7.37 kg (95% 신뢰구간 5.63–9.10 kg)의 체중이 감소하여, 양군 간 감량된 체중의 유의한 차이는 없었다. 행동치료와 병합하였을 때 저탄수화물 식사와 저지방 식사 모두 장기적으로 성공적인 체중감량 효과가 있었는데, 이는 행동치료를 통해 각 식사요법의 치료순응도가 개선되었기 때문으로 생각된다. Dansinger 등[9]은 4가지 비만 식사 프로그램(Atkins diet, Ornish diet, Weight Watchers diet, Zone diet)의 체중감량 효과를 비교하였는데, 그들은 체중감량 효과가 식사 프로그램 종류가 아닌 치료순응도와 관련이 있었다고 보고하였다.

저탄수화물 식사를 하면 일반적으로 포화지방을 비롯한 식이지방의 섭취가 증가하므로 혈중 지질을 비롯한 심혈관 위험인자가 악화될 수 있다는 우려가 있었다. 그러나 대부분의 임상시험들은 저탄수화물 식사가 많은 심혈관 위험인자들을 오히려 개선시킴을 일관되게 보여주었다. Santos 등[19]은 저탄수화물 식사의 심혈관 위험인자에 대한 효과를 3개월 이상 추적하여 평가한 17편의 무작위 임상시험(총 대상자 1,141명)을 종합하여 메타분석을 시행하였다. 저탄수화물 식

사는 수축기 혈압(−4.81 mmHg, 95% 신뢰구간 −5.23–−4.29 mmHg), 이완기 혈압(−3.10 mmHg, 95% 신뢰구간 −3.45–−2.74 mmHg), 공복 혈당(−1.05 mg/dL, 95% 신뢰구간 −1.67–−0.44 mg/dL), 당화 혈색소(−0.21%, 95% 신뢰구간 −0.24–−0.18%), 인슐린(−2.24  $\mu\text{IU/mL}$ , 95% 신뢰구간 −2.65–−1.82  $\mu\text{IU/mL}$ ), 중성지방(29.71 mg/dL, 95% 신뢰구간 −31.99–−27.44)의 유의한 감소 및 고밀도 지단백(high-density lipoprotein, HDL) 콜레스테롤(1.73 mg/dL, 95% 신뢰구간 1.44–2.01 mg/dL)의 유의한 증가와 관련이 있었다. 저밀도 지단백(low-density lipoprotein, LDL) 콜레스테롤(−0.48 mg/dL, 95% 신뢰구간 −1.53–0.57)의 유의한 변화는 발견되지 않았다.

저탄수화물 식사와 저지방 식사의 대사 위험인자에 대한 효과를 비교한 Hu 등[20]의 메타분석에 의하면, 저지방 식사 군에 비해 저탄수화물 식사군에서 중성지방(−14.0 mg/dL, 95% 신뢰구간 −19.4–−8.7 mg/dL)은 더 크게 감소하고 HDL 콜레스테롤(3.3 mg/dL, 95% 신뢰구간 1.9–4.7 mg/dL)은 더 크게 증가하였다. 이에 반해 LDL 콜레스테롤(3.3 mg/dL, 95% 신뢰구간 1.0–6.4 mg/dL)의 감소는 저탄수화물 식사군에서 더 작았으며, 이외 다른 대사 위험인자(수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복 혈당, 인슐린) 변화의 유의한 차이는 양군 간에 발견되지 않았다. 저탄수화물 식사의 혈중지질에 대한 효과를 평가한 대부분의 임상시험에서 저탄수화물 식사가 LDL 콜레스테롤을 증가시키지 않았음에도 불구하고, 저탄수화물 식사가 포화지방 섭취 증가를 동반하는 경우가 많아서 포화지방 섭취 증가로 인한 LDL 콜레스테롤 증가에 대해 흔히 염려한다. 그러나, 포화지방은 동맥경화 진행과 관련이 큰 작고 치밀한 LDL이 아닌 크고 영성한 LDL을 주로 증가시키므로, 저탄수화물 식사가 심혈관질환 위험에 미치는 영향을 평가할 때에는 LDL 입자 크기를 함께 고려해야 한다[21].

