저탄수화물 고지방 다이어트의 효과

김정환*

을지대학교 을지병원 가정의학과

Effects of a Low-carbohydrate, High-fat Diet

Junghwan Kim*

Department of Family Medicine, Eulji Hospital, Eulji University, Seoul, Korea

It appears that a low-carbohydrate high-fat diet is more effective in weight loss than conventional low-fat diets for short-term periods of approximately 6 months. However, for long-term periods of about 1 year or more, the effects of a low-carbohydrate diet are reduced and the difference in weight loss between low-carbohydrate and low-fat diets disappears. A low-carbohydrate diet can lead to low triglycerides and high HDL cholesterol, and may even lead to an increase in LDL cholesterol. The effects of a low-carbohydrate diet on glycemic control are not clear, and there is no effect on blood pressure. A low-carbohydrate diet may lead to cardiovascular disease, and can increase cardiovascular and all-cause mortality.

Key words: Low-carbohydrate diet, High-fat diet, Weight loss, Cardiovascular disease

서 론

최근 체중 감량을 목적으로 고지방 저탄수화물 다이어트에 대한 관심이 커지고 있다. 고지방 저탄수화물 식사요법은 케톤 식사요법으로 알려진 **ketogenic diet**에 근거하고 있다. **Ketogenic diet**는 탄수화물 섭취를 극도로 제한하는 대신 에너지원으로 지방을 섭취하게 하는 방법인데 이는 원래 소아 간질 환자의 **seizure**를 줄이는 치료식으로 개발된 것이다.¹ 이는 뇌의 정상적인 **glucose** 에너지 대사를 억제하고 지방을 산화 시킨 **ketone**체를 에너지원으로 사용하는 식사 방법인데 효과적으로 **seizure**를 줄일 수 있는 것으로 보고하였다. 이러한 **ketogenic diet**와 같은, 탄수화물을 대신하여 지방을 에너지원으로 대체하는 방법은 과거부터 체중감량에도 효과가 있을 것으로 여겨졌다.² 저탄수화물을 근간으로 거대영양소의 비율을 조절하여 식사방법을 바꾸었을 때 체중감량에 효과가 있다고 보고한 **Atkins** 다이어트법이 소개된 이후 체중감량을 목적으로 저탄수화물 다이어트가 대중에게 흔히 이용되고 있으며 이러한 식사 조절 방법의 체중감량 효과를 과학적으로 입증하기 위한 연구들이 많이 있었다. 특히 탄수

화물을 대신하여 에너지원으로 지방을 사용하기 위해 저탄수화물 식사에 고지방 식사를 더하는 방법이 세간에 큰 화제를 모은 바 있다. 하지만 이러한 식사 방법은 극단적인 식단 구성을 통해 건강에 해로울 것이라는 주장이 제기되고 있다. 이에 본 논문에서는 저탄수화물 고지방 다이어트와 관련된 선행 연구들을 고찰하여 저탄수화물 고지방 다이어트의 효과와 문제점을 짚어보고자 한다.

본 론

1. 체중감량 효과

1) 무작위 대조군 연구(Randomized controlled trials)

Samaha 등³은 132명의 18세 이상, 체질량지수 35 kg/m² 이상의 비만 환자를 대상으로 6개월간 진행한 연구에서 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트를 비교한 결과, 저탄수화물 다이어트가 평균 5.8 kg 체중 감량을 이룬데 비해 저지방 다이어트는 1.9 kg의 감량을 이루어 저탄수화물 다이어트가 체중 감량에 더 유리하다는 결과를 보고하였고 저탄수화물 다이어트자 중 14%는 처음 체중의 10% 이상의

*Corresponding author Junghwan Kim <http://orcid.org/0000-0001-8984-2914>
 Department of Family medicine, Eulji hospital, Eulji University College of Medicine,
 68 Hangeulbiseok-ro, Nowon-gu, Seoul 01830, Korea
 Tel +82-2-970-8515 Fax +82-2-970-8370 E-mail twthrib@eulji.ac.kr, 12thrib@hanmail.net

Copyright © 2016 Korean Society for the Study of Obesity

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

체중 감량을 이루었다고 하였다. 하지만 Foster 등⁴은 같이 발간된 논문에서 63명의 성인 비만 환자를 대상으로 1년간 진행한 연구에서 첫 6개월간은 저탄수화물 다이어트(Atkins diet)가 9.7 kg의 감량을, 저지방 다이어트가 5.3 kg의 감량을 이루어 단기적으로는 저탄수화물 다이어트가 체중 감량에 더 효과적인 것으로 보이지만 1년간 연구를 진행했을 때 저탄수화물 다이어트는 7.3 kg, 저지방 다이어트는 4.5 kg의 감량을 보여 통계적으로 큰 차이가 없음을 보고하였다. Yancy 등⁵은 18세 이상 65세 미만의 체질량지수 30-60 kg/m²의 비만 환자 119명을 대상으로 6개월간 진행한 연구에서 저탄수화물 다이어트 그룹이 12 kg, 처음 체중에서 평균 12.9%의 체중 감량을 보이는데 비해 저지방 다이어트 그룹은 6.5 kg, 처음 체중에서 평균 6.5%의 감량을 보이는데 그쳤다고 하였다. Shai 등⁶은 장기적인 효과면에서도 저탄수화물 다이어트의 체중 감량 효과가 저지방 다이어트 보다 더 크다고 하였다. 322명의 중등도 이상의 비만 환자를 대상으로 2년간 진행된 연구에서 저탄수화물 다이어트 군은 4.7 kg의 체중 감량을 보인 반면 저지방 다이어트 군은 2.9 kg의 체중 감량을 보였다. Bazzano 등⁷의 1년간 진행한 연구에서도, 22세부터 75세까지의 체질량지수 30-45 사이의 비만 환자 148명을 대상으로 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트를 1년간 시행하였을 때 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 약 3.5 kg의 체중 감량이 더 일어나고 체지방도 1.5% 정도 더 줄어드는 것으로 보고하였다. 대사 이상을 가지고 있는 비만 환자에서도 비슷한 결과들을 보고 하였다. Keogh 등⁸은 비만과 대사증후군 인자를 한 가지 이상 가지고 있는 성인 117명을 저탄수화물 고포화지방 다이어트 군과 고탄수화물 저포화지방 다이어트 군으로 나누어 8주간 연구를 진행하였는데 8주 후의 결과로는 저탄수화물 고포화지방 다이어트 군이 고탄수화물 저포화지방 다이어트 군에 비해 체중 감량 (7.5 kg vs 6.2 kg), 체질량지수 감소 (0.6 kg/m² vs 0.4 kg/m²)에서 더 좋은 결과를 보인다고 보고하였다. 조절되지 않는 제2형 당뇨병 환자들을 대상으로 한 일본 연구에서는 칼로리 제한 없이 저탄수화물 다이어트를 했을 경우 칼로리를 제한한 다이어트보다 1 kg 정도의 체중 감량이 더 일어나는 것으로 보고하였다.⁹