## 저탄수화물 식사의 안전성

저탄수화물 식사에서 자주 보고되는 초기 부작용으로는

탈수, 어지럼증, 두통, 피로, 근경련, 구취, 변비, 설사, 구역감, 피부발진, 저혈당, 혈중요산 증가, 요로결석, 미세영양소 결핍 등이 있다[13,22]. 이러한 증상은 탄수화물 섭취제한에 따른 케톤증의 발생과 과일, 채소, 전곡류의 섭취감소와 관련이 있다. 저탄수화물 식사 초기 부작용은 대부분 일시적이며 보존적 치료로 개선 가능하다. 많은 임상시험들에서 저탄수화물 식사의 체중감량 및 전통적인 심혈관 위험인자 개선 효과가 일관되게 관찰되나, 저탄수화물 식사가 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 이환과 사망에 미치는 장기적인 영향에 대해서는 아직 명확한 결론을 내릴 수 없다.

Wycherley 등[23]은 49명의 과체중 성인을 대상으로 저탄수화물, 고포화지방 식사와 고탄수화물, 저지방 식사가 12개월 후 혈관 내피세포 기능에 미치는 효과를 비교하였다. 상완동맥 혈류매개확장이 저지방 식사군( $-0.3 \pm 0.6\%$ )에서는 변화가 없었으나, 저탄수화물 식사군( $-2.1 \pm 0.6\%$ )에서는 유의하게 감소하였다. 상완동맥 혈류매개확장은 혈관 내피세포 기능의 표지자로, 미래 심장사고의 중요한 예측인자 중 하나이다. 그들은 과도한 포화지방 섭취와 과일, 채소 등의 섭취 감소가 내피세포 의존성 혈관확장반응 장애에 기여하였다고 보고하였다. 그러나, Nurses' Health Study (NHS)에 참여한 82,802명의 여성을 20년간 추적한 한 코호트연구에서는 저탄수화물, 고지방, 고단백 식사가 관상동맥 질환 위험증가와 관련이 없으며, 지방과 단백질을 식물성 음식으로 섭취하면 관상동맥질환 위험이 오히려 감소하는 것으로 나타났다[24].

Noto 등[25]은 저탄수화물 식사 점수를 사용하여 저탄수화물 식사가 사망에 미치는 장기적인 영향을 평가한 4편의 코호트연구(총 대상자 272,216명)를 종합한 메타분석 결과를 보고하였다. 저탄수화물 식사 점수가 높은 사람들에게서 전체 사망 위험(병합 상대위험도 1.31, 95% 신뢰구간 1.07–1.59)이 유의하게 증가하였다. NHS와 Health Professionals' Follow-up Study (HPFS) 자료를 이용한 Fung 등[26]의 코호트연구에서는 동물성 음식 중심의 저탄수화물 식사는 전체 사망 및 암으로 인한 사망증가와 관련이 있는 반면, 식물성 음식 중심의 저탄수화물 식사는 전체 사망 및 심혈관질환으로 인한 사망위험 감소와 관련이 있는 것으로