하지만 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트 간의 체중 감량 차이가 없거나 체지방의 감량에서의 차이가 없다는 결과가 보고된 바도 있다. Sacks 등¹⁰의 연구에서는 30세 이상 70세 미만의 체질량지수 25-40 kg/m²의 비만 환자 811명을 저지방/보통 단백질, 저지방/고단백질, 고지방/보통 단백질, 고지방/고단백질의 4개 군으로 나누어 2년간의 체중 변화를 비교하였다. 이 연구에서는 단백질의 차이 뿐 아니라 고지방 다이어트 군과 저지방 다이어트 군 간에도 체중 감량에는 통계적 의미가 없었다. Foster 등¹¹은 18세 이상 65세 미만의 체질량지수 30-40 kg/m²의 비만 환자 307명을 대상으로 2년간 진행한 연구에서 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트를 시행한 군에서 3개

월 째는 체중 감량의 정도가 저탄수화물에서 더 강하게 일어나지만 6개월에 가면 두 군 모두 약 11%의 체중 감량을 보이다가 서서히 체중이 다시 늘기 시작하여 2년 째는 7%의 체중 감량을 보임으로서 두 군 간에 의미 있는 차이를 보이지 않았다고 하였다. Volek 등¹²의 연구에서는 남녀 간의 차이를 보였는데 저탄수화물 다이어트를 한 군에서 남자에서는 체중과 체지방이 더 크게 감소하지만 여성에서는 두 군 간의 차이가 없는 것으로 보였다. Hall 등¹³의 연구 결과에 의하면 하루 2,400 kcal 정도를 섭취하는 비만 환자 17명을 대상으로 한 달 동안 일상적인 식사를 하도록 하고 이후 한 달 동안 같은 칼로리의 저탄수화물 고지방 다이어트를 시켜본 결과 저탄수화물 고지방 다이어트가 에너지 소모량이 다소 증가하는 경향을 보여 전체 체중 감량에 다소 차이를 가져오는 것으로 보이나 체지방의 변화는 일으키지 않는 것으로 보였다. Hall 등¹⁴의 또 다른 연구에서는 체질량지수 평균 35.9 kg/m²인 19명의 비만 환자들을 5일간 식사 교육을 시킨 후 6일간 짧게 저탄수화물 다이어트와 저단백질 다이어트를 시행하였을 때 저탄수화물 다이어트에서 1.85 kg, 저지방 다이어트에서 1.3 kg의 체중 감량을 보여 체중 감량에서는 저탄수화물 다이어트가 다소 효과적일 것으로 보이나 체지방의 감소로만 보았을 때는 오히려 저지방 다이어트에서 더 큰 체지방의 감소 효과를 보인다고 하였다. Wycherley 등¹⁵은 2형 당뇨병이 있는 비만 환자 115명을 대상으로 1년간 저탄수화물 다이어트와 같은 칼로리의 고탄수화물 다이어트의 체중 감량 효과를 비교하였을 때 두 군 간의 체중 감량의 차이는 없다고 하였다.

2) 메타분석

Santos 등¹⁶이 2000년에 발표한 메타분석 결과는 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트 간의 비교는 아니었지만 저탄수화물 다이어트가 체중 감량뿐 아니라 혈압, 혈당조절, 지질대사 전반에 있어 모두 좋은 결과를 보일 것으로 보고하였다. Nordmann 등¹⁷의 2006년 메타분석 결과, 6개월간의 결과로는 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트보다 약 3.3 kg의 체중 감량 효과를 보이지만 12개월 간의 결과에서는 차이가 없어지는 것으로 보았다. Hession 등¹⁸이 2008년에 발표한 메타분석 결과에 따르면 저탄수화물 다이어트와 저지방/저칼로리 다이어트의 체중 감량 효과를 비교하였을 때, 6개월 동안에는 저탄수화물 다이어트가 4.02 kg의 체중감량 효과가 더 있을 것으로 보았으나 12개월까지 진행하면 1.05 kg의 감량 차이로 그 차이가 크게 줄어드는 것으로 보고하였다. Johnston 등¹⁹의 2014년 메타분석에 따르면 다양한 다이어트 방법이 모두 6개월, 12개월간의 체중 감량에서 효과를 보이고 있으나 저탄수화물 다이어트가 6개월 후 8.73 kg, 12개월 후 7.25 kg의 체중 감량을 보였고 저지방 다이어트는 6개월 후 7.99 kg, 12개월 후 7.27 kg의 체중 감량을 보여 두 다이어트 간의 의미 있는 차이가 없음을 보고하였다. Sackner-Bernstein 등²⁰의 2015년 메타

분석에서는 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 2.04 kg의 체중 감량 효과가 더 큰 것으로 보였고 체질량지수는 0.7 정도 저탄수화물 다이어트에서 더 감소하는 것으로 보고하였다.

3) 단기간 효과 vs 장기간 효과

6개월 이내의 저탄수화물 다이어트를 통한 단기간 체중 감량 효과는 일부 연구에서는 저지방 다이어트에 비해 큰 차이가 없는 것으로 보고 하였지만^{10,11,14} 많은 연구에서 긍정적인 효과를 보여주었다.^{3-9,17,18,20} 6개월 이상의 장기간에 걸친 저탄수화물 다이어트의 효과는 연구마다 다소 차이가 있지만 저탄수화물 다이어트의 효과가 저지방 다이어트 효과보다 더 좋다는 보고⁷에 비해 장기간의 다이어트에서는 저탄수화물과 저지방 다이어트 간의 차이가 없거나 저탄수화물 다이어트의 체중 감량의 효과가 줄어든다고 보고한 연구가 더 많았다.^{4,11,15}

4) 거대영양소 조성의 차이 vs 에너지 섭취량의 차이

다이어트 방법에 따른 체중 감량의 차이가 순전히 거대 영양소 조성 비율의 차이에 의한 것인지는 밝히기 어려운데 이는 연구마다 탄수화물, 지방, 단백질의 섭취 비율에서 다소 차이가 나기 때문이다 (Table 1). 6개월간의 연구 결과로 체중 감량의 차이를 보였던 Samaha 등³의 연구에서는 저탄수화물 다이어트의 탄수화물 섭취 비율이 전체 에너지 섭취량의 37% 정도였고 저지방 다이어트 군에서는 51% 정도였으며 지방의 섭취 비율은 저지방 다이어트에서 33%, 저탄수화물

다이어트에서 41% 정도로 그 차이가 크지는 않았다. 6개월 동안 두 다이어트 군 간의 체중 감량 효과 차이를 보였던 또 다른 연구에서는 저탄수화물 군에서 탄수화물 섭취를 하루 20 g 이하로 제한하되 동물성 식품의 섭취는 제한을 두지 않았고 체중 감량이 어느 정도 도달한 이후부터는 일주일 간격으로 탄수화물 섭취를 5 g씩 증량하도록 하였는데 이는 두 군 간의 거대 영양소 섭취 비율에 있어 큰 차이를 보이고 있다.⁴ 단기간의 다이어트 방법 간 차이를 보인 또 다른 연구에서도 저탄수화물 군은 탄수화물 섭취를 10% 이내로 줄이고 지방 섭취는 60%까지 허용하여도 군 간의 에너지 조성비율의 차이가 컸다.⁵ 2년 간의 장기간 연구 결과 두 다이어트 간의 차이를 보였던 연구에서는 저탄수화물 다이어트 군에서 탄수화물 섭취량을 전체 에너지 섭취량의 40%로 하였고 저지방 다이어트의 지방 섭취량은 전체 에너지 섭취량의 39% 정도에 해당하였는데⁶ 이는 장기적인 다이어트에서 극단적인 에너지 조성 차이를 유지하기 어렵기 때문이 아닌가 생각된다. 1년 동안의 진행하여 두 다이어트 간의 차이를 보여주었던 연구에서는 저탄수화물 다이어트 군의 탄수화물 섭취를 하루 40 g 이하로 하였고 저지방 다이어트 군의 지방 섭취량을 전체 에너지 섭취량의 30% 이내로 제한하는 기준을 두어 영양소 조성 비율을 극명하게 하였다.⁷ 8주 간의 연구 결과 저탄수화물 군과 고탄수화물 군 간의 다이어트 간의 효과 차이를 보인 연구에서는 저탄수화물 군에서 탄수화물 섭취를 5% 정도로 하였고 지방 섭취는 58.5% 정도로 극단적이었으나 고탄수화물 군은 탄수화물 섭취가 46.7%, 지방 섭취가 27.8% 정도로 비교적

Table 1. Comparisons of design and nutrient supplies among the studies

	Disease inclusion/ exclusion		Total calorie intake		Macronutrient proportion				Compliance	
	DM	Dyslipidemia	LC	LF (or other diets)	LC		LF (or other diets)		LC	LF
					CHO	FAT	CHO	FAT		
Randomized controlled trials										
Samaha et al. (2003) ³	Inclusion	Inclusion	1,630 kcal	1576 kcal	37%	41%	51%	33%	53%	67%
Foster et al. (2003) ⁴	Inclusion	Inclusion	Unlimited	W: 1,200-1,500 M: 1,500-1,800	20 g/d – grad- ually increased	Unlimited	60%	25%	61%	57%
Yancy et al. (2004) ⁵	Inclusion	Inclusion	1,461 kcal	1,502 kcal	8%	68%	52%	29%	76%	57%
Shai et al. (2008) ⁶	Inclusion	Inclusion	-550 kcal	-572 kcal	40.4%	50.7%	39.1%	30.0%	85.3%	90.4%
Bazzano et al. (2014) ⁷	Exclusion	Inclusion	1,448 kcal	1,527 kcal	34.0%	40.7%	54.0%	29.8%	78.7%	82.2%
Keogh et al. (2008) ⁸	Inclusion	Inclusion	6,608 kJ	6,590 kJ	5.1%	58.5%	46.7%	27.8%	NS	NS
Sato et al. (2016) ⁹	Inclusion	Inclusion	1,371 kcal	1,605 kcal	149 g/d	52 g/d	198 g/d	52 g/d	94%	97%
Sacks et al. (2009) ¹⁰	Exclusion	-	1,413-1,521 kcal	1,531-1,560 kcal	42.9-48.6%	35.1-33.3%	51.3-53.2%	26.5-28.4%	NS	NS
Foster et al. (2010) ¹¹	Exclusion	Exclusion	Unlimited	W: 1,200-1,500 M: 1,500-1,800	20 g/d – grad- ually increased	Unlimited	55%	30%	-	-
Volek et al. (2004) ¹²	Exclusion	Exclusion	M: 1,855 kcal W: 1,288 kcal	M: 1,562 kcal W: 1,243 kcal	M: 8% W: 9%	M: 63% W: 63%	M: 56% W: 59%	M: 23% W: 21%	-	-
Hall et al. (2016) ¹³	-	-	2,738 kcal	2,739 kcal	35.8 g/d	242 g/d	338 g/d	108 g/d	-	-
Hall et al. (2015) ¹⁴	-	-	1,918 kcal	1,918 kcal	29%	50.1%	71.2%	7.7%	-	-
Wycherley et al. (2016) ¹⁵	Inclusion	-	-6~7 MJ/d	-6~7 MJ/d	14%	58%	53%	30%	70.0%	64.9%