나타나, 지방과 단백질의 급원 음식에 따라 저탄수화물 식사가 사망에 미치는 영향에 차이가 있었다. Nakamura 등[27]은 NIPPON DATA80 자료를 이용하여 탄수화물 섭취 비율이 높은 일본인에서의 저탄수화물 식사가 사망에 미치는 영향을 평가한 코호트연구 결과를 최근 발표하였다. 일본 여성에서는 서양에서의 연구결과와 달리 저탄수화물 식사 점수가 증가할수록 전체 사망 및 심혈관질환으로 인한 사망위험이 감소하였다. 이들의 연구결과를 해석할 때에는 연구 참여자의 탄수화물 섭취 비율을 11개 층으로 나누었을 때, 탄수화물 섭취 비율이 가장 낮은 층의 탄수화물 섭취비율 범위(남성 17.3–53.5%, 여성 18.8–51.6%)조차도 엄격한 의미의 저탄수화물 식사 기준(탄수화물 <26%)에 미치지 못할 정도로 일본인 연구참여자의 탄수화물 섭취 비율이 전체적으로 매우 높다는 점을 고려하여야 한다. 연구참여자들의 특성을 살펴보면, 저탄수화물 식사 점수가 높은 여성들에서 쌀 섭취는 낮은 반면, 과일, 채소, 생선, 어패류, 고기, 달걀의 섭취는 높고, 사회경제적 수준이 더 높았는데, 이러한 연구참여자의 특성 또한 연구결과에 일부 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

Noto 등[28]은 저탄수화물 식사가 제2형 당뇨병 발생에 미치는 영향을 평가한 11편의 코호트연구(총 대상자 440,669명)를 종합하여 메타분석을 시행하였다. 전체적으로는 저탄수화물 식사군과 고탄수화물 식사군 간에 제2형 당뇨병 발생 위험(병합 상대위험도 1.03, 95% 신뢰구간 0.91–1.16)의 유의한 차이가 없었으나, 연구 지역과 성별에 따라 상대위험도 결과에 차이가 있었다. 유럽에서 시행된 연구들의 병합 상대위험도는 1.12(95% 신뢰구간 1.04–1.20)인 반면, 아시아에서 시행된 연구들의 병합 상대위험도는 0.80(95% 신뢰구간 0.70–0.90)이었으며, 남성에서의 병합 상대위험도는 1.24(95% 신뢰구간 1.12–1.36)인 반면, 여성에서의 병합 상대위험도는 0.79(95% 신뢰구간 0.74–0.87)이었다. NHS와 HPFS 자료를 이용한 코호트연구 결과들을 살펴보면, 지방과 단백질의 급원 음식에 따라 저탄수화물 식사가 제2형 당뇨병 발생 위험에 미치는 영향에 차이가 있었는데, 동물성 음식 중심의 저탄수화물 식사는 남성의 제2형 당뇨병 발생 위험 증가와 관련이 있었으나, 식물성 음식 중



심지 저탄수화물 식사는 여성의 제2형 당뇨병 발생 위험 감소와 관련이 있었다[29,30].

## 결론

저탄수화물 식사는 전통적으로 가장 적절한 비만 식사요법으로 권장된 저지방 식사와 최소 같은 수준 이상의 체중감량 효과가 있으며, 이와 함께 혈중지질을 비롯한 여러 심혈관 위험인자들을 효과적으로 개선시키나, 저탄수화물 식사의 장기적인 안전성에 대해서는 아직 명확한 결론을 내릴 수 없다. 최근의 비만 치료지침에서는 저탄수화물 식사를 개인의 특성과 의학적 상태에 따라 개별화하여 비만 치료를 위해 사용할 수 있는 것으로 허용하고 있으나, 장기적인 안전성에 대한 의문이 아직 남아 있으므로 현재로서는 저탄수화물 식사를 일반 국민의 건강증진을 위한 식사법으로 권장하기는 어렵다.

미디어의 건강 정보는 불특정 다수의 대중에게 전달되므로 신문이나 방송에서 저탄수화물 식사의 효과만을 강조하여 소개하면 저탄수화물 식사가 건강에 위해가 되는 사람들조차 저탄수화물 식사를 시도하게 할 수 있다. LDL 콜레스테롤이 상승해 있거나, 신기능이 저하되어 있는 사람들은 저탄수화물 식사가 건강에 도움이 되기보다 오히려 위험을 증가시킬 수 있으며, 인슐린이나 경구 혈당강화제를 투여받고 있는 당뇨병 환자가 저탄수화물 식사를 시작할 경우에는 저혈당 위험에 대한 감시가 필요하다[22]. 저탄수화물 식사를 시작하기 원하는 비만 환자는 저탄수화물 식사가 자신에게 적합한지, 탄수화물 섭취량을 어느 정도 제한해야 하는지, 의학적 감시가 필요한지 등에 대해 비만 전문가와 미리 상의하여야 한다[31].