LC, low carbohydrate; LF, low fat; CHO, carbohydrate; DM, diabetes mellitus; -, no comments; NS, no specific difference between 2 groups; M, men; W, women; MJ, mega joule.

받아들이기 쉬운 비율이었다.⁸ 연구의 기간이나 참여자들의 특성, 연구의 목적 등에 따라 상이한 에너지 조성 비율이 다양하지만 여러 연구들의 결과와 에너지 조성의 방법을 살펴보면 대체로 탄수화물 섭취가 적을수록 체중 감량 효과가 더 있을 것으로 보인다. 하지만 6개월, 1년, 2년간의 다이어트로 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트 간의 차이를 보이지 않았던 연구에서도 저탄수화물 다이어트 군에서 탄수화물 섭취를 하루 20 g 이내로 줄이는 극단적인 방법을 썼음에도 두 방법 간의 체중 감량 효과 차이를 드러내지 못한 경우도 있었고¹¹ 1년 간의 다이어트 방법 간의 뚜렷한 차이를 보이지 못했던 연구에서도 저탄수화물 군의 탄수화물 섭취 비율을 14% 정도로 줄이고 지방 섭취 비율을 58%로, 고탄수화물 군의 탄수화물 섭취 비율을 53%, 지방 섭취 비율을 30%로 하여 두 군 간의 영양소 조성 비율 차이를 분명히 두었으나 체중 감량 차이를 보이는 데 실패하기도 하였다.¹⁵

에너지 섭취량은 저탄수화물 다이어트에서 제한 없이 지방이나 육류를 섭취하게 하여 전체 에너지 섭취량을 가늠하지 못한 경우도 있었지만^{4,11} 대부분의 경우 저탄수화물 군과 저지방 군 간의 에너지 섭취량의 차이는 없었다. 그러나 에너지 섭취량을 균등하게 한 연구에서도 전체 에너지 섭취량은, 연구 전 섭취량에 비해 저탄수화물 다이어트 군과 저지방 다이어트 군 모두 500 kcal 이상 감소 시킨 경우가 대부분이었다. 즉 탄수화물 섭취나 지방 섭취의 비율을 조정한 경우 모두 기본적인 에너지 섭취량은 다이어트 전보다 크게 줄어든 상태로 지속하였다. 결국 어떤 다이어트 방법든지 에너지 섭취량, 즉 칼로리 섭취를 기본적으로 줄인 상태에서 체중 감량 효과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

저탄수화물 다이어트는 탄수화물 섭취 대신 육류 등을 통한 지방 섭취의 비율을 증가시키고 있으나 이는 전체적인 단백질 섭취의 증가로도 이어지게 되므로 실제로 탄수화물 섭취의 감소나 지방 섭취의 증가가 아닌 단백질 섭취량에 따른 영향을 받을 가능성에 대해서도 간과할 수 없다. 실제로 앞서 살펴보았던 많은 연구에서도 저지방 다이어트가 저탄수화물 다이어트에 비해 상대적으로 적은 단백질 섭취를 보이는 경향을 보였다.^{3,5-8} Sacks 등¹⁰의 연구에서도 통계적 차이는 없었으나 탄수화물 섭취의 비율에 따른 차이만큼 단백질 섭취량의 차이에 따른 체중 변화의 경향을 보인 바가 있다. McMillan-Price 등²¹의 연구에서는 고탄수화물과 고단백질 다이어트 간의 체중 감량을 비교하였는데 고단백질 다이어트가 체중 감량에 효과가 더 뚜렷한 것으로 보였다. Soenen 등²²의 연구에서도 탄수화물 섭취량 감소에 의한 체중 감량의 차이는 의미가 없었으나 단백질 섭취량의 증가에 따른 체중 감량의 정도는 탄수화물 섭취량의 정도와 관계없이 의미 있는 차이를 보였다. 하지만 Schwingshackl 등²³은 단백질 섭취량의 차이에 따른 체중 및 대사 지표들의 차이가 없다고 보고하기도 하였다.

체중 감량의 논지에 있어 탄수화물과 단백질 섭취에 관심이 집중

되어 있기는 하지만 에너지 밀도가 탄수화물과 단백질에 비해 높은 지방의 섭취에도 우리는 관심을 가져야 한다. 앞서 살펴보았던 연구들에서, 섭취 영양소 구성에 있어 저탄수화물 군의 경우 지방의 섭취 비율이 50% 이상으로 높게 책정되어 지방의 섭취량이 다이어트 이전보다 더 많은 것처럼 보일 수 있지만 실제로는 절대적인 칼로리 섭취량이 다이어트 연구 전인 평상시의 지방 섭취량에 비해서는 상대적으로 적었으므로 지방의 절대적인 섭취량도 이전보다 적었을 가능성이 있음을 배제할 수 없다. 즉 저탄수화물 고지방 다이어트의 효과가 저탄수화물에 의한 것일 가능성, 전체적인 에너지 섭취량 감소에 기인했을 가능성은 충분히 있지만 고지방 다이어트만으로 체중 감량에 효과적일지에 대해서는 의문이다. 지방의 섭취량에 따른 체중의 차이, 즉 지방을 많이 먹을수록 체중이 늘고 지방을 적게 먹을수록 체중 감소가 더 잘 이루어진다는 사실은 이미 밝혀진 바가 있다.²⁴

5) 체지방량의 감소 vs 제지방량의 감소

저탄수화물 다이어트의 체중 감량 효과가 체지방의 감소에 주로 기인한 것인지 제지방의 감소에 주로 기인한 것인지에 대해서도 엇갈린 연구 결과들을 보여주고 있다. 6개월간의 연구에서 저탄수화물 다이어트의 체중 감량 효과를 보고하였던 Yancy 등⁵의 결과에서는 체중감량뿐 아니라 체지방량의 감소도 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 더 많은 것으로 보였으나 제지방량의 감소 역시 저지방 다이어트에 비해 더 많은 것으로 보였다. 1년간의 연구로 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트 보다 체중 감량에 더 효과적이라고 하였던 Bazzano 등⁷의 연구에서는 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 체지방량은 더 많이 감소시키지만 제지방량은 더 증가시킨다고 보고하였다. 2달간의 연구로 저탄수화물 다이어트가 고탄수화물 다이어트보다 체중 감량효과가 크다고 보고했던 Keogh 등⁸의 연구에서도 체지방량, 체지방률, 제지방량 모두 저탄수화물 다이어트에서 더 감소하는 것으로 보고 하였다. 체성분의 변화를 측정하는 기구나 방법의 차이에서 기인했을 가능성은 크지 않을 것으로 보인다. 생체전지저항법(Bio-impedance analysis, BIA), 이중에너지엑스선 흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA), 공기 대체 체적기록법(Air displacement plethysmography, ADP)의 세가지 방법으로 초저열량의 저탄수화물 ketogenic diet로 4개월간의 체중 감량 및 체성분 변화를 관찰한 연구에서 어떤 방법으로 측정하였는지와 상관없이 저탄수화물 다이어트는 체지방, 내장지방량, 제지방량, 수분 모두의 감소를 보여주었다.²⁵ 남녀 간의 차이를 보여 준 연구¹²도 있었는데 남성에서는 저탄수화물 다이어트가 체중뿐 아니라 체지방, 특히 몸통의 체지방 감소에 더 효과적이지만 여성에서는 효과가 남성보다 더 적다고 보고하였다. 이에 비해 저탄수화물 다이어트가 체중 감소에서는 더 효과적일 수 있어도 그것이 체지방의 감소에 기인하지

않고 에너지 소모량의 증가나 제지방량의 변화에 기인하였거나³ 제지방량의 감소로만 보면 오히려 저지방 다이어트가 더 효과적이라는 연구도 있었다.¹⁴ Foster 등¹¹이 2년간 진행하였던 저탄수화물 다이어트와 저지방다이어트 간의 체중 감량 차이를 보이는 연구에서는 체중 변화의 차이도 없었지만 제지방량이나 체지방량의 차이도 보이지 않았다.

2. 대사성 변수(Metabolic parameter)의 변화(Table 2)

1) 지질(Lipid)

체중 감량으로 인한 중성지방의 감소는 다이어트 방법에 상관없이 대부분의 연구에서 뚜렷하게 관찰되는 경향이 있지만 저탄수화물 다이어트가 중성지방의 감소에는 저지방 다이어트보다 더 효과적인 것으로 보인다.^{3-8,11,13,14,17,18,20} 고밀도지단백(High dense lipoprotein, HDL) 콜레스테롤의 증가 역시 일관성 있게 저탄수화물 다이어트에서 더 효과가 큰 것으로 보이는데^{4-8,10,11,14,17,18} 일부 단기간의 연구에서는 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 HDL 콜레스테

롤의 증가 차이가 크지 않은 것으로 보고하였다.^{3,9} 총 콜레스테롤과 저밀도지단백(Low dense lipoprotein, LDL) 콜레스테롤은 연구마다 다소 차이를 보인다. RCT 연구에서는 저탄수화물 다이어트와 저지방 다이어트 간의 차이가 없다는 결과도 있었지만^{3-7,9} 몇몇 연구에서는 저지방 다이어트가 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤의 감소에 더 효과적이라고 하였다.^{8,14} 메타분석에서는 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤의 감소 면에서 저지방 다이어트가 더 효과적이라고 보는 경향이 있었다.^{17,18} 종합적으로 보았을 때 중성지방 감소와 HDL 콜레스테롤 증가에는 저탄수화물 다이어트가 더 효과적이고 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤 감소에서는 두 방법이 비슷하거나 저지방 다이어트가 더 효과적인 것으로 보는 것이 타당해졌다. 이는 Schwingshackl 등²⁶이 메타 분석을 통해 보고한 저지방 다이어트가 갖는 지질 대사의 변화 결과와 일치하고 있다. 하지만 임상적으로 저지방 다이어트를 해도 실제 콜레스테롤은 잘 떨어지지 않는 경향을 보이기도 하는데²⁷ 비만 환자의 경우 식이 섭취를 통한 지방으로는 혈중 콜레스테롤의 변화가 마른 사람들에 비해 크지 않아서 저지방 다이어트의 콜레스테롤 조