저탄수화물 식사의 효과가 과도하게 강조되면 일반인들은 모든 탄수화물이 나쁘다는 의미로 잘못 받아들일 수 있다. 그러나 탄수화물이 건강에 미치는 영향은 탄수화물 종류에 따라 다르다. 영양소가 부족한 정제 탄수화물이나 첨가당은 제한되어야 하지만, 식이섬유가 많고, 당지수가 낮은 비전분 채소, 과일, 전곡류를 통한 탄수화물 섭취는 권장되어야 한다. NHS와 HPFS 자료를 이용한 코호트연구 결과들

을 살펴보면, 지방과 단백질을 식물성 식품으로 섭취하면 심혈관질환과 제2형 당뇨병의 이환 및 사망 위험이 감소되었지만, 동물성 식품으로 섭취하면 위험이 오히려 증가되었다[24,26,29,30]. 건강하게 저탄수화물 식사를 실천하기 위해서는 적색육이나 가공육과 같은 동물성 식품보다는 식물성 식품을 단백질과 지방을 섭취하는 것이 추천된다.

안전하고 효과적인 체중감량과 유지를 위해서는 장기적인 치료순응도가 매우 중요하다[9]. 비만 식사치료의 치료순응도를 높이기 위해서는 문화적 전통, 습관, 선호하는 음식, 질병력 등이 고려되어야 한다. 한국인의 탄수화물 섭취 비율이 평균 약 63%로 높다는 점을 고려하면, 탄수화물 섭취량을 하루 130 g 이내(섭취열량의 26% 이내)로 제한하는 엄격한 의미의 저탄수화물 식사를 한국 사람이 장기적으로 실천하는 것은 일반적으로 쉽지 않다. 저탄수화물 식사의 효과와 안전성에 대한 임상시험과 코호트연구는 대부분 서양인을 대상으로 하고 있으나, 최근 한국 사람처럼 탄수화물 섭취 비율이 높은 일본인을 대상으로 탄수화물 섭취 비율이 사망과 제2형 당뇨병의 이환에 미치는 영향을 평가한 코호트연구 결과들이 발표되었다[27,32]. 서양에서의 연구결과와 달리 탄수화물 섭취비율이 상대적으로 낮은 일본 여성에서 전체 사망 및 심혈관질환으로 인한 사망과 제2형 당뇨병 발생 위험이 낮은 것으로 나타났다. 탄수화물 섭취비율이 한국과 비슷한 일본에서의 연구결과를 고려한다면, 탄수화물 섭취 비율을 평소보다 10-20% 줄이고, 탄수화물 급원 식품을 당지수가 낮은 양질의 탄수화물 식품으로 바꾸어 당부하를 줄이는 식사법은 인슐린 저항성이 증가되어 있는 한국의 비만 환자들의 체중감량과 유지를 위해 적절히 활용할 수 있을 것으로 생각된다[33].