Table 2. Comparisons of metabolic parameters among the studies

	Weight loss		Lipid profile				Glycemic control			Blood pressure		CVD risk
	<6 months	>12 months	TC	TG	HDL	LDL	FBS	Hb A1c	Insulin	SBP	DBP	
Randomized controlled trials												
Samaha et al. (2003) ³	LC		NS	LC	NS	NS	LC (especially DM)	NS (D, LC but NS)	LC	NS	NS	
Foster et al. (2003) ⁴	LC	D, NS	NS	LC	LC	NS	NS		NS (D, LC but NS)	NS	D, NS	
Yancy et al. (2004) ⁵	LC		D-NS	LC	LC	NS						
Shai et al. (2008) ⁶	LC	LC	NS	LC	LC	NS	NS		NS			
Bazzano et al. (2014) ⁷	LC	LC	NS	LC	LC	NS	NS		D, NS	LC		
Keogh et al. (2008) ⁸	LC		LF	LC	LC	LF	D, NS		D, NS	NS	NS	LC (weak)
Sato et al. (2016) ⁹	LC		NS	NS	NS	NS	LC					
Sacks et al. (2009) ¹⁰	NS	D, NS	NL (D, LF but NS)	NS	LC	LF	NS		LC	D, NS	D, NS	D, NS
Foster et al. (2010) ¹¹	NS	D, NS	LC	LC	LC	D, NS					D, NS	LC
Volek et al. (2004) ¹²	M: LS											
W: NS												
Hall et al. (2016) ¹³	LS			LC			NS		LC			
Hall et al. (2015) ¹⁴	LS		LF	LC	LC	LF	LF					
Wycherley et al. (2016) ¹⁵		D, NS					D, NS			D, NS		
Meta-analyses												
Nordmann et al. (2006) ¹⁷	LC	NS	LF	LC	LC	LF					NS	NS
Hession et al. (2009) ¹⁸	LC	LC (weak)	LF (only 6 months)	LC	LC	LF	NS			LC (only 12 months, weak)	D, NS	
Johnston et al. (2014) ¹⁹	D, NS	D, NS										
Sackner-Bernstein et al. (2016) ²⁰	LC (2.04 kg)	LF	LC	LC	LF					LC	LC	

Flavored diet style was remarked.

LC, low carbohydrate; LF, low fat; NS, no specific difference between 2 groups; D, decreased; I, increased; TC, total cholesterol; TG, triglyceride; HDL, high dense lipoprotein cholesterol; LDL, low dense lipoprotein cholesterol; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure.

절 효과를 기대하기는 어려울 가능성이 제기되기도 하였다.²⁸ 지방 섭취량이 혈중 콜레스테롤 농도에 미치는 영향은 임상적으로 상당히 중요한 의미가 있다. 왜냐하면 지방의 섭취에 따른 콜레스테롤의 변화는 죽상동맥경화증의 직접적인 위험으로써 관상동맥질환이나 뇌졸중과 같은 심뇌혈관 질환의 예방을 위해 어떤 다이어트를 대중에 권장해야 하는가를 정하는 중요한 단초가 되기 때문이다. 다이어트와 관련된 심혈관 질환과의 관련성에 대해서는 뒤에서 다시 논하기로 하겠다.

2) 혈당(Blood glucose)

저탄수화물 다이어트의 혈당 조절에 대한 영향도 연구에 따라 다양한 결과를 보여주고 있다. 앞서 언급되었던 연구들 중 일부에서는^{3,4,9,10,13,20} 저탄수화물 다이어트가 공복혈당 조절이나 당화혈색소 또는 공복 인슐린 분비 등에 있어 부분적으로 효과가 있는 것으로 보였으나 대부분의 연구에서는 저탄수화물 다이어트가 혈당 조절에 더 우수하다는 결과를 보이지 않았다. Tay 등²⁹은 제2형 당뇨병 환자를 대상으로 저탄수화물 식이와 고탄수화물 식이로 인한 혈당 강하 효과 차이를 본 연구에서 탄수화물 섭취의 차이는 혈당 조절에 큰 영향이 없다고 하였다. 하지만 Feinman 등³⁰이 2015년에 여러 관련 연구들을 분석하여 보고한 결과에 따르면 당뇨병 환자의 식사요법으로서 저탄수화물 다이어트는 혈당 조절에 더 도움이 된다고 하였다. 따라서 혈당 조절에 있어서 탄수화물 섭취량의 효과에 대해서는 최종적인 결론을 내기에는 더 많은 연구들이 필요하리라 생각된다.

3) 혈압(Blood pressure)

대부분의 연구에서 저탄수화물 다이어트가 저지방 다이어트에 비해 더 좋은 혈압 강하 효과나 혈압 조절에서의 우수성을 보이지 못했다.

3. 심혈관질환 위험도 및 사망률

저탄수화물 고지방 다이어트는 전통적으로 지방 섭취의 증가로 인한 혈중 콜레스테롤 농도의 증가와 그로 인한 죽상동맥경화증의 발생을 거쳐 결국 심혈관질환의 발생이 증가하리라는 우려를 안고 있다. 하지만 저탄수화물 다이어트가 오히려 10년 Framingham risk score를 저지방 다이어트보다 더 많이 감소시키는 결과를 보이기도 하였고⁷ 실제로 미네소타 지역에서 포화지방을 적게 먹도록 하여 추적 관찰했을 때 혈중 콜레스테롤 농도는 떨어졌지만 관상동맥 질환의 발생과 사망에는 큰 차이가 없다고 보고하기도 하였다.³¹ 그러나 저탄수화물 고지방 다이어트가 체중 감량에 효과가 있음을 입정한 연구에서도 연구 도중에 저탄수화물 고지방 다이어트를 하던 대상자 중에 관상동맥 질환이 발생하였거나 관상동맥 질환으로 사망한 경우도 보고된 바가 있어⁵ 저탄수화물 고지방 다이어트의 심혈관 질환

위험성에 대해 관심을 갖지 않을 수 없다. 2개의 코호트 연구를 바탕으로 분석한 결과에서는 저탄수화물 다이어트의 경향이 강할수록 심혈관 질환 뿐 아니라 모든 종류의 사망률이 더 증가한다는 결과를 보여 주었다.³² 이 연구에서는 저탄수화물 다이어트의 정도에 따른 사망률을 분석하였는데 남성의 경우 저탄수화물 다이어트를 하는 정도가 클수록 모든 종류의 사망률 및 심혈관 질환의 사망률이 각각 15, 19% 정도 증가하는 것으로 보였다. 하지만 이를 다시 분석해보았을 때 저탄수화물 다이어트와 함께 육류 섭취를 근간으로 할 경우 사망률이 모든 종류의 사망률 20%, 심혈관 질환 사망률이 30% 증가하는 것으로 보였다. 여성의 경우도 육류 섭취가 많은 경우 저탄수화물 다이어트의 정도가 클수록 모든 종류의 사망률이 17%정도 증가하는 것으로 보였다. 남녀 모두 채소 위주의 저탄수화물 다이어트를 할 경우 모든 종류의 사망률 및 심혈관 질환의 사망률이 20-23% 더 감소하는 것으로 보였다.

결론

현재 유행하는 저탄수화물 고지방 다이어트는 실제 체계적으로 잘 구조화된 임상 연구에서 시행하였던 다이어트의 거대영양소 조성 비율보다 더 극단적으로 시행되는 경향이 있다. 이는 여러 연구에서 연구 중 생길 부작용을 조심스럽게 다루었던 면에서 본다면 다소 건강에 위험한 영향을 끼칠 우려가 있다. 특히 연구 중 관상동맥 질환이 발생하는 경우가 보고된 바가 있는가 하면 당뇨병 환자가 약물 치료를 하지 않고 저탄수화물 고지방 다이어트를 하다가 고삼투성 코마가 발생하는 등의 부작용을 보고하는 사례³도 있어 기존의 이상지질혈증이나 당뇨병이 있는 환자에서는 더욱 주의를 요해야 한다.

결론적으로 저탄수화물 고지방 다이어트는 단기적인 체중 감량 효과는 있지만 장기적인 체중 감량의 효과, 또는 체중 유지 효과는 기대하기 어려울 것으로 보인다. 또한 지질대사에 있어 중성지방 감소와 HDL콜레스테롤 증가라는 긍정적 효과가 있을 수 있지만 고지방 식사로 인한 총 콜레스테롤 증가와 LDL콜레스테롤 증가의 위험을 가질 수 있어 이로 인한 죽상동맥경화증과 심혈관 질환의 발생 위험이 증가할 가능성이 있다. 혈당 조절에 있어서는 저탄수화물 다이어트가 일부 효과가 있을 수 있으나 아직 확실하지는 않다. 혈압 조절에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

요약

저탄수화물 고지방 다이어트는 전통적인 저지방 다이어트에 비해 체중 감량 면에서는 단기간의 체중 감량 효과가 더 크지만 장기적인 체중 감량이나 체중 유지 효과는 거의 없는 것으로 보인다. 지질 대사

에 있어서 중성지방의 감소와 HDL 콜레스테롤의 증가에는 뚜렷하게 효과를 보이지만 총 콜레스테롤과 LDL 콜레스테롤은 차이가 없거나 저지방 다이어트에 비해 효과가 나쁜 경우도 있고 때로는 안 좋은 영향을 미치는 경우도 있다. 저탄수화물 다이어트의 혈당 강하 효과도 일부 긍정적인 효과를 기대해볼 수도 있지만 뚜렷하지는 않고 혈압 조절에서는 영향이 없다. 전체 심혈관질환의 위험으로 보면 저탄수화물 다이어트가 사망률의 증가의 보고가 있어 조심하여야 한다.

중심단어: 저탄수화물 다이어트, 고지방 다이어트, 체중감량, 심혈관 질환

Conflicts of Interest

There is no conflict of interest in this article.

Acknowledgments

이 논문은 대한비만학회 이사장 유순집(가톨릭의대 부천성모병원), 홍보이사 강재현(인제대의대 서울백병원), 식품영양이사 김은미(강북삼성병원 영양팀), 연수이사 오상우(동국의대 동국대일산병원), 학술이사 박철영(성균관대의대 강북삼성병원), 정책이사 김대중(아주의대 아주대병원), 부총무 이재혁(서남대의대 명지병원), 손장원(가톨릭의대 부천성모병원) 등과 함께 '저탄수화물 고지방 다이어트'의 학술적 고찰을 하였던 내용 중 일부를 발췌하여 실었습니다. 의견을 나누어 주신 모든 분들께 감사드립니다.