**찾아보기말:** 저탄수화물 식사; 고지방 식사; 비만; 체중감소; 안전성

## ORCID

Young-Gyu Cho, <http://orcid.org/0000-0003-1017-8884>

Jae-Heon Kang, <http://orcid.org/0000-0002-5209-0824>

## REFERENCES

- Committee of Clinical Practice Guidelines, Korean Society for the Study of Obesity. 2014 Clinical practice guidelines for obesity. Seoul: Cheongun; 2014.
- Korean Society for the Study of Obesity. Clinical obesity. 3rd ed. Seoul: Korea Medical Book Publishing Company; 2008.
- Executive summary of the clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. *Arch Intern Med* 1998;158:1855-1867.
- Heini AF, Weinsier RL. Divergent trends in obesity and fat intake patterns: the American paradox. *Am J Med* 1997;102:259-264.
- Willett WC, Leibel RL. Dietary fat is not a major determinant of body fat. *Am J Med* 2002;113 Suppl 9B:47S-59S.
- Gross LS, Li L, Ford ES, Liu S. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. *Am J Clin Nutr* 2004;79:774-779.
- Kim SJ, Park HS. Relationship between dietary carbohydrate and body weight. *Korean J Obes* 2003;12:235-244.
- Johnston BC, Kanters S, Bandayrel K, Wu P, Naji F, Siemieniuk RA, Ball GD, Busse JW, Thorlund K, Guyatt G, Jansen JP, Mills EJ. Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis. *JAMA* 2014;312:923-933.
- 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* 2005;293:43-53.
- Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, Hu FB, Hubbard VS, Jakicic JM, Kushner RF, Loria CM, Millen BE, Nonas CA, Pi-Sunyer FX, Stevens J, Stevens VJ, Wadden TA, Wolfe BM, Yanovski SZ, Jordan HS, Kendall KA, Lux LJ, Mentor-Marcel R, Morgan LC, Trisolini MG, 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; Obesity Society. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation* 2014;129(25 Suppl 2):S102-S138.
- Korean Endocrine Society, Korean Diabetes Association, Korean Society for the Study of Obesity, Korean Nutrition Society, Korean Society of Lipidology and Atherosclerosis. Joint statement by five associations of medical and nutrition professionals on the popularity of the low-carbohydrate, high-fat diets [Internet]. Seoul: Korean Nutrition Society; 2016 [cited 2016 Nov 17]. Available from: [http://www.kns.or.kr/common/download.asp?file\\_name=20161026133924022402.pdf&FileDir=Notice](http://www.kns.or.kr/common/download.asp?file_name=20161026133924022402.pdf&FileDir=Notice).
- Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, Bernstein RK, Fine EJ, Westman EC, Accurso A, Frassetto L, Gower BA, McFarlane SI, Nielsen JV, Krarup T, Saslow L, Roth KS, Vernon MC, Volek JS, Wilshire GB, Dahlqvist A, Sundberg R, Childers A, Morrison K, Manninen AH, Dashti HM, Wood RJ, Wortman J, Worm N. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutrition* 2015;31:1-13.
- Adam-Perrot A, Clifton P, Brouns F. Low-carbohydrate diets: nutritional and physiological aspects. *Obes Rev* 2006;7:49-58.
- Malik VS, Hu FB. Popular weight-loss diets: from evidence to practice. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2007;4:34-41.
- Kim EM, Lee JH. Dietary protein and obesity. *Korean J Obes* 2008;17:101-109.
- Halton TL, Hu FB. The effects of high protein diets on thermogenesis, satiety and weight loss: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2004;23:373-385.
- Bueno NB, de Melo IS, de Oliveira SL, da Rocha Ataide T. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr* 2013;110:1178-1187.
- Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, Makris AP, Rosenbaum DL, Brill C, Stein RI, Mohammed BS, Miller B, Rader DJ, Zemel B, Wadden TA, Tenhave T, Newcomb CW, Klein S. Weight and metabolic outcomes after 2 years on a low-carbohydrate versus low-fat diet: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2010;153:147-157.
- Santos FL, Esteves SS, da Costa Pereira A, Yancy WS Jr, Nunes JP. Systematic review and meta-analysis of clinical trials of the effects of low carbohydrate diets on cardiovascular risk factors. *Obes Rev* 2012;13:1048-1066.
- Hu T, Mills KT, Yao L, Demanelis K, Eloustaz M, Yancy WS Jr, Kelly TN, He J, Bazzano LA. Effects of low-carbohydrate diets versus low-fat diets on metabolic risk factors: a meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Am J Epidemiol* 2012;176 Suppl 7:S44-S54.
- Krauss RM, Blanche PJ, Rawlings RS, Fernstrom HS, Williams PT. Separate effects of reduced carbohydrate intake and weight loss on atherogenic dyslipidemia. *Am J Clin Nutr* 2006;83:1025-1031.
- Crowe TC. Safety of low-carbohydrate diets. *Obes Rev* 2005;6:235-245.
- Wycherley TP, Brinkworth GD, Keogh JB, Noakes M, Buckley JD, Clifton PM. Long-term effects of weight loss with a very low carbohydrate and low fat diet on vascular function in overweight and obese patients. *J Intern Med* 2010;267:452-461.
- Halton TL, Willett WC, Liu S, Manson JE, Albert CM, Rexrode K, Hu FB. Low-carbohydrate-diet score and the risk of coronary heart disease in women. *N Engl J Med* 2006;355:1991-2002.
- Noto H, Goto A, Tsujimoto T, Noda M. Low-carbohydrate diets and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *PLoS One* 2013;8:e55030.
- Fung TT, van Dam RM, Hankinson SE, Stampfer M, Willett WC, Hu FB. Low-carbohydrate diets and all-cause and cause-specific mortality: two cohort studies. *Ann Intern Med* 2010;153:289-298.
- Nakamura Y, Okuda N, Okamura T, Kadota A, Miyagawa N, Hayakawa T, Kita Y, Fujiyoshi A, Nagai M, Takashima