References

1. Zupec-Kania BA, Spellman E. An overview of the ketogenic diet for pediatric epilepsy. *Nutr Clin Pract* 2008;23:589-96.
2. Pennington AW. Weight reduction. *JAMA* 1958;166:2214-5.
3. Samaha FF, Iqbal N, Seshadri P, Chicano KL, Daily DA, McGrory J, et al. A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N Engl J Med* 2003;348:2074-81.
4. Foster GD, Wyatt HR, Hill JO, McGuckin BG, Brill C, Mohammed BS, et al. A randomized trial of a low-carbohydrate diet for obesity. *N Engl J Med* 2003;348:2082-90.
5. Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2004;140:769-77.
6. Shai I, Schwarzfuchs D, Henkin Y, Shahar DR, Witkow S, Greenberg I, et al. Weight loss with a low-carbohydrate, mediterranean, or low-fat diet. *N Engl J Med* 2008;359:229-41.
7. Bazzano LA, Hu T, Reynolds K, Yao L, Bunol C, Liu Y, et al. Effects of low-carbohydrate and low-fat diets: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2014;161:309-18.
8. Keogh JB, Brinkworth GD, Noakes M, Belobrajdic DP, Buckley JD, Clifton PM. Effects of weight loss from a very-low-carbohydrate diet on endothelial function and markers of cardiovascular disease risk in subjects with abdominal obesity. *Am J Clin Nutr* 2008;87:567-76.
9. Sato J, Kanazawa A, Makita S, Hatae C, Komiya K, Shimizu T, et al. A randomized controlled trial of 130 g/day low-carbohydrate diet in type 2 diabetes with poor glycemic control. *Clin Nutr* 2016 [Epub ahead of print].
10. Sacks FM, Bray GA, Carey VJ, Smith SR, Ryan DH, Anton SD, et al. Comparison of weight-loss diets with different compositions of fat, protein, and carbohydrates. *N Engl J Med* 2009;360:859-73.
11. 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. *Ann Intern Med* 2010;153:147-57.
12. Volek J, Sharman M, Gómez A, Judelson D, Rubin M, Watson G, et al. Comparison of energy-restricted very low-carbohydrate and low-fat diets on weight loss and body composition in overweight men and women. *Nutr Metab (Lond)* 2004;1:13.
13. Hall KD, Chen KY, Guo J, Lam YY, Leibel RL, Mayer LE, et al. Energy expenditure and body composition changes after an isocaloric ketogenic diet in overweight and obese men. *Am J Clin Nutr* 2016;104:324-33.
14. Hall KD, Bemis T, Brychta R, Chen KY, Courville A, Crayner EJ, et al. Calorie for calorie, dietary fat restriction results in more body fat loss than carbohydrate restriction in people with obesity. *Cell Metab* 2015;22:427-36.
15. Wycherley TP, Thompson CH, Buckley JD, Luscombe-Marsh ND, Noakes M, Wittert GA, et al. Long-term effects of weight loss with a very-low carbohydrate, low saturated fat diet on flow mediated dilatation in patients with type 2 diabetes: A randomised controlled trial. *Atherosclerosis* 2016;252:28-31.
16. 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;13:1048-66.
17. 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. *Arch Intern Med* 2006;166:285-93.
18. Hession M, Rolland C, Kulkarni U, Wise A, Broom J. Systematic review of randomized controlled trials of low-carbohydrate vs. low-fat/low-calorie diets in the management of obesity and its comorbidities. *Obes Rev* 2009;10:36-50.
19. Johnston BC, Kanters S, Bandayrel K, Wu P, Naji F, Siemieniuk RA, et al. Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: a meta-analysis. *JAMA* 2014;312:923-33.
20. Sackner-Bernstein J, Kanter D, Kaul S. Dietary intervention for overweight and obese adults: comparison of low-carbohydrate and low-fat diets. A meta-analysis. *PLoS One* 2016;10:e0139817.
21. McMillan-Price J, Petocz P, Atkinson F, O'Neill K, Samman S, Steinbeck K, et al. Comparison of 4 diets of varying glycemic load on weight loss and cardiovascular risk reduction in overweight and obese young adults: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 2006;166:1466-75.
22. Soenen S, Bonomi AG, Lemmens SG, Scholte J, Thijssen MA, van Berkum F, et al. Relatively high-protein or 'low-carb' energy-restricted diets for body weight loss and body weight maintenance? *Physiol Behav* 2012;107:374-80.
23. Schwingshackl L, Hoffmann G. Long-term effects of low-fat diets either low or high in protein on cardiovascular and metabolic risk factors: a systematic review and meta-analysis. *Nutr J* 2013;12:48.
24. Astrup A, Ryan L, Grunwald GK, Storgaard M, Saris W, Melanson E, et al. The role of dietary fat in body fatness: evidence from a preliminary meta-analysis of ad libitum low-fat dietary intervention studies. *Br J Nutr* 2000;83 Suppl 1:S25-32.
25. Gomez-Arbelaes D, Bellido D, Castro AI, Ordoñez-Mayan L, Carreira J, Galban C, et al. Body composition changes after very low-calorie-ketogenic diet in obesity evaluated by three standardized methods. *J Clin Endocrinol Metab* 2016 [Epub ahead of print].
26. Schwingshackl L, Hoffmann G. Comparison of effects of long-term low-fat vs high-fat diets on blood lipid levels in overweight or obese patients: a systematic review and meta-analysis. *J Acad Nutr Diet* 2013;113:1640-61.
27. Nelson GJ, Schmidt PC, Kelley DS. Low-fat diets do not lower plasma cholesterol levels in healthy men compared to high-fat diets with similar fatty acid composition at constant caloric intake. *Lipids* 1995;30:969-76.
28. Katan MB. The response of lipoproteins to dietary fat and cholesterol in lean and obese persons. *Curr Atheroscler Rep* 2005;7:460-5.
29. Tay J, Luscombe-Marsh ND, Thompson CH, Noakes M, Buckley JD, Wittert GA, et al. Comparison of low- and high-carbohydrate diets for type 2 diabetes management: a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2015;102:780-90.
30. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, Bernstein RK, Fine EJ, Westman EC, et al. Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: critical review and evidence base. *Nutrition* 2015;31:1-13.
31. Ramsden CE, Zamora D, Majchrzak-Hong S, Faurot KR, Broste SK, Frantz RP, et al. Re-evaluation of the traditional diet-heart hypothesis: analysis of recovered data from Minnesota Coronary Experiment (1968-73). *BMJ* 2016;353:i1246.
32. 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;153:289-98.