- N, Ohkubo T, Miura K, Okayama A, Ueshima H; NIPPON DATA Research Group. Low-carbohydrate diets and cardiovascular and total mortality in Japanese: a 29-year follow-up of NIPPON DATA80. *Br J Nutr* 2014;112:916-924.
28. Noto H, Goto A, Tsujimoto T, Noda M. Long-term low-carbohydrate diets and type 2 diabetes risk: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Gen Fam Med* 2016;17:60-70.
29. Halton TL, Liu S, Manson JE, Hu FB. Low-carbohydrate-diet score and risk of type 2 diabetes in women. *Am J Clin Nutr* 2008;87:339-346.
30. de Koning L, Fung TT, Liao X, Chiuve SE, Rimm EB, Willett WC, Spiegelman D, Hu FB. Low-carbohydrate diet scores and risk of type 2 diabetes in men. *Am J Clin Nutr* 2011;93:844-850.
31. Frigolet ME, Ramos Barragan VE, Tamez Gonzalez M. Low-carbohydrate diets: a matter of love or hate. *Ann Nutr Metab* 2011;58:320-334.
32. Nanri A, Mizoue T, Kurotani K, Goto A, Oba S, Noda M, Sawada N, Tsugane S; Japan Public Health Center-Based Prospective Study Group. Low-carbohydrate diet and type 2 diabetes risk in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-Based Prospective Study. *PLoS One* 2015;10:e0118377.
33. Ezaki O. The optimal dietary fat to carbohydrate ratio to prevent obesity in the Japanese population: a review of the epidemiological, physiological and molecular evidence. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2011;57:383-393.

## Peer Reviewers' Commentary

본 원고는 최근 언론을 통해 큰 이슈가 되었던 저탄수화물 식사의 효과와 안전성에 관한 종설이다. 저탄수화물 식사의 몸무게 감량에 대한 효과에 관한 연구결과들을 잘 정리하였으며, 장기적인 효과와 안전성, 몇몇 취약 환자들에 대한 안정성 문제, 한국 전통 식이와의 큰 차이점 등은 우리나라 국민들에 대한 권장사항으로 제시하기에 문제가 되는 점들을 잘 정리하였다. 그러므로 이 종설은 최근 임상 현장에서 이슈가 되고 있는 저탄수화물 식사의 효과와 안전성에 대해 근거가 잘 정리되어 있는 좋은 지침이 될 것으로 기대된다.

[정리: 편집위원회]